ملودی اسرار آمیز

ترین زوان توان

ترجمه : میرابوطالب بدری

ترین زوان توان (Trinh Xuan Thuan) متولد هانوی (ویتنام) می باشد. وی در انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا به تحصیل پرداخت و دکتری خود در رشته اخترفیزیک را از دانشگاه پرینستون آمریکا کسب نمود. تخصص وی اخترشناسی فراکهکشانی است و از سال ۱۹۷۶ به بعد استاد اخترفیزیک در دانشگاه ویرجینیا می باشد. همچنین وی محقق انستیتوی اخترفیزیک پاریس بوده و عضو دانشگاه interdisciplinaire پاریس می باشد. در سال ۲۰۰٤، با کمک تلسکوپ هابل توانست جوانترین کهکشانی را که تا به امروز شناخته شده بنام Zwicky 18 I را کشف نماید. کتب منتشره بوسیله وی عبارتند از[1]:

- **ملودی اسرارآمیز** (*La mélodie secrète*) – **۱۹۸۸ – چاپ مجدد ۱۹۹۱**
- **یک اخترفیزیکدان** (*Un astrophysicien*) – **۱۹۹۲**
- **سرنوشت کیهان، مه بانگ و بعد** (*Le Destin de l'Univers*) – **۱۹۹۲**
- **اغتشاش و هماهنگی** (*le Chaos et l'Harmonie*) – **۱۹۹۸**
- **بی نهایت در مشت دست** (*L'Infini dans la paume de la main*) – **۲۰۰۰**
- **مبداء ها – دلتنگی از لحظات اولیه آفرینش** (*Origines - la nostalgie des commencements*) – **۲۰۰۳**
- **مسیرهای نور : فیزیک و متافیزیک سایه – روشن** (*Les voies de la lumière : Physique et métaphysique du clair-obscur*) – **۲۰۰۷**
- **سفر به قلب نور** (*Voyage au cœur de la Lumière*) – **۲۰۰۸**
- **آیا جهان به تنهایی ایجاد گردید؟** (*Le Monde s'est-il créé tout seul ?*) – **۲۰۰۸**
-
- **دیکشنری دوستداران آسمان و ستارگان** (*Dictionnaire amoureux du Ciel et des Étoiles*) – **۲۰۰۹**
- **انفجار بزرگ و بعد از آن؟** (*Le Big bang et après?*) – **۲۰۱۰**
- **کیهان و لوتوس** (*Le cosmos et le lotus*) – **۲۰۱۱**
- **میل به بی نهایت: اعداد، جهان ها و انسان ها** (*Désir d'infini: des chiffres, des univers et des hommes*) – **۲۰۱۳**
- **امیدی برای فقیرترین افراد در ویتنام** (*Maison chance: un espoir pour les plus démunis au Vietnam*) – **۲۰۱۳**
- **بودا** (*Bouddha*) – **۲۰۱۳**

---

[1] – بیوگرافی کامل شده بوسیله مترجم

- **پر بودن خلاء** (*La plénitude du vide*) – **۲۰۱۵**
- **در مواجهه با کائنات** (*Face à l'univers*) – **۲۰۱۵**
- **حکایتی زیبا از نور و رنگها** (*Une belle histoire de la lumière et des couleurs*) – **۲۰۱۶**
- **آیا وجود ما معنایی دارد؟** (*Notre existence a-t-elle un sens ?*) – **۲۰۱۷**
- **یک شب** (*Une nuit*) – **۲۰۱۸**
- **سرگیجه از کیهان** (*Vertige du cosmos*) – **۲۰۱۹**
- **جهان های دیگر** (*Mondes d'ailleurs*) – **۲۰۲۱**

فهرست مطالب	صفحه
مقدمه ای برای چاپ جدید مقدمه	
فصل اول : کیهان های گذشته	
تشکیل کیهان کیهان جادویی کیهان اسطوره ای دیوان سالاری آسمانی معجزه یونان کیهان ریاضی کیهان زمین مرکزی حرکات قهقرائی کیهان علمی زمین کروی شکل دایره روی دایره کیهان قرون وسطایی خداوند و فرشتگان اگر زمین حرکت می کرد؟ کیهان خورشید مرکزی کیهان نامحدود عدم کمال آسمانها گالیله و تلسکوپش حرکت سیارات چرا ماه بر روی زمین سقوط نمی کند؟ کیهان مکانیکی کیهان جبرگرا فرضیه خدا لازم نیست	
فصل دوم : از راه شیری تا کیهان	
ضبط نور	

حفظ نور
تجزیه نور
نورهای جدید
سرحدات راه شیری
یک قرص باریک و مسطح
خورشید ویژگی خاصی ندارد
ستارگان متحرکند
همگرایی ستارگان در آسمان
ستارگان متغیر و کلید آسمانها
خورشید مکان مرکزیش را از دست می دهد
کیهان برون کهکشانی

فصل سوم : بازیگران نمایش : کهکشانها و زوج فضا – زمان

کهکشانها می گریزند
کیهانی با یک آغاز
کیهان بدون مرکز
ایجاد مداوم فضا
فضای پویا
کیهان بدون مرز
نور حامل اطلاعات کهنه است
ده کهکشان جدید در هر سال
چرا آسمان در شب تاریک است؟
زمان انعطاف پذیر
منشاء جوانی
زوج فضا – زمان
سرعت نور گرانبهاست
گذشته من، حال تو و آینده شماست
آیا میخ می تواند قبل از اینکه چکش بر آن فرود آید در چوب فرو رود؟
زمان از دست رفته پروست
پیکان زمان
معجزه بشقاب خردشده
انتشار نور بسوی گذشته نیست
ستارگان مولد بی نظمی اند
ماده زمان را کند می کند

سیاهچاله ها و تبدیل انسانها به اسپاگتی
سیاهچاله ها موجب توقف زمان می گردند
تمامی ابدیت در یک چشم بهم زدن
دستورالعمل ساختن سیاهچاله
شکست عقل سلیم
سیاهچاله گرسنه است

فصل چهارم : نظریه انفجار بزرگ

دشواری تغییر عقاید اخترفیزیکدانان
تابش برجا مانده کیهان
تلفن و کیهانشناسی
برای هلیم، همه اتفاقات در سه دقیقه اول آفرینش کیهان، صورت می گیرد
شتاب منفی کهکشانها
باله کیهانی
سن کیهان
سن کهنسالترین ستارگان
سن مسن ترین اتم ها
چرا کیهان اینچنین همگن است؟
چرا کیهان دارای ساختار است؟
ضد ماده کجاست؟
چرا دورنمای کیهان اینچنین مسطح است؟
چهار نیرو
چسب کیهان
چسب اتم ها
نیرویی که تجزیه می کند
چسب ذرات
جریان کوانتمی
مشاهده، مولَّد واقعیت است
دوگانگی ماده
اگر منتظر بمانیم، همه چیز امکان پذیر خواهد شد
اتفاقات کوانتمی
انرژی طبیعت و ذرات نامرئی
تبخیر سیاهچاله

فصل پنجم : کتاب تاریخ کیهان

زمان کیهانی

مرز شناخت

یک تورم دیوانه وار

کیهانهای متعدد

خلاء، سرچشمه همه چیز

تبلور جدید کیهان

زندانی شدن کوارک ها

اولین پیروزی ماده

نوترینوها جداگانه عمل می کنند

عقب نشینی ضدماده

بحران نوترونها

ماشینی که هلیم می سازد

پیشرفت متوقف می شود

یک هسته هلیم برای دوازده هسته هیدروژن

کیهان نقاب از چهره بر می دارد

فرمانروایی ماده

دهکده ها و شهرهای کیهان

بافت کیهان : قرص ها، رشته ها، خلاء و حباب ها

بذرهای کهکشانها

نمایشگران درام : گرانش و انبساط

جرم غیرقابل رویت کیهان

کیهانهای ساختگی

قرص های بسیار کوچک، بذرهای بسیار بزرگ

کیهانی با نوترینوهای جسیم

ماده غیرقابل رویت (ماده سرد)

آیا آجرهای اولیه کوچک بودند؟

کیهان در زیر ذره بین : کهکشانها و ستارگان

تصادمات کیهانی

کهکشانخواری

اولین ستارگان

شانسی جدید برای کیهان

ستاره ای با ساختار پوست پیازی

آهن سرکش
سه حالت برای مرگ ستاره
فواید ابرنو اخترها
شبه ستارگان (کوازارها)
مولکولهای میان ستاره ای
سیاره فرضی
صعود بسوی حیات

فصل ششم : سرنوشت کیهان

سه پارامتر برای کیهان
شتاب منفی کیهان
کهکشانهای بیضوی غول آسا، منابع نوری مناسبی نیستند
غذای کهکشانها
جرم نامرئی کیهان
چگونگی محاسبه وزن کیهان
اصل کیهانی
چیزی کدر و تیره در اطراف کهکشانها
گستره جرم نامرئی
در جستجوی ماده نامرئی میان کهکشانی
ستارگان و سیارات عقیم
آیا خداوند بازیگر ذرات نامرئی است؟
سراب های کیهانی
بموجب آخرین اطلاعات، کیهان "باز" خواهد بود
خورشید خاموش می شود
شب طولانی
تبخیر سیاهچاله ها
الماس ها جاودانه و ابدی نمی باشند
آیا پروتون فناپذیر است؟
اخگر جهنمی
کیهان سیکلی
رام کردن سیاهچاله ها
اشکال دیگر حیات

فصل هفتم : کیهانی اتفاقی یا کیهانی لازم و ضروری؟

شبح کپرنیک تحت سئوال

اعداد در طبیعت

اتفاقات و چیزهای زندگی

کیهان های بازیچه ای بارور نیستند

کیهانی با تنظیم بسیار دقیق

کیهان های موازی

تعریفی مجدد از " اتفاق"

علم و " غایت گرایی"

فصل هشتم : خداوند و "بیگ بنگ"

آیا وجود یک "علت اولیه" لازم است؟

خدا و زمان

خداوند و پیچیدگی

خداوند و حیات

خداوند و شعور

خداوند و موجودات فضایی

شرط نهایی

فصل نهم : ملودی اسرار آمیز

کیهانی ساکن و آفرینشی مداوم

اگر کیهان فاقد حرکت انبساطی می بود؟

انتقال بسوی قرمز غیرکیهانی

سریع تر از نور یا گرانشی متغیر؟

تعدیل قوانین نیوتون

کیهانشناسی ماده – ضد ماده

شرط بندی علمی

شماره گذاری تصاویر

چشم مفسر

مشاهده نامرئی

ماشین ها می توانند ما را فریب دهند
تخمیر درونی
پاندول فوکو
تقسیم ناپذیری کیهان
راز ملودی

توضیحات کمی
فهرست معانی (فارسی – فرانسه)
منابع

مقدمه برای چاپ جدید

ملودی اسرارآمیز از همان ابتدای انتشارش علاقمندان فراوانی را بسوی خود جلب نمود. من واقعا" از تعداد بیشمار نامه های لطف آمیزی که در باره این کتاب برایم ارسال شده شرمنده ام. اقشار مختلفی در ارسال این نامه ها شرکت داشته اند، افرادی که شاید برای اولین بار اخترفیزیک را کشف نموده یا کسانی که در این مورد تجربیاتی فراوان داشته و تمامی کتابهای موجود در مورد موضوع را قبلا" مطالعه نموده اند.

دو موضوع همواره مطرح می شد. ابتدا، شگفتی در برابر زیبایی و هماهنگی کیهان، در مورد آفرینندگی اش، سپس، تسلی و امیدی که کیهانشناسی مدرن با خود به ارمغان آورده و انسان را با کیهان آشتی می دهد و روابط موجود بین این دو را کشف و تشریح می نماید. بشر دیگر در کیهان غریبه نیست. او در تکامل بسیار پیچیده کیهان قرار گرفته است، تکاملی که بما ختم می گردد. طبیعت، از خلاء ای مملو از انرژی، توانست گام به گام مراحل پیچیدگی را پشت سر گذاشته و موفق شد به ترتیب کوارک ها، الکترونها، نوترونها، پروتونها، اتمها، مولکولها، ستارگان، کهکشانها، سیارات و انسانها را بوجود آورد.

نقدهای فراوانی را نیز در مورد عقاید فلسفی ام دریافت نمودم (در بیشتر موارد به طرفداری از من). کیهانشناسی مدرن به ما فهماند که کیهان آنچنان دقیق تنظیم شده تا از آن ضمیر و آگاهی (که بر اساس بیوشیمی کربن قرار دارد) ایجاد گردد. چنین انتظامی را می توان بصورت اتفاق در نظر گرفت و یا آنرا به معماری بزرگ نسبت داد. من به نفع فرضیه دومی شرط بندی نمودم. این شرط بندی را نه از نقطه نظر یک دانشمند بلکه از زاویه دید انسانی شریف و مومن انجام دادم. علم و مذهب منکر یکدیگر نیستند، برعکس، آنها بینشی تکمیلی را از کیهان برایمان به ارمغان می آورند و این نگرش جدید موجب غنای هستی ما می گردد. ولی باید کاملا" مواظب بود تا از ترکیب آنها جلوگیری شود: خداوند خود را بصورت علمی نشان نمی دهد و مذهب نمی تواند مشاهدات و تجربیات علمی را انکار نماید. اگر پژوهشگر این تفکیک علم و مذهب را رعایت نموده و در تحقیقات خود از روشی علمی استفاده نماید می تواند و حق دارد عقاید مذهبی خود را بصورت عام مطرح نماید. برخلاف عقاید برخی از همکارانم، حداقل، این چیزی است که به آن معتقدم.

آیا بعد از انتشار کتاب ملودی اسرار آمیز در اواخر سال ۱۹۸۸ تا امروز، کشفیات علمی جدیدی صورت گرفته اند؟ نظریه انفجار بزرگ همواره کامل ترین نظریه کیهانشناسی بوده و به بهترین شکل طبیعت را تفسیر می نماید. در سال ۱۹۸۹، قمر مصنوعی Cosmic Background Explorer (COBE) در مدار زمین قرار گرفت تا به مطالعه تابش برجا مانده بپردازد. این اشعه از عصری به ما می رسد که کیهان سنی معادل ۳۰۰.۰۰۰ سال داشت.

مشاهدات COBE بما می گویند که توزیع انرژی تابش برجا مانده غیرقابل درک خواهد بود مگر اینکه در نظر گرفته شود که کیهان در آغاز، بی نهایت گرم، فشرده و متراکم بوده است. و چنین شرایطی را فقط نظریه انفجار بزرگ می تواند بطرز طبیعی تشریح نماید. یکی دیگر از ماموریت های COBE ، تجسس در مورد بذرهای کهکشانی بود که بوسیله نوسانات دما در تابش برجا مانده خود را نشان می دهند. باری، تا به امروز، چنین نوساناتی غایب بوده اند (آنها کمتر از ۰/۰۱ درصد می باشند). نتیجتا"، کیهان در سیصدهزارمین سال هستی اش بی نهایت همگن و همسان بود. ولی بدون بذر، نه ستاره و نه کهکشان هیچکدام بوجود نخواهند آمد. با اینحال، به لطف مشاهدات اجرام سماوی دوردست (دور دیدن یعنی زود دیدن) می دانیم که شبه ستارگان و کهکشانها در ۲ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ فرش کیهانی خود را بافتند. در اینجا یک سئوال مطرح می شود: چگونه هماهنگی و سادگی توانست ساختاری چنین پیچیده ایجاد نماید؟ همواره در حال جستجوی این بذرها در تابش برجا مانده است. اگر این بذرها یافت نشوند باید تمامی عقایدمان را در مورد تشکیل کهکشانها بازنگری نمائیم. بویژه اگر نوسانات کمتر از ۰/۰۰۱ درصد باشند. مدل کیهانی مملو از ماده نامرئی سرد (فصل پنجم) که امروزه اکثریت آراء جامعه اخترفیزیکدانان را به خود اختصاص داده باید کنار گذاشته شود.

بعد از انتظار فراوان، تلسکوپ فضایی "هابل" سرانجام در ٢٤ آوریل ۱۹۹۰ در مدار قرار داده شد. این تلسکوپ بما اجازه خواهد داد تا زمان را از ۲ الی ۳ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ به عقب برویم و بدینصورت به عصر تشکیل کهکشانها برسیم، عصری که هنوز در لفافه ای از اسرار باقی مانده است. تلسکوپ هابل باید همچنین ستارگان قیقاووس، این چراغهای کیهانی، را تا فاصله خوشه "دوشیزه" یعنی تقریبا" تا ٤٠ میلیون سال نوری ردیابی نماید و بدینصورت، بما اجازه خواهد داد تا عمق دقیق کیهان و سن حقیقی آنرا مشخص نمائیم. افسوس که در یکی از آینه های هابل نقصی بوجود آمده و آنرا نزدیک بین نموده است. این نزدیک بینی فقط در سال ۱۹۹۳ رفع خواهد شد. تا آن زمان، با هابل خواهیم توانست تصاویر بسیار زیبایی از سیارات منظومه شمسی و دیگر ستارگان نزدیک داشته باشیم.

پاریس، ژانویه ۱۹۹۱

پیشگفتار

این کتاب برای انسانی شریف نوشته شده است، انسانی کنجکاو به جهانی که او را احاطه نموده و علاقمند به مطالعات جدید کیهانشناسی بدون اینکه الزاما" متخصص بوده و یا از تجربیات علمی برخوردار باشد. کتاب حاضر از ورای اعصار مختلف تکامل بینش انسانی از کیهان را ترسیم می نماید و در عین حال توجه خاصی به کیهان کنونی، برآمده از "انفجار بزرگ" مبذول می دارد. کتاب همچنین سئوالاتی را مطرح می سازد که از چارچوب علم خارج می شوند، سئوالاتی که هرگاه بحث آفرینش به میان آید بصورت اجتناب ناپذیری مطرح می گردند: آیا ما به طور اتفاقی در کیهان هستیم یا اینکه وجود ما مستلزم حضور آفریننده است؟

نخستین فصلها (۱ و ۲) تکامل آراء و افکار مربوط به کیهانشناسی را از کیهانی جادوئی در صبحدم بشریت تا کیهان انفجار بزرگ در قرن بیستم تشریح می نماید. در این فصول، خواهیم دید که چگونه کیهان از یک منظومه شمسی ساده با زمینی که در مرکز آن به تخت نشسته است به کیهانی پرعظمت به وسعت ۱۵ میلیارد سال نوری مبدل می گردد که در گوشه ای دورافتاده از آن کره زمین در کهکشان راه شیری قرار گرفته و راه شیری نیز خود در میان صدها میلیارد کهکشان دیگر گم می شود. فصول ۳ و ٤ بازیگران صحنه را به کیهان انفجار بزرگ وارد می سازند : زوج فضا – زمان، چهار نیروی اساسی طبیعت، ذرات بنیادی و کهکشانها. چگونگی اطاعت این بازیگران از قوانین بسیار دقیقی که نسبیت عام و مکانیک کوانتمی وضع کرده اند نیز در این فصول شرح داده می شود.

شاید با اهمیت ترین کشف کیهانشناسی جدید درک این مطلب باشد که کیهان ما دارای تاریخ است، گذشته ای دارد و آینده ای. دو فصل بعدی، به حکایت این تاریخ بر پایه اطلاعات کنونی می پردازد. فصل پنجم شرح می دهد که چگونه بینهایت بزرگ از بینهایت کوچک زاده شد و چگونه کل کیهان ما با صدها میلیارد کهکشانش از نوعی "خلاء" میکروسکپی بوجود آمد.

نقل چگونگی بافت فرش کیهانی کهکشانها و توصیف تکامل طولانی بسوی پیچیدگی که با آفرینندگی کیمیاگر ستارگان و هستی سیارات شروع و به حیات و ضمیر ختم گردید را نیز در این فصل خواهیم دید. فصل ششم، در مورد آینده کیهان صحبت می نماید. آینده کیهان را نمی توان با اطمینان و یقین پیش بینی نمود زیرا این مسئله بستگی به مقدار کل ماده در کیهان دارد. با توجه به اینکه ۹۰ تا ۹۸ درصد جرم کیهان غیرقابل رویت است نتیجتا" مقدار کل ماده کیهان را نمی توان دقیقا" محاسبه نمود. آیا کیهان تا ابد انبساط پیدا کرده و به دریایی عظیمی از سرما و تاریکی مبدل خواهد شد و یا اینکه به حداکثر ابعاد خود رسیده و سپس در چگالی و دما ای بی نهایت بر روی خود فرو می پاشد؟

صحبت از آفرینش کیهان بطور اجتناب ناپذیری سئوال وجود خداوند را مطرح می سازد. فصول هفتم و هشتم نشان می دهند که چگونه علم جدید دلائل کلاسیک هستی خداوند را از میان برداشته ولی بطریقی نوین هستی آفریدگار را مطرح می سازد. وجود ما، خود، حادثه ای است بسیار شگفت انگیز: کیهان بطرز شگفت انگیزی دقیق تنظیم گردیده تا هستی ما ظاهر گردد. اگر قوانین فیزیکی فقط یک سرانگشت تغییر یابند، ما وجود نخواهیم داشت تا در مورد آن صحبت نمائیم. آیا این تنظیم بی نهایت دقیق نتیجه اتفاق است یا ناشی از اراده یک قادر تعالی؟

در علم، نمی توان از حقیقت مطلق صحبت نمود. فصل آخر (نهم) نظریه های رقیب انفجار بزرگ را مطرح می سازد. در این فصل، نشان داده می شود چرا این نظریه ها نتوانستند آرای اکثریت کیهانشناسان را کسب نموده و چگونه جامعه کیهانشناسی قدرت پیش گوئی، زیبایی و سادگی نظریه انفجار بزرگ را بر آنها ترجیح داده است. همچنین خواهیم دید که کیهان انفجار بزرگ آخرین کیهان ایجاد شده نخواهدبودکه انسان کیهانهای دیگری را خواهد آفرید که هرچه بیشتر به کیهان واقعی نزدیکتر خواهند بود بدون اینکه هرگز بتوانند مشابه کیهان واقعی باشند. ملودی ای که نت های موسیقی طبیعت را شکل می دهد برای همیشه برایمان بصورت راز باقی خواهد ماند.

در نوشتن این کتاب همواره سعی نموده ام از لحنی ساده و روشن استفاده نمایم. برای تشریح مفاهیم مشکل، در اغلب مواقع کوشش نموده ام از تصاویر زندگی روزمره استفاده نمایم ولی برای نقل تاریخ کیهان استفاده برخی از مفاهیم علمی اجباری خواهد بود. برای کمک به خواننده، در پایان کتاب، فهرست معانی کلمات اخترشناسی جمع آوری شده است (این لغات در متن کتاب با علامت (*) مشخص شده اند). همچنین از جداول، تصاویر و اشکال اخترشناسی استفاده شده تا نکات مهم متن واضح تر درک شوند. سرانجام، برای خوانندگانی که با زبان علمی آشنایی بیشتری داشته و کنجکاو به دانستن تفاسیر بیشتری می باشند، توضیحات چندی در پایان کتاب افزوده شده است. این توضیحات فقط جنبه تکمیلی داشته و لازمه درک متن کتاب نخواهند بود.

۱ – کیهان های گذشته

تشکیل کیهان

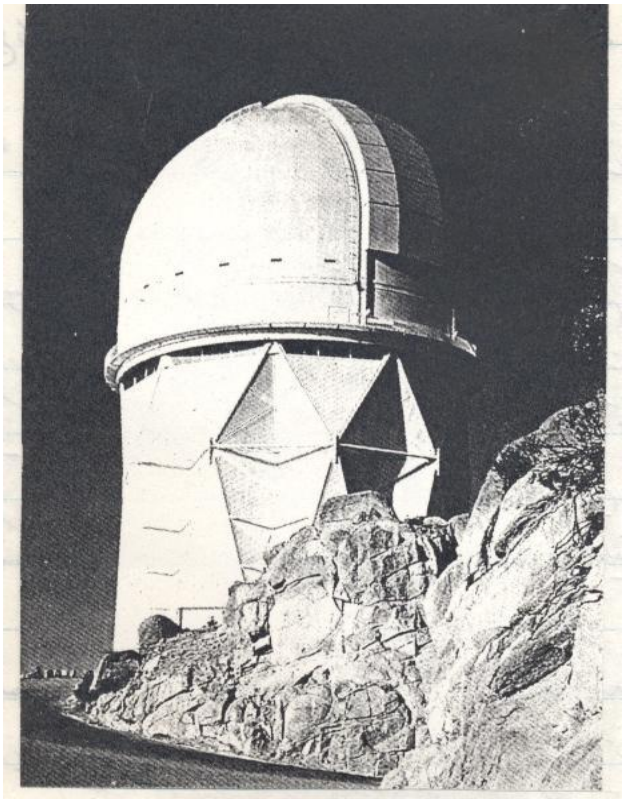
من اغلب برای مشاهده کیهان به رصدخانه کیت پیک[۲] می روم، این رصدخانه در قله رشته کوهی طولانی به ارتفاع ۲۰۰۰ متر در قلب صحرای آریزونا در محل سکونت سرخ پوست ها قرار دارد. هنگام شب، در یک لحظه فراغت، زمانیکه تلسکوپ عظیم الجته شکل ۱، ذرات نور حامل اطلاعات که به فوتون[۳]* معروف بوده و از کهکشانهای دوردست به زمین می رسد ، را روی موج یاب الکترونیکی ضبط می نماید، برای مشاهده آسمان از گنبدی که تلسکوپ در آن قرار گرفته خارج می شوم. ابتدا آرزو می کنم آسمان صاف باشد و هیچ توده ابری موجب مزاحمت مشاهداتم نگردد، همچنین مایلم آسمان پر ستاره را در تمام عظمت و زیبایی اش مشاهده کرده و از آن لذت ببرم.

متاسفانه، امروزه با استفاده از تکنیکهای مدرن رصد، تماس مستقیم اخترشناس با آسمان از بین رفته است. تصویر رومانتیک دانشمندی که در تاریکی چشمش را به تلسکوپ چسبانده و آسایش خود را برای عشق به علم فدا می کند محو شده است. می توانم شخصا ادعا نمایم که ساعت ها بی حرکت نشستن در پشت تلسکوپ و جنگ با سرما و بی خوابی در شبهای بلند زمستان تجربه ی آسانی نیست. امروزه در اتاقی نورانی و گرم کار کرده و از طریق کامپیوترهای بسیار پرقدرت، دگمه های مختلف را روی تابلوی الکترونیکی دستورات دستکاری می نمایم. بدینصورت، به محض اینکه تلسکوپ کهکشان مورد پژوهش را پیدا می نماید، تصویرش را بر صفحه تلویزیون قرار می دهد این تصویر می تواند تا هزاران برابر بزرگ شود و بدینصورت، من آسمان را از طریق الکترونیک واسطه ای مشاهده می نمایم اگرچه تماس مستقیم با آسمان از بین رفته ولی بجای آن، الکترونیک موجب دقت فراوان شده و بویژه بازدهی بسیار زیادی را به ارمغان آورده است.

آسمان در یک شب بدون ماه و دور از روشنایی کورکننده شهرها، نمایشی پرشکوه است. هزاران نقطه نورانی در هر گوشه می درخشند. در آنجا، در جهت غرب، دو نقطه نورانی که از درخشندگی خاصی برخوردارند، سیاره های* مریخ و مشتری می باشند که با فاصله گرفتن از خورشید نزدیک ترین همسایه های زمین محسوب می شوند.

---

[2] - Kitt Peak
[3] - Photon



شکل ۱ : تلسکوپ چهارمتری کیت پیک. در تصویر بالا، گنبد رصدخانه که ارتفاعش برابر با یک ساختمان ده طبقه است دیده می شود که در آن تلسکوپ چهار متری کیت پیک قرار دارد. این رصدخانه در قله رشته کوهی در محل سکونت سرخ پوست ها در آریزونای آمریکا واقع شده است. با چنین تلسکوپی می توان اجرام سماوی که درخشندگی نورشان ۱۰۰ میلیون بار کمتر از کم نورترین ستاره قابل رویت با چشم غیر مسلح است، دیده شوند. (تصویر از : Kitt Peak National Obdervatory).

مریخ، محلی که ماشین های ساخته شده دست بشر قبلا" در آنجا فرود آمده و جایی که جستجوی حیات به ناکامی رسیده است و مشتری، سیاره عظیم منظومه شمسی که ۱۱ برابر بزرگتر و ۳۱۸ برابر جسیم تر از زمین است. نوری که از مریخ و مشتری به من می رسد مانند نور هفت سیاره دیگر منظومه شمسی، نور خودشان نبوده بلکه نور انعکاسی خورشید می باشد. خورشیدی که در اثر حرکت وضعی زمین، بالا و پائین افق قرار گرفته و روز و شب را بوجود می آورد، خورشیدی که تمامی سیارات منظومه شمسی بدور آن درگردش اند. همین حرکت وضعی زمین بزودی مریخ و مشتری را از افق دیدگاهم محو خواهد نمود و برای مشاهده مجدد آنها باید تا شب بعد منتظر بمانم. نور این دو سیاره برای رسیدن به من زمان زیادی را صرف نکرده است، ۱۲ دقیقه برای مریخ و ۴۲ دقیقه برای مشتری. منظومه شمسی بمنزله دانه شنی در پلاژ عظیم کیهان است.

اکنون نظرم به سوی نقاط نورانی دیگر جلب می شوند. این نقاط، ستاره ها هستند که

همانند خورشید نور و انرژی را در قلب خود از طریق واکنشهای هسته ای ایجاد می نمایند. آنها متعلق به کهکشان ما می باشند. کهکشانی که پیشینیان به آن نام "راه شیری"* داده اند، زیرا همانند نوار پهن مایل به سفیدی است که در آسمان پخش شده و در کنار صورت فلکی جبار[4] بیشتر نمایانگر است. نور ضعیف کهکشان راه شیری ناشی از پخش نور میلیاردها ستاره این کهکشان است و خورشید ما ستاره کوچکی است در برابر ۱۰۰ میلیارد ستاره های دیگر راه شیری. ما همراه با خورشید و دیگر ستارگان هر ۲۵۰ میلیون سال یکبار بدور مرکز کهکشان راه شیری می چرخیم. سپس غرق تماشای صورت فلکی زیبای جبار می شوم و به تولد ستارگان می اندیشم، زیرا جبار منبع عظیمی از ستارگان است که در آن ابرهای عظیم میان ستاره ای در اثر نیروی گرانش خودشان در بعضی از جاها فرو پاشیده و ستاره های جدیدی را بوجود می آورند.

چقدر احساس سکون، آرامش و تغییرناپذیری که از مشاهده آسمان پرستاره ایجاد می گردد اغوا کننده است. نه تنها همه چیز در حال حرکت است، سیاره ها به دور خورشید، خورشید به دور مرکز کهکشان و .... بلکه ستاره ها* نیز همانند انسانها متولد می شوند، زندگی کرده و سپس از بین می روند. ولی این تغییرات در مقیاس زمان کیهانی صورت میگیرد که در آن واحد شمارش، میلیون و میلیارد سال است و در واحد زمانی ما این تغییر و تحولات نامشهود می باشند. نور ستارگانی که اکنون با چشم غیرمسلح خود مشاهده می نماییم، ده ها سال فضا را طی کرده تا بمن برسند. در واقع، راه شیری ما بسیار بزرگ است، قطر آن به ۹۰،۰۰۰ سال نوری* می رسد و نور ستارگان نزدیک به جداره کهکشان آنچنان ضعیف است که دیدن آنها با چشم غیرمسلح ممکن نیست. ولی هر چقدر هم یک کهکشان بزرگ باشد باز هم در پلاژ عظیم کیهانی همانند یک تپه شن بنظر خواهد رسید.

اکنون توجه ام به سوی صورت فلکی دیگری به نام امراء المسلسله[5] جلب می شود. در مرکز این کهکشان، منبع نوری ضعیفی که همانند نور ستارگان دیگر واضع نیست مرا به خود مشغول می نماید. این منبع نوری کهکشان امراء المسلسله است و نوری که از ۱۰۰ میلیارد ستاره اش بمن می رسد، ۲/۳ میلیون سال وقت صرف نموده تا پلک چشمم را نوازش دهد. این کهکشان تقریبا" شبیه کهکشان ما، راه شیری است. در گروه محلی* کوچک کهکشانهای ما، امراء المسلسله از نظر اندازه بر دیگر کهکشانها تسلط دارد.

به تماشای آسمان پر ستاره ادامه می دهم. با وجودیکه در تاریکی محض قرار دارم و به زحمت قادرم در شب تاریک گنبد رصدخانه را تشخیص دهم با خود می اندیشم که امروز شانس با من است که جواب سئوالی که سالهای سال دانشمندان قبل از من به دنبالش بودند را میدانم: چرا آسمان با توجه به میلیاردها ستاره درخشنده اش تاریک است؟ اکنون

---

[4] - Orion
[5] - Andromède

می دانم که تاریکی آسمان به این مسئله بستگی دارد که کیهان آغـازی داشـته و بـی پایـان نخواهد بود. بعد از تماشای زیبایی شب به رصدخانه بر می گردم و به مشـاهده کهکشـانی که ۵ میلیارد سال نوری با ما فاصله دارد می پردازم. به لطف ایـن دسـتگاه عظـیم بـا آینـه چهارمتری اش که نور را از هر سو جمع آوری می نماید و به لطف الکترونیـک و انفورماتیـک، می توانم نوری را که بیش از ۵ میلیارد سال قبل محـل اولیـه اش را تـرک کـرده مشـاهده نمایم، یعنی زمانیکه خورشید و زمین هنوز وجود نداشتند، زمانیکه هنـوز اتمهـای بـدن مـن ساخته نشده بودند.

به خود می گویم واقعا" شگفت انگیز است که با یک نگاه ساده به ستاره ها، چنین افکاری در من ایجاد شده و بسی قابل تحسـین اسـت کـه مغـزم توانسـته اطلاعـات مختلفـی را کـه احساساتم در مورد جهان خارج بمن انتقال داده بصورت طرحی کامل و همگـن جمـع بنـدی نماید. طبیعت خاموش نیست. طبیعت بمانند ارکستری دوردست بطـور مـداوم نـت هـای مختلف موسیقی را بگوش ما می رساند ولی مایل نیست همه چیز را یکجا در اختیار مـا قـرار دهد. ملودی ای که نت های مختلف موسیقی را جمع آوری کرده و بیکدیگر ربط دهد هنـوز بوجود نیامده است. وظیفه ماست تا به راز این ملودی اسرارآمیز پی ببریم تا بتوانیم طبیعت را در تمام زیبایی اش شنوا باشیم.[۶]

این احتیاج به وحدت و پیوستگی، این ضرورت به جستجوی ملودی اسرارآمیز ، در واقع، نیـاز روح بشر است. وحشت و اضطراب ما انسانها از خلاء های بی نهایت این کیهان عظیم که ما را در بر گرفته پایانی ندارد. برای تسکین آن، سعی می نماییم به طبیعـت اطـراف خـود شـکل دهیم. سازمان دهی دنیای خارج، زمانیکه شامل کیهان در تمامی مواردش شود، اسم " علـم انتظام عالم " یا " کیهانشناسی "*[۷] را بخود می گیرد.

زمانی من کیهانشناس خواهم بود که بتوانم اطلاعات خوب و بظاهر متفـاوت نظیـر طلـوع و غروب خورشید، آسمان پر ستاره شب، تغییرات فصول در طول سال یا زیبایی بهار تا رنگهای ارغوانی و طلایی در پائیز را با یکدیگر آمیخته و هم آهنگ سازم. بدینصورت، با عضـویت در یک جامعه و یک فرهنگ و با بنای یک نظام فکری پیوسته و مرتبط برای تشریح دنیای خارج، کیهانی را می آفرینیم. این کیهان برای ما زبان و لحجه ای مشترک به ارمغان آورده و با ایجاد عقاید و اعتقادات در باره چگونگی آغاز زندگی و تکامل انسان به همبستگی جامعه کمک مـی نماید و دلیلی است برای کسب هویت و شخصـیت درجامعـه، هـویتی متمـایز از دیگـران. شخصیت ما بستگی به فضیلت و دانش ما دارد. البته کیهانی را که می سازیم منحصـر بفـرد نیست و بدون شک نسبت به اعصار تاریخی و نسبت به فرهنگ های مختلف تغییر می یابد. این کیهان حیات و حکایتی معین داشته و معمولا" به موازات زندگی و تاریخ جامعه ای که آنرا

---

[6] - F. Jacob, La statue intérieure, Le Seuil, 1987, p. 305.
[7] - Cosmologie

ایجاد نموده، تکامل می یابد.

کیهان همانند انسان است که متولد می شود به نهایت اوجش می رسد وسپس سیر نزولی را طی کرده و از بین می رود و کیهان دیگری جانشین آن می گردد. این افول غالبا" بعلت تماس با جامعه یا فرهنگ پویاتر دیگر یا بوسیله کشفیاتی که با حقایق کیهان موجود در تضاد است و یا سرانجام، بوسیله ایجاد عقاید جدید که کیهان فعلی را زیر سئوال می برد، صورت می گیرد.[8]

کیهان جادویی

کیهانهای مختلف یکی بعد از دیگری بوجود آمدندو ملودی اسرارآمیز، در طول زمان و تاریخ، اشکال مختلفی به خود گرفت. اولین کیهان شاید چندین صد هزار سال پیش با پیداش زبان پدیدار گشت. انسان غارنشین در کیهانی جادویی مملو از ارواح زندگی می کرد. یک انسان غارنشین را در نظر می گیریم. او خوردن غذا را به اتمام رسانده و برای هواخوری و تماشای آسمان از غار بیرون می آید. با خود می اندیشد که روح خورشید به خواب رفته زیرا دیگر نور آن چشمش را نمی آزارد. برعکس، روح ماه در آسمان است زیرا ماه را در گوشه ای از افق می بیند. تمام ارواح ستارگان نیز در آسمانند زیرا همگی می درخشند. روح زمین، درختان، گل ها و رودخانه ها همگی به خواب رفته اند. هم چیز آرام و ساکت است. مرد غارنشین، در این کیهان جادویی که هر چیز محسوسی برای خود دارای روحی است، کاملا" آسوده و آرام است، زیرا، در واقع، برای او دنیای ارواح آینه دنیای انسانها است، با همان احساسات، همان عادات و رسوم و همان خواسته ها. این فرد می داند که قادر است با این ارواح همانند انسانها به گفتگو نشیند، تملق آنها را نماید، به آنها هدایا دهد، آنها را بستاید تا بتواند الطاف آنها را جلب نماید.

کیهان اسطوره ای

کیهان جادویی، کیهانی ساده و در دست رس بشر بود ولی با گذشت زمان، این سادگی و الفت از بین رفت. با انباشت دانش، سادگی ناپدید گردید. بشر بیش از پیش به ناچیزی و ناتوانیش در برابر عظمت کیهان پی برد. کیهان بیش از اندازه پیچیده بنظر می رسید و بزودی ابعادی فوق بشر بخود گرفت. این کیهان پیچیده فقط می توانست بوسیله موجوداتی هدایت و اداره گردد که قدرتی بسیار بیشتر از قدرت انسانها داشته باشند. برای تشریح

[8] - E. Harrisson, ….

کیهان، دنیای ارواح انسان نما دیگر کافی نبود. در حدود ۱۰،۰۰۰ سال پیش، کیهان جادویی انسان نما جای خود را به کیهان اسطوره ای فوق انسانی داد. ارواح، درختان، گلها و رودخانه ها را ترک کردند. کیهان طبیعت انسانی خود را از دست داد. در این دوران، کیهان بوسیله خدایانی که در مکانهای دوردست زندگی می کردند اداره می شد. خدای خورشید در روز و خدایان ماه، سیارات و ستارگان در شب حکمفرمایی می کردند. کیهانشناسی این دوران عبارت بود از افسانه های این خدایان، جنگهایشان، عشق ها، تنفرشان و غیره... در این کیهان اسطوره ای، پدیده های طبیعی از جمله آفرینش خود کیهان نتیجه اعمال قدرت این خدایان بود که از احساسات انسانی نظیر عشق، تنفر، خوبی و یا قدرتهای فوق بشری ناشی می گردید. با کیهان اسطوره ای مذهب پدیدار شد. برخلاف کیهان جادویی، در کیهان اسطوره ای ارتباط با خدایان مستقیما" امکان پذیر نبود بلکه بوسیله افراد ممتاز و کاهن ها و از طریق مراسم تقدیم هدایا و یا قربانی صورت می گرفت. این شراکت کیهان شناسی – مذهب، کیهان شناس – کاهن بمدت ۳ هزار سال ادامه یافت تا اینکه کیهان علمی وارد صحنه شدو جانشین کیهان اسطوره ای گردید.

کیهانهای اسطوره ای حسب ادوار تاریخی و فرهنگ ها متعدد بوده و تغییر می یافتند. در بسیاری از این کیهان ها، افسانه آفرینش از زایمان زن الهام می گرفت. برای بابلی ها که پنج هزار سال پیش در سومر، در کنار دلتای دجله و فرات زندگی می کردند (عراق و سوریه کنونی)، اولین زن بنام "تیامات"[۹] ، بعد از آمیزش با "آسپو"[۱۰] ، خدای گرداب اقیانوسها، خدای آسمان بنام "آنو"[۱۱] را بدنیا آورد. از آمیزش آنو و تیامات،" آ"[۱۲] بوجود آمد (در کیهانهای اسطوره ای، آمیزش با محارم رایج بود). آ خدای زمین بود. و بدینصورت، پس از آمیزش های مختلف و متعدد حدود ۶۰۰ خدا و الهه ایجاد شد. این خدایان دائما" در جنگ و نزاع با یکدیگر بوده و هر کدام جنبه های مختلف هستی بشر را اداره می نمودند.

تقریبا" در همین دوران، کیهان اسطوره ای مصری ها نیز در کنار رود نیل توسعه یافت. همانند کیهان بابلی ها، در اینجا نیز آب سرچشمه حیات بود. اولین موجود بنام "آتوم"[۱۳] بود که تمامی هستی و حیات در او خلاصه می شد و در اقیانوس "نون"[۱۴] زندگی می کرد. سپس، آتوم بشکل "آتوم – را"[۱۵] درآمده و جهان و هشتصد خدا و الهه را آفرید که کیهان اسطوره ای مصر را مملو از خود ساختند. آتوم بعد از مدتی بصورت " را " ، خدای خورشید درآمد. "ژب"[۱۶] زمین بود که بصورت قرصی مسطح که دور تا دور آن را رشته کوهها

---

9 - Tiamat
10 - Aspu
11 - Anu
12 - Ea
13 - Atoum
14 - Nun
15 - Atoum - Râ
16 - Geb

احاطه کرده بود، در نظر گرفته می شد و این قرص در اقیانوس نون شناور بود. بـدن الهـه زیبای " نوت"[17] گنبدی آسمانی را تشکیل داده و بوسیله "شو"[18] خدای هوا، محافظت می شد. نوت آراسته به هزاران جواهر درخشان و نورانی بودکه نماینده سـتارگان و سـیاره هـا بودند. " را " خدای خورشید با کشتی خود در پشت نوت حرکت می کـر. حرکـت او در روز در آسمان صورت می گرفت و در شب به آبهای روی زمین ختم می شد (شکل ۲).

شکل ۲ : کیهان اسطوره ای مصریها. بدن الهه زیبا " نوت " ، آراسته به ستارگان و سیاره ها با حمایت از " شو " خدای هوا، گنبد آسمانی را بوجود می آورد. خورشید هر روز از پشت "نوت" حرکت کرده و از بـالای " ژب" خدای زمین که در کنار پای الهه زیبا زانو زده است می گذرد (عکس از : British Museum).

دیوان سالاری آسمانی

کیهان اسطوره ای مورد علاقه من شاید کیهان اسطوره ای چینی ها باشد کـه درحـدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح شکل گرفت. در کیهان اسطوره ای چینی ها، دستگاه خدایان شباهت فراوانی به سازمانهای اداری انسانها دارد. در این کیهان، خدایان و الهه ها عضو سازمان اداری عظیمی هستند که در آن بیشتر وقتشان همانند کارمندان امپراطوری چین صرف گردآوری

[17] - Nout
[18] - Shu

مدارک، نوشتن گزارش و دادن اوامر می گردد. مدتی بعد، در حدود ۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، فیلسوف چینی، کنفوسیوس، فلسفه قطب های مخالف یعنی " ین "[19] و " یانگ "[20] را مطرح نمود. در کیهان چینی ها، جهان بوسیله اثرات متقابل و پویای این دو نیروی قطبی ایجاد شده بود. آسمان یانگ بود، نیروی قوی مردانه و آفریننده. زمین، ین بود، مونث و مادر. آسمان در بالا در حرکت و زمین در زیر آن ساکن بود. خورشید یانگ بود، درخشنده، گرم و خشک و ماه ین بود، تاریک، سرد و مرطوب. حرکت کیهان ادواری و دائمی بود و ین زمانیکه به نهایت خود می رسید جایش را به یانگ می داد. شب جای روز را می گرفت و ماه جای خورشید را و زمستان سرد جانشین تابستان گرم می شد. اینها همگی، مثالهایی از روابط بین زوج ین و یانگ می باشند.

بشر جهان اسطوره ای فتوحات علمی ارزشمندی را کسب نمود. مصریها علم هندسه را بنا نهاده و اهرام ثلاثه را ساختند، بابلی ها به علم اعداد مسلط شده، وضعیت اجرام سماوی را ثبت نمودند، نظیر کسوف های ماه و توانستند تقویم را بوجود آورند. ولی مشاهده آسمان برای کاهنان بابلی و مصری فقط در راستای پیش بینی تقدیر انسانها صورت می گرفت. برای آنها استفاده از آسمان بیشتر جنبه طالع بینی داشت تا اخترشناسی. استفاده از علوم ریاضی برای کشف قوانین حرکت سیارات و ستارگان بهیچ وجه مد نظر آنها نبود. بدلیل حرکت چرخشی اجرام سماوی، کافی بود وضعیت آنها در یک دوره تناوبی بلندمدت در آسمان مورد توجه قرار می گرفت تا بتوان به وضعیت آینده آنها پی برد. شناخت وضعیت زمین نسبت به خورشید، ماه و ستاره گان و نسبت به بقیه کیهان لازم بنظر نمی رسید. بابلی ها و مصریها را میتوان بیشتر کیهان شناس – کاهن به شمار آورد تا کیهان شناس – اخترشناس.

معجزه یونان

در قرن ششم قبل از میلاد مسیح، در کنار سواحل آسیای صغیر در " یونی"[21] ، پیشرفت های شگفت انگیزی رخ داد که به معجزه یونان معروف است و تقریبا" به مدت ۸ قرن ادامه یافت. درست در بحبوبه کیهان اسطوره ای، گروه ای از افراد استثنایی توانستند کیهان جدیدی را پایه ریزی نمایند.

یونانی ها کیهان علمی را بنا نهادند که امروزه هنوز پابرجاست. یونانی ها به جای سپردن طبیعت به خدایان و اطاعت کورکورانه از آنها، با دانشی انقلابی مدعی شدند که کیهان در تمام اجزاء اش می تواند مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و درایت انسانی قادر

---

19 - Yin
20 - Yang
21 - Ionie

است قوانینی را که بر اجزاء مختلف گیتی استوار است درک و عمل و عکس العمل این اجـزاء را دریابد. طبیعت می تواند مورد تفکر و تامل قرار گیرد. درک قوانین طبیعی کـه در کیهـان اسطوره ای انحصارا" در اختیار خدایان بود، در کیهان علمی در دسترس بشر قرار گرفت.

یونانی ها با اعتماد تزلزل ناپذیرشان به ظرفیت و قدرت دانش بشـر دسـت بکـار شـدند. ساختار ماده، طبیعت زمان، پدیده های زیست شناسی، زمین شناسـی و هواشناسـی، همـه تحت چشمان کنجکاو آنها مورد مطالعه قرار گرفت. "لوسیب"[۲۲] و "دموکریت"[۲۳] مـاده را شکافتند و به اتم رسیدند که امروزه هنوز کشف آنها به قدرت خود باقی است. فیثاغورث[۲۴] با تنظیم قضیه ها و مسائلش ریاضیات را بنا نمود و اقلیدس[۲۵] هندسه خود را پایه ریزی کرد که یکی از هماهنگ ترین و شگفت انگیزترین بناهای علمی در تاریخ اندیشه ها می باشد.

از این تحرک عظیم علمی، کیهان جدیدی ظاهر گشت که از هـر نظربـا کیهـان اسـطوره ای متفاوت بود. در مدت چهار قرن، کیهانشناسی های متعدد و بیش از پیش پیشرفته ای بوجود آمد که سرانجام به کیهان بطلمیوس[۲۶] ختم گردید. کیهانی که حکمفرمایی مطلق خـود را تـا ۲۰۰۰ سال بعد استوار ساخت. روشهای علمی بتدریج مورد استفاده قرار گرفتـه و در حالیکـه کیهانشناسی در ابتدا، از سوداگری های فلسفی منتج می شد، الزام بـه مشـاهدات حرکـات سیارات هرچه بیشتر اهمیت گرفت. با اینحال باید گفت کیهانشناسی های اولیه هنوز وابسته به افسانه های بودند. برای طالس[۲۷] (۵۶۰ سال قبل از میلاد مسیح) همه چیـز از آب ناشـی می شد. زمین مسطح بر روی اقیانوس اولیه شناور و آسمان مملو از آب بـر روی آن کمانـه زده بود. همانند کیهان اسطوره ای بابلی ها، آب عنصر اولیه بـود کـه بـه کیهـان جـان مـی بخشید. آناکسیماندر[۲۸] (۵۴۵ سال قبل از میلاد مسیح) عقیده یک عنصر اولیه را ارائه نمود. برای او، کیهان نتیجه عمل و عکس العمل بود، گرم و سرد، روشنایی و تاریکی. چنـین اندیشـه ای بسیار نزدیک به عقاید چینی ها بود. زمین مانند ستونی صاف در فضـا و در میـان حلقـه های آتش قرار داشت. این حلقه ها عبارت بودند از خورشید، ماه و سیارات. در ایـن دوران، بتدریج اندیشه کیهان زمین مرکزی[۲۹] * با افلاک حامل سیارات پدیدار می گردد.

کیهان ریاضی

در قرن ششم قبل از میلاد، ریاضیات بوسیله فیثاغورث وارد عقایـد کیهانشناسـی شـد. بـه

---

[22] - Leucippe
[23] - Démocrite
[24] - Pythagore
[25] - Euclide
[26] - Ptolémée
[27] - Thalès
[28] - Anaximandre
[29] - Géocentrique

عقیده وی، کیهان دارای هندسه ای هماهنگ استکه بوسیله قوانین ریاضی و اعداد قابل فهم خواهد بود. اعداد مبداء و سرچشمه همه چیز بوده و نمایانگر کمال و فضیلت خداوند می باشد. زمین شکل مسطح خود را از دست داد و کامل ترین شکل هندسی یعنی کره را به خود گرفت. برخلاف کیهان های زمین مرکزی آتی که در آنها زمین ساکن در مرکز قرار داشت، کیهان فیثاغورث در مرکز خود، آتش بزرگ غیرقابل رویت را قرار می داد که بدورش ۱۰ سیاره مدارهای کاملی را تشکیل می دادند. حرکت این سیارات کاملا" با یکدیگر هماهنگ بوده و موسیقی افلاک را بوجود می آوردند. ۱۰ سیاره بترتیب افزایش فاصله شان نسبت به آتش مرکزی عبارت بودند از ضد زمین، زمین، ماه، خورشید، ۵ سیاره آشنا: عطارد، زهره، مریخ، مشتری، زحل و سرانجام فلک ستاره ها. ضد زمین که موجب حمایت زمین از گرمای شدید آتش مرکزی می شد بوسیله فیثاغورث در نظر گرفته شد تا تعداد اجسام را به ۱۰ برساند، یعنی عدد کامل. بی شک فیثاغورث مایوس می شد اگر می دانست که امروزه، منظومه شمسی فقط دارای ۹ سیاره است. برای فهم کیهان می بایست به اعداد روی آورد و از درایت و خرد استفاده نمود. مشاهدات و رصد دیگر لازم نبودند. امروزه، روش علمی مشخص نموده که هماهنگی کیهان از طریق مشاهدات و تجربیات باید درک گردد، در حالیکه در زمان فیثاغورث هنوز به این مسئله توجه نمی شد. استنتاج فقط بر اساس عقل و خرد استوار بود و نه مشاهده.

کیهان زمین مرکزی

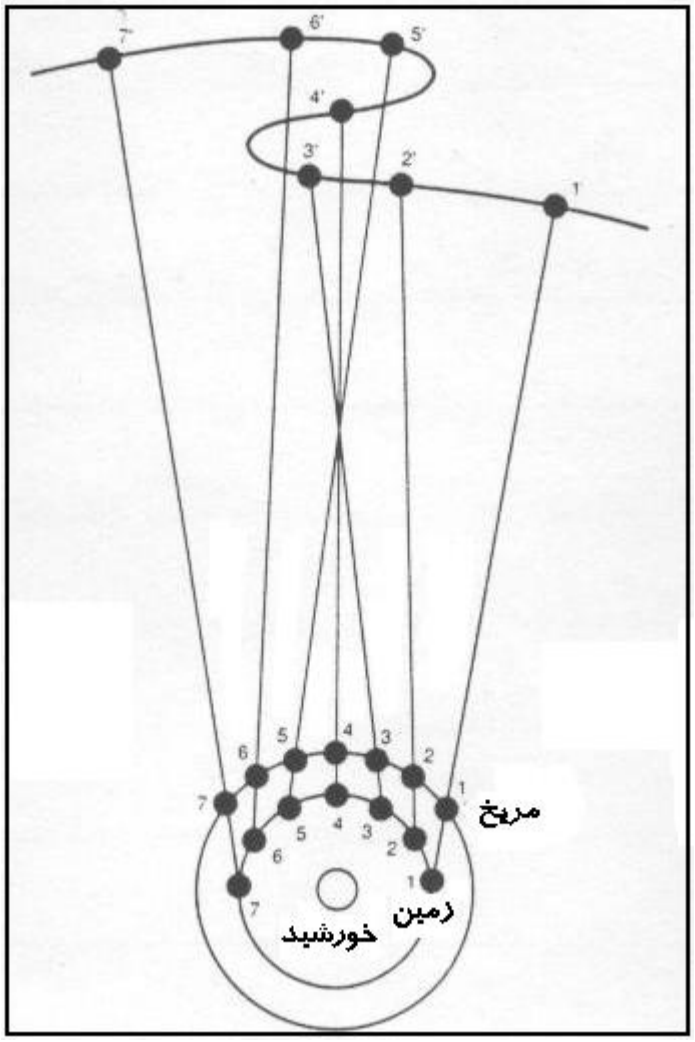
افلاطون در قرن چهارم قبل از میلاد از نظریه های فیثاغورث استفاده کرده و کیهان جدیدی را پایه ریزی نمود. زمین شکل کروی کامل خود را حفظ نمود و اجرام آسمانی نیز حرکات دایره ای خواهند داشت. سیارات با سرعت ثابت بدور زمین در حرکتند. در واقع، وجود خدایان در آسمانها حالتی والا و ممتاز به آسمانها داده و این کمال آنها محتاج کامل بودن حرکات می بود. انسان مرکزی کیهان اسطوره ای مجددا" ظاهر گشته و زمین سکون و بی حرکتی خود را در محل مرکزی کیهان باز می یابد. انگیزه تصور کیهان زمین مرکزی کاملا" قابل درک است. در واقع، در این دوران، مشاهده سیر سیارات و ستارگان از شرق به غرب در شبهای متوالی این عقیده را ایجاد نموده بودکه زمین در مرکز کیهان ثابت و خورشید و ماه و سیارات دیگر به دور آن در حرکتند. افلاطون کیهانی را تصور می کرد که در آن زمین در مرکز یک فلک عظیم مملو از ستاره و سیاره قرار داشت. کیهان محدود بوده و حدود آن همین فلک عظیم بود که هر روز به دور زمین می چرخید و از اینطریق، افلاطون حرکت سیارات را تشریح می نمود.

حرکات قهقرائی

ولی کیهان افلاطونی قادر نبود حرکات عجیب و انفرادی سیارات را تشریح نماید. در واقع، سیارات همانند ستارگان، زمانی که قابل رویت بودند، در طول شب آسمان را از شرق به غرب سیر می کردند. ولی سیارات در طول شبهای متوالی نسبت به ستارگان تغییر وضعیت داده و از غرب به شرق حرکت می کردند. نام سیاره، در واقع، از همین حرکات نامنظم ناشی میگردد. سیاره در زبان یونانی به "پلانت"[۳۰] معروف است که معنای آن ولگرد می باشد. ستارگان، خود، نسبت به یکدیگر ثابت بنظر می رسند. امروزه، می دانیم که این اختلاف حرکت نسبی بین سیارات و ستارگان ناشی از اثرات فاصله است. ستارگان بسیار دور بنظر ثابت می آیند در حالیکه سیاره های نزدیک بنظر متحرکند. و بعلت این چنین مسئله ای بود که در بعضی مواقع، سیارات ثابت می ماندند و مسیر حرکتشان را نسبت به ستارگان تغییر می دادند. نتیجتا"، سیارات حرکتی قهقرایی* داشتند، این حرکت، در ابتدا، از شرق به غرب و سپس از غرب به شرق تغییر می کرد. در کیهان خورشید مرکزی امروز ما، این حرکات قهقرایی بسادگی قابل تشریح اند. حرکت قهقرایی از این مسئله ناشی می گردد که مشاهده حرکت سیارات از محلی است که خود این محل در حال حرکت است. حرکات قهقرایی زمانی صورت می گیرد که زمین در مدارش بدور خورشید، یک سیاره بالاتر* (نسبت به زمین دورتر از خورشید) را پشت سر گذارد یا اینکه بوسیله یک سیاره پائین تر* (نسبت به زمین نزدیک تر به خورشید) پشت سر گذاشته شود. ولی این حرکات ظاهری می باشند. یک موجود فضایی که در سفینه اش مشغول مطالعه منظومه شمسی است هیچگونه حرکت قهقرایی را مشاهده نخواهد کرد. (شکل ۳)

---

[30] - Planète



شکل ۳: حرکت قهقرایی سیارات. زمانیکه زمین در مدارش بدور خورشید از مریخ پیشی می گیرد، نـاظری در کره زمین مشاهده خواهد کرد که حرکت مریخ نسبت به ستارگان دوردست برعکس می شود(وضـعیت ٤). ولی این حرکت قهقرایی ظاهری است و بستگی به وضعیت بیننده دارد که در زمین قرار گرفته و بـا آن بـدور خورشید در حرکت است. موجودی فضایی که مریخ را از یک نقطه ثابت می نگـردد بهـیچ وجـه ایـن حرکـت قهقرایی را مشاهده نمی نماید. زمانیکه زمین از مریخ پیشی می گیرد، مریخ نسـبت بـه سـتارگان دوردسـت، حرکتی از غرب به شرق خواهد داشت.

کیهان علمی

یک جوان معاصر افلاطون بنام ا دکس[۳۱] حرکات قهقرایی سیارات در کیهان زمین مرکـزی را حرکاتی حقیقی می پنداشت. ا دکس مایل بود کیهانی را بنا نماید که در آن حرکات سـیارات بدرستی تکرار می شد. به عقیده او، دانش محض به تنهایی قادر بـه کشـف حقیقـت نبـود. دانش محض می بایست با مشاهدات تکمیل گردد. بدینصورت، ا دکس اولین کسی بود که

[31] - Eudoxe

کیهان علمی را بوجود آورد و کیهان زمین مرکزی افلاطون را کـه از دو فلـک تشـکیل شـده بودبه کیهان چند فلکی تبدیل کرد. به زمین ساکن در مرکز و به فلک خارجی سـتارگان کـه حد نهایی کیهان بود، ا دکس فلک های هم مرکز دیگری برای هر یک از سیارات تشکیل داد. او این مسئله را درک نمود که کلیه حرکات از جمله حرکات طبیعی سیارات می تواند بوسیله انطباق یا برهمنی چندین حرکت دایره ای و هم آهنگ تشـریح گـردد. بدینصـورت، بـرای تشریح حرکت قهقرایی سیارات، ا دکس عنوان می نمود گردش افلاک سیاره ای می بایست با گردش افلاک چسبیده به آنها همراه باشند. این فلک های اضافی دارای محورهای متمایل بودند. ا دکس در مشاهدات عصر خود ۳۳ فلک را پیشنهاد نمود.

قدم بعدی را ارسطو در ۳۵۰سال قبل از میلاد برداشـت. وی بـه کیهـان چنـدفلکی ا دکـس همزمان ابعادی فیزیکی و معنوی افزود. ارسطو جمع کل فلک ها را به ۵۵ عدد رسـاند. مـاه، تیر، ناهید، خورشید، مریخ، مشتری، زحل همگی در روی فلک های بلوری هم مرکز با زمـین قرار داشتند و زمین در مرکز همواره ساکن و بی حرکت قرار داشت. هـر فلـک سـیاره ای وابسته به ٤ یا ٥ فلک دیگر بوده و همه بدور محورهـای مختلـف مـی چرخیدنـد بطوریکـه انطباق حرکت آنها بر یکدیگر موجب حرکت سیارات می شد. کیهان همـواره بوسـیله فلـک خارجی ستارگان محدود می شد.(شکل ٤)

شکل ٤ : کیهان زمین مرکزی ارسطو. ماه، عطارد، ناهید، خورشید، مریخ، مشتری، زحل و ستارگان در فلک های بلوری هم مرکز قرار گرفته اند و در مرکز، زمین ساکن و بی حرکت قرار داشت. (عکس از کتابخانه ملی فرانسه).

کیهان ارسطویی به دو بخش تقسیم می شد و فلک ماه این دو بخش را از یکدیگر تفکیک می نمود. زمین و ماه جهان متغیر و ناقص را تشکیل داده و شامل زندگی و مرگ بودند. در این جهان متشکل از خاک، آب، هوا و آتش، حرکت طبیعی بصورت عمودی بود. همه چیز در یک خط مستقیم از پائین به بالا و از بالا به پائین حرکت می کرد، هوا و آتش بسوی آسمان پرتاب و خاک و آب بطرف زمین سرازیر می شدند. هیچگونه حرکت دایره ای وجود نداشته و زمین ساکن بدور خود نمی چرخید. جهان کامل، یعنی دنیای سیارات، خورشید و ستارگان، برعکس، جهانی غیرمتغیر و ابدی بود. این جهان از اتر تشکیل شده و حرکت طبیعی آن

گردشی بود که بدور زمین صورت می گرفت و این مسئله دلیل حرکت گردشی ابدی افلاک بلوری را توضیح می داد. در چنین کیهانی، نقائص و عدم کمال در آسمان نظیر ستاره های دنباله دار، این توده های آتشی که یکباره در آسمان ظاهر می شدند، فقط وابسته به جهان ناقص بودند، آنها نتیجه اختلالات آتمسفری زمین در نظر گرفته می شدند.
کیهانهای افلاطون و ارسطو با آمدن بطلمیوس (۱٤۰ سال قبل از میلاد مسیح)(شکل a۵) به نهایت اوج خود رسیدند. بطلمیوس با استفاده از کشفیات و شناخت های چهار قرن قبل از خود، کیهان زمین مرکزی ای را بنا نمود که تا ۱۵۰۰ سال بعد از او بدون استثناء مورد قبول همگان واقع گردید. سه ویژگی اساسی کیهانهای قبلی حفظ گردید. کیهان زمین مرکزی بود. زمین کروی و در مرکز همه چیز قرار داشت و حرکات طبیعی سیارات دایره ای شکل و یکنواخت بودند.

زمین کروی شکل

کروی بودن زمین یک قرن قبل از بطلمیوس بوسیله "اراتوستن"[۳۲] (۲۵۰ سال قبل از میلاد مسیح) ثابت گردیده بود. او که در اسکندریه زندگی می کرد، در جایی خوانده بود که در شهر کوچکی در جنوب یونان بنام "سی ان"[۳۳]، در ۲۱ ماه ژوئن، طولانی ترین روز سال، ستونهای معابد در ظهر سایه نمی افکنند. با فرارسیدن چنین روزی، به معبد شهر اسکندریه رفت و در نیمروز مشاهده نمود که برعکس شهر "سی ان" ستونهای معبد سایه های بزرگی را بر روی زمین تشکیل داده اند. اراتوسن از این مشاهده ساده پی برد که زمین می باید خمیده باشد و استدلال او چنین بود زمین بهیچ وجه نمی تواند مسطح باشد زیرا در چنین حالتی کلیه ستونهای معابد در روی زمین می بایست همزمان به یک اندازه سایه پخش نمایند. اراتوسن با محاسبه طول سایه ها در اسکندریه و همچنین با اندازه گیری فاصله دو شهر اسکندریه و سی ان از طریق تعداد قدمهای لازم برای رسیدن از یک شهر به شهر دیگر، محیط زمین را به ٤۰.۰۰۰ کیلومتر تخمین زد. همانطور که میدانیم، این نتیجه گیری درخشان بسیار نزدیک به اندازه حقیقی محیط زمین است که با ابزارهای مدرن محاسبه شده است.

دایره روی دایره

بطلمیوس سعی نمود بعضی از معایب کیهان ارسطویی را بر طرف نماید. در واقع، هدف او، ارائه راه حل برای دو مشکلی بود که بوسیله مشاهدات دقیق ظاهر گشته بود. اولین مشکل،

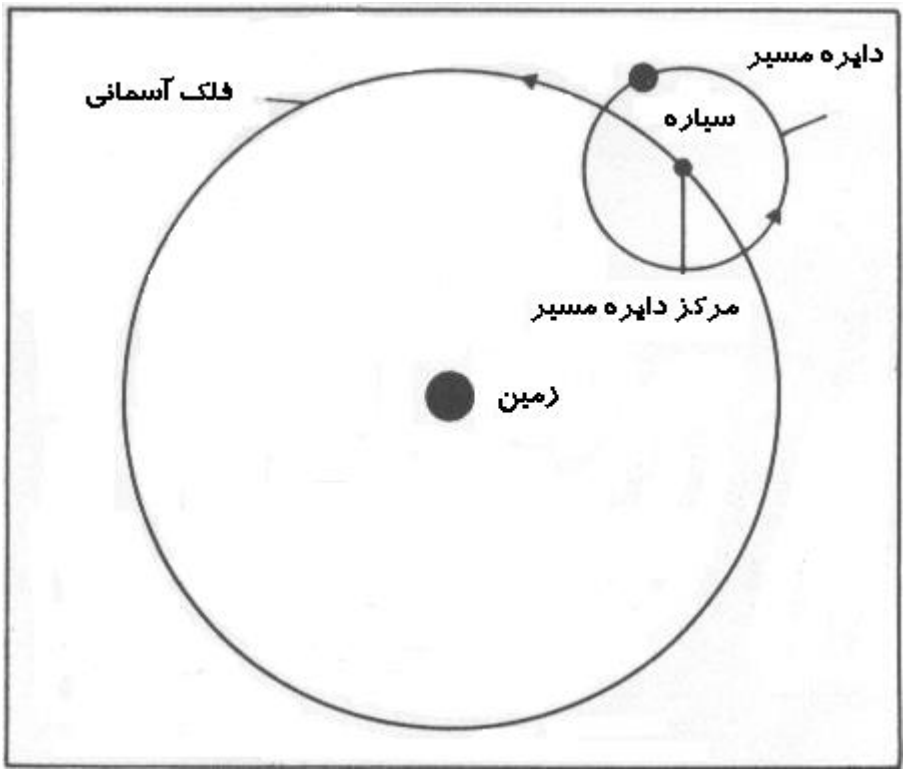
---

[32] - Eratosthène
[33] - Syène

حرکت غیرطبیعی سیارات بود. سیارات در مدارهایشان سرعتهای متغیری از خود نشان می دادند و این مسئله با قضیه حرکت یکنواخت و کامل ارسطو در تضاد قرار می گرفت. دومین مشکل، نوسانات فاصله ماه و سیارات نسبت به زمین بود. این نوسانات از طریق تغییرات درخشندگی سیارات نمایان می شد. تغییرات فاصله در کیهان ارسطویی غیرقابل تشریح بودند زیرا در این کیهان، سیارات به فلک های هم مرکز با زمین چسبیده بودند. بر حسب تعریف، فاصله یک سیاره تا زمین همواره برابر بود با شعاع فلک سیاره ای و نتیجتا" این فاصله نمی توانست متغیر باشد. برای بطلمیوس، حل این دو مشکل می بایست با توجه به حرکات قهقرایی صورت می گرفت. بطلمیوس با کاردانی و هوش سرشارش، سیاره ها را از روی فلک های آسمانی برداشته و آنها را بر روی دایره های کوچکی بنام "دایره مسیر"*[۳۴] قرار داد که مرکز آنها بر روی سطح فلک های آسمانی قرار داشت. بدینصورت، حرکت یک سیاره در آسمان به انطباق دو حرکت وابسته شد: حرکت یکنواخت سیاره بر روی دایره مسیر و حرکت یکنواخت مرکز این دایره مسیر بر روی فلک آسمانی (شکل ۵ b). بطلمیوس توانست، با ارائه دایره مسیرها، تمام مشکلات کیهان ارسطویی را حل نماید. او نه تنها توانست بصورت کمی و دقیق حرکات گذشته سیارات را مشخص نماید بلکه این امکان را بدست آورد تا حرکات آینده آنها را نیز پیش بینی کند. کتاب "المجسطی"[۳۵] (به زبان عربی یعنی ستاره شناس بزرگ) که در آن بطلمیوس تمام محاسبات ریاضی و جداول وضعیت های مختلف سیارات را ثبت کرده بود، بدون شک، یکی از والاترین اثراتی است که در این زمینه به جا مانده است. این کتاب به مدت ۷ قرن اساس اخترشناسی عربها را تشکیل داده و معرف کیهان هندسی ای بود که همراه با کیهان فیزیکی ارسطو توانست تا قرن شانزدهم بعد از میلاد همچنان استوار باقی بماند. البته در این دوران، انتقاداتی نیز وجود داشت. آریستارک[۳۶] در قرن سوم قبل از میلاد، کیهان زمین مرکزی را رد کرده و ادعا نموده بود که خورشید در مرکز و زمین و سیارات دیگر به دور آن در حرکتند. ولی صدای او را خیلی سریع خاموش کردند.

---

34 - Epicycle
35 - Almagest
36 - Aristarque



شکل ۵: کیهان بطلمیوس. کیهان زمین مرکزی بطلمیوس که عکس او در بالا دیده می شود (عکس از کتابخانه ملی پاریس)، بمدت ۱۵ قرن استوار بود. برای توضیح حرکات سیارات، بطلمیوس هر سیاره را بر روی دایره ای بنام دایره مسیر قرار داد. مرکز این دایره، خود، بر روی فلک آسمانی بمرکز زمین در حرکت بود (تصویر پائین).

کیهان قرون وسطایی

در یک شب سرد زمستان در سال ۱۳۰۰ میلادی، راهبی مسیحی تخت گرم و نرمش را برای رفتن به نمازخانه ترک می کند. با عبور از حیاط، در کنار راهرو صومعه به تماشای آسمان می ایستد. در این شب تاریک، سرد و ساکت شیفته ستارگان بی شمار آسمان می شود. در دور دست، در بالای افق، نقطه ای درخشانتر از نقاط دیگر را تشخیص می دهد. او میداند که این سیاره مشتری است که در فلک بلورینش، همواره بدور زمین در گردش است. فرشتگان افلاک بالاتر مشتری را در سفرش بدور زمین همراهی می کنند. راهب ما همچنین می داندکه بین زمین و ماه، اعراف وجود دارد، جایی که روح انسانها قبل از رسیدن به بالاترین افلاک و به خداوند باید منزه گردد. خداوند در مرتفع ترین مکان در بالای فلک های بلورین قرار گرفته است. فکر خدا بی اختیار لبان راهب را به دعا می گشاید. او امیدوار است روزی روحش به بالاترین فلک برسد و از آتش دوزخ در اعماق زمین در امان بماند. فلسفه کیهان ارسطویی با افلاک بلورین خود هنوز در کیهان قرون وسطایی این راهب

مسیحی پابرجاست. پدیده جدید، فقط اشکال و مفاهیم ناشی از مذهب مسیحی می باشند نظیر فرشتگان، اعراف، جهنم، خداوند و ...

پانزده قرن از فرضیه کیهان یونانی بطلمیوس می گذشت. در این فاصله، حوداث فراوانی رخ داده بود. یونان در دو قرن قبل از میلاد مسیح ضمیمه امپراطوری رم شد و در قرن چهارم میلادی، مذهب مسیحی، مذهب رسمی امپراطوری رم اعلام گردید. در این مدت، از نفوذ عقاید یونانیها به میزان چشم گیری کاسته شد. رمیها به سوداگریهای مبهم و انتزاعی اهمیتی نمی دادند. باوجود اختراعات درخشان تکنولوژی و کشفیات تجربی، نظیر اصلاح تقویم، رمیها در ترویج عقاید اخترشناسی کمک خاصی ننمودند. در قرون پنجم و ششم، حملات پیاپی از سوی شرق سرانجام امپراطوری رم را که از قبل بوسیله فساد سیاسی و مشکلات اقتصادی ضعیف کرده بود به نابودی کشانید و بدینصورت، دانش یونان در غرب از بین رفت.

به موازات سرنگونی امپراطوری رم، امپراطوری اسلامی عرب که وسعتش از هندوستان تا اسپانیا می رسید، توسعه یافت. مشعل تمدن و دانش به دست خلیفه های بغداد افتاد که از سال ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ میلادی چندین رصدخانه ساخته و کتابهای مهم یونانی نظیر المجسطی را به زبان عربی ترجمه کردند. از ابتدای سال ۱۰۰۰ میلادی، اسپانیا بزرگترین مهد دانش جهان اسلام شد و از طریق آن، اروپای مسیحی توانست به عقاید یونانی ها دست یابد. ترجمه کتب مهم یونانی از عرب به لاتین شروع شد و کلمات فراوانی از زبان عربی نظیر، جبر[۳۷] ، آبی لاجوردی[۳۸] ، سمت الراس[۳۹] و یا صفر[۴۰] وارد مکالمات روزمره گردید.

در کیهان قرون وسطایی، دانش در اختیار کلیسا بود. کلیه نسخه های خطی و متون اصلی در کتابخانه های کلیسا قرار داشته و تنها راهبان می توانستند به آنها دسترسی داشته باشند. کیهان ارسطویی مشکل بزرگی را برای این افراد مذهبی ایجاد نموده بود. چگونه می بایست کیهان یونان قدیم را با جهان مسیحی سازش داد؟ در قضیه ارسطو، ، وجود خدا صریحا" قید نشده بود و سیارات بمحض حرکت، گردشی جاودانه به خود می گرفتند و برای آنها، آغاز و پایانی وجود نداشت. در حالیکه نقش پروردگار در کیهان مسیحی صریحا" قید می شد: "خداوند، آسمان و زمین را آفرید" و بدینصورت، کیهان از "نقطه آغازی" برخوردار بود.

خداوند و فرشتگان

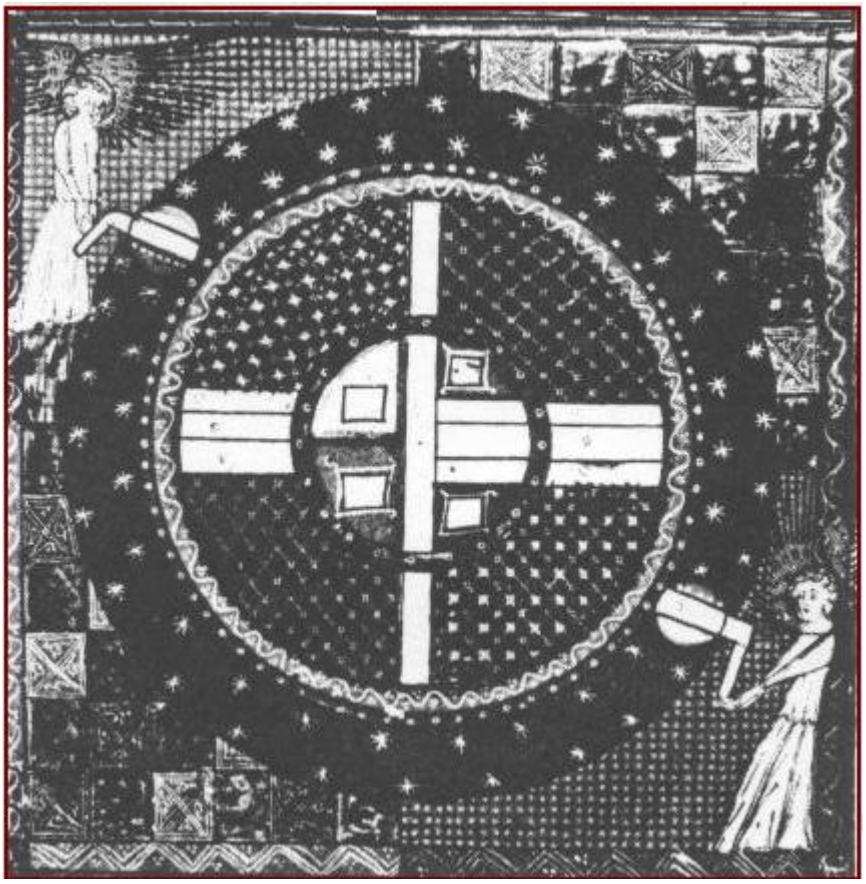
[37] - Algèbre
[38] - Azur
[39] - Zénith
[40] - Zéro

در قرن سیزدهم، یک کشیش مسیحی بنام "توماس داکین"[41] جهان بینی مسیحی را با کیهان ارسطویی ادغام نمود. داکین خداوند را بطور مستقیم وارد مفاهیم ارسطو نمود. زمین با شکلی کروی همواره در مرکز عالم قرار داشت. شکل کروی از قرن نهم به بعد به دنبال ترجمه برخی از سوره های انجیل جانشین شکل مسطح زمین شده بود. همانند کیهان ارسطویی، خورشید، ماه، سیارات و ستارگان همه در فلک های بلورین بدور زمین در گردش بودند. عربها فلک جدید دیگری را در کیهان وارد نمودند که بالاتر از فلک ستارگان قرار داشته و با حرکتی ثابت بدور زمین می چرخید و آنرا "فلک اولیه" نامگذاری نمودند، در اینجا خداوند قرار داشت.

در کیهان مسیحی، خداوند شخصا" حاضر است و کیهان طبقاتی را با دستیاری عده ای از فرشتگان رهبری و اداره می نماید. خداوند در مرتفع ترین مکان، در قلمرو آتش ابدی، بالاتر از فلک اولیه ولی با فاصله ای محدود از آن قرار داشت و بدینصورت، کیهان، محدود بنظر می رسید. بعد از خداوند، طبقه بعدی فرشتگان بودند که در فلک های سیاره ای و فلک خورشید منزل داشتند. آنها مسئول گردش این افلاک بودند (شکل ۶). درجه الوهیت فرشتگان به فاصله شان تا خداوند بستگی داشت. بتدریج که فاصله فلک مقر آنها تا مرتفع ترین مکان افزایش می یافت از درجه ربانیت آنها کاسته می شد. سپس، فلک ماه قرار داشت که مرز بین فلک های اصلی و منطقه زیرین ماه بود. این گذرگاه شدیدا" بوسیله فرشتگان محافظت می گردید. در منطقه زیرین ماه، اعراف وجود داشت و سپس زمین قرار می گرفت که قلمرو انسانها و مرگ می بود. در پائین ترین طبقه، در اعماق زمین، جهنم قرار داشت که محل ارواح شرور و شیاطین بود. عنصر اسطوره ای کیهان که بوسیله ارسطو و بطلمیوس از کیهان زمین مرکزی کنار گذاشته شده بود، مجددا" بوسیله مذهب بازگردانده می شود. در کیهان قرون وسطایی، رنگ آبی آسمان مظهر نور اتری خداوند بود و آسمان در شب های تاریک مملو از شیاطین و اجنه بود. جانشینی روز به شب و برعکس، نتیجه جنگ بی وقفه خوب و بد بود ولی عنصر علی و عقلانی این کیهان را که یونانی ها پایه ریزی کرده بودند همواره حاضر بود و همانطور که متعاقبا" خواهیم دید، در قرون آینده اساسش محکم تر خواهد شد.

---

41 - Thomas d'Aquin



شکل ۶ : مکانیسین های آسمان. سنت توماس داکین به کیهان زمین مرکزی ارسطو بعـدی روحـانی افـزود. در این کیهان، خداوند با دستیاری فرشتگان، عملکرد صحیح ستاره ها و سیارات را نظارت و تنظیم می نمایـد. ایـن تصویر قرون وسطایی فرشتگان را نشان می دهد که مانند مکانیسین های آسمانی، ماشین کیهان را به حرکـت در آورده و باعث می شوند که فلک های آسمانی به گردش درآیند. (عکس از کتابخانه ملی پاریس)

اگر زمین حرکت می کرد؟

برخلاف تصور همگان، با ورود مذهب در علم کیهانشناسی، عنصر علمی کیهان قدرت یافت. مردان کلیسا، نظیر "اتین تامپن"[۴۲]، اسقف پاریس، در قـرن سـیزدهم کـه کیهـان تومـاس داکین را مطالعه می نمود بتدریج مسائل جدیدی را کشف کرد که با علوم الهی مورد قبـول عام در تضاد قرار می گرفت. کیهان سنت توماس داکین محدود بود و سـرحد آن بـه مقـر خداوند ختم می گردید. باری، در مذاهب، خداوند نامحدود بوده و در همه جا حضـور دارد. قرار دادن خداوند فقط در یک مکان، باعث شک و تردید در قدرت بینهایت او می شد. اگر خالق نامحدود و لایتناهی است چرا کیهان نباید این کیفیت را دارا باشد؟ و بدینصورت، بـذر عقیده کیهان نامحدود و بی پایان پاشیده شد. از سوی دیگر، آیا خودپسندانه نبود که انسان

[42] - Etienne Tempin

خود را در مرکز کیهان تصور نماید؟ چرا خداوند که در همه جا حاضر است نتواند در مرکز کیهان قرار داشته باشد؟ در قرن پانزدهم، کاردینال آلمانی، "نیکلاس دو کوزا"[43] استدلال جالبی می کرد : چون خداوند نامحدود بوده و در همه جا حاضر است بنابراین هر نقطه کیهان می تواند مرکز باشد. یعنی، آسمان پرستاره از هر نقطه ای که مشاهده گردد باید یکسان بنظر رسد. هیچ نقطه ای از کیهان موقعیت ویژه و ممتازی را نداشته و کیهان مملو از مراکز نامحدود خواهد بود. این عقیده که امروزه به "اصل کیهانشناسی"[44]* معروف است، پنج قرن بعد، اساس "تئوری نسبیت" * اینشتین را تشکیل داد. بدینصورت، پایه های فرضیه کیهان زمین مرکزی بتدریج به سستی گرائید و عقیده بی حرکتی و سکون زمین نیز مورد شک و تردید قرار گرفت. آیا این توهینی به مقدسات نبود که تصور شود، خداوند با قدرت نامحدودش قادر به حرکت دادن زمین نباشد؟ در قرن چهاردهم، اسقف فرانسوی، "نیکول دُراسم"[45] عنوان می کرد هر حرکتی در فضا حرکتی نسبی است. حرکت سیارات و ستارگان در گنبد آسمانی میتواند در اثر گردش آنها بدور زمین ساکن در نظر گرفته شود و هم در اثر گردش زمین بدور این ستارگان بی حرکت. دانش بشر قادر نیست بین ان دو حالت ممکن تفکیک قائل گردد. ملوانی سوار بر کشتی در رودخانه ای در حرکت است و مناظر ساحل را که از جلوی چشمانش می گذرند، می نگرد. او می تواند این احساس اشتباه را داشته باشد که قایق او بی حرکت بوده و این مناظر هستند که در حرکتند. نیکول دُراسم می گوید ممکن است ما نیز همانند آن ملوان در اشتباه باشیم و از خود سئوال می کرد : اگر زمین واقعا" حرکت می کرد؟

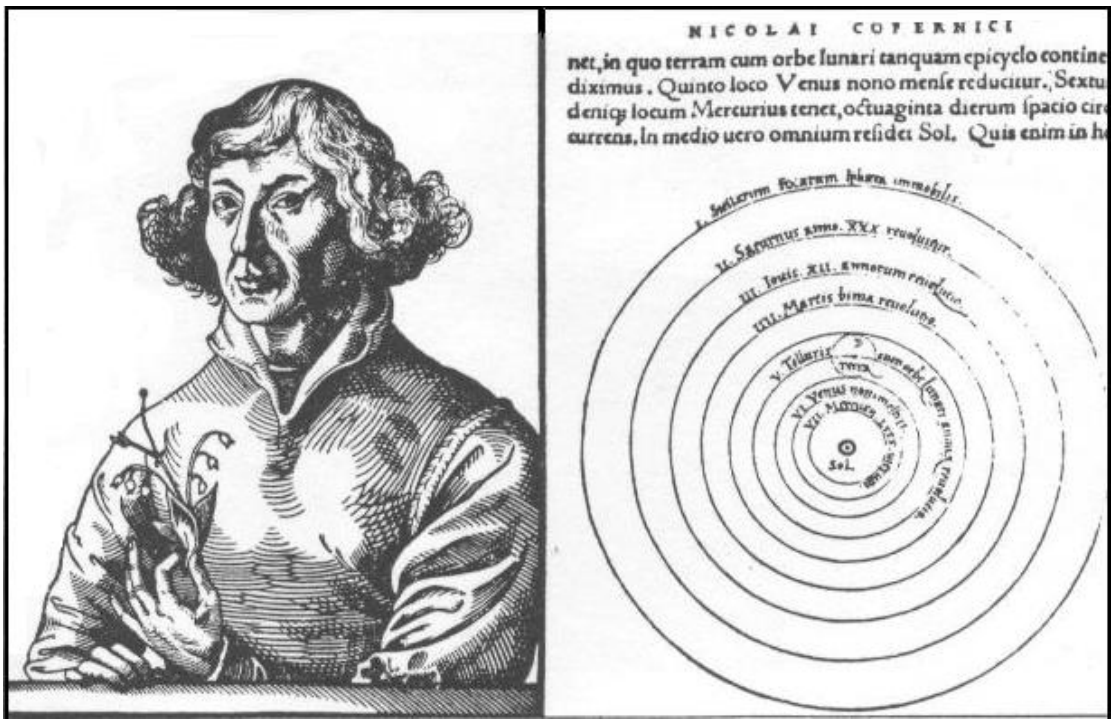
با وجود چنین حملاتی بر ضد کیهان زمین مرکزی، مدل بطلمیوس بعلت فقدان یک مدل بهتر همچنان استوار باقی ماند. برای تشریح مشاهدات دقیق تر، حرکات سیارات و دایره مسیرهای فراوانی در نظر گرفته شد. بنای نظریه بطلمیوس همواره پیچیده تر شده و بیش از پیش از هماهنگی ساده افلاک آسمانی فیثاغورث فاصله می گرفت.

کیهان خورشید مرکزی

راهبی دیگر از کلیسا، یک لهستانی بنام "نیکلاس کپرنیک"[46] سرانجام زمین را از محل مرکزیش در کیهان جدا کرد. کپرنیک با کتاب معروفش "در باب انقلاب افلاک آسمانی"[47] که در سال ۱۵۴۳، درست قبل از مرگش منتشر شد، تصویر کیهان را کاملا" تغییر داد و چنان

43 - Nicolas de Cusa
44 - Principe Cosmologique
45 - Nicloe d' orsem
46 - Nicolas Copernic
47 - De la revolution des spheres célestes

انقلابی در عقاید و افکار کیهانشناسی ایجاد نمود که اثرات آن، هنوز امروزه، نیز پابرجاست. اصول نظریه ارسطو که از ۲۰۰۰ سال پیش همچنان استوار مانده بود به زیر سئوال رفت. در کیهان کپرنیکی، مرکز در نزدیکی خورشید قرار داشت. زمین در ردیف سیارات دیگر قرار گرفته، از سکون درآمده و با سیارات دیگر شروع به چرخیدن بدور خورشید نمود. سیارات همان انتظام و سلسله مراتبی را کسب نمودند که امروزه ما با آن آشنائیم. با فاصله گرفتن از خورشید، بترتیب، عطارد، ناهید، زمین مریخ، مشتری، زحل، شش سیاره شناخته شده منظومه شمسی قرار داشتند. تنها ماه، مرکزش را که کره زمین بود، حفظ کرد. ماه، کره زمین را در گردش سالانه اش بدور خورشید همراهی می کرد در حالیکه خود، گردش ماهانه بدور زمین انجام می داد. (شکل ۷)



شکل ۷: کیهان خورشید مرکزی کپرنیک. کپرنیک (عکس سمت چپ) و کیهان خورشید مرکزی اش که در سال ۱۵۴۳ در کتابش بنام "در باب انقلاب افلاک آسمانی" آنرا تشریح نمود (شکل سمت راست). افلاک در حال گردش سیاره ای و فلک ساکن ستارگان، همگی به مرکز خورشید قرار گرفته اند (عکس از کتابخانه ملی پاریس).

با حرکت زمین، حرکات قهقرایی سیارات بسادگی قابل تفسیر شد و دیگر برای تشریح این حرکات به دایره مسیرهای بطلمیوس احتیاجی نبود. با این وجود، کپرنیک نمی توانست کلیه مفاهیم کیهان ارسطویی را که بمدت ۲۰۰۰ سال استوار مانده بوده نفی نماید. در کیهان

کپرنیکی، سیارات هنوز بر روی افلاک بلورین قرار داشته و بوسیله مدارات خود و کمک فرشتگان بدور خورشید در گردش اند. ولی به این دلیل که مدارهای سیارات کاملا" مدور نبوده و حرکات آنها از یکنواختی کاملی برخوردار نبود، کپرنیک برای تشریح هر سیاره ناچارا" متوسل به دایره مسیرها شد. هر سیاره بر روی دایره کوچکی جابجا می شد. مرکز این دایره بر روی فلک بلورین قرار داشتکه خود روی این فلک دایره ای را ایجاد می نمود. فلک بلورین کاملا" به مرکز خورشید نبود بلکه این مرکز در نقطه ای بسیار نزدیک بین خورشید و زمین قرار می گرفت.

کیهان خورشید مرکزی ضربه روانی سختی به انسان وارد نمود. انسان محل مرکزیش را در کیهان از دست داد، او دیگر در مرکز توجهات و الطاف خداوند قرار نمی گرفت. کیهان دیگر بدور او نچرخیده و فقط برای منافع وی ایجاد نشده بود. از سوی دیگر، در کیهان جدید، زمین نیز مانند دیگر سیارات بر روی یک فلک بلوری در بالا قرار می گرفت. بنا به گفته ارسطو، هرچیزی که مربوط به افلاک اعلی باشد باید کامل، تغییر ناپذیر و ابدی باشد، در حالیکه اشیاء و موجودات زمینی، ناقص، متغیر و فانی هستند. آیا با قراردادن زمین در افلاک بالا، آسمانها کمال و فضیلت خود را از دست می دادند؟ اطمینان در کمال و برتری آسمانها بشدت مورد تردید قرار گرفت.

کیهان نامحدود

آخرین ضربه وارده به معرفت انسانی عبارت بود از بزرگ شدن قابل ملاحظه کیهان که موجب تقلیل ابعاد و اهمیت زمین نسبت به بقیه کیهان می گردید. بدون شک، کیهان کپرنیکی هنوز محدود بوده و سرحد آن را فلک بیرونی ستارگان تشکیل می داد که بی حرکت و ساکن پابرجا بود. همچنان که نیکول دُراسم گفته بود، حرکت ظاهری ستارگان، در واقع، حرکت روزانه زمین بدور خود بود و نه حرکت آسمان به دور زمین. در کیهان ارسطویی، فلک بیرونی ستارگان فاصله چندانی با زمین نداشت، در واقع، این فلک کمی دورتر از فلک زحل قرار می گرفت. حتی با این فاصله نسبتا" کم نیز مشکل مهمی پدیدار می شد، زیرا محیط یک دایره بزرگ بر روی فلک خارجی ستارگان آنچنان بزرگ بود که ستارگان برای طی نمودن این محیط بزرگ در عرض یک روز می بایست سرعت غیرقابل تصوری را اختیار می نمودند. کپرنیک این مشکل را با حرکت در آوردن زمین و ساکن در نظر گرفتن ستارگان حل نمود. ولی برای این راه حل، مجبور شد فلک بیرونی ستارگان را در فاصله بسیار دوری از زمین قرار دهد و بدینصورت، کپرنیک منظومه شمسی را که قبلا" کل کیهان فرض می شد، به نقطه ای کوچک در کیهان تبدیل نمود. کپرنیک مجبور نبود فلک

بیرونی ستارگان را در فاصله بسیار دوری در نظر گیرد، زیـرا سـتارگان بـا وجـود گـردش سالانه شان بدور خورشید همچنان نسبت بیکدیگر ساکن بنظر می رسیدند.
باری، اگر ستاره ای بما نسبتا" نزدیک باشد و آنـرا در دو زمـان مختلـف از گـردش زمـین مشاهده نمائیم، بنظر خواهد رسید وضعیت این ستاره نسبت به ستارگان دوردست تغییـر کرده باشد. به این آزمایش توجه کنید : دستتان را دراز کرده و یک انگشت آنرا به نقطه ای نشانه گیرید. با یک چشم به انگشت نگاه کنید، سپس آنرا با چشم دیگر بنگرید و این عمل را چندبار سریعا" انجام دهید. انگشت شما نسبت به نقاط دور متحرک بنظـر خواهـد رسـید. دلیل این مسئله این است که دو چشم شما نسبت بیکدیگر در فاصـله معینـی قـرار دارنـد. بهمین طریق، فاصله دو نقطه بر روی زمین باعث مشاهده حرکت یک ستاره نزدیک نسبت به ستارگان دوردست می گردد. زاویه ای که دو نقطه مشاهده با ستاره تشکیل مـی دهـد "اختلاف منظر"*[48] نامیده می شود و اندازه این زاویه هرچقدر کمتر باشـد، فاصـله سـتاره نسبت به زمین بیشتر خواهد بود (به شکل ١٤ مراجعه شود). کپرنیک کـه متوجـه کـوچکی اختلاف منظرهای ستارگان شده بود، نتیجه گیری نمود که آنها باید در فواصل بسیار فراوانی از زمین قرار گرفته باشند.
کپرنیک، یکباره، بشر را از محل مرکزی کیهان دور کرد و در مورد کمال و فضـیلت آسـمانها بذر شک و تردید را در عقاید زمان خود پاشید و بشر را بیش از پیش ناچیز جلوه داد. جـای تعجب است که کپرنیک با بیان چنین نتایجی با کلیسایی کـه هنـوز از کیهـان زمـین مرکـزی ارسطو و توماس داکین دفاع می کرد، وارد جدال نشد. این اجازه ضمنی کلیسا به کپرنیک را می توان به طرق مختلف تحلیل نمود : اولا"، کپرنیک، خود، مذهبی و مرد کلیسا بود. ثانیـا"، انتشار کتاب او به اجازه خودش بسیار دیر صورت گرفت، سـه سـال بعـد از مـرگش (مـی گویند که او اولین نسخه کتـابش را در روز مـرگش مشـاهده نمـود). سـرانجام و بـویژه، کپرنیک در پیش گفتار کتابش اظهار نموده بود تصور نمی کند کیهان پیشنهادیش بـا کیهـان واقعی مطابقت نماید و کیهان او یک مدل ساده ریاضی است که فقط توانسته حرکات اجرام سماوی را بهتر از مدل بطلمیوس تشریح نماید. به احتمال فـراوان، ایـن پـیش گفتـار بـدون امضاء بوسیله "آندرو اوزیاندر"[49] مسئول نشر کتاب کپرنیک تهیه شده بود. بـه هـر حـال، کلیسا از کیهان کپرنیکی که فقط یک مدل ریاضی بود راضی بنظر می رسید. نتیجتـا"، کیهـان زمین مرکزی توماس داکین هنوز مورد قبول کلیسا باقی ماند و کپرنیک نیز از آتـش خشـم کلیسا مصون ماند.
بذری که بوسیله کپرنیک افشانده شده بود در سالهای بعد شروع به جوانه زد نمود. کیهان کپرنیکی که اکنون بسیار وسیع تر از کیهانهـای گذشـته بـود بوسـیله دو اخترشـناس مـورد

---

[48] - Parallaxe
[49] - Andrew Osiander

مطالعه قرار گرفته و این دو مرزهای آنرا حذف نمودند. در سال ۱۵۷۶، اخترشناس انگلیسی بنام "توماس دیگز"[۵۰] پیشنهاد کرد فلک بیرونی ستارگان از کیهان حذف گردد و با از بین بردن فلک ستارگان، کیهان با ستارگان بیشمارش نامحدود شد. یک راهب ایتالیایی بنام "جوردانو برونو"[۵۱] در این کیهان نامحدود، جهانهای متعدد با اشکال مختلف زندگی در نظر گرفت. ولی این عقاید برونو در جهت مخالف تفکر حاکم بر جامعه بود و کلیسا او را مشرک شناخت و حکم مرگ او را صادر نمود. در سال ۱۶۰۰، برونو زنده سوزانده شد.

عدم کمال آسمانها

عقیده ارسطویی کمال آسمانها بشدت مورد حمله قرار گرفت. ضربه قطعی را یک اخترشناس دانمارکی بنام "تیکو براهه"[۵۲] وارد ساخت. تیکو براهه، قبل از اختراع تلسکوپ، با ساختن ابزارهای عظیم اندازه گیری توانست فواصل مختلف را ،با توجه به تغییرات دما بر روی این ابزارها، دقیقا" محاسبه نماید. در سال ۱۵۷۲، ستاره جدیدی در صورت فلکی ذات الکرسی[۵۳] نمایان شد، این ستاره چنان درخشان بودکه حتی بمدت یکماه در روز نیز قابل رویت بود. تیکوی جوان، با ۲۶ سال سن، روزها و شبهای متوالی، ستاره جدید را مورد مطالعه قرار داد و با اطمینان کامل ادعا نمود که ستاره جدید باید در فاصله بسیار دوری قرار داشته باشد، بسیار بالاتر از افلاک بلورین سیارات. در واقع، برعکس سیارات، این ستاره نسبت به ستارگان دوردست تغییر مکان نمی داد. تیکو از این پدیده نتیجه گیری نمود که بر خلاف عقیده ارسطو، آسمانها متحرکند. امروزه، می دانیم که عقیده تیکو درست بوده که در واقع، ستاره جدید یک "ابرنواختر"*[۵۴] در کهکشان راه شیری بود. ابرنواختر، انفجار عظیم ناشی از مرگ یک ستاره بزرگ و متراکم است که در لحظات آخر عمرش، بمدت چند روز، انرژی ای برابر با انرژی صد میلیون خورشید را از خود صادر می نماید. ابرنواختری را که تیکو مشاهده کرده بود یکی از ابرنواخترهای بسیار نادر کهکشان ما می باشد. تا امروز، فقط ۷ ابرنواختر در کهکشان راه شیری مشاهده شده است.

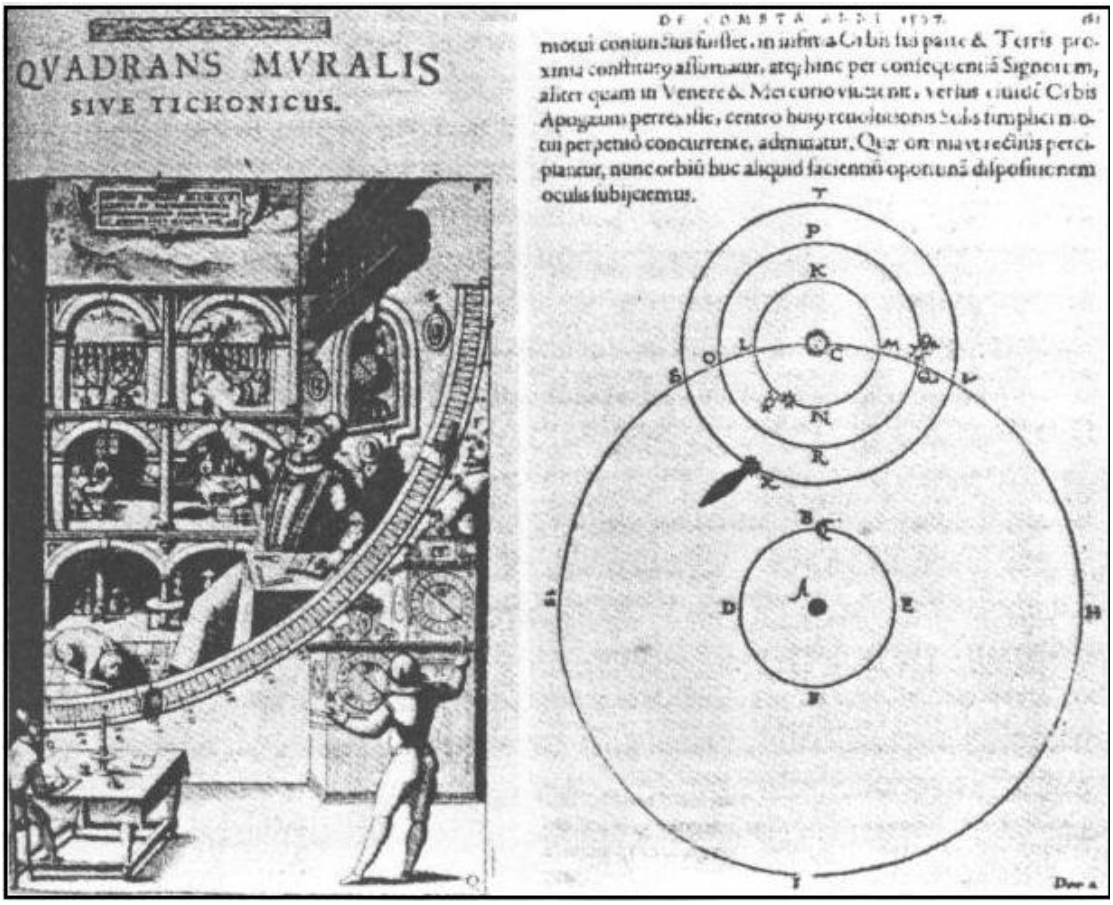
پادشاه دانمارک از کشف ابرنواختر بوسیله تیکو چنان به هیجان آمد که جزیره ای را در نزدیکی دانمارک بنام هون[۵۵] به او هدیه کرد. تیکو بمدت ۲۰ سال، در این جزیره، به جمع آوری مشاهدات بسیار دقیقش پرداخت. او در سال ۱۵۷۷، ستاره دنباله دار بزرگی را مشاهده نمود که تردیدش را در مورد کمال فلک های آسمانی ارسطو تشدید نمود.

---

50 - Thomas Digges
51 - Giordano Bruno
52 - Tycho Brahe
53 - Cassiopée
54 - Supernova
55 - Hven

ستارگان دنباله دار تا آنروز، پدیده های جوی زمینی نظیر رنگین کمان تلقی می شدند. تیکو نشان داد که این عقیده نمی تواند صحیح باشد. ستاره دنباله دار نسبت به ستارگان دوردست تغییر وضعیت می داد و این مسئله باعث می شد که نسبت به ابرنواختر، نزدیکتر به زمین قرار گیرد. ولی جابجایی ستاره دنباله دار نسبت به جابجایی ماه بسیار کمتر بود و با توجه به این مسئله، تیکو ثابت کرد که ستاره دنباله دار بسیار دورتر از ماه قرار دارد. ستاره دنباله دار می بایست جایی در منطقه فلک های بلورین سیاره ای قرار داشته باشد.

بار دیگر، عقیده ارسطویی ساکن بودن آسمانها زیر سئوال رفت. ستاره دنباله دار بمانند یک پدیده جدید ظاهر شده بود. براهه با مشاهدات بسیار دقیق توانست مدار ستاره دنباله دار را تعیین نماید. او کشف کرد که مدار آن دایره ای نبوده بلکه بیضوی شکل است و حرکات کامل دایره ای در آسمانها نیز مورد تردید قرار گرفت. نتیجه مهم دیگر کشف ستاره دنباله دار این بود : اگر مدار ستاره دنباله دار بیضی شکل باشد و اگر فاصله زیادی با سیارات نداشته باشد، ستاره دنباله دار الزاما" باید از بین فلک های سخت بلوری سیارات عبور نماید. اگر فلک های بلوری واقعا" وجودداشته باشند، این مسئله غیرقابل قبول خواهد بود. نتیجه گیری مهم تیکو این بود که افلاک سیارات واقعی نبوده و فقط در تصورات انسانها نقش بسته است. حذف مدارهای آسمانی ارسطو مشکل بزرگی را ایجاد می کرد : اگر سیارات به افلاک آسمانی شان چسبیده نباشند، آیا سقوط نخواهند کرد؟ چه چیزی آنها را در آسمان نگه خواهد داشت؟ با وجود چنین سئوالاتی، تیکو کیهان خود را که ترکیبی از کیهان خورشید مرکزی کپرنیک و زمین مرکزی ارسطو بود، وضع کرد. در این کیهان، سیارات بدور خورشید و خورشید و سیارات و همچنین ماه، همگی بدور زمین می چرخیدند و بدینصورت، زمین هنوز محل مرکزیش را در کیهان حفظ می کرد. (شکل ۸)



شکل ۸ : کیهان تیکو براهه. تصویری از سال ۱۵۹۸ (شکل سمت چپ)، تیکو را در جزیره اش در نزدیک دانمارک نشان می دهد. او مشغول استفاده از ابزار اندازه گیری اش می باشد که "ربع دایره"[۵۶] نام دارد (تلسکوپ هنوز اختراع نشده بود). شکل سمت راست، کیهان تیکو براهه را نشان می دهد، کیهانی مابین کیهان خورشید مرکزی کپرنیک و زمین مرکزی ارسطو. سیارات بدور خورشید و خورشید و سیارات و ماه، همگی بدور زمین می چرخند (عکس از کتابخانه ملی پاریس).

گالیله و تلسکوپش

شخصیت بعدی که وارد صحنه شد "گالیلئو گالیله"[۵۷] نام داشت، یک معلم ریاضی در ایتالیا. او هیجده سال اول جوانیش (بین سالهای ۱۵۹۱ و ۱۶۰۹) را صرف مطالعه سقوط اجسام به زمین کرد. گالیله با رد فرضیه ارسطو مبنی بر حرکات مستقیم بر روی زمین و حرکات دایره ای در آسمانها، یقین داشت که می تواند راز حرکت اجرام سماوی را کشف نماید. گالیله مشاهده کرده بود توپی که به هوا پرتاب می شود با مسیری منحنی شکل به زمین سقوط می نماید. بنظر وی، همین قوانین طبیعی می بایست در تمام کیهان صادق باشد و این قوانین فقط بوسیله مشاهدات دقیق و تجربیات متوالی قابل فهم خواهد بود. بدینصورت، گالیله فیزیک تجربی را پایه ریزی کرد. او اجسام متعددی را بر روی یک صفحه شیب دار قرار داد

[56] - Quadrant
[57] - Galileo Galilei

و سقوط آنها را بدقت محاسبه نمود و با آزمایشات متعدد کشف کرد که اجسام مختلف با وزنهای متفاوت با سرعتی یکسان به زمین سقوط می کنند. اگر مقاومت هوا وجود نداشت، یک پر و یک تکه سرب که از بالای ساختمان به پائین پرتاب شوند در یک لحظه به زمین خواهند رسید. اگرچه این آزمایش بارها و بارها بوسیله گالیله در خلاء مصنوعی در لابراتور انجام شده بود ولی یک فضانورد آمریکایی ۳۶۰ سال بعد، همین آزمایش را با یک توپ گلف و یک تکه سرب به افتخار گالیله در سطح ماه فاقد آتمسفر انجام داد.

در سال ۱۶۰۹، گالیله پی برد که در هلند دستگاهی به نام تلسکوپ ساخته شده است. او به سرعت دستگاهی ساخت که می توانست ۳۲ برابر بزرگ نمایی داشته باشد. اندازه آن برابر با تلسکوپ هایی است که امروزه در فروشگاه ها یافت می شوند. گالیله با تلسکوپش به تماشای آسمان نشت و پدیده های جدید و ناشناخته ای را کشف نمود که نظریات کیهان ارسطویی آسمانها را ساقط و موجب شکوفایی کیهان خورشید مرکزی کپرنیک شد. تلسکوپ او، کوههای کره ماه و لکه های سیاهی را در خورشید رصد نمود(این لکه ها، امروزه به لکه های خورشیدی معروفند که بدلیل دمای کمترشان نسبت به بقیه قرص خورشیدی تاریک بنظر می رسند). بعد از ابرنواختر تیکو و ستاره دنباله دار سال ۱۵۷۷، کوههای ماه و لکه های خورشیدی، آخرین ضربه را به نظریه ارسطویی کمال آسمانها وارد نمود. گالیله با تغییر جهت تلسکوپش بسوی سیاره مشتری، ٤ قمر در مدار این سیاره کشف کرد. این قمرها امروزه، به قمرهای گالیله معروفند. ولی خود گالیله به آنها قمرهای "مدیسیزی" نام داد تا بدینصورت، بتواند از کمکهای مالی خانواده ثروتمند "مدیسیز"[۵۸] بهره برد. گالیله همچنین کشف کرد که سیاره ناهید نیز مانند ماه، مراحل مختلفی را طی می کند (بدر، نیم دایره، حلال و تاریک کامل). تمام این کشفیات، نظریات کپرنیکی را در مورد کیهان ثابت می کرد. کشف اقمار مشتری این عقیده که زمین در مرکز کیهان قرار دارد و همه چیز بدور آن در حرکت است را منسوخ کرد. تشریح مراحل مختلف سیاره ناهید که نتیجه پرتوافکنی خورشید بر آن بود فقط با قرار گرفتن ناهید در مدار خورشید امکان پذیر می شد. گالیله را می توان شخصیت بزرگ کیهان کپرنیکی پنداشت. گالیله در کتابی که در سال ۱۶۳۲ بنام "بحث در مورد سیستم های بزرگ جهان"[۵۹] منتشر کرد، متذکر شد افرادی که طرفدار کیهان زمین مرکزی هستند افرادی کم ذکاوتند (فردی که در این دوران از عقیده کیهان زمین مرکزی دفاع می کرد، "سیمپلیچو"[۶۰] نام داشت). برای اصحاب کلیسا، عقاید گالیله غیرقابل تحمل بود. کلیسا دیگر نمی توانست کیهان خورشید مرکزی را فقط یک مدل ساده ریاضی تلقی نماید. با مشاهدات دقیق گالیله، این مدل بیش از پیش به واقعیت نزدیکتر می شد و کلیسا از این بیم داشت که مبادا این مسئله بذر شک و تردید را در روح وفاداران

---

58 - Médicis
59 - Dialogue sur les grands système du monde
60 - Simplicio

کلیسا بیافشاند. گالیله محاکمه شده و تا زمان مرگش در سال ۱۶۴۲ به تبعید محکوم گردید و خواندن کتاب او تا سال ۱۸۳۵ بوسیله کلیسا ممنوع شد.

حرکت سیارات

این عمل ناشایست کلیسا باعث شد مرکز فعالیت علمی به سمت شمال اروپا منتقل شود. شخصیت بعدی و یکی دیگر از بنیانگذاران مهم کیهان، یک آلمانی بنام "یوهانس کپلر"[۶۱] می باشد. کپلر، معلم جوان ریاضی، در سال ۱۶۰۰ دستیار تیکو براهه شد. تیکو در این زمان که التفات پادشاه دانمارک را از دست داده بود، در پراگ (چکسلواکی) زندگی می کرد. دو سال بعد تیکو فوت می کند و برای دستیارش، تجربیات بسیار گرانبها و دقیق از سیارات را به ارث می گذارد. تجربیاتی که بمدت بیست سال در شبهای متوالی جمع آوری شده بود. کپلر مطمئن بود که با جستجو در این گنجینه گرانبها می تواند راز حرکت سیارات را کشف نماید. او به کیهان خورشید مرکزی کپرنیک اعتقاد داشت. وی همچنین مطالعات تیکو را در مورد افلاک بلورین تائید می کرد و مانند او معتقد بود که این افلاک، وجود حقیقی نداشته و ناشی از تخیلات انسانها می باشد.

کپلر عقیده داشت جهان بوسیله قوانین ریاضی اداره می شود و برای او، خداوند یک عالم بعلم هندسه محسوب می شد.

برای مدتهای مدید، اخترشناسان عقیده داشتند که تعداد سیارات (شش سیاره تا آن زمان کشف شده بود) یا بطور دقیق تر، تعداد فواصل بین سیارات (در مجموع پنج فاصله) با اشکال منظم پنجگانه هندسی[۶۲] مطابقت می نماید. برای مثال، مکعب که دو طرفش چهارگوش است یکی از این اجسام می باشد. کپلر پس از سالها پژوهش دریافت که مدارهای مدور سیاره ای محاط شده بوسیله اجسام پنجگانه هندسی نمی تواند با مشاهدات تیکو براهه مطابقت داشته باشد. تعداد سیارات شناخته شده کنونی (نه سیاره در مجموع) نیز می توانست به راحتی نظریه اجسام پنجگانه را رد نماید.

کپلر در کیهان خورشید مرکزیش طبعا" معتقد بود که مدارات سیارات مدور بوده و حرکات آنها یکنواخت می باشند. اگرچه عقیده به کمال آسمانها مورد انتقادات شدید قرار گرفته بود ولی فرضیه شکل مدور کامل، شکل دایره ای و حرکت یکنواخت و کامل سیارات هنوز از زمان افلاطون به بعد پابرجا باقی مانده بود. تیکو و گالیله هر دو این فرضیه را بدون چون و چرا پذیرفته بودند. کپلر با مطالعه تحقیقات تیکو براهه در مورد مریخ، کشف نمود که مسیر این سیاره به دور خورشید قرینه نبوده و طول این مسیر خفیفا" در دو طرف

---

[61] - Johannes Kepler

[۶۲] - اشکال پنجگانه با سطوح منظم را یونانیها کشف نمودند، این اشکال به Platonique معروفند.

بیشتر است. کپلر بعد از ٤ سال مطالعه و ۹۰۰ صفحه محاسبه، آخرین دژ ارسطویی را فرو ریخت و کشف کرد که مدارهای سیارات مدور نبوده بلکه بیضوی شکلند، خورشید در مرکز قرار ندارد بلکه در یکی از کانونهای مدار بیضوی شکل جا می گیرد (شکل ۹). وجود دایره مسیرها دیگر الزامی نداشت، حرکت سیارات بدون وجود آنها کاملا" قابل تشریح بود و بدینصورت، دو هزار سال اعتقاد به دایره مسیرها پایانی گرفت. افسانه یکنواختی حرکت سیارات نیز کنار گذاشته شد. سیارات، وقتی به خورشید نزدیک می شوند به سرعتشان اضافه و وقتی از آن دور می شوند از سرعتشان کاسته می شد. رابطه ریاضی دقیقی بین زمان گردش کامل سیاره بدور خورشید و فاصله این سیاره تا خورشید وجود داشت. اگر زمین یکسال وقت صرف می کند تا یکدور کامل بدور خورشید بزند، برای مریخ که ۱/۵ برابر دورتر بود این زمان ۱/۹ برابر بیشتر است، در حالیکه مشتری با فاصله ۵/۲ برابر بیشتر، ۱۱/۹ بار بیشتر وقت صرف می نماید تا دور کاملش را تکمیل کند.

چرا ماه بر روی زمین سقوط نمی کند؟

اگرچه کپلر توانست حرکات سیارات را با محاسبات دقیق ریاضی تشریح نماید ولی مشکلی را که تیکو با حذف افلاک بلوری ایجاد کرده بود، هنوز پابرجا مانده بود. چه چیزی سیارات را بر روی مدار بیضویشان نگه می داشت؟ چرا سیارات به سوی خورشید سقوط نمی کنند؟ با توجه به اینکه دیگر فرشتگانی وجود نداشتند تا بتوانند سیارات را حرکت دهند، حرکت آنها توجیه می شد؟ چرا زمانیکه آنها به خورشید نزدیک می شوند به سرعتشان اضافه و وقتی از آن دور می شوند از سرعتشان کاسته می شود؟ کپلر تصور می کرد خورشید نیروهای مغناطیسی صادر نموده و از این طریق موجب حفظ سیارات در مدارهایشان می گردد. این نیروها، دور از خورشید از قدرتشان کاسته شده و موجب تقلیل سرعت سیارات می شوند و برعکس، نزدیک به خورشید به قدرتشان اضافه شده و به سیارات سرعت می دهند. کپلر اشتباه می کرد. این مشکل با نبوغ فراوان یک انگلیسی بنام "ایزاک نیوتون"[۶۳] از میان برداشته شد. نیوتون که درست در سال مرگ گالیله متولد شده بود، یعنی ۳۶ سال بعد از مرگ کپلر، نیروی گرانش را وارد کیهان علمی نمود.

در سال ۱۶۶۶، نیوتون جوان با ۲۳ سال سن، دیپلم خود را از دانشگاه کمبریج اخذ نمود. نیوتون برای فرار از مرض مسری طاعون که در این دوران موجب مرگ و میر فراوانی شده بود، به منزل مادرش در "لینکلن شایر"[۶۴] پناه برد. نیوتون، در مدت ۲ سال، در این پناهگاه

[63] - Isaac Newton
[64] - Lincolnshaire

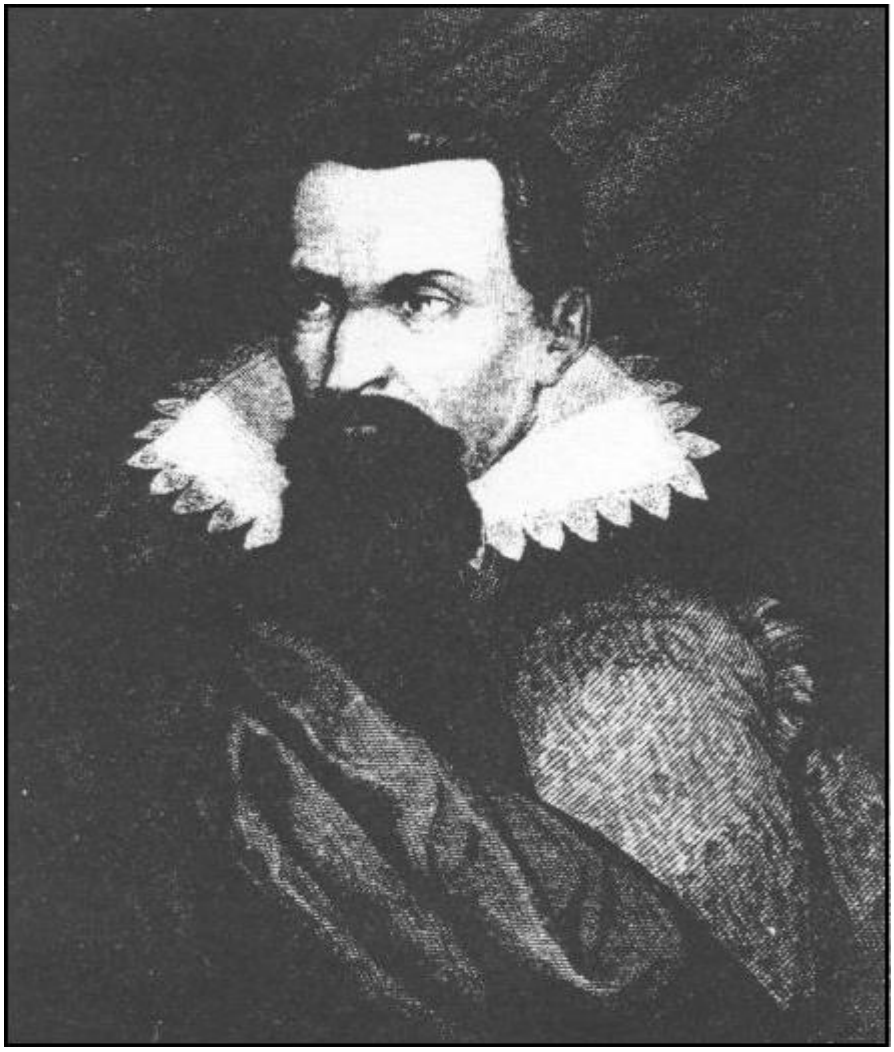
اجباری، چهره کیهان را دگرگون ساخت. او "حساب باقیه و فاضله"[۶۵] را ابداع نمـود. کشـف اساسی طبیعت نور و اصل گرانش عمومی از کشفیات دیگر او می باشند. شاید بجـز آلبـرت انیشتین که در سال ۱۹۰۵ یکجا توانست "نسبیت خاص"*[۶۶] و اثر فتوالکتریک (اثـر برخـورد نور با اتمها) را کشف نماید، هرگز کسی مانند نیوتون نتوانسته باشد در عـرض ایـن مـدت کوتاه، چنین تغییرات عظیمی را در کیهان بوجود آورد.

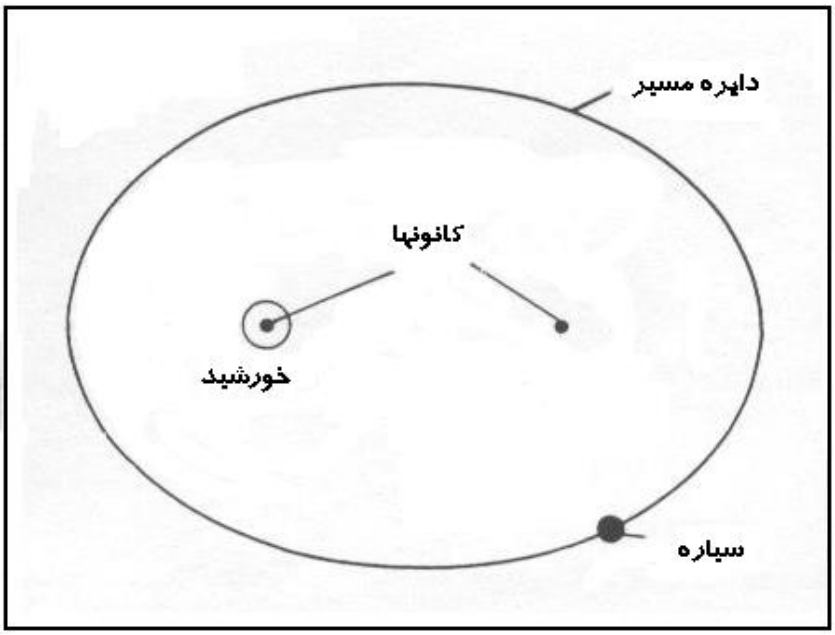
می گویند نیوتون با مشاهده سقوط یک سیب بر زمین به نیروی گرانش عمـومی پـی بـرد. گالیله قبل از نیوتون سعی نموده بود حرکت سقوط اجسام بر زمین را کشف نماید، نیوتون با نبوغ فراوان سقوط سیب در باغ را به حرکت ماه به دور زمـین نسـبت داد. او تفکیـک بـین آسمان و زمین را که ارسطو تشخیص داده بود، کنار گذاشت. برای او، مـاه هماننـد سـیب فقط وابسته به نیروی گرانش عمومی است. اگر ماه مانند سیب به طرف زمین سقوط نمـی کند فقط به این دلیل است که نیروی مخالف نیروی گرانش وجود داشـته و مـاه را از زمـین دور می کند. این نیرو که ناشی از حرکت ماه در مدارش اسـت بـه نیـروی گریـز از مرکـز معروف بوده و درست برابر و مخالف نیروی گرانش می باشد. بدینصورت، نیروی گـرانش خنثی شده و ماه می تواند بدون احتیاج به افلاک بلوری به حرکتش بدور زمین ادامه دهد.

---

[۶۵] - محاسبه بینهایت کوچک.

[66] - Relativité restreinte




دایره مسیر
کانونها
خورشید
سیاره

شکل ۹ : بیضی کپلر. کپلر که عکسش در بالا دیده می شود، کشف نمود که مدار سیارات دایره ای نبوده بلکه بیضوی شکلند و خورشید در یکی از کانونهای این بیضی قرار گرفته است. (شکل پائین)

بعلاوه، دیگر احتیاجی به فرشتگان نبود که ماه را در مدارش به طرف جلو حرکت دهند. ماه بدون هرگونه دخالت خارجی، حرکتش را بدور زمین ادامه می دهد. می توان این حالت را به پرتاب یک سیب در هوا تشبیه نمود. سیب پس از جدا شدن از دستتان، برای ادامه مسیرش احتیاج به هیچگونه دخالتی ندارد. ولی می توانید مدعی باشید که سیب پس از مدتی به زمین سقوط می کند در حالیکه ماه حرکتش را بدور زمین ادامه خواهد داد. دلیل این مسئله این است که سیب زمانیکه با دستتان پرتاب می شود به میزان کافی به آن نیرو وارد نمی گردد. اگر شما سیب را با قدرت بیشتری به هوا پرتاب نمائید، سیب مدت زمان بیشتری در هوا باقی خواهد ماند و زمانیکه سقوط می کند فاصله اش از محل پرتاب بیشتر خواهد شد. اگر شما از نیروی خارق العاده ای برخوردار باشی، سیب را با چنان قدرت عظیمی پرتاب می کنید که در یک لحظه معین، فاصله سیب از محل پرتابش از قطر زمین بیشتر می شود، در چنین حالتی، سیب مداری بیضوی شکل را بدور زمین دنبال خواهد نمود و تا ابد در این مدار به حرکتش ادامه خواهد داد. بدینصورت، شما یک سیب را در مدار زمین قرار داده اید. اگر سیب را با قدرت باز بیشتری پرتاب کنید، سیب مداری سهمی شکل و یا هذلولی را طی خواهد نمود و از دسترس نیروی گرانش زمین خارج شده و در فضای لایتناهی ناپدید می گردد (شکل ۱۰). در عمل، نیروی گرانش بسیار قویتر و بیشتر از آنست که قدرت بشر قادر باشد اجسام روزمره را در مدار زمین قرار دهد. خوشبختانه که طبیعت اینچنین است و گرنه، فضا مملو از توپ های فوتبال و رگبی می شد! برای قرار دادن یک سفینه فضایی در مدار زمین، به نیروی ناشی از قدرت چندین تن مواد سوختی احتیاج است.

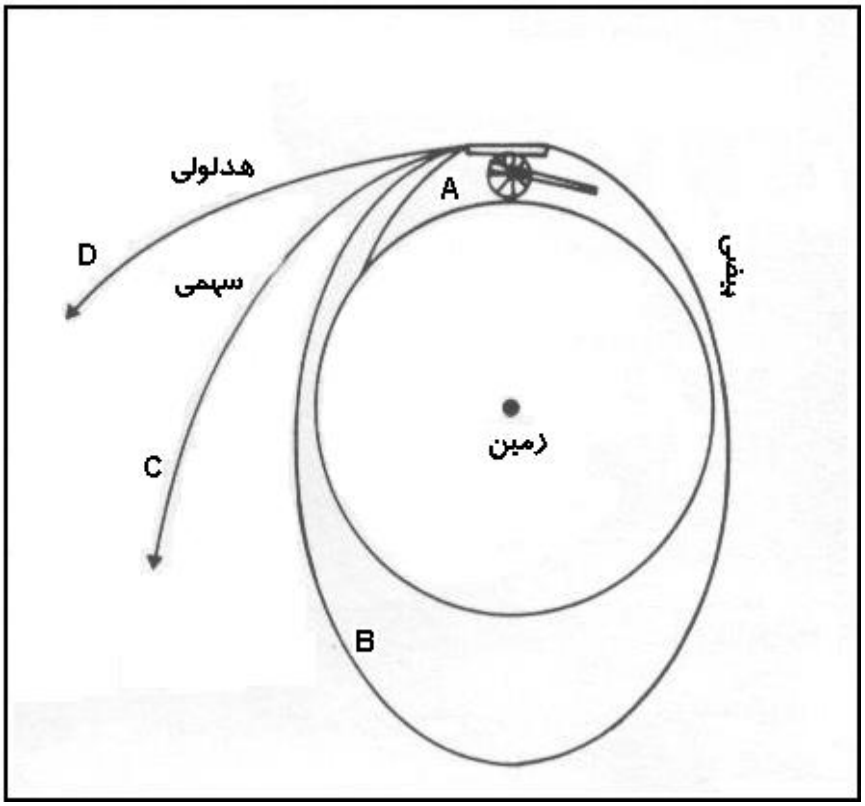
کیهان مکانیکی

همانطور که دیدیم، حرکات سیارات در مدارشان دیگر محتاج به دخالت نیروهای خارجی نداشت. کیهان نیوتون، کیهانی مکانیکی بود و همانند یک ساعت کوکی عمل می کرد، زمانیکه کوک می شد (تنظیم می شد)، عملکردش با رعایت قوانین گرانش عمومی، خود به خود دنبال می شد. خداوند در کیهان مکانیکی از وقت آزاد بیشتری برخوردار بود تا در کیهان ارسطویی. در کیهاین ارسطویی، خداوند می بایست وظایف فرشتگان را برای عملکرد صحیح

سیارات زیر نظر می گرفت در حالیکه در کیهان نیوتونی، کافی بود حرکت اولیه ای به کیهان وارد آورد تا کیهان متعاقبا" به تنهایی به عملکردش ادامه دهد.

نیوتون با گرانش عمومی توانست ویژگی های حرکات سیارات را کـه بوسـیله کپلـر کشـف شده بود تشریح نماید. نیروی گرانش بوسیله محیطی بنام "اتر"[۶۷] پخش می شد (البته اتـر نیوتون متفاوت از اتر ارسطو بود). این مسئله بسیار مبهم عنوان شد و نیوتـون مفهـوم آنـرا توسعه نداد.

[67] - Ether



شکل ۱۰ : حرکات اجسام از نقطه نظر نیوتون. شکل a۱۰ (تصویری از ج – ا – هوستن، کلکسیون مانسل). نیوتون را در حالیکه مشغول آزمایش نور است نشان می دهد. نیوتون اولین کسی بود که نور را بوسیله منشور تجزیه کرده و توانست رنگهای مختلف رنگین کمان را بدست آورد. او همچنین اولین کسی بود که دوربین نجومی انعکاسی را ساخت (این دوربین در روی میز تصویر بالا دیده می شود). ولی شاهکار نیوتون، کشف قانون گرانش عمومی بود که بوسیله آن توانست حرکات اجسام را بطور کامل تشریح نماید. بنا بر عقیده نیوتون، مسیر یک جسم (در اینجا، گلوله یک توپ، شکل b۱۰) به سرعت اولیه پرتاب بستگی دارد. با سرعتی کم، گلوله توپ در فاصله ای نزدیک از محل پرتاب به زمین سقوط می کند (مسیر A). با سرعت بسیار زیاد، گلوله توپ می تواند در مدار بیضوی شکل بدور زمین قرار گیرد (در این حالت، مرکز زمین یکی از کانونهای بیضی B خواهد شد). با سرعتی باز بیشتر، گلوله توپ با پیمودن یکی از مسیرهای سهمی شکل یا هذلولی شکل در بینهایت ناپدید خواهد شد.

نیروی گرانش موجب جذب دو جسم بسوی یکدیگر می شود. قدرت این نیرو با فاصله دو جسم رابطه معکوس دارد. بدلیل افزایش نیروی گرانش در نزدیکی خورشید، سیاره با شدت بیشتر به سوی خورشید کشیده شده و سرعت بیشتری می گیرد در حالیکه نیروی گرانش در فاصله دور از خورشید تقلیل یافته و از سرعت سیاره می کاهد. در واقع، نیوتون کشف نمود که نیروی گرانش باید نسبت به مجذور فاصله دو جسم کاهش یابد. اگر زن و مردی با ضریبی به میزان ۱۰ از یکدگر دور شوند، از نیروی گرانش بین این دو نفر به میزان مجذور عدد ۱۰ کاسته می شود یعنی ۱۰۰ برابر. از سوی دیگر، نیروی گرانش متناسب با جرم هر شیئی می باشد. جرم، لختی و یا مقاومت جسم را در برابر حرکت محاسبه می نماید. هل

دادن یک انسان بسیار ساده تر از هل دادن یک فیل است زیرا انسان کم جرم تر از فیل می باشد. سنگی که به هوا پرتاب می شود در اثر نیروی گرانش زمین، به زمین سقوط می نماید، زیرا زمین بسیار جسیم تر از سنگ بوده و مقاومتش در برابر حرکت بسیار بیشتر از سنگ می باشد و نتیجتا" سنگ بسوی زمین سقوط می کند و نه برعکس. بهمین صورت، ماه بدور زمین گردش می کند و نه زمین بدور ماه. نباید تجرم و وزن را با یکدیگر اشتباه گرفت. دلیل وزن شما این است که نیروی گرانش زمین شما را در مقابل سطح زمین به طرف مرکز زمین جذب می نماید. "وزن"، در واقع، به معنای نیروی گرانش است. وزن نسبت به حوزه گرانش تغییر می یابد، اگر وزن شما در زمین ۶۰ کیلوگرم باشد، بر روی ماه، ۱۰ کیلوگرم وزن خواهید داشت، زیرا نیروی گرانش ماه یک ششم نیروی گرانش زمین است، در صورتیکه جرم شما تغییر نمی یابد و در زمین و در ماه یکسان باقی خواهد ماند.
کلیه اجسام یکدیگر را با نیرویی بسوی خود جذب می نمایند. میزان این نیرو با مجذور فاصله دو جسم کاهش یافته و بستگی به جرم آنها دارد. نیوتون با بیان اصل گرانش عمومی در کتاب مشهورش "اصول ریاضی آموزش طبیعت"[۶۸] که در سال ۱۶۸۷ انتشار یافت، به استثنای تشریح مدارهای سیارات، نشان داد که چگونه ماه مسئول جذر و مد دریاهاست. او همچنین مدارهای بیضوی ستارگان دنباله دار و بسیاری از پدیده های طبیعی دیگر را تشریح نمود. در واقع، این "ادموند هالی"[۶۹] بود که با مطالعه ستارگان دنباله دار، دوست خود نیوتون را تشویق به انتشار کتابش نمود. نیوتون از این بیم داشت که عقایدش بوسیله دیگران ربوده شود و بهمین دلیل انتشار کتابش را به تاخیر انداخته بود. نیوتون مدتها فیلسوف و ریاضی دان آلمانی، "لیب نیتس"[۷۰] را متهم کرده بود که طرح حساب باقیه و فاضله (محاسبه دیفرانسیل) را از او ربوده است. در صورتیکه لیب نیتس آنرا جداگانه و بطور کاملا" مستقل توسعه داده بود. هالی، با استفاده از قانون گرانش عمومی، کشف نمود که ستاره دنباله داری که امروزه نام او را به خود گرفته است[۷۱] با مداری بیضوی شکل به دور خورشید چرخیده و هر ۷۶ سال یکبار به ملاقات ما زمینی ها می آید.

کیهان جبرگرا[۷۲]

جبراگرایی پا به عرصه کیهان علمی گذاشت. حرکات زمینی و سماوی بوسیله قوانین ریاضی توصیف و برای انسانها قابل فهم شد. اگر قطعه سنگی به هوا پرتاب شود، کافی است مکان و

68 - Principes mathématiques de la philosophie naturelle.
69 - Edmund Halley
70 - Leibniz
71 - Comète de Halley
72 - Déterministe

سرعت اولیه آن مشخص باشد تا بتوان محل و سرعت سقوط آنرا تعیین نمود. قطعه سنگ یقینا" تابع قانون گرانش عمومی بوده و بدون شک مسیر سهمی شکل را طی خواهد نمود. کیهان نامتناهی که با "توماس دیگز" و "جوردانو برونو" جنبه فلسفی و الهی بخود گرفته بود با اندیشه های نیوتون جنبه علمی نیز به ابعادش اضافه گردید. کیهان می بایست نامحدود باشد، زیرا اگر دارای حد و مرز بود می بایست در نقطه ای از آن مرکزی وجود داشته باشد و در این حالت، نیروی گرانش که همه چیز را بسوی خود جذب می نماید، تمامی اجزاء کیهان را بطرف این مرکز هدایت کرده و در آنجا مرکز بسیار بزرگی را ایجاد می کرد. چنین فرضیه ای با مشاهدات عینی کیهان مطابقت نمی کرد. برعکس، در کیهانی بی پایان، بدو ن حد و مرکز که در آن ستارگان بصورت متشابه تا بینهایت توزیع شده اند، نیروی گرانش خالص جهت خاصی نداشته و نتیجتا" خطر فروپاشی کیهان در یک نقطه خاص وجود نخواهد داشت.

در اواخر قرن هفدهم، انسان ناظر آسمان، کیهانی نامحدود و مملو از ستاره را مشاهده می نمود که خود، دیگر در مرکز آن قرار نداشت. انسان در کیهانی مکانیک و جبرگرا، مملو از اجرام بی جان که بر اساس قوانین منظم جابجا می شدند، قرار گرفته بود. بشر قادر بود به تنهایی و به لطف خردش این قوانین را کشف نماید. خداوند، همانند کیهان، لایتناهی و نامحدود، همواره حضور داشت ولی بیش از پیش دور بنظر می رسید. خدای تعالی بعد از آفرینش کیهان و تعیین تقدیرش، اکنون از دور ناظر تکامل آن می بود و دیگر در امور انسانها دخالت نمی کرد.

فرضیه خدا لازم نیست

این کیهان جدید دو اثر روانی متضاد ایجاد نمود. ترس از بینهایت بسیاری از افراد را در بر گرفت. "بلز پاسکال"[۷۳] فریادی از پریشانی کشیده و می گوید : "سکوت ابدی فضای لایتناهی مرا به وحشت می اندازد". او به اصول عقاید عفو و استحقاق ازلی پناه می برد تا به خدایی که از او اینچنان دور است نزدیک شود. ولی برای بسیاری از افراد دیگر، خرد انسانی می توانست به راز خدا و به قوانینی که بر کیهان حکمفرماست دست یابد. قرن هیجدهم، قرن علم و دانش بود. خداوند بیش از پیش دور بنظر می رسید. کیهان یا بصورتی که در قرن هیجدهم نامیده میشد، طبیعت، ماشینی بود که بدون کمک خداوند به تنهایی و اتوماتیک وار کار می کرد. اشاعه دانش، ایمان را در درجه دوم قرار داده بود. "پیر سیمون دو لاپلاس"[۷۴] که نسخه ای از کتابش بنام "مکانیک آسمانی"[۷۵] را به ناپلئون بناپارت هدیه

---

[73] - Blaise Pascal
[74] - Pièrre Simon de la Place

کرده بود بوسیله ناپلئون مورد خطاب قرار گرفت که چرا در کتابش حتی یکبار از معمار بزرگ (خداوند) کلمه ای به میان نیاورده است. لاپلاس در جواب با لحنی خشک پاسخ داد که به این فرضیه احتیاجی نداشته است. در این دوران، اعتماد به خرد و دانش بشر بیش از پیش افزایش یافته و انسان خردمند قادر به انجام هر کاری بود. این خوشبینی کلیه فعالیت های انسانی را در برگرفت. عقیده "توسعه" ظاهر گشت. انسان قادر به توسعه مداوم بوده و می توانست بسوی مطلوبیت بیشتر حرکت نماید. بشر قادر بود طبیعت را به خدمت خود گرفته و نهادهای سیاسی و اجتماعی را به نحو احسن توسعه دهد. در اواخر قرن هیجدم، نه تنها انقلاب صنعتی صورت گرفت بلکه انقلاب آمریکا در سال ۱۷۷۶ و انقلاب فرانسه در سال ۱۷۸۹ نیز بوقوع پیوست.

در قرن نوزدهم، با ظهور رومانتیسم، عکس العملی بر ضد کیهان مکانیکی و جبرگرای نیوتون ایجاد گشت. ولی جهان علمی کاملا" مستقر شده بودو انکار آن غیرممکن بنظر می رسید. دانش بشر مداوم در حال توسعه و خرد انسانی قادر به انجام هر کاری بود، حتی کشف یک سیاره جدید. در واقع، اورانوس، سیاره هفتم منظومه شمسی که بوسیله اخترشناس انگلیسی، "ویلیام هرشل"[۷۶] در سال ۱۷۸۱ کشف شده بود، در مدارش بدور خورشید نامنظم بوده و این مسئله قانون گرانش عمومی را نفی می کرد. ولی اگر سیاره هشتمی در نظر گرفته می شد، حرکت نامنظم اورانوس می توانست قابل توجیه باشد. اخترشناس فرانسوی، "اوربن لو وریه"[۷۷] مکان فرضی سیاره جدید را در آسمان تعیین نمود و سیاره هشتم که اسم نپتون را به خود گرفت در سال ۱۸۴۶ در همان محل فرضی کشف گردید. کشف سیاره نپتون بوسیله تلسکوپ و مشاهدات آسمانی صورت نگرفت، بلکه فقط بوسیله قلم، کاغذ و دانش بشر امکان پذیر شد. این یک دلیل اضافه تر برای عملکرد صحیح کیهان بوسیله قانون گرانش نیوتون بود.

انسانی که بوسیله کپرنیک از محل مرکزی کیهان دور شده و در کیهان بی پایان و نامحدود، ناچیز جلوه داده شده بود، انسانی که در کیهان مکانیکی نیوتون از خداوند فاصله گرفته بود، چنین انسانی، در قرن نوزدهم، فقط از طریق تسلسل الهی خود را تسکین می داد. گذشته از هرچیز، او از نسل آدم و حوا بود که هر دو بوسیله خدا آفریده شده بودند. حتی اگر او محل مرکزیش را در کیهان از دست داده بود ولی هنوز طفل محبوب خداوند محسوب می شد. در سال ۱۸۵۹، "چارلز داروین"[۷۸] با انتشار کتابش "منشاء گونه ها"[۷۹]، حتی این خوشنودی و تسلی را از انسان سلب نمود. داروین مدعی شدکه اجداد انسانها با عقب رفتن در زمان به ترتیب عبارتند از : پستانداران، خزندگان، ماهی ها، بی مهره گان و سرانجام، سلولهای

---

75 - Mécanique céléste
76 - William Hershel
77 - Urbain le Verrier
78 - Charles Darwin
79 - Origine des espèces

ابتدایی. تکامل بیولوژیکی محتاج زمان بسیار فراوانی بـود. عمـر کیهـان کـه بوسـیله کپلـر و نیوتون به ۶ میلیون سال تخمین زده شده بـود بـه زیـر سـئوال رفـت. بـرای ایـن تکامـل، میلیاردها سال زمان لازم بود. این مسئله با مطالعات زمین شناسی کاملا" تائید شده اسـت. کیهانی که در فضا وسعت گرفته بود اکنون ابعادش در زمان نیز افزایش می یافت. خداونـد بیش از پیش دور بنظر می رسید. در آستانه قرن بیستم، دانش و ایمان، علم و مـذهب هـر کدام راهی متفاوت در پیش گرفتند.

۲ – از راه شیری تا کیهان

کیهان قرن بیستم، کیهان "انفجار بزرگ"*[۸۰] است. امروزه، اکثر کیهانشناسان معتقدند کیهان در ۱۰ الی ۱۵ میلیارد سال قبل از یک حالت بی نهایت کوچک، گرم و متراکم با یک انفجار عظیم هستی خود را آغاز کرده است. ظهور این بینش جدید از کیهان اثرات بسیار مهمی در برداشت. در مدت نیم قرن، کیهان ساکن با ستارگان ثابت و بی حرکت به کیهانی پویا، در حال توسعه و مملو از تحرک و جنب و جوش مبدل شد. سکوت ابدی فضاهای نامحدود که لرزه به اندام پاسکال می انداخت جای خود را به سرو صدا و هیاهوی پرتلاطم داد و بی حرکتی و سکون تبدیل به تکامل مداوم و همیشگی گردید.

کیهان جدید با سرعت شگفت انگیزی افکار و عقاید عام را تحت تاثیر قرار داد ولی باید اشاره شود که جای بسی شگفتی است که در ابتدای قرن بیستم، هنوز وسعت راه شیری یعنی کهکشانی[۸۱] که منظومه شمسی و خورشید ما را در بر دارد کاملا" ناشناخته بود. صحبت از جهانهای دیگر در کهکشانهای دوردست و یا از کل کیهان هنوز در قلمرو مسائل علمی – تخیلی قرار داشت. با این حال، در ۵۰ سال گذشته، کیهانشناسی بتدریج وضعیت علم صحیح را به خود گرفت یعنی علمی که بر پایه مشاهدات دقیق و صحیح بنا شده و نه بر اساس سوداگری های فلسفی و تخیلی. این پیشرفت، قبل از هرچیز، مدیون توسعه عظیم تکنولوژی در دو قرن گذشته جهت جمع آوری نور گرانبهای اجرام آسمانی و ضبط آن است. زیرا این نور حامل اطلاعات بوده و وسیله ای است ممتاز در ارتباط انسان با بقیه کیهان. اعقاب نیوتون و "ولتر"[۸۲] با اعتماد تزلزل ناپذیر به خرد انسانی و به ظرفیت درایت او در کشفیات و درک قوانین طبیعی، با مشقت و رنج فراوان ابزارهای لازم برای مشاهده کیهان و ارضاء کنجکاوی خود را اختراع نمودند.

ضبط نور

نخست، برای جمع آوری و ضبط نور، احتیاج به "چشمهای" بسیار بزرگ بود. چشم ما با قطر تقریبا" یک سانتیمتری اش از گیرایی نور بسیار کمی برخوردار است. ولی با این وجود، چشم ما ابزار بسیار موثری است، زیرا کم نورترین ستاره ای که به چشم غیرمسلح، در یک شب بدون ماه و دور از نور کورکننده شهرها قابل رویت است، ۲۵ میلیون بار کم نورتر از ماه در

---

[80] - Big Bang

[۸۱] - کهکشان (Galaxie) به زبان یونانی (Galaktos) نامیده می شود که بمعنای شیر است.

[82] - Voltaire

حالت بدر می باشد. بتدریج، تلسکوپ ها به کمک چشم انسان آمدند. آنها بدو صورت به ما کمک می کنند. از یکطرف، تصاویر را بزرگ نموده و بما اجازه می دهند تا دیدی دقیق تر داشته باشیم و از طرف دیگر، پرتوهای بیشتری را جمع آوری می نمایند و بدینصورت، مشاهده ستارگان کم نورتر میسر می گردد. گالیله اولین کسی بود که در سال ۱۶۰۹ تلسکوپ را بسوی آسمان نشانه گرفت. او توانست با تلسکوپ کوچکش که عدسی آن ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر قطر داشت، جزئیات کوه های کره ماه و اقمار مشتری را آشکار نماید. گالیله با تلسکوپ خود توانست ستارگان تا یک هزارم برابر کم نورتر را مشاهده نماید و بدینصورت، ستارگان قابل شمارش در راه شیری که به هزاران عدد بالغ می شد به میلیونها ستاره افزایش یافت.

جستجو برای جزئیات بیشتر و تحقیق برای کشف ستارگان کم نورتر موجب شد که قطر تلسکوپ ها بتدریج افزایش یابد. یکی از مشهورترین اخترشناسان قرن بیستم، "جرج هال"[۸۳] بود که بزرگترین تلسکوپ های زمان خود را بنا نهاد. او توانست متمولین بزرگ را متقاعد کرده و از آنها کمک مالی بگیرد. "چارلز یرکز"[۸۴] یکی از ثروتمندان آن زمان که با فروش تراموا در شهر شیکاگو متمول شده بود به او کمک مالی کرده و هال توانست در سال ۱۸۹۷ ساخت یک تلسکوپ به قطر یک متر را در شهر "ویسکونسین"[۸۵] بعهده بگیرد. امروزه، این تلسکوپ هنوز یکی از بزرگترین تلسکوپهای انکساری جهان محسوب می گردد. ولی عصر تلسکوپهای انکساری بسیار زود پایان یافت. ذره بین های با قطر بیش از یک متر، بدلیل وزن سنگین و ضخامت زیادشان مناسب نبودند و بدینصورت، عصر تلسکوپهای انعکاسی فرا رسید که در آنها نور از طریق یک آینه بزرگ سهمی شکل جذب می شد. این بار، هال به کمک ثروتمندی دیگر بنام "آندرو کارنژی"[۸۶] در کوهستان ویلسون، زیر آسمان زیبای کالیفرنیای جنوبی، دو تلسکوپ ساخت. اولی به قطر ۱/۵ متر در سال ۱۹۰۸ و دومی، بزرگتر به قطر ۲/۵ متر در سال ۱۹۲۲. ولی کار هال هنوز به پایان نرسیده بود. او در رویاهایش، خواب تلسکوپی به قطر ۵ متر را می دید تا بوسیله آن بتواند کم نورترین ستارگان را در سرحدات کیهان مشاهده نماید. حکایت می کنند روزی در دهه ۱۹۳۰، جان راکفلر، بنیانگذار کمپانی نفتی استاندارد اویل به هال تلفن می زند. راکفلر در مجله ای شرح رویای هال را خوانده بود. او از هال هزینه ساختن چنین تلسکوپی را سئوال می نماید، هال جواب می دهد، دو میلیون دلار (دلار دهه ۱۹۳۰) و راکفلر بدون تردید این هزینه را تقبل می کند. تلسکوپ ۵ متری که در سال ۱۹٤۸ در کوهستان دیگری بنام "پالومار"[۸۷] در کالیفرنیای جنوبی افتتاح شد تا سالهای ۱۹۷۰ بزرگترین تلسکوپ انعکاسی جهان محسوب می

---

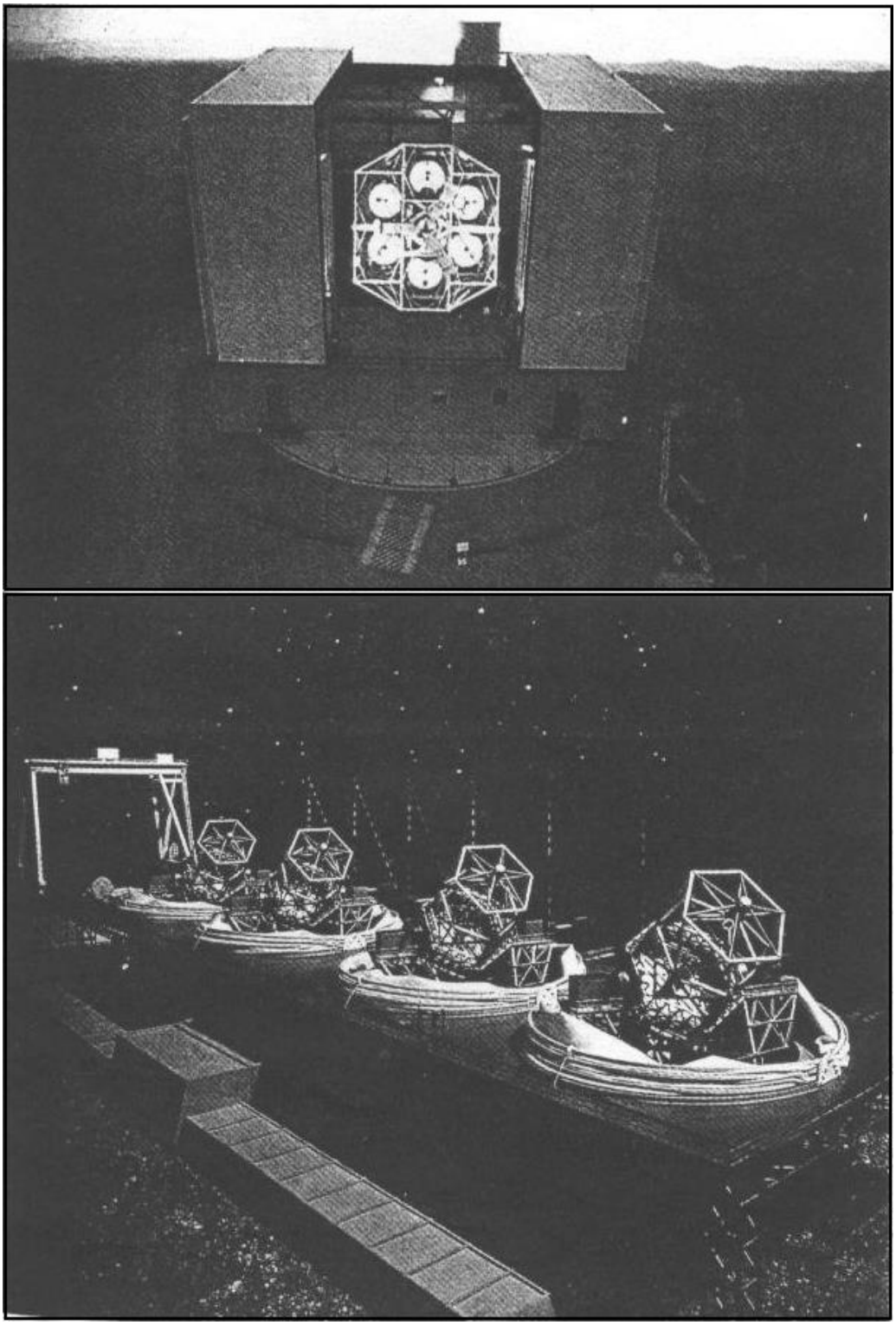
[83] - George Hale
[84] - Charles Yerkes
[85] - Wisconsin
[86] - Andrew Carngie
[87] - palomar

شد. این تلسکوپ با ابزارهای مدرنش مشاهده ستارگانی که تا ٤٠ میلیون بـار کـم نـورتر از ستاره های قابل رویت به چشم غیرمسلح هستند را امکان پذیر می سازد.
امروزه، گنبدهایی شامل دهها تلسکوپ با قطرهای بیش از ۳ متر در قله کوهها و دور از نور شهرها، در سراسر جهان، از آریزونا تا هاوایی و از کالیفرنیا تا شیلی پراکنده اند و هـر شـب برای جمع آوری و ضبط نور به طرف آسمان نشانه می روند. با این همه، تحقیـق و پـژوهش پایان نیافته و ساخت تلسکوپ های با قطر ۱۰ تا ۱۵ متر در دست بررسی اسـت. آینـه هـای چنین تلسکوپ هایی یک پارچه نخواهند بود زیرا یک آینه بـزرگ بـا چنـین ابعـادی آنچنـان سنگین خواهد شد که قادر به حفظ شکل سهمی خود نبوده و نتیجتا" تصاویر کسب شـده از کیفیت خوبی برخوردار نخواهند بود. این تلسکوپ متشکل از چندین آینـه خواهـد بـود و از اجتماع چندین تلسکوپ تشکیل خواهد شد که هر کدام٤ تا ۸ متـر قطـر خواهنـد داشـت و قدرت آنها ۱۰ برابر بیشتر از قدرت تلسکوپ پالومار خواهد بود (شکل ۱۱).

حفظ نور

بعد از تلاش های فراوان در کسب نور، مشکل بعدی حفظ و ضـبط آنسـت. در واقـع، بایـد تصویر بدست آمده را در جایی ضبط نمود تا سپس بتـوان آنـرا مـورد بررسـی قـرار داد. مشاهده آسمان از طریق تلسکوپ و انتقال تصویر بترتیب به شبکیه چشم، سلسـله اعصـاب بینایی و سرانجام مغز جهت احساس یک تصویر زیبا به تنهـایی کـافی نبـود، بـا ایـن وجـود، اخترشناسان اولیه چاره دیگری نداشتند. گالیله جهت بخاطر سپردن تصاویر در حافظـه اش، آنها را روی کاغذ ترسیم می کرد. این مشکل با اختـراع عکاسـی بوسـیله مختـرع فرانسـوی، "نیسفور نیپس"[88] در سال ۱۸۲۶، بر طرف شد. اخترشناسان با فن عکاسی توانستند هزاران ستاره را بر روی یک صفحه شیشه ای ثابت نگاه دارند. از طریق عکاسی، نور روی یک صفحه بزرگ جمع آوری و ذخیره شد و بدینصورت، صفحه عکسبرداری به قدرت تلسکوپ هـا در رویت ستارگان کم نورتر افزود و اجازه داد مطالعه آسمان بصورت اصولی صورت پذیرد.
صفحه عکسبرداری تا سالهای ۱۹۷۰ رایج بود ولی از آن به بعد، موج یاب الکترونیکی جانشـین آن گردید. موج یاب الکترونیکی چنان حساس است که قادر اسـت در مـدت نـیم سـاعت آنقدر نور جمع آوری نماید که یک صفحه عکسبرداری در طول یک شب کامل می توانسـت به این مهم نائل آید.

[88] - Nicephore Niepce



شکل ۱۱ : تلسکوپ های بزرگ آینده. تلسکوپ های بزرگ آینده بصورت یکپارچه نخواهند بود. آنها دارای آینه های متعددند. عکس بالا یک تلسکوپ چندآینه ایی را در آریزونای آمریکا نشان می دهد. این تلسکوپ که هم اکنون مورد استفاده است از ۶ آینه کوچک که هرکدام به قطر ۱/۸ متر هستند تشکیل شده است. قدرت این تلسکوپ برابر با یک تلسکوپ تک آینه ای بقطر ٤/٥ متر است ولی هزینه ساخت اولی بمراتب کمتر است (

عکس از : Smithsonian institution). در پائین، عکسی از پروژه آینده تلسکوپ بسیار بزرگ اروپایی دیده می شود. این تلسکوپ به چهار تلسکوپ که هر کدام قطر ۸ متری دارند تفکیک می شود. قدرت این تلسکوپ بزرگ برابر با قدرت یک تلسکوپ ۱۶ متری خواهد بود. طاق گنبدهایی که از تلسکوپ ها محافظت می نمایند دیگر مانند گذشته از آجر و فولاد نبوده بلکه از سازه های پلاستیکی می باشد که می توانند باز و بسته شوند و بدینصورت مشاهدات سهل تر انجام خواهد گرفت. این تلسکوپ در دهه ۱۹۹۰ بوسیله رصدخانه اروپای جنوبی ساخته خواهد شد. در این پروژه، کنسرسیوم اخترشناسی هشت کشور شرکت دارند که عبارتند از : آلمان، بلژیک، دانمارک، فرانسه، ایتالیا، هلند، سوئد و سوئیس (عکس از : European Southern Observatory).

تجزیه نور

همه ما رنگین کمان را دیده ایم. کمانی چندرنگ که گه گاه ، بعد از بارش باران، در جهت مخالف خورشید شکل می گیرد. راز رنگین کمان برای اولین بار در سال ۱۶۶۶ بوسیله نیوتون کشف شد. این عبور نور سفید خورشید از لابلای قطره های باران است که نمایش شگفت انگیز رنگهای قرمز، پرتقالی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را عرضه می نماید. قطره های باران مانند منشورهای شیشه ای عمل کرده و نور خورشید را به رنگهای مختلف تجزیه می نمایند.

به همان طریق که باران نور خورشید را تجزیه می کند، اخترشناس نیز با دستگاهی بنام "طیف سنج" نور اجرام سماوی را که بوسیله تلسکوپ کسب شده تجزیه و مورد مطالعه قرار می دهد. این دستگاه که در اوائل قرن بیستم بوسیله مخترع آلمانی، "فران هوفر"[۸۹] اختراع شده بود، بزودی ترکیب شیمیایی و حرکت ستارگان و کهکشانها را آشکار ساخت. بنابراین می توانیم فعالیت اخترشناس را بدینصورت خلاصه نمائیم : کسب نور بوسیله تلسکوپ، ضبط آن بر روی صفحه عکسبرداری یا موج یاب الکترونیکی و سپس مطالعه آن با تجزیه نور بوسیله دستگاه طیف سنج.

نورهای جدید

ولی آیا این تعریف با واقعیت اختر شناسی معاصر مطابقت دارد؟ قبلا" از اخترشناسی قابل رویت یعنی از نوری که به چشمان ما حساس است صحبت شد. باری، نورها و پرتوهایی موجودند که چشم ما قادر به مشاهده آنها نیست و نورهای قابل رویت در برابر چنین نورهایی در اقلیتند. در ابتدا، باید از اشعه گاما و اشعه ایکس نام برد. این اشعه ها چنان انرژی زا هستند که براحتی از بدن قابل عبورند. یقینا" شما عکس هایی را که با اشعه ایکس

[89] - Fraun Hofer

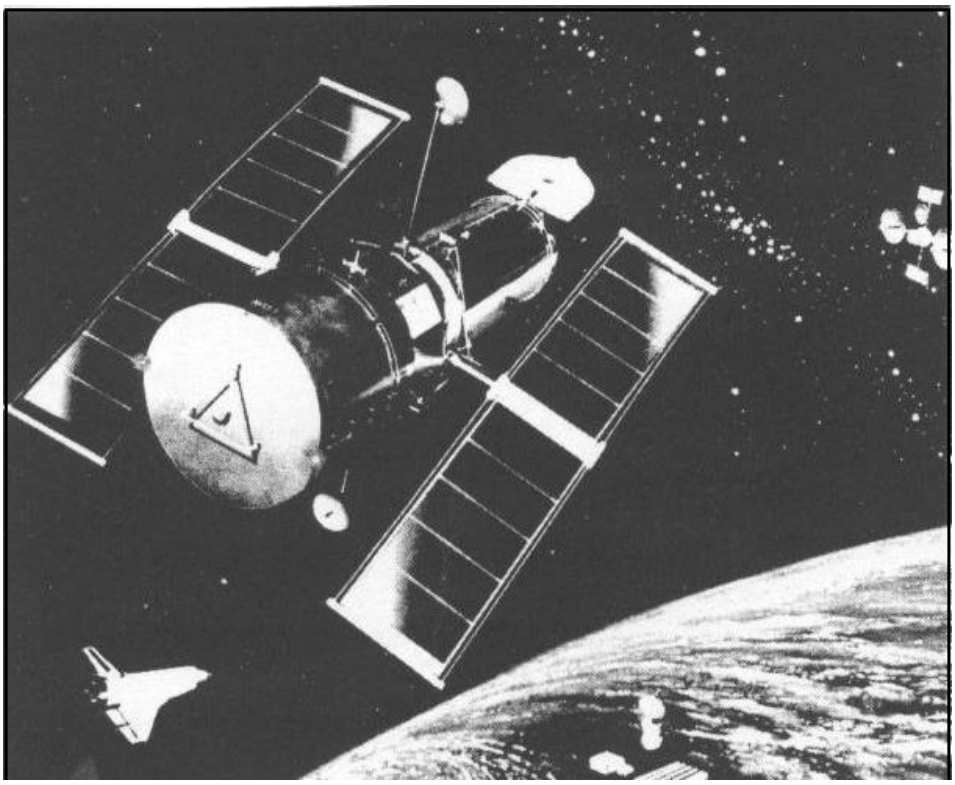
از ریه هایتان گرفته شده را مشاهده کرده اید. در ردیف بعدی، سپس، اشعه ماوراء بـنفش قرار گرفته است که انرژی کمتری دارد ولی قدرت آن آنچنـان اسـت کـه اگـر بـه میـزان فراوان به بدنتان برسد موجب سوختگی سلولهای بدن و ایجاد سرطان می شـود. سـرانجام، اشعه های دیگر بترتیب تقلیل انرژی عبارتند از : اشعه یا نورهای قابل رویت که قبلا" از آنهـا صحبت شده است، اشعه مادون قرمز، اشعه ریز موج (میکـرو ویـو) کـه از آن در سـاختن اجاقهای ماکرو ویو استفاده می شود و اشعه رادیو که از همه نورها کم انرژی تر است. همین اشعه است که از مراکز فرستنده به رادیو و تلویزیون ما ارسال می شود (به توضیح شـماره ۱ مراجعه شود).

آیا می توان قبول کرد کیهان برای شناسایی خود بما از میان تمامی این اشعه ها، فقط نورهای قابل رویت را انتخاب کرده باشد؟ این برهان دور از حقیقت و برخلاف قضـیه کپرنیـک مـی باشد. گذشته از هر چیز، این واقعیت که چشم انسان فقط حساس به نور قابل رویـت اسـت فقط ناشی از تکامل بیولوژی انسان است که داروین به آن معتقد بود. بخش مهمی از اشـعه های خورشیدی که از آتمسفر زمین می گذرند، طبعا" قابل رویتند و طبیعت بمـا چشـمهایی اعطاء کرده تا بتوانیم آنها را ببینیم ولی نباید انتظار داشت که کیهان، طبیعت چشـمهایمان را در نظر گیرد. در واقع، خورشید، خود، کلیه اشعه ها را منتشر می نماید ولی اشعه های قابـل رویت در آنها از اکثریت برخوردارند. آتمسفر زمین، ما را از اشعه های انرژی زای خورشـید نظیر اشعه ایکس و اشعه ماوراء بنفش حفظ می نماید و بدینصورت، امکان توسـعه و تکامـل زندگی را فراهم می سازد(این محافظـت در مـورد اشـعه مـاوراء بـنفش کامـل نیسـت. اشخاصی که در کنار دریا به آفتاب گرفتن طولانی دست می زنند با بدنی سوخته به عواقب ناشی از دریافت زیاد اشعه ماوراء بنفش پی می برند).

کاملا" واضح است اگر تنها نور قابل رویت در نظر گرفته شود، مشاهداتمان از کیهان ناقص خواهد بود. برای اثبات این مسئله فرض کنیم ناگهان چشمان شما فقط به یک رنگ حسـاس شوند، رنگ آبی. مشاهدات شما از جهان خارج ناقص خواهد بود. البته هنوز می توانید رنـگ آبی آسمان و دریا را مشاهده نمائید ولی سـبزی درختـان، گلهـای رز معطـر، شـقایق هـای صحرایی و پروانه های رنگارنگ از جهان شما ناپدید خواهد گشت و ایـن جـای بسـی تاسـف است.

بدینصورت، اخترشناس مدرن چشمهای جدیدی را برای خود ایجاد نمود. توسعه رادارهـا در بعد از جنگ جهـانی دوم موجـب پیـدایش نجـوم رادیـویی در دهـه ۱۹۵۰ شـد. پیشـرفت فضانوردی و فتح فضا در دهه ۶۰ میلادی، انسان را از آتمسفر زمین گذراند و با اسـتفاده از تلسکوپ های قوی مستقر بر روی اقمـار مصـنوعی، موشـکها و سـفینه هـا، سـرانجام بشـر توانست از طریق اشعه های ایکس، ماوراء بنفش و مادون قرمز، کیهان را مشاهده نماید. در

سال ۱۹۹۰، موشک فضایی آمریکا بنام "چالنجر"[۹۰] ، تلسکوپی فضایی به قطر ۲/۵ متر را در مدار زمین قرار داد. این تلسکوپ در اشعه های ماوراء بنفش، قابل رویت و مادون قرمز عمل می نماید. قدرت دید آن ۵۰ برابر بیشتر از بزرگترین تلسکوپهای زمینی است و ۱۰ برابر دقیق تر جزئیات ستارگان را تفکیک می نماید. این تلسکوپ که از زمین هدایت می شود هر سی ماه یکبار بوسیله سفینه های فضایی کنترل می شود تا نقائص آن رفع گردد.[۹۱] (شکل ۱۲)



شکل ۱۲ : تلسکوپ فضایی هابل. این تلسکوپ با قطر ۲/٤ متر به نام کاشف انبساط کیهان، "ادوین هابل"[۹۲] معروف است. این تلسکوپ می بایست در سال ۱۹۸۶ به مدار زمین فرستاده شود ولی بدلیل انفجار چالنجر، این ماموریت در سال ۱۹۹۰ انجام گرفت. تلسکوپ هابل قادر است ۷ برابر دورتر و ۱۰ برابر دقیق تر از بزرگترین تلسکوپهای زمینی عمل نماید و بدینصورت، بما اجازه می دهد تا در زمان عقب رویم و به دوران تشکیل کهکشانها برسیم، یعنی چندین میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ. تلسکوپ فضایی هابل از زمین کنترل شده و پیش بینی می گردد تا ۱۵ سال بتواند به عملیاتش ادامه دهد. سفینه های فضایی تقریبا" هر ۳۰ ماه یکبار بطرف آن رفته و ماموریت فضانوردان، تعمیر و تعویض قطعات خواهد بود. حتی آوردن تلسکوپ به زمین، تعمیر آن و باز قراردادن آن در مدار زمین نیز امکان پذیر خواهد بود (عکس از NASA).

---

[90] - Challenger

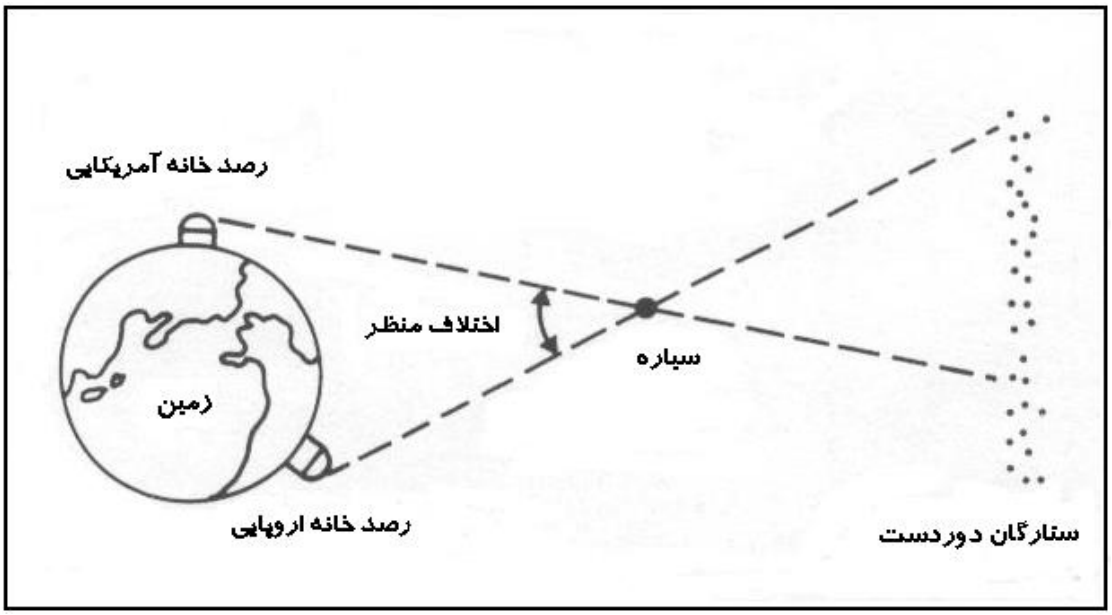
[۹۱] - تلسکوپ فضایی هابل (شکل ۱۲) که در سال ۱۹۹۰ به مدار زمین فرستاده شد بعد از چند هفته کار عادی بدلیل عیب یکی از آینه هایش از کار افتاد. برای تعمیر آن، موشک چالنجر به فضا پرتاب شد و با تعمیر آن، کیفیت تصاویر ارسالی به زمین اصلاح گردید (مترجم).

[92] - Edwin Hubble

سرحدات راه شیری

اکنون با تلسکوپ ها، با صفحات عکسبرداری و با دستگاههای طیف سنج به اکتشاف وسعت کیهان می پردازیم. در قرن نوزدهم، ابعاد منظومه شمسی شناخته شده بود. فاصله بین سیارات از طریق اصل "اختلاف منظر" محاسبه می شد. اجرام آسمانی نزدیک، زمانیکه از دو نقطه مختلف در زمین، مشاهده می شدند، بنظر می رسید که موقعیت آنها نسبت به ستارگان دوردست تغییر می یابد. کافی بود سیارات را هم زمان از دو رصدخانه در دو مکان مختلف عکسبرداری کرد. هرچقدر فاصله این دو رصدخانه بیشتر بود (ترجیحا" در دو قاره مختلف) فاصله سیارات آسان تر بدست می آمد (شکل ۱۳). با محاسبه اختلاف منظر (زاویه مربوط به تغییر وضعیت)، فاصله سیاره از زمین، با توجه به فاصله مشخص بین دو رصدخانه، با یک حساب ساده و از طریق مثلثات حاصل می شد.

از این طریق مشخص شد نور خورشید دقیقا" ۸ دقیقه وقت صرف میکند تا بما برسد و بدینصورت، خورشید ۸ دقیقه نوری با زمین فاصله دارد، یعنی ۱٤۷ میلیون کیلومتر. نپتون، همان سیاره ای که از طریق محاسبات کشف شد، ٤ ساعت نوری با زمین فاصله دارد. ولی فاصله ستارگان بیشمار دیگر که گالیله با تلسکوپش در راه شیری دیده بود تا زمین چقدر است؟ آیا راه شیری حدی دارد؟ یا برعکس، آیا راه شیری در کیهان نامحدود نیوتونی تا بینهایت توسعه می یابد؟ شکل کهکشان راه شیری چگونه است؟ کروی یا مسطح؟ جواب این سئوالات آشکار و قطعی نیست. کیهان در گنبد آسمانی بصورت دوبعدی ظاهر می گردد. کیهان همانند تصویر یک تابلوی بزرگ است که در آن نقاش، قاعده دورنمایی را فراموش کرده باشد. با مشاهده مستقیم کیهان، بعد سوم یعنی عمق صحنه کیهانی، مشخص نخواهد شد.



شکل ۱۳ : محاسبه فاصله سیارات تا زمین. وضعیت های مختلف یک سیاره نسبت به ستارگان دوردست که بوسیله دو رصدخانه مختلف، هم زمان اندازه گیری می شود بستگی به زاویه اختلاف منظردارد. هرچقدر فاصله دو رصدخانه بیشتر یا اینکه سیاره نزدیکتر باشد، این زاویه بزرگتر خواهد بود. بدینصورت، با توجه به اندازهگیری این زاویه و با شناخت فاصله دو رصدخانه از یکدیگر، فاصله زمین از سیاره مشخص می گردد.

یک قرص[۹۳] باریک و مسطح

فرضیه های مختلفی در مورد شکل و طبیعت راه شیری ارائه گردید. تا ایجاد یک نظم جدید کیهانی، راه شیری هنوز کل کیهان محسوب می شد. در سال ۱۷۵۰، "توماس رایت"[۹۴] انگلیسی، معتقد بود کیهان مانند قشری باریک از ستارگان است که بین دو کره متحدالمرکز قرار داشته و خداوند در مرکز این کروات قرار می گیرد. کیهان رایت، بیشتر کیهانی اسطوره ای و فلسفی بود تا علمی. او کیهانهای متعدد دیگری را نیز پیشنهاد کرد که همگی با یکدیگر در تضاد قرار داشتند. ولی رایت پدیده بسیار مهمی را در راه شیری کشف نمود که هر انسان خردمندی در یک شب زیبای تابستان با مشاهده ابر مایل به زرد در آسمان به آن پی خواهد برد. رایت بدرستی کشف نمود که توزیع ستارگان در آسمان یکنواخت و متشابه نبوده و نتیجه گیری کرد که خورشید و زمین باید در لایه بسیار باریکی از ستارگان قرار گرفته باشند. یک نفر در زمین که آسمان را در جهت مماس به این لایه باریک کروی مشاهده می نماید، در مسیر نگاهش، ستارگان بی شماری را خواهد دید. این ستارگان بصورت یک نوار بزرگ مایل به زرد در آسمان پخش شده اند. برعکس، اگر او نگاهش را

[93] - Disque
[94] - Thomas Wright

بصورت عمودی بطرف لایه باریک هدایت کند، در خارج از نوار مایل به زرد، ستارگان کمی را مشاهده خواهد نمود.

در سال ۱۷۷۵، فیلسوف آلمانی، امانوئل کانت، با استفاده از عقاید رایت، مدعی شدکه شکل کروی برای تشریح ظواهر راه شیری مناسب نیست و بدینصورت، کیهان از شکل قشر باریک کروی به قرص مسطح تغییر شکل داد. کانت با الهام از حرکت سیارات بدور خورشید، عنوان نمود که ستارگان نیز بدور مرکز قرص مسطح در گردشند، ولی بدلیل فاصله بسیار فراوان آنها تا مرکز، گردش آنها قابل مشاهده نیست. او عقیده داشت که قرص راه شیری تا بینهایت ادامه نداشته و محدود است. بنابراین، می بایست کیهانهای دیگری نیز همانند کیهان ما در بالاتر از مرزهای راه شیری وجود داشته باشد. این کیهانهای جزیره ای، آنطوری که کانت آنها را نامیده بود، شاید همین لکه های سحابی حلزونی شکل بودند که ستاره شناس انگلیسی، ویلیام هرشل کشف کرده بود. در هر حال، در آن دوران، این کشفیات قابل تحسین بود زیرا امروزه، وجود آنها کاملا" به اثبات رسیده است.

ولی کشفیات استثنایی به تنهایی کافی نبود. ویلیام هرشل، کاشف سیاره اورانوس، موسیقی دانی که شغلش را جهت مطالعه موسیقی آسمانها کنار گذاشته بود، اولین کسی بود که در سال ۱۸۷۰، سعی نمود بطریق علمی وسعت کهکشان راه شیری را محاسبه نماید. هرشل بدلیل عدم شناخت فاصله ستارگان تا زمین، در انجام این امر ناکام ماند. ولی دلیرانه سعی کرد با شمارش ستارگان در جهات مختلف، شکل راه شیری را مشخص نماید. راه شیری در جهتی که ستارگان بیشتری در بر داشت، وسعتش بیشتر بود تا در جهت ستارگان کمتر. این روش تحلیل، زمانی می تواند صحیح باشد که اگر درخشندگی کلیه ستارگان یکسان باشد، اگر ستارگان بصورت یکنواخت در راه شیری توزیع شده باشند، اگر مشاهده ستارگان تا جداره های خارجی راه شیری امکان پذیر باشد و سرانجام، اگر در کهکشان راه شیری چیزی برای جذب نور ستارگان وجود نداشته باشد. امروزه، می دانیم که هیچ یک از این شرایط وجود ندارند. ستارگان می توانند ۱۰ برابر کمتر یا ۱۰۰.۰۰۰ برابر نورانی تر از خورشید باشند. آنها بطور یکنواخت در راه شیری توزیع نشده اند و بویژه، ذرات غبار ستارگان نور آنها را جذب کرده و موجب تقلیل درخشندگی آنها می شود و نتیجتا" ستارگان در کنار جداره های خارجی کهکشان غیرقابل رویت می باشند. بنابراین، هرشل، شکل راه شیری را مسطح تعیین نموده و مرکزش را خورشید قرار دادولی جذب نور ستارگان بوسیله غبار موجب شد که جداره های راه شیری بصورتی بسیار نامنظم تعیین گردد.

خورشید ویژگی خاصی ندارد

برای کشف موسیقی کیهانی یا ملودی اسرارآمیز می بایست بهر قیمتی شده در ژرفنای فضا نفوذ نمود. تعیین فواصل در مسافت دورتر از منظومه شمسی با استفاده از ستارگان نزدیک صورت می گیرد. بازهم "اختلاف منظر" به کمک اخترشناس می آید. چون ستارگان از سیارات بسیار دورترند، نتیجتا"، فاصله دو نقطه مشاهده در زمین می بایست به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتوان تغییر وضعیت ستاره نزدیک را نسبت به ستارگان دوردست محاسبه نمود.

اخترشناس از حرکت انتقالی زمین به دور خورشید استفاده نمود.دو مشاهده همزمان از دو رصدخانه مختلف، جایش را به دو مشاهده متوالی از دو موقعیت مختلف زمین در مدارش بدور خورشید داد. برای حداکثر کردن فاصله بین دو موقعیت مختلف زمین، شش ماه به شش ماه از ستاره ها عکسبرداری شد (شکل ١٤). بدینصورت، قاعده مثلث دید که قبلا" قطر زمین بود (به شکل ١٣ مراجعه شود) یعنی چیزی در حدود ١٠.٠٠٠ کیلومتر به محور مدار بیضوی زمین به دور خورشید تبدیل گردید (در حدود ٣٠٠ میلیون کیلومتر)(شکل ١٤). از این طریق، فواصل صدها ستاره نزدیک محاسبه شد. متاسفانه برای فواصل بسیار دور، اختلاف منظرها بیش از پیش کوچکتر می شدند و تعیین فواصل دقیق با مشکل مواجه می شد. محاسبه فاصله ستاره هایی که با ما بیش از ١٠٠ سال نوری فاصله دارند از طریق روش اختلاف منظر امکان پذیر نخواهد بود.

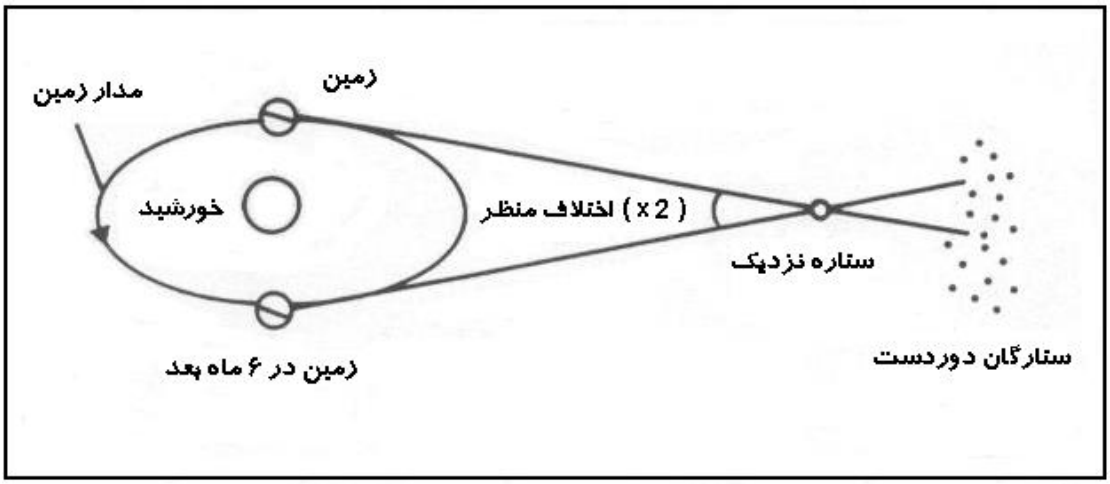
ولی سیاحت در عمق یک گوشه کوچک کیهان (منظور راه شیری است)، مشخص نمود که چه میزان منظومه شمسی در برابر کیهان نامحدود ناچیز است. اندازه منظومه شمسی بر حسب ساعت نوری محاسبه می گردد (سیاره پلوتون که در سال ١٩٣٠ کشف شد و در سرحدات نهایی منظومه شمسی قرار دارد، فاصله اش از زمین ٥/٢ ساعت نوری است). در حالیکه فاصله بین ستارگان به سال نوری محاسبه می گردد (یک سال نوری برابر با ٨٧٦٠ ساعت نوری است). آسمان بینهایت خالی است. نزدیکترین ستاره به خورشید، ٤ سال نوری با آن فاصله دارد. ستاره "شعرای یمانی"[٩٥] و ستاره "نسر واقع"[٩٦] به ترتیب ٨ و ٢٢ سال نوری با خورشید فاصله دارند.

ترکیب فاصله ستارگان نزدیک با درخشندگی ظاهریشان معرف درخشندگی واقعی این ستارگان می باشد، این مسئله موجب حل مجادله ای قدیمی بین کپلر و نیوتون گردید. کپلر عقیده داشت درخشندگی ستاره شعرای یمانی و ستارگان دیگر بسیار کمتر از خورشید است در حالیکه نیوتون نتیجه گیری می کرد که درخشندگی آنها مانند خورشید و یا بیشتر از آن می باشد. هرشل، از این فرضیه برای تعیین شکل کهکشان راه شیری استفاده نمود. در میان ستارگان نزدیک، بعضی ها نورانی تر از خورشید و برخی کم نورتر از آنند. کپرنیک می

---

[95] - Sirius
[96] - Vega

گفت زمین در کیهان پهناور، نقطه ناچیزی است و اهمیت چندانی ندارد. نـور خورشـید نیـز همچنین در برابر درخشندگی عظیم ستارگان دیگر ناچیز است.



شکل ١٤ : محاسبه فواصل ستارگان نزدیک. مشاهده یک ستاره نزدیک در دو زمان مختلف در عـرض یکسـال، معرف تغییر وضعیت این ستاره نسبت به ستارگان دوردست خواهد بود.این تغییر وضـعیت ناشـی از حرکـت واقعی ستاره نزدیک نبوده بلکه نتیجه خطای بصری است که بدلیل گردش انتقالی زمین بدور خورشید ایجـاد شده است. نصف زاویه ای که قاعده اش خطی مستقیم از دو نقطه مشـاهده زمـین در ۶ مـاه متـوالی بـدور خورشید است را اختلاف منظر می گویند. هرچقدر این زاویه کوچکتر باشد، ستاره مـورد نظـر دورتـر خواهـد بود. از اینطریق، با محاسبه این زاویه و با شناخت فاصله زمین تا خورشید، می توان فاصـله زمـین تـا سـتاره را بدست آورد.

ستارگان متحرکند

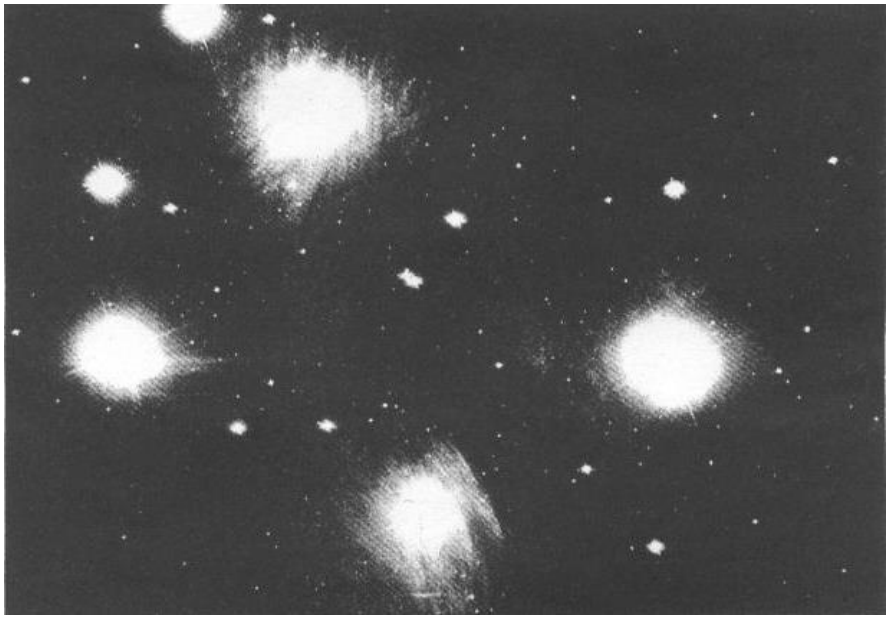
استفاده از دستگاه طیف سنج مشخص نمود که مرزهای کیهان باید همواره دورتر در نظـر گرفته شوند. ستارگان که تا آن زمان، ثابت در آسمان در نظر گرفته می شدند شـروع بـه حرکت کردند. حرکت ستارگان از یک سو، بوسیله دسـتگاه طیـف سـنج و از سـوی دیگـر، بوسیله کشف بزرگ فیزیکدان اتریشی، "یوهان کریستیان دپلر"[۹۷] مشخص گردید. در سال ۱۸٤۲، دپلر در شهر پراگ کشف نمود زمانیکه جسم متحرکی به شخصی نزدیک مـی شـود، صدای آن بتدریج زیرتر (بیشتر) می شود در حالیکه، در حال دور شدن، صدای آن بتـدریج بم تر (آهسته تر) خواهد شد. این "اثر دپلر"* را همگی ما بارها احساس نموده ایم. سـوت ترنی که وارد ایستگاه قطار می شود برای کسی که در آنجا ایستاده، زیرتـر اسـت و سـوت

[97] - Johan Christian Doppler

ترنی که ایستگاه را ترک می کند بم تر خواهد بود. همانند صدا، "اثر دپلر" شامل نـور نیـز می گردد. وقتی جرمی نورانی از ما دور می شود، درخشندگی اش بم تر می گردد. نور ایـن جرم بسوی قرمز گرایش پیدا کرده و از انرژی اش کاسته می شود، در صورتیکه، اگـر جـرم نورانی بما نزدیک شود، درخشندگی اش زیرتر شده و نور آن بسوی آبی گرایش پیـدا مـی کند و انرژی اش افزایش خواهد یافت. هرچقدر سرعت نزدیک شدن یا دورشـدن بیشـتر باشد، تغییرات رنگها شدیدتر خواهد بود. دستگاه طیف سنج، بـا تعیـین رنگهـا، بـه آسـانی حرکت ستارگان را مشخص می نماید. این دستگاه نور ستارگان را تجزیه کرده و از اینطریق، تغییر رنگها را محاسبه می نماید و در نتیجـه، سـرعت نزدیـک و یـا دور شـدن سـتارگان را مشخص خواهد نمود (به توضیح شماره ۱ مراجعه شود). اگر روزی در اتوبان بدلیل سـرعت زیاد جریمه شدید، بدانید که قربانی "اثر دپلر" شده اید. برای محاسبه سـرعت اتوموبیـل شما، کافیست مامور پلیس نور رادیویی رادارش را به عقب ماشین تان بیاندازد، تغییر رنـگ یا تغییر فرکانس موج رادیو، که بوسیله حرکت اتوموبیل در رادار منعکس می شود، دقیقـا" سرعت شما را مشخص می نماید.

همگرایی ستارگان در آسمان

"اثر دپلر" مشخص نمود خورشید نسبت به ستارگان نزدیک با سرعت ۲۰ کیلومتر در ثانیه تغییر مکان می دهد. بدینصورت، ساکن بودن خورشید که از زمان کپرنیک پابرجا مانده بود، نفی گردید. همچنین مشخص شد که کلیه ستارگان در حرکتند. مطالعه حرکت ستارگان در "خوشه های ستاره ای"* مشخص نمود که مرزهای کیهان باید بسیار بسیار دور تر در نظـر گرفته شوند. این خوشه ها از تجمع صدها ستاره بوجود آمده و بنظر می رسـددر گـردهم آیی آنها نیروی گرانش نقشی نداشته (این ستارگان بعد از چند صد میلیون سال پراکنده می شوند)، بلکه تجمع آنها ناشی از فروپاشی و تکه تکه شدن یک ابر میان ستاره ای است (شکل ۱۵).



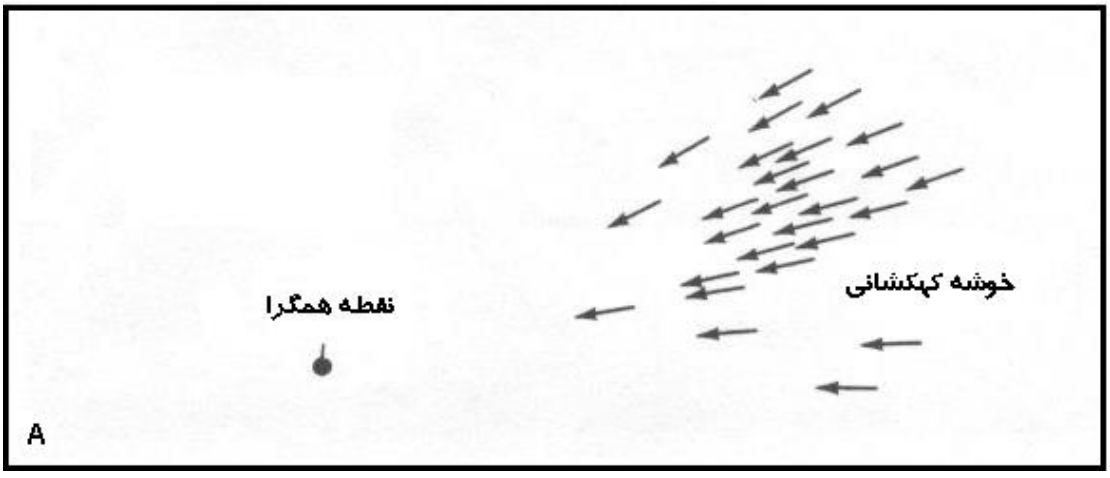
شکل ۱۵ : یک خوشه ستاره ای در راه شیری. این عکس درخشنده ترین ستارگان خوشه ستاره ای پروین را نشان می دهد (۶ ستاره از درخشنده ترین ستارگان این خوشه به چشم غیرمسلح قابل رویت می باشند). این خوشه ستاره ای صدها ستاره جوان را در بر دارد (تاکنون ۲۵۰ ستاره شمارش شده است و عمر متوسط آنها صدها میلیون سال است). این ستارگان بوسیله نیروی گرانش بیکدیگر مرتبط نبوده و بعد از میلیونها سال از یکدیگر جدا خواهند شد). اجتماع آنها با یکدیگر ناشی از حادثه تولد آنهاست. آنها از یک ابر گازی میان ستاره ای که فروپاشیده و تکه تکه شده است زاده شده اند. حالت کدر اطراف درخشنده ترین ستارگان خوشه، در واقع، باقیمانده همان ابر گازی می باشند. (عکس از : Hale Obdervatories)

خوشه های ستاره ای نیز مانند خورشید و ستارگان دیگر متحرکند. ستارگان یک خوشه خط سیری موازی در فضای میان ستاره ای را دنبال می نمایند ولی اثر دورنمایی این تصور را ایجاد می نماید که ستارگان، همگی به سوی نطقه ای واحد در فضا همگرا شده اند. این نقطه به "نقطه همگرا"* معروف است. درک این مطلب ساده است. در ایستگاه قطار مشاهده می شود ریل های موازی، همگی به سوی نقطه ای در افق همگرا می شوند (شکل ۱۶). این حرکت همگرای ستارگان یک خوشه ستاره ای چنان کند و ناچیز است که برای مشاهده آن باید با صبر و حوصله فراوان ستارگاه خوشه را به فاصله ده سال به ده سال عکسبرداری نمود.

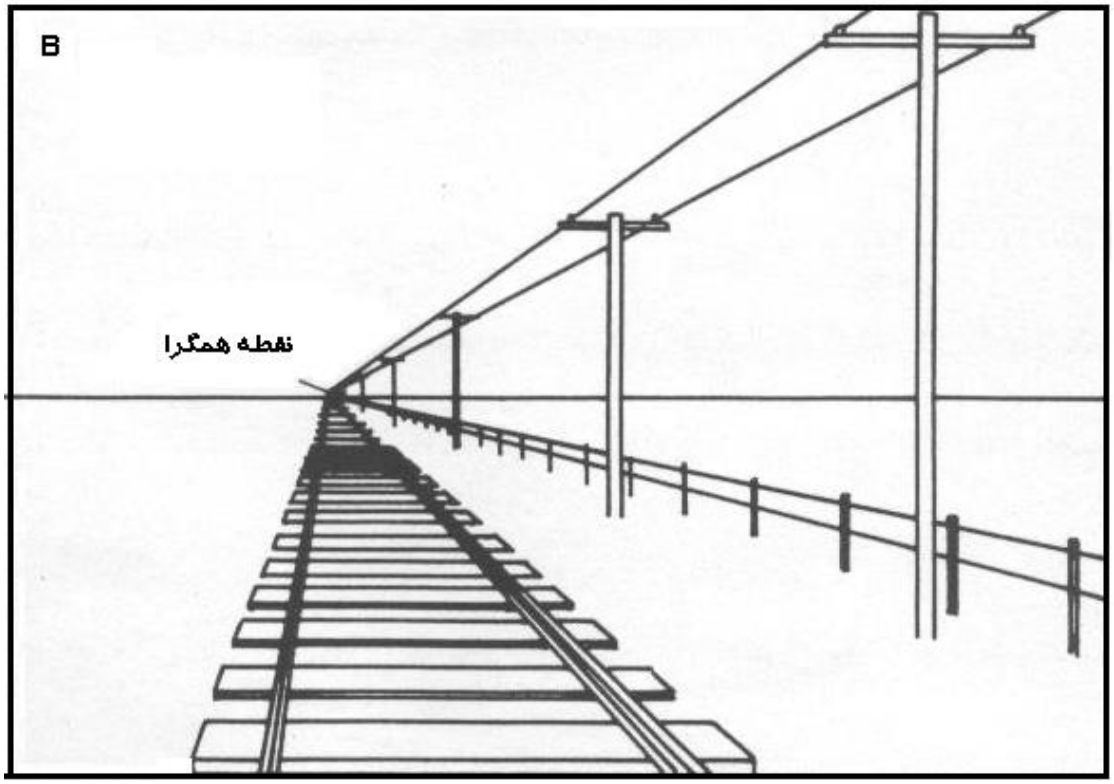
بعد از تعیین وضعیت هر ستاره در آسمان، اکنون باید فاصله هر ستاره محاسبه گردد. برای این منظور، ابتدا باید تغییر وضعیت محل مشاهده ما، یعنی حرکت زمین که به خط مسیر خوشه عمود است، شناخته شود. این قضیه ساده ای است. زمانیکه شما در اتوموبیل تان

حرکت می کنید، مناظر مختلف از برابر چشمانتان می گذرند. تیرهای چراغ برق که در کنار جاده قرار دارند بسیار سریع از شما عبور می نمایند، در صورتیکه درختان باغها با سرعت کمتری حرکت نموده و سرانجام، کوه های دوردست در نزدیک افق، تقریبا" ساکن بنظر خواهند رسید. بنابراین، مناظری را که مشاهده می نمائید به سرعت ماشین تان بستگی خواهد داشت. تیرهای چراغ برق سریع حرکت می کنند، پس به شما نزدیکند، در حالیکه کوه های دوردست ساکن بنظر می رسندن، نتیجتا" باید در فاصله ای دوردست از شما قرار داشته باشند. اگر بخواهید فاصله تان تا تیرهای چراغ برق یا درختان باغها را تعیین نمائید کافی است حرکت ظاهری آنها را محاسبه نموده و مشخص نمائید خود با چه سرعتی حرکت می کنید. بهمین طریق، حرکت ستارگان یک خوشه ستاره ای نسبت به ستارگان دوردست و حرکت زمین نسبت به هر ستاره خوشه ستاره ای لازمه تعیین فاصله ستارگان تا زمین خواهد بود. اگر "نقطه همگرا" برایمان شناخته شده باشدو اگر حرکت دور یا نزدیک شدن ستارگان را بوسیله "اثر دپلر" بدست آوریم، حرکت نسبی بسادگی حاصل خواهد شد.

فاصله خوشه ستاره ای تا زمین برابر خواهد بود با مجموع متوسط فواصل کلیه ستارگان خوشه که قابل اندازه گیری هستند. با استفاده از خوشه های ستاره ای، بویژه "خوشه قلایص"[۹۸]*، یعنی یکی از نزدیک ترین خوشه های ستاره ای به ما، مرزهای کیهان تا فاصله ۱۶۰۰ "سال نوری"* وسعت یافت. از این فاصله دورتر، حرکت ستارگان در خوشه های ستاره ای نسبت به ستارگان دوردست آن چنان ناچیز است که حتی با انتظار دهها سال نیز نمی توان فاصله آنها را تعیین نمود. با استفاده از این روش مشخص گردید که کیهان قابل مشاهده، ۲/۵ میلیون بار بزرگتر از منظومه شمسی است. زمین بیش از پیش در این عظمت کیهانی اهمیت خود را از دست می داد.



98 - Hyades



شکل ۱۶ : محاسبه فواصل تا خوشه های ستاره ای. ستارگان یک خوشه ستاره ای (نظیر شکل ۱۵)، اگرچه خط سیری موازی را در فضا طی می نمایند ولی بنظر می رسد همگی به سوی نقطه ای در آسمان همگرا هستند. این نقطه به "نقطه همگرا" معروف است (شکل a۱۶). این پدیده قابل تشبیه به ریل های راه آهن است که در افق بسوی یک نقطه همگرا می شوند (شکل ۱۶ b). شناخت این نقطه و همچنین تعیین حرکت ستارگان، فاصله ما تا خوشه ستاره ای را مشخص می سازد.

ستارگان متغیر و کلید آسمانها

بشر هنوز به مرزهای راه شیری دست نیافته بود. بنظر می رسد ستارگان تا بینهایت پخش شده و ظرفیت دانش انسان را در تعیین فاصله شان به مبارزه می طلب می طلبند. به شکرانه تحقیقات و پژوهشهای یک اخترشناس جوان بنام "هنریتا لویت"[۹۹] که در سال ۱۹۱۲ در دانشگاه هاروارد مشغول تحصیل بود، دروازه های کیهان اسرارآمیز بسوی انسان گشوده شد. این اخترشناس مامور مطالعه دو لکه سحابی بزرگ شده بود. این سحابی ها، شبها، نیم کره جنوبی را زینت می دهند، درست بمانند لکه های کهکشان راه شیری که آسمان نیم کره شمالی را تزئین می نمایند. امروزه، می دانیم که این سحابی ها که به "ابرهای ماژلان"[۱۰۰]* معروفند، در واقع، دو "کهکشان کوتوله"* می باشند که در فاصله ۱۵۰.۰۰۰ سال

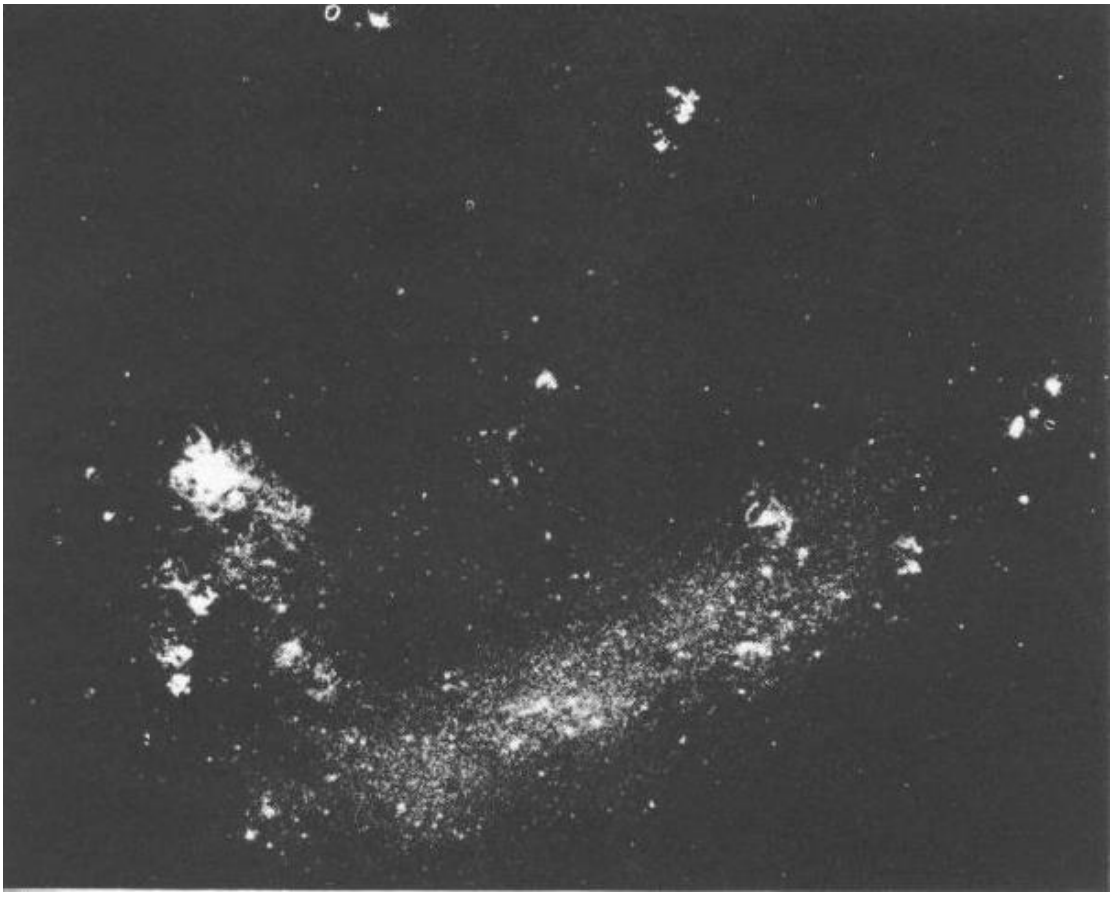
[99] - Henrietta Leavitt
[100] - Magellan

نوری از کهکشان راه شیری بصورت دو قمر آن قرار گرفته اند (شکل ۱۷). اخترشناس جوان ما این مسئله را نمی دانست ولی شناخت آن برای وی مهم نبود. مسئله مورد توجه لیویت، مطالعه درخشندگی ستارگان در ابرهای ماژلان بود. در واقع، اگرچه درخشندگی اکثر ستارگان، نظیر خورشید، برای میلیونها یا حتی میلیاردها سال ثابت می باشد وی برخی از ستارگان که به "ستاره های قیقاووس"[۱۰۱]* یا ملتهب معروفند در فاصله زمانی کوتاه (به فاصله چندروز یا چند هفته) درخشندگی شان تغییر می یابد. لیویت مشاهده نمود هرچقدر گذشت زمان بین دو درخشندگی حداکثر[۱۰۲] یک ستاره قیقاووس بیشتر باشد، این ستاره درخشنده تر است. بنابراین، رابطه ای مستقیم بین "پریود" تغییرات درخشندگی ستاره قیقاووس و درخشندگی ظاهریش وجود داشت (شکل ۱۸).

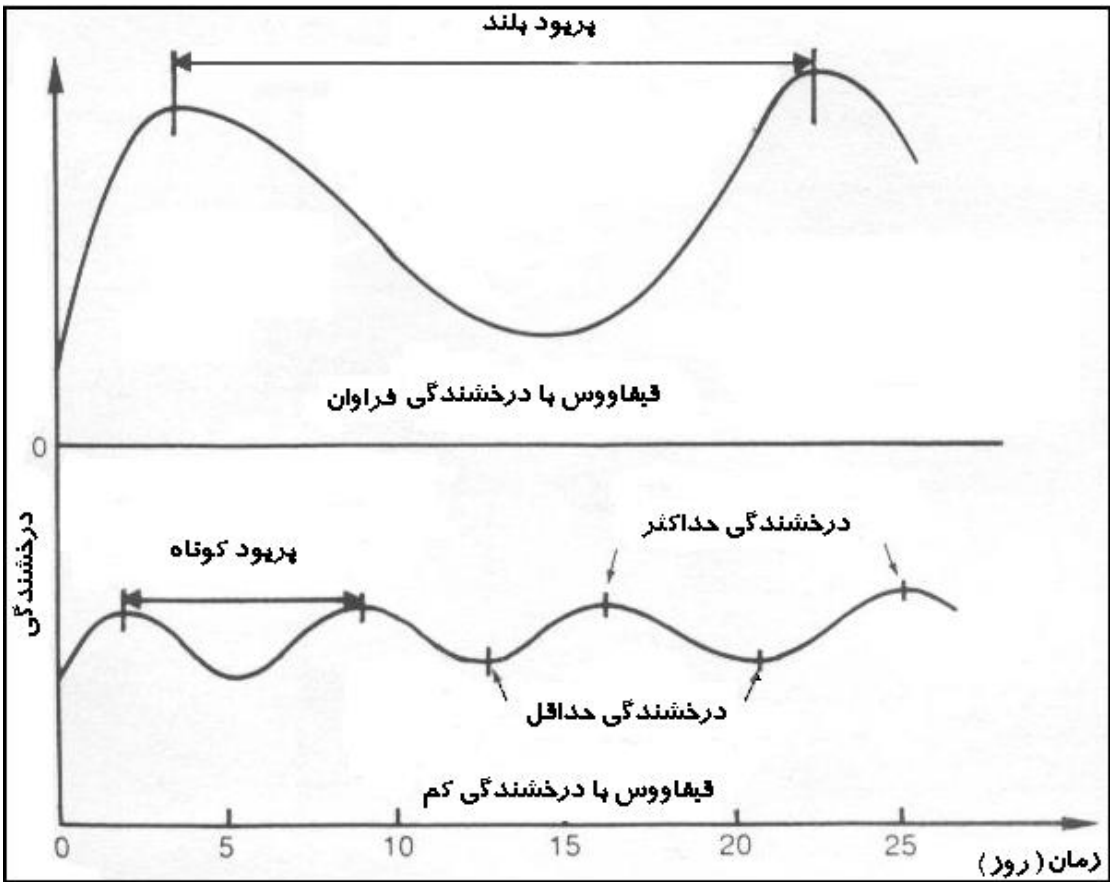
در شب، ناخدای یک کشتی با مشاهده چراغ دریایی، می تواند فاصله خود را تا ساحل حدس زند. این تخمین، زمانی امکان پذیر خواهد بود که ناخدا قبلا" چراغ دریایی را از نزدیک مشاهده و از درخشندگی حقیقی آن اطلاع داشته باشد. به همین صورت، درخشندگی ظاهری یک ستاره، هیچ اطلاعاتی در مورد فاصله اش در اختیار ما قرار نخواهد داد. یک ستاره درخشنده بدلیل فاصله بسیار دورش می تواند ضعیف بنظر رسد ولی یک ستاره با درخشندگی واقعی ضعیف نیز در فاصله نزدیک، ضعیف بنظر خواهد رسید. نتیجتا" درخشندگی ظاهری، به تنهایی، برای تعیین فاصله کافی نیست. درخشندگی ظاهری با مجذور فاصله کاهش می یابد : یک ستاره دو برابر دورتر، چهاربرابر کم درخشنده تر است. به همان صورت که ناخدای کشتی باید از درخشندگی حقیقی چراغ دریایی اطلاع داشته باشد تا از فاصله اش تا صخره های ساحل اطلاع حاصل نماید، اخترشناس نیز باید از درخشندگی حقیقی ستاره با اطلاع باشد تا بتواند فاصله دقیق اش را تا ستاره تعیین نماید. برای اینکه معادله لیویت مفید واقع شده و قادر به تعیین فواصل ستارگان باشد می بایست رابطه پریود – درخشندگی ظاهری به رابطه پریود – درخشندگی حقیقی تبدیل می شد. بنابراین، کافی بود پریود (که نمایانگر درخشندگی حقیقی است) و درخشندگی ظاهری کلیه ستارگان قیقاووس محاسبه شود تا فاصله این ستاره ها مشخص گردد.

---

[۱۰۱] - (Céphéid) ، این ستارگان به این نام معروفند، چون اولین بار در صورت فلکی قیقاووس مشاهده شدند.
[۱۰۲] - این فاصله زمانی "پریود" (Période) نامیده می شود.



شکل ۱۷ : ابرهای ماژلان. عکس بالا، ابر بزرگ ماژلان و عکس پائین ابر کوچک ماژلان را نشـان مـی دهـد. ایـن ابرها به ابرهای ماژلان معروفند زیرا اولین بار بوسیله دریانوردی به همین نام کشف گردیدند. آنها فقط از نیم کره جنوبی زمین قابل رویتند. رویت این ابرها در افسانه های بومی استرالیا و جزایر اقیانوس آرام جنوبی ذکـر شده است. ابرهای ماژلان، در واقع، دو کهکشان کوتوله بی قاعده اند که در فاصله ۱۵۰.۰۰۰ سال نوری در مـدار کهکشان راه شیری می چرخند. ابرهای ماژلان نقش مهمی در کشف کهکشانها ایفا نمود. بـا مطالعـات تغییـرات درخشندگی ستارگان قیقاووس در ابرهای ماژلان بود که اخترشناس آمریکایی هنریتا لیویت توانسـت فاصـله بین کهکشانها را تعیین نماید. اخیرا" ابر بزرگ ماژلان مجددا" توجه اخترشناسان را به خود جلـب نمـود. در ۲۳ فوریه ۱۹۸۷، انفجار یک ستاره بصورت ابرنواختر در این ابر به اخترشناسان اجازه داد تا مرگ یـک سـتاره را از نزدیک مشاهده نمایند. (عکس از Royal Observatory Edimbourg)



شکل ۱۸ : ستارگان قیقاووس یا چراغهای کیهانی. با گذشت زمـان، درخشـندگی سـتارگان قیقـاووس بصـورت خاصی تغییر می یابد. مدت زمان بین دو درخشندگی حـداکثر و حـداقل هرچقـدر بیشـتر باشـد ایـن سـتاره درخشنده تر است. این خصلت شگفت انگیز ستارگان قیقاووس موجب شد تا از آنها بتوان بصـورت چراغهـای کیهانی استفاده نمود. بدینصورت، با توجه به درخشندگی آنها، فاصله کهکشانهایی که آنها را در برمـی گیـرد را می توان محاسبه نمود. کافی است مدت زمان بـین دو درخشـندگی سـتاره قیقـاووس را محاسـبه نمـوده و

بدینصورت، درخشندگی حقیقی آنرا بدست آورد. این درخشندگی حقیقی با ترکیب درخشندگی ظاهری ستاره، فاصله کهکشان را مشخص می نماید.

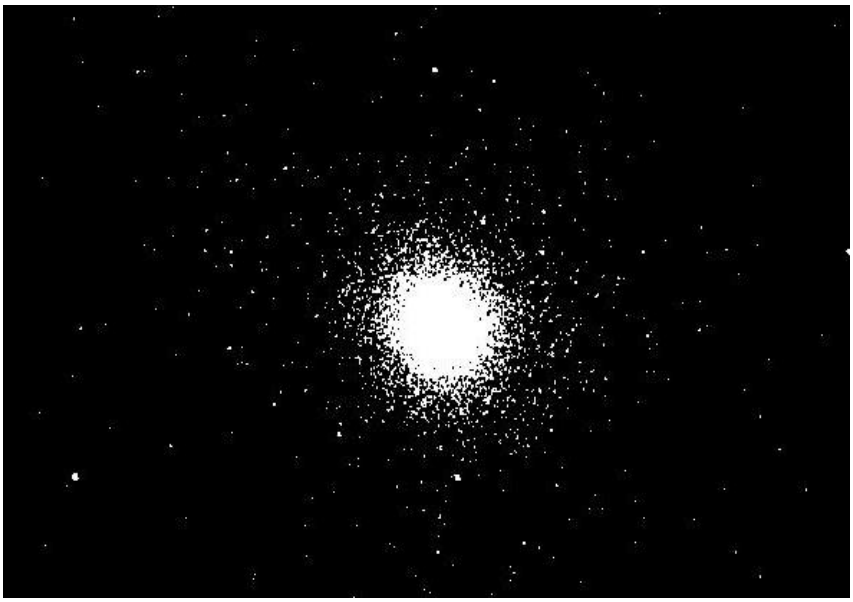
تبدیل درخشندگی ظاهری به درخشندگی حقیقی محتاج شناخت فاصله برخی ا زستاره های قیقاووس نزدیک بود. روشهای قدیمی تعیین فاصله نظیر اختلاف منظر یا نقطه همگرا مورد استفاده قرار گرفت. در کهکشان راه شیری، ستاره قیقاووس نزدیک (با فاصله ای کمتر از ۱۰۰ سال نوری) وجود نداشت تا بتوان از طریق اختلاف منظر فاصله آنرا تعیین نمود. خوشه های ستاره ای نزدیک نیز دارای این نوع ستارگان نبودند تا از روش نقطه همگرا استفاده شود. بنابراین، می بایست از روشی واسطه ای کمک گرفت. فاصله خوشه ستاره ای قلایص از طریق روش نقطه همگرا محاسبه شد. فاصله خوشه های ستاره ای دورتر دارای ستارگان قیقاووس با در نظر گرفتن این فرض که درخشندگی حقیقی آنها همانند درخشندگی ستاره های خوشه قلایص است، محاسبه گردید. زمانیکه فاصله این خوشه های ستاره ای تعیین شد، درخشندگی حقیقی ستارگان قیقاووس آنها نیز مشخص گردید.
این مرحله در سال ۱۹۱۶ پشت سر گذاشته شد و سرانجام، اخترشناسان کلید آسمانها را بدست آوردند. ستاره های قیقاووس حقیقتا" درخشان بوده و از فواصل بسیار دور، تا ۱۵ میلیون سال نوری، قابل رویت بودند. این فاصله ۵۰۰ برابر بیشتر از فاصله خوشه های ستاره ای بود. ستارگان قیقاووس، همانند چراغهای دریایی، ناوگان ما را در چشم انداز کیهانی بسوی سرحدات راه شیری و حتی بالاتر از آن هدایت می کنند. سرانجام کیهان عظمت عمقش را به چشم انسان نمایان ساخت.

خورشید مکان مرکزیش را از دست می دهد

اخترشناس آمریکایی بنام "هارلو شاپلی"[۱۰۳] ، در تحقیقات خود از چراغهای دریایی (ستارگان قیقاووس) استفاده نمود. او که در سالهای ۱۹۲۰ با تلسکوپی ۱/۵ متری در کوهستان ویلسون در کالیفرنیای جنوبی، آسمان را مطالعه می کرد، توجه اش به شکل دیگری از تجمع ستارگان بنام "خوشه های کروی"* جلب گردید. برعکس خوشه های ستاره ای که شکلی بی قاعده داشته و نیروی گرانش در تجمع ستارگان آنها نقشی نداشت، خوشه های کروی، همانطور که از اسمشان مشخص است، شکلی کاملا" کروی داشته و صدها هزار ستاره آن بوسیله نیروی گرانش با یکدیگر در ارتباط بودند (شکل ۱۹). در اطراف راه شیری، بیش از صدها خوشه کروی وجود دارد.با استفاده از درخشندگی ستارگان قیقاووس، شاپلی فاصله این

[103] - Harlow Shapley

خوشه ها و توزیع آنها در فضا را مشخص نمود.تقسیم این خوشه ها در اطراف راه شیری می توانست به صورت یک کره بزرگ در نظر گرفته شود ولی مسئله شگفت انگیز این بود که مرکز این کره بزرگ با وضعیت خورشید در کهکشان راه شیری مطابقت نمی کرد. این مرکز با دهها هزار سال نوری فاصله در جهت صورت فلکی "قوس"[۱۰۴] قرار داشت.



شکل ۱۹ : یک خوشه کروی راه شیری. در این عکس خوشه کروی "طوقان – ٤٧"[۱۰۵] ، شامل ۱۰۰.۰۰۰ ستاره کهن، که در اثر نیروی گرانش با یکدیگر در ارتباطند، نشان داده می شود. قطر یک خوشه کروی تقریبا" معادل ۳۰۰ سال نوری است و هرچقدر به مرکز خوشه نزدیک شویم، تراکم ستارگان بیشتر می شود بطوریکه در مرکز خوشه، فاصله ستاره ها از یکدیگر غیرقابل تشخیص خواهد بود. با مطالعه توزیع خوشه های کروی در اطراف راه شیری بود که ستاره شناس آمریکایی، هارلو شاپلی کشف کرد که خورشید نمی تواند در مرکز راه شیری قرار داشته باشد. (عکس از Cerro – Tololo Observatorey)

روح کپرنیک یکبار دیگر ظاهر می گردد، آیا همانطور که کپرنیک عقیده داشت، خورشید در مرکز کیهان قرار ندارد؟ شاپلی با توجه به توزیع خوشه های کروی در فضا به همین نتیجه رسید. خورشید از مرکز راه شیری در کناره های دوردست آن قرار گرفت. با فرض

---

[104] - Sagitaire
[105] - Tucanae - 47

اینکه سیستم خوشه های کروی سرحدات کهکشان راه شیری باشند، شاپلی قطر راه شیری را به ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری تخمین زد و خورشید را به فاصله ۵۰.۰۰۰ سال نوری از مرکز کهکشان قرار داد. امروزه، می دانیم که این ارقام اغراق آمیزند. شاپلی همانند هرشل هنوز به این مسئله مهم توجه نداشت که غبارهای ستاره ای نور ستارگان قیقاووس را جذب کرده و موجب کاهش درخشندگی آنها می شوند. اکنون مشخص شده کهکشان راه شیری به شکل قرص بوده و قطر آن برابر با ۹۰.۰۰۰ سال نوری می باشد. این قرص همچنین بسیار باریک بوده و ضخامت آن برابر است با ۳.۰۰۰ سال نوری یعنی ۳۰ برابر کوچکتر از قطر آن. صدها میلیارد ستاره کهکشان راه شیری به دور مرکز کهکشان در حال گردش اند (شکل ۲۰). خورشید به فاصله دو سوم شعاع این قرص در فاصله ای برابر با ۳۰.۰۰۰ سال نورز از مرکز کهکشان قرار گرفته است. خورشید همراه با منظومه شمسی با سرعتی معادل ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه به دور کهکشان در حال گردش است و هر ۲۵۰ میلیون سال یک دور کامل را به پایان می رساند. از زمان آفرینش خورشید یعنی ٤/۶ میلیارد سال قبل، خورشید تاکنون ۱۸ بار راه شیری را پیموده است.

کیهان برون کهکشانی

سرانجام، مرزهای کهکشان راه شیری شناخته شد. ابعاد منظومه شمسی به یک میلیاردیم ابعاد راه شیری تقلیل یافت. این کشفیات واقعا" شگفت انگیز بودند، زیرا تعیین حدود راه شیری از نقطه ای کوچک مانند زمین می توانست به محاسبه وسعت اقیانوس آرام بوسیله یک آمیب، تشبیه گردد.

ولی پژوهش هنوز پایان نیافته بود. سئوالی اساسی هنوز بدون جواب مانده بود : آیا کیهان به کهکشان راه شیری ختم می گردد؟ یا اینکه در برون مرزهای راه شیری، چیزهای دیگری نیز یافت می شود؟ آیا منظومه های دیگری نظیر کهکشان راه شیری و یا جهانهای جزیره ای که کانت از آنها صحبت می نمود، وجود دارند؟ شاپلی عقیده داشت کیهان به راه شیری ختم می شود. کیهانی که در گذشته مرکزش خورشید بود، با پژوهش های بعدی، مرکزش به کهکشان راه شیری تبدیل شد. شاپلی برای استدلالش دلائل محکمی داشت. همانطور که قبلا" دیدیم، وی گمان می برد که وسعت راه شیری بسیار زیاد است (به شعاع ۱۵۰.۰۰۰ سال نوری). باری، فاصله ابرهای ماژلان که بوسیله ستارگان قیقاووس مشخص شده بود نیز ۱۵۰.۰۰۰ سال نوری بود. نتیجتا"، ابرهای ماژلان و کلیه لکه های سحابی دیگر می بایست همگی در کهکشان راه شیری قرار داشته باشند. کهکشان راه شیری در کیهان تنها بود.

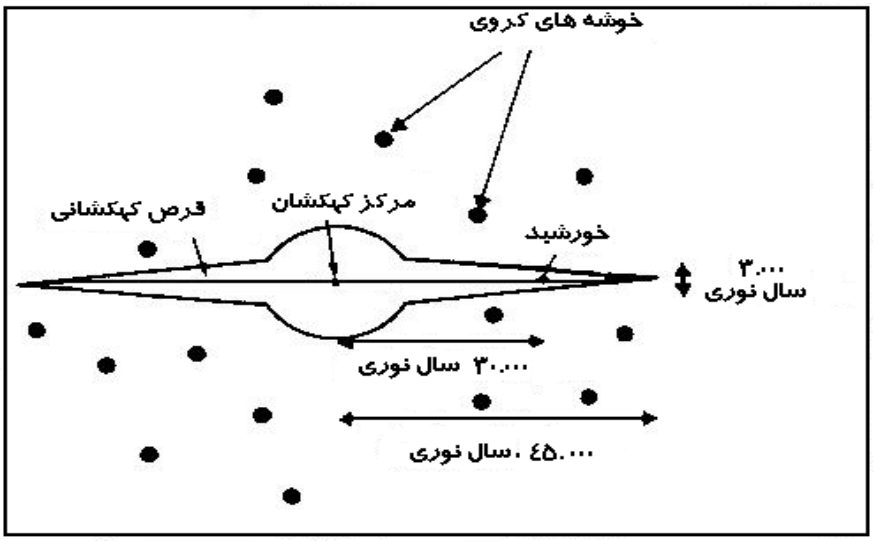
کیهان شاپلی مورد قبول همگان واقع نشد. برخی عقیده داشتند شاپلی در محاسباتش اشتباه کرده و کهکشان راه شیری بسیار کوچکتر از آن چیزی است که او تعیین نموده. دیگران عنوان

می کردند لکه های سحابی به شکل حلزونی در آسمان متعلق به منظومه راه شیری نبـوده و مانند راه شیری، کهکشانهای مجزا می باشند. بحث و جدل در مورد طبیعـت سـحابی هـا در دهه ۱۹۲۰ بسیار شدید بود.

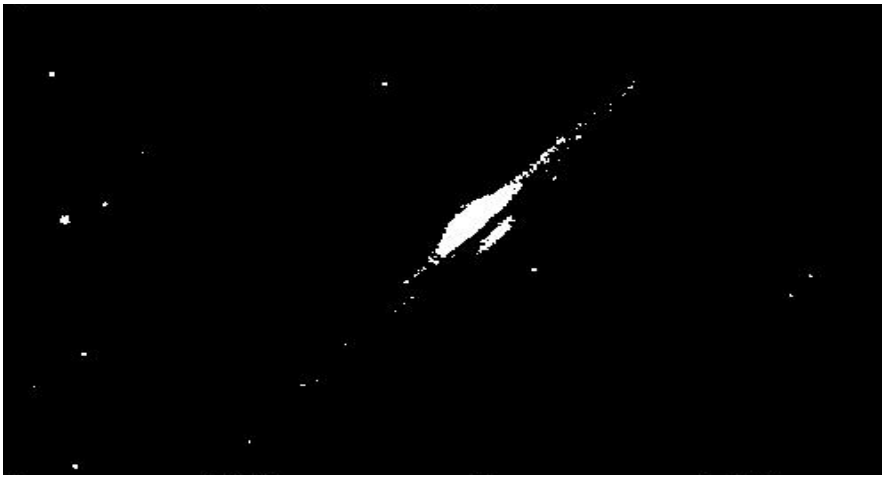
راه حل بوسیله اخترشناس آمریکایی بنام ادوین هابل، وکیل قدیمی که برای مطالعه آسمان، از حرفه وکالت چشم پوشی کرده بود، ارائه گردید. در سال ۱۹۲۳، هابل توانست با استفاده از تلسکوپ جدیدی که در کوهستان ویلسون ساخته شده بـود، لکـه بـزرگ سـحابی را در صورت فلکی "امراه المسلسله"[۱۰۶]* (آندرو مد) به ستارگان متعددی تجزیه نماید.

[106] - Andromède

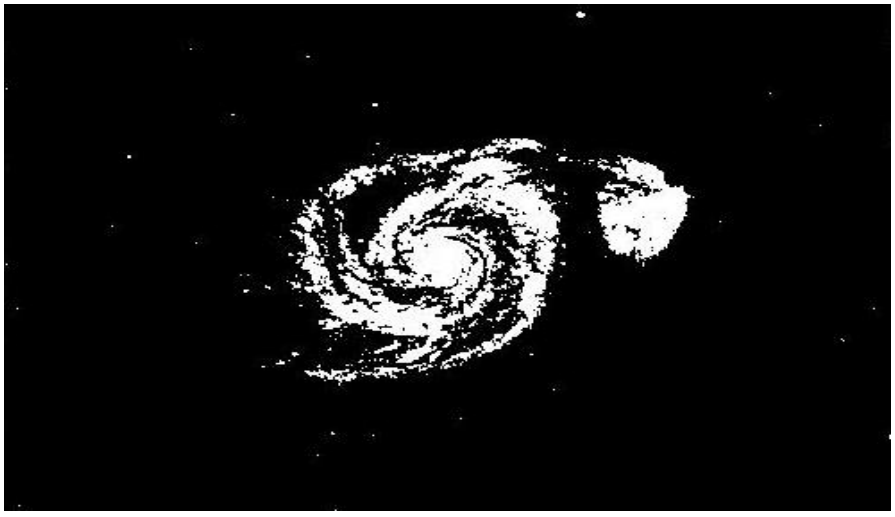
A


خوشه های کروی
قرص کهکشانی
مرکز کهکشان
خورشید
۳۰۰۰
سال نوری
۳۰۰۰۰ سال نوری
۴۵۰۰۰ سال نوری

B



C



شکل ۲۰ : تشریح یک کهکشان حلزونی. تصویر A۲۰ ، مشخصات یک کهکشان حلزونی (بمانند کهکشان راه شیری) را مشخص می نماید. در این قرص، ستارگان جوان در بازوهای قرص قرار گرفته اند. در کهکشان ره شیری، خورشید در قرص کهکشانی بفاصله دو سوم شعاع بسمت جداره کهکشان قرار دارد. ستارگان مسن تر در اکثر نقاط کره ای بزرگ بمرکز کهکشان قرار گرفته اند. این ستارگان کهنسال همچنین در هاله هایی که همراه با خوشه های کروی، کهکشان را احاطه نموده اند، قابل تشخیص اند.

تصویر B۲۰ ، کهکشان حلزونی (NGC – 4565) را از مقطع نشان می دهد. نواره تیره رنگی که در برخی از جاها از قرص کهکشان عبور می نماید، نوار غبار میان ستاره ای است. در این مکانها، نور بصورت کدر نمایان است زیرا غبار، نور ستارگان را جذب می نماید.

در تصویر C۲۰ ، نیز کهکشان حلزونی بنام "مسیه – ۵۱" [۱۰۷]دیده می شود. در این تصویر، جهت دید از بالا یا از پائین کهکشان است. مرکز کهکشان و بازوهای مارپیچی که ستارگان جوان را در بر دارند بخوبی مشخص اند. در اینجا، می توان همچنین غبارهای ستاره ای را نیز مشاهده نمود (مکانهای دور از مرکز کهکشان). در انتهای یکی از بازوهای حلزونی، یک کهکشان کوتوله در اثر نیروی گرانش در حال پیوستن به کهکشان است. (تصویر از Hale Observatories :)

در میان این ستارگان برخی ستاره های قیقاووس بودند. این کشف موجب شد درهای برون مرزی کهکشان راه شیری بسوی انسان گشوده شود. در واقع، هابل توانست فاصله این سحابی را به ۹۰۰.۰۰۰ سال نوری تعیین نماید.[۱۰۸]

حتی با در نظر گرفتن محاسبه اشتباه شاپلی که وسعت راه شیری را به ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری تخمین زده بود، بازهم، لکه سحابی مزبور بسیار دورتر از این فاصله قرار می گرفت. سحابی آندرومد سرانجام بصورت کهکشان درآمد و خواهر دو قلوی کهکشان راه شیری لقب گرفت. کیهان ناگهان مملو از کهکشانهای دیگر شد. عقیده جهانهای جزایری امانوئل کانت به حقیقت پیوست. کیهان بیش از پیش بزرگ تر شده و بزودی کهکشان راه شیری در عظمتش ناپدید می گشت، همانطور که از اهمیت منظومه شمسی در عظمت راه شیری کاسته شده بود.

---

[107] - Messier - 51

[۱۰۸] - تعیین فاصله آندرومد بوسیله هابل تقریبا" دو برابر کمتر تخمین زده شده بود. فاصله حقیقی این کهکشان ۲/۳ میلیون سال نوری است. این شتباه ناشی از این مسئله بود که ستاره های قیقاووس در کهشکان آندرومد چهار برابر درخشنده تر از ستارگان قیقاووس کهکشان راه شیری می باشند.

۳ – بازیگران نمایش : کهکشانها و زوج فضا – زمان

کهکشانها می گریزند

همانند ستارگان که موجب تشکیل کهکشانها می شوند، کهکشانها نیز کیهان را ایجاد می نمایند. برای درک کیهان، باید کهکشانها را مورد مطالعه قرار داد.ادوین هابل با کمک تلسکوپ ۲/۵ متری کوهستان ویلسون کار خود را با هیجان فراوان شروع نمود. در ابتدا، هدف وی تعیین حرکت کهکشانها بود. برای این منظور، از دستگاه طیف سنج و اصل دپلر استفاده شد. تجزیه نور کهکشانها پدیده عجیبی را مشخص نمود. این مسئله قبلا" بوسیله یک آمریکایی بنام "وستو اسلیفر"[۱۰۹] در سال ۱۹۲۳ در رصدخانه "لوول"[۱۱۰] در آریزونا مشاهده شده بود. پدیده عجیب این بود که از ٤١ کهکشان مورد مطالعه، ۳۶ کهکشان نوری متمایل به قرمز داشتند، یعنی بموجب اصل دپلر، در حال دور شدن از کهکشان راه شیری بودند. در حالیکه فقط نور ۵ کهکشان متمایل به آبی بود یعنی به راه شیری نزدیک می شدند. یقینا"، حرکات کهکشانها نامنظم نبود. در چنین حالتی، می بایست بطور متوسط نیمی از کهکشانها به راه شیری نزدیک و نیمی دیگر از آن دور می شدند. باری، اکثر کهکشانها در حال گریز از راه شیری بودند، بمانند اینکه راه شیری به طاعون مبتلا شده باشد.

در حرکت گریزی کهکشانها، نظمی دیده می شد و لذا، این حرکات نمی توانست ناشی از اتفاق باشد. هابل بعد از موفقیتش با کهکشان آندرومد، تحقیقاتش را متوجه ستارگان قیقاووس کهکشانهای دیگر نمود تا از اینطریق بتواند فاصله این "جهانهای جزیره ای" را مشخص نماید. هابل در سال ۱۹۲۹، با در اختیار داشتن سرعت این کهکشانها که از تغییر رنگ تجزیه نور آنها منتج شده بود و با شناخت فاصله این کهکشانها، رابطه ای را بین این دو پارامتر کشف نمود. این کشف نمایانگر مرحله ای قاطع در شناخت کیهان محسوب شده و عبارت است از : سرعت گریز هر کهکشان متناسب با فاصله اش می باشد. این رابطه به "قانون هابل"* معروف است. یعنی کهکشانی دوبرابر دورتر، سرعت گریزش دو برابر بیشتر است و یک کهکشان ده برابر دورتر، سرعت گریزش ده برابر بیشتر خواهد بود. از سوی دیگر، حرکت گریز کهکشانها در همه جهات یکسان بود. اگر کهکشانها را از بالا، پائین، عقب، جلو، چپ یا راست مشاهده نمائیم، حرکت همواره یکسان خواهد بود. این حرکت

---

[109] - Vesto Slipher
[110] - Lowel

کهکشانها به حرکت همسانی یا "ایزوتروپی"[111] معـرووف اسـت. بدینصـورت، بـذر عقیـده انبساط کیهان افشانده شد.

کیهانی با یک آغاز

قانون هابل یعنی این مسئله که "سرعت گریز هر کهکشان متناسب با فاصله اش نسبت بـه زمین است" حامل نتیجه گیری بسیار مهم دیگری نیز بود. هابل مدعی شـد کیهـان هسـتی خود را از نقطه ای در گذشته بسیار دورآغاز کرده است. با توجه به تناسـب بـین فاصـله و سرعت، کلیه کهکشانها دقیقا" مدت زمان یکسانی را طی کرده تا از نقطـه اولیـه شـان بـه نقطه کنونی برسند. اگر فیلم حوداث را برعکس نمائیم، تمام کهکشانها در یک نقطه و در یک زمان به یکدیگر خواهند رسید. از این استدلال، اندیشه "انفجـار بـزرگ" منـتج مـی شـود، عقیده ای که انبساط کنونی کیهان را تشریح می نماید.

فرض کنیم شما در بالای برجی در وسط یک میدان ایستاده و دوندگانی را کـه از میـدان در جهات مختلف دور می شوند را تماشا می نمائید. دونده اول، خیابان شـماره ۱ را بـا سـرعتی معادل یک متر در ثانیه می پیماید و در فاصله ۱۰ متری میدان است. دونـده دوم کـه در ۲۰ متری میدان قرار گرفته با سرعتی معادل ۲ متر در ثانیه در خیابان شـماره ۲ از میـدان دور می شود. سرعت این دونده دو برابر سرعت دونده اولی است. دونده سوم که در خیابـان شماره ۳ میدود سرعتی برابر با ۵ متر در ثانیه داشته و در نتیجه در فاصله ای دورتـر قـرار دارد یعنی در ۵۰ متری میدان. ملاحظه می نمائید که سرعت هر دونده متناسب بـا فاصـله اش بوده و نتیجه گیری خواهید کرد که ۱۰ ثانیه قبل، هر سه دونـده در میـدان بـوده انـد. بهمین طریق، اخترشناس نتیجه گیری می نماید که دهها میلیارد سال قبل، کلیه کهکشانها در یک نقطه قرار داشته اند. با نظریه انفجار بزرگ مشخص شد کـه کیهـان ابـدی نبـوده و از آغازی برخوردار است. عقیده آفرینش که در قرن سـیزدهم مـیلادی از طریـق مـذهب و بوسیله توماس داکین وارد اندیشه های کیهانشناسی شده بود، هفت قرن بعـد بـا نظریـه انفجار بزرگ پایه ای علمی به خود گرفت. بعد از جدایی علـم و مـذهب در قـرن نـوزدهم، قرن بیستم، شرایط نزدیکی علم و مذهب را فراهم ساخت.

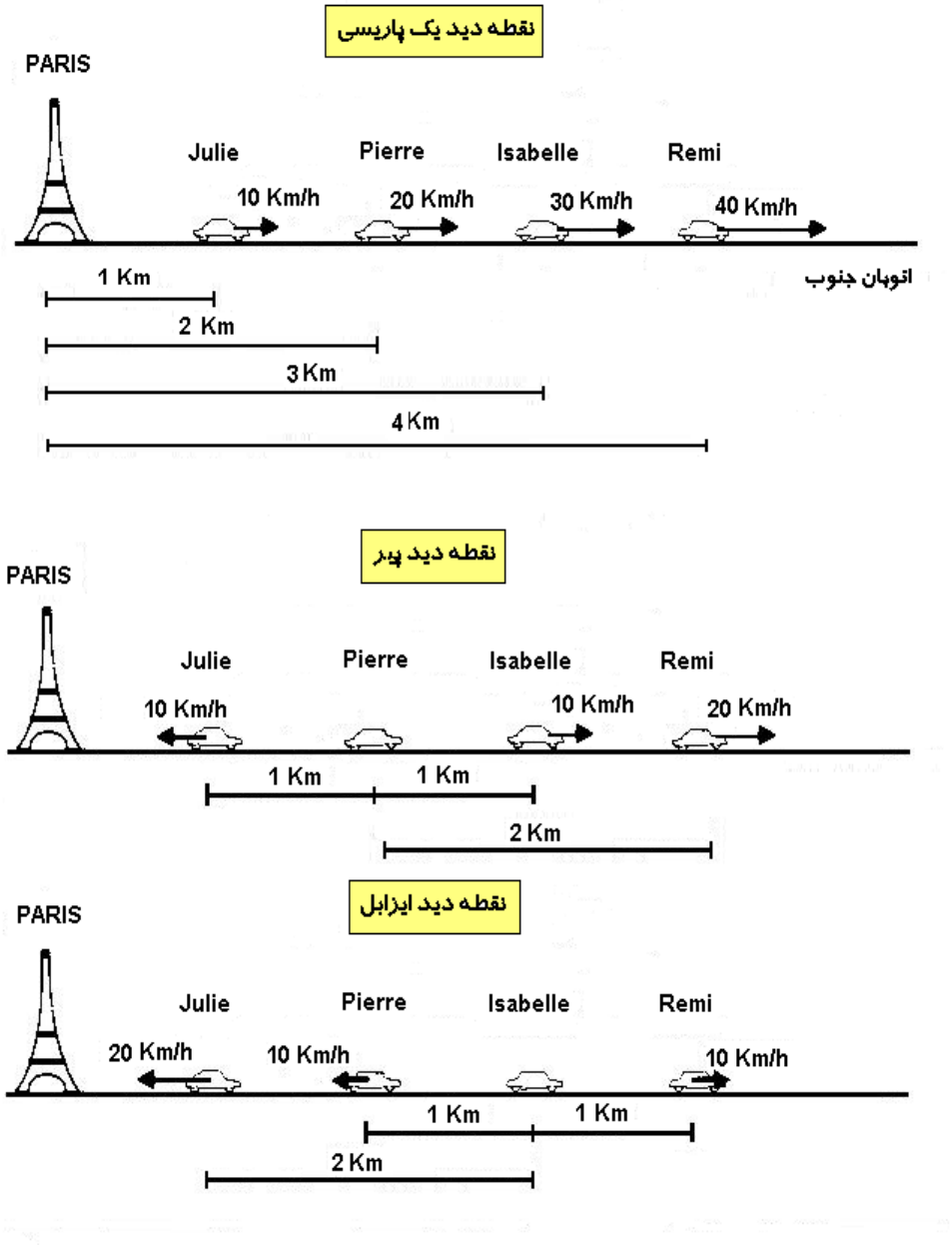
[111] - Isotrope

کیهان بدون مرکز

اگر کلیه کهکشانها در حال دور شدن از ما باشند، بنابراین می توان مدعی شد که راه شیری مرکز کیهان است. آیا روح کپرنیک بعد از کنار گذاشتن زمین و خورشید از محل مرکزی کیهان ، در ادامه وظیفه اش ناکام مانده است؟ یعنی، آیا انسان با کهکشان راه شیری همواره در مرکز کیهان قرار گرفته است؟ افسوس که باید سریعا" این تصور خوشبینانه را کنار گذاشت. کیهان به صورتی شکل گرفته که موجودات هر کهکشان همان تصویری را که ما از کهکشانها داریم، خواهند داشت. آنها نیز کهکشانها را در حال گریز از کهکشان خود مشاهده نموده و متصورند که در مرکز کیهان قرار گرفته اند. در واقع، مرکز همه کیهان است و کیهان دارای مرکز واقعی نیست. چگونه چنین مسئله ای ممکن است؟ کیهان چگونه می تواند چنین خصوصیتی را اختیار نماید. باید گفت چنین تصوری از کیهان، از تناسب بین فاصله و سرعت گریز کهکشانها ناشی می گردد.

نزدیک غروب، در اتوبانی نزدیک پاریس، یکسری خودرو شهر را ترک می کنند. فاصله هر خودرو از پاریس وابسته به سرعت آنست. هرچقدر فاصله بیشتر باشد، سرعت خودرو نیز بیشتر خواهد بود. ژولی در یک کیلومتری پاریس است. خودرو او بسیار آهسته حرکت می کندو سرعت آن ۱۰ کیلومتر در ساعت است. پیر، دو برابر دورتر است، در ۲ کیلومتری پاریس و خودرو او با سرعت ۲۰ کیلومتر در ساعت حرکت می نماید. ایزابل در سه کیلومتری پاریس با سرعت ۳۰ کیلومتر در ساعت و رمی در ٤ کیلومتری پاریس با سرعت ٤۰ کیلومتر در ساعت حرکت می کنند. اکنون فرض کنیم هر راننده مجهز به رادار بوده و بتواند از اثر دپلر برای تعیین نزدیکی و یا دورشدن خودروهای دیگر استفاده نماید. همچنین فرض کنیم هر راننده با شناخت درخشندگی حقیقی چراغهای عقب و جلو و با رویت درخشندگی ظاهری آنها بتواند فاصله ماشینهای دیگر را از خود تعیین نماید. پیر مشاهده می کند ماشین ژولی که یک کیلومتر عقب تر از او قرار دارد با سرعت ۱۰ کیلومتر در ساعت از او دور می شود. ایزابل نیز، در یک کیلومتر جلوتر، با همین سرعت ۱۰ کیلومتر در ساعت از او فاصله می گیرد، در حالیکه رمی که دو کیلومتر جلوتر از او قرار دارد با سرعت ۲۰ کیلومتر در ساعت از او فاصله می گیرد. ایزابل نیز دقیقا" همان وضعیتی را که پیر می بیند، مشاهده می نماید. او، پیر و رمی را در فاصله یک کیلومتری مشاهده می نماید که هر کدام با سرعت ۱۰ کیلومتر در جلو و عقب از او دور می شوند، در حالیکه ژولی با ۲ کیلومتر فاصله با سرعت ۲۰ کیلومتر در ساعت از او دور می شود. هر راننده مشاهده می نماید راننده های دیگر با سرعتی معادل ۱۰ کیلومتر در ساعت، برای هر کیلومتر فاصله، از او دور می شوند (شکل ۲۱). بهمین طریق، ساکنین هر کهکشان، ناظر گریز کهکشانهای دیگر از خود با سرعتی معادل ۲۵ کیلومتر در ثانیه، برای هر یک میلیون سال نوری فاصله، می باشند. کهکشانها از

راه شیری نمی گریزند، بلکه همه کهکشانها از یکـدیگر دور مـی شـوند. وضـعیت مـا در راه شیری، وضعیت ویژه و ممتازی نیست. روح کپرنیک یکبار دیگر پیروز می شود.



شکل ۲۱ : قانون هابل در اتوبان. در اتوبان، هرچقدر سرعت یک خودرو بیشتر باشد، فاصله اش از شهر بیشـتر خواهدبود (کهکشانها نیز به همین طریق عمل می کنند، هرچقدر آنها دورتر باشند، سرعت آنها بیشتر اسـت). هر راننده دقیقا" پدیده ای یکسانی را خواهد دید. هر راننده مشاهده می نمایـد کـه رانـنـده هـای دیگـر بـا سرعتی برابر با ۱۰ کیلومتر در ساعت، برای هر کیلومتر فاصله، از او دور می شوند. بهمین طریـق، سـاکنین هـر کهکشان مشاهده می نمایند که کهکشانهای دیگر با سرعتی معادل ۲۵ کیلومتر در ثانیه، برای هـر یـک میلیـون

سال نوری فاصله، از او دور می شوند. بدینصورت، همانند اتوبان، در کیهان نیز نقطه ثابت یـا مرکـز ویـژه ای وجود ندارد.

ایجاد مداوم فضا

وقتی می گوئیم "کیهان در حال انبساط است"، نباید تصور کرد کـه میلیاردهـا کهکشـان بـا سرعت های متفاوتشان در فضایی تهی، ساکن و تغییرناپذیر که همواره وجـود داشـته حتـی قبل از انفجار بزرگ، از یکدیگر می گریزند. نباید از خود پرسـید : آن نقطـه ای از فضـا، کـه همه چیز از آن آغاز شده، در کجا قرار دارد. این سئوال شـاید در کیهـان نیوتـونی مشـروح بنظر رسد ولی در کیهان انفجار بزرگ، بی معنی خواهد بود. فضا قبل از انفجار بزرگ وجـود نداشته و بعد از آن ایجاد گردید و همواره گسترش یافت.

در کیهان نیوتونی، فضا ساکن و تغییرناپذیر بود. در این کیهان، فضا مملو از ماده ای غیرقابل رویت بنام اتر بوده که منشاء نیروی گـرانش مـی باشـد. در ایـن فضـای ثابـت، سـیارات، ستارگان و کهکشانها، نمایش کیهانی خود را به اجرا می گذاشتند. در کیهان انفجار بزرگ، فضا نقش معمولی خود را رها می سازد. فضا، در نمایش کیهانی، از تماشاگر به بازیگر تبدیل مـی گردد. فضای ساکن به فضای پویا تغییر شکل خواهـد داد. در کیهـان جدیـد، ایـن کهکشـانها نیستند که در فضای ساکن در حرکتند بلکه برعکس، فضای در حـال انبسـاط اسـت کـه بـا گسترش خود، کهکشانهای ساکن را به حرکت در می آورد.

فرض کنیم بخواهید یک شیرینی کشمشی بپزید. خمیر شیرینی با کشـمش هـای روی آن را در تنور می گذارید. در اثر حرارت، خمیر بتدریج پف کرده و سطح آن افـزایش مـی یابـد و کشمش هایی که روی شیرینی قرار دارند از یکدیگر دور می شـوند. یـا اینکـه تصـور کنیـد بادکنکی را باد می کنید که روی آن ستاره های کوچک با رنگهای مختلف نقاشی شده باشند. با باد کردن آن، بتدریج سطح بادکنک افزایش یافته و ستاره های نقاشـی شـده از یکـدیگر فاصله می گیرند. به همین صورت که کشمش ها در روی خمیر شیرینی و ستاره های کوچک در روی بادکنک ثابت می باشند، کهکشانها نیز در فضا ساکنند و این فضا است که دائما" در حال گسترش می باشد.

فضای کیهان که در زمان آفرینشش بینهایت کوچک بود با گذشت زمان توسـعه مـی یابـد. فواصل بین کهکشانها نیز بیش از پیش افزایش می یابند. بعد از ۱۵ میلیارد سال تکامل، یعنـی از زمان تشکیل کهکشانها تا به امروز، فاصله دو کهکشانی که بوسیله نیروی گرانش با یکدیگر در ارتباط نباشند، به میزان هزار برابر افزایش یافته است.

فضای پویا

در سال ۱۹۱۵، آلبرت اینشتین در نظریه جدید خود بنام "نسبیت عام"*، پایان فضای ساکن نیوتون را اعلام کرده و اندیشه فضای پویا (دینامیک) را عنوان نمود. بنا بر عقیده نیوتون، گردش ماه بدور زمین در مداری بیضوی شکل صورت می گیرد و این مدار حاصل تعادل دو نیروی برابر و متضاد می باشد : نیروی گرانش که ماه را به سوی زمین جذب می کند و نیروی گریز از مرکز ناشی از حرکت ماه که آنرا از زمین دور می نماید. منشاء این نیروها، عنصری اسرارآمیز بنام "اتر" است که فضا مملو از آنست.

در کیهان اینشتینی، از اهمیت نیروها کاسته شده و احتیاجی به "اتر" نخواهد بود. فضا از حالت سکون درآمده و فعال می شود. این فضای پویای است که حرکات اجرام سماوی را تنظیم می نماید. ماه مدار بیضوی خود را بدور زمین دنبال می کند زیرا این تنها مسیر ممکن در فضای خمیده است. این خمیدگی در اثر گرانش زمین در فضا ایجاد شده است. اینشتین فضا را انعطاف پذیر می سازد. فضا به نسبت میزان گرایش منبسط یا منقبض شده و تغییر شکل می یابد و این شکل نهایی فضا است که حرکات سیارات و حکت نور را که از میان آنها عبور میکند، تنظیم می نماید. خط سیر نوری که از نزدیک خورشید می گذرد، حالت انحنا بخود می گیرد. زیرا نیروی گرانش خورشید فضای اطراف آنرا خمیده می نماید (به شکل ۲۵ مراجعه شود). "سیاهچاله"*، نتیجه فروپاشی ستاره ای جسیم (با جرمی بیشتر از دهها برابر جرم خورشید) بر روی خود می باشد. فروپاشی این ستاره باعث می شود شعاع اولیه آن که برابر با صدها میلیون کیلومتر می بود به کمتر از ۲۰ کیلومتر کاهش یابد. این تراکم عظیم، آنچنان نیروی گرانشی را ایجادمی نماید که موجب خمیدگی فضا بر روی خود شده و عملا"، از خروج نور از فضا جلوگیری می نماید.

طبع پویا و دینامیک فضا مشکل بزرگی را برای اینشتین بوجود آورده بود. فضای کیهان می بایست متحرک باشد. این فضا می بایست یا در حال گسترش باشد و یا بر روی خود فرو پاشیده شود. درست مانند قطعه سنگ پرتاب شده در هوا که باید یا بالا رود و یا سقوط نماید. کیهان ساکن، قابل تشبیه به قطعه سنگی است که در هوا معلق مانده است. باری، در این دوران، مشاهدات، صحت فرضیه کیهان ساکن را نمایان می ساخت. اینشتین برخلاف عقیده اش و به منظور تطبیق نظریه خود با فرضیه کیهان ساکن، مجبور شدکه نیرویی بنام نیروی "ضد گرانش" در معادلات خود بگنجاند. اینشتین در نظر داشت با این نیرو بتواند نیروی گرانش را که مسئول حرکت فضا بود خنثی نماید. چهارده سال بعد، در سال ۱۹۲۹، زمانیکه انبساط کیهان بوسیله هابل کشف شد، اینشتین شدیدا" افسوس خورد که چرا در معادلاتش شک کرده و نتوانسته از فرضیه کیهان انبساطی اش با شدت بیشتری دفاع نماید. او نیروی "ضد گرانش" را بزرگترین اشتباه زندگیش دانست.

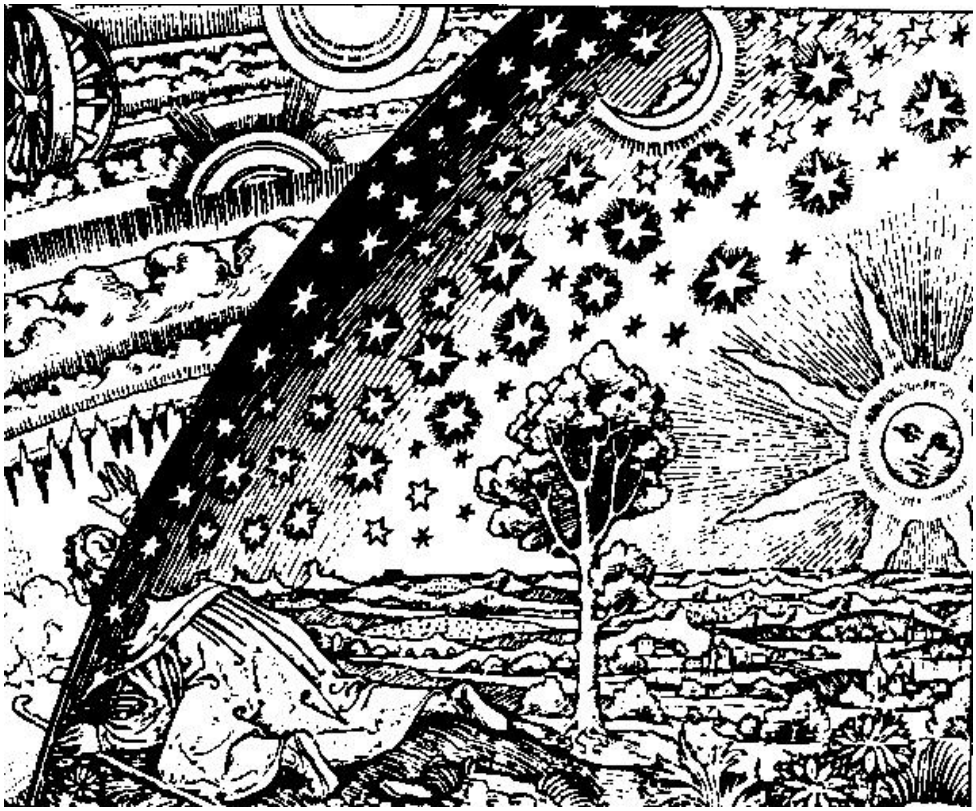
کیهان بدون مرز

اگر کیهان محدود و دارای مرز می بود چه نتایجی در برداشت؟ اگر من در کنار مرزهای کیهان، سنگی را به طرف خارج کیهان پرتاب نمایم چه اتفاقی خواهد افتاد؟ آیا سنگ دوباره به کیهان باز خواهد گشت یا اینکه در خارج از مرزها ناپدید می گردد؟ این سئوالی بود که فیلسوف یونانی، "آرشیتاس دو تارانت"[۱۱۲] در قرن چهارم قبل از میلاد مسیح مطرح می نمود (شکل ۲۲). بیست قرن بعد، یک انگلیسی، توماس دیگز و یک ایتالیایی، جوردانو برونو، تنها جواب سنجیده به سئوال فیلسوف یونانی را کشف کردند. کیهان دارای مرز نبوده و حالتی را که آرشیتاس در نظر گرفته بود نمی تواند وجود داشته باشد. مفاهیمی نظیر "حد کیهان" و یا "خارج ا زکیهان" صحیح نبوده و پرتاب هر چیز، بازگشتی مجددبه کیهان خواهد داشت و حرکت آن براحتی می تواند قابل تشریح و محاسبه باشد. اساس کیهان جوردانو برونو را هندسه اقلیدسی تشکیل می داد. فضا در کیهان او مسطح بود. در چنین فضایی، دو خط موازی هرگز همدیگر را قطع نکرده و مجموع سه زاویه مثلث همواره ۱۸۰ درجه خواهد بود. بدون شک، کیهان اقلیدسی، بدون مرز و نامحدود بود. همانطور که می دانیم، جوردانو برونو بدلیل کشف کیهان نامحدود محکوم به مرگ شد.

ولی اگر جوردانو برونو از هندسه غیراقلیدسی مطلع بود شاید می توانست از مرک نجات یابد. در هندسه غیراقلیدسی که در قرن نوزدهم بوسیله ریاضی دان آلمانی، "برنارد ریمن"[۱۱۳] بنا شده بود، کیهان می توانست بدون حد و مرز بوده ولی با این وجود، محدود باشد. اگر درک این مسئله برایتان مشکل است، خودتان را در یک کشتی در نظر بگیرید که بارها زمین را دور می زند، شما هرچقدر بخواهید می توانید دور زمین را بپیمائید، هرگز به حدی نمی رسید، هرگز دیواری سد حرکت شما نخواهد شد. ولی با این وجود، سطح زمین محدود است. این تضاد ناشی از این مسئله است که سطح زمین مسطح نیست بلکه منحنی شکل است.

---

[112] - Archytas de Tarente
[113] - Bernhard Reimann



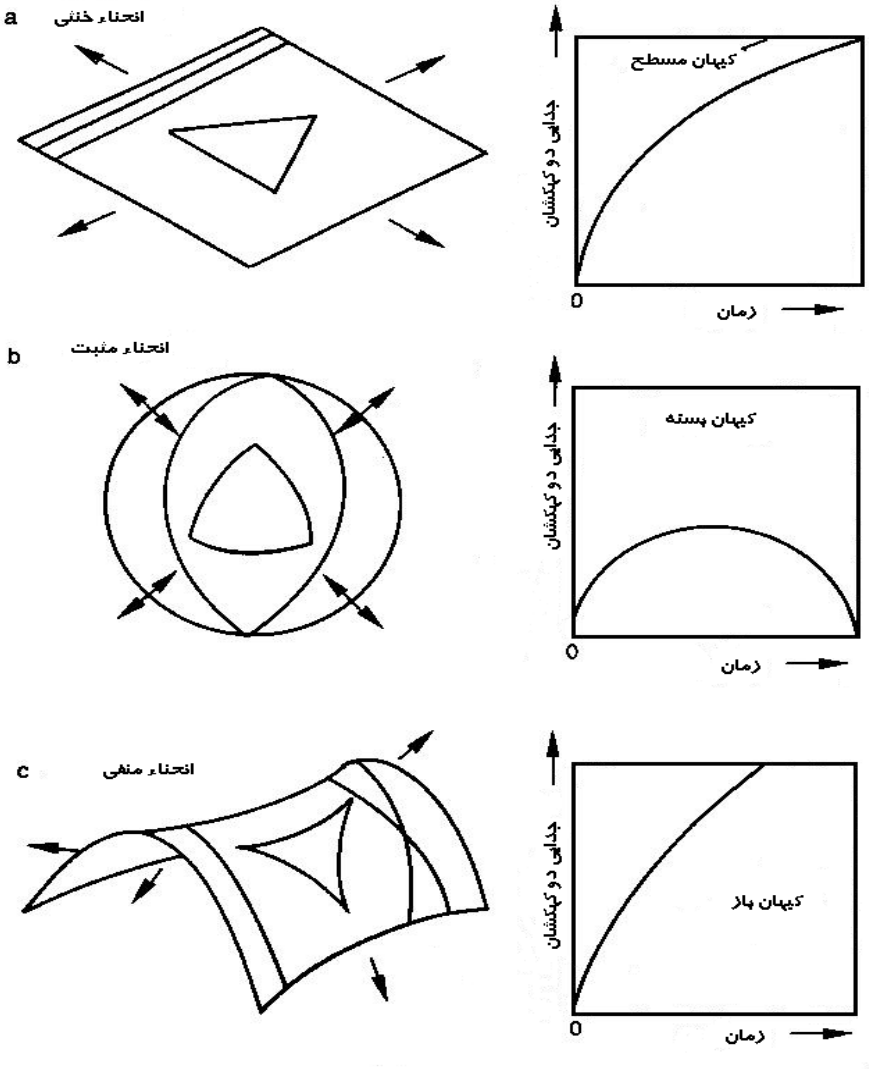
شکل ۲۲ : آیا کیهان دارای مرز است؟ این حکاکی قرون وسطی به بهترین وجه نمایانگر قدیمی ترین سئوال در مورد کیهان است. آیا کیهان محدود است؟ اگر ما موفق به مشاهده آنسوی مرر کیهان شویم، با چه شگفتی هایی مواجه خواهیم شد؟ (قابل ذکر است که در کیهان قرون وسطایی، همانطور که در تصویر دیده می شود، فلک ستاره ای، سرحد کیهان محسوب می شد). امروزه، می دانیم کیهان محدود یا نامحدود هیچگونه مرزی ندارد. (عکس از کتابخانه ملی پاریس)

هندسیه اقلیدسی برای تشریح سطوح مسطح وضع شده و نه برای سطوح خمیده. در سطح زمین، خطوط موازی مانند طولهای جغرافیایی از یکدیگر دور شده و در قطبین شمال و جنوب همدیگر را قطع می نمایند. اهرام ثلاثه مصر، برج ایفل در پاریس و "ستون سنگی هرمی"[۱۱۴] در واشنگتن، مثلث بسیار بزرگی را در سطح زمین تشکیل می دهند. مجموع سه زاویه این مثلث از ۱۸۰ درجه بیشتر است. خمیدگی یا انحنای زمین مثبت می باشد. سطح قله کوه یا سطح زین اسب، خمیدگی منفی دارند. در سطوح با خمیدگی منفی، مجموع زاویه های مثلث کمتر از ۱۸۰ درجه خواهد بود. (شکل ۲۳)

از چنین نتایجی می توان در فضای سه بعدی استفاده نمود. کیهان می تواند مسطح و بدون خمیدگی باشد ولی همچنین می تواند با خمیدگی مثبت یا منفی در نظر گرفته شود. در شبی تاریک، به نور چراغ قوه تان خیره می شوید. اگر در کیهانی مسطح زندگی کنید، نور چراغ در

[114] - Obélisque

بینهایت، در کیهان بی پایان ناپدید می گردد. اگر کیهان شما، خمیدگی مثبت داشته باشد، نور چراغ را بعد از پیمودن کیهان، مجددا" مشاهده خواهید نمود، همانند قایقی که بعد از دور زدن زمین به مکان اولیه خود می رسد. در اینصورت، کیهان، محدود یا "بسته" است. اگر کیهان شما خمیدگی منفی داشته باشد، نور در بینهایت گم می شود و در این حالت، کیهان نامحدود و یا"باز" نامیده می شود. در هر سه حالت، کیهان فاقد مرز خواهد بود و آرشیتاس می تواند با خیال آسوده سر به بالین گذارد.



شکل ۲۳ : انحناء کیهان. در این اشکال، سه نوع خمیدگی کیهان از طریق قیاس در نظر گرفته شده است (این قیاس دقیقا" کامل نیست زیرا فضای سه بعدی کیهان بوسیله سطوح دو بعدی نشان داده شده است).

شکل a۲۳ ، هندسه یک کیهان مسطح با خمیدگی صفر را نشان می دهد. هندسه این سطح بوسیله اقلیدس مطالعه شده است. در هندسیه اقلیدسی، از یک نقطه، فقط یک خط به موازات خط دیگر می توان رسم نمود و مجموع سه زاویه یک مثلث همواره ۱۸۰ درخه خواهدبود. انبساط کیهان مسطح در بینهایت پایان می پذیرد.
شکل b۲۳ ، نمایانگر هندسه یک کیهان با خمیدگی مثبت است، مانند سطح یک کره. این هندسه بوسیله برنارد ریمن پایه ریزی شده است. تمام خطوط مستقیم در دو قطب همدیگر را قطع کرده و هیچ خط موازی را نمی توان در این سطح رسم نمود. مجموع سه زاویه یک مثلث بیش از ۱۸۰ درجه است. انبساط یک کیهان با خمیدگی مثبت در آینده به اتمام رسیده و کیهان بر روی خود فرو پاشیده خواهد شد. این کیهان به کیهان"بسته" معروف است.
شکل c۲۳ ، نمایانگر هندسه یک کیهان با خمیدگی منفی است، مانند سطح زین اسب. این هندسه نیز بوسیله ریمن مطالعه شده است. از یک نقطه می توان خطوط بیشماری به موازات یک خط مستقیم رسم نمود. جمع سه زاویه یک مثلث همواره کمتر از ۱۸۰ درجه می باشد. کیهان با خمیدگی منفی، انبساطی ابدی داشته و کیهان "باز" نامیده می شود.

نور حامل اطلاعات کهنه است

انتشار نور لحظه ای نیست. نور برای رسیدن به ما وقت صرف می نماید. این حقیقت که امروزه امری کاملا" طبیعی است، با این حال، برای مدتهای مدید موضوع بحث و جدل بود. ارسطو (۳۵۰ سال قبل از میلاد مسیح) عقیده داشت اشیاء بمحض برخورد با نور آنا" درخشنده می شوند. ۲۰ قرن بعد، "دکارت"[۱۱۵] هنوز از انتشار لحظه ای نور از میان عنصر "اتر" دفاع می نمود. می بایست تا سال ۱۶۷۶ منتظر ماند تا سرانجام نور بتواند سرعت معینی را کسب نماید. اخترشناس دانمارکی، "اولاس رومر"[۱۱۶] که در رصدخانه پاریس، گرفتگی یکی از اقمار مشتری بنام "یو"[۱۱۷] را مطالعه می کرد، مشاهده نمود، زمانیکه زمین در مدارش بدور خورشید از مشتری دورتر قرار می گرفت، فاصله زمانی بین دو ناپیدایی "یو" در پشت مشتری بیشتر شده و برعکس، زمانیکه زمین به مشتری نزدیک می شد، این فاصله زمانی تقلیل می یافت. رومر از مشاهداتش بدرستی نتیجه گیری نمود که انتشار نور لحظه ای نیست. این تاخیر ناشی از زمان اضافی، برای نور لازم بود تا خود را از "یو" به وضعیت دورتر زمین برساند. رومر، سرعت نور را تقریبا" ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر درثانیه تخمین زد. امروزه، چنین سرعتی به اثبات رسیده است. این سرعت تقریبا" یک میلیون برابر بیشتر از سرعت صدا می باشد. از اینجا می توان درک نمود چگونه در رعد و برق ها، ابتدا درخشندگی نور دیده می شود و سپس صدای غرش به گوش می رسد.
به موجب نظریه اینشتین، سرعت نور، بالاترین سرعت یا سرعت نهایی کیهان است. این سرعت واقعا" شگفت انگیز است، در یک ثانیه، نور ۷/۵ بار دور زمین را طی می نماید. ولی

---

[115] - Descartes
[116] - Olaüs Römer
[117] - Io

با این وجود، در عظمت کیهان، نور سرعتی لاک پشتی دارد. نور، اخبار خورشید را بعد از ۸ دقیقه بما می رساند، یعنی خورشیدی را که اکنون رویت می نمائیم، خورشید ۸ دقیقه قبل است. بهمین طریق، رویت نزدیک ترین ستاره به خورشید، ستاره ٤/۲ سال پیش خواهد بود. رویت کنونی نزدیک ترین کهکشان بما (آندرومد)، کهکشان ۲/۳ میلیون سال قبل است، یعنی زمان ظهور انسانهای اولیه. رویت خوشه کهکشانی "دوشیزه"[۱۱۸] در واقع، خوشه ٤۰ میلیون سال قبل است، یعنی زمان پیدایش اولین پستانداران زمینی و رویت "شبهه ستارگان"[۱۱۹]، این نقاط نورانی سرحدات کیهان، شبهه ستارگان میلیاردها سال قبل می باشد، یعنی زمانیکه هنوز زمین و خورشید وجود نداشتند. این اخبار که از دوردست ها بما می رسد بمراتب اخبار کهنه و قدیمی اند. در جزیره کوچک "زمان حال" قرار داریم و امواج گذشته که از هرطرف بسویمان می آیند را تماشا می کنیم. اخترشناس مسافر زمان است و به عنایت تلسکوپش، گذشته کیهان را مرور می نماید.

ده کهکشان جدید در هر سال

در وسط اقیانوس اطلس، دریانوردی در کشتی ایستاده و به چشم انداز اطرافش می نگرد. او خشکی را نمی بیند و در اطرافش تا افق، همه چیز آب است. بهمین طریق که افق اقیانوس، دید دریانورد را محدود می سازد، دید اخترشناس نیز بوسیله "افق کیهانی"* محدود می شود. تلسکوپ ها مسئول این محدودیت نیستند بلکه عواملی نظیر سرعت محدود نور و سن کیهان این مسئله را ایجاد می نمایند.
همانطور که بعدا" خواهیم دید، پیدایش کیهان تقریبا" به ۱۵ میلیارد سال می رسد. سطح کره ای بزرگ به مرکز زمین و به شعاع ۱۵ میلیارد سال نوری، افق کیهانی ما را تشکیل می دهد. مناطق خارج از این کره، هنوز زمان لازم جهت ارتباط با ما را پیدا نکرده اند. اخبار این مکانها که بوسیله نور انتشار یافته اند، هنوز بما نرسیده اند.
کیهان، محدود یا نامحدود، بتدریج مناظرش را به چشمان ما نمایان می سازد. با گذشت زمان، کره افق کیهانی بزرگتر شده و چشمانمان قادر به اکتشاف مناظر دورتر خواهد بد. هر ساله، تقریبا" ۱۰ کهکشان جدید در قلمرو رویت ما قرار می گیرند.

چرا آسمان در شب تاریک است؟

[118] - Vierge
[119] - Quasar

در اکثر مواقع، حوادث و اتفاقات بسیار ساده، حامل اطلاعات بسیار مهمی می باشند. سقوط یک سیب باعث شد نیوتون قانون گرانش را کشف نماید. شب تاریک نیز حامل اطلاعات مهم در مورد آغاز کیهان است.

در سال ۱۶۱۰، کپلر معمای شب تاریک را مطرح نمود. او می گفت : اگر کیهان نامحدود باشد، آسمان تاریک، در هنگامی که خورشید در آنطرف زمین قرار گرفته، نیز باید مانند روز روشن باشد. یک کیهان نامحدود، باید دارای بی نهایت ستاره درخشنده مانند خورشید داشته باشد و از هر نقطه زمین باید درخشندگی این ستارگان دیده شود. خود را در جنگلی انبوه تصور نمائیدکه به هر طرف نظر می افکنید نگاه شما به تنه های درختان متعدد برخورد می نماید. در جنگل ستارگان یک کیهان نامحدود نیز، نگاه بیننده همواره باید با ستارگان متعدد با درخشندگی بیشتر از خورشید تلاقی نماید و شب تاریک نیز باید مانند روز روشن باشد (شکل ۲٤). بنابراین، کپلر نتیجه گیری کرد که شب تاریک به معنای این خواهد بود که کیهان نامحدود نیست.

در سال ۱۶۸۷، زمانیکه نیوتون برای پیشبرد نظریه گرانش عمومی، بینش کیهان نامحدود را قبول کرده بود، مشکل شب تاریک مجددا" مطرح گردید. در سال ۱۸۲۳، اخترشناس آلمانی بنام "هینریش اولبرس"[۱۲۰] با استفاده از پژوهشهای یک سوئیسی بنام "جان فیلیپ ششو"[۱۲۱] ، مدعی شد که نور ستارگان در طول سفرشان در فضا جذب می گردند. شب تاریک است زیرا نور ستارگان کاملا" به ما نمی رسند. این عقیده البرس نمی توانست صحیح باشد زیرا هر چیزی که جذب شود باید دوباره انتشار یابد. نور هرگز گم نمی شود. این معما که امروزه به "پارادوکس البرس" * معروف است ، در آن دوران هنوز حل نشده باقی مانده بود.

با کیهان انفجار بزرگ، معمای شب تاریک سرانجام حل شد. شب تاریک است زیرا به اندازه کافی ستاره وجود ندارد تا آسمانرا از نورشان مملو نماید. تعداد ستارگان محدود است، نه به دلیل محدودیت کیهان (همانطوری که کپلر عقیده داشت) بلکه بعلت این مسئله که ما نمی توانیم تمام کیهان را مشاهده نمائیم. چون هستی کیهان آغازی داشته و انتشار نور لحظه ای نیست، بنابراین تنها نور ستارگانی که در داخل افق کیهانی قرار دارد بما می رسد. از سوی دیگر، محدودیت تعداد ستارگان بدلیل محدودیت سن آنهاست. سن ستارگان نورانی نسبت به سن کیهان کوتاه است. سن ستارگان نورانی از میلیونها تا میلیاردها سال متغیر می باشد. سرانجام به انبساط کیهان نیز باید اشاره نمود. بتدریج که فاصله کهکشانها افزایش می یابد، نور برای رسیدن بما، بیش از پیش دچار زحمت می شود. انرژی نور کم شده و نور گرایش به رنگ قرمز خواهد داشت. انرژی نورانی در داخل افق کیهانی تقلیل می یابد.

---

[120] - Heinrich Olbers
[121] - Jean – Philippe Cheseaux

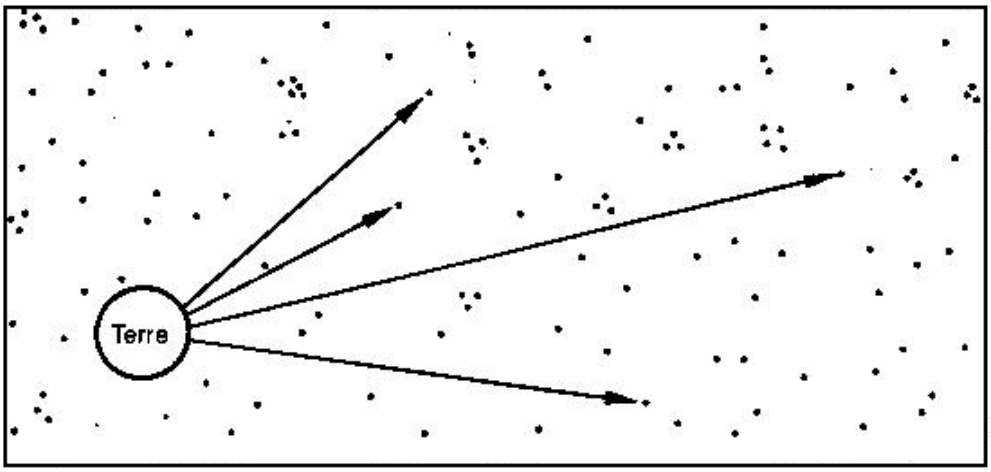
اگر باری دیگر در شبی تاریک و زیبا به تماشای ستارگان آسمان می نشینید، بخود بگوئید این نمایش زیبا مدیون این مسئله است که هستی کیهان آغازی داشته و عمر ستارگان نورانی کوتاه است.

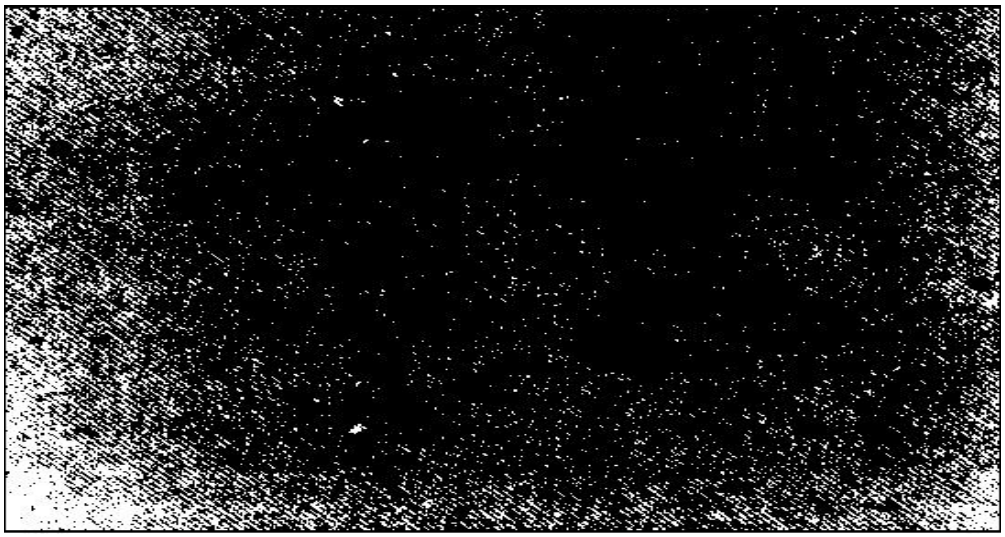
زمان انعطاف پذیر

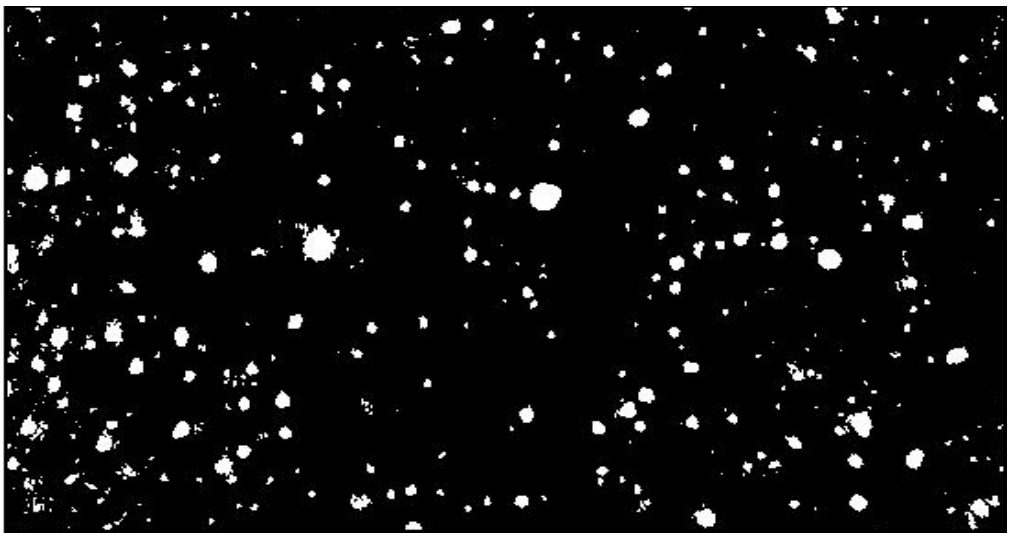
سرعت گریز کهکشانها با میزان فاصله آنها از یکدیگر متناسب بوده و افزایش می یابد. با تلسکوپی قوی که قادر به مشاهده افق کیهانی است، می توانیم اجرامی را مشاهده نمائیم که با سرعت ۸۰، ۹۰، ۹۵ و یا ۹۹ درصد سرعت نور در حال دور شدن می باشند.
ساکن کهکشانی دوردست، هر ثانیه یک موج رادیویی برایمان ارسال می نماید. فاصله زمانی دو موج رادیویی در زمان ارسال از این کهکشان، یک ثانیه است. ولی در موقع پیمودن فضا تا رسیدن بما، فاصله زمانی بین دو موج بدلیل انبساط کیهان افزایش می یابد و بدینصورت، زمانیکه این امواج به زمین می رسند، فاصله زمانی بین دو موج بسیار بیشتر از یک ثانیه خواهد شد. هرچقدر فاصله این کهکشان از ما بیشتر و هرچقدر سرعت آن افزونتر باشد، فاصله زمانی بین دو موج بیشتر خواهد بود. یک ثانیه برای ساکنین کهکشان دوردست، با توجه به سرعت گریز کهکشان از ما، می تواند یک ساعت، یک سال، یک قرن و .... برای ما باشد. زمان، ویژگی عام خود را از دست داده و همانند فضا، انعطاف پذیر می گردد. زمان نسبت به حرکت هر فردی می تواند افزایش یا کاهش یابد. زمان واحد و عام کیهان نیوتونی، جایش را به زمانهای متعدد کیهان اینشتین داد.

منشاء جوانی

ژول و جیم دوقلو هستند. ژول که روحیه ای ماجراجویانه دارد با سفینه ای بسیار با قدرت، با سرعتی معادل ۸۷٪ سرعت نور، برای سیاحت به فضا پرواز می نماید. جیم، منزوی تر از ژول، ترجیح می دهد زندگیش را در زمین دنبال نماید. ژول و جیم، هردو قبل از پرواز، ساعتهایشان را با یکدیگر تنظیم می نمایند. ژول در اول ژانویه ۱۹۸۸ بسوی فضا حرکت می کند. ده سال بعد، او راه برگشت را در پیش می گیرد. زمانیکه سفینه او به زمین می نشیند، تقویم سفینه، اول ژانویه ۱۹۹۸ را نشان می دهد. وقتیکه ژول به خانه جیم می رود، مشاهده می نمایدکه تقویم جیم، اول ژانویه ۲۰۰۸ را نشان می دهد. به سن جیم ۲۰ سال اضافه شده در حالیکه ژول ۱۰ سال مسن تر شده است. اختلاف سن کاملا" حقیقی است. صورت جیم چروک های بیشتری داشته و موهایش سفید تر از موهای ژول می باشد. قلب جیم بیشتر تپیده، غذاهای بیشتری میل کرده و کتابهای بیشتری خوانده است.


Terre





شکل ۲٤ : معمای البرس : چرا آسمان در شب تاریک است؟ در سال ۱۸۲۳، هینریش آلبرس این سئوال را مطرح کرده بود: چرا آسمان در شب تاریک است؟ اگر کیهان نامحدود و دارای بی نهایت ستاره باشد، در روی زمین از هر جهت که آسمان مشاهده شود، باید ستاره ای نورانی همانند خورشید دیده شود (شکل a۲٤). بنابراین، شب باید همانند روز روشن باشد (چنانچه به جای ستاره، کهکشان در نظر گرفته می شد، این سئوال صحیح تر بنظر می رسید، ولی البرس در آن دوران هنوز از وجود کهکشانها بی اطلاع بود). امروزه، این معما حل شده است: هستی کیهان آغازی داشته و تعداد کهکشانهایی که نورشان زمان لازم برای رسیدن بما را داشته اند، نامحدود نیست. با کامل ترین تلسکوپ کنونی مجهز به موج یاب های الکترونیکی، می توان ستاره های بسیار کم نور یعنی ستارگان بسیار دوردست را مشاهده نمود. عملکرد این تلسکوپ ها آشکار می سازد بتدریج که محدودیت رویت کاهش می یابد، یعنی بتدریج که انسان نقاط دورتر را مشاهده می نماید، آسمان بیش از پیش مملو از منابع نورانی می گردد. تصاویر b۲٤ و c۲٤ دقیقا" نمایانگر اختاف ظاهری آسمان است. تصویر b۲٤ ، نمایانگر گوشه ای از آسمان است که در آن کم نورترین ستاره، یک میلیون بار از کم نورترین ستاره قابل رویت به چشم غیرمسلح کم نورتر است. تنها دهها ستاره کهکشان در این عکس قابل رویتند. دو نقطه دایره شکل در مرکز تصویر، دو ستاره می باشند. تصویر c۲٤ ، همان نقطه از آسمان را نشان میدهد که با بزرگنمایی بسیار بیشتر عکسبرداری شده است. در این تصویر، نور کم درخشنده ترین ستاره یک میلیارد بار کمتر از نور کم درخشنده ترین ستاره قابل رویت می باشد. باز در اینجا، درخشنده ترین نقاط، همان دو ستاره نزدیک به مرکز عکس می باشند، ولی آسمان مملو از منابع نورانی شده است. در این تصویر، ۱۲۰۰ نقطه نورانی را می توان شمارش نمود. از اینطریق، نتیجه گیری شده استکه در مربعی به ضلع یک درجه در آسمان، ۱۵۰.۰۰۰ منبع نورانی وجود دارد. تقریبا" تمامی این نقاط نورانی، کهکشانها هستند که هرکدام دارای حدودا" ۱۰۰ میلیارد خورشید می باشند. ولی بخش کوچکی از این منابع نورانی به احتمال فراوان، کهکشانهای حقیقی نبوده بلکه کهکشانهای خیالی هستند که تصاویرشان بوسیله کهکشانهای نزدیک که عملکردی همانند عدسی های گرانشی دارند، بوجود آمده است (به تصویر ٥٤ مراجعه شود). با وجودیکه آسمان از کهکشانها مملو شده است، ولی هنوز می توان نقاطی را در تصویرc۲٤ مشاهده نمود که در آن کهکشانی وجود ندارد. بدلیل همین نقاط تهی از اجرام نوری است که شب تاریک می ماند. برعکس، تاریکی شب، بیانگر این مسئله است که تعداد کهکشانهای کیهان محدود بوده و آنها قادر به پوشاندن کامل آسمان نیستند.

اینشتین، با حذف زمان مطلق، منشاء یا چشمه جوانی را به ما هدیه نمود. چشمه جوانی موجب جوانی انسان نمی گردد بلکه حرکت زمان را آهسته می نماید. برای کند کردن روند پیری، باید سریعتر حرکت نمود. سرعت، راز تجدید جوانی است. اگر ژول با سرعتی معادل ٪۹۹ سرعت نور حرکت می کرد، او هفت برابر از طول زمان پیری خود می کاست. در مدت ۱۰ سال سفر او در فضا، مدت زمان سپری شده در زمین ۷۰ سال می بود و به احتمال فراوان، در بازگشت به زمین، ژول دیگر جیم را نمی دید (مرگ جیم). اگر ژول با سرعتی معادل ٪۹۹/۹ سرعت نور حرکت می کرد، در بازگشت، وی نتیجه های جیم را مشاهده می نمود. زمان ژول نسبت به زمان در زمین به میزان ۲۲/٤ برابر کاهش می یافت. سفر ۱۰ ساله او می توانست مترادف با ۲۲٤ سال زمینی باشد و ژول در سال ۲۲۱۲ به زمین باز می گشت (به توضیح شماره ۲ مراجعه شود).

اینشتین می توانست دلیل دیگری به دلایل طرفداران "دو استقامت" اضافه نماید. با دویدن، از پیری افراد کاسته می شود. بدون شک، این تقلیل پیری بی نهایت ناچیز است. یک ثانیه فردی که ۱ متر در ثانیه می دود برابر است با ۵.....۱/ ثانیه یک فرد ساکن. عدد ۵ بعد از ۱۷ صفر قرار می گیرد. اختلاف این عدد با عدد یک، آنچنان ناچیز است که حتی با ساعتهای اتمی پیچیده نیز نمی توان این اختلاف را محاسبه نمود. حتی اگر شخص دونده، نیمی از عمرش را به دویدن بپردازد (۵۰ سال)، او فقط یک صدمیلیونیم ثانیه نسبت به تنبل هایی مثل ما بیشتر زندگی خواهد کرد. در زندگی روزمره ما، سرعت هایی که ما با آنها در ارتباطیم، نظیر سرعت اتوموبیل، هواپیما، کشتی، در مقابل سرعت نور، بی نهایت ناچیز می باشند. بدین سبب، همه ما در یک زمان زندگی می کنیم زیرا اختلافات زمانی بسیار ناچیزند.

زوج فضا – زمان

زمان قابل انعطاف است، فضا نیز، همانطور که قبلا" دیدیم، همین ویژگی را داراست. هر دو می توانند منبسط و منقبض شوند. بدون شک، خصوصیات اینچنین یکسان این دو عامل کیهان، نمی تواند اتفاقی باشد. در واقع، این دو عامل، زوجی پیوسته را تشکیلی می دهند و نسبت بیکدیگر حرکاتی تکمیلی دارند. وقتیکه زمان منبسط شده و حرکتش کند می گردد، فضا منقبض می گردد. در بازگشت ژول به زمین، جیم نه تنها او را دوبرابر جوانتر می بیند بلکه همچنین مشاهده می نماید فضای سفینه او منقبض شده و تقریبا" نصف گردیده است (به توضیح شماره ۲ مراجعه شود). در کیهان اینشتینی، زمان و فضا کاملا" بیکدیگر وابسته اند. فضایی که منقبض می شود موجب طولانی تر شدن زمان می گردد. نرخ تبدیل فضا به زمان در "بانک کیهانی" بسیار بالاست. برای هر ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر فضا، شما فقط یک ثانیه زمان کسب می نمائید. تفکیک زمان و فضا از یکدیگر، امکان پذیر در کیهان نیوتونی، دیگر قابل قبول نخواهد بود. کیهان اینشتینی چهار بعدی است. به سه بعد فضا، بعد زمان نیز اضافه شده است. برای تشریح مختصات خود در کیهان، مقیاس زمان نیز باید در نظر گرفته شود.

سرعت نور گرانبهاست

فضا، عظیم و بی کران است. نزدیکترین ستاره به ما، در فاصله ٤ سال نوری قرار دارد. وسعت دامنه ستارگان، از یکسو تا سوی دیگر راه شیری، به ۱۰۰.۰۰۰ سال نوری می رسد. کهکشان دوقلوی ما، آندرومد، در حدود ۲ میلیون سال نوری با ما فاصله دارد. عمر ما

انسانها، کم و بیش، نزدیک به ۱۰۰ سال می باشد. اینشتین می گفت حرکت با سرعت نور یا بیشتر از آن برای انسان غیرممکن است. نتیجتا"، سیاحت ستارگان و کهکشانها غیر قابل تصور بنظر خواهد رسید. ولی مگر اینشتین ابزار کندکردن زمان را بما نداده است؟ اگر ژول بیشتر به پدال گاز سفینه اش فشار دهد و سرعت آنرا به سرعت نور نزدیک نماید، می تواندروند پیری خود را طولانی تر ساخته و زمان لازم برای سیاحت ستارگان دوردست را کسب نماید. ولی متاسفانه این فرضیه صحیح نیست. هرچیزی بهایی دارد و بهای نزدیک شدن به سرعت نور بسیار بالاست.

اگر ژول با سرعتی معادل ۹۹٪ سرعت نور حرکت می کرد، روند پیرشدن وی ۷ برابر تقلیل می یافت. ولی جرم سفینه او، برعکس، ۷۰ برابر بیشتر می شد (به توضیح شماره ۲ مراجعه شود). بنابراین، سفینه او به سوخت بیشتری محتاج بود. هرچقدر سفینه سریعتر حرکت نماید، جسیم تر شده و مقدار سوخت لازم برای حرکتش بیشتر خواهد شد. این دوره تسلسل جهنمی، غیر قابل اجتناب است. سفینه ای که با سرعت نور حرکت می کند، جرمی بینهایت بخود خواهد گرفت و مقدار انرژی لازم برای جابجایی آن نیز بینهایت خواهد بود. کند کردن زمان بوسیله افزایش سرعت غیرممکن بنظر می رسد و سیاحت بین ستاره ای و بین کهکشانی در قلمرو تخیلات باقی خواهد ماند.

گذشته من، حال تو و آینده شماست

در شبی طوفانی، در ایستگاه قطار، صاعقه ای به دو منتهی الیه یک واگن قطار که وارد ایستگاه می شود، برخورد می نماید. "فرانسواز" که در سکوی ایستگاه منتظر است، برخورد صاعقه به عقب و جلوی واگن را همزمان مشاهده می نماید زیرا در زمان برخورد صاعقه او درست در وسط واگن قرار گرفته بود. "پل" که در داخل واگن نشسته بود، برخورد صاعقه را ابتدا در جلو واگن و سپس در عقب آن مشاهده می نماید زیرا حرکت قطار او را بسوی جلو حرکت می داد. "باربارا" که در لحظه برخورد صاعقه در قطاری دیگر که در جهت مخالف قطار پل حرکت می کرد، قرار داشت نیز برخورد صاعقه را مشاهده کرده است. او که در لحظه صاعقه درست در وسط دو منتهی الیه قطار پل قرار گرفته بود، برخورد صاعقه را ابتدا در عقب و سپس در جلوی آن می بیند.

حق با چه کسی است؟ اینشتین مدعی است همگی درست می گویند. با از بین رفتن "زمان ساکن"، مفهوم گذشته، آینده و حال نیز از میان برداشته شده است. برای فرانسواز، صاعقه همزمان به دو منتهی الیه واگن برخورد کرده است. ولی "همزمان" فرانسواز با زمان پل و باربارا که نسبت به او در حرکتند یکی نیست. اگر فرانسواز زمان برخورد صاعقه به جلو واگن را "زمان حال" خود بداند، برخورد صاعقه به عقب واگن نیز در "زمان حال" او قرار

گرفته است، ولی پل برخورد صاعقه را دیرتر خواهد دید یعنی در "آینده" فرانسواز. درحالیکه، برخورد صاعقه به عقب واگن برای باربارا در "گذشته" فرانسواز صورت گرفته است.

در واقع، این "حرکت" است که ترتیب حوادث مختلف را تعیین و مشخص می نماید چه چیزی متعلق به گذشته، حال و یا آینده است. "زمان حال" ویژگی عام خود را از دست داده است. جیم در زمین، با نگاه به ساعت و تقویمش، از خود سئوال می کند، "اکنون" در سیاره مشتری چه می گذرد؟ ژول، در سفینه اش که با سرعت فراوان در حرکت است نیز در همان زمان با نگاه کردن به ساعت و تقویم سفینه اش همین سئوال را از خود خواهد کرد. ولی "اکنون" جیم با "اکنون" ژول متفاوت است. هرچقدر سرعتهای نسبی بیشتر باشد، اختلاف بین این "اکنون" ها بیشتر خواهد بود. شبهه ستارگان، این اجرام نورانی در سرحدات کیهان، با سرعتی معادل ۹۰٪ سرعت نور در حال دور شدن می باشند. "زمان حال" این ستارگان، زمانی که قدم می زنم با "زمان حال" آنها، زمانی که بی حرکتم، می تواند هزاران سال با یکدیگر اختلاف داشته باشد.

آیا میخ می تواند قبل از اینکه چکش بر آن فرود آید در چوب فرو رود؟

نظریه نسبیت، مفهوم گذشته، حال و آینده را دگرگون ساخت. سرعت می تواند ترتیب حوادث را تنظیم نماید. بدینصورت، آیا رابطه علت و معلول از بین خواهد رفت؟ یعنی آیا معلول می تواند قبل از علت بوجود آید و نتیجه قبل از عمل؟ میخ می تواند قبل از اینکه چکش بر آن فرود آید در چوب فرو رود؟ هدف می تواند مورد اصابت قرارگیرد، قبل از اینکه تفنگ شلیک نماید؟ نور ستارگان دوردست می تواند قبل از اینکه انتشار یابد به چشمان ما نمایان گردد؟ می می توانم قبل از مادربزرگم بدنیا آیم؟ خوشبختانه، برای تعادل فیزیکی و روحی ما انسانها، جواب کلیه این سئوالات منفی است. ترتیب زمانی دو حادثه فقط زمانی تغییر می یابد که دو حادثه چنان در زمان بیکدیگر نزدیک و یا در فضا از یکدیگر دور باشند که نور زمان کافی برای رفتن از یک حادثه به حادثه دیگر را نداشته باشد. برای اینکه گذشته، حال و آینده معنایشان را از دست بدهند و یکی شوند، باید که دو حادثه بوسیله نور با یکدیگر رابطه سببی نداشته باشند، باید این دو حادثه از یکدیگر متاثر نشوند. فرانسواز برخودر صاعقه به عقب و جلوی واگن را همزمان مشاهده می نماید. نور زمان لازم برای رفتن از یک اشعه به اشعه دیگر را ندارد و ترتیب حوادث می تواند بوسیله حرکت تغییر یابد. ولی نور به اندازه کافی زمان لازم را در اختیار دارد تا قبل از اینکه چکش بر میخ فرود آید، از چکش به میخ برود یا از تفنگ به هدف برود، قبل از اینکه گلوله به هدف برسد. در

نتیجه، ترتیب حوادث برای همه یکی خواهد بود. خدا را شکر، من قبل از مادربزرگم به دنیا نخواهم آمد!

زمان از دست رفته پروست[۱۲۲]

ما می گوئیم : "گذشت زمان" یا "در جریان زمان". ما زمان را بمانند آب رودخانه ای که جریان دارد در نظر می گیریم. در قایقی که با لنگرش در "زمان حال" ساکن است، گذر رود زمان را مشاهده می کنیم. امواج گذشته بتدریج از ما دور شده و امواج آینده بسوی ما می آیند. ما به زمان "بعدی فضایی" می دهیم و این تجلی حرکت زمان در فضا نسبت بماست که احساس گذشته، حال و آینده را در ما ایجاد می نماید. تنها زمان حال است که وجود دارد. تنها زمان حال است که آشکار و قابل لمس است. گذشته از بین رفته و در خاطرات ما محو گشته است. مارسل پروست در کتابش، به جستجوی این زمان گم شده رفته و با حکایت دختران جوان زیبا و کلوچه های معطرش، ما را محسور کتابش نمود. آینده فقط در رویاها و آرزوهای ما وجودخواهد داشت.
این زمان مادی یا زمان روانی، همگی ما را در بر می گیرد. این تفکیک بین گذشته، حال و آینده، زندگی ما را تنظیم نموده و افعال گذشته، حال و آینده، مبنای دستور زبان ما خواهد بود. ما مطمئنیم که گذشته نمی تواند تغییر یابد در صورتیکه مایلیم، آینده بوسیله رفتارمان تنظیم گردد. با این وجود، عقیده "گذشت زمان"، این حرکت زمان نسبت به ضمیر ساکن ما (یا برعکس، حرکت ما نسبت به زمان ساکن) با نظریه های فیزیک مدرن در تضاد است. اگر زمان متحرک است، سرعت این حرکت چیست؟ مسلما" سئوالی ابلهانه! از سوی دیگر، این عقیده که فقط زمان حال وجود دارد، که تنها زمان حال، واقعی است با نظریه نسبیت که به زمان قابلیت انعطاف پذیری داده، در تضاد قرار می گیرد. گذشته و آینده باید همانند حال واقعی باشند زیرا به موجب نظریه اینشتین، گذشته یک فرد می تواند حال نفر دیگر و یا آینده نفر سومی باشد. برای فیزیکدان، زمان دیگر بوسیله سلسله حوادث مشخص نمی گردد. تفکیک بین گذشته و حال و آینده بیهوده است. تمام لحظات با ارزشند. لحظه یا لحظات استثنایی وجود ندارند. اگر من توپی را به هوا پرتاب نمایم، کافی است وضعیت و سرعت اولیه آنرا بدانم تا بتوانم مسیر توپ را تعیین نمایم. این مسیر هیچوقت تغییر نخواهد کرد. اگر توپ در ساعت ۶ صبح یا ۸ شب، در اول ژانویه یا ۳۱ دسامبر سال ۱۹۸۸ به هوا پرتاب شود، مسیر آن همواره یکسان خواهد بود. چون عقیده گذشته، حال یا آینده از بین رفته است، بنابراین، زمان احتیاجی به حرکت ندارد. زمان، ساکن و مانند خطی مستقیم

[۱۲۲] - اشاره به کتاب "در جستجوی زمان از دست رفته" نویسنده فرانسوی، مارسل پروست (Marcel Proust)(مترجم).

که از دو طرف به بینهایت کشیده شده باشد، بسادگی، وجود دارد. جریان زمان روانی جایش را به لختی آرام زمان فیزیکی داده است.
چرا چنین اختلافی بین دو زمان روانی و فیزیکی وجود دارد؟ احتمالا" بدلیل این مسئله است که فیزیک هنوز نتوانسته روابط بیولوژیکی و روانی را تشریح نماید. این فعالیت مغزی ماست که گذشت زمان را برایمان محسوس می سازد. راز گذشت در مغز ماست. این راز فقط زمانی فاش می گردد که بفهمیم چگونه احساس می کنیم، چگونه می اندیشیم و چطور می آفرینیم.

پیکان زمان

نوزادی زاده می شود، پس از پشت سرگذاشتن دوران طفولیت و جوانی، پیر شده و سرانجام می میرد. برای هرکدام از ما انسانها، این صحنه همیشه تکرار می گردد. حرکت زمان همواره در یک جهت است. این حرکت ما را از گهواره به گور می برد و نه برعکس. گذشته، پایان یافته در حالیکه آینده باید هنوز فرا رسد. گذشته نمی تواند بعد از آینده بیاید. نظیر پیکانی که از کمان پرتاب شده و مستقیما" بطرف جلو حرکت می نماید، زمان روانی نیز حرکتی بسوی جلو داشته و قادر به بازگشت به عقب نیست. حرکت زمان روانی غیرقابل برگشت است.
با این وجود، این برگشت ناپذیری زمان که مسئول تصورات ما از مرگ است، در جهان مولکولی غایب است. در مقیاس میکروسکپی، زمان یک جهتی نیست. پیکان زمان از بین رفته و زمان می تواند در دو جهت جریان یابد. اگر شما از جهان میکروسکپی فیلمی تهیه نمائید و سپس این فیلم را برعکس تماشا کنید، هیچ اختلافی را مشاهده نخواهید کرد. دو الکترون بیکدیگر نزدیک شده، با هم تصادم کرده و مجددا" از یکدیگر دور می شوند. ترتیب حوادث را برعکس نمائید و خواهید دید دوباره دو الکترون بیکدیگر نزدیک شده، با هم تصادم کرده و به حرکت در خواهند آمد. قوانین فیزیکی که این حوادث را تشریح می نمایند، بجز یک استثنای کوچک، جهت خاصی برای زمان قائل نمی شوند. این قوانین برای هر دوجهت معتبرند. استثنای کوچک، مربوط به یک مولکول "زیراتمی"[123] بنام "کائون"[124] است که فاقد بار الکتریکی است. جهان زیراتمی (ذرات کوچکتر از اتم)، جهانی متغیر و همواره متلاطم است. در اینجا، اکثر ذرات عمری بسیار کوتاه دارند. عمر کائون کمتر از یک میلیونیم ثانیه است. در بیش از ۹۹٪ از موارد، کائون به سه ذره تقسیم شده و ناپدید می گردد. این تجزیه کائون قابل برگشت در زمان است. سه ذره با یکدیگر ادغام شده و کائون را بوجود

[123] - Subatomique
[124] - Kaon

می آورند، ولی اشکال کار در اینجاست که در کمتر از ۱٪ موارد، کائون به دو ذره تقسیم می شود. در این حالت، زمان غیرقابل برگشت می باشد. این حالت فقط در یک جهت ایجاد می گردد. تقسیم کائون به دو ذره، یک پیکان کوچک زمانی را ایجاد می نماید. کوچک، زیرا از هزاران ذره جهان زیراتمی، کائون تنها ذره ای است که این ویژگی را داراست، بعلاوه، تقسیم کائون به دو ذره بسیار نادر بوده و ماده ای که تشکیل دهنده ما، ستارگان و کهکشانها می باشد، فاقد کائون است. کائون از تصادمات بسیار شدید ذرات در دستگاههای شتابدهنده که ذرات را با سرعت نزدیک به سرعت نور به حرکت در می آورند، حاصل میگردد. بنظر نمی رسد این پیکان کوچک زمانی، نقش مهمی را ایفا نماید ولی پیغامش هنوز بصورت راز باقی مانده است.

پیکان زمانی که تقریبا" در جهان میکروسکپی غایب است، برعکس، در جهان ماکروسکپی با قدرت تمام ظاهر می شود. همانطور که دیدیم، زمان روانی از تولد تا مرگ جریان دارد. نمایش فیلم دنیای ماکروسکپی از دو طرف یکسان نخواهد بود. یک فنجان چای گرم، سرد می شود. یک تکه یخ تحت حرارت خورشید آب می شود. یک قطره مرکب در لیوان آب حل می گردد. سنگهای یک کلیسای باستانی، جدا شده و بصورت هزاران قطعه بر زمین سقوط می کنند. تمام این حالات، جهت زمانی را در بردارند. شما هرگز عکس این حوادث را مشاهده نخواهید نمود. فنجان چای خود به خود گرم نخواهد شد. آب جاری شده از یخ به تنهایی مجددا" یخ نخواهد شد و مولکولهای مرکب و سنگهای کلیسا نیز بتنهایی دوباره مرکب و کلیسا را ایجاد نخواهند کرد. در تمام این حالات، حالت اولیه با سازمان تر و منظم تر از حالت پایانی است. ساختار بلوری قطعه یخ منظم تر از آبی است که از گرم شدن یخ حاصل می شود. نظم و سازمان کلیسای زیبای باستانی بمراتب بیشتر از خرده سنگهایی است که از فروریختن آن بوجود آمده است. حالت پایانی کم محتوی تر از حالت اولیه است.

فنجان چای سرد می شود زیرا هوای اطراف آن سردتر از چای است. بدلیل وجود عدم تعادل بین دمای چای و هوای اطراف آن، چای سرد و هوای اطراف آن گرم می شود تا اینکه اختلاف دما از بین رفته و تعادل برقرار گردد. عدم تعادل به سود تعادل از بین می رود. دمای یک شیئی بر اثر فعل و انفعالات اتمها یا مولکولهای آن ایجاد می گردد. چای گرم است چون مولکولهای آب گرم شده، فعل و انفعالات فراوانی از خود نشان می دهند. حرکت این مولکولها نامنظم خواهد بود. هوا سرد است زیرا مولکولهای هوا آرامند. حرکت آنها با سازمان و منظم است. بی نظمی مولکولهای آب با مولکولهای هوا ارتباط حاصل کرده و موجب افزایش بی نظمی می گردد تا اینکه تعادل برقرار شود. حالت پایانی حامل اطلاعات کمتری نسبت به حالت اولیه است، زیرا حالت اولیه شامل دو دما می بود در حالیکه در حالت پایانی فقط یک دما وجود دارد. بهمین صورت که حرکت از گذشته به آینده، از تولد به مرگ ، جهت زمان روانی را تعیین می نماید، حرکت از نظم به بی نظمی، از اطلاعات بیشتر

به اطلاعات کمتر، از عدم تعادل بـه تعـادل، جهـت زمـان فیزیکـی را مشـخص مـی نمایـد. فیزیکـدان، "بـی نظمـی" یـا "اغتشـاش"، "اطلاعـات کمتـر" و "عـدم تعـادل" را اصـل "آنتروپی"[۱۲۵] می نامد. به موجب این اصل که نماینده زمان فیزیکـی اسـت، آنتروپـی بایـد همیشه درحال افزایش باشد. بی نظمی باید افزایش یابد، اطلاعات باید تقلیل یابدو ناتعادلی باید از بین برود. این اصل به نام "دومین اصل ترمودینامیـک"[۱۲۶] معـروف اسـت. در قـرن گذشته، در دوران انقلاب صنعتی، زمانیکه دانشمندان سعی داشتند راندمان ماشین بخـار را افزایش دهند، کشف شد.

معجزه بشقاب خردشده

طبیعت چگونه توانست در مقیاس ماکروسکپی جهت زمانی ایجاد نماید در حالیکه این جهـت زمانی در مقیاس میکروسکپی غایـب اسـت؟ گذشـته از هرچیـز، مـی تـوان گفـت اجسـام ماکروسکپی همگی از اجزاء میکروسکپی تشکیل شده اند. چگونه مجموع توانست خصوصـیتی را کسب نماید که اجزاء فاقد آنست؟ جواب این سئوال در تعداد بیشمار ذرات اتمی حاضـر در دنیای ماکروسکپی و در روابط بین آنها خلاصه می شود.
یک گرم آب گرم دارای یک میلیون میلیارد میلیارد ($۱۰^{۲٤}$) اتم می باشـد. مقایسـه جهانهـای ماکروسکپی و میکروسکپی همواره نمایانگر چنین ارقامی است. مطالعه رفتار انفرادی هر یک از این اتمها، غیرممکن خواهد بود. ما فقط می توانیم با توسـل بـه قـوانین آمـار و احتمـالات تصوری از رفتار متوسط این اتمها داشته باشیم. سکه ای را به هوا پرتاب می کـنم. بدرسـتی نمی توانم بگویم سکه شیر خواهد آمد یا خط. ولی قوانین آمار و احتمالات بمن می گویند اگر سکه ای را بارها به هوا پرتاب نمایم، تعداد شیر و خط باید یکسان باشد. اصل آنتروپی نیـز از چنین خصوصیتی برخوردار بوده و اصلی است آماری. آنتروپی، بطور متوسط، بایـد افـزایش یابد ولی بمانند بمانند این مسئله که سکه پول می تواند صدبار پشـت سـرهم شـیر بیایـد، آنتروپی نیز می تواند بجای افزایش، کاهش یابد. یعنی اینکه ترتیب و نظم، اطلاعـات و عـدم تعادل افزایش یافته و جهت زمان تغییر کند. ولی با توجه به اینکه وقوع این مسائل آنچنان کم است که هیچوقت اتفاق نخواهد افتاد، نتیجتا"، پیکان زمان وجود داشته و تغییر نخواهد کرد. بشقابی را به زمین می اندازم، بشقاب شکسته و بصورت صدها تکه خرد شده درخواهد آمد. بطور کلی، قوانین آماری مدعی اند عکس این اتفاق نیز می تواند بوقوع بپیوندد. نوسانات آماری مولکولهای هوا در اتاق می توانند بطریقی عمل نمایند که تکه های خرد شده بهم چسبیده و بشقاب را مجددا" بوجود آورند. تغییرات دما در زمان شکستن بشقاب

---

[125] - Entropie

[۱۲٦] - ترمودینامیک علمی است که خواص حرارت را مورد مطالعه قرار می دهد (مترجم).

می توانند طوری عمل نمایند که تکه ها دوباره به یکدیگر جوش بخورند. نوسانات دیگر می توانند جریان هوا را بصورتی تنظیم نمایند که تکه ها درست در دست من بشقاب شود. اگر چنین واقعه ای را مشاهده نمائید، بدون شک، فریاد معجزه خواهید کشید و کاملا" حق با شماست. احتمال وقوع چنین حادثه ای بینهایت کم است. آنچنان کم که عملا" احتمال آن صفر خواهد بود. در واقع، احتمال وقوع چنین پدیده ای برابر است با : $1/10^{10^{25}}$ (یک تقسیم بر ده بتوان ده بتوان بیست و پنج). عدد $10^{10^{25}}$ یعنی 10^{25} صفر قبل از عدد ۱. اگر من شروع به نوشتن این عدد نمایم، یعنی ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰ ، سریعا" به ناتوانیم در نوشتن این عدد پی خواهم برد، زیرا تعداد صفرهایی را که باید بنویسم آنچنان زیاد است که حتی اگر صفحات تمامی کتابهای موجود در عالم را پر کنم، باز هم این عدد کامل نخواهد شد.
بشقابی که خرد می شود، خود به خود بشقاب نخواهد شد. بشقابها با معجزه درست نشده اند بلکه در کارخانه ها تولید گردیده اند. اگرچه اتمها و مولکولهای بشقاب نسبت به جهت زمانی بی تفاوتند ولی عملکرد کلی آنها جهت زمانی مشخصی را تعیین می نماید. کیهان باید از نظم به بی نظمی، از عدم تعادل به تعادل و از اطلاعات بیشتر به اطلاعات کمتر حرکت نماید.

انتشار نور بسوی گذشته نیست

سنگی را در برکه ای می اندازیم، این پرتاب موجب ایجاد امواج دایره ای شکل و هم مرکز زیبایی در آب می شود. این امواج از نقطه برخورد سنگ شروع شده و تا کناره های برکه ادامه می یابند. در اینجا باز با پدیده عدم قابلیت برگشت زمان مواجه هستیم. ما هرگز نخواهیم دید که امواج هم مرکز از کناره های برکه به سوی محل سقوط سنگ حرکت نمایند. نظیر تمامی پدیده های موجی، امواج نور نیز از منبع نور پخش می شوند و نه برعکس، یعنی بسوی منبع نور همگرا نمی شوند. نور بطرف آینده می رود و نه بسوی گذشته. امواج رادیویی رادار پلیس در کنار جاده به پشت ماشین شما برخورد کرده و بعد از یک ثانیه از پخش آن (و نه قبل از پخش آن) مجددا" به رادار برمی گردد. ما خورشید هشت دقیقه قبل را مشاهده می نمائیم و نه خورشید هشت دقیقه آینده را. اگرچه معادلات "جمیز ماکسول"[۱۲۷] اسکاتلندی ثابت می کنند که انتشار نور نسبت به زمان قابلیت برگشت دارد ولی نور فقط بسوی آینده انتشار می یابد. ما نمی توانیم با گذشته تماس حاصل نمائیم. ما نمی توانیم پیغامی رادیویی برای "حوا" ارسال نمائیم و او را از خوردن سیب ممنوع برحذر داریم. رابطه علت و معلول نمی تواند از بین برود. پیکان

[127] - James Maxwell

الکترومغناطیسی (نور یک پدیده الکترومغناطیسی است) و پیکانهای روانی و ترمودینـامیکی، همگی دارای یک جهت زمانی می باشند. آنها از گذشته بسوی آینده می رونـد. زمـان مـی تواند کند شود ولی هرگز قادر به تغییر جهت نخواهد بود. خوشبختانه که چنین است، وگرنه ارتباط با افرادی که جهت زمان برای آنها معکوس شده بسیار مشکل می شـد، زیـرا قبـل از اینکه شما سر صحبت را بازکنید، آنها از قبل با همه چیزهایی که می خواسـتید بگوئیـد آشـنا بودند و بمحض اینکه صحبت شما به اتمام می رسید، آنرا فراموش می کردند.

ستارگان مولد بی نظمی اند

سه پیکان زمانی که شرح داده شد، هرسه یک جهت را نشان می دهنـد. ایـن مسـئله نمـی تواند اتفاقی باشد. فیزیکدانان با ابهام اشاره می کنند که جهت مشترک این سه پیکان در اثر انبساط کیهان ایجاد شده است. ولی این موضوع هنوز کاملا" روشن نشده است. تا به امروز، فقط پیکان ترمودینامیکی با پیکان زمان کیهانی ناشی از انبساط کیهان مطابقت داشته است.
همانطورکه متعاقبا" خواهیم دید، کیهان قابل رویت امروزی در ابتدا، بمانند پوره ای متشکل و متجانس، مملو از "پرتو"[۱۲۸] ذرات بنیادی می بود. هیچگونه ساختاری وجـود نداشـت. بـی نظمی کامل حکمفرما بوده و محتوی اطلاعات بسیار ناچیز. بعد از پانزده میلیارد سال، صدها میلیارد کهکشان بوجود آمد که هرکدام شامل صدها میلیارد ستاره می باشند. در روی یکی از سیاره ها، در مدار یکی از ستارگان یکی از کهکشانها، آگاهی و ضمیر انسانی ایجـاد گردیـد که قادر به سئوال از خود در مورد حقیقت کیهان است.
ازکیهان بدون شکل و ساختار، ساختار و سازمان ظهور نمود. از بی نظمی، نظم و از پیچیـدگی، سادگی. در اولین نگاه، بنظر می رسد این تسلسل حـوادث بـا اصـل دوم ترمودینامیـک در تضاد باشد: بنظر می رسد آنتروپی بجای افزایش، کاهش می یابد. آیـا کیهـان دارای پیکـان ترمودینامیکی نیست؟
در اینجاست که مسئله انبساط کیهان و پیکان زمان کیهانی مطرح می گردد. انبسـاط کیهـان موجب سرد شدن نور می شود، نوری که کیهان را مملو از خود ساخته است. دمای یـک ذره نور که به فوتون معروف است بوسیله انرژی آن مشخص می گردد. بتدریج که فاصله بـین کهکشانها افزایش می یابد، نور جهت رسیدن بما بیش از پیش زمان صرف کرده و انرژی اش را از دست می دهد. سردشدن نور موجب سردشدن کیهان می گردد. نور کـه در دقیقـه سوم آفرینش کیهان، دمایی برابر با دهها میلیون درجه "کلوین"[۱۲۹] داشت، امـروزه، دمـای

---

[128] - Radiation

[۱۲۹] - در این کتاب، برای محاسبه دمای پدیده های فیزیکی، بجای درجه سانتیگراد، از درجـه کلـوین (Kº)(Kelvin)(فیزیکـدان انگلیسی که آنرا بوجود آورد) استفاده می کنیم، زیرا بموجب این مقیاس، دمـای هـر ذره بسـتگی بـه حرکـت آن دارد. صـفر مقیـاس

آن فقط ۳ درجه K می باشد. در مقایسه با چنین دمای سردی، باید گفت دمای قلب ستارگان برابر با چندین میلیون درجه کلوین می باشد. بنابراین، بین ستارگان و فضای اطراف آنها عدم تعادل دما وجود دارد. بمانند فنجان چای گرم که در ارتباط با هوای سرد اطرافش سرد می شود و بی نظمی مولکولهای چای را به مولکولهای هوا منتقل ساخته و موجب افزایش بی نظمی کل می گردد، ستارگان نیز نور گرمشان را به داخل نورهای سرد اطراف خود منتشر کرده و باعث افزایش بی نظمی عمومی کیهان می گردند. ستارگان مولد بی نظمی اند. تولید کل "بی نظمی" ستارگان براحتی می تواند تولید "نظم" ایجاد شده بوسیله تکامل کیهان (ظهور ساختارهای پیچیده تر و بیشتر، اطلاعات بیشتر و ...) را جبران نماید و نتیجتا"، بی نظمی خالص بمرور زمان افزایش می یابد. از ابتدای آفرینش کیهان تا به امروز، این بی نظمی افزایش قابل ملاحظه ای نداشته است. در مدت ۱۵ میلیارد سال، ستارگان آنتروپی کیهانی را فقط به میزان ۰/۱ درصد افزایش داده اند. ولی همین میزان کافی است که جهت زمان ترمودینامیکی ثابت مانده و از گذشته بسوی آینده حرکت نماید. بدینصورت، قلب گرم ستارگان و سردی فضا، ناشی از انبساط کیهان که موجب ظهور تکامل و پیچیدگی اند، مسئول هستی ما می باشند.

بنابراین، اصل دوم ترمودینامیک با ایجاد نظم در برخی از مناطق کیهان مغایرت ندارد. زیرا تولید بی نظمی در مکانهای دیگر بسیار بیشتر بوده و مجموع جبری تولید نظم و بی نظمی، همواره به سود بی نظمی خواهد بود. برای مثال، بعد از خواندن این کتاب، مغز شما بمیزان یک میلیون واحد اطلاعات کسب خواهد کرد و به همین میزان منظم تر خواهد شد. ولی در مدت خواندن این کتاب، شما باید حداقل ۱۰۰۰ کالری مواد غذایی مصرف نمائید. شما شکل منظم انرژی (گوشت، سبزی، میوه و غیره) را در ارتباط با فضای اطرافتان از طریق دفع حرارت بدن یا عرق پوست به انرژی غیرمنظم تبدیل می نمائید. بدینصورت، شما مسئول بی نظمی کیهان به میزان ۱۰ میلیون میلیون میلیون میلیون (10^{25}) واحد خواهید بود. یعنی بمیزان 10^{19} واحد بیشتر از نظمی که بوسیله مغز شما حاصل شده بود (با فرض به اینکه همه کتاب را فهمیده باشید!). بی نظمی همواره بسیار بیشتر از نظم است. خیالتان راحت باشد، پس از خواندن کتاب، جهت زمان ترمودینامیکی تغییر نخواهد کرد.

ولی سئوالات بیشماری هنوز بدون جواب مانده اند. برای مثال، هنوز نمی دانیم انبساط کیهان ابدی است یا خیر، آیا در آینده ای دور، حرکت کهکشانها معکوس شده و کیهان بر روی خود فرو خواهد پاشید؟ همانطور که دیدیم، جهت زمان ترمودینامیکی، به انبساط کیهان وابسته است. آیا با معکوس شدن حرکت کهکشانها، جهت زمان ترمودینامیکی تغییر خواهد کرد؟ نور به جای اینکه از ستارگان منتشر شود به سوی آنها همگرا می گردد؟ زمان روانی جهت

کلوین که برابر ۲۷۳- در جه سانتیگراد می باشد، صفر مطلق است. در چنین دمایی، شرایط زندگی برای هیچ جنبده ای وجود نخواهد داشت.

خود را تغییر خواهد داد؟ در چنین حالتی، ساکنین یک کیهان در حال انقباض نیز گمان خواهند برد که دارای کیهانی انبساطی هستند زیرا جریانات مغزی و دماغی آنها نیز معکوس خواهد شد. ابهامات موجود در مورد این سئوالات هنوز پابرجاست.

ماده زمان را کند می کند

ژول برای کندکردن روند پیری خود می توانست فشار بیشتری به پدال گاز سفینه فضایی اش داده و سرعت آنرا به سرعت نور نزدیکتر می کرد. ژول بجای این کار، همچنین میتواند سفینه اش را بسوی یک ستاره هدایت نماید، زیرا اینشتین در نظریه "نسبیت عام"* خوددر سال ۱۹۱۵، می گفت : حوزه گرانش ناشی از ستارگان یا هر نوع ماده دیگر موجب کندی زمان می گردد، زیرا ماده، فضا را شکسته و به آنه انحناء می دهد و زمان در مقابل چنین فضایی، انعطاف پذیر خواهد شد. زمان برای کسیکه در پائین برج ایفل قرار گرفته، نسبت به فردی که در بالای آن ایستاده، دیرتر می گذرد یا زمان برای کسی که در طبقه هم کف زندگی می کند نسبت به کسی که در طبقه دهم ساختمانی سکونت دارد، کندتر می گذرد. زمان یک اسکیمو در قطب شمال، نسبتا" کندتر از زمان یک نفر ساکن خط استوا است. وقتیکه قوه ثقل افزایش یابد، زمان کندتر خواهد شد. این مسئله بدلیل اثر گرانش زمین بر روی ما بوجود می آید که برابر است با عکس مجذور فاصله ما تا مرکز زمین. افرادی که در پایئن برج ایفل، در طبقه همکف ساختمان یا در قطب شمال زندگی می کنند به مرکز زمین نزدیکتر بوده و در نتیجه، قوه ثقل آنها بیشتر خواهد بود. اسکیمو نسبت به یکنفر ساکن خط استوا، به مرکز زمین نزدیکتر است، زیرا زمین شکل کامل کروی ندارد. نیروهای گریز از مرکز که از گردش وضعی زمین بوجود می آیند، موجب شده اند که شعاع زمین تا قطب شمال خفیفا" کمتر از شعاع زمین تا خط استوا باشد (حدود ۳۰ کیلومتر). ولی کندی زمان بسیار ناچیز است، یک میلیاردیم ثانیه برای تمام عمر یک انسان، یعنی بمنزله یک ضربان قلب بیشتر. کندی زمان از طریق قوه ثقل، در زندگی روزمره ما نامشهود خواهد بود. خوشبختانه که چنین است و گرنه بحران مسکن ایجاد می شد زیرا همگی مایل به زندگی در طبقه همکف بوده و همچنین سکونت در طبقات بالا را قبول نمی کردند.

سیاهچاله ها و تبدیل انسانها به اسپاگتی

در مقیاس کیهانی، اثرات کندشدن زمان قابل محسوس تر است. در مقایسه با زمان زمینی، زمان در فضا سریعتر می گذرد زیرا در آنجا نیروی گرانش زمین کمتر است. زمان در خورشید نسبت به زمان زمینی کندتر است چون نیروی ثقل در خورشید ۳۰ برابر بیشتر از

زمین می باشد (وزن شما در خورشید ۳۰ برابر بیشتر خواهد بود) و زمان در ماه سریعتر می گذرد زیرا نیروی ثقل در ماه ۶ برابر کمتر از زمین است. در کیهان حتی مناطقی وجود دارند که در آنجا نیروی گرانش آنچنان قوی است که زمان می تواند متوقف شود. این مناطق در اثر مرگ ستاره ای جسیم (بیش از ۵ برابر جرم خورشید) که بعد از اتمام ذخیره انرژی اتمی شان بر روی خود فرو می پاشند، بوجود می آیند. بعد از این فروپاشی، مقدار عظیم ماده ستاره جسیم در چنان حجم کوچکی فشرده می شود که حوزه گرانش ناشی از آن بینهایت قوی خواهد بود. این گرانش آنچنان عظیم است که فضا را بر روی خود خمیده ساخته و مانع عبور نور از آن می شود. ستاره فرو پاشیده به "سیاهچاله"[۱۳۰] * تبدیل می گردد. این ستاره ،دیگر، قابل رویت نخواهد بود. وجود آن فقط از طریق جذب اجرامی که از نزدیک آن عبور می نمایند قابل اثبات است.

ژول سفرش را در سفینه فضایی ادامه می دهد. ناگهان اشیاء اطرافش بسوی یکی از جداره های سفینه پرتاب می شوند. او به تابلوی الکترونیکی سفینه نظر انداخته و متوجه می شود سفینه از مسیرش خارج شده و بسوی چیزی در فضا جذب می گردد. ژول به طرف پنجره کوچک سفینه یورش برده و از آنجا به بیرون می نگرد، چیزی در جهت حرکت سفینه وجود ندارد. ژول سریعا" در می یابد که بسوی سیاهچاله ای کشیده می شود و باید بدون اتلاف وقت موتورهای سفینه را روشن کرده و بعقب برگردد. ژول کاملا" آگاه است که این مانور را قبل از رسیدن به شعاع سیاهچاله باید انجام دهد. در واقع، شعاع سیاهچاله بمنزله مرز بدون بازگشت می باشد. اگر او از این مرز عبور نماید، حتی با وجود تمامی قدرت موتورهایش، دیگر هرگز نخواهد توانست به عقب بازگردد و برای ابد در سیاهچاله باقی خواهد ماند. ژول به موقع موتورهای سفینه را روشن کرده و آن را به عقب برمی گرداند و اشیاء از جداره های سفینه جدا می شوند. ژول نفس راحتی می کشد. او از مرگ نجات یافته است.

ولی فرض کنیم ژول از روحیه جسور یک کاشف برخوردار بوده و از مرگ باکی نداشته باشد. او بخود می گوید، این تنها فرصت سیاحت در داخل یک سیاهچاله است. با نزدیک شدن به سیاهچاله، مشاهدات و احساساتش را بوسیله رادیو به برادر دوقلویش جیم در زمین مخابره می نماید. ولی بمحض اینکه ژول از شعاع سیاهچاله عبور کند، این ارتباط قطع خواهد شد، چون بدلیل حوزه گرانش عظیم سیاهچاله، هیچ چیز از آن خارج نمی شود، حتی نور و امواج رادیویی. بنابراین، مشاهداتش از داخل سیاهچاله برای ابد با وی باقی خواهند ماند و او بهیچ وجه قادر به مخابره آنها به دیگران نخواهد بود.

ژول را که بتدریج به سیاهچاله نزدیک می شود، دنبال می نمائیم. اثرات نیروی گرانش سیاهچاله بیش از پیش محسوس می گردند. ژول احساس می کند پاها و سرش از دوطرف

---

[130] - Trou Noir

کشیده می شوند. این کشیدگی در اثر اختلاف بین نیروهای گرانش است که سیاهچاله بر دو منتهی الیهه بدن ژول وارد می کند. پاهای ژول که به سیاهچاله نزدیکترند، نیروی گرانش بیشتری را کسب می نمایند تا سر ژول که بمیزان ۱/۸ متر دورتر است (قد ژول). بنابراین، پاهای ژول سریعتر بسوی سیاهچاله جذب می شوند و بدن او کشیده می شود. این نیروها که به نیروهای جذر و مد[۱۳۱] معروفند، هرچیزی را که در داخل سفینه وجود دارد بصورت اسپاگتی در می آورند، یعنی بصورت باریک و دراز. زمانیکه حوزه گرانش شدید می شود، کشیدگی افزایش می یابد و نیروهای الکترومغناطیس که موجب چسبندگی اتمها بیکدیگر و در نتیجه پیوستگی بدن انسان می باشند، قادر نخواهند بود در برابر نیروهای جذر و مد مقاومت نمایند. بدن ژول خرد شده و او می میرد.

سیاهچاله ها موجب توقف زمان می گردند

ولی بهتر است حوادث را پیش بینی نکنیم. ژول هنوز از سیاهچاله و از عاقبت غم انگیزش دور است. او تصاویر ضبط شده در داخل سفینه را از طریق رادیو به برادرش در زمین ارسال می نماید. در زمین، جیم امواج رادیویی را بوسیله تلویزیون دریافت کرده و حوادثی را که در سفینه میگذرد دنبال می نماید. بتدریج که ژول به سیاهچاله نزدیک می شود، حوزه گرانش افزایش می یابد و امواجی که ژول به زمین ارسال می نماید برای خروج از این حوزه و رسیدن به زمین بیش از پیش دچار اشکال می گردند. این امواج در حوزه گرانش بتدریج انرژی از دست داده و فاصله زمانی دو موج متوالی که به زمین می رسند، طولانی تر خواهد شد. تصاویر جدید برای رسیدن به زمین وقت بیشتری صرف می نمایند. فیلم حوادث داخل سفینه در زمین بتدریج کند می شود. سرعت فیلم کم می شود. از نقطه نظر جیم، ژول اکنون برای انجام هر عمل، زمان قابل ملاحظه ای را صرف می نماید. خارج از اثرات گرانش سیاهچاله، ژول معمولا" دو دقیقه (به ساعت جیم) وقت مسواک دندانهایش می نمود. بتدریج که ژول به سیاهچاله نزدیک می گردد، زمان مسواک زدن به دو ساعت، دو سال، دو قرن، دو میلیارد سال.... افزایش می یابد. جیم درمی یابد زمان ژول نسبت به زمان خودش طولانی تر می شود. سرانجام، درست زمانی که ژول از "مرز بدون بازگشت"* عبور می نماید، زمانش که بوسیله ساعت جیم محاسبه می شود، متوقف می گردد. از نقطه نظر جیم، سیاهچاله، زمان ژول را متوقف کرده است. آخرین تصویری که جیم از ژول در تلویزیون داشت دیگر تمدید نخواهد شد. تصویر ژول، لبخندش، برای ابد بهمان صورت بر صفحه تلویزیون ثابت باقی خواهد ماند. همچنین، جیم هرگز نخواهد توانست نابودی سفینه را در داخل سیاهچاله مشاهده نماید.

---

[۱۳۱] - (Marée)، اختلاف بین نیروهای گرانش ماه بر مرکز زمین و سطح زمین موجب جذرو مد دریاها می گردد.

تمامی ابدیت در یک چشم بهم زدن

ژول، حوادث را بصورت دیگری مشاهده می نماید. برای او ساعت سفینه، زمان را طبیعی و عادی نشان می دهد. سفینه او به سیاهچاله نزدیک شده و بدون مشکل از مرز بدون بازگشت عبور می نماید. ژول آگاه است که مستقیم بسوی مرکز سیاهچاله پیش می رود، جایی که حوزه گرانش آنچنان عظیم است که بزودی نیروهای جذر و مد بدن او را خرد خواهند کرد. ژول پیغام های رادیویی جیم را مرتبا" دریافت می کند. امواج رادیویی که باید از حوزه گرانش بگذرند تا به ژول برسند، بیش از پیش انرژی کسب کرده و هرچه سریعتر به ژول می رسند. ژول مشاهده می کند زمان جیم بسیار سریع می گذرد و بمحض اینکه از مرز بدون بازگشت عبور می کند، تمام ابدیت در یک لحظه از جلوی چشمانش میگذرد: پیری و مرگ جیم، خاموشی خورشید بعد از ۹ میلیارد سال، مرگ ستاره ها و کهکشانها و کیهان. ژول هرگز نخواهد توانست از سیاهچاله خارج شود و مجددا" در کیهان جای گیرد، زیرا از نقطه نظر او این کیهان پایان یافته است. ورود دوباره به این کیهان بعد از مشاهده پایان آن، معادل این است که بگوئیم ژول از سیاهچاله خارج شده قبل از اینکه به آن وارد شود. مسلما" چنین استدلالی بی معنی و پوچ خواهد بود. چون ژول از زمان کیهان خارج پیشی گرفته است، بنابراین محکوم به ماندن و پوسیدن در سیاهچاله خواهد بود.

دستورالعمل ساختن سیاهچاله

چگونه می توان سیاهچاله ساخت؟ در اصل، هر جسمی قابل تبدیل به سیاهچاله است. کافی است آنرا چنذن فشرده نمود که قدرت حوزه گرانش ناشی از آن بتواند فضا را بر روی خود خمیده نماید و نتیجتا" نور نتواند از آن عبور کند. فرض کنیم جرم شما ۷۰ کیلوگرم باشد. اگر دو دست غول پیکر چنان شما را بهم فشارد که اندازه شما به $۱۰^{-۲۳}$ (یک تقسیم بر ۱۰۰.۰۰۰ میلیارد میلیارد) سانتیمتر برسد، یعنی به شعاعی معادل ۱۰ میلیارد بار کوچکتر از شعاع یک الکترون، شما تبدیل به یک سیاهچاله خواهید شد. شعاع سیاهچاله بستگی به جرم آن دارد، بدینصورت، اگر زمین که جرمی معادل $۶x ۱۰^{۲۷}$ گرم دارد به سیاهچاله تبدیل شود، شعاع ۶۴۰۰ کیلومترش به کمتر از یک سانتیمتر خواهد رسید (کوچکتر از شعاع یک توپ پینگ پنگ). خورشید با جرمی معادل $۲ x ۱۰^{۳۳}$ گرم وقتی به سیاهچاله تبدیل گردد، شعاع ۷۰۰.۰۰۰ کیلومتریش به ۳ کیلومتر تقلیل خواهد یافت (به توضیح شماره ۳ مراجعه شود).

بنابراین، نباید تصور نمود سیاهچاله باید حتما" کوچک و متراکم باشد. اندازه آن بستگی به جرمش خواهد داشت. سیاهچاله ای با جرم معادل یک میلیارد برابر جرم خورشید، اندازه ای برابر با ۳ میلیارد کیلومتر خواهد داشت، یعنی خفیفا" کمتر از اندازه منظومه شمسی و چگالی متوسط آن از هوای اطراف ما تجاوز نخواهد کرد. اگر ژول بسوی سیاهچاله ای با چگالی کم جذب می شد، در موقع ورود به مرز بدون بازگشت، چیزی را احساس نمی کرد. ژول فقط زمانی متوجه می شد که زندانی سیاهچاله گشته که پس از پیمودن میلیاردها کیلومتر در داخل سیاهچاله، نیروهای جذر و مد شروع به آزردن او می نمودند.

در عمل، ایجاد سیاهچاله آسان نخواهد بود، زیرا فشردن اجسام بسیار مشکل است. در زمین، نیروی الکترومغناطیس که مسئول پیوستگی اتمها و مولکولها بیکدیگر بوده و آنها را بصورت شبکه های بلوری شکل می دهد، موجب استحکام اجسام شده و شدیدا" در برابر فشردگی مقاومت می نماید. نه من، نه شما و حتی زمین هرگز سیاهچاله نخواهیم شد. باید عامل متراکم کننده بسیار بسیار قوی را به کمک طلبید. این عامل می تواند نیروی گرانش باشد. نیروی گرانش جاذب است و موجب فروپاشی هر چیزی می گردد. نیروی گرانش می تواند سیاهچاله ایجاد نماید. نیوتون بما می گوید، برای اینکه نیروی گرانش موثر واقع شود، باید جرم بسیار فراوانی را در اختیار داشته باشید. جرمهای عظیم را فقط در ستارگان میتوان یافت. ولی هر ستاره ای نمی تواند این خصوصیت را دارا باشد. خورشید با جرم عظیمش (۲ میلیارد میلیارد میلیارد تن) قادر نیست به سیاهچاله تبدیل گردد. در ٤/٥ میلیارد سال آینده، زمانیکه خورشید ذخیره انرژی هسته ای خود را به اتمام می رساند، نیروی گرانش آنرا به صورت یک "کوتوله سفید"[۱۳۲] به قطری معادل ۱۰.۰۰۰ کیلومتر تبدیل خواهد نمود، یعنی تقریبا" برابر با قطر زمین. خورشید به اندازه کافی جسیم نیست. برای اینکه زندگی یک ستاره به سیاهچاله ختم شود باید جرم آن ، دهها برابر بیشتر از جرم خورشید باشد. چنین ستارگانی نسبتا" کم اند و نتیجتا"، سیاهچاله ها نیز از نظر تعداد محدوند.

شکست عقل سلیم

بعد از خواندن این مطالب در مورد زمان و فضا، دستی به سر خود کشیده و با خود می اندیشید که این مسائل بسیار عجیب و غریبند. زمان که خاصیت عام خود را از دست داده و نسبت به حرکات من منبسط و یا منقبض می گردد. فضا نیز از چنین خاصیتی برخوردار است. نیروی گرانش که به زمان و فضا شکل می دهد و این سیاهچاله ها که در آنها می توان ابدیت را در یک چشم به هم زدن مشاهده نمود. تمامی این پدیده ها، ادراک، احساسات و عقل و خردم را با مشکل مواجه ساخت و مجبورم بگویم "نمی فهمم"! این عکس العملی

[132] - Naine Blanche

است کاملا" طبیعی. همگی ما انسانها، تلاش می کنیم عقاید عجیب و غریب و جدید را در چارچوب شعورات حسی و نظری خود بگنجانیم. انسان همواره سعی دارد واقعیت را به اشکال و تصاویر آشنا تبدیل نماید. زمانیکه این مسئله امکان پذیر نباشد، زمانیکه فهم و شعور و احساسات ما مورد تمسخر واقع می شوند، زمانیکه عزیزترین عقاید و تصورات ما لگدمال می گردند، دو دستمان را بسوی آسمان بلند کرده و فریاد می زنیم : نمی فهمیم!

با اینحال، باید گفت، چیزی برای فهمیدن وجود ندارد. طبیعت بدینصورت ایجاد شده و باید آنرا بصورتی که هست قبول نمود. زمانیکه بخواهیم پدیده های بینهایت کوچک و بینهایت بزرگ ، از اتم تا کیهان، را تجزیه و تحلیل نمائیم، ادراک، کشفیات و حقایق ما که بر اساس حوادث روزمره قرار دارند، راهنمای خوبی برایمان نخواهند بود. اینشتین توانست با کنار گذاشتن عقل و شعور روزمره، بنای عظیم افکاری را ایجاد نماید که به "نسبیت" معروف است.

یک نظریه علمی خوب است، نه برای اینکه موافق با ادراک و شعور ماست، بلکه به این دلیل که طبیعت را بدرستی تشریح و وقوع پدیده ها را پیش بینی نماید و سپس صحت فرضیات می تواند در عمل مشاهده گردد. هر بار که یک ذره اتمی با سرعتی نزدیک به سرعت نور در ماشین های شتاب دهنده، نظیر ماشین های" مرکز اروپایی پژوهشهای هسته ای"[۱۳۳] در ژنو، پرتاب می شود، زمان طولانی تر می گردد. می توانیم صحت این مسئله را با شتاب دادن ذرات زیراتمی که عمری بسیار کوتاه دارند (چند میلیونیم ثانیه) به اثبات رسانیم. مشاهده خواهیم نمود که عمر این ذرات به نسبت شتابی که به آنها داده می شود ، ۱۰، ۲۰، ۱۰۰ برابر ... می شود. این پدیده صحت پیش بینی های نظریه نسبیت را به اثبات می رساند. زمان برای این ذرات کندتر شده است. آنها عمر بیشتری خواهند داشت، حال این مسئله برایمان خوشایند باشد یا نه.

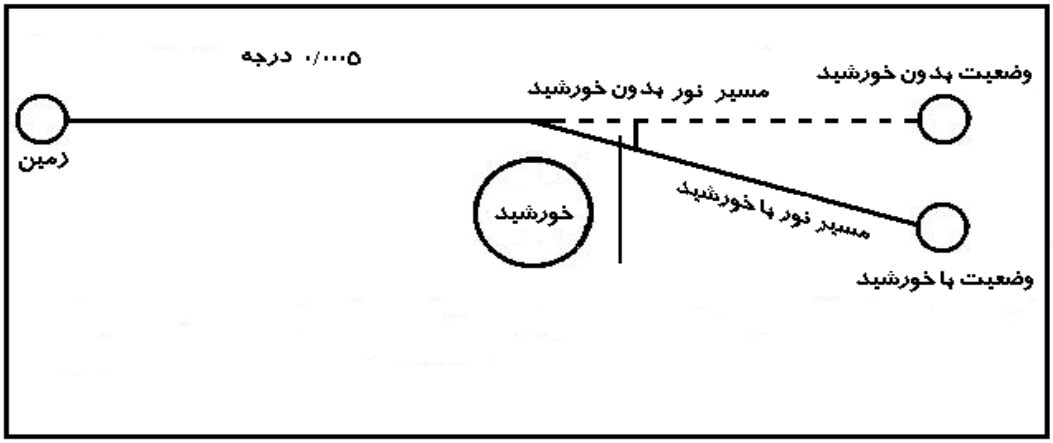
ماده موجب خمیدگی فضا می گردد. این یکی دیگر از پیش گویی های نظریه نسبیت است که خردمان در برابرش ایستادگی می کند. ولی این پدیده در سال ۱۹۱۹، در دوران مطالعه یک کسوف خورشیدی به اثبات رسید. راه حل توسط اینشتین پیشنهاد شد که عبارت است از: در غیاب نور خورشید در زمان کسوف (گرفتگی خورشید بوسیله ماه)، از ستارگان دوردست که در آسمان وضعیتی نزدیک به خورشید داشتند عکسبرداری شود. اگر فضا بوسیله حوزه گرانش خورشید خمیده شده باشد، مسیر نور این ستارگان نیز باید خمیده گردد. این خمیدگی مسیر بوسیله تغییر مکان خفیف زاویه ای تصاویر این ستارگان نسبت به تصاویر گرفته شده همین ستارگان در ۶ ماه بعد (زمانیکه زمین در طرف دیگر خورشید قرار دارد[۱۳٤]) نمایان می گردد. اینشتین این تغییر مکان زاویه ای را بسیار کوچک پیش بینی

---

[133] - Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN)

[۱۳٤] - در ۶ ماه بعد، نور ستارگان بدون عبور از حوزه گرانش خورشید به زمین خواهد رسید.

نمود (ولی از پیش بینی نیوتون، دو برابر بزرگتر بود . ولی با همین کوچکی، ایـن زاویـه قابـل اندازه گیری بود (شکل ۲۵).



شکل ۲۵ : ماده موجب خمیدگی فضا می گردد. بموجب نظریه نسبیت عام اینشتین، حوزه گرانش خورشید(یـا هر شیئی جسیم دیگر) فضا و مسیر نورها را خمیده می کند. این نظریه با مشاهده نـور سـتارگانی کـه بـرای رسیدن بما باید از کنار خورشید عبور نمایند به اثبات رسید. برای عکسبرداری این ستارگان باید منتظر کسوف شد. سپس این عکسها را با تصاویری که ۶ ماه بعد از همین ستاره ها گرفته خواهد شد، مقایسه می نمـائیم. در ۶ ماه بعد، نور این ستارگان برای رسیدن بما از حوزه گرانش خورشید عبور نخواهند کرد، زیرا زمین در سـوی دیگر خورشید قرار خواهد داشت. مطابق با نظریه نسبیت، مقایسه عکسها، نمایانگر تغییرمکان خفیف وضـعیت ستارگان خواهد بود. تغییر جهت نور بدلیل حوزه گرانش خورشید، بوسیله اخترشـناس انگلیسـی بنـام "آرتـور ادینگتون"[۱۳۵] در سال ۱۹۱۹، محاسبه شد. این مسئله، نظریه اینشتین را کاملا" به اثبات رساند. نیوتون نیز تغییـر جهت نور در حوزه گرانش را پیش بینی می کرد ولی این تغییر جهت دو برابر کوچکتر بود.

بعد از اثبات تغییر جهت نور بوسیله حوزه گرانش، این تغییر جهت با ابزارهـای مـدرن (نـور رادیویی) اندازه گیری و از طریق محاسبات دقیق، صحت نظریه نسبیت بـه اثبـات رسـید. پس چه بخواهیم، چه نخواهیم، فضا بوسیله ماده خمیده می شود.

محاسبه زمان بوسیله ساعتهای اتمی بینهایت دقیق است. دو ساعت اتمی را با یکدیگر میزان کرده و در کنار هم بگذارید و از نسل های آینده خود تقاضا کنید بعد از چندین میلیارد سال بیایند و این دو ساعت را با یکدیگر مقایسه کنند. آنهـا مشـاهده خواهنـد کـرد کـه بعـد از گذشت چندین میلیارد سال، این دو ساعت فقط کمتر از یک ثانیه با یکدیگر اختلاف خواهند داشت. با استفاده از چنین ابزارهای با تکنولوژی مدرن، گروهی از فیزیکدانان نشـان دادنـد که گرانش موجب کندی زمان می گردد. یک ساعت اتمی بوسیله هواپیما به آسـمان بـرده شد. گرانش در آسمان نسبت به زمین کمتر است. در بازگشت هواپیمـا، سـاعت اتمـی بـا

[135] - Arthur Eddington

ساعت دیگر مقایسه شد. ساعت زمینی بمیزان چندین میلیاردیم ثانیه عقب تر بـود. زمـان ساعت اتمی که در زمین قرار داشت بدلیل حوزه گرانش بیشتر زمین، کندتر شده بود. باز در اینجا، نظریه نسبیت بر عقل و شعور پیروز می شود.

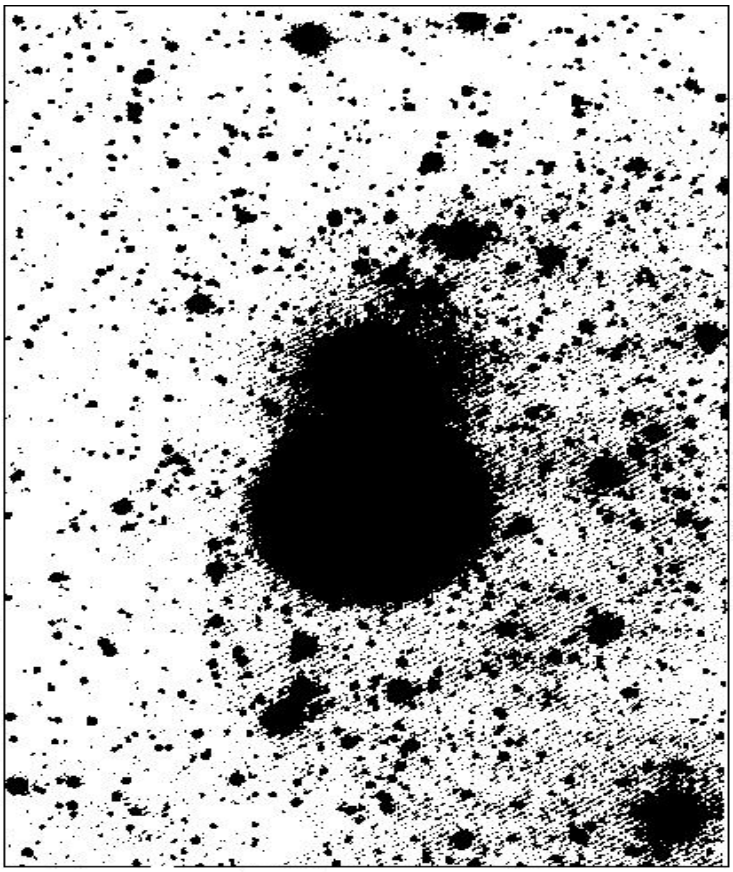
سیاهچاله گرسنه است

مشاهدات محرز و غیرقابل انکارند. شما برخلاف عقیده تان قبول می کنید زمـان و فضـا در برابر سرعت و حوزه گرانش انعطاف پذیر هسـتند. ولـی جهـت جبـران ایـن شکسـت، بـه اخترفیزیکدانان، از جناح دیگری حمله کرده و به نقطه حساس آنها ضربه وارد می کنید، یعنی به موضوع سیاهچاله ها. می گوئید اگرچه اخترفیزیکدانان دائما" از سیاهچاله ها صحبت می کنند ولی مشاهدات عینی هرگز نتوانسته وجود حتی یکی از آنها را به اثبات رساند. بنـابراین مدعی می شوید که سیاهچاله حاصل تصورات و تخیلات اخترشناسان است. ولی اشتباه مـی کنید. سیاهچاله قابل رویت نیست ولی اثرات پرخواری آن قابل مشاهده می باشد. زمانیکـه سیاهچاله ای ایجاد می گردد، هرچیزی که در نـزدیکش قـرار دارد، یعنـی در خـارج شـعاع غیرقابل برگشت، بلعیده و بدینصورت، جرمش بیش از پیش افزایش می یابد. نتایج ناشی از این شکم خواری، قابل مشاهده خواهد بود.

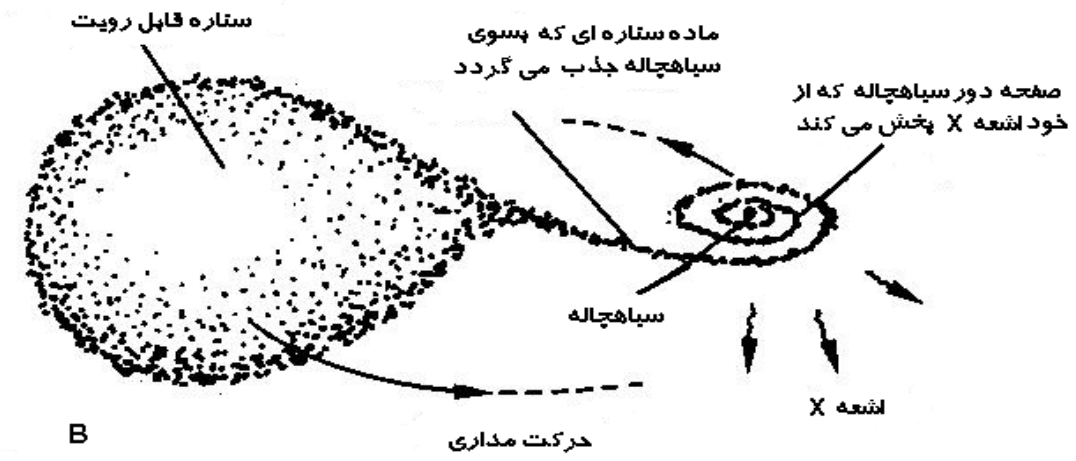
برخی از ستارگان، همانند انسانها، بصورت مزدوج زندگی مـی کننـد. بسـیاری از سـتارگان جسیم زوجی بوده و هردو بدور یکدیگر می چرخند. اگر یکی از ستارگان دوگانه فروپاشـیده شود و بصورت سیاهچاله درآمده و ناپدید گردد، ستاره دیگر همچنان گردش خود را بدور این ستاره نامرئی ادامه خواهد داد. حوزه گرانش که حرکت ستاره قابل رویت را تنظیم می نماید فقط به جرم کل دو ستاره بستگی دارد. این جرم تغییر نکرده است. برای مثال، اگر دو دست غول پیکر، خورشید را بهم فشرده و آنرا بصورت سیاهچاله درآورد، برای ما در کـره زمین، روز از بین رفته و شب ابدی خواهـد شـد ولـی زمـین حرکـت انتقـالی اش را بـدور خورشید همچنان ادامه خواهد داد و حرکات سیارات دیگر نیز بهیچ وجه تغییر نخواهند کرد. حوزه گرانش بسیار قوی سیاهچاله، آتمسفر گازی ستاره قابل رویت را بسوی خـود خواهـد کشید. اتمهای گاز این اتمسفر با سرعت فراوان بطرف سـیاهچاله جـذب خواهنـد شـد. در موقع جذب، اتمهای گاز با یکدیگر برخورد کرده و حرارت و درخشندگی ایجـاد مـی نماینـد. بدلیل شدت بسیار زیاد این برخوردها، اتمها از خود نـور انـرژی زای بسـیار بـالایی منتشـر خواهند نمود که همان اشعه ایکس می باشد. اشعه ایکس که در بالای مرز بـدون بازگشـت پخش می شود قابل رویت است.

در جهت صورت فلکی ماکیان، یک منبع اشعه ایکس به درخشندگی فراوان مشـاهده شـده است. در اینجا، ستاره ای وجود دارد که با اسـتفاده از اثـر دُپلـر جهـت مطالعـه حـرکتش و

همچنین از طریق تجزیه نورش، مشخص شده که بدور شیئی ای با جرم بیش از ۱۰ برابر جرم خورشید در حال گردش است. باری، ایـن شـیئی غیرقابـل رویـت اسـت. اخترفیزیکـدانان معتقدند این شیئی غیرقابل رویت، یک سیاهچاله می باشد (شکل ۲۶). حتی در ایـن مـورد نیز بنظر می رسد طبیعت صحت نظریه نسبیت را به اثبات رسانده باشـد. شکسـت عقـل، قطعی است.



A



B

شکل ۲۶ : یک سیاهچاله در صورت فلکی ماکیان. تصویر A۲۶ نمایانگر یک ستاره غول پیکر (یعنی بینهایت درخشان، منظور ستاره پائینی است) در برج ماکیان می باشد. اخترشناسان معتقدند سیاهچاله ای در مدار این ستاره در حال گردش است. در این تصویر، بدلیل اثرات بصری ناشی از درخشندگی فراوان ستاره، تصویر ستاره غول پیکر از اندازه واقعی اش بزرگتر شده است. این تصویر نمایانگر قطر واقعی ستاره نمی باشد. قطر ستاره، در واقع، بسیار کوچکتر بوده و مستقیما" قابل رویت نیست (عکس از : Hale Observatiories).

تصویر B۲۶ نشان می دهد چگونه سیاهچاله با گردش در مدار ستاره غول پیکر، بوسیله نیروی گرانش خود، محتوی آنرا می بلعد. ماده که بسوی سیاهچاله سرازیر می شود با تشکیل یک صفحه (دیسک) گازی در اطراف سیاهچاله، با حرارت فراوان گرم شده و اشعه ایکس از خود تولید می نماید. رویت این اشعه های ایکس است که صحت وجود سیاهچاله را به اثبات می رساند.

۴ – نظریه انفجار بزرگ

دشواری تغییر عقاید اخترفیزیکدانان

اخترفیزیکدانان افرادی محافظه کارند و با عقاید و نظریه های جدید که موجب تغییرات در شناخت و تفکرات آنها خواهد شد بشدت برخورد می نمایند. آنها بدشواری قبول می کنند که عقایدشان در مورد واقعیت، زبان عمومیشان از علم ناگهان مورد حمله قرار گرفته و بنایش فرو ریزد و قلم جدیدی تابلوی نقاشی شده آنها را مجددا" رنگ آمیزی نماید و نت های موسیقی آنها را بازسازی و ملودی جدیدی را بوجود آورد.

با اینحال، با ظهور نظریه انفجار بزرگ، چنین اتفاقی بوقوع پیوست. در مدت کمتر از یک قرن، این نظریه اساس اخترشناسی مدرن را بنا نهاد[۱۳۶] و مطالعات و پروژه های جدید و متعددی بر پایه آن طرح ریزی شد. انفجار بزرگ زبان مشترک جدیدی را ایجاد نموده و بصورت تجلی جدید کیهان، آخرین تابلوی نقاشی و جدیدترین ملودی نمایان گردید. یکی از دلائل مهم پیشرفت سریع این نظریه، ظرفیت پیش گویی آن است که بوسیله مشاهدات کاملا" به اثبات می رسد. انفجار بزرگ تنها نظریه ای است که قادر به تشریح مشاهدات نامفهوم می باشد، نظیر وجود "تابش برجا مانده"[۱۳۷]* که کل کیهان را در بر می گیرد، ترکیب شیمیایی ستارگان و کهکشانها (سه چهارم هیدروژن و یک چهارم هلیم) و این مسئله که در کیهان، عمر مسن ترین ستارگان و مسن ترین اتمها تقریبا" با یکدیگر برابر است. از نزدیک به تشریح این مسائل می پردازیم.

تابش برجا مانده کیهان

با نظریه انفجار بزرگ کیهان بعدی تاریخی بخود خواهد گرفت. امروزه می توان از گذشته و تاریخ کیهان صحبت نمود. کیهانی با یک آغاز و یک پایان، کیهانی با گذشته، حال و آینده. بدینصورت، کیهان ساکن نیوتونی، یعنی کیهانی تغییرناپذیر و محروم از تاریخ، کنار گذاشته می شود.

در اعماق قاره آفریقا، انسان شناسی در جستجوی استخوانهای انسانهای اولیه است تا تاریخ بشریت را توصیف نماید. زمین شناس با حفر زمین و مطالعه قشرهای آن در جستجوی

---

[136] - T.S. Kuhn, La Structure des Révolutions Scientifiques, Ed. Fayard, 1982.
[137] - Rayonnement Fossile

تشکیلات فسیلی است تا تاریخ ایجاد زمین را احیاء نماید. بهمین صورت، اخترشناس نیز با نگاهی پژوهشگر و دقیق در محتوی کیهان، در جستجوی فسیل های کیهانی است تا تاریخ کیهان را بنا نهد. مهمترین فسیل کیهانی، فسیلی که اکثریت اعضای جامعه علمی جهان را بسوی نظریه انفجار بزرگ جذب نموده و موجب شکست نظریه های رقیب شده است، اشعه ای است که کیهان را مملو از خود ساخته و از عصری بما می رسد که کیهان عمری ۳۰۰.۰۰۰ ساله داشته است. ذرات نور یا فوتون ها که ترکیبات این تابش برجا مانده اند (تقریبا" ٤۰۰ فوتون در سانتیمتر مربع) ، هم اکنون در حال نوشتن این خطوط به دست من برخورد می کنند یا به صورت شما که در حال خواندن این کتاب می باشید. این ذرات تابش برجا مانده که بوسیله رادیوتلسکوپ ها گرفته می شوند، نت های موسیقی پراکنده ای هستند که طبیعت برایمان ارسال می نماید. وظیفه ما کشف رمز ملودی اسرارآمیز این نت ها می باشد. وجود تابش برجا مانده کیهانی، ابتدا، در سال ۱۹٤۶ بوسیله فیزیکدان روس-آمریکایی بنام "جرج گامو"[۱۳۸] اعلام گردید. این فیزیکدان با تکیه بر مطالعات قبلی ریاضی دان روسی، "الکساندر فریدمن"[۱۳۹] و راهب بلژیکی، "جرج لو متر"[۱٤۰] و با استفاده از فیزیک، در زمان به عقب رفته تا به سرچشمه زمان برسد، درست بمانند سیاحی که مسیر رودخانه را دنبال می نماید تا سرچشمه آنرا پیدا کند. قوانین فیزیکی عنوان می نمایند که کیهان در گذشته می بایست گرم تر و متراکم تر باشد. از سوی دیگر، در دورانیکه کیهان عمر کمتری داشت، رابطه موازنه بین دو اجزاء تشکیل دهنده کیهان، یعنی ماده (اتمها، ستارگان و کهکشانها) و نور می بایست معکوس بوده باشد. اینشتین می گوید هر ماده ای انرژی است. در کیهان امروزی، ماده بر نور برتری داشته و انرژی آن ۳.۰۰۰ برابر بیشتر از نور است. باری، این رابطه در لحظات اولیه آفرینش کیهان، برعکس بود. بین ثانیه اول و ۳۰۰.۰۰۰ سال بعد از انفجار اولیه، حرارت و غلظت (چگالی) چنان شدید بود که هیچ یک از ساختارهایی که امروزه مشاهده می گردند نظیر کهکشانها، ستارگان و یا حتی اتمها نمی توانستند وجود داشته باشند. در این عصر، نور حاکم مطلق بود. این نور بسیار گرم و پرانرژی آن دوران را (در کیهان ۳۰۰.۰۰۰ ساله، دمای نور ۱۰.۰۰۰ درجه کلوین بود) امروزه، ما هنوز دریافت می کنیم ولی دمای این نور بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است. بدلیل انبساط کیهانی، تابش برجا مانده، ۱۵ میلیارد سال وقت صرف نموده تا به کهکشان راه شیری و به ما برسد و این مسئله موجب شده دما و انرژی اش بمیزان فراوانی تقلیل یابد. امروزه، دمای این تابش، ۳ درجه کلوین است (۲۷۰- درجه سانتیگراد). تنها رادیو تلسکوپ قادر است چنین اشعه کم انرژی و سردی را ردیابی نماید.

در شومینه، از آتش خاکستر بجا می ماند، تابش برجا مانده، خاکستر آتش آفرینش است.

---

[138] - George Gamow
[139] - Alexandre Friedmann
[140] - George Lemaître

تلفن و کیهانشناسی

بعد از جرج گامو، تابش برجا مانده، این نور آفرینش، بمدت ۲۰ سال بفراموشی سپرده شد و مطالعات گامو از یاد رفت. در سال ۱۹۶۵، تابش برجا مانده بطور کاملا" اتفاقی بوسیله دو اخترشناس رادیویی آمریکایی، "آرنو پنزیاس"[۱۴۱] و "رابرت ویلسون"[۱۴۲] که در لابراتورهای کمپانی "بل"[۱۴۳] کار می کردند کشف شد. حکایت داستان این کشف جالب است. اهداف پنزیاس و ویلسون، در ابتدا، بهیچ وجه اهداف کیهانشناسی نبود. آنها سعی داشتند با هدف بهبود سیستم مخابرات تلفنی، راداری بسازند که بتواند با اولین قمر مصنوعی، بنام "تل استار"[۱۴۴] رابطه برقرار نماید. قرار بود این رادار بوسیله یک شرکت فرانسوی ساخته شود ولی ساختن آن با تاخیر مواجه گردید. زمان پرتاب قمر مصنوعی تل استار نزدیک می شد و روسای کمپانی بل شدیدا" نگران بودند. با احتمال اینکه شرکت فرانسوی نتواند بموقع رادار مورد نظر را بسازد، مدیران بل از پنزیاس و ویلسون تقاضا کردند مسئولیت ساخت چنین راداری را بعهده گیرند. رادار فرانسوی بموقع ساخته شد ولی تلسکوپ پنزیاس و ویلسون نیز مورد استفاده قرار گرفت. رادار پنزیاس و ویلسون نه تنها امواج تل استار بلکه همچنین تابشی اسرارآمیز به دمای ۳ درجه K را نیز دریافت نمود. مدتی بعد، آنها سرانجام دریافتند که این تابش، موسیقی آفرینش است. تاخیر مهندسین فرانسوی باعث شد یکی دیگر از پایه های نظریه انفجار بزرگ کشف گردد! در واقع، بدون مشاهده حرکات گریزی کهکشانها (پایه اول) و تابش برجا مانده (پایه دوم)، بنای نظریه انفجار بزرگ فرو خواهد ریخت.

باید از خود پرسید چرا می بایست دو دهه صبر کرد تا مشاهدات چنین با اهمیتی جدی گرفته شود و چرا بعد از این مدت طولانی فقط یک اتفاق موجب کشف این پدیده گردید. به احتمال فراوان، دلیل این مسئله ناشی از فقدان ابزارهای تکنیکی نبود. وقتی مطالعات گامو در مورد انفجار بزرگ، چند سال بعد از جنگ جهانی دوم، منتشر شد، اخترشناسی رادیویی به لطف توسعه رادارها، در مدت جنگ، پیشرفت فراوانی کرده بود. دلیل اصلی، در واقع، مسئله روانی بود. نظریه انفجار بزرگ به عقیده آفرینش، پایه ای علمی می داد. مذهب از لاک خود بیرون آمده و با قدرت به صحنه وارد می شد و فیزیکدانان ناراحت از این مسئله، ناآگاهانه پیش بینی های گامو را بفراموشی سپردند.

بعد از کشف ویلسون و پنزیاس، اخترشناسان جهت جبران زمان از دست رفته شدیدا" به مطالعه تابش برجا مانده پرداختند. تابش برجا مانده، بصورت یکنواخت، در همه جا وجود

---

141 - Arno Penzias
142 - Robert Wilson
143 - Bell
144 - Telstar

داشت. از هر جهتی که شما با تلسکوپتان این اشعه را بگیرید، از هر مکانی که آنـرا مشـاهده نمائید، در اتاق یا در نوک قله کوه و با هر فرکانسی که تلسکوپ رادیویی شما با ایـن اشـعه رابطه برقرار کند، دمای آن همواره ۳ درجه کلوین خواهد بود.[۱۴۵] نظریه انفجار بزرگ اولین امتحان را با سربلندی پشت سرگذاشت. آفرینش کیهان که از تصورات و تفکـرات چنـدین فیزیکدان ایجاد شده بود، حقیقتا" بوقوع پیوسته بود. کیهان واقعا" هستی خود را با دورانـی بسیار گرم و متراکم شروع کرده بود و در آغاز آفرینشش مملو از نـوری بـود کـه امـروزه هنوز بما می رسد ولی با دمایی بسیار کمتر. ذرات تابش برجا مانده از نقطه نظر تعـداد در کیهان حکمفرمایی می کنند. برای هر ذره ماده، یک میلیارد ذره نور وجود دارد ولـی انـرژی آنها بسیار ناچیز است. انرژی کل آنها، یک هزارم انرژی کل کیهان است.

برای هلیم، همه اتفاقات در سه دقیقه اول آفرینش کیهان، صورت می گیرد

همگی ما از عناصر شیمیایی تشکیل شده ایم. استخوانهای مـا از کلسـیم سـاخته شـده انـد. مولکولهای ژنتیک که مسئول ذخیره و انتقال اطلاعات از نسلی به نسل دیگر بـوده و موجـب می شوند اطفال ما شبیه ما باشند از ترکیب کربن، هیـدروژن، اکسـیژن و ازت بوجـود مـی آیند. روی به تحلیل الکل در بدن کمک می کند و مس مـاده ملونـه پوسـت را مـی سـازد. حداقل ۲۶ عنصر شیمیایی در تنظیم عملکرد درست بدن ما نقش دارند. کمبود هـر یـک از این عناصر مولد بیماری خواهد بود.

این "عناصر سنگین"* (جرم اتمی آنها سنگین تر از هیدروژن و هلیم می باشد. این دو عنصر، سبکترین عناصر کیهان هستند) که ما از آنها ساخته شده ایم و اساس و پایه زندگی انـد، بـا اینحال، بخشی ناچیز از جرم کل کیهان را تشکیل می دهند، تقریبا" ۲٪ جرم کل کیهان. ترکیب ستارگان و کهکشانها با ترکیب انسانها متفاوت است. آنها بمیـزان ۹۸٪ از هیـدورژن و هلـیم ساخته شده اند، همین هلیمی که بالون های زیبا را باد کرده و به آسـمان مـی فرسـتد. در سالهای ۱۹۶۰ میلادی، اخترشناسان مشاهده نمودند مقدار هلیم نسبت به هیدروژن در یـک ستاره نسبت به ستاره دیگر یا در یک کهکشان نسبت به کهکشان دیگر ثابت می باشـد، در حالیکه نسبت فلزات سنگین در این اجرام سماوی می تواند تا مضرب ۱۰۰۰ برابر متغیر باشـد. اجرام کیهانی همواره نسبتی یکسان بین هلیم و هیدروژن را نشان می دهند: یک چهارم هلیم و سه چهارم هیدورژن.

این نظم و همواری شایان توجه نمی توانست نتیجه اتفاق باشد. بـی ثبـاتی عناصـر سـنگین و ثبات هیدروژن و هلیم، بدون شک، نمایانگر وضعیت آنها در آغاز هسـتی اسـت. قـبلا"، در

[۱۴۵] - در این حالت گفته می شود این اشعه، اشعه ای همسان یا ایزوتروپ (Isotrope) می باشد.

سال ۱۹۳۹، فیزیکدان آمریکایی، "هانس بت"[۱۴۶] کشف کرده بودکه فلزات سنگین در قلب ستارگان ساخته می شوند. در قلب ستارگان، دمای شدید با دهها میلیون درجه کلوین، هسته اتمهای هیدروژن را به هسته های سنگین تر تبدیل کرده و با این عمل مقادیر عظیمی انرژی اتمی را آزاد می سازد و موجب درخشندگی ستارگان می گردد. همچنین مشخص بود هیدروژن باید عنصری بنیادی باشد یعنی عنصری موجود قبل از تشکیل ستارگان، زیرا ستارگان خود از هیدروژن ساخته شده اند. هلیم وضعیت خاصی داشت. هلیم نمی توانست در قلب ستارگان ساخته شود زیرا این مسئله باعث آزاد شدن انرژی عظیمی می شد، بیش از آنچه که امروزه در کیهان مشاهده می گردد.

ثابت بودن هلیم نسبت به هیدروژن طبعا" بدینصورت تشریح می گردد که این دو عنصر باید در ابتدای آفرینش کیهان بوجود آمده باشند، یعنی این دو "عناصری بنیادی"* هستند. مقادیر نسبی آنها نسبت بیکدیگر در آغاز ثابت بوده و بهیچ وجه بستگی به تکامل ستارگان و کهکشانها در میلیاردها سال آینده نداشت. درحالیکه این تکامل موجب ایجاد مقادیر متنوع از عناصر سنگین شده بود. از سوی دیگر، فقدان کنونی انرژی آزاد شده در تولید هلیم بوسیله رقیق شدن این انرژی در اثر انبساط کیهان تشریح می گردد. با توجه به مسائل ذکر شده، اخترفیزیکدانان دست بکار شدند و نظریه انفجار بزرگ دومین پیروزیش را کسب نمود. اگر دمای کنونی کیهان ۳ درجه کلوین باشد، محاسبات مشخص می نماید که تقریبا" ۳ دقیقه بعد از انفجار اولیه، یک چهارم جرم کیهان از هلیم و سه چهارم بقیه از هیدروژن تشکیل شده بود و این تناسب تا امروز تقریبا" ثابت باقی مانده است. امروزه، این نسبت در ستارگان و کهکشانها قابل مشاهده است. کیهانشناسان بیش از پیش معتقدند که مسیر درستی را برای شناخت کیهان در پیش گرفته اند.

شتاب منفی کهکشانها

آخرین برهان به نفع نظریه انفجار بزرگ مربوط به سن جهان است، یعنی فاصله زمانی بین دورانی که کل ماده تمام کهکشانها در یکجا متمرکز بوده و امروز که آنها از یکدیگر جدا شده اند. از نقطه نظر اصولی، برای تعیین سن کیهان، کافی است کهکشانی را در نظر گرفته، فاصله و سرعت گریز آنرا محاسبه کرده و این دو عامل را بهم تقسیم نمائیم. در اتوبانی با خودروتان از کنار تابلویی عبور می کنید که نمایانگر فاصله ۲۰۰ کیلومتری شما با پاریس می باشد. با یک نگاه به سرعت سنج خودرو متوجه می شوید که با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت حرکت می نمائید. با یک محاسبه نظری بدون اینکه به ساعت خود نگاه کنید، میتوانید نتیجه گیری نمائید که ۲ ساعت پیش پاریس را ترک کرده اید. این محاسبه زمانی

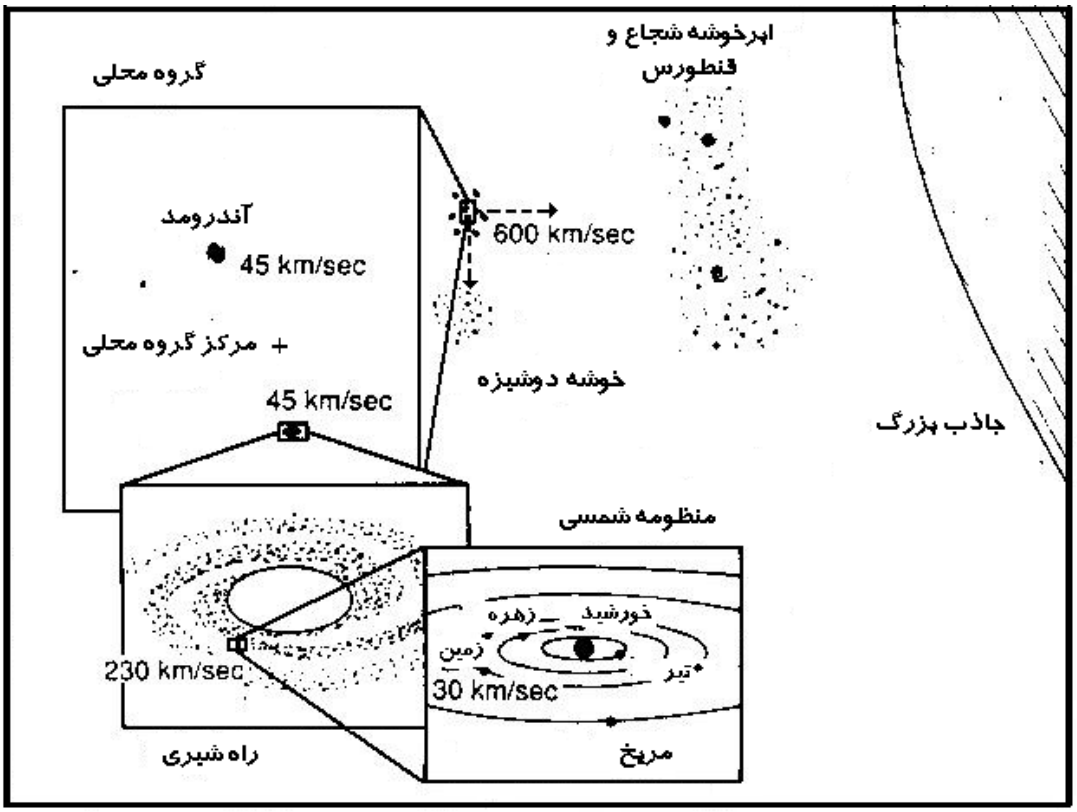
146 - Hans Bethe

صحیح خواهد بود که شما همواره با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت حرکت کرده باشید. سن کیهان که با تقسیم فاصله کهکشان به سرعت آن بدست آمده نیز زمانی صحیح خواهد بود که سرعتش همواره ثابت باشد. باری سرعت هر کهکشان متحمل اثرات گرانش اجرام قابل رویت (کهکشانهای دیگر) و اجرام غیرقابل رویت (سیاهچاله ها) می باشد. اثرات گرانش، حرکت انبساطی کهکشانها را کند می کند و کهکشانها با شتاب منفی کوچکی مواجه می شوند. اگر در ابتدای مسافرت، شما با سرعت ۱۵۰ کیلومتر در ساعت حرکت کرده و سپس سرعتتان را تقلیل داده و به ۱۰۰ کیلومتر در ساعت رسانده باشید، می توانید نتیجه گیری کنید که مسافرتتان کمتر از ۲ ساعت طول کشیده است. بهمین طریق و بعلت تقلیل سرعت کهکشانها، سن کیهان خفیفا" از سن بدست آمده از طریق تقسیم فاصله به سرعت کهکشان کمتر می باشد.

باله کیهانی

بنابراین، تعیین سن کیهان عبارت خواهد بود از تعیین فاصله های کهکشانها و سرعت گریز آنها. سرعت گریز کهکشانها به سادگی قابل محاسبه است. کافی است با استفاده از اثر دوپلر و به کمک دستگاه طیف سنج* نور کهکشان تجزیه گردد، ولی فقط حرکت کهکشانهایی که در اثر انبساط کیهان بوجود آمده اند باید در نظر گرفته شوند. هر حرکت دیگر که در اثر نیروی گرانش در کهکشانهای مجاور ایجاد شده باشد، غیرقابل قبول خواهد بود.
کهکشانها مایل نیستند تنها باشند. بنظر میرسد آنها ترجیح می دهند با کهکشانهای دیگر زندگی مشترکی داشته باشند. بهترین مکان زندگی برای یک کهکشان، مجاورت کهکشان دیگر است. بدینصورت، کهکشانها اجتماعات و ساختارهای بیش از پیش بزرگی را تشکیل می دهند. خانه ما (کهکشان راه شیری) بخشی از دهکده ای کوچک بنام "گروه محلی*" است که شامل کهکشانهایی است که بوسیله گرانش بیکدیگر پیوسته اند. گروه محلی که بجز کهکشان راه شیری، کهکشان آندرومد، ابرهای کوچک و بزرگ ماژلان و دهها کهکشان کوتوله را در بر میگیرد، وسعتی حدود ده میلیون سال نوری دارد. در اطراف دهکده ما، دهکده های دیگر یا گروه های کهکشانی دیگر وجود دارند. با نفوذ بیشتر در اعماق کیهان، حتی می توان با شهرها روبرو شد، یعنی خوشه های کهکشانی* که از چندین هزار کهکشان که بوسیله نیروی گرانش بیکدیگر مرتبطند تشکیل شده اند و اندازه ای حدود ۳۰ میلیون سال نوری* دارند. همانطور که دهکده ها و شهرها بخشی از کشور محسوب می شوند، گروه محلی نیز بخشی از یک منطقه عظیم با ۱۰.۰۰۰ کهکشان که در گروه های محلی یا خوشه ها جمع آوری شده اند قرار می گیرد. این منطقه عظیم که به "ابرخوشه محلی*" معروف است، وسعتی برابر با ۲۰۰ میلیون سال نوری را در بر می گیرد.

نیروی گرانش باعث می شود کهکشانها در این ساختارهای متعدد به سوی یکدیگر جذب شوند. این حرکات سرنگونی کهکشانها با حرکات انبساطی آنها همراه و منطبق می گردد. برای مثال، زمین در باله کیهانی شگفت انگیزی شرکت می کند. زمین، در ابتدا، ما را با سرعت ۳۰ کیلومتر در ثانیه در سفر سالانه اش بدور خورشید می چرخاند. خورشید همراه با زمین با سرعت ۲۳۰ کیلومتر در ثانیه بدور مرکز کهکشان راه شیری حرکت می کند. راه شیری با سرعت ۹۰ کیلومتر در ثانیه بسوی زوج خود یعنی کهکشان آندرومد می چرخد (از نقطه نظر ما، کهکشان آندرومد بسوی ما حرکت می کند، آندرومد از کهکشانهای نادری است که انتقال نورش بسوی آبی است). گروه محلی نیز به نوبه خود با سرعت ۶۰۰ کیلومتر در ثانیه بسوی خوشه "دوشیزه"[۱۴۷] و بطرف نزدیکترین ابرخوشه محلی یعنی ابرخوشه "شجاع"[۱۴۸] و " قنطورس"[۱۴۹] جذب می گردد. مشاهدات کنونی نشان میدهد که رقص باله در اینجا پایان نیافته و خوشه دوشیزه و ابرخوشه شجاع و قنطورس همگی بسوی یک اجتماع عظیم دیگر کهکشانی کشیده می شوند. اخترشناسان بدلیل فقدان اطلاعات در مورد این اجتماع کهکشانی، آنرا "جاذب بزرگ*"[۱۵۰] نامیده اند. (شکل ۲۷)



147 - Vierge
148 - Hydre
149 - Centaure
150 - Grand Attracterur

شکل ۲۷: باله عظیم کیهانی: ما از مقرمان در زمین در باله کیهانی زیبایی شرکت می کنیم. زمین با سرعت ۳۰ کیلومتر در ثانیه ما را بدور خورشید می چرخاند. خورشید با سرعت ۲۳۰ کیلومتر در ثانیه بدور مرکز راه شیری می چرخد. راه شیری با سرعت ۹۰ کیلومتر در ثانیه بسوی آندرومد کشیده می شود (دو کهکشان راه شیری و آندرومد، هر دو با سرعت ٤٥ کیلومتر در ثانیه بسوی مرکز گروه محلی کشیده می شوند). گروه محلی که دو عنصر اصلی و جسیمش، راه شیری و آندرومد می باشند با سرعت ۶۰۰ کیلومتر در ثانیه بطرف خوشه دوشیزه و ابرخوشه شجاع و قنطورس جذب می گردد. ابر خوشه شجاع و قنطورس نیز بنوبه خود بسوی جاذب بزرگ حرکت می کند. جاذب بزرگ، اجتماعی از دهها هزار کهکشان است که هنوز اطلاعات جامعی از آن در دسترس نیست.

ولی با وجود زیبایی شگفت انگیز این باله کیهانی، در محاسبه سن کیهان، این حرکات نباید در نظر گرفته شوند. ما باید فقط حرکات انبساطی کهکشانها را در نظر گیریم. بنابراین تا آنجا که ممکن است باید اثرات گرانشی را از محاسبات حذف نمود. برای این منظور، باید مسافت های بیش از پیش دور را در نظر گرفت، یعنی کهکشانهایی دورتر از ابرخوشه های محلی در فاصله ای برابر با ۲۰۰ میلیون سال نوری. برای کهکشانهای نزدیک باید از حرکت انبساطی کهکشانها، رقص های باله (حرکات گرانشی) کاسته شوند.

سن کیهان

پژوهش برای تعیین سن کیهان هنوز پایان نیافته است. در واقع، مشکل، عدم شناخت عمق کیهانی است. تعیین فاصله کهکشانهای دوردست یکی از مشکلات بسیار بزرگ و اساسی اخترشناسان می باشد. در واقع، تمام ابهامات موجود در مورد تخمین سن کیهان ناشی از فواصل بین کهکشانها می باشد. دورنمای واقعی کیهان هنوز برایمان ناشناخته است.
هابل، با استفاده از چراغهای آسمانی یعنی ستارگان قیقاووس، ابعاد کیهان را تا ۱۳ میلیون سال نوری تخمین زد یعنی تقریبا" تا ٤ برابر دورتر از گروه محلی. ولی دورتر از این فاصله، درخشندگی این ستارگان تقلیل یافته و دریافت نور آنها با مشکل روبرو می شود. برای نفوذ در اعماق کیهان به چراغهای نورانی تری احتیاج داریم. بنابراین، درخشنده ترین ستارگان یک کهکشان (که به ستاره های غول پیکر معروفند زیرا درخشندگی شان ۱۰۰.۰۰۰ برابر بیشتر از درخشندگی خورشید بوده و ۳۰۰ برابر بزرگتر از آنند)، خوشه های کروی* (این اجتماع کروی شکل از صدها هزار ستاره) و ابرنواخترها* (انفجار ناشی از پایان عمر یک ستاره جسیم که بمیزان درخشندگی ماکزیمم یک کهکشان از خود انرژی و درخشندگی منتشر می نماید) به کمک طلبیده می شوند. با استفاده از این چراغهای نورانی می توانیم تا مسافت ۳۰۰ میلیون سال نوری در عمق کیهان پیش رفته و از اثرات گرانشی ابرخوشه های محلی

محفوظ بمانیم. ولی متاسفانه، برعکس ستارگان قیقاووس، درخشندگی واقعی خوشه های کروی و ابرنواخترها هنوز مشخص نگردیده است. همانطور که دریانورد با عدم شناخت درخشندگی حقیقی چراغ دریایی قادر به تخمین فاصله اش تا بندر نمی باشد، اخترشناس نیز که از درخشندگی حقیقی چراغهای کیهانی بی اطلاع است، قادر نخواهد بود دقیقا" فاصله ها را مشخص نماید.

برای تعیین درخشندگی حقیقی چراغهای کیهانی، اخترشناس باید به یک سری محاسبات،که همه با یکدیگر در رابطه اند، دست زند. برای تعیین عمق کیهانی، اخترشناس باید داربستی بسازد که ثبات هر طبقه اش به ثبات طبقات پائین تر بستگی داشته باشد.(جدول شماره ۱) در پایه این داربست، خوشه کهکشانی قلایص قرار دارد که نزدیکترین گروه ستارگان بما می باشد. اگر بخاطر داشته باشید، فاصله این خوشه (۱۲۰ سال نوری) بوسیله روش نقطه همگرا بدست آمده بود و درخشندگی واقعی ستارگان خوشه قلایص از درخشندگی ظاهری آنها منتج شده بود. برای ساختن طبقه دوم داربست و نفوذ بیشتر در کیهان، می بایست خوشه های کهکشانی دورتری را پیدا کرد که در آنها ستارگان قیقاووس وجود داشته باشند. فاصله این خوشه های دوردست با فرض اینکه درخشندگی واقعی ستارگان آنها همانند درخشندگی ستارگان خوشه قلایص بوده، بدست آمد. با شناخت این فواصل، سپس درخشندگی واقعی ستارگان قیقاووس این خوشه ها مشخص گردید. رابطه دوره تناوب درخشندگی ستارگان قیقاووس به اخترشناس اجازه داد تا به طبقه سوم داربست رفته و فاصله کهکشانها را تا ۱۳ میلیون سال نوری محاسبه نماید. بدینصورت، درخشندگی واقعی ستارگان غول پیکر، خوشه های کروی و ابرنواخترها بدست آمد. برای صعود به طبقه چهارم داربست و نفوذ بمیزان ۳۰۰ میلیون سال نوری در کیهان، می بایست دوباره فرض را بر این گرفت که درخشندگی ستارگان غول پیکر، خوشه های کروی و ابرنواخترها در کهکشانهای دورتر، همان درخشندگی را داشته و بدون تغییر در زمان است. بی شک، زمان دخالت می نماید، زیرا همانطور که قبلا" دیدیم نور برای رسیدن بما مدت زمانی را صرف می نماید و مشاهده کردن دورتر در فضا بمعنای مشاهده دورتر در گذشته است. با نفوذ در اعماق کیهان، در واقع، اخترشناس زمان را بسوی گذشته می پیماید. فرض این مسئله که ستارگان و اجرام کیهانی در فضا و زمان بدون تغییرند، فرض اشتباهی خواهد بود. در واقع، چنین فرضی مترادف با انکار ویژگیها و تاریخ هر کهکشان است، زیرا همه آنها را یکسان در نظر می گیرد. هابل در سال ۱۹۲۹ چنین اشتباهی را مرتکب شد. وی برای تعیین فاصله کهکشان آندرومد فرض کرده بود درخشندگی ستارگان قیقاووس این کهکشان برابر با درخشندگی همین ستارگان در کهکشان راه شیری اند. این یک اشتباه بود، زیرا بعدها مشخص گردید که درخشندگی این ستارگان در آندرومد ٤ برابر بیشتر می باشد. نتیجتا" ، هابل فاصله

آندرومد را بسیار نزدیکتر تخمین زد و سن کیهان را نیز به ۲ میلیارد سال برآورد نمود که با سن واقعی کیهان که امروزه به ۱۰ تا ۲۰ میلیارد سال برآورد می شود، فاصله زیادی دارد.
منبع دیگر بی دقتی در برآورد فاصله چراغهای کیهانی از تشکیل خود داربست ایجاد گشت. در واقع، با تکنیک داربست، اشتباهات مرتکب شده در هر طبقه انباشت شده و به طبقه دیگر وارد می گردد بطوریکه اشتباه کل در فواصل بیشتر از ابرخوشه های محلی، در طبقه چهارم، بسیار زیاد خواهد شد، حتی اگر اشتباهات در پایه داربست (قلایص) کم باشد.
با وجود تلاش های فراوان اخترشناسان، هنوز کیهان سن واقعی خود را از ما پنهان می نماید. امروزه، فقط می توان گفت که سن کیهان بین ۱۰ الی ۲۰ میلیارد سال است.

جدول شماره ۱

تعیین عمق کیهانی بوسیله اخترشناس

فاصله به سال نوری	شیئی سماوی	روش تعیین فاصل
$۱۰^{۹} * ۱۰$	کهکشانهای دوردست و شبهه ستارگان (کوارتزها)	از قانون هاب استفاده می شود: انتقال بسوی قرمز فاصله را تعیین می نماید
$۱۰^{۶} * ۳۰۰$	ستارگان غول پیکر، خوشه های کروی، ابرنواخترها	چراغهای کیهانی که درخشندگی واقعی آنها به کمک طبقات پائینی داربست تعیین می گردند
$۱۰^{۶} * ۱۳$	ستارگان قیقاووس در کهکشانهای گروه محلی	رابطه دوره تناوب – درخشندگی حقیقی
۱۵۰۰	خوشه کهکشانی (قلایص)	نقطه همگرا
۱۰۰	سیارات و ستارگان نزدیک	اختلاف منظر

آیا کیهان بمانند زن طنازی است که همواره سن واقعی اش را از ما کتمان می نماید. برای کشف این راز، ابزارهای تکنیکی مدرنی به کمک گرفته شدند، مانند تلسکوپ فضایی هابل به قطر ۲/۵ متر که در مدار زمین قرار گرفته است. این تلسکوپ خواهد توانست بدون مشکل آتمسفر، اجرام سماوی تا ۵۰ برابر کم نورتر و ۷ برابر دورت را نسبت به تلسکوپ های زمینی مشاهده نماید (شکل ۱۲). این تلسکوپ قادر خواهد بود نور ستارگان قیقاووس در نزدیکترین خوشه کهکشانی یعنی خوشه دوشیزه که در فاصله ٤۲ میلیون سال نوری قرار داشته و دارای ۱۰۰۰ کهکشان می باشد را براحتی کسب نماید. فواصل بدست آمده از طریق ستارگان قیقاووس بسیار دقیق خواهد بود و موجب استحکام طبقه چهارم داربست خواهد

شد. از سوی دیگر، با توجه باینکه یک قمر مصنوعی اروپایی بنـام "هیپـارکوس"[۱۵۱] بایـد در سال ۱۹۹۰ در مدار قرار گیرد، پایه داربست نیز از ثبات برخوردار خواهد شد. ایـن قمـر بـه اخترشناسان اجازه خواهد داد تا اختلاف منظر ستارگان خوشه قلایـص مشـخص شـود و در نتیجه فاصله این خوشه با دقت بسیار فراوان تعیین گردد.

سن کهنسالترین ستارگان

حرکت گریزی کهکشانها بما کمک خواهد کرد تا سن کیهان را برآورد نمائیم. این اولین عامل کیهانی برای تعیین سن کیهان است. آیا ۱۰ تا ۲۰ میلیارد سال سن معقولی برای کیهـان اسـت؟ کیهان اجرامی نظیر زمین یا ستارگان کهنی در خوشه های کروی در بر دارد که تعیین دقیـق سن آنها امکان پذیر نمی باشد. سن این ستارگان باید کمتر یا برابر با سن کیهان باشد زیـرا غیرممکن خواهد بود که کیهان که شامل همه چیز است از محتوی خود کم سـن تـر باشـد. ستارگان خوشه های کروی از مسن ترین ستارگان کیهانند. این سـتارگان در اولـین میلیـارد سال تشکیل کیهان بوجود آمده اند. برای تعیین سن کیهان باید از این ستارگان کمک طلبیـد. فرض کنیم در دهکده ای فرانسوی، تمام کودکانی را که در اول ژانویه ۱۹۸۸ بدنیا آمده اند جمع آوری شوند. این کودکان رشد کرده و هر سـاله تولدشـان را در یـک روز جشـن مـی گیرند. بعضی ها چاق و دیگران لاغر رشد نموده اند. افراد فربه بیشتر بیمار شـده و سـکته قلبی بیشتری خواهند داشت. زندگی آنها کوتاه تر بوده و کم و بیش به ۵۰ سـال مـی رسـد. اشخاص با وزن متوسط عمری برابر با ۷۵ سال داشته و افراد لاغر طول عمری بیشتر و تا ۱۰۰ سال زندگی خواهند نمود. شما از دهکده بازدید می کنید، برای شما کافی اسـت تـا ظـاهر افراد را مشاهده نموده تا سن آنها را حدس بزنید. فرض کنیم شما در سـال ۲۰۰۸، یعنـی ۲۰ سال بعد از تولد کودکان به دهکده بیائید. آنها همگی زنده خواهند بود. شما نوجوانان فربه، متوسط و لاغر را مشاهده می کنید و نتیجه گیری خواهید کرد که سن همگی آنها باید کمتـر از ۵۰ سال باشد. ۳۰ سال بعد، در سال ۲۰۳۸ دوباره به دهکده باز مـی گردیـد. شـما فقـط افراد با وزن متوسط و لاغر را مشاهده خواهید نمود. افراد چاق از بین رفته اند. نتیجه گیری خواهید کرد این افراد باید سنی بین ۵۰ الی ۷۵ سال داشته باشند. پسر شـما ۳۰ سـال بعـد دوباره به این دهکده می آید یعنی در سال ۲۰۶۸، او فقـط افـراد بسـیار لاغـر را مشـاهده خواهد نمود و حدس خواهد زد که سن این افراد باید بین ۷۵ الی ۱۰۰ سال در نوسان باشد.
بهمین طریق، اخترشناس نیز می تواند سن اشخاص یک دهکده (ستارگان یک خوشه کروی) را با آزمایش خصوصیات فیزیکی آنها مانند جرم و درخشندگی، تعیین نماید. هماننـد اطفـال

---

[۱۵۱] – هیپارکوس (**HIPPARCOS**) نام اخترشناس یونانی است که برای اولین بار اختلاف منظر ماه را تعیین نمود و همچنین مخفف **High Precision Parallax Collecting Satellite** می باشد.

دهکده، تمام ستارگان یک خوشه کروی نیز در یک زمان و در اثر فروپاشی یک ابر میان ستاره ای مملو از هیدروژن و هلیم بوجود آمده اند. همانند انسانها، بعضی از ستارگان فربه آفریده شده اند یعنی جسیم تر و درخشنده تر. این ستارگان جسیم و نورانی، ذخیره انرژی هسته ای شان را با اسراف مصرف می نمایند و نتیجتا" بعد از مدتی ذخیره آنها به اتمام رسیده و محکوم به مرگ خواهند شد. زندگی متوسط این ستارگان به چندین میلیون سال نوری ختم می شود. برعکس، ستارگان ضعیف و رنجور، ذخیره انرژیشان را با خست به مصرف می رسانند. آنها با این صرفه جویی تا میلیارد ها سال عمر می کنند. خورشید یکی از این ستارگان خسیس است. خورشید تا به امروز ٤/٥ میلیارد سال زندگی کرده ولی این هنوز نصف عمر خورشید می باشد. ستارگان کم نورتر و کم جرم تر از خورشید، بسیار بیشتر عمر می نمایند، آنها می توانند تا ۲۰ میلیارد سال عمر کنند. اخترشناس با بازدید از دهکده (خوشه کروی) فقط ستاره های ضعیف و رنجور با نور کم را مشاهده خواهد نمود. او نتیجه گیری می کند که سن ستارگان خوشه، یعنی مسن ترین ستارگان جهان باید بین ۱۲ الی ۲۰ میلیارد سال باشد. دومین عامل کیهانی یعنی خوشه های کروی نیز سن کیهان را به میزان عامل اولی تخمین می زنند.

سن مسن ترین اتم ها

برای تخمین سن کیهان، یک عامل کیهانی دیگر نیز در اختیار ما قرار دارد. این عامل عبارت است از طول عمر برخی از اتمها. این اتمها دارای زندگی ابدی نبوده و بعد از مدت زمانی به اتمهای دیگر تبدیل می گردند. معروف ترین مثال، مربوط به کربن ١٤ می باشد (یک نوع کربن باثبات تر دیگری نیز وجود داردکه عبارت است از کربن ۱۲). کربن ١٤ نیمه عمری ۶۰۰۰ ساله دارد، یعنی اینکه نصف اتمهای کربن بعد از ۶۰۰۰ سال از بین می روند. اگر در ابتدا، اتمهای کربن ١٤ برابر با ۱۰.۰۰۰ اتم باشد، بعد از ۶۰۰۰ سال، این اتمها به ۵.۰۰۰ تقلیل خواهند یافت. بعد از ۶۰۰۰ سال دیگر، اتمها به ۲۵۰۰ عدد خواهند رسید. باز ۶۰۰۰ سال دیگر (۱۸۰۰۰ سال از ابتدا)، اتمها به میزان ۱۲۵۰ تقلیل خواهند یافت و همینطور الا آخر. در نتیجه کافی است که تعداد اتمهای کربن ١٤ شمارش شود تا قدمت یک شیئی مشخص گردد.

این عامل سوم کیهانی، موجب مسرت باستان شناسان و تنفر جاعلین می گردد. با این عامل می توان قدمت اشیاء دارای کربن ١٤ را بطور دقیق تعیین نمود. برای مثال، از این طریق می توان قدمت قدیمی ترین نسخه های خطی یا تابلوهای امپرسیونیست "مونه"[۱۵۲] را تعیین نمود.

[۱۵۲] – مونه (**Monet**) نقاش معروف امپرسیونیست فرانسوی (مترجم).

در مقایسه با عمر اجرام آسمانی، طول عمر کربن ۱٤ بسیار کوتاه بوده و نمی تواند به ما کمک نماید. باید اتمهایی را جستجو نمود که نیمه عمر آنها قابل مقایسه با ۱۰ الی ۲۰ میلیارد سال سن کیهان باشد. در اینجا، اتمهای اورانیوم به کمک ما خواهند آمد. همین اورانیومی که در کارخانه های هسته ای برق تولید کرده و موجب روشنایی خانه های ما می گردد یا همان اورانیومی که مسئول نابودی هیروشیما از طریق بمب اتمی شد. اورانیوم همانند برخی از عناصر سنگین کیهان از انفجارهای ستارگان جسیم بوجود می آید.

در کیهان، دو نوع اتم اورانیوم وجود دارد. اورانیوم ۲۳۵ که نیمه عمری برابر با یک میلیارد سال دارد و اورانیوم ۲۳۸ که از عمر طولانی تری برخوردار بوده و نیمه عمری معادل ۶/۵ میلیارد سال دارد. چون اورانیوم ۲۳۵ سریعتر از اورانیوم ۲۳۸ از بین می رود، نتیجتا" نسبت تعداد اتمهای اورانیوم ۲۳۵ به تعداد اتمهای اورانیوم ۲۳۸ بتدریج کاسته می شود. از طریق این رابطه، زمان مشخص می گردد. سن مسن ترین اتمها که از این رابطه بدست آمده است باز بین ۱۰ تا میلیارد سال قرار دارد.

به ظاهر، رابطه مهمی بین سه عاملی که شرح داده شد یعنی حرکت گریزی کهکشانها، تکامل ستارگان و عمر اتمها وجود ندارد. ولی این مسئله که هر سه عامل جوابی یکسان ارائه می نمایند طبیعتا" نمی تواند اتفاقی باشد مگر اینکه دسیسه ای کیهانی بخواهد باعث رد گم کردن ما شود. در اینجا باز پیروزی نظریه انفجار بزرگ قطعی بنظر می رسد.

تا اینجا فقط از موفقیت های نظریه انفجار بزرگ صحبت کرده ایم ولی آیا باید مدعی شد که هیچ مسئله ای این نظریه را تهدید نمی نماید و همه چیز برای آن حل شده است؟ خیر، بهیچ وجه اینطور نیست، در صفحات بعدی به این مشکلات برخورد خواهیم کرد ولی باید همچنین متذکر شد که توسعه و تکامل اخیر در زمینه فیزیک بینهایت کوچک یعنی ذرات بنیادی موجب شد که بسیاری از مشکلات نظریه انفجار بزرگ بر طرف گردند.

چرا کیهان اینچنین همگن است؟

در مورد نظریه انفجار بزرگ سئوالات متعددی مطرح می باشد که تا چندی پیش هنوز بی جواب مانده بود. یکی از این سئوالات مربوط به همگنی*[۱۵۳] کیهان بود. دمای ۳ درجه کلوین تابش برجا مانده که کیهان را در بر می گیرد در هر جهتی که شما آنرا در نظر بگیرید همواره یکسان خواهد بود. پائین، بالا، جلو، عقب، چپ، راست، از هر جهت، این نور تقریبا" همان دمای ۳ درجه کلوین را خواهد داشت. تغییرات دمای این تابش از یک گوشه کیهان تا گوشه دیگر بیشتر از ۰/۰۱٪ نخواهد بود. نتیجتا" کیهان در تمام جهاتش هم آهنگ و متجانس بنظر می رسد. باری، همانطور که متعاقبا" خواهیم دید، این اشعه کیهانی زمانی بوجود آمد

153 - Homogénéité

که کیهان از سنی معادل ۳۰۰.۰۰۰ سال برخوردار بود. نور کـه سـریعترین وسـیله ارتبـاط بـین مناطق مختلف کیهان بود موجب می شدفقط مناطقی که کمتر از ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری با یکدیگر فاصله داشته بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و هم آهنگ شوند و بدینصـورت، همـه دمای ۳ درجه را کسب نمایند. ابعاد افق کیهانی در این دوران ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری بـود و نـور دلیلی نداشت که در مقیاس وسیع تر همان دما را داشته باشد. ولـی مشـاهدات مشـخص نموده که مناطقی با فاصله بیش از ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری نیز همچنین دمای ۳ درجه را داشـتند. این حالت قابل مقایسه با دو کشتی است که فاصله آنها در اقیانوس آنچنان زیاد اسـت کـه قادر به مشاهده یکدیگر نیستند. ناگهان مشاهده می نمایئد که درست در یک لحظـه هـر دو کشتی لنگر کشیده و با سرعت بسوی جزیره ای حرکت می نمایند. شما که تماشاگر ایـن واقعه هستید با خود خواهید گفت که این مسئله نمی تواند اتفاقی باشد و نتیجه گیـری مـی کنید که این دو کشتی باید بوسیله ارتباطات رادیویی با یکـدیگر در تمـاس باشـند. بهمـین صورت، هماهنگی دقیق مناطق مختلف کیهان با یکدیگر بیانگر ایـن مسـئله اسـت کـه ایـن مناطق در گذشته با یکدیگر در تماس بوده اند. نظریه انفجار بزرگ در ابتدا، عنوان می کرد این مسئله غیرممکن است. در برابر این مشکل، اخترفیزیکدان برای پنهان کردن نادانی اش، اشاره به شرایط اولیه نموده و عنوان می نمود که اگر منـاطق مختلـف کیهـان امـروز شـبیه یکدیگرند، بنابراین در ابتدای آفرینش کیهان نیز می بایست مشابه یکدیگر باشـند. "معمـار بزرگ" می بایست آنها را شبیه بیکدیگر آفریده باشد! ایـن تفسـیر چیـز مهمـی بمـا نمـی آموزد.

چرا کیهان دارای ساختار است؟

دومین سئوال، در واقع، طرف مقابل همگنی کیهان است. بجای اینکـه اخترفیزیکـدان از خـود سئوال نماید چرا کیهان همگن و منظم است، عنوان می کند چرا کیهـان نمایـانگر بـی نظمـی است؟ چرا کیهان دارای ساختار می باشد؟

کیهان نظیر تابلوی نقاشی جورج سورا[۱۵۴] ولی در ابعادی عظـیم مـی باشـد. از دور، تـابلو در تمامیتش تحسین انگیز است و قادر نخواهیم بود بین هزاران نقطه رنگی که اشکال مختلف را بوجود آورده، فرقی قائل شویم. با نزدیک شدن به تابلو، تصاویر به هزاران نقطه تجزیه می گردد. بهمین صورت، کیهان از دور کاملا" هماهنگ بنظر مـی رسـد. از دور تمـام جزئیـات حذف می گردند، شاهد این مسئله هماهنگی شگفت انگیز تابش برجا مانده است.

---

[۱۵۴] – ژرژ سورا (**George Seurat**)، نقاش نئو امپرسیونیست فرانسوی است که تابلوهایش را بوسیله نقطه های کوچک نقاشی می کرد (مترجم).

با این وجود، کیهان کاملا" هماهنگ نبوده و دارای ساختار است. خوشبختانه که چنین است و گرنه کیهانی بدون ساختار بمانند بیابانی بدون آبادی بوده و هستی و حیات نمی توانست در آن ایجاد گردد. اگر کیهان ما بدون ساختار بود ما وجود نداشتیم تا بتوانیم در باره آن صحبت کنیم. همانند تابلوی سورا، بتدریج که کیهان از نزدیک مورد مطالعه قرار می گیرد، ساختارهای ماده شکل می گیرند. در ابتدا، ساختارهای بزرگ نظیر ابرخوشه های کهکشانی* مشاهده خواهند شد که وسعت آنها به صدها میلیون سال نوری می رسد. سپس نوبت خوشه هاست که ۱۰ برابر کوچکتر از ابرخوشه ها می باشند. سپس گروه های کهکشانی، ۲۰ برابر کوچکتر، بعد کهکشانها، ۲۰۰۰ برابر کوچکتر، سپس ستارگان کهکشان ما (نظیر خورشید)، $۱۰^{۱۵}$ برابر کوچکتر، بعد زمین $۱۰^{۱۷}$ برابر کوچکتر و سرانجام، انسان در این عظمت غیرقابل تصور.

بنابراین، چشم انداز کیهان دو چهره خواهد داشت: یک هماهنگی و یکنواختی عمومی و تقریبا" کامل و یک ساختار شگفت انگیز در مقیاس کوچک. با نزدیک شدن و با دقت نگاه کردن، تابلوی یکنواخت و هماهنگ به فرش کیهانی مملو از اشکال و تصاویر مختلف تبدیل می گردد. کیهان چگونه توانست از حالت اولیه هماهنگ به چنین سلسله مراتب شگفت انگیزی تبدیل شود؟ چگونه از سادگی، پیچیدگی ایجاد گشت؟ این مشکل ساختار کیهان و تشکیل کهکشانها، تا به امروز، هنوز بدون جواب باقی مانده است. اخترفیزیکدان، باز در برابر این مشکل، شرایط اولیه را به میان کشیده و عنوان می نماید "معمار بزرگ" در ابتدای آفرینش، در کیهان منظم مقداری بی نظمی پاشیده و این بی نظمی ها با گسترش کیهان به کهکشانها، ستارگان و انسانها منتهی شده است.

ضد ماده کجاست؟

سومین سئوال و بی شک اساسی ترین آنها در چارچوب نظریه انفجار بزرگ مربوط به پیدایش کیهان می باشد. چگونه ماده و نور در ساختار فضا ایجاد گشتند؟ کدام قوانین فیزیکی توانسته محتوی کیهان را به ماده، ضدماده* و نور تقسیم نماید؟

ضدماده، که اسمش فیلم های علمی-تخیلی را بیادمان می آورد، در واقع اختلاف فراوانی با ماده ندارد. اجزاء یک ماده را در نظر بگیرید برای مثال، هسته یک اتم هیدروژن یا پروتون*. بار الکتریکی پروتون مثبت است. اگر این بار مثبت را منفی کیند، یک ضد پروتون بدست خواهد آمد. بار الکتریکی الکترون برابر با بار الکتریکی پروتون است ولی بار الکترون برعکس پروتون منفی است. این بار را برعکس نمائید (بار مثبت می شود) و شما یک ضد الکترون خواهید داشت که بنام پوزیتون*[۱۵۵] معروف است. ضدماده، تصویر ماده است ولی تصویری

[155] - Positon

که در آینه دیده می شود با بارهای الکتریکی معکوس. باستثنای بار الکتریکی، ویژگی های دیگر ماده و ضدماده کاملا" شبیه یکدیگرند. ضد پروتون می تواند با ضد الکترون ترکیب شود و یک اتم ضد هیدروژن را بوجود آورد. ضد اتمها می توانند با یکدیگر ضد مولکول را ایجاد نمایند و ضد مولکولها می توانند بعد از ترکیبات مختلف به صورت زنجیره های حلزونی بلند، ضد ژن دی- ان- آ[۱۵۶] درآمده و سپس حیات را بوجود آورند. می توانیم تصور کنیم که یک ضدمن در حال نوشتن این خطوط بوده و یک ضد شما در یک ضد سیاره ای دوردست بدور یک ضد خورشید در یک ضد کهکشان در حال خواندن این خطوط می باشد. شما و ضد شما تا زمانیکه از یکدیگر جدا هستید می توانید به زندگی ادامه دهید ولی به محض اینکه همدیگر را ملاقات نمائید، فاجعه رخ خواهد داد. یک تماس کوچک بین دستهای شما و ضد شما کافی است که هر دو شما سریعا" به نور تبدیل شوید زیرا ماده و ضدماده در تماس با یکدیگر همدیگر را نابود کرده و تبدیل به اشعه می گردند.

ولی احتمال وجود یک ضد شما در این کیهان بینهایت ناچیز است. بنظر می رسد که کیهان از ضدماده محروم باشد. اشعه های کیهانی*، این بادهایی که مملو از ذرات باردار بوده و از سرحدات کهکشان راه شیری به ما می رسند، فقط حامل ماده (بویژه پروتون) می باشند. بعلاوه، اگر در ابتدا، ماده و ضدماده به اندازه مساوی وجود می داشت، تعداد فوتونها یعنی ذرات نوری که از نابودی برخورد ماده و ضدماده بوجود می آمد می بایست در کیهان کنونی به میزان بسیار بیشتری وجود داشته باشد. امروزه، تعداد فوتونها در کیهان بسیار بیشتر از ذرات ماده (مانند پروتونها) می باشد (یک میلیارد فوتون برای هر پروتون) ولی این تعداد کافی نیست تا فرض تساوی ماده و ضدماده به حقیقت بپیوندد. چرا ما در کیهانی زندگی می کنیم که فقط از ماده تشکیل شده است؟ ضدمن و ضدشما در کجا قرار دارند؟ تمام ضدماده هایی که در ابتدای آفرینش کیهان وجود داشته اند به کجا رفته اند؟ تا چند سال پیش همه این سئوالات بدون جواب مانده بود.

چرا دورنمای کیهان اینچنین مسطح است؟

سرانجام، آخرین سئوال مربوط به مسطح بودن کیهان است. کلمه "مسطح*" هندسه فضایی را تشریح می نماید. چشم انداز کیهان کنونی، در مقیاسی وسیع، فاقد هرگونه برجستگی و برآمدگی است.در اتوبان کیهانی، تا چشم کار می کند، شما فقط چشم اندازهای هموار و مناظر مسطح را مشاهده خواهید نمود. این فقدان برجستگی بیانگر این مسئله است که در کیهان ماده به مقدار زیاد وجود ندارد. زیرا اگر اینچنین می بود، ماده می بایست به هندسه کلی فضا انحنا می داد. در عظمت کیهان ندرتا" به کهکشانی برخورد می

---

[156] - DNA

کنید که بوسیله نیروی گرانش در فضا انحنا ایجاد کرده باشد. چرا کیهان اینچنین هموار و فاقد خمیدگی است؟ بیان این مسئله که کیهان عمدتا" مسطح است مترادف با این است که بگوئیم تعادلی تقریبا" معجزه وار بین دو نیروی مخالف، که از ابتدای آفرینش کیهان در حال ستیز با یکدیگرند، وجود دارد: یعنی نیروی احتراقی انفجار بزرگ که به کیهان حرکتی انبساطی داده و نیروی گرانش که با جذب ماده و نور سعی به جلوگیری از این حرکت می نماید. اگر در کیهان ماده و انرژی بیشتری وجود داشت، اگر چشم انداز کیهان از انحنا و خمیدگی بیشتری برخوردار بود یا به بیان دیگر، اگر نیروی گرانش قویتر از نیروی انفجار بزرگ می بود، کیهان بر روی خود فرو پاشیده و به یک سیاهچاله غول آسا تبدیل می شد و من و شما نمی توانستیم وجود داشته باشیم تا در مورد آن صحبت کنیم. همچنین اگر ماده و انرژی کمتری در جهان وجود داشت، نیروی انفجار بزرگ بر نیروی گرانش چیره شده و ماده هرگز نمی توانست انباشت شود و موجب تشکیل کهکشانها، ستارگان، خورشید و زمین گردد و باز من و شما نمی توانستیم حیات داشته باشیم تا در مورد آنها از خود سئوال نمائیم. تعادل بین دو نیرو می بایست با دقت بسیار قابل ملاحظه ای وضع شده باشد. کافی است، زمانیکه سن کیهان یک ثانیه بود، سرعت انبساط آن را به میزان بسیار ناچیزی، مثلا" ، یک میلیاردیم میلیاردیم ثانیه ($۱۰^{-۱۸}$) تغییر داد تا سرنوشت کیهان بطور اساسی تغییر یابد. کدام مکانیزم فیزیکی کیهان را اینطور دقیق و منظم تنظیم نموده است. باز در اینجا، اخترفیزیکدان دست به سوی آسمان دراز کرده و به نادانی اش اقرار می کند.

تا چند سال پیش، نظریه انفجار بزرگ با چنین سئوالاتی مواجه بود و در مورد صحت این نظریه شک و تردید فراوانی وجود داشت. ولی کوشش و پژوهش های سال های اخیر در مورد فیزیک اجزاء بینهایت کوچک بمنظور ایجاد یک نظریه وحدت یافته از طبیعت که در آن به وجود یک ابرقدرت یا ابر نیرو[۱۵۷] برای تنظیم کیهان در ابتدای آفرینشش، احتیاج بود و همچنین پژوهش های صورت گرفته در مورد انبساط سریع کیهان در ابتدای آفرینشش که به دوران تورمی*[۱۵۸] معروف است، موجب شد که اشکالات نظریه انفجار بزرگ رفع گردیده و این نظریه از پایه های محکمی برخوردار گردد. مطالعات دانشمندان زمینه مناسبی را فراهم نمود تا بشر بتواند در پژوهش خود تقریبا" تا سحرگاه آفرینش کیهان عقب رفته و تاریخ کیهان را تنظیم نماید. ولی قبل از اینکه کتاب تاریخ کیهان را بگشائیم باید با چهار نیروی اساسی طبیعت آشنا شویم، سپس با جریان کوانتمی که جهان اجزاء بینهایت کوچک را تنظیم می نماید آشنا خواهیم شد.

چهار نیرو

---

157 - Superforce
158 - Inflationnaire

شب فرا می رسد، چراغها روشن می شوند، هوا طوفانی می شود، رعد و برق آسمان را روشن می کند، باد زوزه می کشد، برگ درختان با رقص های زیبایشان به زمین می ریزند. این نمایش آشنای روزمره در بردارنده نیروهای طبیعت است. تمام تغییرات جهان اطراف ما بوسیله این نیروها صورت می گیرد. در طبیعت چهار نیروی اساسی مسئول کلیه تغییرات و حرکات می باشند. نیروی گرانش* زمین باعث می شود که برگ های جدا شده از درختان بر زمین سقوط کنند. نیروی الکترومغناطیس* مسئول روشنایی چراغهای خانه های ما و رعد و برقها در آسمان است. نیروی هسته ای ضعیف* مسئول تجزیه اتمها و تشعشات هسته ای است و موجب تولید برق در نیروگاههای اتمی می گردد. نیروی هسته ای قوی* مسئول حیات هسته ای اتم هاست که خانه، درخت، برگ و زمین را بوجود می آورند.

چسب کیهان

در جهان ماکروسکپی (جهان با اجزاء بزرگ)، نیروی گرانش حاکم مطلق است. از آغاز پیدایش بشریت نقش این نیرو شناخته شده بود: اشیاء از بالا به زمین سقوط می کنند. در جهان ارسطویی قرن چهارم قبل از میلاد، این حرکت عمودی اشیاء نمایانگر جهان ناقص زمین و ماه بود. جهان کامل دیگر سیارات و خورشید، حرکاتی دایره ای داشته و تحت تاثیر نیروی گرانش قرار نداشتند. عقیده گرانش عمومی که شامل تمام کیهان می گردد در قرن هفدهم بوسیله نیوتون عنوان گردید. جاذبه چسب کیهان است. این نیرو، اجرام سماوی را بسوی یکدیگر جذب می نماید. این نیرو ما را بر روی زمین، ماه را بدور زمین، سیارات را بدور خورشید، ستارگان را در کهکشانها و کهکشانها را در خوشه کهکشانی نگه می دارد. نیروی گرانش را حذف کنید، خواهید دید که در فضا شناور خواهیم شد و ماه و سیارات و ستارگان، همگی در فضای بی کران کیهانی ناپدید خواهند شد.

هیچ چیز قادر به گریز از سلطه نیروی گرانش نیست. هر چیزی که دارای جرم یا انرژی باشد تابع قانون گرانش خواهد بود. ولی با وجود این نفوذ همیشه حاضر، در میان چهار نیروی طبیعت، نیروی گرانش ضعیف ترین نیرو است. نیروی گرانش در سطح میکروسکپی (در مقیاس ذرات بنیادی)، بسیار ناچیز است. اتم هیدروژن که ساده ترین و سبک ترین عنصر کیهان است از یک الکترون و یک پروتون تشکیل شده است. نیروی گرانش بین الکترون و پروتون $۱۰^{-۴۰}$ برابر کوچکتر از نیروی الکترومغناطیس بین این دو ذره می باشد. بعلاوه، اتم هیدروژن بسیار کوچک است (۰/۰۰۰۰۰۰۰۱ سانتیمتر برابر با $۱۰^{-۸}$ سانتیمتر) چون نیروی الکترومغناطیس به اندازه کافی قدرت دارد که الکترون را به نزدیکی پروتون بکشاند. نیروی الکترومغناطیس را حذف کنید و خواهید دید اتم هیدروژن که با نیروی گرانش تنها

مانده، چگونه متورم می شود و کیهان را خود مملو خواهد ساخت. نیروی گرانش آنچنان ضعیف است که قادر نخواهد بود الکترون را بسوی پروتون جذب نماید.
شدت نیروی گرانش بستگی به جرم اشیاء دارد. نیروی گرانش بین الکترون و پروتون ضعیف است زیرا جرم الکترون و پروتون بسیار ناچیزند ($۱۰^{-۲۷}$ گرم برای الکترون). اگرچه جرم پروتون ۲۰۰۰ برابر جرم الکترون می باشد ولی باز جرم پروتون بسیار ناچیز است. با توجه به اینکه نیروی گرانش در مقیاس هسته ای بسیار ضعیف است لذا از شعار " اتحاد موجب قدرت بیشتر می گردد" استفاده خواهد نمود. چون یک ذره به اندازه کافی جسیم نیست تا به نیروی گرانش اجازه دهد که قدرتش را به نمایش گذارد، گرانش، نیروی خود را از طریق اجسام بسیار بزرگ و بسیار جسیم که از ذرات بسیار زیاد تشکیل شده اند، اعمال خواهد نمود. برای اینکه نیروی گرانش معنادار باشد، تعداد ذرات باید بی نهایت زیاد باشد. باید توجه داشت که یک گرم آب شامل $۱۰^{۲٤}$ ذره زیر اتمی است نتیجتا" حتی در مقیاس اشیاء روزمره نیز قدرت گرانش بی معنی خواهد بود. شما که ۷۰ کیلوگرم وزن دارید نیروی گرانش طرف گفتگوتان که ۵۰ کیلو وزن دارد را حس نخواهید کرد. اگر شما به سوی او جذب می شوید بی شک بدلیل نیروی گرانش نخواهد بود. وقتی از کنار ساختمانی چندین هزار تنی رد می شوید، گرانش شما را بسوی ساختمان نکشیده و شما را به دیواره های آن نمی چسباند. باید ابزارهای بسیار دقیق و مدرنی در اختیار داشت تا نیروی گرانش ساختمان بر روی شما را اندازه گیری نماید. فقط در مقیاس نجومی است که نیروی گرانش خود را نشان داده و حرفی برای گفتن دارد. جرم عظیم زمین (۶×۱۰^{۲۷} گرم) از شناور شدن ما در فضا جلوگیری می نماید (مانند فضانورد در سفینه اش) و مانع از خارج شدن ماه از مدارش می گردد. خورشید ($۱۰^{۳۳}$ گرم)، ستارگان ($۱۰^{۳۳}$ گرم)، کهکشانها ($۱۰^{٤٤}$ گرم)، گروه کهکشانی ($۱۰^{٤٥}$ گرم)، خوشه کهکشانی ($۱۰^{٤۷}$ گرم) و سرانجام، کیهان (؟) همگی، سلسله مراتبی از جرمهای مختلف و فزاینده را با مسافت های بسیار عظیم تشکیل داده که در آنها نیروی گرانش حاکم مطلق است.

چسب اتمها

همانطور که دیدیم، نیروی الکترومغناطیس بسیار قوی تر از نیروی گرانش است. در حالیکه گرانش، قدرتش را از طریق کل جرم زمین بر روی یک میخ اعمال می نماید ولی الکترومغناطیس از طریق نیروی خود می تواند موجب گردد که آهن ربا براحتی میخ را بسوی خود جذب نماید. نیروی الکترومغناطیس با چسباندن الکترونها (حامل بار منفی) به هسته ها، اتمها را بوجود می آورد. یک هسته اتم* از پروتون ها* (با بارهای مثبت) و نوترون ها* (ذره ای که جرمش تقریبا" برابر با وزن پروتون ها بوده ولی همانطور که از اسمش

پیداست فاقد بار الکتریکی می باشد) تشکیل شده که بوسیله نیروی هسته ای قوی بیکدیگر متصل شده اند. بنابراین، برای دستیابی به بار مثبت هسته کافی است بارهای مثبت پروتون ها با یکدیگر جمع گردند.

در جهان الکترومغناطیسی، کسانی قابل احترامند که بر روی کارت ویزیتشان بار مثبت یا منفی نقش بسته باشد، زیرا برخلاف نیروی گرانش که بر هرگونه جرم و یا انرژی اثر گذار است، نیروی الکترومغناطیس تبعیض قائل شده و هرچیزی که فاقد بار الکتریکی باشد نظیر اجزاء نور (فوتونها) یا نوترونها کنار گذاشته می شود. در مورد ذراتی که دارای بار الکتریکی هستند نیز نیروی الکترومغناطیس قوانین سختی را به اجرا می گذارد: بارهای مخالف همدیگر را جذب و بارهای موافق باید همدیگر را دفع نمایند. یک پروتون و یک الکترون همدیگر را جذب کرده در حالیکه دو الکترون و یا دو پروتون همدیگر را دفع می نمایند. برعکس گرانش که همه چیز را جذب می نماید، الکترومغناطیس فقط بر حسب بار الکتریکی دفع یا جذب می کند.

حوزه عمل نیروی الکترومغناطیس فقط به جهان اتمها ختم نمی گردد، این نیرو در تشکیل ساختارهای پیچیده تر نیز دخالت می نماید. این نیرو اتمها را بیکدیگر جوش داده و آنها را مجبور به تقسیم الکترونهایشان، جهت تشکیل مولکول، می نماید. برای مثال، برای تشکیل مولکول آب، نیروی الکترومغناطیس دو اتم هیدروژن را به یک اتم اکسیژن می چسباند. در ترکیب مولکولها نیز این نیرو دخالت کرده و آنها را بصورت زنجیره های طولانی شکل خواهد داد. زنجیره های مارپیچ DNA مثال بسیار خوبی برای قدرت این نیرو می باشد. بنابراین، نیروی الکترومغناطیس با چسباندن اتمها بیکدیگر، مسئول پیوستگی، ثبات و زیبایی اشیاء اطرافمان می باشد. بدون این نیرو، زمین بی ثبات خواهد بود، اسکلت شما قادر به تحمل وزن بدنتان نخواهد بود و دست شما می تواند از میان صفحات این کتاب عبور کند. پیکره مجسمه های زیبای " رو د ن "[۱۵۹]، خطوط شکننده و لطیف گلهای رز، زیبایی بی نقص اندام زنها و غیره همگی ناشی از نیروی الکترومغناطیس است. بدون این نیرو، جهان فاقد هر نوع شکل و ساختار خواهد بود. در چنین جهانی که فقط نیروی گرانش حکمفرما خواهد بود، اتمها ابعاد عظیمی کسب کرده و پروتون ها و نوترون ها بمانند ستارگان ظاهر خواهند شد. همانند نیروی گرانش، نیروی الکترومغناطیس به نسبت عکس مجذور فاصله بین دو بار الکتریکی تضعیف می گردد ولی برعکس نیروی گرانش که می تواند ضعفش را در مقیاس های بزرگ با افزودن جرم اجسام جبران نماید، نیروی الکترومغناطیس که وابسته به مقدار بار الکتریکی است، برای افزایش آن با مشکل مواجه است. زیرا، اگرچه بارهای الکتریکی مثبت به یکدیگر افزوده می شوند ولی بارهای الکتریکی منفی از تعداد آنها می کاهند. بدینصورت، اکثر اشیاء جهان خنثی بوده و فاقد بار الکتریکی می باشند. کتاب، صندلی، خانه،

---

[۱۵۹] - رودن (Rodin) ، مجسمه ساز معروف فرانسوی (مترجم).

خورشید، ستارگان، کهکشانها و حتی شاید کیهان خنثی می باشند. نیروی الکترومغناطیس هیچ گونه تسلطی بر آنها ندارد. قدرت نیروی الکترومغناطیس عموما" به دنیای هسته ای ختم می گردد. این نیرو باید مدیریت کیهان پهناور را به نیروی گرانش واگذار نماید.

نیروی الکترومغناطیس، همانطور که از اسمش پیداست، طبیعتی دوگانه دارد. این نیرو بارهای الکتریکی را جذب یا دفع می نماید ولی همچنین به لطف قدرت مغناطیسی اش موجب تغییر جهت عقربه های قطب نما شده و میخ را بسوی آهن ربا جذب می نماید. این دو خصوصیت نیروی الکترومغناطیس کاملا" بیکدیگر وابسته اند. تغییر مکان بار الکتریکی مولد نیروی مغناطیسی بوده و تغییر حوزه مغناطیسی، جریان الکتریکی ایجاد می نماید. حوزه مغناطیسی زمین که عقربه قطب نمای سیاح را بسوی قطب شمال تغییر جهت می دهد، نتیجه حرکات ذرات باردار (پروتونها و الکترونها) در مناطق مرکزی زمین می باشد. دمای این مناطق چنان گرم و فشردگی آنها در اثر فشار قشرهای بالاتر زمینی چنان زیاد است که مرکز زمین حالت سختی و ثبات خود را از دست داده و بصورت مایع و مذاب در می آید که در آن ماده تجزیه شده و بصورت الکترون و پروتون وجود خواهد داشت. بهمین صورت، حوزه مغناطیسی خورشید، ستارگان، راه شیری، نتیجه حرکات ماده تجزیه شده به بارهای الکتریکی است.

این ارتباط صمیمانه بین الکتریسیته و مغناطیس برای اولین بار بوسیله فیزیکدان اسکاتلندی، جیمز ماکسول در سال ۱۸۶٤ کشف گردید.

نیرویی که تجزیه می کند

ماده، معمولا" از زندگی جاودانه برخوردار نیست. از میان حدودا" صد ذره بنیادی که در تشکیل ماده شرکت می کنند فقط چند ذره نادر با مرگ بیگانه اند. از جمله این ذرات فنا ناپذیر می توان از الکترون، فوتون و نوترینو[۱۶۰] نام برد. تمام ذرات دیگر اتم بعد از عمری کم و بیش طولانی از بین می روند. برای مثال، پروتون بعد از عمری بسیار طولانی ($۱۰^{۳۲}$ سال) از بین می رود. مرگ یک ذره بنیادی به معنای تجزیه آن به ذرات دیگر است. این تجزیه آنقدر ادامه خواهد داشت تا اینکه به یک ذره فنا ناپذیر و با ثبات ختم گردد.

نیرویی که این تجزیه و تغییر شکل را هدایت می نماید به نیروی هسته ای ضعیف معروف است. همانطور که از اسمش پیداست، نیروی ضعیف قدرت چندانی ندارد. اگرچه در ابعاد هسته ای، از نیروی گرانش قویتر است ولی تقریبا" ۱۰۰۰ برابر ضعیف تر از نیروی الکترومغناطیس می باشد. قلمرو نفوذ این نیرو، اجزاء اتمی است. این نیرو فقط در جهان اتم ها و در ابعادی برابر با $۱۰^{-۱۶}$ سانتیمتر قدرت خود را اعمال می نماید. حضور این نیرو در

[۱۶۰] - نوترینو ذره ای خنثی بوده و جرمش بسیار ناچیز است.

زندگی روزمره چنان نامحسوس است که کشف آن کاملا" اتفاقی صورت گرفت. در یک شب سال ۱۸۹۶، فیزیکدان فرانسوی، هانری بکرل[۱۶۱] ، صفحه عکسبرداریش را در کشو میز در کنار بلورهای سولفات اورانیوم جا می گذارد. روز بعد در بازگشت مشاهده می نماید که لایه اسرارآمیزی صفحه عکسبرداری را پوشانده است. با مطالعه این لایه او کشف می نماید که این لایه در اثر تجزیه اتم های اورانیوم به عناصر مختلف بوجود آمده است. هانری بکرل این پدیده تجزیه را "رادیو اکتیویته" نامید.

در چهار نیروی موجود در طبیعت، نیروی هسته ای ضعیف حالت ویژه ای دارد. این نیرو نظیر نیروهای دیگر ویژگی چسباندگی ندارد. این نیرو فقط موجب مرگ ماده شده و آنرا تجزیه می نماید. اگر این نیرو از بین برود، به کمبود آن سریعا" پی نخواهیم برد. خورشید بجای اینکه در ده میلیارد سال خاموش شود در چند میلیون سال از بین خواهد رفت، زیرا نیروی ضعیف مسئول برخی از واکنش های هسته ای در قلب خورشید بوده و موجب افزایش انرژی و طول عمر آن می گردد. ولی در غیاب این نیرو، بویژه، ماده عمر طولانی تری خواهد داشت. کیهان بدون این نیرو مملو از ذرات عجیب و غریب شده که در کنار ذرات آشنا نظیر پروتون ها و الکترون ها و فوتون ها همزیستی خواهند کرد. یک شیمی جدید و عجیب و یک زندگی پیچیده، مغایر با زندگی کنونی ما که وابسته به شیمی کربنی است پدیدار خواهد شد.

چسب ذرات

هسته اتم از مجموعه ای از پروتون و نوترون تشکیل شده است. پروتون ها همگی دارای بار مثبت می باشند. همانطور که می دانیم، نیروی الکترومغناطیس پروتون ها را مجبور به دفع از یکدیگر می نماید ولی آنها با کله شقی و سماجت در کنار هم در هسته اتم مقاومت می کنند. بنابراین می بایست نیرویی قویتر و مخالف با نیروی الکترومغناطیس وجود داشته باشد که این پروتونها را در یکجا جمع کرده و موجب چسبیدن آنها بیکدیگر شود. این نیرو، نیروی هسته ای قوی نام دارد و قویترین نیرو در چهار نیروی موجود در کیهان می باشد. این نیرو ۱۰۰ برابر قویتر از نیروی الکترومغناطیس بوده و قلمرو آن مانند نیروی ضعیف در مقیاس اجزاء اتمی می باشد و اثرات آن در فواصل اتمی به میزان $۱۰^{-۱۳}$ سانتیمتر ظاهر می گردند. این نیرو، نیرویی است منتخب یعنی اینکه فقط بر ذرات جسیم نظیر پروتون و نوترون اثر کرده و ذرات سبک مانند الکترون و فوتون و نوترینو را نادیده می گیرد. باید اشاره نمود که در مقیاس اتمی، مفهوم "جسامت" کاملا" نسبی است. وزن پروتون و نوترون تقریبا" ناچیز است ($۱۰^{-۲٤}$ گرم)، ولی با اینحال، آنها ۱۸۳۶ بار جسیم تر از الکترون هستند. جرم نوترینو هنوز

[161] - Henri Becquerel

کاملا" مشخص نشده ولی به احتمال فراوان باید از جرم الکترون کمتر باشد. در مورد فوتون نیز باید گفت که این ذره اصلا" فاقد جـرم اسـت. "در سرزمین کوران، مرد یک چشم سلطان است".

در دو دهه اخیر، کاوش فیزیکدانان در ماده، این مسـئله را مشـخص نمـود کـه پروتـون و نوترون، بر خلاف عقیده همگان، ذرات بنیادی و غیرقابل تقسیم نیستند. ایـن دو ذره بنوبـه خود به ذرات بنیادی تر بنام کوارک* [۱۶۲] تقسـیم مـی شـوند. مکتشـف کـوارک، فیزیکـدان آمریکایی، "مورای جل- من" [۱۶۳] بود. او کشف نمود که هر پروتون و نوترون شامل سه عدد کوارک می باشد. چسبیدگی این کوارک ها بیکدیگر باز بوسیله نیروی هسته ای قوی صورت می پذیرد. اگر این نیرو از بین برود، ما در جهانی با کوارک های آزاد شده زنـدگی خـواهیم نمود. جهانی بدون پروتون و نوترو، بدون اتم و مولکول، بدون زمین، بدون خورشـید، بـدون ستارگان و بدون کهکشانها.

بعد از شناخت چهار نیروی موجود در کیهان، اکنون باید به قوانین حاکم در جهان میکروسکپی اشاره نمود. شناخت این قوانین برای درک تکامل کیهان اساسی است زیرا بینهایت بزرگ از بینهایت کوچک منتج شده است. کیهان کنونی از نیستی نسـبی بوجـود آمـد. در اینجـا نیـز همانند حالت زوج فضا – زمان، مجددا" شعور ما در برابر آزمـایش سـختی قـرار خواهـد گرفت.

جریان کوانتمی

قرن نوزدهم، برای ما کیهانی را به ارث گذاشت که در آن اتفاقات و حوادث کاملا" بوسـیله قوانین ریاضی و فیزیکی منتج از خرد انسان قابل تشریح بود. هـر حادثـه ای علتـی داشـته و امکان وقوع آن بصورت اتفاقی غیرممکن بود. علت و معلول مکانیزم کیهان جبرگرا را تنظـیم می کرد. "پیر سیمون دو لاپلاس"، کسی که فرضیه خدا را رد کرده بود مـی نوشـت: "مـا باید وضعیت کنونی کیهان را نتیجه وضعیت گذشته اش و علت وضعیت آینـده اش بـدانیم. خرد و ادراک انسانی که نیروهای طبیعت را درک کرده قادر بـه تجزیـه و تحلیـل حرکـات اجرام سماوی کیهان و در مقیاس کوچک، حرکات اتمها خواهد بـود. هـیچ چیـز بـرای انسـان نامفهوم نبوده و آینده مانند گذشته در برابر چشمان او واضح خواهد بود." [164]

در ابتدای قرن بیستم، ظهور مکانیک کوانتم*، یعنی فیزیکی که اتمهـا را توصـیف مـی نمایـد، باعث شدکه اصل علیت در جهان میکروسکپی شدیدا" مورد شک و تردید قرار گیرد. اتفاق، قمار، وهم و تصور با قدرت در جهانی که دقیقا" تنظیم شده بود، پا به عرصه وجود نهادنـد.

---

162 - Quark

163 - Murray Gell-mann

164 - P.S. de La Place, Essai philosophique sur la probabilities, éd. Gauthier-villars, Paris, 1923, p.3.

شبهه و تردید انگیزنده جای یقین و اطمینان ملال آور را گرفته و جریان کوانتمی بـه قـدرت جبرگرایی چیره می شود.

فرض کنیم شما یک تنیسور باشید. توپ تنیس بوسیله شما و حریفتان از بـالای تـور رفـت و برگشت میکند. اگر بخواهید می توانید در هر لحظه دقیقا" وضعیت و سـرعت تـوپ را در فضا تعیین نمائید. کافی است از بازی تنیس فیلم برداری نموده و سپس آنرا مطالعـه کنیـد. حال، بجای دو بازیگر، دو اتم یک مولکول را جانشین می نمائیم. دو اتم، بجای توپ، الکترونها را بین خود رد و بدل می کنند. ولی اگر شما بخواهید همان عملی را که با توپ انجام داده اید با الکترونها نیز صورت دهید یعنی وضـعت و حرکـت الکترونهـا را تعیـین نمائیـد، مسـلما" بـا شکست مواجه خواهید شد.

دلیل این شکست از خود عمل مشاهده ناشی می گردد. نور تنها وسیله ایست که بوسیله آن می توانیم با الکترون ارتباط برقرار کـرده و از اینطریـق درک نمـائیم کـه الکتـرون در چـه وضعیتی قرار دارد و به کجا خواهد رفت. برای مشاهده الکترون، باید بسوی آن ذرات نور یا فوتون ها را ارسال نمود. باری، هر فوتون دارای مقدار معینی انرژی می باشد که وابسته بـه طول موجش* آن خواهد بود (به توضیح شماره ۱ مراجعه شود). میزان دقتی که بوسیله آن، نور یا فوتون، واقعیت و وضعیت الکترون را مشخص می نماید بستگی به این طول موج دارد. هر چقدر انرژی ضعیف تر باشد، طول موج بیشتر بوده و تعیین وضعیت مشـکل تـر خواهـد بود. برعکس، اگر انرژی افزایش یابد، طول موج کمتر شده و دقت تعیـین وضـعیت بیشـتر خواهد شد. اگر من برای تعیین وضعیت الکترون یک نور رادیویی بسوی آن بفرستم می توانم فقط مدعی شوم که این الکترون در منطقه ای به وسعت طول موج رادیویی یعنی به وسـعتی برابر با دهها متر قرار دارد. اگر الکترون را با نور قابل رویت چراغ دستی ام هدف قرار دهم، می توانم محل آنرا با دقتی برابر با ده میلیونیم متر تعیین نمایم. نور گاما می تواند الکترون را با دقتی برابر با یک میلیاردیم میلیمتر ردیابی نماید.

بنابراین، بخود خواهید گفت مشکلی نباید وجود داشته باشد، کافی است الکترون را با نـوری که انرژی بیشتری دارد روشن کرده و بدینصورت محل دقیـق آن را مشـخص نمـود. ولـی مسئله مهم این است که تعیین وضعیت الکترون بتنهایی برای تشریح واقعیت الکتـرون کـافی نبوده بلکه تعیین حرکت آن نیز باید مشخص گردد. باری، با بمباران الکترون بوسیله فوتـون ها جهت تعیین مکانش، الکترون به زحمت افتاده و مغشوش می شود. فوتون ها با واردکردن انرژیشان به الکترون، حرکت آنرا تغییر خواهند داد. هر چقدر انرژی فوتونهـا بیشـتر باشـد، تغییرات حرکت الکترون بیشتر خواهدبود. بدینصورت، در برابر یک "دو راهی" یـا قیـاس برهان قاطع قرار می گیریم، زیرا تعیین دقیق محل الکترون احتیاج به انرژی زیاد نـور دارد و این انرژی زیاد خود باعث تغییر حرکت الکترون خواهد شد.

این معما هیچوقت حل نخواهد شد. باید انتخاب نمود، یا اینکه شما با دقت بسیار فراوان وضعیت الکترون را مشخص کرده ولی از تعیین حرکت آن چشم پوشی می کنید یا اینکه، سرعت آنرا تعیین نموده و از تعیین وضعیتش صرف نظر می نمائید، ولی هرگز قادر نخواهید بود سرعت و وضعیت الکترون را با همدیگر مشخص نمائید. این عدم قطعیت بستگی به شما، به محاسبه هایتان و یا به مدرن بودن ابزارهایتان ندارد. این یک ویژگی اساسی طبیعت است که در سالهای ۱۹۲۰ بوسیله فیزیکدان آلمانی، "ورنر هایزنبرگ"[۱۶۵]، بانی فیزیک کوانتم ، کشف گردید. طبیعت از "اصل عدم قطعیت پیروی*"[۱۶۶] می کند (به توضیح شماره ٤ مراجعه شود). اطلاعات شما در مورد الکترون هرگز کامل نخواهد بود. وضعیت آینده الکترون که بستگی به این اطلاعات دارد، همواره برایتان ناشناخته باقی خواهد ماند. رویای کهنه لاپلاس، یعنی کیهانی مکانیکی، معین و مشخص که در آن، ذکاوت بش قادر به درک گذشته، حال و آینده هر اتم است، در هم شکسته و از بین می رود. در سرنوشت اتمها، اتفاق، قضا و قدر همواره نقش مهمی خواهند داشت.

قضا و قدری که در جهان میکروسکپی حاکم است در جهان ماکروسکپی وجود نخواهد داشت. می توان وضعیت و سرعت یک توپ تنیس، یک قایق در دریا، یک هواپیما در آسمان یا یک ستاره در کهکشانی را با دقت کامل محاسبه کرده و گذشته و آینده آنها را مشخص نمود. نوری که این اطلاعات را در اختیارمان قرار می دهد، نوری است که کاملا" با این اشیاء مختلف تماس حاصل کرده است ولی انرژی نور نسبت به انرژی این اجسام چنان ضعیف است که موجب مشکلات آنها (تغییر جهت آنها) نمی گردد. مثل این است که هرگز چنین ارتباطی صورت نگرفته باشد. با توجه به اینکه عمل مشاهده عملا" باعث اغتشاش اجسام ماکروسکپی نمی گردد نتیجتا" قوانین فیزیکی برای تشریح این اجسام همواره صحیح و قطعی خواهند بود. این قوانین براحتی می توانند عملکرد اجسام و اشیاء زندگی روزمره را تعیین نمایند مانند مسیر هواپیماها، ترن ها، کشتی ها، زندگی و مرگ ستارگان و کهکشانها و غیره... خوشبختانه برای سلامت روانی ما چنین یقین و اطمینانی وجود دارد، زیرا شک و تردید از قبل در مورد سرنوشتمان مشکل بزرگی را بوجود آورده و مایل نیستیم که تمام چیزهایی که در اطراف مان قرار دارد نیز مورد تردید و دودلی قرار گیرد. مانند تمام تنیس بازان مایلم زمانیکه با راکت توپ را به حرکت در می آورم، توپ در جایی که می خواهم فرود آید و نه اتفاقی در مکانهای مختلف بیرون از زمین تنیس. لاپلاس و نیوتون که فقط با جهان ماکروسکپی سرو کار داشتند، عملا" معترف به یقین و اطمینان قوانین فیزیکی بودند. تصور قضا و قدر در قلب ماده از دسترس آنها خارج بود.

---

165 - Werner Heisenberg
166 - Principe d'incertitude

مشاهده، مولّد واقعیت است

انسان شناسی جهت مطالعه اخلاق و عادات قبیله ای سرخ پوست به قلب جنگلهای آمازون رخنه می کند. حضور این دانشمند، خود، یک عامل اغتشاش است. اعمال و کردار سرخ پوستان زمانی که تنها بودند و اکنون که زیر نظر این محقق، یکسان نخواهد بود. نتیجه مشاهدات محقق با عمل مشاهده تغییر خواهد کرد. چه کسی می تواند ادعا نماید هرگز اعمالش را تحت نگاه دیگران تغییر نداده است؟

مشاهده، واقعیت را تغییر داده و از آن واقعیت جدیدی را می آفریند. این مسئله که در برخی مواقع در مورد انسانها نیز صادق است، در جهان میکروسکپی قانونی است بسیار مهم و اساسی. صحبت از واقعیت مادی الکترون، حقیقتی که وجود دارد بدون اینکه آنرا مشاهده نمائیم، نامفهوم خواهد بود، زیرا هرگز نخواهیم توانست این واقعیت را درک نمائیم. تمام سعی و کوشش و تجربیات مختلف جهت کسب این واقعیت "مادی" با شکست روبرو خواهد شد. واقعیت مادی تغییر کرده و تبدیل به واقعیت ذهنی[۱۶۷] خواهد شدکه بستگی به بیننده و ابزارهای محاسبه اش دارد. واقعیت جهان میکروسکپی فقط به شرط حضور ناظر قابل مفهوم خواهد بود. در نمایش با شکوه جهان میکروسکپی، ما تماشاگران بی طرفی نیستیم. نت های موسیقی که اتمها به گوش ما می رسانند بوسیله عمل شنیدن تغییر خواهند یافت. وضعیتی که موسیقی جهان میکروسکپی به خود می گیرد کاملا" وابسته به حضور ما خواهد داشت و معادلاتی که توصیف کننده این جهانند باید الزاما" عمل مشاهده را در نظر گیرند.

دوگانگی ماده

با توجه به اینکه الکترون هرگز راز موقعیت و حرکتش را یکجا برایمان فاش نمی سازد، نتیجتا" هرگز قادر نخواهیم بود از یک مسیر حرکت برای الکترون صحبت نمائیم.[۱۶۸] هرگز نمی توانیم ادعا نمائیم که الکترون از یک مسیر دقیق از نقطه A به نقطه B خواهد رفت، یعنی بمانند اتوموبیلی که در اتوبان جنوب، در مسیری دقیق، از پاریس به لیون می رسد. پس چگونه می توان از نقطه A به نقطه B رفت؟ با استفاده همزمان از کلیه مسیرهای مختلف از A به B . تمام راهها به رم ختم می شود و الکترون همه این راه ها را انتخاب می نماید. برعکس سیارات که همگی در مدارهای مشخص بدور خورشید در حرکتند، الکترون هیچ مدار مشخصی بدون هسته اتم را دنبال نمی کند. بدور هسته اتم، الکترون در همه جا

---

[167] - Subjective

[۱۶۸] – بمانند مسیر حرکت ماه بدور زمین.

حاضر است و تعیین مداری برای آن غیرممکن می باشد. الکترون چگونه می تواند در تمام مسیرها حاضر باشد؟ الکترون فقط با تغییر چهره و حالت می تواند چنین امری را ممکن سازد، زیرا الکترون و فوتون و یا هر ذره بنیادی دیگر از طبیعتی دوگانه برخوردارند، این ذرات همزمان موج و ذره می باشند.

همانند امواج دایره شکلی که در اثر برخورد سنگ در آب برکه ایجاد شده و تمام سطح برکه را می پوشاند، ذره بنیادی نیز زمانیکه موج است می تواند کلیه فضای حالی اتم را اشغال نماید. تعیین مکان دقیق الکترون مقدور نخواهد بود. در یک لحظه معین، من هرگز قادر نیستم بگویم الکترون در کجا قرار گرفته است. حداکثر، می توانم محل احتمالی الکترون را پیش بینی نمایم. برای اینکار، باید ابتدا با توجه به مطالعات فیزیکدان اتریشی، "اروین شرودینگر"[169] (سال ۱۹۲۶)، شکل موج الکترون را تعیین نمایم. موج الکترون همانند امواج اقیانوس در برخی مکانها دامنه ای وسیع و در جاهای دیگر دامنه ای کمتر دارد. سپس برای پیدا کردن محل احتمالی الکترون باید از دستورات فیزیکدان آلمانی، "ماکس بورن"[170] (در سال ۱۹۲۶) استفاده کرده و مجذور دامنه موج را محاسبه نمایم. بدینصورت، برای افزایش شانسم در پیدا کردن الکترون، باید مکانهای بلند موج را در نظر گرفته و از محل های کوتاه موج صرف نظر نمایم.

ولی حتی در مکانهای بلند موج نیز نمی توانم یقین داشته باشم که الکترون را پیدا نمایم. شاید با شانسی برابر با ۶۶٪ یا ۸۰٪ الکترون در آنجا باشد ولی این شانس هرگز به ۱۰۰٪ نخواهد رسید. در جهان اتمی، یقین و اطمینان جایش را به اتفاق و شانس می دهد. سکه ای را به هوا پرتاب می کنم، قوانین احتمالات می گویند این سکه بطور متوسط باید نصف دفعات شیر و نصف دفعات خط بیاید. بدینصورت، اگر در پنج بار آخر پرتاب سکه، چهار بار شیر آمده و یک بار خط، شانس اینکه در پرتاب بعدی سکه، خط بیاید زیاد خواهد بود. ولی باز در اینجا، مسئله قطعی نخواهد بود، درست مانند اینکه من مطمئن نخواهم بود که الکترون را در بلندی موج ملاقات نمایم.

اتفاق و شانس آمیخته با جهان میکروسکپی است. در اینجا، شکست یقین و اطمینان حتمی است. اینشتین بزرگ، طرفدار دیرینه مسلک علت و معلول، که با اینحال، اولین کسی بود که به دوگانگی ذره – موج ماده پی برده بود، نقش اساسی شانس و اتفاق را در جهان اتمی بسختی قبول می کرد. وی می گفت : "خداوند طاس باز نیست" ، ولی اینشتین در اشتباه بود. پیش بینی های مکانیک کوانتم که نقش اساسی اتفاق را در جهان اتمی ذکر می کند، بارها و بارها در لابراتورها به اثبات رسیده است. نباید تصور نمود چون مکانیک کوانتم سرو کارش با اتفاق و شانس است، بنابراین نظریه ای است غیرعلمی. بجای پیش بینی حوادث

---

169 - Erwin Schrödinger
170 - Max Born

منفرد و مجزا در جهان ماکروسکپی همانند سقوط سیب، تعیین مسیر توپ تنیس یا حرکت ماه بدور زمین در مکانیک کلاسیک نیوتون و لاپلاس، مکانیک کوانتم از طریق آمار و احتمالات حوادث مختلف را در جهان میکروسکپی تشریح می نماید. برای مثال، نظریه کوانتمی قادر نیست بطور دقیق پیش بینی نماید در چه زمانی یک اتم کربن ١٤ تجزیه خواهد شد ولی این نظریه مشخص می نماید که بطور متوسط چه مقدار اتم از کل اتمهای کربن ١٤ بعد از انتظار ١، ١٠٠ یا ١٠٠٠٠ سال تجزیه خواهد شد. در اینجا، اصل علیت برای جزء معنایی ندارد ولی برای کل کاملا" وجود خواهد داشت.

بدینصورت، جریان کوانتمی مکمل زندگی یک ذره بنیادی خواهد بود. قبل از مشاهده، ماده بصورت جریان است، چون چهره موج را بخود می گیرد، و این خصوصیت به ماده اجازه می دهد تا در تمام مسیرهای منتهی به "رم" قرار گیرد. بعد از مشاهده، ماده چهره ذره را بخود خواهد گرفت ولی جریان هنوز وجود دارد. چون عمل مشاهده باعث مزاحمت ذره شده است، نتیجتا" ذره از نمایان کرده همزمان وضعیت و حرکت خود امتناع خواهد نمود.

خرد انسانی منقلب می شود. چگونه ممکن است الکترون یکجا هم ذره باشدو هم موج؟ ولی طبیعت اینطور بنا شده و عقل ما باید آنرا بهمین صورت قبول نماید. شخصیت دوگانه ذرات همواره در لابراتورها به اثبات رسیده است. تجربیات روزمره ما راهنمای خوبی برای درک بینهایت کوچک نمی باشند. شخصیت دوگانه ذرات هردو مکمل یکدیگرند. در چشم انداز جهان اتمی، " اصل تکمیلی* "[171] فیزیکدان دانمارکی، نیلز بور[172] ناشی از ویژگی دوگانه ذرات به " اصل عدم قطعیت هایزنبرگ* " اضافه می گردد.

اگر منتظر بمانیم، همه چیز امکان پذیر خواهد شد

سئوالی مطرح می گردد، اگر شانس و اتفاق در زندگی اتمهای منفرد حاکم است، چگونه در مقیاس ماکروسکپی، اتفاق از بین رفته و جایش را به اصل علیت می دهد؟ گذشته از هرچیز، اجسام بزرگ و ماکروسکپی از ذرات میکروسکپی تشکیل شده اند. چرا ماه نمی تواند مدار بیضی شکلش را بدور زمین ترک کرده و بسوی مشتری برود؟ در اصل، قوانین مکانیک کوانتم چنین امری را امکان پذیر می دانند ولی امکان وقوع چنین حادثه ای آنچنان ناچیز است که برای وقوع آن باید ابدیت را در جلوی چشم داشت. کلید معما در مقدار بینهایت اتمی است که در ماه وجود دارد (10^{50} اتم). با چنین مقدار عظیمی از اتم ها، شانس و اتفاق خنثی شده و جایش را به اصل علیت می دهد. ولی مسئله مهم این است که اتفاق هرگز غایب نخواهد بود. مکانیک کوانتم معتقد است اگر زمانی برابر با ابدیت را در اختیار داشته باشیم،

---

171 - Principe de la Complémentarité

172 - Niels Bohr

امکان اینکه ماه از مدارش خارج شده و بسوی مشتری برود نیز وجود خواهد داشت. ولی زندگی صدساله ما، ٤/٦ میلیارد ساله منظومه شمسی و یا حتی ۱۵ میلیارد ساله کیهان تنها لحظه ای کوتاه از ابدیت است. مطمئن باشید فردا که از خواب بر می خیزید ماه را بدور مدار مشتری نخواهید دید. بهمین طریق، تعداد فراوان اتمهای موجود در اجسام روزمره، جلوی اتفاق و شانس را می گیرند. اگر شما کتابی را بر روی میز بگذارید، آنرا در حمام پیدا نخواهید کرد، سارقی می تواند مدتها در خیابان در کنار بانکی منتظر بماند ولی هرگز پولهای گاوصندوق را در جیبش نخواهد دید. من هرگز شاهد این مسئله که تابلوی ژوکوند لئونارد داوینچی موزه لوور را ترک کرده و به خانه من بیاید، نخواهم بود. مکانیک کوانتم معتقد است امکان وقوع چنین حوادثی صفر نیست. همه چیز امکان پذیر است، بشرط اینکه منتظر بمانیم. ولی انتظار می تواند بسیار، بسیار طولانی باشد!

اتفاقات کوانتمی

آیا باید گفت اتفاق کوانتمی هیچ تاثیری در هستی ما ندارد؟ یقینا" خیر. چون همین اتفاق است که برای مثال، مسئول انرژی خورشید است، همین انرژی که لازمه زندگی ما در کره زمین می باشد. قلب خورشید بمانند کوره ای است با دمای برابر با دهها میلیون درجه کلوین که با آمیختن پروتون ها و نوترون ها و تشکیل هسته هلیم انرژی تولید می کند. در اثر حرارت عظیم، پروتون ها و نوترون ها با سرعت فراوان بسوی یکدیگر پرتاب شده تا با یکدیگر ترکیب شوند. یک پروتون به پروتون دیگری نزدیک می شود، همانند تمام پروتونها، این پروتون دارای بار الکتریکی مثبت است. نیروی الکترومغناطیس، که از نزدیک شدن ذرات هم بار بیکدیگر جلوگیری نموده و شدت این نیرو با نزدیک شدن پروتونها بیکدیگر افزایش یافته، به پروتونها امر می نماید تا یکدیگر را دفع نموده و جهت حرکتشان را تغییر دهند. معمولا" همواره همین مسئله رخ می دهد یعنی پروتونها بمحض رسیدن به فاصله ای معین از یکدیگر، همدیگر را دفع نموده و تغییر جهت می دهند. ولی در برخی مواقع، اوامر نیروی الکترومغناطیس اجرا نمی گردد. مکانیک کوانتم باعث می شود پروتونها از قانون این نیرو سرپیچی نمایند. مکانیک کوانتم باعث می شود یک پروتون آنقدر به پروتون دیگر نزدیک شود تا سرانجام با آن ترکیب گردد. اگر فقط چند پروتون وجود داشت، زیر پا گذاشتن قانون الکترومغناطیس بوسیله مکانیک کوانتم محال بود ولی مقدار پروتون ها در قلب خورشید آنچنان عظیم است ($۱۰^{۵۷}$) که تجاوز به قانون الکترومغناطیس صورت گرفته و از اینطریق درخشندگی خورشید تغذیه می گردد. بدون وجود اتفاق و شانس ناشی از مکانیک کوانتم که باعث خنثی شدن نیروی الکترومغناطیس می گردد، ستارگان و کهکشانها

نخواهند توانست در شب بدرخشند و ما نیز وجود نخواهیم داشت تا در باره آنها صحبت نمائیم.

زمانیکه تلویزیون نگاه می کنید یا اینکه موسیقی باخ را روی دیسک لیزر گوش می کنید، بخاطر داشته باشید که جریان کوانتمی در خدمت شما می باشد. این دستگاههای سمعی و بصری، اجزاء کوچکی بنام ترانزیستور را در بر دارند. کار ترانزیستورها قطع و وصل جریان الکتریکی است. این پدیده فقط در چارچوب مکانیک کوانتم قابل فهم است. همگی ما، در اعماق خود، جریان کوانتمی را در بر داریم. جریان کوانتمی در تشکیل زنجیره های بلند حلزونی و مولکولهای DNA فعالانه شرکت می نمایند.

جریان کوانتمی همواره با ماست. اگر در آینده، مجسمه های بی نظیر و زیبای "رو د ن" را تحسین می کنید، بدانید که در زیر این استواری و ظرافت و دقت شگفت انگیز ظاهری، حقیقت دیگری نهفته است. در زیر چشمان یک میکروسکوپ، مجسمه که فضا را پر کرده، به فضایی خالی و تهی تجزیه می گردد. این فضای خالی از یکسو، نتیجه فضای بین اتمها و از سوی دیگر، فضای خالی در خود اتم هاست. هسته اتم فقط یک میلیون میلیاردیم ($۱۰^{-۱۵}$) اندازه اتم را تشکیل می دهد. هسته اتم در خلاء ای عظیم گم شده است. هسته اتم نسبت به اتم بمانند یک دانه برنج در زمین فوتبال است. در این فضای خالی عظیم، الکترونها در گردشند. در خود هسته اتم، نیز پروتونها و نوترون ها در حرکتند. جنب و جوش حرکات آنها نسبت به حرکات الکترون کمتر است زیرا، آنها جسیم تر از الکترون بوده و بویژه اینکه سالن باله هسته اتم بسیار کوچکتر از خود اتم می باشد. در سطح میکروسکپی، مجسمه "رو د ن" به یک خلاء کامل تبدیل می گردد. خلاء ای که در آن الکترونها، پروتونها و نوترونهای بی شمار در حال گردشند.

انرژی طبیعت و ذرات نامرئی

مکانیک کوانتم از سیرتی طغیانگر برخوردار بوده و همواره سعی دارد کلیه قوانین و دستورات را زیر پا گذارد بطوریکه حتی مکانیک کلاسیک و نظریه نسبیت نیز نتوانستند در برابر قدرت خردکننده مکانیک کوانتم مقاومت نمایند. یکی از قلعه های محکم تسخیرناپذیر که بوسیله مکانیک کوانتم فتح شد، سیاهچاله ها* بودند. سیاهچاله، همانطور که از اسم آن پیداست، به هیچ چیز اجازه خروج از خود را نمی دهد. ماده یا نور بمحض اینکه از شعاع غیرقابل برگشت سیاهچاله عبور نماید و به داخل آن وارد شود دیگر یه هیچ وجه قادر به خروج از آن نخواهد بود. هر چیزی که از نزدیکی سیاهچاله عبور نماید نظیر ستارگان، سیارات، سفینه فضایی و غیره بوسیله سیاهچاله جذب شده و جرم سیاهچاله بیش از بیش افزایش می یابد. بموجب نظریه نسبیت، ماده وارد شده به سیاهچاله برای همیشه از بین

خواهد رفت و جهان خارج از سیاهچاله هرگز قادر نخواهد بود از وضعیت ماده وارد شده به سیاهچاله خبری کسب نماید. در فرهنگ لغات مکانیک کوانتم کلماتی نظیر "بهیچ وجه" و "هرگز" ، وجود ندارند. برای مکانیک کوانتم، هر مسئله ای می تواند با انتظار اتفاق بیافتد. با استفاده از مکانیک کوانتم، اخترفیزیکدان انگلیسی، استفن هاوکینگ[۱۷۳] در سال ۱۹۷٤، نشان داد که سیاهچاله ها آنقدر هم که می گفتند تاریک نبوده و جرم آنها می تواند کاهش یابد و با تبخیر شدن سیاهچاله، نور می تواند از آن منعکس شود، یعنی اینکه، سیاهچاله نیز می تواند بدرخشد!

این قاطعیت مکانیک کوانتم با استفاده از اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، ولی بطریقی دیگر، امکان پذیر خواهد بود. چون طبیعت نه تنها حاضر نیست وضعیت و سرعت الکترون را یکجا بما بشناساند بلکه همچنین انرژی ذرات بنیادی را نیز مبهم جلوه می دهد. این ابهام به مدت عمر ذره بنیادی بستگی دارد. هرچقدر مدت عمر ذره بنیادی کمتر باشد، انرژی اش نامشخص تر است (به توضیح شماره ٤ مراجعه شود). این نامشخص بودن انرژی به مکانیک کوانتم اجازه می دهد تا " اصل بقای انرژی" را که جهان ماکروسکپی حکمفرماست، زیرپا گذارد. بطور خلاصه، اصل بقای انرژی می گوید : "در زندگی هیچ چیز مجانی نیست". برای خوردن و آشامیدن باید کار کرد و انرژی مصرف نمود. یک اتوموبیل برای حرکت محتاج بنزین است. اگر تمام انرژیهای مصرف شده اتوموبیل را جمع زنیم، انرژی کل مصرف شده دقیقا" برابر با انرژی بنزین مصرف شده خواهد بود. عملکرد طبیعت در جهان کوانتمی متفاوت است. اصل بقای انرژی در جهان کوانتمی زیرپا گذاشته می شود. طبیعت به لطف نامشخص بودن انرژی در جهان کوانتمی می تواند حتی در مکانهایی که هیچ چیزی وجود نداشته، انرژی تولید نماید. شعار طبیعت در جهان کوانتمی این است: " انرژی مجانی است و می تواند از هیچ بدست آید". طبیعت می تواند انرژی قرض دهد بدون اینکه چیزی در عوضش تقاضا نماید و این انرژی مجانی باعث ایجاد ذرات بنیادی می گردد. ولی عملکرد بانک طبیعت تابع اصل عدم قطعیت است. تمامی وامهای اعطاء شده بوسیله بانک طبیعت باید دیر یا زود بازپرداخت گردند و هر چقدر مقدار انرژی قرض شده بیشتر باشد همانقدر نیز بازپرداخت آن باید سریعتر صورت پذیرد. اگرچه انرژی اعطایی از سوی بانک طبیعت، لازم برای زندگی ذرات بنیادی، بسیار ناچیز است (ما انرژی یک ذره که به پوست بدنمان برخورد می نماید را احساس نمی کنیم)، ولی از نقطه نظر بانک طبیعت، این انرژی بسیار زیاد بوده، بویژه که این مبادله انرژی فقط در اجزاء ثانیه صورت می گیرد. بازپرداخت انرژی صورت گرفته، بانک طبیعت انرژی خود را پس می گیرد و حسابهایش را متعادل می سازد و ذره از بین می رود. بدینصورت، ذراتی که اینگونه بوجود می آیند، عمری نامرئی و خیالی دارند. آنها فقط یک لحظه کوتاه ظاهر شده و سپس از بین می روند. اگر

---

[173] - Stephen Hwqking

آنها را به حال خود بگذاریم، هرگز قادر نخواهند بود دنیای خیالی را ترک کرده و بـه جهـان حقیقی وارد شوند. ما نخواهیم توانست آنها را با ابزارهای محاسبه کشف نمائیم. آنهـا ذرات نامرئی* هستند. آنها در حال ذره شدن هستند ولی بوجود نمـی آینـد، چـون بـرای هسـتی حقیقی، آنها محتاج انرژی می باشند و بانک طبیعت از دادن انرژی در بلندمـدت خـودداری می نماید. بدینصورت، فضای اطراف ما مملو از تعداد بیشمار ذرات نامرئی است که بوجـود آمده و سپس آنا" از بین می روند. در لحظه ای معین، فضای مکعبی کوچک بـه ابعـداد یـک سانتیمتر در بردارنده ۱۰۰۰ میلیارد میلیارد میلیارد ($۱۰^{۳۰}$) الکترون نامرئی است.

نباید تصور نمود که فقط ماده میتواند نقشی نامرئی و مبهم ایفا نماید. در واقع، وجود نامرئی ماده بستگی به وجود نامرئی ضدماده دارد. چون اگرچه بانک طبیعـت حاضـر بـه وام دادن انرژی است ولی اکیدا" از اعطای وام با بار الکتریکی خودداری می نماید. قانون بقاء انرژی بـا بار الکتریکی باید شدیدا" مراعات شود. با توجه به اینکه بار الکتریکـی فضـا قبـل از بوجـود آمدن ذرات نامرئی صفر است، ایجاد یک الکترون نامرئی با بار منفی همواره باید همراه بـا ایجاد یک پوزیتون نامرئی با بار مخالف باشد. در باله شگفت انگیز ذرات نامرئی، ضـدذرات نامرئی نیز شرکت می نمایند.

با رسیدن به این مرحله، از خود خواهید پرسید این فیزیکدانان چه اندیشـه هـای پیچیـده و مبهمی دارند. ایجاد و اختراع ذرات نامرئی به چه دردی می خورد، زمانیکه حتی مشاهده آنها غیرممکن است. آیا فیزیک به هذیان گویی افتاده است؟

خوشبختانه خیر، چون اگرچه ذرات نامرئی مستقیما" قابل رویت نیستند ولی وجود آنها بطور غیرمستقیم ثابت شده است. بدون وجود آنها، برخی از عملکردهای اتمهـا غیرقابـل توضـیح خواهد ماند. این ذرات نامرئی هستند که با در برداشـتن قـدرت هسـته ای قـوی، تمـامی پروتون ها و نوترونها را در هسته اتم استوار نگه می دارند. یکی دیگر از فوائد ذرات نـامرئی این است که در شرایطی استثنایی می توانند وجود واقعی پیدا کرده و به جهـان هسـتی وارد شوند. اگر یک ذره نامرئی بتواند کسی را پیدا نماید که قرض انرژی اش را به بانک طبیعت بازپرداخت نماید، این ذره نامرئی می تواند به همراه ضدذره اش در جهان حقیقی تبدیل به ماده شود. این نیروی گرانش است که با سخاوتش مایل خواهد بود این کمـک را بـه ذرات نامرئی کرده و آنها را به ماده حقیقی تبدیل نماید.

تبخیر سیاهچاله

همانطور که دیدیم، نیروی گرانش یک سیاهچاله بسیار زیاد است. نیـروی گـرانش بـدلیل ثروت فراوانش از نقطه نظر انرژی، قرض انرژی ذرات نامرئی و ضدذرات آنهـا را درسـت در بالای شعاع غیرقابل برگشت سیاهچاله قرار دارند بـه بانـک طبیعـت پرداخـت خواهـد

نمود. زمانیکه بدهی پرداخت می شود، ذرات نامرئی به ذرات حقیقی تبـدیل مـی گردنـد. اکنون سرنوشت یک جفت الکترون – ضد الکترون (یا پوزیتون) را که از اینطریق ایجاد شده اند را دنبال می نمائیم. چندین حالت مختلف را می توان در نظر گرفت: این دو ذره بمحـض تبدیل به حالت واقعی بوسیله سیاهچاله بلعیده می شوند، در این حالـت، سـیاحت آنهـا در جهان حقیقی بسیار کوتاه خواهد بود. یا اینکه الکتـرون از سـقوط بـه سـیاهچاله گریختـه در حالیکه ضد الکترون کم شانس تر به سیاهچاله کشیده می شود. در این حالت، الکترون با یک پوزیتون دیگر که او نیز از سیاهچاله گریخته ملاقات کرده و برخورد آنها با یکـدیگر موجـب ایجاد نور می گردد. اگر الکترون و ضد الکترون با یکدیگر از سیاهچاله بگریزند، هم آغوشـی آنها با یکدیگر، نابودی آنها را در بر داشته و اشعه ای از نور را بوجود می آورد. بدینصـورت، اشعه ای از نور از سیاهچاله می گریزد و سیاهچاله شروع به درخشیدن مـی نمایـد. انـرژی پرداخت شده بوسیله گرانش برای حقیقی کردن ذرات نامرئی بستگی بـه جـرم سـیاهچاله دارد. بتدریج که گرانش سخاوتمندانه از ذخیره انرژی اش بـرای تبـدیل ذرات نـامرئی بـه ذرات حقیقی استفاده می نماید، از جرم سیاهچاله که این انرژی را تغذیه می نمایـد کاسـته می شود و سیاهچاله بتدریج تبخیـر مـی گـردد. ژول را کـه بخـاطر مـی آوریـد، او کـه در سیاهچاله از بین رفته است مجددا" بصورت نور ظاهر می گردد!

درصد تبخیر برای تمام سیاهچاله ها یکسان نیسـت. هـر سـیاهچاله دمـای خـاص خـود را داراست و تبخیر هر سیاهچاله بستگی بـه دمـای آن دارد و ایـن دمـا نیـز خـود، رابطـه ای معکوس با جرم سیاهچاله خواهد داشت. هر چقدر سیاهچاله جسیم تر باشد به همان اندازه دمای آن کمتر و به همان اندازه جرمش آهسته تر تبخیر می گردد. بدینصـورت، بـرعکس انسانها، بزرگترین سیاهچاله ها از طول عمر بیشتری برخوردارند. طول عمـر سـیاهچاله بـه مکعب جرمش بستگی دارد. اگر جرم سیاهچاله را دو برابر نمائیـد، ایـن سـیاهچاله ۸ برابـر بیشتر عمر خواهد کرد. سیاهچاله که از مرگ ستارگان بوجود می آید دارای جرمی برابر بـا جرم چندین خورشید می باشد. این جرم آنچنان زیاد و درصد تبخیر آن چنان ضـعیف اسـت که سیاهچاله های ناشی از مرگ ستارگان ابدی بنظر خواهند رسید. بدینصورت، سـیاهچاله ای با جرمی برابر با جرم خورشید (۲×۱۰^{۳۳} گرم) دمایی برابر با $۱۰^{-۷}$ درجه خواهد داشت و تبخیر کامل آن $۱۰^{۶۵}$ سال طول خواهد کشید. آب جوش کتری بخار می شود زیرا دمای هوای اطراف کتری کمتر از دمای آب جوشان است. سیاهچاله زمانی می تواند تبخیر می شود کـه دمای اطرافش دمایی پائین تر از دمای سیاهچاله داشته باشد. امروزه، می دانیم که این امر امکان پذیر نخواهد بود زیرا تابش برجا مانده که تمام کیهان را در بر مـی گیـرد، از دمـایی معادل ۳ درجه کلوین برخوردار است. باید $۱۰^{۲۰}$ سال منتظر ماند تا انبساط کیهان دمای آنـرا به $۱/۱۰^{-۷}$ درجه برساند تا بدینصورت، سیاهچاله شروع به تبخیر شدن کرده و تبدیل به نـور گردد (به توضیح شماره ۳ مراجعه شود).

سیاهچاله های بزرگ تقریبا" عمری ابدی دارند ولی آیا نمی توان سیاهچاله های کم جرم تری که مدت تبخیرشان کمتر است را پیدا نمود؟ سیاهچاله های کم جرم نادرند. بسیار مشکل است اشیاء با جرم کم را بیشتر از شعاع غیرقابل برگشتشان فشرده نمود تا به سیاهچاله تبدیل شوند. اگر به خاطر داشته باشید، برای تبدیل یک انسان ۷۰ کیلوگرمی به سیاهچاله، می بایست این انسان را چنان فشرده نمود تا اندازه اش به $۱۰^{-۲۳}$ سانتیمتر برسد. هیچ فرآیند طبیعی، هیچ تکنولوژی مدرنی قادر به انجام چنین امری نخواهد بود. در کیهان کنونی، گرانش می تواند ستارگان جسیم $۱۰^{۳۳}$ گرمی را تبدیل به سیاهچاله نماید ولی نه انسانهای ۷۰ کیلوگرمی را. با این وجود، در مرحله ای از تاریخ تکامل کیهان، درست در ابتدای هستی اش، زمانیکه کیهان بسیار کوچک و بسیار فشرده بود و زمانیکه گرانش قدرت غیرقابل تصوری در اختیار داشت، سیاهچاله های کوچک بنیادی* با جرم کم بوجود آمدند. اخترفیزیکدان انگلیسی، استفن هاوکینگ ادعا نموده است جهان در اولین اجزاء ثانیه آفرینشش توانست سیاهچاله های کوچک متعددی را ایجادنماید. این سیاهچاله ها هرکدام جرمی برابر با یک میلیارد تن ($۱۰^{۱۵}$ گرم) را دارا بودند. کوچک در اینجا کلمه ای است نسبی. جرم یک سیاهچاله کوچک $۱۰^{۱۸}$ بار کمتر از جرم خورشید است ولی $۱۰^{۱۰}$ بار بزرگتر از جرم انسان می باشد. یک سیاهچاله کوچک بنیادی دمایی برابربا ۱۲۰ میلیارد درجه کلوین را داراست و اندازه آن برابر با اندازه یک پروتون ($۱۰^{-۱۳}$ سانتیمتر) می باشد. انرژی صادر شده از آن برابر با ۶۰۰۰ مگاوات یعنی معادل با تولیدانرژی ۶ مرکز انرژی اتمی است. بتدریج که سیاهچاله کوچک تبخیر می شود از جرمش کاسته شده و دمای آن افزایش می یابد. بعد از ۱۵ میلیارد سال (عمر کیهان)، یک میلیارد تن جرم تبدیل به ۲۰ میکروگرم (جرم یک ذره غبار) می گردد. هستی سیاهچاله کوچک با یک انفجار عظیم به پایان می رسد. این انفجار عظیم انرژی ای برابر با ۱۰ میلیون بمب هیدروژن، هرکدام به وزن ۱ مگاتن، آزاد کرده و درخشندگی اش برابر با درخشندگی ۱۰ میلیون میلیارد کهکشان خواهد بود. اشعه گاما که از این انفجارات ایجاد می گردد، پر انرژی ترین اشعه هاست. این انفجارات عظیم هنوز مشاهده نشده و بویژه اینکه سیاهچاله های کوچک بنیادی نیز در حال حاضر، فقط در مرحله فرضیه قرار دارند.

سیاحتمان از جهان عجیب و غریب و شگفت انگیز مکانیک کوانتم به پایان رسیده و اکنون آماده ایم تا صفحات کتاب تاریخ تکامل کیهان را ورق زنیم.

۵ – کتاب تاریخ کیهان

زمان کیهانی

روایت قطعی کتاب تاریخ کیهان هنوز به اتمام نرسیده است. صفحات فراوانی از این کتاب در آینده بازخوانی و تصحیح خواهد شد. فقط صفحاتی که مربوط به دوران کنونی است ممکن است دست نخورده باقی بمانند. صفحات اولیه کتاب که آفرینش کیهان و صفحات پایانی که سرانجام کیهان و مرگ احتمالیش را تشریح می نماید بر پایه قوانین مختلف فیزیک کنونی نوشته شده اند. آیا چنین قوانینی می توانند قابل قبول باشند؟ فقط آینده میتواند صحت آنرا به اثبات رساند، ولی حکایت انفجار بزرگ، آنچنان که امروزه از آن صحبت می شود، بسیار زیبا بوده و لازم است روایت شود.

همانطور که دیدیم، زمان کیهان انفجار بزرگ، قابل انعطاف است. این قابلیت انعطاف به حرکت مشاهده کننده و یا به مقدار ماده ای که در نزدیکی بیننده قرار دارد، بستگی خواهد داشت. کتاب تاریخ، حوادث مختلف را در طول زمان توصیف می نماید. از میان زمانهای بیشمار و ممکن، کدام یک را باید انتخاب نمود؟ برای روایت تاریخ کیهان، ما زمان کیهانی را انتخاب نموده ایم، یعنی زمان شخصی که در کیهانی انبساطی زندگی کرده و اکثر کهکشانها را در حال دور شدن از خود می بیند. این زمان، عملا" برای زمین، خورشید و یا راه شیری یکسان خواهد بود. البته این اجرام سماوی، خود، در باله کیهانی شرکت کرده (به شکل ۲۷ مراجعه شود) و به حرکت انبساطی کیهان افزوده می شوند ولی این حرکات نسبت به حرکت نور چنان ناچیز است که تغییر شکل زمان قابل صرف نظر خواهد بود. بدینصورت، یک سال زمان کیهانی، مدت زمانی است که زمین مدار خورشید را می پیماید. اهالی کهکشانهای دیگر نیز همین زمان کیهانی را در نظر می گیرند. آنها نیز می توانند بدون هیچ مشکلی کتاب تاریخ ما را مطالعه نمایند. می توانستیم از ژول، زمانیکه با سرعت فراوان در سفینه فضائی اش در فضا پیش می رفت، تقاضا کنیم با مشاهده کهکشانهایی که از او دور یا به او نزدیک می شوند و با کند شدن زمانش، روایت و تاریخ انفجار بزرگ را برایمان بیان کند. ژول همچنین می توانست با نزدیک شدن به یک سیاهچاله و کند شدن زمانش نیز این تاریخ را حکایت کند. هر دو حکایت یکی خواهند بود ولی تشریح پدیده های مختلف مشکل تر و کتاب تاریخ طولانی تر می شد. جهت اجتناب از کسل شدن شما و برای سادگی، از زمان کیهانی استفاده می کنیم. با توجه به اینکه کیهان هنوز سن واقعی خود را بما نمایان نساخته،

عمر ۱۵ میلیارد سال را برای آن در نظر می گیریم. اگر در آینده، سن کیهان بیشتر یا کمتر از این میزان تعیین شود، کافی است سال های لازم را به آن اضافه و یا از آن کسر نمائیم.
برای حکایت تاریخ کیهان در تمامی عظمتش، صفحات کتاب تاریخ حالت خاصی خواهند داشت. هر صفحه کتاب کیهان با مضرب ۱۰ ما را در حکایت تاریخ کیهان به جلو خواهد برد. بدینصورت، اگر ما در صفحه ای که کیهان را در سال ۱۰۰.۰۰۰ آفرینشش تشریح می کند، باشیم، صفحه بعد، کیهان را در سال ۱.۰۰۰.۰۰۰ تشریح خواهد نمود. صفحه بعدی ما را به ۱۰ میلیون سال خواهد برد و الا آخر. در ابتدای تاریخ کیهان بایدکاملا" محتاط بود چون در این دوران، حوداث مختلف چنان با سرعت اتفاق می افتند که برای درک کامل آنها باید وقوع حوادث در اجزاء ثانیه با دقت در نظر گرفته شود، ولی بتدریج که کیهان مسن تر می گردد، سرعت غیرقابل تصور اولیه جایش را به آرامش و کندی داده و واحد زمانی به میلیون و میلیارد سال شمارش می گردد.
اکنون کتاب تاریخ را گشوده و به سیاحت و کشف کیهان انفجار بزرگ می پردازیم. ابزارهای لازم جهت این سیاحت عبارتند از قوانین فیزیکی اجزاء بی نهایت بزرگ و بی نهایت کوچک (مکانیک کوانتم) و همچنین مشاهدات اخترشناسی نظیر گریز کهکشانها، تابش برجا مانده و کثرت ماده.

مرز شناخت

باید سریعا" اشاره نمود که قادر نیستیم حکایت تاریخ کیهان را از زمان صفر شروع نمائیم، یعنی درست در لحظه انفجار بزرگ، در زمان آفرینش زمان و فضا. ولی ناراحت نباشید، زمان شروع تاریخ بینهایت به صفر نزدیک است، یعنی در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه بعد از انفجار اولیه. حتی اخترشناسی مانند من که روزانه با اعداد بینهایت کوچک و بزرگ سرو کار دارم، قادر نخواهم بود شگفتی ام را در برابر این عدد بسیار کوچک پنهان نمایم، ولی با این وجود، قوانین فیزیکی منتج از مشاهدات جهان کنونی توانسته است تا چنین زمانی در گذشته بسیار دور به عقب رود.
در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه بعد از انفجار اولیه، کیهان قابل رویت کنونی، قطری برابر با $۱۰^{-۳۳}$ سانتیمتر داشته و ۱۰ میلیون میلیارد میلیارد برابر کوچکتر از اتم یک هیدروژن بود. در این دوران، سن کیهان چنان کم است که نور فرصت دور شدن را نداشته و افق کیهانی* بسیار نزدیک است. کیهان قابل رویت بینهایت گرم ($۱۰^{۳۲}$ درجه کلوین) و متراکم (۱۰ با ۹۶ صفر x چگالی آب) است. انرژی آن چنان زیاد است که غیرقابل محاسبه خواهد بود.اگر بخواهیم به چنین انرژی دست یابیم باید ماشینهای شتابدهنده ای بسازیم که قطرشان نه به اندازه چندین کیلومتر همانند ماشینهای مرکز اروپایی پژوهش هسته ای (CERN) بلکه به ابعاد چندین سال نوری

بالغ گردند. ساختن چنین شتابدهنده هـایی فقـط در رویاهـا امکـان پـذیر اسـت. نتیجتـا"، فیزیکدان، با شور و شعف کیهان را در لحظات اولیه حیاتش تجزیه و تحلیل می نمایـد، چـون می داند هرگز چنین ماشینهایی ساخته نخواهند شد تا نظریه هـای او را بـه بوتـه آزمـایش گذارد.

در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه بعد از انفجار اولیه، کیهان چنان فشرده و چگالی آن چنان زیاد است کـه نیـروی گرانش که معمولا" در مقیاس میکروسکپی ناچیز است، قـدرتی برابـر بـا نیروهـای دیگـر، نیروهای هسته ای ضعیف و قوی و نیـروی الکترومغنـاطیس خواهـد داشـت. بـاری، مشـکل بزرگ، همین جاست. زیرا نمی توانیم عملکرد اتمها و نور را زمانیکه نیروی گرانش شدت می گیرد تجزیه و تحلیل نمائیم. این مشکل را ماکس پلانک[۱۷۴]، فیزیکدان آلمانی در ابتدای قـرن بیستم مطرح نمود و بدین ترتیب، زمان $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه به زمان پلانک* معروف است. در زمـان پلانک، فیزیک مدرن به تانوانیش اعتراف می نماید. مکانیک کوانتم عملکـرد اتمهـا و نـور را زمانیکه گرانش بسیار ضعیف است بخـوبی تشـریح مـی نمایـد. نظریـه نسـبیت، زمانیکـه نیروهای هسته ای و الکترومغناطیس چندان مهم نیستند، ویژگی های گـرانش را در مقیـاس ماکروسکپی بررسی می نماید. ولی هیچکس تاکنون نتوانسته دو نظریـه نسـبیت و مکانیـک کوانتم را متحد کرده و شرایطی را تشریح نماید که در آن چهار نیروی حاضر در عالم از نظر قدرت یکسان باشند.

در حال حاضر، فیزیکدانان با کوشش و پژوهشهای فراوان سعی دارنـد یـک نظریـه وحـدت یافته از طبیعت را پایه ریزی نمایند. از چندین سال پیش، آنها به این عقیـده روی آورده انـد که چهار نیروی حاکم در کیهان ، در واقع، اشکال مختلف یک نیروی واحد می باشند، درسـت همانطور که نیروی الکتریکی و نیروی مغناطیسی، شـکلهای مختلـف نیـروی الکترومغنـاطیس هستند. تحت پژوهشـهای متعـدد فیزیکـدان آمریکـایی، اسـتفن واینبـرگ[۱۷۵] و فیزیکـدان پاکستانی، عبدوالسلام[۱۷۶]، نیروی الکترومغناطیس و نیروی هسته ای ضعیف در سال ۱۹۶۷ تن به وحدت دادند و نیروی " الکتریکی ضعیف"[۱۷۷] را بوجود آوردند. بنظر مـی رسـد نیـروی هسته ای قوی نیز مایل است به نیروی الکتریکی ضعیف ملحق شده تا هر سه نیرو بـه اتفـاق هم نیروی " الکتریکی هسته ای"[۱۷۸] را بوجود آورند، ولی در ایـن زمینـه، ایـن نظریـه هنـوز گامهای اولیه را بر می دارد. ازدواج نیروی الکترومغناطیس با نیروهای هسته ای ضعیف و قوی محتاج شرایط خاصی است. این اتحاد باید در محیطی بسیار گرم صـورت گیـرد و در چنـین محیطی، انرژی ذرات بنیادی نیز باید بسیار زیاد باشد، درست بمانند شرایط اولیه پیـدایش کیهان. دما و انرژی لازمه اتحاد نیروها می باشند. بمحض اینکه کیهان شروع به سـرد شـده

---

174 - Max Planck
175 - Steven Weinberg
176 - Abdus Salam
177 - Electrofailble
178 - Electronucléaire

نماید، کاهش دما، این اتحاد را منفک خواهد کرد. این مسئله در دوران انبساط کیهان بوقوع پیوست و اکنون سه نیرو، جدا از یکدیگرند. سردی کیهان موجب شکستن اتحاد آنها شد.
نیروی گرانش هنوز سرسختانه از اتحاد با نیروهای دیگر سرباز می زند. این نیروی حاکم در جهان ماکروسکپی، اتحاد با نیورهای میکروسکپی را لجوجانه رد می نماید. در حال حاضر، وحدت نسبیت با مکانیک کوانتم هنوز صورت نگرفته و این مسئله مانع بزرگی برای فیزیکدانان است. حتی آلبرت اینشتاین که سی سال آخر عمرش را وقف مطالعات در این زمینه نمود نیز نتوانست این مرز را پشت سر گذارد. تا زمانیکه مقاومت نیروی گرانش شکسته نشده باشد، پشت سر گذاشتن زمان پلانک غیرممکن خواهد بود. در واقع، این زمان مرز شناخت ما می باشد. در پشت این دیوار، حقیقتی نهفته است که هنوز هیچکس نتوانسته به آن دست یابد. در پشت دیوار پلانک، زوج فضا – زمان کیهان ما با چهار بعدش می تواند کاملا" متفاوت بوده و یا اصلا" وجود نداشته باشد. فیزیکدانانی که با تخلیلی فراوان، نظری به آنسوی دیوار پلانک انداخته اند از کیهانی هرج و مرج با ۱۰ یا حتی ۲۶ بعد صحبت می کنند که در آن نیروی گرانش چنان قوی است که بافت فضا را تغییر داده و به آن ۶ یا ۲۶ بعد دیگر می دهد. در پشت دیوار پلانک، گرانش با فروپاشی فضا باعث ایجاد تعداد فراوانی سیاهچاله میکروسکپی می شود و در آنجا، گذشته و حال و آینده و حتی زمان مفهومی نخواهد داشت. در واقع، در پشت دیوار پلانک، می تواند زمانی بینهایت وجود داشته باشد. زمان $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه، تنها نتیجه کشفیات قوانین فیزیکی ما بسوی زمان صفر است.
در مورد سیاهچاله های میکروسکپی بایدگفت جرم هر کدام از آنها برابر با ۲۰ میکروگرم است، یعنی کوچکترین چیزی که ممکن است وجود داشته باشد. با قطری برابر با $۱۰^{-۳۳}$ سانتیمتر، آنها ۱۰۰ میلیارد میلیارد بار کوچکتر از پروتون بوده و با دمایی معادل $۱۰^{۳۳}$ درجه کلوین در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه تبخیر می شوند. آنها به لطف جریان انرژی کوانتمی در یک سیکل جهنمی مرگ و زندگی ظاهر شده و سپس از بین می روند. آیا کیهان در ابتدا، متراکم و گرم بود؟ نظریه نسبیت جواب مثبت می دهد ولی در اینجا نیز نمی توان مطمئن بود. جهت عبور از دیوار پلانک هنوز محتاج سالهای طولانی با پژوهشهای فراوان خواهیم بود. در انتظار چنین روزی، زمان پلانک را به جای زمان صفر قبول می کنیم. منبعد، هر وقت صحبت از ابتدا یا از آفرینش کیهان می شود، منظور همان زمان پلانک خواهد بود.

یک تورم دیوانه وار

صفحه اول کتاب تاریخ کیهان را می گشائیم. کیهان در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه، دمایی برابر با $۱۰^{۳۳}$ درجه را داراست. کیهان چنان گرم و سوزان است که حتی تمام جهنم های تخلیلی داستانهای

"دانته"[۱۷۹] نیز به پای آن نمی رسد. تمامی کیهان در کره ایی به قطر یک هـزارم سـانتیمتر، یعنی اندازه یک نوک سوزن، گنجانده شده است. از این کیهان سوزنی ما فقط جزئی بسـیار کوچک را مشاهده می نمائیم. افق کیهانی که کیهان قابل رویـت را محـدود میکنـد بوسـیله مسافت پیموده شده نور در طول هستی کیهان مشخص گشـته و فقـط تـا $۱۰^{-۳۳}$ سـانتیمتر گسترش یافته است. ما درست در اینسوی دیوار پلانک هستیم. زوج فضا – زمان ظاهر مـی شود. فضا با سه بعدش از طریق انبساط کیهان افزایش می یابد. سه بعد فضا بصورت بـالا و پائین، عقب و جلو و چپ و راست ظاهر می گردند. ابعاد دیگر فضا که شاید در پشت دیوار پلانک وجود داشته اند، آنچنان باریک و کشیده شده اند که غیر قابل رویـت خواهنـد بـود. ناپدید شدن ابعاد فضا بمانند این است که یک تکه کاغذ دو بعدی را چنـان بـدور خـودش بپیچیم که بصورت یک خط راسـت و یـک بعـدی درآیـد. در ایـن دوران، خـلاء کـوانتمی* حکمفرماست. ولی این خلاء، برخلاف تصور، خلائی ساکت و آرام نبـوده بلکـه در آن انـرژی بظاهر آرام، طبیعتی جوشان دارد. همانطور که دیدیم به لطف جریان انرژی کوانتم، این خلاء مملو از ذرات و ضدذرات نامرئی می باشند که با تقاضـای وام و بازپرداخـت آن بـه بانـک طبیعت، دائما" ظاهر گشته و سپس از بین می روند. دو نیرو کیهان را کنترل مـی نماینـد : از یکسو، نیروی الکتریکی هسته ای که نتیجه وحدت نیروی الکترومغناطیس با نیـروی هسـته ای قوی و ضعیف است و از سوی دیگر، نیروی گرانش که هنوز از هر گونه اتحادی سرپیچی مـی کند.

به خواندن کتاب ادامه می دهیم. بتدریج که صفحات را پشت سر گذاشته و در زمـان جلـو می رویم، کیهان در حال انبساط، سرد شده و از غلظتش کاسته مـی شـود. در صـفحه نهـم کتاب، یعنی در $۱۰^{-۳۵}$ ثانیه بعد از انفجار اولیه، ۱۰.۰۰۰ درجه از دمای کیهان کاسته می شـود. در این دوران، کیهان هنوز دارای دمای جهنمی معادل $۱۰^{۲۷}$ درجه می باشد. ولـی در ایـن لحظـه، حادثه ای شگفت انگیز اتفاق می افتد. سقوط دمای کیهان موجـب تجزیـه نیـروی الکتریکـی هسته ای به دو نیرو می شود. نیروی هسته ای قوی از این پس از نیروی الکتروضعیف جدا می گردد. نیروی گرانش همواره جدا از نیروهای دیگر پا برجاست. بجای دو نیرو، اکنون سه نیرو کیهان را کنترل می نمایند، نیروی گرانش، نیروی هسته ای قـوی و نیـروی الکتروضـعیف کـه خود، از اتحاد نیروی الکترومغناطیس و نیروی هسته ای ضعیف بوجود آمده است. ما درست در آغاز صعودی کندبسوی پیچیدگی ماده هستیم که به ما انسانها ختم خواهد شد. کیهان بـا سرد شدن، سادگی و تناسب خود را از دست می دهد. کیهان را در این دوران می تـوان بـه آب یا نمک تشبیه نمود. نمک یا یخ اگر حرارت یابند به مایع تبدیل می گردند، آنهـا سـاختار خود را از دست خواهند داد و این شکل مایع هیچ جهت مشخصی را اختیار نمی کند، درسـت

---

[۱۷۹] – دانته (Dante)، رمان نویس مشهور ایتالیایی (مترجم).

بمانند کیهان بسیار گرم در ابتدای آفرینشش که در آن ماده جهت خاصی را انتخاب نخواهد کرد. ولی نمک و آب با سرد شدن به مکعب های بلوری تبدیل می گردند، آنها تناسب خود را از دست داده و همه جهات قرینه نخواهند بود. ماده ترجیح می دهد بـه سـطوح صـاف مکعب های بلوری روی آورد. همانند نمک و آب، کیهان نیز با سردشـدن بـه مکعـب هـای بلوری تبدیل می گردد.

این تبلور کیهان در $۱۰^{-۳۵}$ ثانیه نتایج بسیار عظیمی برای کیهان و هستی ما در برخواهد داشت. همانند آب که با تبدیل به یخ از خود حرارت آزاد می سازد، کیهان نیز با سرد شدن از خـود انرژی عظیمی را صاعد می نماید. بهمان صورت که انفجار یک بمب، خانه ها را از جا کنـده و خرد می کند، صاعد شدن انرژی نیز اثری صاعقه وار بر انبساط کیهان وارد می سازد. این اثر آنچنان شدید است که فیزیکدان آمریکایی، آلن گوث[۱۸۰] آنرا به اثر تورمی[۱۸۱] تشبیه نمـوده است. بهمان صورت که تورم اقتصادی یک کشور موجب تنزل ارزش پول و افـزایش قیمتهـا در یک زمان کوتاه می گردد، تورم* کیهان نیز موجب افـزایش عظـیم ابعـاد و اجـزایش در زمانی بی نهایت کوچک خواهد شد. در دوران تورمی، دوران بسیار کوتاه بـین $۱۰^{-۳۵}$ تـا $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه (صفحات ۹ الی ۱۲ کتاب تاریخ کیهان)، کیهان ابعادش را در هر $۱۰^{-۳٤}$ ثانیه، سه برابر می کند. چون در دوران تورمی، ۱۰۰ فاصله $۱۰^{-۳٤}$ ثانیه ای در $۱۰^{-۳۲}$ وجود دارد، هر منطقه از کیهان، اندازه اش را ۱۰۰ بار پشت سرهم سه برابر خواهد کرد. عـدد ۳ را صـد بـار پشـت سـرهم ضربدر هم کنید : .... ۳ x ۳ x ۳ x ۳ x ۳ x ۳ x ۳ x ۳، خواهید دید، در دوران تورمی، کیهان ابعادش را با مضربی برابر با $۱۰^{۵۰}$ و حجمش را که متناسب با مکعب ابعادش می باشد با مضربی برابر بـا $۱۰^{۱۵۰}$ افزایش داده است. این انبساط سرسام آور لحظات اولیه آفـرینش کیهـان بـا انبسـاط یکنواخت و کند کنونی در تضاد قرار می گیرد. در ۱۰ میلیارد سال آخـر تـاریخ کیهـان، حجـم کیهان فقط به مضرب $۱۰^{۹}$ افزایش یافته است.

این افزایش شگفت انگیز ابعاد کیهان در ابتدای آفرینشش مشکلات نظریه انفجار بـزرگ را از میان برمی دارند. حتما" مشکل همگنی و تجانس اجـزاء کیهـان کنـونی را بخـاطر داریـد؟ چگونه مناطق مختلف آسمان، بسیار دور از یکـدیگر و ظـاهرا" بـدون هیچگونـه تمـاس بـا یکدیگر، اینقدر شبیه یکدیگرند؟ این مسئله فقط از طریق انبساط تورمی قابل توجیه اسـت. برای درک این مسئله باید دانست که بعد از دوران تورمی، تمام کیهان قابل رویت* کنـونی اندازه ای برابر یک پرتقال به قطر ۱۰ سانتیمتر را دارا بود. از این به بعـد، زمانیکـه از کیهـان صحبت می کنیم، منظور همین کیهان پرتقـالی شـکل اسـت کـه در کیهـانی بسـیار بزرگتـر گنجانده شده است.[۱۸۲] در $۱۰^{-۳۵}$ ثانیه، قبل از دوران تورمی، کیهان چنان کوچک بود کـه هـر

---

[180] - Alain Guth

[181] - Inflationnaire

[۱۸۲] – کیهان قابل رویت کنونی فقط بخشی از کیهان می باشد (مترجم).

یک از اجزاء بینهایت کوچکش با یکدیگر در تماس بودند. نور که تنها وسیله ارتباط بین مناطق مختلف بود و سرعتی برابر با ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه دارد، در این دوران، مسافت ۳ x ۳۵-۱۰ سانتیمتر را پیمود. نور این مسافت را در زمانی بسیار کوتاه یعنی $۱۰^{-۳۵}$ ثانیه طی نمود. بدینصورت، مناطق مختلف کیهان هیچ مشکلی رد هم آهنگی خصوصیات خود با یکدیگر نداشتند. بعد از تورم در $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه، مناطق کیهان پرتقالی دیگر در تماس با یکدیگر نیستند ولی بخاطر دارند که قبلا" با یکدیگر در تماس بوده اند. بنظر می رسد هموواری چشم انداز کیهان بستگی به دوران تورمی داشته باشد. در دوران تورم، هندسه فضا مسطح می گردد، درست بمانند نقطه کوچکی بر روی یک توپ که با باد کردن آن مسطح می گردد. کاملا" روشن است هرچقدر شعاع یک دایره بزرگتر باشد بهمان اندازه انحناء دایره کم تر بنظر خواهد رسید. کیهان با افزایش سرسام آور ابعاد بشکل مسطح در آمد.

کیهانهای متعدد

در دوران تورمی یعنی از $۱۰^{-۳۵}$ تا $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه جهان با مضربی برابر با $۱۰^{۵۰}$ ابعادش را افزایش داده و به اندازه پرتقالی به قطر ۱۰ سانتیمتر می رسد. افق کیهانی که مناطق فضا در ارتباط با نور را مشخص می نماید نیز با همین مضرب افزایش یافته است. در $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه، افق کیهانی، $۱۰^{۲۶}$ سانتیمتر را در بر می گرفت، یعنی ۱۰۰۰ برابر وسیع تر از کیهان قابل رویت کنونی. تورم نه تنها باعث افزایش اندازه کیهان کوچک ما شد، بلکه به تمام مناطق دیگر فضا نیز اندازه هایی سرسام آور هدیه نمود. در واقع، کیهان ما (کیهان پرتقالی) مانند توپ کوچکی است در داخل یک توپ فراکیهانه بسیار عظیم با اندازه ای برابر با دهها میلیون میلیارد میلیارد برابر برزگتر از کیهان ما. همین توپ فراکیهانه ما نیز خود در فراکیهانه های دیگر ناپدید می گردد. تمام این کیهانها در دوران تورم ایجاد شدند. اگر کیهان قابل رویت ما بتدریج که نور زمان بیشتری را در اختیار داشته تا به ما برسد، بزرگ و بزرگتر میشود، اگر در هر سال ۶ کهکشان جدید، افق کیهانی را پشت سر گذاشته و خود را بما می شناساند، اگر فراکیهانه ها بیش از پیش نقاب از چهره شان بر می دارند، ولی باید گفت که ما هرگز نخواهیم توانست با فراکیهانه های دیگر ارتباط برقرار کرده و از حوادثی که در آنها می گذرد اطلاع حاصل نمائیم. آنها همواره از افق مشاهدات ما خارج خواهند بود. آنها می توانند در بردارنده ستارگان، کهکشانها یا اشکال مختلف زندگی باشند. این مسائل را هرگز نخواهیم فهمید. روح کپرنیک، آخرین ضربه خود را وارد می سازد. بعد از بیرون انداختن زمین از محل مرکزیش در منظومه شمسی، بعد از قراردادن خورشید بمانند ستاره ای معمولی در کناره راه شیری و بی اهمیت جلوه دادن کهکشان راه شیری در عظمت کیهان با

۱۰۰ میلیارد کهکشانش، روح کپرنیک حتی کیهان ما را در فراکیهانه بسیار بزرگتر و این فراکیهانه را در فراکیهانه های عظیم تر دیگری می گنجاند.

خلاء، سرچشمه همه چیز

در عصر تورم، آزاد شدن انرژی از خلاء، نتیجه بسیار مهم دیگری را در بر خواهد داشت. آزادی انرژی محتوی ماده کیهان را بوجود خواهد آورد. همانطور که دیدیم، خلاء ابتدایی، خلائی زنده مملو از ذرات و ضدذرات نامرئی بوده که هستی شان وابسته به انرژی صادر شده از سوی بانک طبیعت می بود. بازپرداخت بدهی انرژی بانک طبیعت به ذرات و ضدذرات اجازه می دهد تا جهان نامرئی را ترک کرده و به جهان حقیقی وارد شوند. کوارک ها*، الکترون ها*، نوترینوها* و ضد ذرات آنها از خلاء ظاهر می شوند ولی بمحض ظاهر شدن، ذرات و ضدذرات با یکدیگر برخورد نموده و همدیگر را نابود می سازند و به نور تبدیل می گردند. ذرات نور یا (فوتون ها) نیز به نوبت خود از بین رفته و دوباره زوج ذره – ضدذره را بوجود می آورند. ماده، ضدماده و نور همواره در تماس با یکدیگر بوده و اثری متقابل بر یکدیگر می گذارند. کیهان مملو از کوارک ها، الکترون ها، نوترینوها، فوتون ها و ضدذرات آنها می باشد.

اگر بهمان مقدار که ذرات وجود داشتند، ضدذرات نیز موجود بودند، نقل تاریخ در همین جا پایان می یافت. من در حال نوشتن این خطوط نبوده و شما نیز در حال خواندن آنها نبودید. ماده، ضدماده را از بین برده و فقط نور باقی می ماند. نور یا فوتون نیز با انبساط کیهان و سرد شدن آن ضعیف شده و دیگر نمی توانست تبدیل به ماده و ضدماده گردد. در چنین کیهانی مملو از نور، ذرات بنیادی، ستارگان، کهکشانها، انسان، من و شما غایب خواهیم بود.

ولی خوشبختانه برای هستی و حیات بشر، طبیعت نسبت به ماده و ضدماده بیطرف نیست. فیزیکدان روسی، آندره ساخاروف[۱۸۳] کشف نمود که طبیعت الویت کوچکی برای ماده قائل است. بدینصورت، برای هر یک میلیارد ضدکوارکی که از خلاء ظاهر می شوند، یک میلیارد و یک کوارک وجود خواهند داشت. کمی جلوتر، در $۱۰^{-۶}$ ثانیه (۲۷ صفحه بعد از دوران تورمی)، زمانیکه کیهان به اندازه کافی سرد شده تا اجازه دهد کوارک ها، پروتون ها و نوترون ها[۱۸۴] ضدکوارکها، ضدپروتونها و ضدنوترونها را (ضد باریون ها) بوجود آورند، بیشتر باریون ها و ضد باریون ها همدیگر را نابود کرده و به نور تبدیل می گردند. ولی مسئله مهم این است که کوارک ها خفیفا" تعدادشان بیشتر از ضدکوارک هاست و نتیجه بااهمیت این مسئله، ایجاد مقداری پروتون و نوترون می باشد. برای هر میلیارد ذره و

---

183 - Anereï Sakarov

۱۸۴ – جمع پروتون و نوترون، باریون* (**Baryon**) نامیده می شود.

ضدذره که همدیگر را نابود کرده و باعث ایجاد یک میلیارد فوتون می گردنـد، فقـط یـک ذره ماده باقی خواهد ماند. این نسبت در کیهان کنونی دقیقا" مشاهده شده اسـت. همـه ضدماده ها ناپدید می شوند.

یکی از ابرهای تاریکی که چشم انداز نظریه انفجار بزرگ را تیـره کـرده بـود، کنـار خواهـد رفت. مشاهدات مبهم که بدون توضیح مانده بودندپاسخ خود را خواهند یافت. اگر مقـدار فراوانی انرژی به داخل خلاء هدایت شود، ماده بوجود خواهد آمد. خلاء سرچشمه همه چیز است: کهکشانها، ستارگان، درختان، گلها، شما و من. اندیشه آفرینش از نیستی که تـا دیـروز وابسته به مذهب بود، امروزه از طریق اخترشناسی، پایه ای علمی کسب نموده است. ما در کیهانی مملو از ماده زندگی می کنیم. ما هرگـز ضدشـما و ضـدمن را در کیهـان مشـاهده نخواهیم کرد. چون طبیعت یک میلیاردیم بیشتر طرفدار کوارک اسـت تـا ضـدکوارک. در کیهان ذرات نور از نظر تعداد از اکثریت برخوردارند، چون بیشـتر ذرات مـاده و ضـدماده همدیگر را بلعیده و تبدیل به نور شده اند.

معجونی از کوارک ها، الکترونها، نوترینوها، فوتون ها و ضدذرات آنها که در لحظه $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه بوجود آمده اند، همگن نبوده و بصورت ناهماهنگ و بی قاعده پخش شده بودند. در برخی مناطق تراکم بیشتر از مناطق دیگر می بود. این بی نظمی در توزیع ذرات و ضـدذرات، بعـد ها موجب ایجاد ساختارهای کیهانی نظیر کهکشانها، ستارگان، سیارات و غیره گردیـد. شـکل گرفتن کیهان بصورت بلور نه تنها باعث شد کـه اولـین ذرات مـاده پدیـدار گردنـد بلکـه شرایط لازم برای ظهور هستی ما را نیز فراهم نمود.

البته توزیع ناهماهنگ ذرات مشمول الزامات شدیدی است. ناهماهنگی نبایـد زیـاد خفیـف باشد، زیرا ذرات نخواهند توانست پس از گذشت ۱۵ میلیارد سال از عمرشـان بـه انـدازه کهکشانیی با قطر صدها هزار سال نوری برسند. ناهماهنگی همچنین نباید زیاد شدید باشد چون همگنی و تجانس تابش برجا مانده که از آغاز آفرینش کیهان بما می رسد، بما اطلاع می دهد که ناهماهنگی و بی نظمی باید کمتر از ۰/۰۱ درجه باشـد. سـیمای دوگانـه کیهـان، ایـن هماهنگی تقریبا" کامل در سطح ماکروسکپی همراه با پدیده های عجیـب و غیرمعمـول در مقیاس میکروسکپی، ناهماهنگی ذرات را مشمول تعادل دقیقی خواهدنمود. ناهماهنگی و بـی نظمی نباید نه زیاد خفیف و نه زیاد بی رویه باشد. محاسبات مشخص نموده اند بـی نظمـی ناشی از دوران تورمی بسیارزیاد است (با مضربی بیش از ۱۰۰.۰۰۰ یـا بیشـتر). صـفحه کتـاب تاریخ که این مشکل را مطرح و حل می نماید هنوز نوشته نشده است. در انتظار مطالعـات و پژوهشهای آتی در این مورد، به مطالعه تاریخ کیهان ادامه می دهیم.

تبلور جدید کیهان

صفحه تاریخ را ورق می زنیم و دوران تورمی که اهمیت قابل ملاحظه ای برای هستی ما در بر داشت را پشت سر می گذاریم. در دوران انبساط سرسام آور، کیهان اندازه اش را از ذره ای با یک میلیارد میلیارد میلیارد کوچکتر از هسته اتم به اندازه یک پرتقال رسانید. در این مدت، کیهان بطور قابل ملاحظه ای سرد شد ولی انرژی آزاد شده از خلاء در دوران تبلور اولیه کیهان، یعنی زمانیکه نیروی هسته ای قوی از نیروی الکتریکی ضعیف جدا شده بود، باعث شد دوباره دمای کیهان بالا رفته و به $۱۰^{۲۷}$ درجه برسد. ما درست در $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه بعد از انفجار اولیه هستیم یعنی در صفحه دوازدهم کتاب تاریخ کیهان. کیهان پرتقالی انبساط خود را دنبال می کند ولی با آهنگی بسیار کندتر نسبت به گذشته، تقریبا" نزدیک به آهنگ انبساط فعلی کیهان بعد از ۱۵ میلیارد سال. در عصر تورم، فواصل مناطق مختلف کیهان از یکدیگر نسبت به زمان، افزایش شگفت انگیزی یافتند، در حالیکه از $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه تا ۳۰۰.۰۰۰ سال بعد از آفرینش کیهان، افزایش فواصل با آهنگی معادل با جذر مجذور زمان صورت می گیرد (به توضیح شماره ۵ مراجعه شود). در عصر تورم، همانطور که دیدیم، ابعاد کیهان با مضربی برابر با $۱۰^{۵۰}$ افزایش یافته بود ولی از $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه تا ۳۰۰.۰۰۰ سال، ابعاد کیهان با مضربی برابر با ۱۰ افزایش خواهد یافت. به سرعت سرسام آور دوران تورمی، حرکت لاک پشتی دوران بعد از تورم جایگزین خواهد شد.

در بیست صفحه بعدی کتاب تاریخ یعنی از $۱۰^{-۳۲}$ تا $۱۰^{-۱۲}$ ثانیه، کیهان به انبساطش ادامه داده، سردتر شده و از تراکمش کاسته می شود. در طول این مدت، پدیده مهمی اتفاق نمی افتد. فیزیکدانان، این دوران را به عبور از بیابان تشبیه می نمایند. کیهان مملو از کوارک ها، الکترونها، نوترینوها و ضدذرات آنهاست. دمای بسیار عظیم حاکم در کیهان موجب می شود این ذرات در تمام جهات بسوی یکدیگر پرتاب شده و با یکدیگر برخورد نمایند. برخورد ذرات با ضدذرات، برخوردی کشنده بوده و آنها سریعا" تبدیل به نور می شوند که همان فوتون ها هستند. همین فوتون ها نیز در این بازی مرگ آور شرکت کرده و دوباره زوج ذره – ضدذره را بوجود می آورند. آفرینش و انهدام با آهنگی جهنمی دنبال می شود.

در صفحه سی و دوم کتاب، یعنی در یک هزار میلیاردیم ثانیه ($۱۰^{-۱۲}$) بعد از انفجار اولیه، کیهان بسیار بزرگ شده است. در این زمان، کیهان تقریبا" به اندازه مدار زمین به دور خورشید انبساط پیدا کرده است. کیهان هنوز بسیار متراکم ($۱۰^{۱۲}$ برابر بیشتر از فشردگی هسته اتم) و بسیار گرم است ($۱۰^{۱۵}$ درجه).

در اینجا، حادثه مهم دیگری بوقوع پیوسته و کیهان مرحله جدیدی را در صعود بسوی تکامل دنبال خواهد نمود. در واقع، کیهان دوباره متبلور می گردد. سه نیرویی که در کیهان حکمفرمایی می کردند به چهار نیرو تبدیل می گردند. اتحاد دو نیروی الکترومغناطیس و هسته ای ضعیف شکسته شده و این دو نیرو از یکدیگر جدا می شوند. با نیروی گرانش و نیروی هسته ای قوی، منبعد، این چهار نیرو کیهان را کنترل خواهند کرد. این دولت چهار

نفری که در یکهزار میلیاریم ثانیه بعد از انفجار اولیه تشکیل شد، امـروزه هنـوز پابرجاسـت. همانند تبلور اولیه، کیهان در تبلوردوم نیز انرژی فراوانی را بدسـت خواهـد آورد ولـی ایـن انرژی بسیار کمتر از انرژی بار اول خواهد بود و در نتیجه، دوران تورمی دیگر تکرار نخواهـد شد و کیهان با حرکتی لاک پشتی انبساطش را دنبال خواهد نمود.

زندانی شدن کوارک ها

شش صفحه را ورق می زنیم، سن کیهان اکنون یک میلیونیم ثانیـه ($۱۰^{-۶}$) اسـت. انـدازه آن تقریبا" برابر با اندازه منظومه شمسی است و دمای آن به ۱۰.۰۰۰ میلیارد درجه رسیده است. با کاهش دمای کیهان، از فعالیت و انرژی ذرات و ضدذرات نیز بتـدریج کاسـته مـی شـود. فعالیت کوارک ها و ضدکوارک ها به اندازه کافی کند شده و نیروی هسته ای قـوی از ایـن مسئله استفاده می نماید و آنها را مجبور به ترکیب با یکدیگر می کند. نتیجه ایـن ترکیبـات، پیدایش ذرات آشنا نظیر پروتون ها، نوترون ها و ضدذرات آنها خواهد بود. همانند چوپـانی که سرانجام گوسفندانش را جمع آوری می کنـد، چـون آنهـا انـرژی لازم بـرای گـریختن را ندارند، نیروی هسته ای قوی نیز کوارک ها و ضدکوارک های بـی رمـق را جمـع آوری مـی نماید. ولی جمع آوری کوارک ها بصورت اتفاقی نخواهد بود بلکه نیروی هسته ای قوی آنهـا را سه به سه جمع آوری می نماید. بدینصورت، نیروی هسته ای قوی سه کوارک را بیکـدیگر جوش داده و پروتون و نوترون را بوجود می آورد. کوارک ها، خود، حسب بار الکتریکی شـان به دو طبقه تقسیم می گردند: کوارک نوع اول، کوارکی است با بار مثبت معادل دو سوم بار الکترون و کوارک نوع دوم، کوارکی است با بار منفی معادل یک سوم بار الکترون. پروتون که باری مثبت، برابر و مخالف بار الکترون دارد، از دو کوارک نوع اول و یـک کـوارک نـوع دوم تشکیل شده است. نوترون که فاقد بار الکتریکی است از یک کوارک نـوع اول و دو کـوارک نوع دوم تشکیل شده است. چون هستی و وجود پروتون ها، نوترون ها و ضدذراتشان وابسته به نیروی هسته ای قوی است، لذا پروتون ها، نوترون ها و ضدذراتشان، همگی با هم به اسم هاردون ها[۱۸۵] معرفی شده اند که معنایش در زبان یونانی " قوی" است. چون وجه مشخصه این دوران، هاردون ها هستند، بنابراین، این عصر به عصر هاردونیک* معروف است.

منبعد، کوارک ها و ضدکوارک ها آزادی خود را از دست خواهند داد. در تکامل کیهان، دیگر هرگز آنها را به حالت آزاد نخواهیم دید. برای آزاد کردن آنها، فیزیکدانان در لابراتورهـای هسته ای نظیر لابراتور هسته ای ژنو و در ماشین هـای عظـیم الجثـه بـا قطرهـای چنـدین کیلومتری، بارها و بارها پروتونها و نوترونها را با ذرات شتابدهنده حامل انرژی بسیار فراوان بمباران کرده اند ولی تا به امروز هرگز یک کـوارک آزاد نشـده اسـت. نیـروی قـوی کـه

[185] - Hardon

حقیقتا" لایق اسمش است، هرگز تسلط خود را بر کوارک ها رها نمی سازد. تـا نظـم نـوینی دیگر، کوارک ها ذراتی فرضی ناشی از تصورات فیزیکدانان تلقی خواهند شد. ولی بنظر مـی رسد وجود آنها برای درک خصوصیات ماده لازم و حتمی باشد.

اولین پیروزی ماده

با حبس شدن کوارک ها در پروتون ها و نوترون ها، کیهـان وارد عصـر هاردونیـک شـده و ماده در صعودش بسوی پیچیدگی و تکامل، مرحله مهم جدیدی را پشت سر می گذارد. ولی از دست رفتن آزادی کوارک ها و ضدکوارک ها تنها نتیجه قابل تحسین سرد شـدن کیهـان نیست. در واقع، دور جهنمی نابودی ماده به نور و تبدیل مجدد نور به ماده که شـامل تمـام ذرات و ضدذرات می بود نیز متوقف خواهد شد. در واقع، نابودی ماده و تبدیل آن به نـور ادامه پیدا خواهد کرد ولی تبدیل مجدد نور به ماده، بیش از پیش با مشکلات روبرو خواهـد شد. برای درک دلائل این مسئله باید از تعلیمات اینشتین درس گرفت که بموجب آن هـر ماده ای انرژیست. بموجب این اصل که متاسفانه دیوانگی بشر منجر به ساختن بمـب اتمـی شد، یک زوج ذره – ضدذره دارای جرم معینی (دو برابر جرم ذره) بـوده و بنـابراین دارای انرژی مشخصی نیز خواهد بود (برابر با جرم ذره – ضدذره ضربدر مجذور سـرعت نـور). ذره حامل نور یعنی فوتون برای تبدیل خود به زوج ذره – ضدذره باید حداقل، انـرژی جـرم زوج را دارا باشد. البته یک زوج نسبتا" جسیم همانند زوج پروتون – ضـدپروتون بـه انـرژی بیشتری احتیاج خواهد داشت تا یک زوج سبک تـر نظیـر زوج الکتـرون – ضـدالکترون (یـا پوزیتون).

باری، با انبساط کیهان و با سرد شدن آن، از انرژی فوتون ها رفته رفته کاسته می شـود: در یک ده هزارم ثانیه بعد از انفجار بزرگ، دمای کیهان به ۱۰۰۰ میلیـارد درجـه رسـیده اسـت. فوتون ها دیگر انرژی لازم برای تبدیل خـود بـه زوج پروتـون – ضـدپروتون یـا نـوترون – ضدنوترون را ندارند. زوجهایی که قبلا" وجود داشته، همدیگر را بلعیده و نابود شـده انـد. ذخیره پروتون ها، نوترون ها و ضد ذراتشان بسرعت به اتمام می رسد و چیزی جای آنهـا را پر نخواهد کرد. اکثر پروتون ها و نوترون ها به نور تبدیل مـی گردنـد ولـی چـون طبیعـت بمیزان یک میلیاردیم بیشتر خواهان ماده است تا ضدماده، برای هر یک میلیارد زوج ذره – ضدذره که همدیگر را بلعیده و به فوتون تبدیل می گردند، تنها یک ذره ماده زنده خواهـد ماند، چون این ذره زوج ضد خود را نخواهد یافت تا با هم به کام مرگ فرو روند. در اینجـا، شاهد اولین پیروزی ماده بر ضدماده هستیم.

بدینصورت، ده هزارم ثانیه بعد از ایجاد کیهان، بافت آنرا اساسا" فوتون ها، الکترون ها و نوترینوها و مقدار کمی نیز پروتونها و نوترونها با تعداد برابر با یکدیگر که از انهدام بزرگ گریخته اند، تشکیل می دهد.

اگرچه در جریان جدال بین ماده و ضدماده، قشون ضدماده شکست سختی خورده و ضدپروتونها و ضدنوترونها همگی از بین رفته اند، معهذا ضدماده به شکستش اعتراف نمی کند. ضدماده هنوز دارای قشون کاملی از ضدالکترونها (پوزیتونها) و ضدنوترینوها می باشد، در واقع، در دمای ۱۰۰۰ میلیارد درجه، فوتونها هنوز قادرند خود را به زوج الکترون – ضدالکترون و نوترینو – ضدنوترینو تبدیل نمایند. چون بین تبدیل نور به ذره و تبدیل ذره به نور تعادل وجود دارد، نتیجتا" فوتونها، الکترونها، نوترینوها و ضدذرات آنها به تعدادی برابر در کیهان وجود خواهند داشت. قربانی انهدام بزرگ یعنی پروتونها و نوترونها در میان ذرات کیهان به اقلیت کوچکی تبدیل می شوند. برای هر ۱۰۰ میلیون یا بیشتر از ذرات دیگر فقط یک پروتون و یا یک نوترون وجود دارد. عصر هاردونیک، عصر سلطه پروتونها و نوترونها به پایان رسید. اکنون بازیگران اصلی صحنه، ذرات سبک ترند که بوسیله نیروی هسته ای ضعیف به مصاف یکدیگر می روند. زمانیکه ساعت کیهانی، ده هزارم ثانیه را اعلام می نماید، عصر لپتونیک* [۱۸۶] شروع می شود (به یونانی کلمه لپتون بمعنای ضعیف است).

نوترینوها جداگانه عمل می کنند

در عصر لپتونیک، کیهان از فوتونها، الکترونها، نوترینوها و مقداری جزئی پروتونها و نوترونها تشکیل شده است. باستثنای نوترینوها، بقیه ذرات همگی بوسیله دمای شدید دائما" در تماس با یکدیگر قرار دارند. جابجایی هر ذره بلافاصله حاصلش، تماس با ذرات دیگر خواهد بود. بدینصورت، فوتون های حامل نور و اطلاعات بسختی می توانند از میان انبوه الکترونها، نوترونها و نوترینو ها عبور نمایند. نور که در لحظات اولیه، بسیار با انرژی بوده و از اشعه گاما تشکیل شده بود، کاملا" در محاصره قرار می گیرد. کیهان در این لحظات کاملا" تاریخ و کدر است و حتی قویترین تلسکوپ ها نیز قادر نخواهند بود از آن کسب خبر نمایند.

نوترینوها به سهولت و بدون ترکیب با ذرات دیگر در این جنگل انبوه ذرات آمد و شد می نمایند، چون آنها فقط بوسیله نیروی هسته ای ضعیف با ذرات دیگر ترکیب می شوند. همانطور که دیدیم، نفوذ نیروی هسته ای ضعیف در مقیاس میکروسکپی اعمال می گردد یعنی در حوزه ای با فواصل کمتر از یک ده میلیون میلیاردیم سانتیمتر. بعد از نیم ثانیه اول عمر کیهان (چهار صفحه جلوتر در کتاب تاریخ کیهان)، در حالیکه هنوز در عصر لپتونیک بسر می بریم، کیهان به اندازه کافی جسامت و فشردگیش را از دست داده و ذرات به اندازه

[186] - Leptonique

کافی بیکدیگر نزدیک نیستند تا نیروی هسته ای ضعیف بر آنها اعمال نفوذ نماید. نوترینوها آزادانه و بدون ترکیب با ذرات دیگر در آن میان میلولند. عدم ترکیب با ذرات دیگر به نوترینوها آزادی گرانبهایی را به ارمغان می آورد. هیچ چیز مزاحم اعمال آنها نخواهد بود. نوترینو ها با جست و خیزهای آزادانه کیهان را پیموده و آنرا از وجود خود مملو می سازند. نوترینوها که، در آغاز نیم ثانیه اول عمر کیهان، خود را از ذرات دیگر جدا کرده بودند، امروزه از نقطه نظر کثرت، بعد از فوتونها که تابش برجا مانده ۳ درجه کلوین را تشکیل می دهند، مقام دوم را در اختیار دارند.

درست در لحظاتی که این خطوط را می نویسم، صدها میلیارد نوترینو، زاده اولین لحظات آفرینش کیهان، به هر سانتیمتر مربع از پوست بدنم برخورد می کنند و با سرعتی نزدیک به سرعت نور از بدنم عبور می نمایند. هر سانتیمتر مکعب از فضا در بردارنده صدها نوترینوی فسیلی است. در کیهان، برای هر اتم، ۱۰۰میلیون نوترینو وجود دارد (در مقایسه با یک میلیارد فوتون). ولی با وجود کثرت عظیم نوترینوها در کیهان، تاکنون آنها عملا" ردیابی نشده اند. هستی آنها یکی از فرضیه های نظریه انفجار بزرگ است. دلیل عدم ردیابی آنها، عدم ترکیب نوترینوها با دیگر ذرات است. موج یابها و تلسکوپهای ما همگی از ذرات دیگر ساخته شده اند و اگر نوترینوها با ذرات دیگر ترکیب نشوند هیچگونه شانسی برای ردیابی آنها وجود نخواهد داشت. از سوی دیگر، نوترینوهای ابتدایی نیز با انبساط کیهان بسیاری از انرژی شان را از دست داده اند. حتی اگر امروزه بطور اتفاقی بتوان یک یا دو نوترینو را ردیابی نمود، آنها حتی انرژی لازم جهت ایجاد واکنشهای هسته ای با ذرات موج یاب را نخواهند داشت تا بدینوسیله وجود خود را ثابت نمایند. برای آشکار کردن نوترینوها باید تلسکوپ هایی با میلیون ها برابر دقت بیشتر و مدرنتر از تلسکوپ های کنونی ساخته شود، چیزی که امروزه هنوز قابل اجرا نیست.

بدینصورت، برعکس فوتون های تابش برجا مانده ۳ درجه که به آسانی بوسیله رادیو تلسکوپهای پنزیاس و ویلسون مشاهده شده بودند زیرا به آسانی با ماده ترکیب می شوند، نوترینوهای اولیه غیرقابل دسترس خواهند بود. تنها امید برای صحت هستی آنها، این است که نوترینوها دارای جرم باشند. ولی حتی با یک ده هزارم جرم یک الکترون، نوترینو ها بدلیل کثرت فراوانشان و بوسیله همین جرم بسیار کوچک، کیهان را از وجود خود پر کرده و بوسیله اثر گرانش خود، حرکات ستارگان، کهکشانها و حتی آینده کیهان را عمیقا" تغییر خواهند داد. در این مورد، در صفحات آتی زمانیکه بحث آینده کیهان بمیان کشیده می شود، صحبت خواهیم کرد.

عقب نشینی ضدماده

در عصر لپتونیک، علاوه بر جدا شدن نوترینوها از بقیه ذرات، نابودی کامل ضدماده ها نیز صورت خواهد گرفت. ساعت کیهانی ثانیه اول را اعلام می نماید. دمای کیهان هنوز ۱۰ میلیارد درجه است. چگالی آن هنوز آنچنان بالاست که یک سانتیمتر مکعب از کیهان، ۱۰۰ کیلوگرم وزن دارد. در این لحظه، دومین انهدام بزرگ برای ماده و ضدماده بوقوع می پیوندد و حادثه ای که قبلا" برای پروتون ها و نوترون ها اتفاق افتاده بود، اینبار برای الکترونها تکرار می گردد. فوتون ها، خسته و درمانده از انبساط کیهان، چنان ضعیف شده اند که نمی توانند خود را به زوج الکترون – ضدالکترون تبدیل نمایند. جفت هایی که قبلا" وجود داشته اند همدیگر را نابود ساخته و به فوتون تبدیل شده اند. ولی برای هر میلیارد زوجی که به نور تبدیل گردیده اند، فقط یک الکترون ، تنها و بدون زوج باقی خواهد ماند که از قتل عام گریخته است.

ماده همواره از برتری بسیار ناچیزی نسبت به ضدماده برخوردار است. طبیعت طرفداری از ماده را ادامه داده و اگر ضدماده یک میلیارد ضدالکترون بوجود می آورد، ماده با یک میلیارد و یک الکترون به مقابله آنها خواهد رفت. پیروزی ماده قطعی است و ضدماده با شکستی سخت عقب نشینی می نماید. کیهان در ابتدای اولین ثانیه هستی اش، چنان تنظیم شده بود که من و شما بوجود آئیم و نه ضدمن و ضدشما. از سوی دیگر، طبیعت در مورد پروتونهای حامل بار مثبت و الکترونهای حامل بار منفی بیطرف بوده و این بیطرفی باعث می شود که بارهای مثبت و منفی در کیهان برابر گردند و مجموع بار الکتریکی کیهان صفر شود. یعنی ما در کیهانی زندگی می کنیم که از نظر بار الکتریکی خنثی است.

بحران نوترونها

انهدام ضدماده موجب عدم تعادل بین نوترونها و پروتونها شده و نتایجی بس با اهمیت برای ترکیب شیمیایی آینده کیهان در بر خواهد داشت. همانطور که دیدیم، پروتونها با تعداد برابر با نوترونها در یک میلیونیم ثانیه اول هستی کیهان بوجود آمدند. باری از نظر طول عمر، پروتونها و نوترونها اساسا" با یکدیگر متفاوتند. یک پروتون تنها می تواند صدها هزار میلیارد میلیارد میلیارد سال (10^{31}) عمر نماید، یعنی عملا" تا ابد. نتیجتا"، پروتون ذره ای است تقریبا" پایدار و ثابت. برعکس، نوترون طبعی بسیار ناپایدار داشته و بسیار سریع به ذرات دیگر تجزیه می گردد. یک نوترون در حالت آزاد، تنها در عرض ۱۵ دقیقه به یک پروتون، یک الکترون و یا یک نوترینو تجزیه می گردد. این تجزیه را نیروی هسته ای ضعیف رهبری می نماید. بدینصورت، اگر نوترونها را تنها به حال خود گذاریم، همه آنها بعد از پانزده دقیقه کیهان را ترک کرده و نابود می شوند. ولی پروتونها به کمک آنها می آیند. پروتونها از ترکیب با الکترونها، نوترون یا نوترینوها را بوجود آورده و بدینصورت، تقلیل

نوترونها را جبران می نمایند. در اینجا نیز نیروی هسته ای ضعیف است که موجب این انفعالات می گردد.

قبل از اینکه ساعت کیهان ثانیه اول را اعلام نماید، نوترونهای ایجاد شده از ترکیب پروتونها و الکترونها برابر با نوترونهای از بین رفته ناشی از تجزیه آنها می باشند و بدینصورت تعداد نوترونها ثابت و برابر تعداد پروتونها باقی خواهد ماند. قبل از ثانیه اول، الکترونهای فراوانی برای ترکیب با پروتونها وجود داشتند ولی بمحض اینکه ثانیه اول اعلام می گردد، تقریبا" تمام الکترونها و ضدالکترونها همدیگر را نابود می سازند. نتیجتا" پروتونها قادر نخواهند بود به اندازه کافی الکترون پیدا کنند تا از ترکیب با آنها نوترون را بوجود آورند. بدینصورت، بتدریج جمعیت نوترونها تقلیل یافته و تعادل بین نوترونها و پروتونها از بین خواهد رفت. درست در ثانیه اول هستی کیهان، نسبت نوترونها به پروتونها دو به ده خواهد بود، یعنی برای هر دو نوترون، ۱۰ پروتون وجود خواهد داشت. این نسبت بطور قطعی ترکیب شیمیایی آینده کیهان را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

بدینصورت، اولین ثانیه هستی کیهان پایان می یابد. مهمترین حادثه ثانیه اول، بدون شک، ظهور ماده و ایجاد شرایط لازم فیزیکی برای صعودش بسوی تکامل و پیچیدگی است. اهمیت تعداد حوادثی که در یک ثانیه اول بوقوع پیوست بسیار با اهمیت تر از حوادثی خواهد بود که در 10^{17} ثانیه بعدی (۱۵ میلیارد سال بعد) صورت خواهد گرفت.

ماشینی که هلیم می سازد

پایان ثانیه اول هستی کیهان همچنین پایان عصر لپتونیک و آغاز عصر پرتوافکنی*[187] است، یعنی دوران حکمفرمایی فوتون ها. همانطور که دیدیم، این فوتون ها از ترکیب مرگ آور زوجهای پروتون – ضدپروتون و نوترون – ضدنوترون در انهدام بزرگ اولیه و از ترکیب زوج الکترون – ضدالکترون در انهدام ثانونیه بوجود آمده بودند. آنها از نظر تعداد بر پروتونها، نوترونها و الکترونهای نادر که از دو انهدام گریخته اند، برتری کامل دارند. برای هر پروتون یا الکترون در این لحظه، یک میلیارد فوتون وجود دارد. این نسبت تا به امروز هنوز ثابت باقی مانده است. کیهان مملو از فوتون و نوترینو که هنوز از ترکیب با هر ذره دیگر سرباز می زند، کیهانی است مملو از تشعشع و نور. معجون اولیه ذرات، تقریبا" همگی به نور تبدیل شده اند. فوتون ها از نقطه نظر انرژی نیز در کیهان حاکم بوده و آهنگ انبساط کیهان را کنترل می نمایند. انرژی یک ذره عبارت است از مجموع دو نوع انرژی : انرژی جرم (بموجب فرمول معروف اینشتین، انرژی برابر است با جرم ضربدر مجذور سرعت نور) و انرژی حرکت. چون فوتون ها فاقد جرم اند، بنابراین تمام انرژی آنها ناشی از حرکتشان خواهد بود.

[187] - Rayonnement

در ثانیه اول هستی کیهان، انرژی فوتون ها صد میلیون بار بیشتر از مجموع انرژیهـای جـرم و حرکت ذرات ماده (پروتونها، نوترونها و الکترونها) می باشد. با اینکه فوتونها از نظر تعـداد و انرژی در کیهان حکمفرمایی کامل دارند ولی قادر نیستند از میان انبوه الکترونهـا و پروتونهـا عبور نمایند. کیهان بخاطر این مسئله کیهانی اسـت تاریـک و کـدر. در ۱۰۰ ثانیـه بعـدی (دو صفحه بعدی کتاب تاریخ کیهان)، کیهان مرحله جدیدی بسوی تکامل را طی کـرده و تشـکیل هسته های اتم شروع می شود. هسته های اتم، بعدها، برای تشـکیل اتمهـا و مـواد شـیمیایی ضروری خواهد بود. برای تشـکیل هسـته هـای اتـم، کیهـان معمـار، از آجرهـای پروتـون و نوترون[۱۸۸] که در اختیار دارد استفاده خواهد کرد. سیمان لازم برای آجرها نیز نیروی هسـته ای ضعیف خواهد بود.

ساده ترین ساختار، طبعا" ساختاری خواهد بود که در آن فقط از یـک آجـر اسـتفاده شـده باشد. طبیعت، بدون شک، آجر محکم و پایداری را انتخاب خواهد نمود و پروتون این نقش را برای تشکیل هسته هیدروژن بخوبی اجرا خواهد کرد. نوترون کنار گذاشته می شـود، چـون هیچ معماری حاضر نیست ساختمانی بسازد که آجرهایش بعد از پانزده دقیقه تجزیه شوند. ساختار بعدی که کیهان معمار بوجود خواهد آورد از دو نوکلئون تشـکیل شـده اسـت. یـک پروتون و یک نوترون بوسیله نیروی هسته ای ضعیف یک " دوتـه رون "[۱۸۹] را تشـکیل داده که هسته دوته ریم*[۱۹۰] می باشد. ولی دوته رون ها عمری یکـروزه دارنـد. اتحـاد پروتـون – نوترون پایدار نبوده و در اولین ثانیه ها، اتحاد ضعیف شان بوسیله فوتـون هـای پـر انـرژی شکسته می شود. نتیجتا"، دوته رون ها بمحض آفرینش از بین می روند. تشکیل هسته با دو نوکلئون با اشکال روبرو می شود و امید ساختن هسته های پیچیده تر با ۳، ٤ یا ۵ نوکلئون نیز از بین می رود. در این لحظات، صعود بسوی تکامل متوقف می شود. خوشبختانه، کافی است منتظر ماند، چون بتدریج که کیهان انبساط می یابد، از انرژی فوتون ها کاسـته مـی شـود و بزودی فوتونها قدرت لازم برای شکستن دوته رونها را از دست خواهند داد. زمانیکه ساعت کیهانی ثانیه صدم را اعلام می کند، این پدیده بوقوع می پیوندد. در ثانیـه صـدم آفـرینش کیهان، دمای کیهان به یک میلیارد درجه کاهش یافته است. منبعد، تشکیل دوته رونها بـدون اشکال صورت گرفته و صعود بسوی پیچیدگی دنبال خواهد شد. هر دوته رون یک نوترون را بسوی خود کشیده و موجب تشکیل هلیم ۳ * می گردد (عدد ۳ نمایانگر تعداد نوکلئون هـا در هسته است). هلیم ۳ نیز با کسب یک پروتون، هلیم ٤ را بوجود می آورد. ترکیب هلیم ۳ با پروتون، با وجود مخالفت نیروی الکترومغنـاطیس صـورت مـی پـذیرد. در واقـع، نیـروی الکترومغناطیس سعی می نماید پروتون را از هسته هلیم ۳ دور سازد، زیرا بار الکتریکـی هـر

---

[۱۸۸] – پروتون و نوترون در مجموع نوکلئون (**Nucleon**) نامیده می شوند.

[189] - Deutéron

[190] - Deutérium

دو مثبت است. دمای کیهان (مسئول حرکات شدید ذرات) و جریان کوانتمی مخالفت نیروی الکترومغناطیس را خنثی می نمایند. هلیم ٤ برای ما آشناست. مسئول هوا رفتن بادکنک های زیبای بچه ها در پارکها، همین هلیم ٤ است (بادکنکها به آسمان می روند چون گاز هلیم داخل آنها سبکتر از هوای اطراف آنهاست).

پیشرفت متوقف می شود

هسته های هلیم ٤، مرکب از دو پروتون و دو نوترون برعکس دوته رون ها، بسیار محکم و پایدارند. این استحکام هلیم ٤ با تمام فوائدش، مشکل بزرگی را ایجاد خواهد نمود و آن جلوگیری مجدد از صعود بسوی تکامل است. نیرویی که باعث اتحاد نوکلئون های هلیم ٤ است به طریقی عمل می کند که نوکلئون ها در را بر روی خود بسته و از هرگونه اتحاد با نوکلئون های دیگر سرباز می زنند. کیهان معمار سعی می نماید ساختارهای پیچیده دیگری بوجود آورد و با افزودن نوکلئون های دیگر به هسته هلیم٤، لیتیم۵ [191]و یا بریلیوم۸ [192] را ایجاد نماید. ولی کوشش های آن بی ثمر است چون ساختارهای جدید بمحض ایجاد تجزیه شده و از بین می روند. اوضاع بسیار اضطراری است و کیهان زمان زیادی برای عکس العمل در اختیار نداشته و باید سریعا" عمل نماید. در مدت تشکیل دوته ریم و هلیم (تقریبا" سه دقیقه بعد از انفجار اولیه)، کیهان چنان رقیق شده که ذرات دیگر فرصتی ندارند همدیگر را ملاقات کرده و با یکدیگر ترکیب شوند و ساختارهای پیچیده دیگری را بوجود آورند. واکنش های هسته ای متوقف می شود.

در نتیجه، تشکیل ساختارهای پایدار به هسته های هلیم ختم می گردد. کیهان در صعودش بسوی تکامل به بن بست رسیده و قادر نیست جلوتر رود. پیشرفتش متوقف می شود. اولین اقدام کیهان برای رسیدن به زندگی و شعور با ناکامی مواجه می شود. اگر راه حلی برای این شکست پیدا نمی شد، امروز کیهان فقط مملو از گازهای هیدروژن و هلیم می بود. چنین کیهانی هرگز نمی توانست عناصر شیمیایی سنگینتر و پیچیده تری را ایجاد نماید، عناصری که اساس آفرینش درختان، گلها، میوه ها، زندگی، من و شما را تشکیل می دهند. کیهان، بعدها، مجددا" سعی خواهد نمود با ساختن عناصر سنگین به زندگی دسترسی پیدا نماید. این تلاش را متعاقبا" مشاهده خواهیم نمود. اکنون به خواندن کتاب تاریخمان برمیگردیم.

یک هسته هلیم برای دوازده هسته هیدروژن

---

[191] - Lithium
[192] - Béryllium

کیهان در صدمین ثانیه هستی اش، ترکیبی است از هسته های* هیدروژن، هسته های* هلیم٤ و مقداری جزئی از هسته های لیتیوم و دوته ریوم که همگی در بستری از نوترینوها و فوتون ها قرار گرفته اند. نوترینوها و فوتون ها با انبساط کیهان بخش مهمی از انرژی شان را از دست داده اند. اشعه گاما در لحظات اولیه تبدیل به اشعه ماوراء بنفش شده است. با کمی تمرین ریاضی می توان دقیقا" نسبت هسته های هیدروژن و هلیم را بدست آورد. چون هسته های هیدروژن منحصرا" از پروتون ها و هسته های هلیم از پروتون ها و نوترون ها تشکیل شده است، کافی است تعداد نوترونها را نسبت به پروتونها بدست آورد تا نسبت هسته هیدروژن به هسته هلیم مشخص گردد. قبلا" دیدیم در ثانیه اول کیهان بدلیل بحران در ایجاد نوترونها، از تعداد آنها کاسته شده و نسبت آنها به پروتونها ۲ به ۱۰ می بود. در ثانیه صدم، فاصله بیشتر می شود. در این لحظه، برای هر ۲ نوترون، ١٤ پروتون وجود خواهد داشت. ۲ پروتون از ١٤ پروتون با ۲ نوترون ترکیب شده و هسته هلیم را بوجود می آورند و ۱۲ پروتون بقیه، هسته هیدروژن را بوجود می آورند. بدینصورت، در پایان دقیقه سوم هستی کیهان، یک هسته هلیم برای ۱۲ هسته هیدروژن وجود خواهد داشت. چون هلیم از چهار نوکلئون تشکیل یافته، بنابراین وزنش چهار برابر هیدروژن است که فقط از یک نوکلئون تشکیل یافته است. نظریه انفجار بزرگ پیش بینی می کند تقریبا" یک چهارم جرم کیهان از هلیم و سه چهارم بقیه از هیدروژن تشکیل شده است (عناصر سنگین، لازمه زندگی، که ما از آنها ساخته شده ایم، حدودا" ۲٪ جرم کل کیهان را تشکیل می دهند).
واقعا" شگفت انگیز است! چون اخترشناسان دقیقا" همین رابطه را امروزه در ستارگان و کهکشانها مشاهده نموده اند. بنظر می رسد نسبت دو عنصر فراوان کیهان که در لحظات اولیه هستی کیهان بوجود آمده اند تا به امروز بدون تغییر باقی مانده است. این امر یکی از پیروزیهای بزرگ نظریه انفجار بزرگ می باشد.

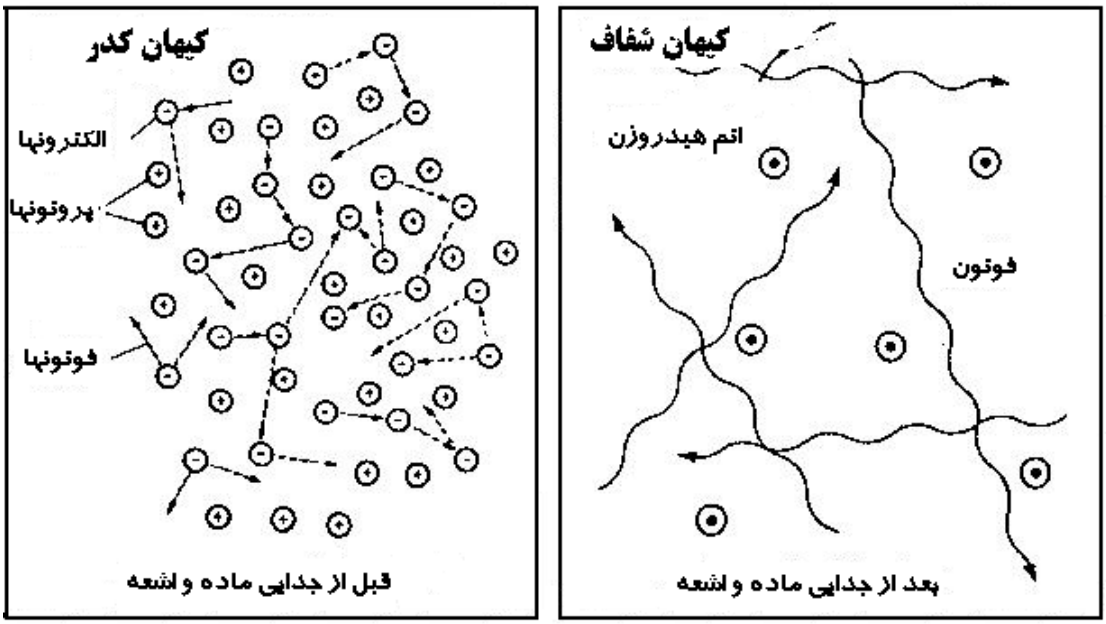
کیهان نقاب از چهره بر می دارد

از لحظه پایانی عصر شکل گرفتن هسته های هیدروژن و هلیم (این دوره به عصر ترکیب هسته ای* اولیه معروف است) تا ۳۰۰.۰۰۰ سال بعد، هیچ اتفاق مهمی در کیهان صورت نخواهد گرفت. درست بمانند این است که کیهان توقف کرده تا نفسی تازه کند. بدون شک، در این مدت، کیهان به انبساطش ادامه داده و رقیق تر و سردتر می گردد. درست قبل از اینکه ساعت کیهانی سیصد هزارمین سال هستی کیهان را اعلام نماید (۱۱ صفحه جلوتر در کتاب تاریخ کیهان)، دمای کیهان از یک میلیارد درجه در صدمین ثانیه به ۳۰۰۰ درجه کاهش می یابد، یعنی دمایی معادل با دمای سطح خورشید. این سردشدن کیهان همواره با تقلیل

انرژی فوتون ها همراه خواهد بود. نور ماوراء بنفش غیر قابل رویت که در کیهان منتشر بود تبدیل به نور زرد قابل رویت بمانند خورشید خواهد شد. کیهان هنوز تاریک است، حرکات فوتون ها که حامل نور و اطلاعات هستند همواره بوسیله انبوه الکترونهایی که آزاد مانده اند دچار اشکال می گردد. الکترونها هنوز نمی توانند با پروتونها ترکیب شوند و اتم هیدروژن را ایجاد نمایند. فوتونهای اطراف آنها هنوز از انرژی فراوانی برخوردارند. بمحض اینکه یک اتم تشکیل می شود، یک فوتون آنرا شکسته و هسته و الکترونش را آزاد می نماید.

زمانی که تقویم کیهانی سیصد هزارمین سال را اعلام می نماید، تغییراتی اساسی در کیهان شروع می شود، تغییراتی که تا ابد باقی خواهند ماند. منبعد، فوتونها انرژی لازم برای شکستن اتمها را نخواهند داشت. نیروی الکترومغناطیس وارد صحنه شده و هر پروتون را مجبور به جذب یک الکترون نموده[۱۹۳] و اتم هیدروژن را بوجود می آورد و هر هسته هلیم (۲ بار مثبت) را با ۲ الکترون ترکیب نموده و اتم هلیم را بوجود می آورد. برای اولین بار، ماده خنثی در حالت اتمی قدم به صحنه می گذارد.

حادثه مهم دیگر، کیهان سرانجام نقاب از چهره برداشته و خود را نمایان می سازد. چون تمام الکترونها در اتمها زندانی شده اند، بنابراین دیگر الکترون آزادی وجود نخواهد داشت تا مانع حرکت فوتونها گردد. نور از این به بعد، آزادانه حرکت خواهد نمود. کیهان تاریک به کیهانی شفاف تبدیل می گردد. ماده و نور که در ابتدا همواره با یکدیگر بودند، از این به بعد، هر یک راهی جداگانه را در پیش خواهند گرفت. (شکل ۲۸)



[۱۹۳] – بخاطر بیاورید بواسطه نیروی الکترومغناطیس، بارهای الکتریکی مخالف بسوی یکدیگر جذب می گردند.

شکل ۲۸ : جدایی بین ماده و نور. در مدت ۳۰۰.۰۰۰ سال اولیه هستی کیهان، فوتونها که تشکیل دهنده نور و اشعه هستند از چنان انرژی ای برخوردارند که مانع از ترکیب پروتون ها و الکترون ها برای تشکیل اتم های هیدروژن می شوند. پروتونها و الکترونها در حالت آزاد به هر طرف که بروند با فوتونها برخورد می نمایند. ماده و اشعه رابطه ای بسیار نزدیک با یکدیگر داشته و نوسانات تراکم (چگالی) بدلیل عدم جذب نوسانات، دیگر نمی تواند افزایش یابد. زیرا حرکات گرانشی بوسیله فوتونها دچار اشکال می گردد. متقابلا" حرکت فوتونها نیز بوسیله پروتونها و الکترونها با مشکل مواجه می شود. نور به آسانی نمی تواند به حرکت درآمده و خود را در کیهان منتشر نماید و نتیجتا"، کیهان تاریک و کدر خواهد بود (شکل a ۲۸).

۳۰۰.۰۰۰ سال بعد از انفجار اولیه، انبساط کیهان باعث کاهش انرژی فوتون ها شده و پروتون ها و الکترونها سرانجام از این فرصت استفاده کرده و با یکدیگر ترکیب می شوند و بدینصورت، اتمهای هیدروژن را بوجود می آورند. فوتونها دیگر، قادر نخواهند بود این اتمها را نابود نمایند زیرا فوتونها اکنون بسیار ضعیف بوده و نیروی لازم برای انهدام اتمها را در اختیار ندارند. تشکیل هیدروژن با انتشار فوتونها همراه خواهد بود، یعنی همان تابش برجا مانده ۳ درجه، قدیمی ترین فسیل کیهان. منبعد، اشعه و ماده از یکدیگر جدا شده و هر کدام در آینده کیهان راهی جداگانه در پیش خواهند گرفت. اشعه مزاحم حرکت ماده نشده و ماده نیز حرکت اشعه را آزاد خواهد گذاشت. کیهان شفاف شده و نوسانات تراکم سرانجام، با جذب نوسانات دیگر از طریق گرانش افزایش خواهد یافت. تشکیل ساختار کیهان شروع می شود (شکل b ۲۸).

فوتونهایی که از این سیصد هزار سال به ما می رسند، قدیمی ترین ذراتی هستند که بوسیله تلسکوپهای ما ردیابی شده اند. آنها همین تابش برجا مانده هستند که با انبساط کیهان، یکی از دو پایه اصلی نظریه انفجار بزرگ را تشکیل می دهند. البته این اشعه امروزه، دمای ۳۰۰۰ درجه و رنگ زرد خورشید را دارا نیست. دمای این اشعه بتدریج با انبساط کیهان تقلیل یافته است.[۱۹۴] در مدت ۱۵ میلیارد سال انبساط کیهان، اشعه کیهانی رنگ های مختلفی را بخود گرفته است : از زرد به پرتقالی، سپس به قرمز و قرمز پررنگ و سرانجام به نور غیرقابل رویت برای چشم ما. آسمانی که مانند خورشید می درخشید بتدریج جایش را به شبهای تاریک مملو از ستاره همانند شبهای زیبای تابستان واگذار می کند. تابش برجا مانده (اشعه کیهانی) امروزه چنان سرد شده (دمای آن، همانطور که دیدیم، ۳ درجه است) که فقط چشمان رادیویی قادر به رویت آن می باشند.

فرمانروایی ماده

درست زمانی که کیهان چهره اش را نمایان می سازد، قدرت نیز دست به دست گشته و از اشعه به ماده منتقل می شود. فوتون ها همواره از نظر تعداد بر ذرات دیگر برتری کامل

---

[۱۹۴] – تقلیل دما نسبتی معکوس با فاصله دو نقطه معین در کیهان دارد. برای مثال، اگر انبساط کیهان با مضربی برابر با ۲ صورت پذیرد، از دمای آن بمضرب یک دوم کاسته می شود.

دارند. برای هر یک پروتون یا نوترون، یک میلیارد فوتون وجود دارد ولی از نقطه نظر انرژی، اوضاع کاملا" تغییر می یابد. قبل از سیصد هزار سال، انرژی کیهان بیشتر از سوی اشعه صادر می شد تا از سوی ماده. این اشعه بود که نمایش را به اجرا در می آورد و انبساط کیهان را کنترل می نمود. ولی ماده تاخیرش را جبران می نماید و انرژی ماده برابر با انرژی اشعه خواهد شد. بتدریج که زمان سپری می گردد، انرژی ماده از انرژی اشعه بیشتر شده و فاصله آنها افزونتر می گردد. در کیهان امروزی، انرژی اشعه برابر است با یک هزارم انرژی ماده. عصر ماده* که از سیصد هزارمین سال هستی کیهان شروع شده بود هنوز ادامه دارد. این تغییر اوضاع بسادگی قابل تشریح است. کیهان بطور غیرارادی با ماده متحد می شود. انبساط کیهان بیشتر به نور صدمه می زند تا به ماده. اگر بخشی از کیهان را در نظر بگیریم، با گذشت زمان و انبساط کیهان، تعداد ذرات (نور یا ماده) در فضا تغییر نخواهد کرد. رابطه یک میلیارد فوتون به یک ذره ماده ثابت خواهد ماند ولی رابطه انرژی ها تغییر خواهد کرد. در حالیکه انرژی کل ذرات ماده[۱۹۵] در مدت زمان انبساط کیهان ثابت مانده و تغییر نمی کند ولی انرژی ذرات نور تقلیل می یابد (با نسبتی معکوس به ابعاد کیهان)، بدینصورت، انرژی ماده بتدریج از انرژی نور بیشتر شده و از آن سبقت می گیرد. (به توضیح شماره ۵ مراجعه شود)

کیهان در سیصد هزارمین سال هستی اش شفاف می شود، ماده حکمفرمایی کرده و اتم های هیدروژن و هلیم کیهان را از وجود خود مملو می سازند. کیهان آماده اتفاقات بعدی است.

دهکده ها و شهرهای کیهان

اکنون، دورانی که در ثانیه اول شروع و به سیصد هزار سال ختم می گردد را پشت سر می گذاریم. شناخت ما از این دوران بسیار با ثبات و همواره با یقین و اطمینان همراه بود. برعکس دوره قبل از آن (از $۱۰^{-۴۳}$ تا ۱ ثانیه) که نظریه های جدید وحدت چهار نیرو هنوز گامهای اولیه را برداشته و مسائل مطرح شده بیشتر بصورت فرضیه و با شک و تردید همراه بود.

ولی اکنون، مجددا" وارد عصری خواهیم شد که شک و تردید در تشریح آن حاکم است. این عصر اسرارآمیز، عصر تشکیل کهکشانهاست که ۲ تا ۵ میلیارد سال اول تاریخ کیهان را تشکیل داده است. در سالهای اخیر، اخترشناسان با مشاهدات دقیق دهها هزار کهکشان موفق به تهیه جداول و نقشه های مختلف از تقسیم کهکشانها در آسمان شده اند. این مطالعات بنوبه

---

[۱۹۵] – بگفته اینشتین، انرژی ماده اساسا" همان انرژی جرم است که از طریق رابطه "جرم ضربدر مجذور سرعت نور" حاصل می شود.

خود دوران تشکیل کهکشانها را واضع و مشخص ساخت. حتی قبل از اینکه طبیعت کهکشانها شناخته شود، پیشاپیش، تمایل آنها به نزدیک شدن بیکدیگر و تشکیل ساختارهای بزرگتر مشخص بود. کهکشانها همانند انسانها مایل به تشکیل اجتماعات بوده و از تنهایی و دوری بیزارند. مسلما" آنها مانند انسانها بدلیل احساسات و علائق به یکدیگر وابسته نبوده بلکه نیروی گرانش است که آنها را بیکدیگر مرتبط می سازد. نقشه های وضعیت سحابی ها*، این لکه های نورانی منتشر شده در آسمان که بعدها بصورت کهکشانها شناخته شدند که کاشف آنها، اخترشناس انگلیسی، جان هرشل[196] در سال ۱۸۶٤ بود، آشکارا نشان می دهند که بهترین محل جهت پیدا کردن سحابی، در مجاروت یک سحابی دیگر است. در ابتدای قرن بیستم، در سال ۱۹۰۸، اخترشناس سوئدی بنام کارل چارلیر[197] مدلی را ارائه نمود که در آن کیهان به درجات مختلف تقسیم شده و تمایل سحابی ها به گردهمایی تا ابد ادامه دارد: دو سحابی با هم یک زوج را بوجود آورده، دو زوج یک گروه، گروها با هم یک خوشه، خوشه ها با هم یک ابرخوشه و همینطور الا آخر.

در سال ۱۹۲۵، ادوین هابل، بطور قطعی طبیعت سحابی های خارج از کهکشانها را مشخص نموده و راه را برای شناخت از جهان خارج از کهکشان راه شیری هموار نمود. با عکسبرداری از ستارگان بسیار کم نور یعنی بسیار دور، با تلسکوپهای مستقر در کوهستان ویلسون در کالیفرنیا، اخترشناسان آمریکایی، ادوین هابل و "هارلو شاپلی"[198] مشخص نمودند کهکشان ما بخشی از یک ساختار بزرگ بنام گروه محلی* است. گروه محلی بغیر از کهکشان راه شیری، در بردارنده کهکشان آندرومد و دهها کهکشان کوتوله دیگر است که از میان آنها می توان اقمار کهکشانها و ابرهای کوچک و بزرگ ماژلان را نام برد. چنین گروههایی بطور متوسط دارای ابعادی معادل ۱۳ میلیون سال نوری بوده یعنی ۱۳۰ برابر بیشتر از قطر یک کهکشان و دارای جرمی معادل با ۱۰.۰۰۰ میلیارد بیشتر از جرم خورشید یعنی $۱۰^{٤٦}$ گرم می باشند (شکل ۲۹). اگر کهکشانها را بمنزله خانه های کیهان تصور نمائیم، گروهها بصورت دهکده های کوچک جلوه خواهند نمود.

در اواخر سالهای ۱۹٤۰، با راه انداختن تلسکوپ ۱/۲ متری اشمیت در کوهستان پالومار در کالیفرنیا، مرحله جدیدی از مطالعات طبقه بندی ساختار ماده در کیهان پشت سر گذاشته شد. این تلسکوپ مخصوص که برای عکسبرداری مناطق آسمانی در مقیاسی وسیع در نظر گرفته شده بود در عرض چندسال (بین سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۵٤) بطور کامل، آسمان را از نیمکره شمالی عکسبرداری نمود. این عکسها، واقعیت های جدیدی را نمایان ساختند. آنها مشخص نمودند کهکشانها در ساختارهای بزرگتری بنام خوشه های کهکشانی قرار دارند. این

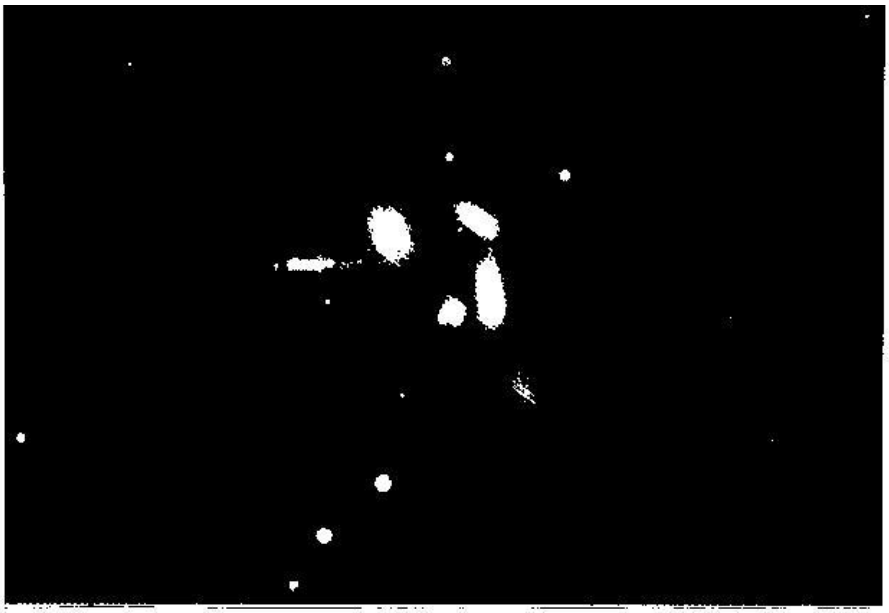
---

196 - John Hershel

197 - Carl Charlier

۱۹۸ - کسی که خورشید را از محل مرکزی راه شیری به کناره های آن قرار داد.

خوشه ها، مجموعه هایی از چندین هزار کهکشان مـی باشـند کـه بوسـیله نیـروی گـرانش بیکدیگر مرتبطند. اندازه متوسط آنها ۶۰ میلیون سال نوری بوده و جرم آنها معـادل چنـدین میلیون میلیارد برابر جرم خورشید می باشـد ($۱۰^{۴۸}$ گـرم) (شـکل ۳۰). از نیمکـره شـمالی، نزدیک به ۳۰۰۰ خوشه تاکنون شمارش شده است. این خوشه ها بمنزله شهرهای کیهان مـی باشند.

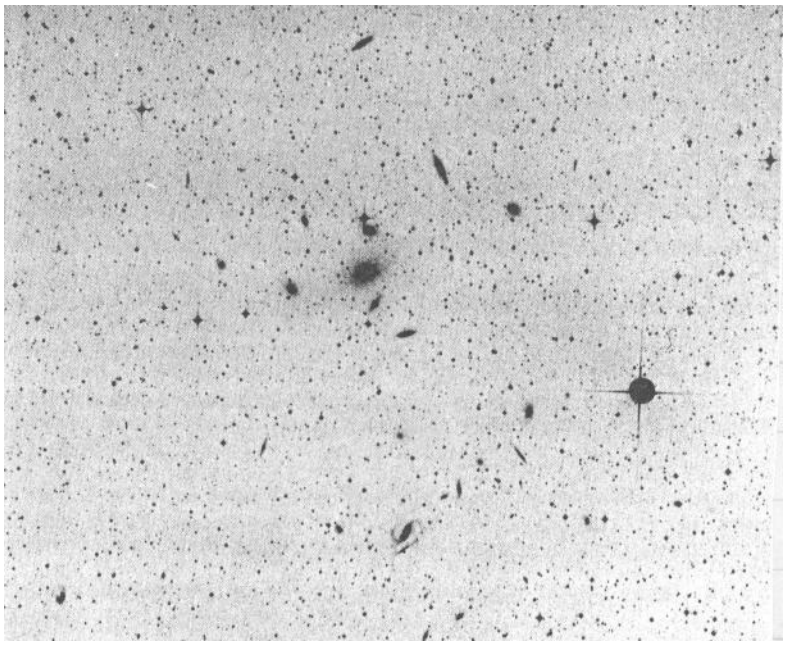


شکل ۲۹ : یک گروه از کهکشانها. عکس بالا، درخشنده ترین کهکشانهای یک گروه کهکشانی را نشان مـی دهـد. این گروه کهکشانی به "سکست دو سی فرت"[۱۹۹] معروف بوده و ۱۹۵ میلیون سال نـوری بـا مـا فاصـله دارد. بخش هایی از کهکشانها که نور کمتری داشته و بصورت مبهم و پاشیده بنظر می رسند، شـامل سـتارگانی مـی باشند که بدلیل واکنش های گرانشی از کهکشان مادر خود بیرون کشـیده شـده انـد. یـک گـروه کهکشـانی، عموما" ۲۰ کهکشان را در برداشـته، جرمـی معـادل ۱۰.۰۰۰ میلیـارد برابـر جـرم خورشـید را دارا بـوده و ابعـاد متوسطش ۱۳ میلیون سال نوری است.
این گروه کهکشانی همچنین بیانگر خطای چشم نیز می باشد. کوچکترین کهکشان، بشکل تقریبا" کروی در مرکز گروه، متعلق به این گروه نبوده و ٤/٥ برابر دورتر از این گروه قرار گرفته است. این کهکشان بصـورت اتفـاقی در راستای دید قرار گرفته است. همچنین به شکل ۳۲ نیز توجه گردد. عکس از : Hale Observatories

بنظرمی رسد سازمان ساختاری کیهان به خوشه ها ختم نگردد. در واقع، خوشه ها خود، گروه تشکیل داده و ابرخوشه ها را بوجود می آورند. هر ابـر خوشـه کـه ۵ تـا ۶ خوشـه را در بـر میگیرد، ابعادی معادل ۲۰۰ میلیون سال نوری داشته و جرمش معادل ۱۰ میلیون میلیارد برابـر جرم خورشید ($۱۰^{۴۹}$ گرم) است. ابرخوشه ها بمانند پایتخت های بزرگ کیهـان مـی باشـند.

[۱۹۹] - سکست دو سی فرت (**Sexette de Seyfert**) نام ستاره شناسی که کاشف این گروه کهکشانی بود.

بدینصورت، گروه محلی ما نیز بخشی از ساختار بسیار بزرگتری است که شامل چندین گروه و خوشه بوده و بـه ابرخوشـه محلـی معـروف اسـت. ایـن کشـف در سـال ۱۹۶۰، بوسـیله اخترشناس فرانسوی-آمریکایی بنام "ژرار دو وکولور"[۲۰۰] صورت گرفت (شـکل ۳۱). بنظـر می رسد پیش بینی های درخشان چارلیر، حداقل تا مقیاس ابرخوشه ها، به حقیقـت پیوسـته باشد.



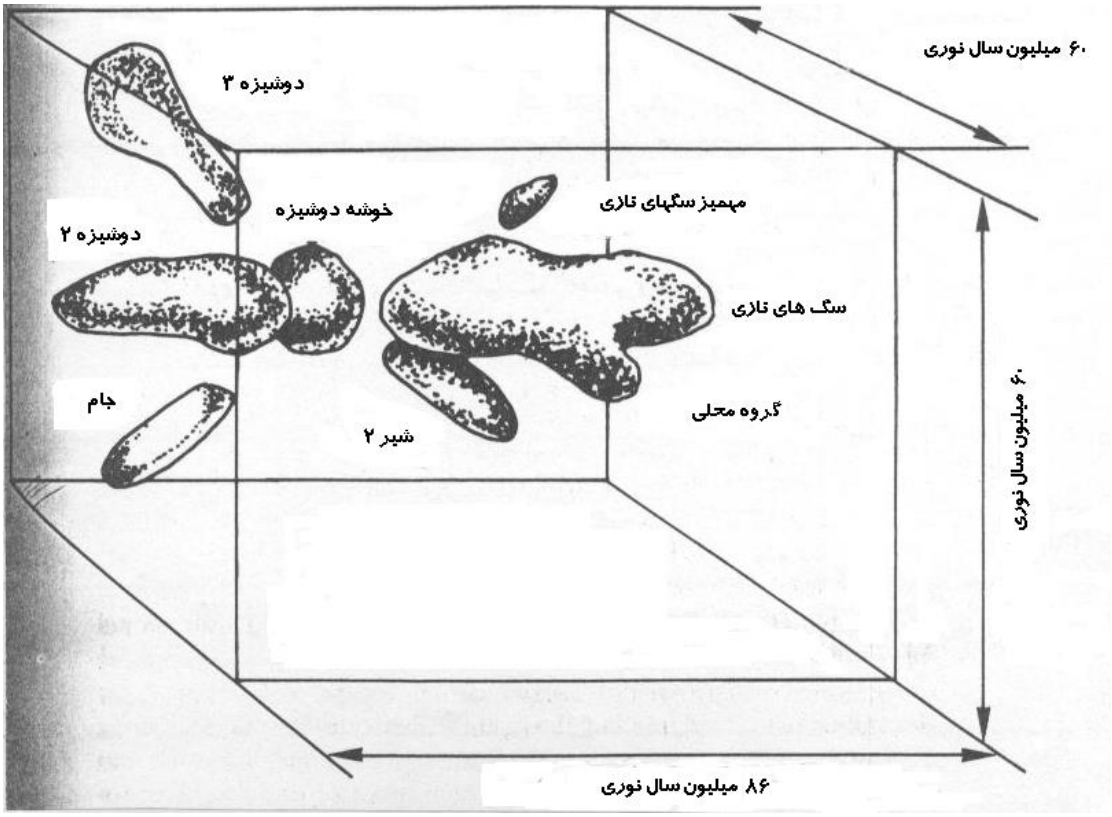
شکل ۳۰ : یک خوشه کهکشانی. این عکس درخشنده ترین کهکشانهای یک خوشه کهکشانی در جهت برج فلکـی طاووس[۲۰۱] که فقط از نیمکره جنوبی قابل رویت است را نشان می دهد. این خوشه در فاصله ۳۲۵ میلیون سال نوری قرار دارد. خوشه کهکشانی دربردارنده هزاران کهکشان بیضوی و حلزونی شکل مـی باشـد. کهکشـانهای بیضوی شکل بیشتر در مرکز خوشه قرار دارند. در عکس فوق، می توان یک کهکشان بیضوی شکل عظیم الجثـه را در مرکز خوشه مشاهده نمود. این کهکشان شبیه کهکشانی است که در شکل شـماره ٤٠ نشـان داده شـده است. در صورتیکه کهکشانهای حلزونی از نظر تعداد بیشتر بوده و در اطراف خوشه قرار گرفته اند. یک خوشه کهکشانی بطور متوسط، یک میلیون میلیارد ستاره بمانند خورشید را در برداشته و ابعادش معـادل ۶۰ میلیـون سال نوری است. عکس از : Royal Observatory Edinbourg

بافت کیهان : قرص ها، رشته ها، خلاء و حباب ها

پیشرفت عظیم در شناخت طبقه بندی ساختار کیهان انحصارا" از طریق مطالعه نقشـه هـای وضعیت کهکشانها صورت گرفت. تمایل کهکشـانها بـه گردهمـایی در یـک گـروه بوسـیله

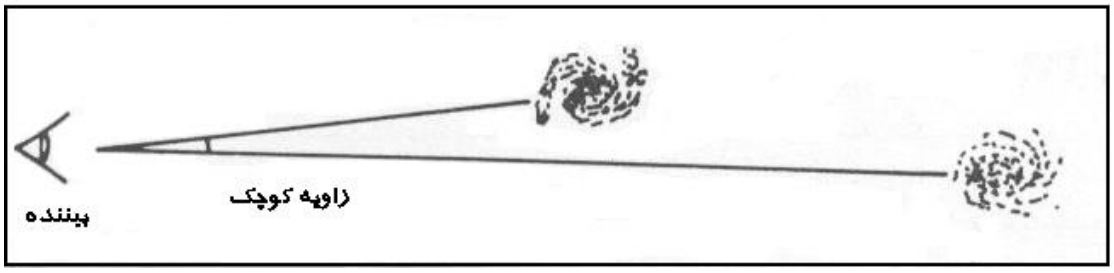
200 - Gérard de Vaucouleurs
201 - Pavo

وضعیت نقشه های آنها در آسمان مشخص می گردد. بعلت عدم آگاهی از فواصل کهکشانها، اخترشناس ناچار به صرف نظر از بعد سوم می بود یعنی کنار گذاشتن عمق کیهانی. با چنین روشی خطر اشتباه نیز زیاد بود. در واقع، بر اثر خطای چشم، دو کهکشان می توانند به ظاهر، در آسمان در کنار یکدیگر دیده شوند ولی در واقعیت بسیار دور از یکدیگر قرار گرفته باشند (شکل ۲۹ و ۳۲). این اثرات انطباق در مقیاس کوچک، زمانیکه خط سیر هدف کوتاه است، قابل صرف نظر است ولی در مقیاس خوشه ها یا ابرخوشه ها، زمانیکه خط سیر هدف بسیار بلند می باشد، اثر انطباق بسیار با اهمیت جلوه خواهد نمود.



شکل ۳۱ : ابرتوده های محلی. ابرتوده ها یا ابرخوشه های محلی بزرگترین ساختارهای ماده می باشند که تاکنون در کیهان ردیابی شده اند. کهکشان ما بخشی از گروه محلی است که خود نیز بخشی از ابرخوشه محلی می باشد که بصورت سه بعدی در تصویر بالا نشان داده شده است. ابر توده های محلی تقریبا" از ۱۰.۰۰۰ کهکشان تشکیل شده که در خوشه های مختلف نظیر خوشه دوشیزه[۲۰۲] یا در گروههای مختلف جمع آوری شده اند. ابرخوشه محلی به شکل صفحه مسطح می تواند در نظر گرفته شود. گروه محلی که در گوشه ای از این صفحه قرار دارد با سرعتی معادل ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه بسوی خوشه دوشیزه که در مرکز قرار دارد، سقوط می کند. این سقوط بدلیل اثر نیروی گرانش خوشه دوشیزه بر روی گروه محلی صورت می گیرد . تصویر از : R. B. Tully

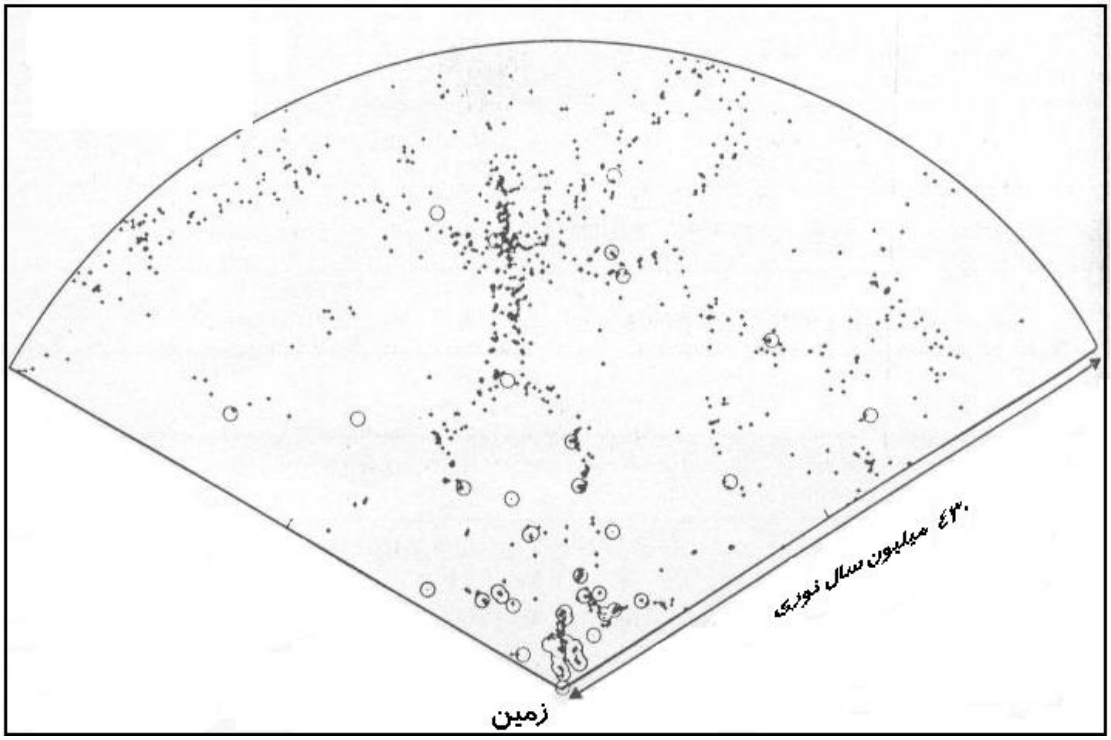
[۲۰۲] – ابرخوشه محلی ما نیز به ابرخوشه دوشیزه معروف است.



شکل ۳۲ : خطای چشم. این دو کهکشان در آسمان بسیار نزدیک بیکدیگر بنظر می رسند. زاویه ای که آنها را از یکدیگر جدا می سازد کوچک بوده و آنها تقریبا" روی یک خط سیر دید قرار دارند ولی در واقع، آنها با یکدیگر فاصله فراوانی دارند (برای یک مثال واقعی، به شکل ۲۹ مراجعه شود). تنها راه حل برای تعیین فاصله حقیقی، تعیین میزان انتقال بسوی قرمز نور آنها خواهد بود.

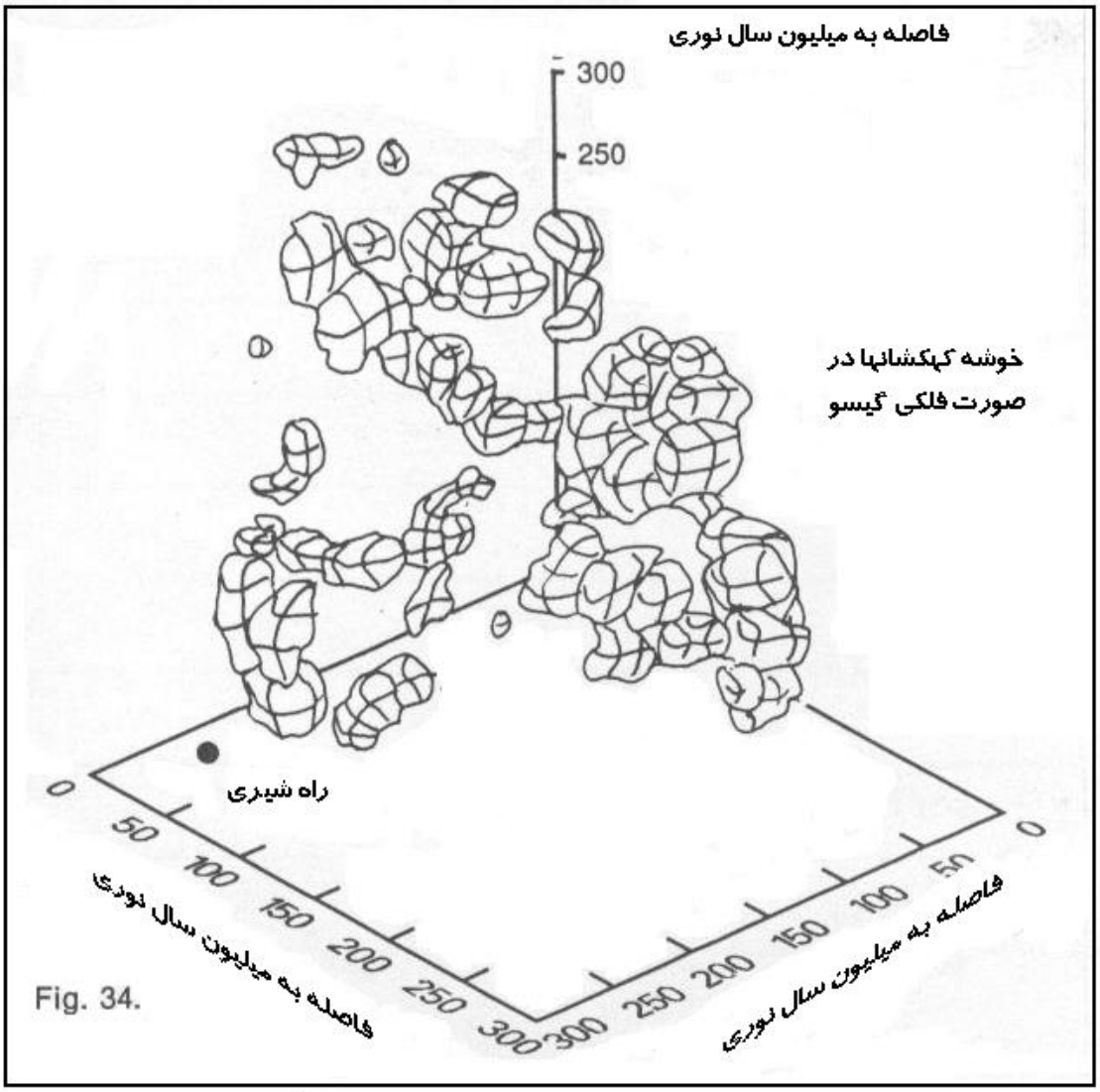
بدینصورت، برای کسب تصویری دقیق از ساختارهای کیهان در مقیاس وسیع، بعد سوم لازم است. امروزه، با تکنیکهای مدرن، تعیین فواصل کهکشانها سرانجام امکان پذیر شده است.
برای نفوذ عمقی در کیهان، کافی است به کشف هابل در سال ۱۹۲۹ اشاره شود. به موجب این کشف، نور کهکشانهای دوردست متمایل به رنگ قرمز است و هر چقدر کهکشان دورتر باشد انتقال بسوی رنگ قرمز بیشتر خواهد بود. با تجزیه نور کهکشان بوسیله دستگاه طیف سنج و با تغیین میزان رنگ قرمز، فاصله کهکشان حاصل می گردد. ولی تعیین فاصله کهکشانها از طریق عکسبرداری و سپس مطالعه نور آنها موجب اتلاف وقت می شد. خوشبختانه، با توسعه موج یاب های الکترونیکی، کار اخترشناس آسانتر شده است. این دستگاهها بسیار حساس تر از صفحات عکسبرداری هستند. آنها ذرات نور یا فوتون ها را یک به یک ردیابی کرده و اطلاعات لازم برای کهکشان را که هابل می بایست یک شب تمام برای کسب آن وقت صرف نماید، در عرض نیم ساعت ارائه می نمایند. با تکنیک های مدرن، چشم انداز کیهان بیش از پیش دقیق تر و واضح تر نمایان گردید. ابتدا، ابرخوشه های کهکشانی، بزرگترین ساختار شناخته شده در کیهان، بجای کروی بودن گاهی به شکل قرصهای مسطح و گاهی بصورت رشته های باریک و دراز مشخص گردیدند. ضخامت قرص ها که خود قطری برابر با ٤٠ میلیون سال نوری داشته، یک پنجم این قطر بود. در

مورد رشته های باریک، باید گفت آنها می توانستند تا صدها میلیون سال نوری در فضا پراکنده باشند ولی مسئله شگفت انگیز، کشف خلاء های* بسیار بزرگ در فضا بود، یعنی مناطق بسیار وسیع با ابعادی برابر با صدها میلیون سال نوری تهی از هرگونه کهکشان. می توان بمدت میلیونها سال نوری در فضا پیش رفت بدون اینکه حتی به یک کهکشان رسید. کهکشانها که بصورت قرص و رشته در کیهان توزیع شده اند فقط یک دهم حجم کیهان را تشکیل می دهند، نه دهم بقیه، خلاء و تهی از هر چیز است. مسئله شگفت انگیزتر این است که این خلاء ها بصورت گودالی کروی شکل بوده و بمانند حباب های صابون عظیمی که بر سطوح آنها ابرخوشه ها قرار دارند، بنظر می رسند (شکل ۳۳). این خلاء های بزرگ و عظیم همگی بوسیله شبکه های بسیار وسیعی با یکدیگر در ارتباطند. شکل کیهان را می توان به یک اسفنج تشبیه نمود. شما می توانید همواره از هر یک از گودیهای اسفنج با راههای پر پیچ و خم به گودی دیگر برسید (شکل ۳٤).



شکل ۳۳ : خلاء های بزرگ در کیهان. با تعیین میزان انتقال بسوی قرمز نور هزاران کهکشان و در نتیجه، تعیین فواصل آنها، اخترشناس توانست در بعد سوم فضا نفوذ نماید. نفوذ در عمق کیهان، دورنمای عجیب و شگفت انگیزی را آشکار نمود. در این شکل، توزیع عمقی درخشنده ترین ۱۱۰۰ کهکشان قابل رویت در برش کوچکی از فضا نشان داده شده است. امروزه، مشخص شده کیهان در بردارنده خلاء هایی بشکل کروی و گود با قطرهایی برابر با دهها میلیون سال نوری و فاقد هر نوع کهکشان است. آیا این خلاء ها در بردارنده کهکشانهای کم نورترند که قابل مشاهده نیستند؟ من و همکارانم نقشه ای فضایی از کهکشانهای کوتوله (

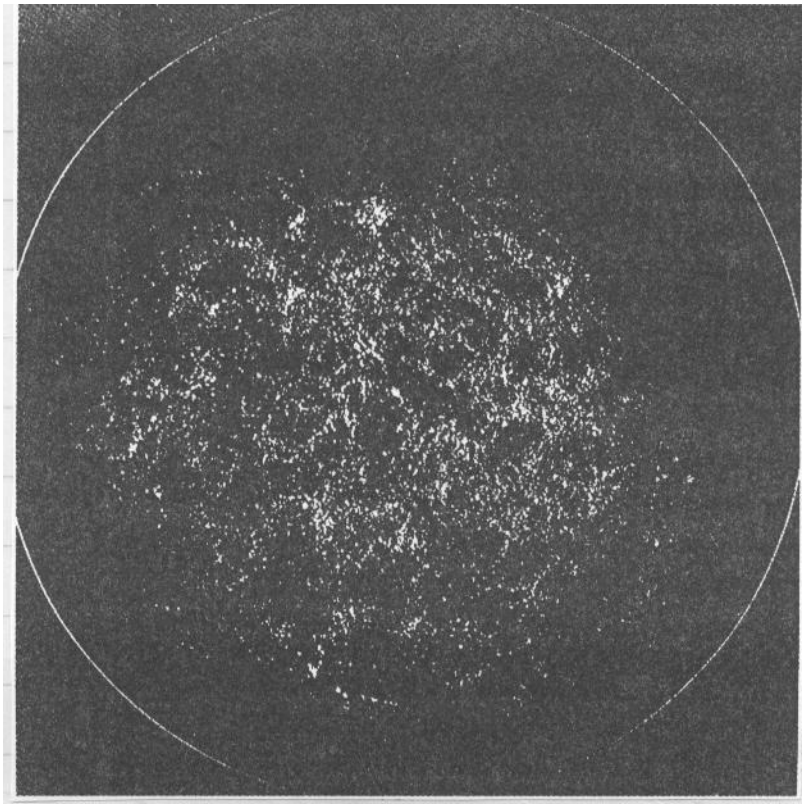
بسیار کم نور) را در همین برش فضایی نمایان ساختیم که بوسیله رادیو تلسکوپ صورت گرفت، زیرا آنها آنقدر کم نورند که بوسیله تلسکوپ های معمولی دیده نمی شوند. کهکشانهای کم نور بوسیله دایره های کوچک مشخص شده اند. نتیجتا" کاملا" واضح است که خلاء های کیهان بوسیله کهکشانهای کم نور پر نشده اند. تصویر از : Lapparent and Thuan



شکل ۳٤ : ساختار اسفنجی کیهان. توزیع سه بعدی درخشنده ترین ۱۰۰۰ کهکشان قابل رویت در نیم کره شمال شرقی آسمان در این شکل نشان داده شده است. کم نورترین کهکشان تقریبا" ۱۶۰۰ برابر کم نورتر از کم درخشنده ترین ستاره قابل رویت به چشم غیرمسلح می باشد. وضعیت انفرادی هر کهکشان بوسیله سطحی صاف به کهکشان دیگر مرتبط است. در این شکل، کهکشانها شبکه ای را تشکیل می دهند که در آن ساختارها با

یکدیگر در تماس بوده و حفره های خالی در میان آنها قرار دارند. شکل کیهان قابل تشبیه به اسفنج است. شبکه کهکشانها بمانند جداره های اسفنج بوده و خلاء کیهان بمانند سوراخ های اسفنج می باشد.
تصویر از : Davis

در مقیاس بزرگتر از ابرخوشه ها، چه چیزی وجود دارد؟ آیا بین ابرخوشه ها نظم خاصی وجود دارد؟ برای جواب به این سئوالات، آزمایش های متعددی بمنظور تجزیه نور بسیاری از کهکشانهای دور، یعنی بسیار کم نور، لازم است. برای این امر باید هنوز ۵ تا ۶ سال صبر نمود. ولی تا انتظار چنین روزی می توان نقشه ای از وضعیت انطباقی تعداد فراوانی از کهکشان ها (تقریبا" یک میلیون کهکشان) در منطقه بزرگی از آسمان تهیه نمود. این نقشه بمانند فرشی بسیار زیبا جلوه خواهد نمود که در آن ابرخوشه ها به اشکال قرص و رشته، نهاد فرش، خوشه ها (مناطق فشرده) گره ها و خلاء های بزرگ کروی، حلقه و شبکه های آنرا تشکیل می دهند (شکل ۳۵).



شکل ۳۵ : ساختار کیهان در مقیاس وسیع. با استفاده از وضعیت ظاهری کهکشانها در آسمان می توان تصویری در مورد ساختار کیهان در مقیاس بزرگ کسب نمود. نقشه آسمانی فوق، یک میلیون از کهکشانهای درخشنده را در نیمکره شمالی آسمان نشان می دهد (در این نقشه، کم نورترین کهکشان، ۱۶۰.۰۰۰ بار کم نورتر از کم نورترین ستاره قابل رویت به چشم غیرمسلح می باشد). این نقشه بوسیله محاسبات اخترشناسان آمریکایی

"شین "[203]و "ویرتانن"[204] و مطالعات رصدخانه " لیک"[205] در کالیفرنیا تهیه شده است. آنها با تقسیم آسمان به شبکه های مربعی کوچک و شمارش کهکشانها در هر یک از این شبکه ها به این نتیجه رسیدند. شمارش بوسیله دست انجام شده (و نه بوسیله ماشین های الکترونیکی که در حال حاضر صورت می گیرد) و شین و ویرتانن ۱۲ سال از عمرشان را صرف این کار نمودند. چشم اندازی شگفت انگیز ظاهر می گردد، کهکشانها فرشی کیهانی بافته که در آن ابرخوشه ها بصورت تاروپود فرش، خوشه ها بصورت گره های فرش و خلاء های بزرگ به مسافت دهها میلیون سال نوری شبکه ها و حلقه های فرش را جلوه گر می سازند. چگونه از یک کیهان ابتدایی بینهایت هماهنگ و متجانس، چنین پیچیدگی و عظمت بوجود آمده است؟ این سئوال هنوز بدون جواب باقی مانده و درحال حاضر، یکی از مشکل ترین و اساسی ترین مسئله برای اخترفیزیکدانان می باشد.

اکنون وظیفه و تلاش اخترفیزیکدان در درک این فرش خلاصه می شود، او باید کشف نماید این فرش چگونه بافته شده است. او باید شناختش را در مورد کیهانی که وصف آغاز و پایانش را می داند، کامل کند. در آغاز، ویژگیهای کیهان دارای نوسانی کمتر از ۰/۰۱ درصد می بود، مشاهدات کنونی تابش برجا مانده، صحت این مسئله را به اثبات رسانده است. پایان، ساختارهای قابل مشاهده کیهان کنونی است. کیهان چگونه توانست بین این دو نقطه عطف، چنین ساختار هایی با مقیاس های بسیار عظیم و شگفت انگیز از یک حالت کاملا" هماهنگ به وجود آورد؟ چگونه از سادگی، پیچیدگی ظهور نمود؟ نیروی گرانش به کمک ما آمده و به این سئوالات جواب خواهد داد.

بذرهای کهکشانها

در مدت ۳۰۰.۰۰۰ سال اولیه آفرینش کیهان، نیروی گرانش اگرچه همواره حاضر بود ولی مجزا از نیروهای دیگر، اداره امور کیهان را به نیروهای دیگر واگذار کرده بود. این نیروها با کمک خود به کیهان اجازه دادند تا اولین گامهایش را بسوی پیچیدگی بر دارد. نیروی هسته ای قوی موجب تشکیل هسته های اتم از کوارکها شده و نیروی الکترومغناطیس با اتحاد هسته اتمها و الکترونها، اتمها را بوجود آورد. ولی همانطور که دیدیم، تشکیل عناصر شیمیایی لازم برای صعود به سوی زندگی و حیات متوقف شده بود، اتمهای هلیم که بسیار با ثبات بوده، هرگونه اتحاد با ذرات دیگر را رد می کردند.

نیروی گرانش برای کمک وارد صحنه می شود. این نیرو، شانس دومی را به کیهان جهت کامیابی به پیچیدگی و تکامل اهداء نموده و در بیابان کیهانی، درختانی زیبا بوجود می آورد. این درختان، سیارات، ستارگان و کهکشانها می باشند.

---

[203] - Shane
[204] - Wirtanen
[205] - Lick

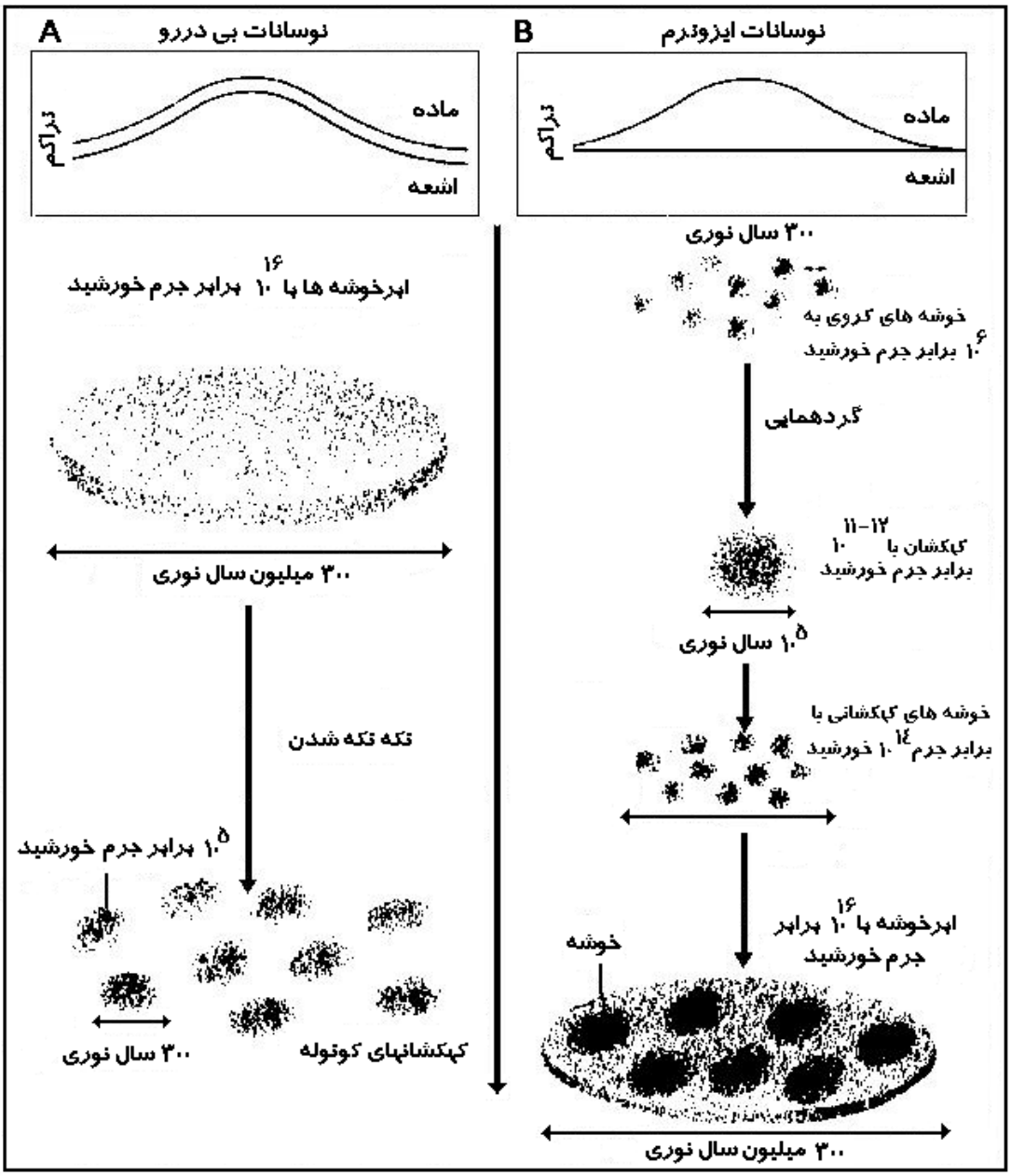
ولی کمی به عقب برگردیم و ببینیم چرا نیروی گرانش قبل از ۳۰۰.۰۰۰ سال نتوانست به کمک ما بیاید. همانطور که دیدیم، کیهان قبل از اینکه شفاف شود در پلاسمایی از نور و ماده غوطه ور بود. مسئله مهم و اساسی این بود که این پلاسما در همه کیهان یکنواخت توزیع نشده بود. اغتشاش و بی نظمی در بعضی مکانها بیشتر از جاهای دیگر می بود. حتما" بخاطر می آورید این اغتشاشات، این نوسانات چگالی* در دوران تورمی* بوجود آمده بود، یعنی در دوران تبلور کیهان. همانند آب که با تبلور شدن می تواند بصورت بیقاعده و بی نظم تبدیل به یخ گردد، کیهان نیز پلاسمایش را بصورتی ناهماهنگ متبلور می سازد. هستی ما به همین نوسانات چگالی وابسته است، چون همین نوسانات هستند که بذر ستارگان و کهکشانها را پاشیده و نیروی گرانش بعنوان باغبان، آنها را پرورش خواهد داد. بدون این بذرها، درختان حیات که کهکشانها هستند نمی توانستند وجود داشته باشند.

همانطور که قبلا" دیدیم، اغتشاشات اولیه از یکسو باید به اندازه کافی کم باشد تا نوسانات دمای بیش از دمای تابش برجا مانده (۳ درجه) را بوجود نیاورند و از سوی دیگر، باید به اندازه کافی زیاد باشند تا بتوانند ساختارهای کنونی کیهان بعد از ۱۵ میلیارد سال را بوجود آورند. ستارگان، کهکشانها، خوشه ها و ابرخوشه ها اگرچه با عاملی برابر با یک میلیون میلیارد از نظر جرم و از نظر ابعاد با یکدیگر اختلاف دارند ولی فقط جزئی ناچیز از امکان ایجاد تمام جرم ها و تمام ابعاد را تشکیل می دهند. اگر اغتشاشات اولیه ساختارهایی را بوجود می آورد که بزرگترین آنها به اندازه یک میکرب بود، تجربه با شکست روبرو می شد! نوسانات به دو نوع تقسیم می شوند. در یک نوع نوسان، اشعه و ماده یکنواخت و هماهنگ نوسان پیدا کرده بطوریکه رابطه یک میلیارد بین ذرات نور و ذرات ماده یعنی پروتون ها و نوترون ها، حفظ می شود. ثبات این رابطه " بی در روئی"[۲۰۶] و نوسانات این رابطه " نوسانات بی در رو"[۲۰۷] نامیده می شوند.

ولی در برخی مواقع، اشعه با ماده یکسان نوسان پیدا نمی کند. ماده نوسان پیدا کرده ولی اشعه کاملا" هماهنگ و ثابت باقی می ماند. در این حالت، دمای اشعه تغییر نمی کند و اشعه به " ایزوترم"[۲۰۸] و نوسانات ماده به " نوسانات ایزوترم"[۲۰۹] معروفند (شکل ۳۶).

---

206 - Adiabaticité
207 - Fluctuations adiabatiques
208 - Isotherme
209 - Fluctuations isothermes



شکل ۳۶ : بذر کهکشانها. برای تشریح ساختارهای قابل رویت در کیهان کنونی، اخترفیزیکدان باید از اغتشاشات یا نوسانات تراکم در آغاز آفرینش کیهان که نقش بذرهای کهکشانها را ایفا می نمایند، صحبت نماید. دو نظریه برای توضیح ساختارهای فعلی کیهان وجود دارد که بر اساس دو نوع از نوسانات تراکم پایه ریزی شده انـد. در حالت نوسانات "بی درو" (شکل a ۳۶)، تغییرات ماده و اشعه هماهنگ بـوده بطوریکـه رابطـه یـک میلیـارد فوتون با یک پروتون یا یک نوترون در کیهان ثابت می ماند. اشعه های متراکم از نوسانات گریخته و با به دنبال کشیدن ماده متراکم، موجب انهدام ساختارهای کوچک می شود. اولین ساختارهایی که بوجود می آیند، بعـد از اینکه نیروی گرانش نوسانات را افزایش داده، ابرخوشه ها به شکل قرص مـی باشـند (بـه شـکل ۳۷ مراجعـه شود). جرم این ابرخوشه ها، ۱۰ میلیون میلیارد برابر جرم خورشید است. این ابرخوشه ها، سپس به سـاختارهای کوچکتر تقسیم می شوند نظیر خوشه ها، کهکشانها و ستارگان. در حالت نوسـانات " ایزوتـرم" (شـکل b ۳۶)، فقط ماده متراکم می شود. اشعه کاملا" هماهنگ باقی می ماند. ساختارهای کوچک منهدم نمـی شـوند، چـون

اشعه ها در نوسانات زندانی نخواهند بود. اولین ساختارهایی که ایجاد می شوند، خوشه های کروی کوچک با یک میلیون برابر جرم خورشید خواهند بود. ساختارهای بزرگتر (کهکشانها، خوشه ها، ابرخوشه ها) بتدریج با گردهمایی ساختارهای کوچکتر بوسیله نیروی گرانش تشکیل می گردند.

نمایشگران درام : گرانش و انبساط

نیروی گرانش بذرها را رشد داده و آنها را تبدیل به ستارگان و کهکشانها می نماید. افزایش نیروی گرانش که ناشی از افزایش ماده یا اشعه موجود در نوسانات است، موجب جذب نوسانات اطراف نوسان اولیه شده و بدینصورت باعث افزایش نوسان اولیه می گردد. ولی قبل از اینکه ساعت کیهانی ۳۰۰.۰۰۰ سال را اعلام نماید، کوشش های نیروی گرانش نتیجه ای در بر نداشت. همانند فوتون ها که بدلیل تراکم پروتونها و الکترونها قادر نبودند آزادانه حرکت نمایند، الکترونها نیز آزادی عمل برای حرکت نداشته و هربار که تغییر مکان می دهند با فوتون ها برخورد می نمایند. پروتونها که ۱۸۳۶ بار سنگین تر از الکترونها هستند نیز مشکلاتشان برای حرکت بیشتر است. این مانع برای آزادی حرکت، مانع از هر نوع رشد نوسانات می گردد چون پروتونها و الکترونها، با وجود تمام سعی و کوشش نیروی گرانش برای نزدیک کردن آنها بیکدیگر قادر نیستند بهم نزدیک شده و با یکدیگر ترکیب شوند.
در تمام دوران ۳۰۰.۰۰۰ سال اولیه آفرینش کیهان، نوسانات بی درو تحت انهدام شدیدی قرار گرفته و بویژه نوسانات ضعیف وکوچک آنها از بین رفتند. در واقع، فوتون های موجود در نوسانات تحمل همجواری را نداشته و مایل به گریز و پخش شدن در بیرون نوسانات می باشند. آنها زمانی موفق به گریز می شوند که نوسانات کوچک و ضعیف باشند. فوتون ها اضافه ذرات ماده را بدنبال خود به بیرون هدایت نموده بطریقی که رابطه فوتون – باریون* ثابت بماند. بدینصورت، آنها نوسانات را نابود می سازند، تنها نوسانات بزرگ و قوی از انهدام نجات خواهند یافت.
لحظه جادویی ۳۰۰.۰۰۰ سال فرا می رسد. کیهان شفاف شده و الکترونهای حبس شده در اتم های دیگر مانع حرکت فوتون ها نخواهند شد. ممنوعیت رشد نوسانات برطرف می گردد. ماده اکنون می تواند بدون اینکه اشعه مانع حرکتش شود، آزادانه جابجا گردد. نیروی گرانش وارد صحنه شده و ماده را بسوی تراکم شدید می کشاند. بذرها سرانجام، شروع به جوانه زدن می کنند. از سوی دیگر، جدایی بین اشعه و ماده موجب توقف انهدام نوسانات می گردد. فوتونها دیگر نمی توانند پروتون ها و نوترون ها را به خارج نوسانات هدایت نمایند. منبعد، پروتون ها و نوترون ها می توانند آزادانه رشد نمایند.
ولی شاهکار نیروی گرانش پایان نیافته و این نیرو باید مدام با انبساط کیهان در جدال باشد زیرا انبساط همواره سعی به دورکردن پروتون ها و نوترون ها دارد. از ۳۰۰.۰۰۰ سال تا به

امروز، فاصله کهکشانها با عاملی معادل ۱۰۰۰ افزایش یافته و تراکم متوسط (چگالی متوسط) کیهان با عاملی معادل یک میلیارد کاهش یافته است. این انبساط موجب رقیق شدن "ناهمگنی ها "[۲۱۰] شده و قدرت جذب آنها را تضعیف م می سازد. با گذشت زمان، بتدریجتوسعه بی نظمی ها یا اغتشاشات با اشکال روبرو می شود. این حالت مشابه با وضعیت اسبی است که در میدان اسبدوانی شجاعانه سعی به رسیدن خط پایانی را دارد در حالیکه پیست اسبدوانی بدون وقفه بلند و بلندتر می شود. نتیجه مسابقه را می دانیم. قدرت گرانش پیروز می شودو اسب سرانجام از خط پایانی عبور می نماید. توسعه بی نظمی ها سرانجام به نقطه ای حاد خواهد رسید. در این نقطه تراکم آنها آنچنان شدید و قدرت گرانش آنها چنان فراوان است که بی نظمی ها و اغتشاشات خودشان را از ناوگان انبساطی جدا کرده و بر روی خود فرو می پاشند و ستارگان، کهشانها، خوشه ها و ابرخوشه ها را بوجود می آورند. چون این ساختارها دیگر در انبساط کیهان شرکت نمی نمایند، نتیجتا" از سردشدن عمومی نجات پیدا کرده و شرایط ایجاد حیات را بوجود خواهند آورد. از نزدیک این مسئله را مطالعه می نمائیم.

جرم غیرقابل رویت کیهان

ولی قبل از تحلیل جدال گرانش و انبساط و مطالعه چگونگی ایجاد ستارگان، کهکشانها و غیره، لازم است به یک مسئله اساسی اشاره شود که عبارت است از مقدار جرم حاضر در کیهان. مقدار جرم موجود در کیهان از طریق نیروی گرانش به مقابله با انبساط کیهان برخواسته و آنرا کنترل می نماید. بنظر شما مسئله ساده خواهد بود، چون برای محاسبه جرم کل کیهان کافی است تعداد ستارگان و کهکشانها شمارش شوند. متاسفانه، مشکل آنقدرها هم ساده نیست. اخترشناس می تواند به آسانی اجرام آسمانی که از خود اشعه صاعد می نمایند را شمارش نماید. این اشعه ها، اشعه گاما، اشعه ایکس، اشعه ماوراء بنفش، اشعه قابل رویت، امواج مادون قرمز یا امواج رادیویی می باشند، بشرطی که همگی آنها قابل رویت بوسیله تلسکوپ باشند[۲۱۱]. ولی باید گفت در کیهان، همه اجرام از خود نور صاعد نمی نمایند: سیاهچاله یکی از آنها می باشد. اخترشناس تمام نیرو و تلاش خود را برای شناختن اجرام نامرئی بکار می برد (در فصل بعدی در اینمورد صحبت خواهد شد)، نتایج حاصله هنوز کامل و رضایت بخش نیست، ولی می توان با یقین و اطمینان گفت کیهان ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بیشتر دارای جرم غیرقابل رویت است تا جرم قابل رویت. بنظر می رسد کیهان قابل رویت فقط بخش کوچکی از کیهان کل را تشکیل می دهد.

---

210 - Inhomogénéité

۲۱۱ – منبعد، هروقت صحبت از قابل رویت می شود، منظور قابل رویت بوسیله تلسکوپ است.

مقدار کل ماده نه تنها سرنوشت نوسانات را کنترل می نماید بلکه حتی سرنوشت کیهان نیز در دست آن است: اگر چگالی (جمع جرمهای قابل رویت و غیرقابل رویت تقسیم بر حجم) متوسط بیشتر از چگالی بحرانی* یعنی سه اتم هیدروژن در مترمکعب باشد، نیروی گرانش به اندازه کافی قدرت خواهد داشت تا انبساط کیهان را متوقف نماید و روزی در آینده بسیار دور، کیهان بر خود فرو خواهد پاشید. در این حالت، می گوئیم کیهان "بسته *" است. اگر در هر مترمکعب کیهان بطور متوسط کمتر از سه اتم هیدروژن وجود داشته باشد، انبساط کیهان ابدی خواهد بود. در این حالت، "کیهان باز*" است (به توضیح شماره ۵ مراجعه شود). در حال حاضر، هنوز از مقدار صحیح جرم موجود در کیهان اطلاع دقیق در دست نیست. ما نمی دانیم کیهان باز است یا بسته. پس چگونه می توان حکایت مربوط به رشد بذرهای کهکشانها را ادامه داد؟ برای این منظور باید از کیهان های بازیچه ای کمک گرفت.

کیهانهای ساختگی

در میان علوم صحیح، علم اخترفیزیک مکانی جداگانه دارد. برای این علم نمی توان بمانند علوم دیگر نظیر فیزیک، شیمی یا بیولوژی، در لابراتورها دست به آزمایش زد. تجربه فقط یکبار، در حدود ۱۵ میلیارد سال پیش صورت گرفته و بس. ما قادر نیستیم ستارگان و کهکشانها را در آزمایشگاهایمان مجددا" بصورت اولیه تولید نمائیم، فقط قادر خواهیم بود آنها را از دور مشاهده کنیم.

با این وجود، با بکارگیری کامپیوترهای قدرتمند که قادرند میلیاردها محاسبه را در یک ثانیه انجام دهند، اوضاع تغییر کرده است. با توجه به عدم امکان تجربه در لابراتورها، اخترفیزیکدانان با استفاده از کامپیوترهای پرقدرت تکامل ساختارهای کیهان را بررسی می نمایند. با ساختن مصنوعی ستارگان، کهکشانها، خوشه ها، ابرخوشه ها و سرانجام کیهان، کامپیوتر کیهانهای بازیچه ای متعددی را برایمان بوجود می آورد. چون اکثر این کیهانها با کیهان حقیقی متفاوتند، به آنها اسم بازیچه داده شده است. برای ایجاد یک کیهان بازیچه ای، اخترفیزیکدان شرایط اولیه کاملی را در اختیار کامپیوتر قرار می دهد. از نظر او، این شرایط، ویژگی های معتبر و معقول کیهان در سال ۳۰۰.۰۰۰ می باشند، یعنی زمانیکه اشعه و ماده از یکدیگر جدا شدند. از سوی دیگر، اخترفیزیکدان باید چگالی کل ماده (قابل رویت و غیرقابل رویت)، اجزاء مختلف ماده (پروتون ها، نوترون ها، الکترونها، نوترینوها و غیره) و نوع نوسانات اولیه (بی درو یا ایزوترم) را به کامپیوتر اعلام نماید. سپس اخترفیزیکدان، تکامل ماده را به قوانین گرانش واگذار می کند. بدینصورت، کامپیوتر میتواند حرکات میلیونها کهکشان را دنبال نماید. بعد از تکاملی ۱۵ میلیارد ساله (کامپیوتر فقط چند ساعت برای این

کار وقت صرف می نماید)، یعنی بعد از اینکه فاصله دو نقطه فرضی در کیهان بـا عامـل ۱۰۰۰ افزایش یافته، اخترفیزیکدان به کامپیوتر دستور مـی دهـد محاسـبات را متوقـف نمـوده و تصویری از آنها را ارائه کند. سپس وی این تصویر را با کیهان حقیقی مقایسه می نمایـد. اگـر تصویر حاصله اختلاف فراوانی با کیهان حقیقی داشته باشد، تصویر کامپیوتری جایش در زباله دان خواهد بود. اخترفیزیکدان دوباره سراغ کامپیوتر رفته و تصویری دیگر با شـرایط اولیـه خفیفا" متفاوت بوجود می آورد و آنقدر این مسـئله را ادامـه مـی دهـد تـا اینکـه تصـویر کامپیوتری با تصویر کیهان حقیقی یکسان شود. بدینصورت، اخترفیزیکدان نتیجه گیـری مـی نماید شرایط اولیه داده شده به کامپیوتر تقریبا" با شرایط کیهان در سال ۳۰۰.۰۰۰ برابر است و بدینصورت، او پرده از راز این دوران اسرارآمیز برمی دارد. ولی بیائیم از نزدیک کیهانهـای بازیچه ای را مطالعه نمائیم.

قرص های بسیار کوچک، بذرهای بسیار بزرگ

برای اولین کیهان بازیچه ای ما، فرض را بر این قرار می دهیم که کیهان انبساطی ابدی داشته باشد. نتیجتا"، چگالی متوسط ماده این کیهان باید کمتر از چگالی بحرانی سه اتم هیدروژن در مترمکعب باشد. چگالی متوسط این کیهان را به یک پنجم چگالی بحرانی در نظر مـی گیـریم. چرا یک پنجم؟ سهم اجرام نورانی کیهان نظیر ستارگان و کهکشانها فقط یـک پنجـاهم چگـالی بحرانی است. همانطور که در فصل بعدی خواهیم دید، مطالعات در مورد حرکات کهکشانها در خوشه ها نمایانگر این مسئله است که در کیهان ۱۰ برابر بیشتر جرم غیرنورانی وجود دارد تا جرم نورانی. بنابراین چگالی متوسط کل ماده یک پنجم خواهـد بـود. از سـوی دیگـر، ایـن نسبت با مقدار ماده لازم جهت تولید عناصر اولیه* مانند هلیم* و دوته ریم* در مـدت سـه دقیقه اول آفرینش کیهان و با عناصر قابل مشاهده در ستارگان و کهکشانها مطابقـت دارد. سپس برای این کیهان، نوسانات بی درو را در نظر می گیریم، یعنی نوساناتی که در آن مـاده و اشعه هماهنگ عمل می نمایند، زیرا نظریـه وحـدت نیروهـا، کیهـان را در لحظـات اولیـه آفرینشش، بوسیله این نوسانات توصیف می نماید. بعد، خودمان را درست در لحظه ۳۰۰.۰۰۰ سال آفرینش کیهان در نظر می گیریم. از این لحظه به بعد، اشعه از مـاده جـدا مـی شـود. الکترونها در اتمها حبس شده اندو ناپدید شدن آنها از مسیر ذرات، به نیروی گرانش نقشـی اساسی در تشکیل ساختارها خواهد داد. نیروی گـرانش بـا جـذب مـاده بسـوی نوسـانات متراکم، آنها را بیش از پیش فشرده تر (چگال تر) نموده تا جائیکه آنهـا بـر روی خـود فـرو میپاشند.

قبل از سیصد هزارمین سال، الکترونهای آزاد بر روی نوسانات متـراکم فشـاری را وارد مـی کردند که از هر طرف یکسان بود. فشار جهت مشخصی را در نظر نمی گرفت و اگر نیـروی

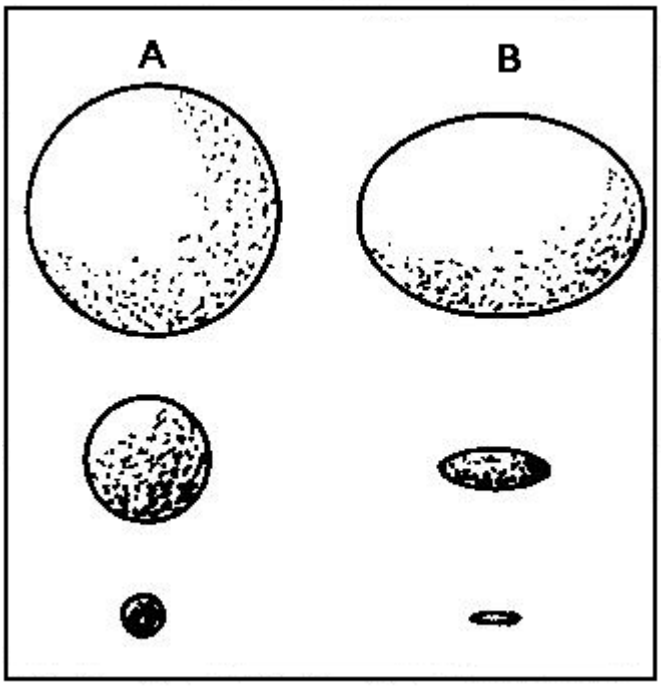
گرانش در این لحظات می توانست عمل کند، بدون شک، کلیه اشکال ایجاد شده همگی، کروی شکل می شدند. بعد از ناپدید شدن الکترونهای آزاد، نیروی گرانش بدون کمک فشار همسان[۲۱۲] ، اشکال مسطح، قرص مانند و ریشه ای بوجود می آورد. درک این مسئله با توجه به اینکه حرکات در فضا در سه جهت قائم بر یکدیگر، جهات بالا و پائین، چپ و راست و عقب و جلو، منطبق است، قابل فهم خواهد بود. شکل کروی ناشی از حرکات فروپاشی است که دارای دامنه های کاملا" یکسان بوده و دقیقا" در یک لحظه در سه جهت مختلف بوجود آید، وضعیتی که امکانش کم است. سعی کنید با سه نفر که هر سه کار پرمشغله ای داشته و در فواصل بسیار دور از یکدیگر قرار دارند، در محلی قرار ملاقات بگذارید. خواهید دید شانس اینکه هرسه با هم به آن محل برسند کم خواهد بود ولی شانس اینکه دو نفر یا سه نفر جداگانه به محل ملاقات برسند بیشتر می باشد. بهمین صورت، شانس اینکه فروپاشی افزایش تراکم فقط در یک جهت و حرکت انبساطی یا فروپاشی در دو جهت دیگر بصورت بسیار کند صورت گرفته باشد زیاد است. بدین صورت، ساختارهای مسطح به شکل قرص با چگالی فراوان بوجود می آید (شکل ۳۷)

کیهان بازیچه ای تکاملش را دنبال می نماید. ساختارهای مسطح به رشدشان ادامه داده و با جمع آوری ماده، احتمالا" در سه جهت مختلف تارهای عنکبوتی می بافند. مناطق مسطح که تقریبا" ماده را در بر دارند، فقط ۱۰٪ حجم کل را تشکیل می دهند در صورتیکه ۹۰٪ بقیه حجم، خالی هستند. اگر تکامل کیهان بازیچه ای را بیشتر از عمر کنونی اش (۱۵ میلیارد سال) در نظر بگیریم، مشاهده خواهیم نمود که ساختار سلولی کیهان ثابت نبوده و در آینده، این ساختار ها به تراکمات بی رویه و بی نظم ماده تبدیل خواهند شد. از نقطه نظر تشکیل ساختارها، کیهان کنونی نه خیلی جوان است (چون ساختارها از قبل تشکیلی شده اند) و نه خیلی مسن (چون ساختار سلولی هنوز وجود دارد). برای تشکیل کهکشانها از ساختارهای بزرگ مسطح، فیزیکدانان عقیده به روند تکه تکه شدن ساختارهای بزرگ دارند ولی این روند هنوز برای آنها ناشناخته است. محاسبات ابتدایی مشخص می نماید جرم هر یک از این تکه ها می تواند برابر با ۱۰۰ میلیون جرم خورشید باشد، یعنی جرم یک کهکشان کوتوله*.

بدینصورت، در یک کیهان باز با نوسانات بی درو، نهایتا" ساختارهای بسیار بزرگ (ابرخوشه ها) بوجود آمده و سپس با قطعه قطعه شدن آنها، ساختارهای کوچکتر پدیدار می شوند. کهکشانها کوتوله بوسیله نیروی گرانش، کهکشانهای کوتوله دیگر را به سوی خود جذب نموده و موجب ایجاد کهکشانهای عادی می شوند و این کهکشانها نیز به نوبه خود، گروها و سپس خوشه ها را بوجود می آورند. این ساختارها کاملا" مشابه با ساختارهای قابل رویت در کیهان کنونی می باشند.

---

[212] - Isotrope



شکل ۳۷ : ابرخوشه های به شکل قرص. بزرگترین ساختار موجود در کیهان، ابرخوشه ها هستند. آنها شکل کروی ندارند، بلکه بصورت قرص های مسطح می باشند. چگونه چنین ساختارهایی از نوسانات اولیه تراکم ماده بوجود آمدند؟ (به شکل ۳۶ مراجعه شود) یک نوسان تراکم کاملا" کروی در ابتدا، با فروپاشی بر روی خود، بدلیل نیروی گرانشش، می توانست شکل کروی اش را حفظ نماید (تصویر A). در واقع، نوسانات بطور کامل شکل کروی ندارند. تصویر B ، فروپاشی نوساناتی را نشان می دهد که در آن قطر عمودی ابتدایی کمتر از قطر افقی است. نیروی گرانش در مدت فروپاشی باعث می شود بعد افقی بسیار بیشتر کشیده شود تا قطر عمودی. نتیجه نهایی، ساختاری است بسیار مسطح، شبیه به ابرخوشه ها.

می توان متصور شد که مشکل تشکیل کهکشانها حل شده است ولی افسوس، باید خیلی سریع شادیمان را فراموش کنیم. مطالعه دقیق کیهان بازیچه ای نمایانگر جنبه های متضاد آن با کیهان حقیقی است. اولا"، جرم ساختارهای اولیه که بوجود می آیند فقط برابر با ۱۰۰.۰۰۰ میلیارد ($۱۰^{۱۴}$) جرم خورشید می باشد یعنی با عاملی ۱۰ تا ۱۰۰ برابر کمتر از جرمهای ابرخوشه های قابل مشاهده، که بدین معناست قرص های تشکیل شده بسیار کوچکند. ثانیا"، بذرهای کهکشانها برای رشد کردن و رسیدن به ابعاد ساختارهای کنونی کیهان بعد از ۱۵ میلیارد سال، می بایست در ابتدا به اندازه کافی بزرگ باشند. باری، چنین نوساناتی در تابش برجا مانده که فقط حدود ۰/۰۱ درصد است، مشاهده نگردیده است. شادی ما کوتاه بود.

کیهانی با نوترینوهای جسیم

بسوی کامپیوتر برگشته و از آن می خواهیم کیهان بازیچه ای دیگری را بوجـود آورد. کیهـان بازیچه ای قبل احتیاج به بذرهای بزرگتری داشت چون چگالی متوسط مـاده بسـیار ضـعیف بوده (فقط یک پنجم چگالی بحرانی) و نیروی گرانش به اندازه کـافی قـدرت نداشـت تـا بذرها را چنان رشد دهد تا آنها در مدت عمر کیهان به اندازه ساختارهای فعلی برسند. اگـر چگالی کیهان دقیقا" برابر با چگالی بحرانی می بود، چه اتفاقی می افتاد؟ نیروی گرانش قویتر بوده و بذرها احتیاج نداشتند آنقدر هم بزرگ باشند و نوسانات متراکم بـا مشـاهداتتابش برجا مانده در تضاد قرار نمی گرفت. از سوی دیگر، چگالی بحرانی مختص به کیهان مسـطح است که هندسه آن بوسیله نظریه کیهـان تـورمی وضـع گردیـده اسـت. در واقـع، قـبلا" مشاهده کردیم که چگونه کیهان با رشد سرسام آورش در دوران تورمی، به چشم اندازش، شکلی مسطح داده بود.

ولی مواظب باشیم! با افزایش چگالی یا مقدار کل ماده، نباید شـرایط دیگـر کیهـان زیـر پـا گذاشته شود. این ماده اضافی نباید به کهکشانها متصل باشد. کهکشانها دارای ۱۰ برابر بیشتر جرم غیرنورانی هستند تا جرم نورانی ولی نه ۵۰ برابر بیشتر. ماده اضافی نمی تواند بصورت باریون* وجود داشته باشد چون وجود اضـافی پروتونهـا و نوترونهـا در مـدت ۳ دقیقـه اول آفرینش کیهان باعث تولید مقدار دئوتریوم و لیتیمی می شد که با مقدار قابل مشاهده آنها در ستارگان و کهکشانها در تضاد قرار می گرفت. پس ماده اضافی به چه صورت مـی توانـد وجود داشته باشد؟ کاندیداهای متعدد برای اشکال مختلف ماده اضافی، کم نیستند. نظریـه هایی که سعی به وحدت چهار نیروی حاکم در کیهان دارند، پیش بینی می کننـد در لحظـات اولیه هستی کیهان، مشتی ذرات با نامهای عجیب و غریب ظاهر شدند. نامهـایی کـه شـاید تخیلات شاعرانه فیزیکدانان را به معرض نمایش می گذارد: نوترینو، آکزیـون[۲۱۳]، فوتینـو[۲۱۴]، هیگسینو[۲۱۵]، گراویتینو[۲۱۶]، مونوپل مغناطیسی[۲۱۷]، پیرگون[۲۱۸]، ماکزیمون[۲۱۹]، نیوتوریت[۲۲۰] و غیره ... برخی از فیزیکدانان حتی به تکه های کوارک و سیاهچاله ها اشاره نموده اند.

ولی با خود می گوئید، چطور ممکن است باستثنای نوترینوها و سیاهچاله های اولیـه، از هـیچ یک از این ذرات در حکایت تاریخ کیهان صحبتی به میان نیامده است؟ دلیل آن ساده است: به غیر از نوترینوها، وجود هیچیک از این ذرات یا اجرام تا حال حاضر، نـه در کیهـان و نـه در آزمایشگاه به اثبات نرسیده است. تا فرارسیدن نظم نـوینی دیگـر، ایـن ذرات در تخـیلات

---

213 - Axion
214 - Photino
215 - Higgsino
216 - Gravitino
217 - Monopole Magnétique
218 - Pyrgon
219 - Maximon
220 - Newtorite

فیزیکدانان باقی خواهند ماند. فیزیکدانان همانند حوریانی که بدور گاهواره نوزادی خم شده باشند، به این ذرات دو ویژگی مهم نسبت می دهند. اولا"، آنها همگی دارای جرم می باشند، سپس، برعکس پروتونها، الکترونها یا فوتونها، آنها بسیار کم با ذرات دیگر ترکیب می شوند و این مسئله باعث می شود که از آزادی عمل بسیار فراوانی برخوردار شوند، که این مسئله، خود، تاثیر قابل ملاحظه ای بر سطوح مختلف ساختارها که در کیهان ظاهر می گردند، خواهد داشت.

کیهان بازیچه ای ما چنین ترکیبی خواهد داشت: یک پنجم ماده باریونیک (پروتونها و نوترونها) نورانی و مقدار قابل ملاحظه ای ماده باریونیک غیرنورانی (تقریبا" یک پنجم . تا اینجا، این ترکیب مشابه با ترکیب کیهان بازیچه ای قبلی است. ولی چها رپنجم بقیه چه ترکیب دارد؟ این چهارپنجم از ماده غیرنورانی و غیرباریونیک تشکیل شده است. برای آنها، می توان از ذراتی که قبلا" نام برده شد، استفاده نمود. برای اینکه فرضیه ما کمی به حقیقت نزدیک باشد، نوترینو را انتخاب می کنیم. برعکس ذرات دیگر، در مورد نوترینو، حداقل می دانیم که وجود آن در لابراتورها ثابت شده است. ولی متاسفانه، هنوز نمی دانیم آیا نوترینو دارای جرم است یا نه. نظریه وحدت چهار نیرو معتقد است جرم نوترینو، یک هزارم جرم الکترون است ولی این ادعا هنوز به اثبات نرسیده است. ولی اکنون فرض می کنیم نوترینو دارای جرم باشد. بذر نوسانات بی درو را می پاشیم و تکامل کیهان بازیچه ای که اکنون جرم اصلی اش نوترینو است را مورد مطالعه قرار می دهیم.

در نگاه اول، بنظر می رسد نوترینوهای جسیم دارویی سحرآمیز برای درمان دردهای کیهان ساختگی قبلی باشند. بتدریج که انبساط کیهان دنبال می شود، نوترینوها همانند فوتونها انرژی خود را از دست داده و حرکتشان کند می گردد. نوترینوها که درست در ابتدای آفرینش کیهان با سرعتی نزدیک به سرعت نور کیهان را پیموده بودند، قبل از زمان ۳۰۰.۰۰۰ سال یعنی زمان جدایی نور از ماده، بسیار ضعیف و کند می شوند. نیروی گرانش از این ضعف استفاده نموده و آنها را بسوی نوسانات متراکم می کشاند. نوسانات با جذب آنها بیش از پیش بزرگتر و متراکم تر می شوند. بدینصورت، رشد بذرهای کهکشانی میتواند درست بعد از انفجار اولیه صورت پذیرد در صورتیکه در حالت قبلی، نیروی گرانش می بایست تا سال ۳۰۰.۰۰۰ منتظر می ماند تا ماده و نور از یکدیگر جدا شوند. در این کیهان ساختگی نه تنها نیروی گرانش قویتر است (تراکم ماده بیشتر است) بلکه نوسانات نیز به اندازه کافی زمان لازم برای رشد را در اختیار دارند. بذرهای کهکشانها در ابتدا می توانند زیاد بزرگ نباشند. نوسانات دمایی که آنها در تابش بر جا مانده تولید می کنند بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافته و مطابق با مشاهدات واقعی است. بدینصورت، یکی از نکات تاریک و مبهم کیهان ساختگی قبلی از بین خواهد رفت.

بعلاوه، نوسانات بسیار کوچک بشدت منهدم می گردند. نوترینوها که در این نوسانات محبوسند تحمل زندانی شدن را ندارند. آنها از نوسانات گریخته و باعث تجزیه نوسانات می گردند. چون آنها نسبت به فوتونها می توانند مسیر طولانی تری را بپیمایند، در نتیجه قادر خواهند بود نوسانات بسیار بزرگ را نیز از بین ببرند. این انهدام قبل از سال ۳۰۰.۰۰۰ صورت می پذیرد یعنی در دورانیکه نوترینوها بدلیل انبساط کیهان ضعیف شده اند. نوساناتی که از انهدام گریخته اند بزرگ خواهند شد و کوچکترین ساختاری که هویدا خواهد شد جرمی برابر با ۱ الی ۱۰ میلیون میلیارد (بین 10^{15} و 10^{16}) جرم خورشید را دارا خواهد بود، یعنی دقیقا" جرم یک ابر خوشه همانند کیهان ساختگی قبلی. این ساختارها شکل قرص مسطح داشته ولی در این حالت جدید، دیگر اندازه آنها بسیار کوچک نخواهد بود. بدینصورت، ابهام دیگری که وجود داشت از بین خواهد رفت.

آیا می توان قبول نمود که کیهانی با نوترینوهای جسیم پاسخی متقاعد کننده بما ارائه می نماید؟ در اینجا نیز نباید پیشاپیش بانگ شادی سر داد. مناظر چنین کیهانی بعد از ۱۵ میلیارد سال کاملا" مشابه کیهان کنونی نخواهد بود. اگرچه ابرخوشه ها ابعاد لازم را دارا هستند ولیکن خوشه ها بسیار جسیم بوده و خلاء های موجود بسیار بزرگند. مسئول این تضادها، سرعت توزیع بسیار فراوان نوترینوها در لحظات اولیه آفرینش کیهان می باشد که موجب انهدام ساختارهای کوچک می شوند (شکل a ۳۸ و b ۳۸).

ماده غیرقابل رویت (ماده سرد)

چگونه باید به راز تشکیل ساختارهای کیهان پی برد؟ چگونه می توان از این بن بست خارج شد؟ پیشنهادات فراوانند. فیزیکدانان هرگز در مورد ارائه پیشنهاد کم نمی آورند. اگر نوترینوهای جسیم راه حل خوبی نیستند می توانیم ذرات دیگری را جانشین آنها سازیم. برای حل مشکل عدم وجود ساختارهای کوچک در کیهان نوترینوهای جسیم، می توان بجای آنها، از ذراتی استفاده نمود که جسیم تر بوده ولی از سرعت کمتری برخوردارند تا از اینطریق اجازه دهیم از انهدام ساختارهای کوچک جلوگیری شود. چون انرژی حرکت ذره همواره بوسیله دمای آن مشخص می گردد (ذرات گرم سریعتر حرکت می نمایند در صورتیکه ذرات سرد کندتر هستند)، ذراتی که کندتر حرکت می کنند به ماده غیرنوری یا "سرد"* معروفند (نوترینوها، خود ماده غیرنوری " گرم"* هستند).

داوطلبان فراوانی برای جایگزینی نوترینو وجود دارند. اکزیون ها و فوتینوها می توانند خصوصیات این ماده غیرنوری سرد را داشته باشند. این ذرات، در حال حاضر، فقط در تخیلات فیزیکدانان قرار داشته و نتیجه محاسبات معادلات پیچیده آنهاست. هیچکس تاکنون آنها را مشاهده نکرده است. اگر حتی از وجود آنها مطمئن نیستیم پس چگونه می

توانیم از جرم آنها صحبت نمائیم؟ آیا تشریح مسئله ای اسرار آمیز با توسل به مسائل اسرارآمیز دیگر را می توان پیشرفت نامید؟ علم و بویژه اخترفیزیک باید بر اساس تجربه و مشاهده عمل نماید وگرنه اعتبار خود را از دست خواد داد. فیزیکدانان کاملا" به این امر واقفند، آنها با مدرنترین تکنولوژیهای موجود سعی دارند نظرات خود را به اثبات رسانند ولی تاکنون صحت وجود ذرات سرد با موانع متعددی مواجه شده است.

تا انتظار صحت هستی آنها، بنظر نمی رسد که دورنمای کیهانهای ساختگی که چهارپنجم چگالی بحرانی شان از ماده غیرنورانی سرد تشکیل شده با مشاهدات عینی در تضاد باشد (شکل c ۳۸). اولین ساختارهایی که بوجود می آیند به شکل قرص های مسطح بوده ولی جرم آنها، همانطور که پیش بینی می شد، بسیار کمتر است. بجای داشتن جرمی مشابه با جرم ابرخوشه ها ($۱۰^{۱۶}$ برابر جرم خورشید)، این ساختارها مشابه با کهکشان های کوتوله بوده و جرمی با ۱ میلیارد برابر جرم خورشید را دارا می باشند. کهکشانهای عادی از گردهمایی کهکشانهای کوتوله و بعد از آن گروها و خوشه های کهکشانها از گردهمایی کهکشانهای عادی تشکیل می شوند. این ساختارها کیهانی را ارائه می نمایند که بیشتر با واقعیت منطبق است ولی نسبت به کیهانهای ساختگی گذشته، ترتیب عکس می گردد: ساختارهای کوچک در ابتدا و سپس ساختارهای بزرگتر بوجود می آیند.

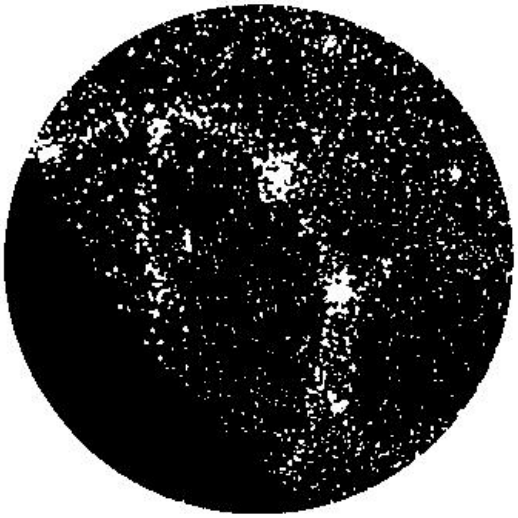
آیا باید بانگ پیروزی سرداد؟ آیا بطور کامل به راز تشکیل ساختارهای کیهان پی برده ایم؟ باز باید خوشحالیمان را کتمان کنیم چون مشکل بزرگی پدیدار می گردد: در این کیهان ساختگی، تمام ماده های غیرنوری سرد مربوط به کهکشانها، خوشه ها و ابرخوشه ها می باشند. چگالی آنها برابر با چگالی بحرانی است یعنی سه اتم هیدروژن در مترمکعب. باری، با مشاهدات حرکات کهکشانها (که در فصل بعدی شرح داده خواهد شد) مشخص شده که چگالی ماده (قابل رویت و غیرقابل رویت) مربوط به کهکشانها فقط یک پنجم چگالی بحرانی می باشد. یک تضاد آشکار! فیزیکدانان که هرگز با چنین شکست هایی مایوس نمی شوند، مدعی هستند که کهکشانها نمونه های خوبی برای تشریح تقسیم ماده در کیهان نمی باشند. آنها می گویند، فرض کنیم کیهان بطور هماهنگ مملو از ماده غیرنورانی بوده و این ماده فقط در بعضی از مکانهای نادر (مکانهایی که از چگالی بیشتری برخوردارند) درخشیده تا کهکشانها را بوجود آورند. بنابراین، ماده محاسبه شده در کهکشانها فقط جزیی ناچیز از کل ماده خواهد بود. درست بمانند این است که بخواهید از داخل یک هواپیما وسعت اقیانوس وسیعی را که در تاریکی فرو رفته محاسبه نمائید. شما نورهای برخی از کشتی ها را در اینجا و یا آنجا مشاهده خواهید کرد. اگر بخواهید اساس محاسبه خود را این نقاط نورانی قرار دهید، بدون شک، اندازه اقیانوس را بسیار کمتر از اندازه حقیقی تخمین خواهید زد. در دریای کیهانی، کهکشانها بجای مشخص نمودن چگالی بحرانی، فقط یک پنجم ارزش حقیقی آنرا مشخص می نمایند.

آیا آجرهای اولیه کوچک بودند؟

کهکشانها همانند زنی بی وفا هرگز همه حقایق را بما نمی گویند. نه تنها هیچ مدرکی دال بر وجود واقعی ماده غیرنورانی سرد در اختیار نداریم بلکه همچنین نمی دانیم آیا این ماده در تمام کیهان توزیع شده یا خیر. آخرین کیهان ساختگی که مشاهده شد حتی با توجه به تضادهایش با کیهان حقیقی، مورد توجه بیشتر اخترفیزیکدانان قرار گرفته است. این کیهان ساختگی راه حل ساده ای است برای پنهان ساختن بخش بزرگی از ماده غیرنوری که دور از کهکشانها بصورت ناشناخته باقی مانده است.

تا اینجا، کلیه کیهانهای ساختگی ما دارای بذرهای بی دررو ای بودند که خود از ماده و پرتو تشکیل شده بودند. حال، چه مسئله ای اتفاق خواهد افتاد اگر بذرها، ایزوترم می بودند؟ یعنی فقط از ماده تشکیل شده باشند. در این حالت، مشکلاتی اساسی ظاهر خواهند شد: اگر در نوسانات ایزوترم، پرتوهای فشرده وجود نداشته باشند، ذرات نور (فوتون ها) نخواهند توانست برای آزادی خود، ساختارهای کوچک را منهدم نمایند. در این حالت، نخستین ساختارهایی که بعد از ۳۰۰.۰۰۰ سال ظاهر می شدند، ساختارهایی کوچک می بودند : خوشه های کروی با جرمی برابر با ۱۰۰.۰۰۰ جرم خورشید. ساختارهای بزرگتر سپس با گردهمایی اجرام بوسیله نیروی گرانش بتدریج ایجاد می گردیدند: خوشه های کروی با یکدیگر کهکشانها، کهکشانها با هم خوشه های کهکشانها و خوشه های کهکشانها با هم ابرخوشه ها را بوجود می آوردند. ولی باز در اینجا مشکل بزرگی ظاهر می گشت: چگونه امکان دارد که از اشکال کوچکتر و کروی که خوشه های کروی می باشند، اشکال مسطح و قرص مانند و یا ریشه ریشه که ابرخوشه ها هستند بوجود آید؟

A



B

C

شکل ۳۸ : کیهانهای ساختگی. اخیرفیزیکدانان بدلیل عدم توانایی تجربه و آزمایش در لابراتوراها، از کامپیوترهای با قدرت استفاده نموده و با آزمایشات آماری تکامل ساختارهای کیهان را مورد مطالعه قرار می دهند. برای تشکیل کیهانهای ساختگی، اخترفیزیکدان، داده های اولیه را در اختیار کامپیوتر قرار می دهد: چگالی کل ماده، عناصر مختلف این ماده (پروتونها، نوترون ها، الکترونها، نوترینوها و غیره) و بذرهای کهکشانها (بی در روها یا ایزوترم ها، به شکل ۳۶ مراجعه شود). سپس وی بقیه کار را به کامپیوتر واگذار می نماید تا تکامل ماده را بر طبق قوانین فیزیکی تعیین نماید. کامپیوتر حرکات ۳۰.۰۰۰ تا ۱ میلیون ذره ماده را به مدت ۱۵ میلیارد سال (سن کیهان) تجزیه و تحلیل می نماید، یعنی زمان لازم برای اینکه فاصله دو نقطه داده شده با عاملی برابر با ۱۰۰۰ بار افزایش یافته باشد. بدینصورت، کیهانی تخیلی بوجود می آید که تقریبا" مشابه کیهان مورد مشاهده فعلی است.

شکل a ۳۸ نمایانگر کیهان حقیقی است (تقسیم هزاران کهکشان درخشنده در نیم کره شمال آسمان دیده می شود). شکل b۳۸، نمایانگر کیهانی ساختگی است که چگالی ماده اش برابر با چگالی بحرانی بوده و اساس جرمش را نوترینوهای جسیم تشکیل می دهند (انبساط چنین کیهانی ابدی خواهد بود). کاملا" آشکار است که تقسیم کهکشانها در این شکل با واقعیت (شکل a ۳۸) مطابقت ندارد. بجای ساختارهای باریک و طولانی، در شکل b ۳۸، تراکمات بی نظم کهکشانها در مکانهای مختلف مشاهده می شود.

شکل c ۳۸، کیهان ساختگی دیگری است که در آن چگالی ماده فقط یک پنجم چگالی بحرانی بوده و جرمش از ماده غیرقابل رویت سرد (فوتینوها، اکزیون ها وغیره) تشکیل شده است. تقسیم کهکشانها در این شکل بیشتر با شکل a ۳۸ مطابقت دارد. ولی بازهم در چنین کیهانی، مشکلات متعدد وجود دارند و مشکل مهم، ماده سرد است که در حال حاضر فقط بصورت یک فرضیه در نظر گرفته می شود.[۲۲۱] از سوی دیگر، نوسانات دمای فرضی چنین کیهانی متضاد با دمای مشاهده شده در تابش برجا مانده است. سرانجام، چگالی ماده کمتر از چگالی بحرانی، این کیهان را با فرضیه های وحدت نیروها در تضاد قرار می دهد.

بدینصورت، اطلاعات و معلومات ما در مورد چگونگی تشکیل ساختارهای کیهان هنوز در سطحی ابتدایی قرار دارد. دوران بعد از ۳۰۰.۰۰۰ سال، دورانی است مبهم. ما حتی نمی دانیم که ترتیب حوادث و اتفاقات به چه صورتی شکل گرفته است. آیا ساختارهای اولیه، ساختارهای بسیار بزرگ (ابرخوشه ها) بوده که سپس با تقسیم خود ساختارهای کوچک را بوجود آوردند یا اینکه ساختارهای اولیه کوچک بودند (خوشه های کروی یا کهکشانهای کوتوله) که سپس در اثر نیروی گرانش بدور یکدیگر جمی شده و ساختارهای بزرگتر را ایجاد نمودند؟ (به شکل ۳۶ مراجعه شود)

هیچ یک از کیهان های ساختگی که قبلا" مشاهده گردید نتوانسته از کلیه شرایط لازم برخوردار باشد یعنی از یکسو، از هم آهنگی و توازن اولیه در آغاز هستی کیهان و از سوی دیگر، مشابه ساختارهای کنونی مشاهده شده بصورت شبکه های قرص مسطح، رشته رشته و یا سوراخ دار. تنها کیهان ساختگی که توانست نسبتا" مشابه کیهان حقیقی باشد، کیهانی بود مملو از ماده غیرنورانی سرد که آن نیز با واقعیت فاصله زیادی داشت.

---

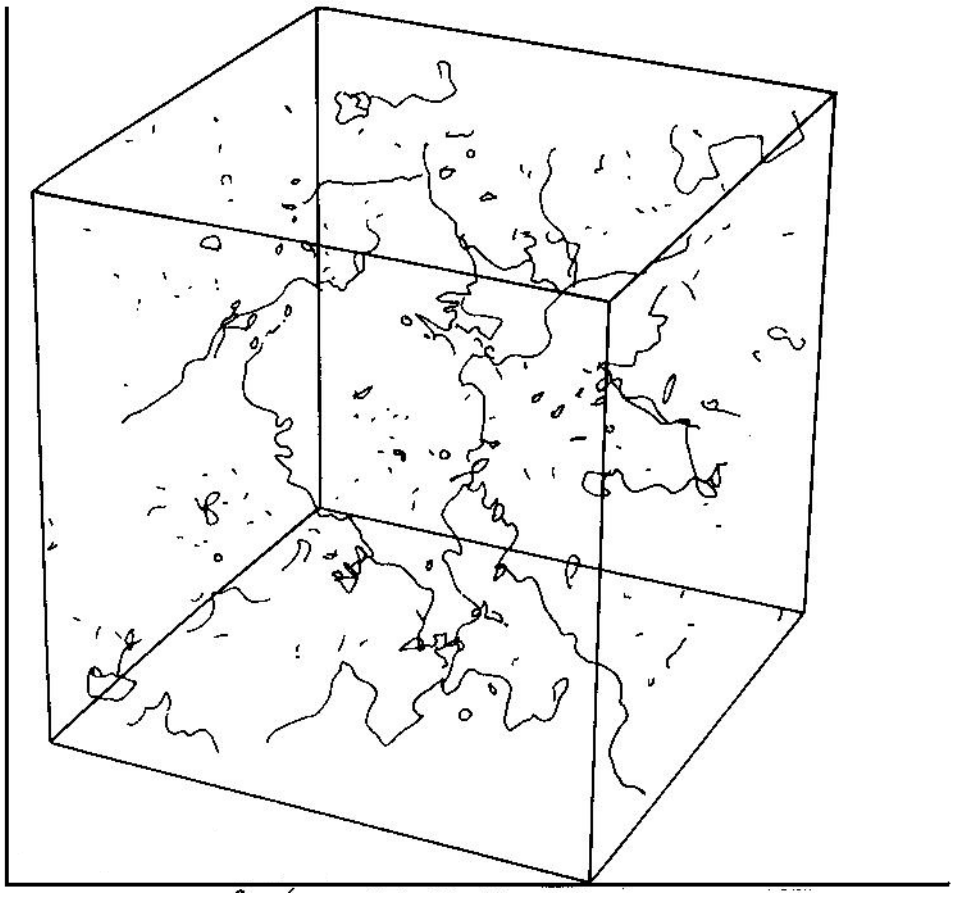
[۲۲۱] – امروزه ثابت شده که چهار پنجم کیهان از ماده سرد یا تاریک یا سیاه تشکیل شده است

اخترفیزیکدان کار با کامپیوتر را ادامه داده و کیهان های دیگری را بوجود می آورد. در کیهان های ساختگی گذشته، نیروی گرانش نقشی اساسی داشت. این نیرو چنان در جمع آوری کهکشانهادر خوشه ها و یا ابرخوشه ها موثر بود که نتیجه عملش تشکیل خلاء های بسیار عظیم با قطرهایی معادل دهها میلیون سال نوری می بود. کشفیات اخیر در مورد اشکال کروی این خلاء ها (شکل ۳۳) این فرضیه را به میان کشیده که شاید آنها فقط از طریق نیروی گرانش بوجود نیامده باشند. همانطور که جلوتر خواهیم دید، ممکن است ظهور اولین ساختارها مانند خوشه های کروی، کهشکانهای کوتوله یا ابرخوشه ها با تشکیل ستارگان جسیم بیشمار همراه بوده باشد. این ستارگان با عمری چند میلیون ساله (پلک چشمی در تاریخ کیهانی)، بعد از اتمام عمرشان، از طریق انفجارهای عظیمی که به ابرنواختر معروفند، منهدم می گردند. شاید اثرات این انفجارات بزرگ است که چنین خلاء هایی را ایجاد نموده است. از سوی دیگر، نیروی گرانش تنها مسئول شکل باریک و رشته رشته ابرخوشه ها نیست. نظریه های وحدت نیروها مدعی هستند که همانند بلوری که با تغییر شکل سریع از حالت مایع به حالت جامد موجب بی نظمی می شود، کیهان نیز در دوران تبلورش در آغاز، متحمل ترک خوردگی هایی به شکل رشته های باریک می شود. این ترک خوردگی ها را "ریسمان های کیهانی*" نام نهاده اند. آنها بطرز غیرقابل تصوری فشرده اند. یک سانتیمتر از این طناب به اندازه تمامی رشته کوه های آلپ وزن داشته و آنها یک میلیون میلیارد ($۱۰^{۱۵}$) بار باریکتر از یک هسته اتم می باشند. شاید این ریسمان ها مسئول کلیه ساختارهای بزرگ کیهان می باشند (شکل ۳۹).

در هر حال، تا زمانیکه مقدار صحیح ماده موجود در کیهان و طبیعت جرم نامرئی مشخص نشود، هیچ کیهان ساختگی به حقیقت نزدیک نخواهد شد. اگر فقط می توانستیم جرم نوترینو را محاسبه نمائیم یا وجود برخی از ذرات تخیلی را در ماشین های شتابدهنده به اثبات رسانیم، از تعداد کیهانهای ساختگی به میزان فراوانی کاسته می شد.

کیهان در زیر ذره بین : کهکشانها و ستارگان

تابلوی نقاشی کیهان را از طریق ساختارهای بزرگش تماشا و تحسین نمودیم. اکنون نزدیکتر شده و با ذره بین ساختارهای کوچک تر را مورد مطالعه قرار می دهیم. باز در اینجا، در برابر زیبایی شگفت انگیز کیهان متحیر خواهیم ماند. آجرهای کیهان، این لکه های سحابی که "امانوئل کانت" آنها را کیهان های جزیره ای و امروزه ما آنها را کهکشان می نامیم، نمایان می شوند. تا مرزهای افق، تعداد آنها به صدها میلیارد کهکشان بالغ می شود و بتدریج که با گذشت زمان، افق کیهانی وسیع تر می گردد، هر ساله ده کهکشان جدید به تعداد آنها افزوده می گردد.



شکل ۳۹: ریسمان های کیهانی. نظریه هایی که سعی به وحدت چهار نیـروی اساسـی کیهـان در لحظـات اولیـه آفرینش کیهان دارند، مدعی هستند که در دوران سرد شدن کیهان در لحظات اولیه هستی اش، کیهان تـرک خوردگی هایی به صورت ریسمان های باریک و دراز در بافت فضا بوجود آورده است. نمونه این ادعا بوسـیله کامپیوتر در کیهان ساختگی بالا نشان داده شده است. اگرچه تاکنون هیچگونه ریسـمان کیهـانی دیـده نشـده است ولی برخی از اخترفیزیکدانان معتقدند شاید مسئول رشته های کهکشـانی در آسـمان ایـن ریسـمان هـا باشند.

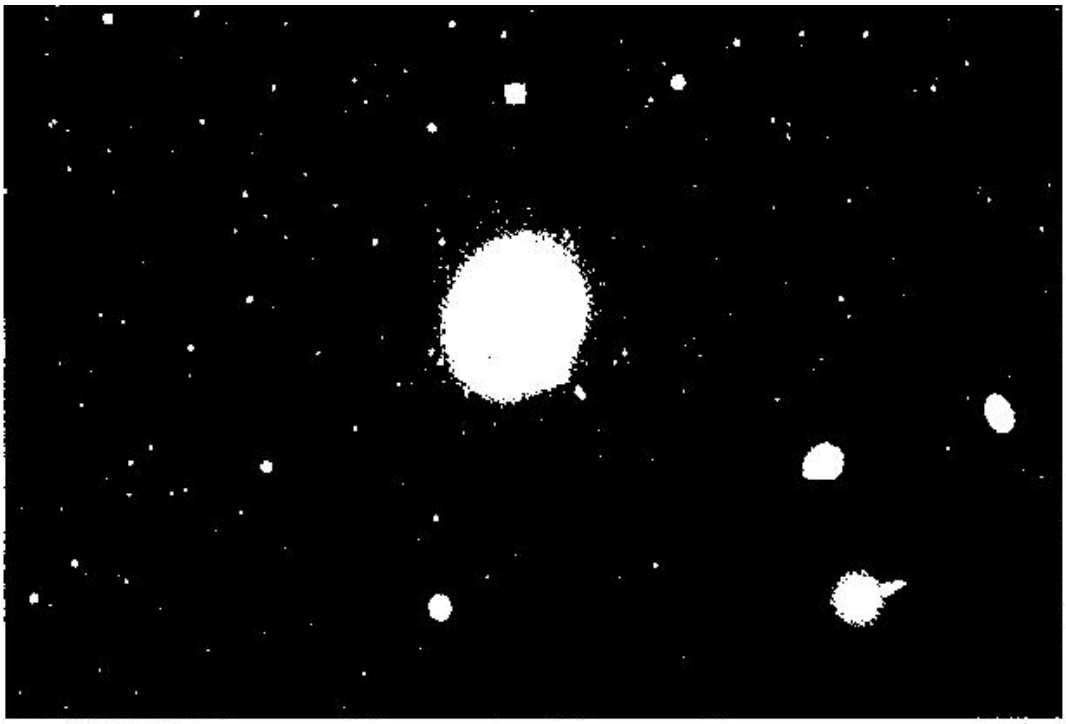
کهکشانها، زمانیکه ساعت کیهانی ۳ تا ٤ میلیارد سال را نشان می داد، ایجـاد شـدند. نیـروی گرانش که از ۳۰۰.۰۰۰ سال به بعد یا حتی قبل از آن فعالانه با نیروی انبسـاطی کیهـان در حـال مبارزه است سرانجام موفق به تغییر شکل نوسانات تراکمی شده و نطفه های کهکشان ها را ایجاد می نماید. این نطفه هـا، ایـن ابرهـای طویـل و شـامل هیـدروژن و هلـیم کـه نتیجـه

گردهمایی ابرهای کوچکتر خوشه های کروی* یا کهکشانهای کوتوله می باشند و یا از تجزیه ابرهای عظیم ابرخوشه ها بوجود آمده اند، در اثر نیروی گرانش خود فرو می پاشند. این فروپاشی ماده گازی را فشرده و گرم کرده و آنرا به صدها میلیارد حباب گازی کوچک بی نهایت گرم تبدیل می نماید (دمای مرکزی آنها به دهها میلیون درجه می رسد). این حباب ها ستارگان* هستند.

سرنوشت نهایی نطفه های کیهانی بستگی خواهد داشت به موثر بودن آنها در تبدیل ماده گازی به ستاره. برخی از نطفه ها آنقدر خوب عمل می نمایند که تقریبا" کلیه ماده گازی را تبدیل به ستاره می نمایند و بدینصورت، کهکشانهای بیضوی* ایجاد می گردند زیرا شکل آنها در آسمان بصورت بیضی است (شکل ٤٠). از هر ده کهکشان، سه کهکشان بشکل بیضی می باشد. نطفه های دیگر که تنبل ترند فقط موفق می شوند چهارپنجم جرم گاز را به ستاره تبدیل نمایند. یک پنجم بقیه بصورت صفحه باریک مسطح درآمده که تقریبا" هر دویست میلیون سال یکبار بدور خود می چرخد. این صفحه گازی خود نیز بتدریج تبدیل به ستارگان خواهد شد ولی با آهنگی بسیار کند. ایجاد ستارگان در ابتدا در بازوهای حلزونی صفحه (که چندین میلیون سال بعد از تشکیل صفحه گازی بوجود می آید) صورت می پذیرد. این ها کهکشانهای حلزونی می باشند (به شکل ۲۰ مراجعه شود). در کل کهکشانهای کیهان، کهکشانهای حلزونی از نقطه نظر تعداد برتری دارند. از هر ده کهکشان، شش کهکشان از این نوع می باشند. سرانجام، نطفه های دیگر که بسیار تنبلند، زمان بسیار فراوانی را برای تبدیل گاز به ستاره صرف می نمایند. کهکشانهایی که از عملکرد آنها ایجاد می گردند، کهکشانهای کوتوله بوده که فقط شامل چندین میلیارد ستاره می باشند یعنی ۱۰۰ برابر کمتر از کهکشانهای حلزونی. جرم گازی آنها قابل مقایسه با جرم گازی ستارگان است. این نوع کهکشانها با توجه به اینکه شکل خاصی ندارند (آنها نه حلزونی و نه مسطح می باشند) به کهکشانهای نامنظم معروفند (شکل ٤١). از هر ده کهکشان، یک کهکشان از این نوع می باشد. چرا ظرفیت کهکشانها در تبدیل ماده گازی به ستاره اینچنین متغیر است؟ دلائل آن هنوز نامشخص است ولی بنظر می رسد این مسئله به محیط ابتدایی آنها وابسته باشد. در واقع، در محیطی که نوسانات تراکم بسیار شدیدند، گاز فشرده تر و گرم تر، راحتتر به ستاره تبدیل میگردد. خوشه های کهکشانها که از نظر تراکم محیط های ممتازی می باشند اکثر کهکشانهای بیضوی را در بر دارند. کهکشانهای منفرد با محیط های بسیار کم تراکم تر، معمولا" کهکشانهای حلزونی می باشند.

تصادمات کیهانی

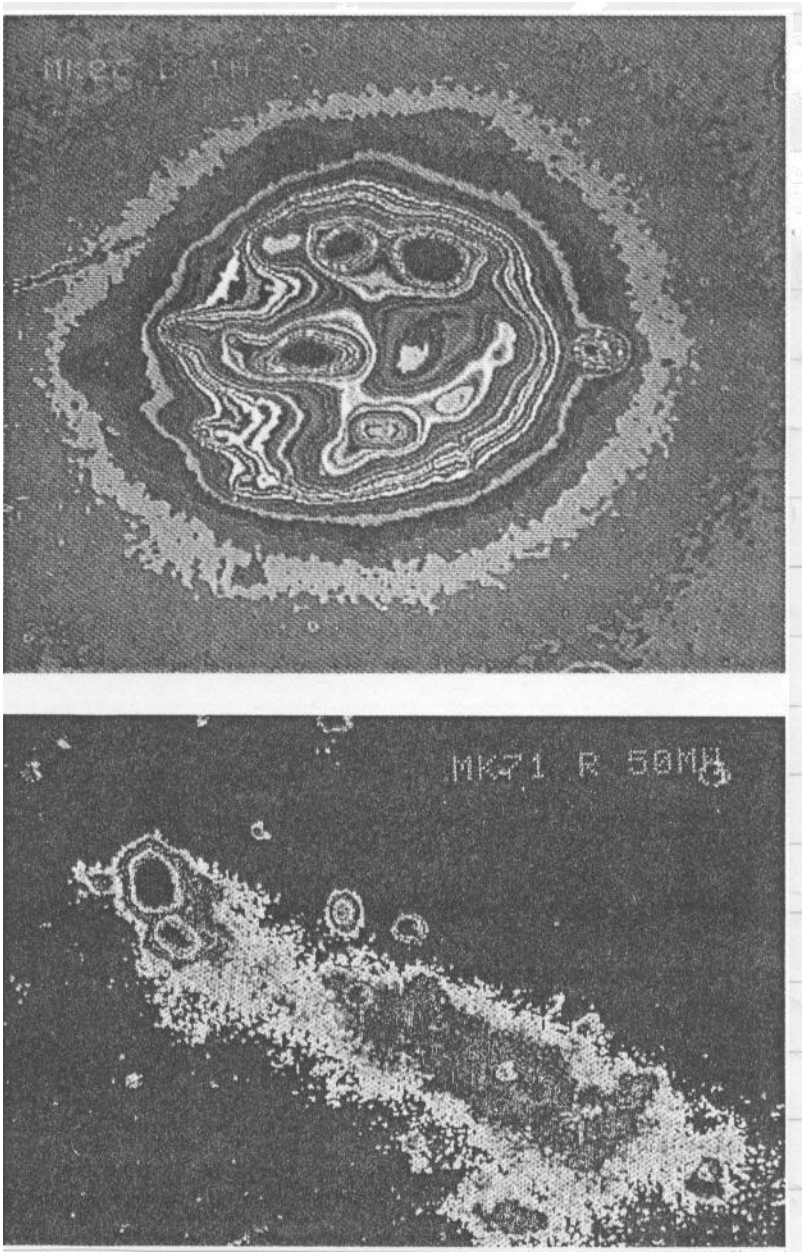
آیا کهکشانها قادرند همواره هویت و ویژگی ژنتیک خود که در ابتدای هستی شان بوجود آمده بود را حفظ نمایند؟ بدون شک، جواب منفی است زیرا همانطور که مشاهده نمودیم، کهکشانها مجزا از یکدیگر بسر نمی برند بلکه در محیطی مملو از کهکشانهای دیگر قرار دارند. برخوردها و تصادمات آنها با محیط اطرافشان موجب تغییرات در ویژگی های ژنتیک آنها خواهد شد. حتی در برخی موارد، بعضی از کهکشانها بوسیله کهکشانهای دیگر بلعیده می شوند. این اثرات بویژه در قلب خوشه های کهکشانها یعنی در جایی که تراکم کهکشانها بیشتر است (از ۱.۰۰۰ تا ۱۰.۰۰۰ کهکشان در مکعبی به اضلاعی معادل با چندین میلیون سال نوری) مهمتر جلوه می نماید. خلاء موجود بین ستاره های یک خوشه کروی (حتی بسیار متراکم) بسیار بیشتر از خلاء موجود بین کهکشانهای یک خوشه کهکشانها است. فاصله کهکشانها در یک خوشه کهکشانها بطور متوسط ۵ برابر قطر کهکشانها می باشد در حالیکه فاصله ستارگان در یک خوشه کروی ۱۰۰.۰۰۰ برابر قطر ستارگان است.



شکل ٤٠: یک کهکشان بیضوی عظیم الجثه کهکشانخوار. همانطور که از نام آن پیداست، شکل این کهکشان در آسمان بصورت بیضی است. این تصویر، کهکشان مسیه ۸۷ [۲۲۲]، بزرگترین کهکشان خوشه کهکشانی دوشیزه را در فاصله تقریبی ٤٥ میلیون سال نوری نشان می دهد. اخترفیزیکدانان معتقدند که این کهکشان با بلعیدن چندین کهکشان اطرافش به این ابعاد عظیم دست یافته است (تصویر از : Hale Observatories).

[222] - Messier 87

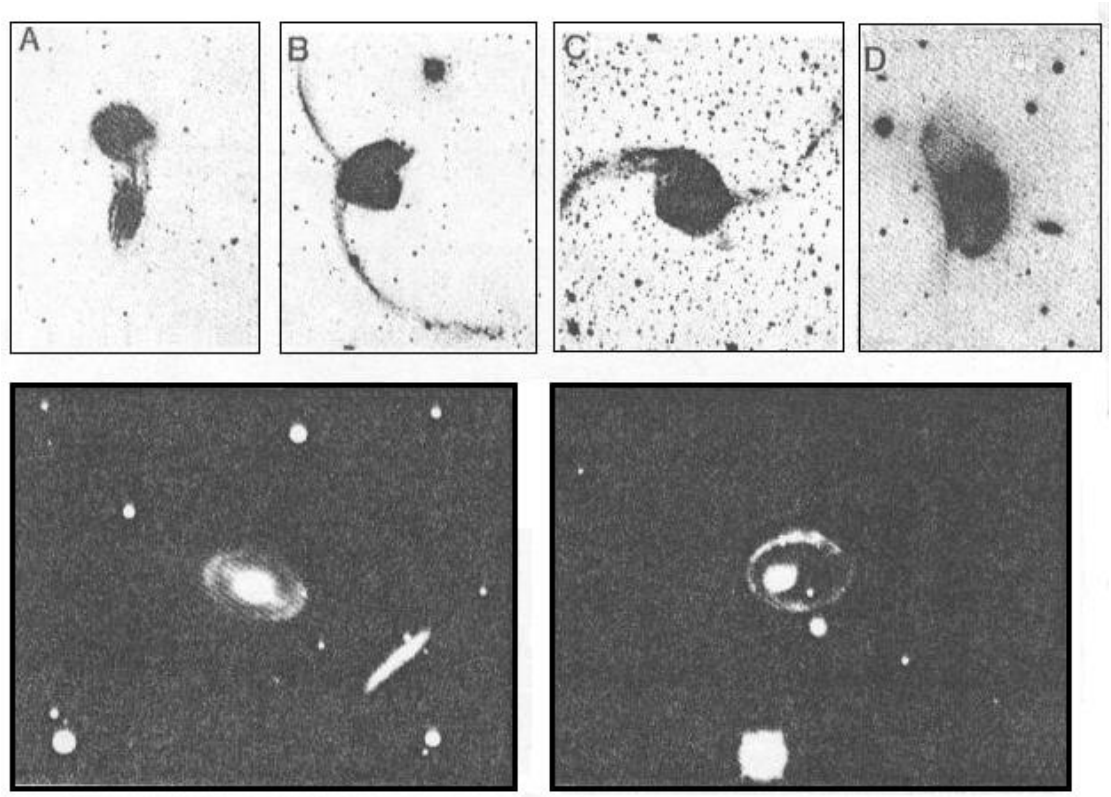
جابجایی کهکشانها در خوشه با سرعتی معـادل ۱۰۰۰ کیلـومتر در ثانیـه صـورت مـی پـذیرد. بنابراین، چنان راه بندانی در مسیر های خوشه بوجود خواهد آمد که ایجـاد تصـادمات بـین کهکشانها را اجتناب ناپذیر خواهد نمود. در مدت هر ۱۰۰ میلیون تا یک میلیارد سال، کهکشانی به کهکشان دیگر اصابت می نماید. با توجه به اینکه عمـر متوسـط یـک خوشـه کهکشـانها ٤ میلیارد سال است، بنابراین، امروزه کلیه کهکشانهای رصد شده در یک خوشه مـی بایسـت در گذشته ٤ الی ٤٠ تصادم را بین خود پشت سر گذاشته باشند. در اکثر مـوارد، تصـادمات مستقیم نبوده و خسارات وارده ناچیز است. خسارات فقط به از دست دادن ستارگان بخش خارجی کهکشانهای مورد تصادم که بوسیله شدت نیروی گرانش از آنها جدا می شوند، خـتم می گردد. این ستارگان دیگر متعلق به کهکشانهای انفرادی نخواهنـد بـود بلکـه آنهـا خـود دریایی از ستارگان میان کهکشانی را بوجود آورده که در آن، کهکشانهای دیگر خوشه شـناور خواهند بود. این ستارگان نور ضعیف و طویلی از خود منتشر می نمایند که از نـور کهکشـانها متمایز می باشد.



شکل ٤١ : کهکشانهای کوتوله نامنظم. در این تصویر دو نمونه از کهکشانهای نامنظم را می توان مشاهده نمود (به شکل ۱۷ نیز مراجعه شود). ابعاد این کهکشانها عموما" معادل ۱۵.۰۰۰ سال نوری بوده و از جرمی معادل یک میلیارد جرم خورشید برخوردارند. گازهای فراوانی که در آنها وجود دارند فعالانه به ستاره تبدیل می گردند. مناطق نورانی در دو تصویر را می توان پرورشگاه های عظیم ستارگان جوان قلمداد نمود (تصویر از : T. Thuan, H. Loose).

ولی در برخی موارد، تصادمات بسیار شدید است. دو کهکشان هویت خود را از دست داده و با یکدیگر کهکشانی بزرگتر، منسجم تر و نورانی تر را بوجود می آورند. اگر هر دو کهکشان کهکشانهای حلزونی باشند، شدت تصادم باعث تخلیه صفحات گازی در فضای میان

کهکشانی خواهد شد. کهکشان جدید، مواد گازی نداشته و به کهکشان بیضـوی تغییـر شـکل خواهد داد. اهمیت این تغییر شکل به مانند تغییر جنسیت یک شخص است (شکل ٤٢).



شکل ٤٢: زاد و ولد در جهان کهکشانها. کهکشانها در فضا مجزا از یکـدیگر زنـدگی نمـی کننـد بلکـه بـا محـیط اطرافشان در تماس بوده و ویژگی های ژنتیکی آنها از این مسئله متاثر می گـردد. آنهـا مسـتقیما" بـا یکـدیگر تصادم می نمایند و نتیجه تصادم ظهور کهکشانی دیگر، بزرگتر و نـورانی تـر خواهـد بـود. در ایـن تصـادمات کهکشانی، ستارگان متعددی از کهکشانهای مادر بوسیله نیروی گرانش جدا شده و در فضـای کیهـانی بازوهـای نورانی پخش شده ای را تشکیل می دهند. تصویر a ٤٢ نمونه هایی از این تصادمات نشان مـی دهـد. زمانیکـه اثرات تصادمات برطرف می گردد (۱ میلیارد سال بعد)، نتیجه حاصل از تصادمات، ظهور کهکشان بیضوی شـکل خواهد بود. اگر دو کهکشان در حال تصادم، کهکشانهای حلزونی با صفحات کهکشانی باشند، تصادم باعث ایجـاد سوراخی در یکی از صفحات شده و کهکشانی حلقه ای شکل ایجاد می شود (شکل b ٤٢). سوراخ این کهکشان تـا ابد باقی نخواهد ماند. ستارگان اطراف این سوراخ در مدت یک میلیارد سال آنرا پر کرده و کهکشان حلقـه ای بتدریج تبدیل به کهکشان بیضوی می گردد. (تصویر : F. Schweizer)

کهکشانخواری

از سوی دیگر، حوادث وحشتناک عمدتا" در قلب خوشه های کهکشانها صورت می گیـرد. در اینجا، کهکشانها بوسیله یک کهکشـان بیضـوی غـول پیکـر بلعیـده میشـوند. ایـن کهکشـان، پرنورترین کهکشان خوشه، ۱۰ برابر بزرگتر و پر نورتر از کهکشانهای دیگر است (مثالی از این نوع کهکشان را می توان در شکل ۳۰ مشاهده نمود). جرم عظیم آن چنان نیـروی گرانشـی را ایجاد می نماید که در اثر آن حرکت کهکشانهایی که از نزدیکی این کهکشان عبور می نماینـد کند می گردد. کهکشانهای کند به سوی کهکشان غول پیکر کشیده شده و سرانجام بوسـیله آن بلعیده می شوند. بزرگترین کهکشان، کهکشانهای کوچکتر را بلعیده و بـزرگ و بزرگتـر و بیش از پیش نورانی تر می گردد. قانون جنگل در جهان کهکشانها نیز صادق است. قوی ترهـا با بلعیدن ستارگان ضعیف، قوی تر می شوند و ضعیف ها از بین می روند. بطـور متوسـط در هر یک میلیارد سال یک کهکشان خونخوار کهکشان دیگری را مـی بلعـد. بنـابراین، از زمـان تشکیل خوشه های کهکشانها تا کنون می باید ٤ کهکشان بلعیده شده باشند. سـتارگان میـان کهکشانی نیز که از تصادمات کهکشانها بوجود می آیند بوسیله نیروی گرانش کهکشان غـول پیکر بسوی این کهکشان جذب شده و هاله نوری را در اطراف کهکشان خونخوار بوجـود مـی آورند.

دو عامل مهم در تعیین هویت و شخصیت ما انسانها، نقشی اساسی دارند که عبارتند از عامل ذاتی و مادرزادی که از طریق ژنهای اجـدادمان در زنجیـره هـای حلزونـی آ دی ان (ADN) نقش می بندد و عامل دوم، تجربه است یعنی برخورد ما با محـیط اطـراف نظیـر خـانواده، دوستان، عشق، کار، مدرسه و غیره. کهکشانها نیز از همین دو عامل متاثر می شوند. مالکیت ژنتیکی آنها در زمان تشکیل شان قطعا" بوسیله همجواری با محیط اطرافشان تغییر می یابـد. کهکشانها در طول عمرشان می توانند ستارگان، صفحه گـازی خـود را از دسـت داده یـا بـا بلعیدن کهکشانهای دیگر بزرگتر شوند و بدینصورت، هویت خود را از دست بدهند. همانند جامعه شناس که در مطالعه انسانها قادر نیست دو عامل ذکـر شـده را از یکـدیگر تفکیـک نماید، اخترفیزیکدان نیز در تحلیل کهکشانها با مشکل تفکیـک عامـل ژنـی از عامـل محیطـی مواجه خواهد بود. با استفاده از تلسکوپ های جدیـد (بـه شـکل ۱۲ مراجعـه شـود) مشـکل اخترفیزیکدانان آسانتر خواهد شد. با این تلسکوپ می توان کهکشانهای دورتر را رصد نمـود یعنی کهکشانهایی که عمر کمتری دارند و کمتر تحت تاثیر محیط اطرافشان قرار گرفته انـد. بدینصورت، با مقایسه کهکشانهای دوردست که عامل ژنی در آنها با اهمیـت تـر اسـت بـا کهکشانهای نزدیک که عامل محیطی آنها مهمتر است، می توان به رابطه محیط و ژن دسـت یافت.

اولین ستارگان

همانطور که دیدیم، هلیم اولیه با امتناع از ترکیب با ذرات دیگر باعث شده بود تکامل کیهان در دقیقه سوم هستی اش بطور ناگهانی متوقف شود. کیهان می بایست راه حلی برای خروج از این بن بست و پیشرفت بسوی تکامل و پیچیدگی پیدا می کرد. کیهان با کمک نیروی گرانش این راه حل را خواهد یافت که عبارت است از تشکیل ستارگان و کهکشانها. برای گریز از سرد شدن و رقیق شدن کیهان که ناشی از انبساط آن بود، تشکیل کهکشانها اساسی است. محتوی کهکشانها که بوسیله نیروی گرانش بیکدیگر متصل می باشند می تواند برعکس حرکت عمومی کیهان (انبساط) گرما و انرژی خود را حفظ نماید. ولی تشکیل کهکشانها کافی بنظر نمی رسد، زیرا کهکشانها هنوز به اندازه کافی متراکم نبوده تا به اتم های هیدروژن و هلیم اجازه ترکیب با ذرات دیگر را بدهند. در نطفه کهکشان، بطور متوسط، در هر سانتیمتر مکعب فقط یک اتم هیدروژن ($۱۰^{-۲٤}$ گرم) وجود داشت، یعنی میلیونها میلیارد برابر کمتر ا زچگالی هوای اطراف ما.

جهت پیشرفت بسوی تکامل، کیهان محتاج مناطقی بود که در آن تراکم بیشتر باشد و در این راستا، کیهان ستارگان را ایجاد می نماید. نطفه کهکشان در دوران فروپاشی اش بوسیله نیروی گرانش به صدها میلیارد گازهای کوچک هیدروژن و هلیم تبدیل می گردد. این گازهای کوچک بنوبه خود بوسیله نیروی گرانش شکلی کروی گرفته و فرو می پاشند. چگالی در قلب این گازهای کوچک بتدریج افزایش یافته و بزودی به ۱۶۰ برابر چگالی آب می رسد. دما نیز افزایش یافته و به دهها میلیون درجه سانتیگراد خواهد رسید. اتمهای هیدروژن و هلیم در قلب این حباب های گازی که در اولین دقایق هستی کیهان بوجود آمده اند بشدت با یکدیگر تصادم نموده و موجب آزاد کردن الکترونها، هسته های هیدروژن (یا پروتونها) و هسته های هلیم می شوند. این پدیده درست مشابه جریانی است که در دقیقه سوم پیدایش کیهان بوقوع پیوسته بود. تنها اختلاف، عدم وجود نوترونهای آزاد است. ولی مهم نیست! زیرا حباب های گازی فقط با استفاده از پروتونها می توانند واکنش های هسته ای را ایجاد نمایند. پروتونها چهار به چهار با یکدیگر متحد شده و هسته های هلیم ٤ را بوجود می آورند. در واقع، یک هسته هلیم ٤ از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است. دو عدد از پروتونهای اولیه تبدیل به نوترون شده و این عمل تبدیل موجب آزاد شدن دو ضد الکترون (پوزیتون) و دو نوترینو می گردد (شکل ٤۳). مسئول این اتحاد، باز دمای بسیار فراوان و جریان کوانتمی است. این دو، عملکرد نیروی الکترومغناطیس که سعی به دور کردن پروتونها از یکدیگر دارد را با شکست مواجه می نمایند. اتحاد پروتونها در هلیم موجب آزاد شدن انرژی می گردد که بصورت اشعه نمایان خواهد شد. حباب های گازی شروع به درخشیدن می نمایند. در اینجا، تولد اولین ستارگان آغاز می گردد. تاریخ تولد ستارگان هنوز کاملا" مشخص نشده است ولی حدس زده می شود که ستارگان باید بین ۳ الی ٤ میلیارد سال بعد از آفرینش کیهان بوجود آمده باشند. نتیجه دیگر آزادشدن انرژی اتمی این است که

فروپاشی حباب های گازی متوقف می شود. تعادلی مهم بین فشار پرتو افکنی کـه سـعی بـه انفجار ستاره دارد و فشار نیروی گرانش که سعی به فروپاشی آن دارد برقرار خواهد شـد. ولی سرچشمه اسرارآمیز انرژی ستارگان از کجاست؟ در اینجا، اینشتاین بما می گوید: اگر ما جرم چهار پروتون آزاد را با جرم هلیم ٤ (یعنی نتیجه اتحاد چهار پروتون) مقایسـه نمـائیم بـا تعجب مشاهده خواهیم نمود که این دو جرم برابر نیستند بلکه جرم هلیم ٤ بصورت جزئی از جرم چهار پروتون کمتر است. اختلاف جرم به کجا رفته است؟ این اختلاف جـرم بـه انـرژی تبدیل شده و همین انرژی است که ستاره ها را روشن نگاه می دارد.
برای محاسبه این انرژی کافی است اختلاف جرم را ضربدر مجذور سرعت نور نمائیم.

شانسی جدید برای کیهان

تا اینجا، تشکیل ستاره چیز جدیدی را برایمان به ارمغان نیاورده است. هسـته هـای هلـیم از سومین دقیقه هستی کیهان وجود داشتند. آیا ستاره قادر خواهـد بـود از مـانع هلـیم عبـور نموده و شانس دومی به کیهان ارائه نماید؟ برای پاسخ باید منتظر ماند تـا قلـب سـتاره از ذخیره های پروتون خالی شده و ستاره دیگر نتواند بوسیله سـوخت هیـدروژی اش خـود را گرم نماید. زمان انتظار وابسته به جرم ستاره خواهد بود. در واقع، سـتارگان نیـز ماننـد مـا افراد بشر، می توانند لاغر و یا چاق باشند. کوچکترین و ضعیف ترین ستارگان از جرمی معادل یک دهم جرم خورشید برخوردارند. بزرگترین و چاق ترین آنها، برعکس، جرمـی معـادل ۱۰۰ برابر جرم خورشید را دارا بوده و طبعا" دارای قلبی بسیار بزرگند. بسادگی می تـوان تصـور نمود که ذخیره هیدروژن ستارگان بزرگ در مدتی طولانی تر به اتمام خواهد رسید. اشتباه بزرگ! متمولین اکثر ولخرج ترند. ستاره ای با جرم ۶۰ برابر جرم خورشید، ذخیره انرژی اش را در عرض چند میلیون سال به اتمام می رساند، ولـی سـتاره ای بـا جرمـی برابـر بـا جـرم خورشید، انرژی خود را در عرض ۹ میلیارد سال به اتمام خواهد رساند و سرانجام سـتاره ای با جرمی معادل یک دهم جرم خورشید به سوختن انرژی اش به مدت ۲۰ میلیارد سال ادامـه می دهد یعنی بیشتر از سن کنونی کیهان.
سرنوشت ستاره ای به جرم برابر با جرم خورشید را دنبال مـی نمـائیم. حـوادثی کـه ذکـر خواهد شد برای کلیه ستارگان دیگر یکسان خواهد بود فقط سرعت حـوادث تغییـر خواهـد کرد. عملیات در ستارگان جسیم تر با سرعت و در ستارگان کم جرم تر به کندی اتفـاق مـی افتد. ذخیره هیدروژن ستاره به اتمام می رسد. پرتوافکنی ستاره ضعیف شده و دیگـر قـادر نخواهد بود با نیروی گرانش ستاره برابری نماید. ستاره منقبض می گـردد. چگـالی سـتاره افزایش یافته و دمای آن حتی به چندین میلیون درجه خواهد رسید. هسته های هلیم، نتیجـه احتراق هیدروژنها، همواره از ترکیب با یکدیگر خوداری می نماینـد. ولـی یکبـاره معجـزه ای

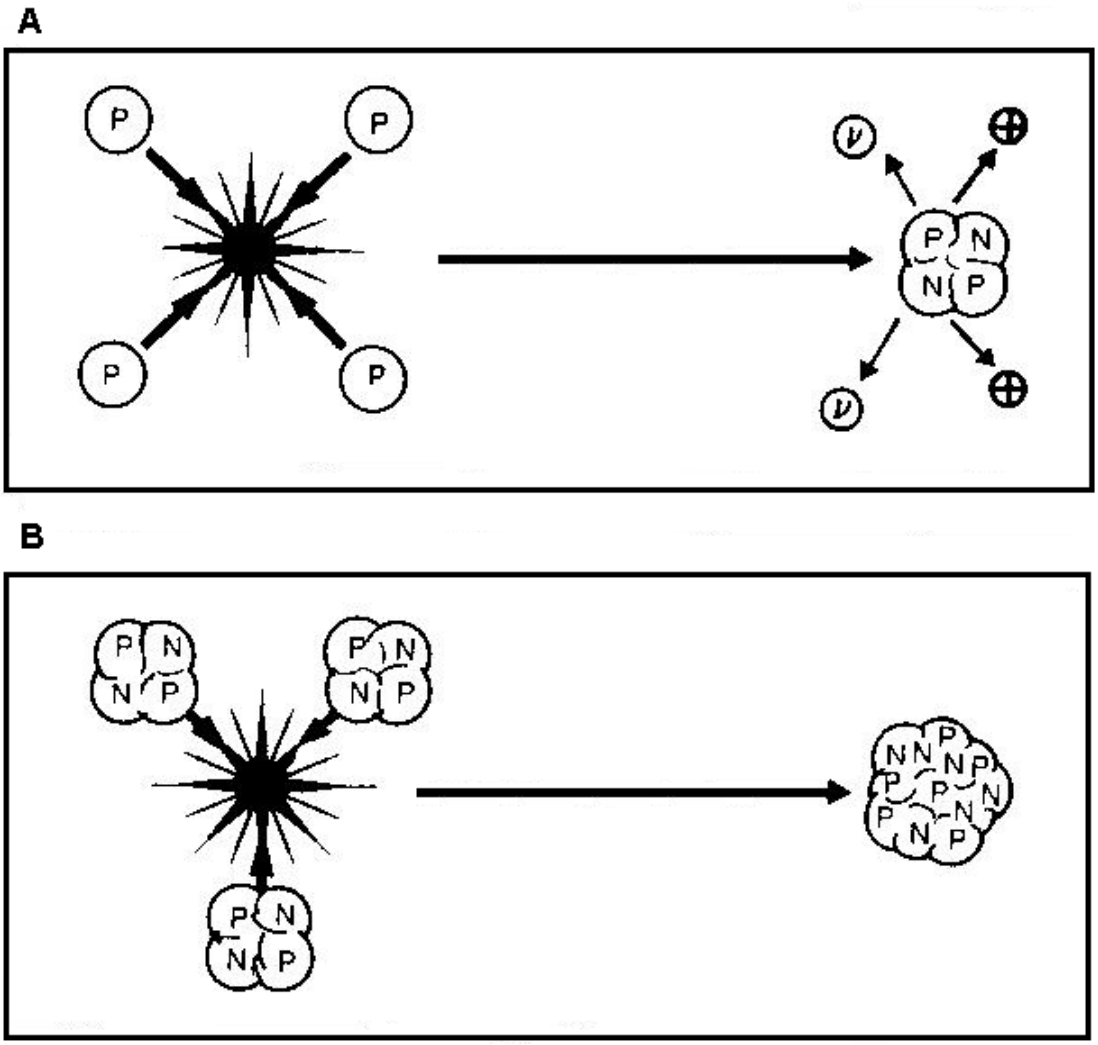
اتفاق می افتد: آنها ناگهان تصمیم می گیرند که سه به سه با یکدیگر ترکیب شده تا هسته کربن ۱۲ را بوجود آورند (شکل ٤٣). کربن دوازدهی که در درختان، در صفحه های این کتاب یا در تابلوهای نقاشی وان گوگ و "ماتیس"[۲۲۳] وجود دارند. انجام این ترکیب شگفت انگیز را باید به طبیعت نسبت داد. در واقع، طبیعت چنان وضع شده که جرم یک هسته کربن بسیار مشابه جرم سه هسته هلیم باشد، در واقع، جرم کربن خفیفا" کمتر از جرم کل سه هسته هلیم است و این اختلاف جرم به اشعه تبدیل می گردد. بدینصورت، پرتوافکنی و یا تشعشع جدید قدرتی دوباره کسب نموده و با نیروی گرانش برابری خواهد نمود.

انقباض در قلب ستاره که کوچکتر و متراکم تر شده است متوقف می شود. در همان زمانی که قلب ستاره منقبض می گردد، آتمسفر ستاره نیز تحت فشار انرژی عظیم آزاد شده از احتراق هلیم بی اندازه متورم می گردد. ابعاد ستاره دهها برابر از اندازه اولیه اش بزرگتر می شود. تشعشاتی که از سطح ستاره به بیرون می گریزند صدها برابر بزرگتر ولی بسیار رقیق تر خواهند شد. سطح ستاره شروع به سرد شدن می نماید و رنگ آن به قرمز متمایل خواهد شد و بدینصورت، ستاره به "غول قرمز" * [۲۲٤] تبدیل می گردد.

---

[۲۲۳] - **Henry Matisse** نقاش و مجسمه ساز معروف فرانسوی نیمه اول قرن بیستم.

[224] - Géante Rouge



شکل ٤٣: واکنشهای هسته ای ستارگان. ستاره بمانند خورشید از انرژی تغذیه کرده و بلطف واکنشهای هسته ای متعدد در قلبش قادر به درخشیدن است. واکنشهای هسته ای با دمایی در حدود ۱۰ میلیون درجه موجب می شوند ٤ پروتون (یا هسته های هیدروژن) با یکدیگر متحد شده و یک هسته هلیم ٤ را بوجود آورند. نتیجه این وحدت آزاد شدن دو پوزیتون و دو نوترینو خواهد بود (تصویر a ٤٣). ستاره وقتیکه تمام ذخیره هیدورژن خود را می سوزاند دیگر به اندازه کافی پرتوافکنی نداشته تا خود را در برابر نیروی گرانشش حمایت نماید. نتیجتا" قلب ستاره به کندی فرو می پاشد ودمای مرکزی به ۲۰۰ میلیون درجه خواهد رسید. در این لحظه ترکیب سه به سه هسته های هلیم شروع می شود که به هسته های کربن ختم می گردند. این کربن ها مجددا" انرژی ستاره ها را تامین می نمایند (شکل b ٤٣). ستاره ها بدینصورت، عناصر بیش از پیش پیچیده ای را ایجاد می نمایند. این فرآیند اشتغال هلیم و عناصر سنگین فقط ۱٪ فعالیت ستارگان را در بر می گیرد.

ستاره چگونه توانست از مانع هلیم عبور نماید در حالیکه کیهان اولیه در برابر آن ناکام مانده بود؟ پاسخ این است که جمع آوری اتفاقی سه هسته هلیم بسیار مشکل بود و کیهان برای این منظور محتاج زمان فراوانی بود. کیهان در حال انبساط زمان لازم را در اختیار نداشت.

بتدریج که ساعت کیهانی دقیقه به دقیقه جلوتر می رفت، ماده بیش از پیش رقیق تر می گشت و شانس ایجاد چنین ترکیباتی کمتر می شد و عملا" در دقیقه سوم هستی کیهان، این شانس برابر با صفر می بود. غول قرمز از انبساط کیهان و رقیق شدن تراکم ترسی ندارد. او در برابر سه دقیقه کیهان، میلیون ها سال یعنی ابدیت را در اختیار داشته تا بتواند چنین ترکیباتی را ایجاد نماید. بدینصورت است که غول قرمز از این مانع پیروزمندانه عبور می نماید ولی کیهان در برابرش تن به شکست می دهد.

صعود به سوی پیچیدگی ماده اکنون می تواند مجددا" دنبال شود. تشکیل ستارگان از دو نظر موجب نجات کیهان شد. کیهان منبعد دارای کوره های کیهانی خواهد شد که در آنها براحتی عناصر شیمیایی لازم جهت ظهور حیات را ایجاد خواهد نمود، در واقع می توان گفت کیهان از نازائی نجات می یابد. ولی همانطور که دیدیم، ستارگان همچنین مولد اغتشاشات و بی نظمی بوده و به کیهان اجازه خواهند داد، بدون اینکه با اصل ترمودینامیک در تضاد قرار گیرد، بسوی پیچیدگی و تکامل صعود نماید.

ستاره ای با ساختار پوست پیازی

احتراق هلیم به کربن فقط ۳۰۰ میلیون سال طول خواهد کشید یعنی ۳۰ برابر کمتر از دوره زمانی احتراق هیدروژن به هلیم. در پایان این دوره، قلب غول قرمز بدلیل عدم وجود تشعشات لازم برای حمایتش از نیروی گرانش مجددا" منقبض می گردد. دما به یک میلیارد و دویست درجه خواهد رسید و در اینجا احتراق کربن شروع می شود. عناصر پیچیده تر و آشناتری ایجاد می گردند، نظیر نئون، اکسیژن، سدیم، منیزیم، آلومینیوم، سیلیسیم، فسفر و گوگرد. ستاره تا آنجا که می تواند بسوی پیچیدگی ماده گام بر می دارد. حوادث بطور مستمر تکرار می شود، حوادثی که مشابه یکدیگرند: با پایان یافتن احتراق یک عنصر، قلب ستاره فروپاشیده و گرم تر و متراکم تر می شود. احتراق جدیدی شروع می شود که با ظهور عناصر بیش از پیش سنگین تری همراه خواهد بود. حوادث بتدریج سرعت گرفته و دوره فرآیندها زمان کمتری را صرف می نمایند. در عرض چند میلیون سال، بیش از ۲۰ عنصر شیمیایی جدید ظاهر می گردند.

این فعل و انفعالات فقط در قلب غول قرمز صورت نمی گیرد، اشعه آزاد شده بوسیله واکنشهای هسته ای در مرکز، تمام قشرهای خارجی را نیز گرم کرده و به آنها اجازه خواهد داد تا عناصر مورد احتراق را بسوزانند. فقط باید گفت دما در همه جا یکسان نخواهد بود. دما از چندین میلیارد درجه در قلب ستاره تا چندین هزار درجه در سطح خارجی ستاره متغیر خواهد بود. با توجه به اینکه هیدروژن در ۱۰ میلیون درجه سوخته و به هلیم تبدیل و هلیم در ۱۰۰ میلیون درجه به کربن مبدل می شود و همینطور الا آخر، ماده قابل احتراق و

مواد مولد آن به نسبت قشرهای مختلف متغیر خواهند بود. بدینصورت، ستاره ساختاری همانند پوست پیاز به خود خواهد گرفت، یعنی اینکه هرچقدر از مرکز به سوی سطوح خارجی جلو رویم از عناصر سنگین بتدریج کاسته می گردد. در اواخر عمر ستاره، قلب آن از آهن، کبالت و نیکل که نتیجه احتراق سیلیسیم است تشکیل خواهد یافت. در قشرهای بالاتر، کربن با احتراق به سیلیسیم، فسفر و گوگرد تبدیل می شود. باز در قشر بالاتر، هلیم ها ترکیب شده و کربن، اکسیژن و نئون را ایجاد می نمایند. سرانجام در قشر بالاتر، هیدروژن به هلیم تبدیل می گردد. بدینصورت، ۶۰٪ از جرم ستاره در این ترکیبات مشارکت می نمایند. ٤۰٪ بقیه هنوز بسیار سردند تا در چنین ترکیباتی وارد شوند، آنها هنوز دارای هیدروژنی که در دقیقه سوم هستی کیهان بوجود آمده می باشند.

آهن سرکش

ستاره ایجاد عناصر مختلف را ادامه داده تا زمانیکه آهن ۵۶ بوجود می آید. صعود بسوی تکامل و پیچیدگی ماده بسیار خوب پیشرفت کرده است. ستاره معمار با آجرهای ساده ای نظیر نوترون و پروتون، بناهای بسیار با اهمیتی نظیر آهن ۵۶ را ایجاد می نماید، یعنی ساختاری هسته ای مرکب از ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون. ستاره اکنون در بردارنده عناصری است بمانند هیدروژن، کربن، ازت و اکسیژن که ۹۰ درصد از اتم های بدن ما از آنها تشکیل یافته و عناصر شیمیایی دیگر موجود در ستاره مسئول تنوعات و رنگهای اجسام روزمره می باشند. ولی با ظهور آهن اوضاع تغییر خواهد یافت. ستاره در صعودش بسوی تکامل متوقف شده و قادر نیست جلوتر برود. در واقع، آهن ۵۶ نمی تواند بعنوان ماده قابل احتراق مورد استفاده قرار گیرد. آهن ۵۶ قادر نیست انرژی ستاره را تامین تا آنرا در برابر نیروی گرانش حمایت نماید. چرا به چنین بن بستی رسیدیم؟ در کلیه احتراقات گذشته، جرم کل عنصر جدید از مجموع جرم هسته های اتم تشکیل دهنده آن کمتر بود (جرم هسته هلیم از جرم چهار پروتون کمتر است، جرم کربن از جرم سه هسته هلیم کمتر است و الآخر). این اختلاف جرم که تبدیل به انرژی می گردد، مسئول درخشندگی ستاره بوده و از فروپاشی ستاره ناشی از جرمش جلوگیری می نماید. تبدیل هیدروژن به هلیم از کلیه احتراقات دیگر با انرژی تر است (متاسفانه همین انرژی است که مسئول قدرت ویرانگری بمب هیدروژن می باشد). همین انرژی است که بشر سعی در مهار آن دارد زیرا بدون زباله رادیوآکیتو بوده، سالم و نامحدود است. ولی کنترل ترکیبی "گرما هسته ای"[۲۲۵] بسیار بسیار مشکل است ولی فیزیکدانان همواره بدنبال مطالعه و تحقیق در باره آن می باشند.

[225] - Thermonucléaire

مواد قابل احتراق سنگین تر از اکسیژن و سبک تر از آهن انرژی کمتری را صادر مـی نماینـد ولی لازمه حیات ستاره می باشند. با ظهور آهن ۵۶ اوضاع بکلی تغییر خواهد نمود. آهـن ۵۶ فقط زمانی با هسته های دیگر ترکیب می شود که انـرژی لازم بـرای ایـن ترکیـب موجـود باشد. با پیدایش آهن، جرم کل از مجموع جرم های هسته های مشارکت کننده در ترکیـب بیشتر خواهد شد. آهن برای واکنش های هسته ای انرژی بسیار فراوانی را تقاضا می نمایـد. ستاره که این انرژی بسیار زیاد را در اختیار ندارد قادر نیسـت تقاضـای آهـن را بـرآورده نماید. با تقلیل مواد قابل احتراق ستاره، درخشندگی ستاره متوقف می گردد. نیروی گرانش که دیگر مقاومت اشعه را در برابرش نمی بیند، کنترل اوضاع را بدسـت گرفتـه و سـتاره را متراکم می نماید. ستاره فروپاشیده و از بین می رود. مـرگ سـتاره رابطـه ای مسـتقیم بـا جرمش خواهد داشت. این مرگ می تواند شدید و یا آرام باشد.

سه حالت برای مرگ ستاره

سرنوشت ستاره ای که جرمش کمتر از ۱/٤ برابر جرم خورشید است را در نظر می گیریم. با اتمام مواد قابل احتراق ستاره، ابعادش از اندازه یک غول قرمز (به شعاع ۵۰ میلیون کیلومتر) به اندازه زمین (به شعاع ۶۰۰۰ کیلومتر) تقلیل می یابد. ستاره کوتولـه مـی شـود (شـکل ٤٤). بدلیل اینکه انرژی حرکت فروپاشی ستاره تبدیل به گرمـا مـی گـردد، لـذا سـتاره کوتولـه شدیدا" گرم خواهد شد. دمای سطح این ستاره به ۶۰۰۰ درجه می رسد. این گرمـا بصـورت اشعه در فضا پرتاب می گردد. رنگ سفید اشعه هـا، هماننـد پرتوهـای خورشـید، موجـب میگردد که ستاره نام کوتوله سفید را بخود بگیرد. چگالی کوتوله سـفید عظـیم اسـت: هـر سانتیمتر مربع از کوتوله سفید یک تن وزن دارد. ولی چه چیزی از فروپاشی بیشـتر کوتولـه سفید جلوگیری می نماید؟ کدام نیرو در برابر نیروی گرانش قد علم می کند؟ بدون شـک، این نیرو، نیروی اشعه نخواهد بود زیرا اشعه بسیار ضعیف شـده اسـت. فیزیکـدان آلمـانی "ولفگانگ پاولی"[۲۲۶] ، یکی از بنیانگذاران مکانیک کوانتم، به این معما جـواب مـی دهـد. او در سال ۱۹۲۵ کشف نمود که دو الکترون نمی توانند به یکدیگر فشرده شوند: آنهـا همـدیگر را دفع می نمایند. کشف "پاولی" به "اصل طرد"[۲۲۷] معروف است. ستاره بـا فروپاشـی خـود، الکترونها را در حجمی بیش از پیش کوچکتر متراکم می نماید. هرچقدر تراکم الکترونها بیشتر شود، مقاومت آنها برای گریز بیشتر خواهد شد. این مقاومت موجب ایجاد نیرویی مخالف با نیروی گرانش خواهد شد و بهمین دلیل است که کوتوله سفید فـرو نخواهـد پاشـید. دفـع الکترونها از یکدیگر ناشی از نیروی الکترومغناطیس نیست (همانطور کـه دیـدیم ایـن نیـرو

[226] - Wolfgang Pauli
[227] - Principe d’exclusion

ذرات با بارهای مشابه را از یکدیگر دفع می نماید) بلکه یکی از مظاهر مکانیک کوانتمی می باشد.

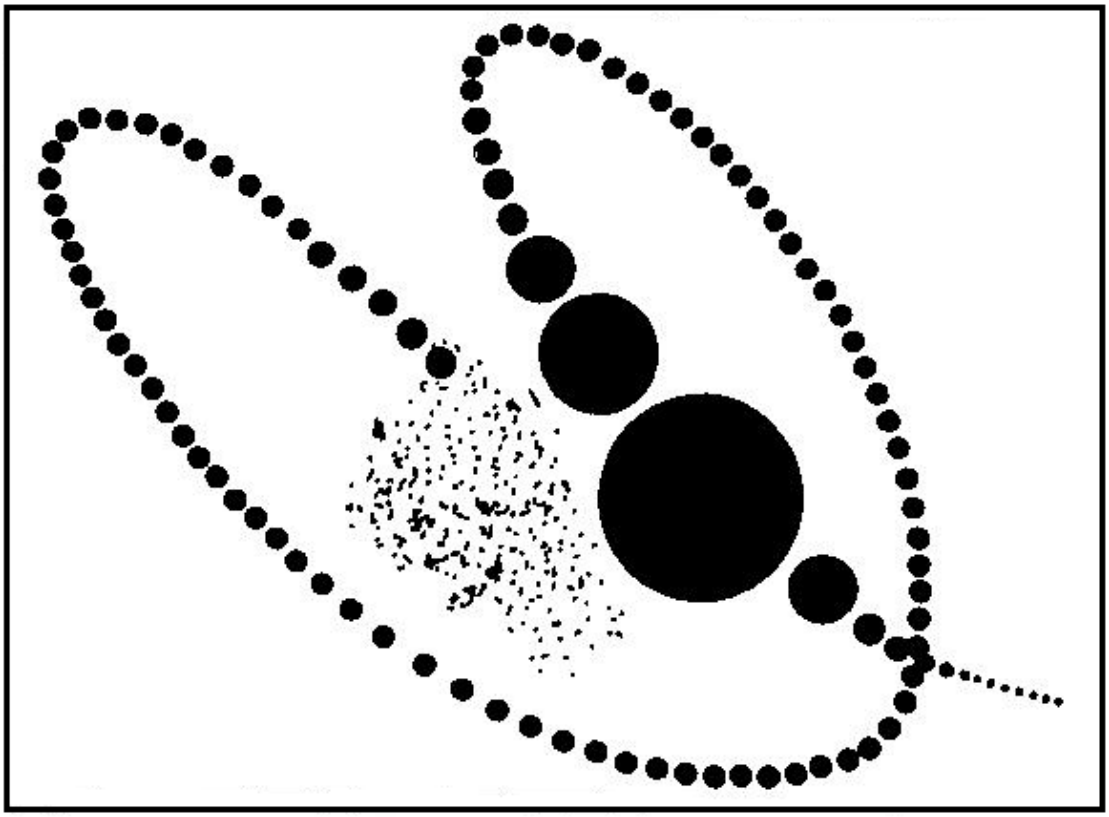
در همان زمان که قلب ستاره فرو می پاشد، قشرهای فوقانی ستاره نیز از ستاره جدا می شوند. این قشرهای جدا شده که درخشندگی خود را از طریق کوتوله سفید کسب می نمایند به شکل حلقه گازی با رنگهای قرمز و زرد جلوه گر شده و بنام "سحابی سیاره ای"*[۲۲۸] معروف می باشند (شکل ٤٥).

عاقبت و سرانجام اکثر ستارگان از جمله خورشید همین مرگ آرام خواهد بود. ستارگانی با جرم کمتر از ۱/٤ برابر جرم خورشید از نقطه نظر تعداد در کهکشانها از اکثریت برخوردارند. برای رصد کردن کوتوله های سفید باید از تلسکوپ های بسیار بزرگ استفاده نمود زیرا درخشندگی کوتوله سفید بسیار ضعیف است. ستاره شعرای یمانی (Sirius)، درخشنده ترین ستاره آسمان، کوتوله سفیدی را با خود همراه دارد. کوتوله سفید بعد از میلیارد ها سال گرما و حرارت خود را از دست داده و سرانجام تبدیل به "کوتوله سیاه"* گشته و غیرقابل رویت می گردد. در مورد سحابی های سیاره ای نیز باید گفت آنها نیز بعد از مدتی در فضا پخش شده و از بین می روند.

برای ستاره ای با جرم بیشتر از ۱/٤ برابر جرم خورشید، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ مرگ چنین ستاره ای شدیدتر خواهد بود. ولی در اینجا نیز سرانجام ستاره بستگی به جرمش خواهد داشت.

---

[228] - Nébuleuse Planétaire



شکل ٤٤ : تولد، حیات و مرگ یک ستاره. این تصویر نمایانگر مراحل مختلف حیات ستاره ای بمانند خورشید می باشد. ستاره با تولد از طریق فروپاشی ابرهای میان ستاره ای، سپس بمدت ۹ میلیارد سال هیدروژن سوزانده و بعد به غول قرمز تبدیل می گردد و بمدت چندین میلیون سال، هلیم، کربن و غیره (تا آهن ۵۶) را سوزانده و سرانجام تبدیل به کوتوله سفید می شود. در پایان حیاتش، ستاره تبدیل به کوتوله سیاه شده و به مانند جسد ستاره ای در عظمت کیهان ناپدید می گردد.

در ابتدا ستاره ای را در نظر می گیریم که جرمش بین ۱/٤ تا ۵ برابر جرم خورشید است. جرم فراوان ستاره موجب تراکم بیشتر ستاره می گردد. فروپاشی ستاره آنچنان سریع صورت می گیرد (در اجزاء ثانیه) که الکترونها زمان لازم برای سازمان دادن خود را نداشته و نخواهند توانست در برابر نیروی گرانش مقاومت نمایند. شعاع ستاره بسیار کمتر از ۶۰۰۰ کیلومتر شعاع کوتوله سفید خواهد شد. شعاع قلب ستاره به ۱۰ کیلومتر خواهد رسید. چگالی نهایی بسیار زیاد است. این چگالی می تواند به یک میلیارد تن برای هر سانتیمتر مکعب برسد. بمانند این است که شما جرم کل ۱۰۰ برج ایفل را در اندازه نوک قلمتان بگنجانید. هسته ها در برابر فشار تراکم قادر به مقاومت نبوده و در نتیجه به پروتون ها و نوترون ها تجزیه می شوند. الکترونها چنان به پروتونها چسبیده اند که پروتونها ناچارند با آنها ترکیب شده و نوترونها و نوترینوها را بوجود آورند. نوترینوها، همانطور که قبلا" در لحظات اولیه هستی کیهان مشاهده شد، همواره از ترکیب با ماده سرباز زده و سریعا" می گریزند. در نتیجه، قلب ستاره منبع عظیمی از نوترون ها خواهد شد. نوترونها که در حالت آزاد فقط ۱۵

دقیقه زنده می مانند، در حالت حبس، مـرگ خـود را فرامـوش مـی کننـد. اکنـون همـین نوترونها هستند که در برابر نیروی گرانش مقاومت کرده و مانع از فروپاشی ستاره نوترونی می شوند. همانطور که قبلا" برای الکترون ها دیدیم، برای نوترونهـا نیـز اصـل طـرد وجـود خواهد داشت یعنی اینکه نوترونها نیز نمی توانند بیش از حد بیکدیگر فشرده شوند.

شکل ٤٥: یک سحابی سیاره ای. در تصویر سحابی سیاره ای "چنگ رومی" (Lyre) دیده می شود. ایـن سـحابی در ابتدا ستاره ای بود با جرمی کمتر از ١/٤ برابر جرم خورشید که در حال فنا شدن حلقـه ابـری را بوجـود مـی آورد. این ستاره با اتمام سوختش فروپاشیده و تبدیل به کوتوله سفید می گردد (کوتوله سـفید را مـی تـوان بصورت نقطه ای نورانی در مرکز حلقه ابری مشاهده نمود). این درخشندگی کوتوله سفید است کـه سـحابی سیاره ای را نورانی نموده است. کلمه "سیاره ای" می تواند غلط انداز جلوه نماید، در واقع، هیچگونـه ارتبـاطی بین سحابی و سیارات وجود ندارد. (تصویر : Hale Observatories)

بعد از فروپاشی قلب ستاره، انفجار عظیمی صورت خواهد گرفت. قشرهای مختلف سـتاره حامل عناصر سنگین و گازهای سوزان با سرعتی معـادل هـزاران کیلـومتر در ثانیـه در فضـا پرتاب می شوند. درخشندگی این انفجار برابر با درخشندگی ١٠٠ میلیون ستاره است. نقطـه ای نورانی در آسمان ظاهر خواهد شد به درخشندگی کل یک کهکشان. این نقطه نورانی یک ابرنو اختر خواهد بود. توقف ناگهانی فروپاشی قلب ستاره ناشی از مقاومت نوترونها مسئول این انفجار عظیم است. در واقع، این توقف ناگهانی باعث ایجاد موجی در قلـب سـتاره مـی

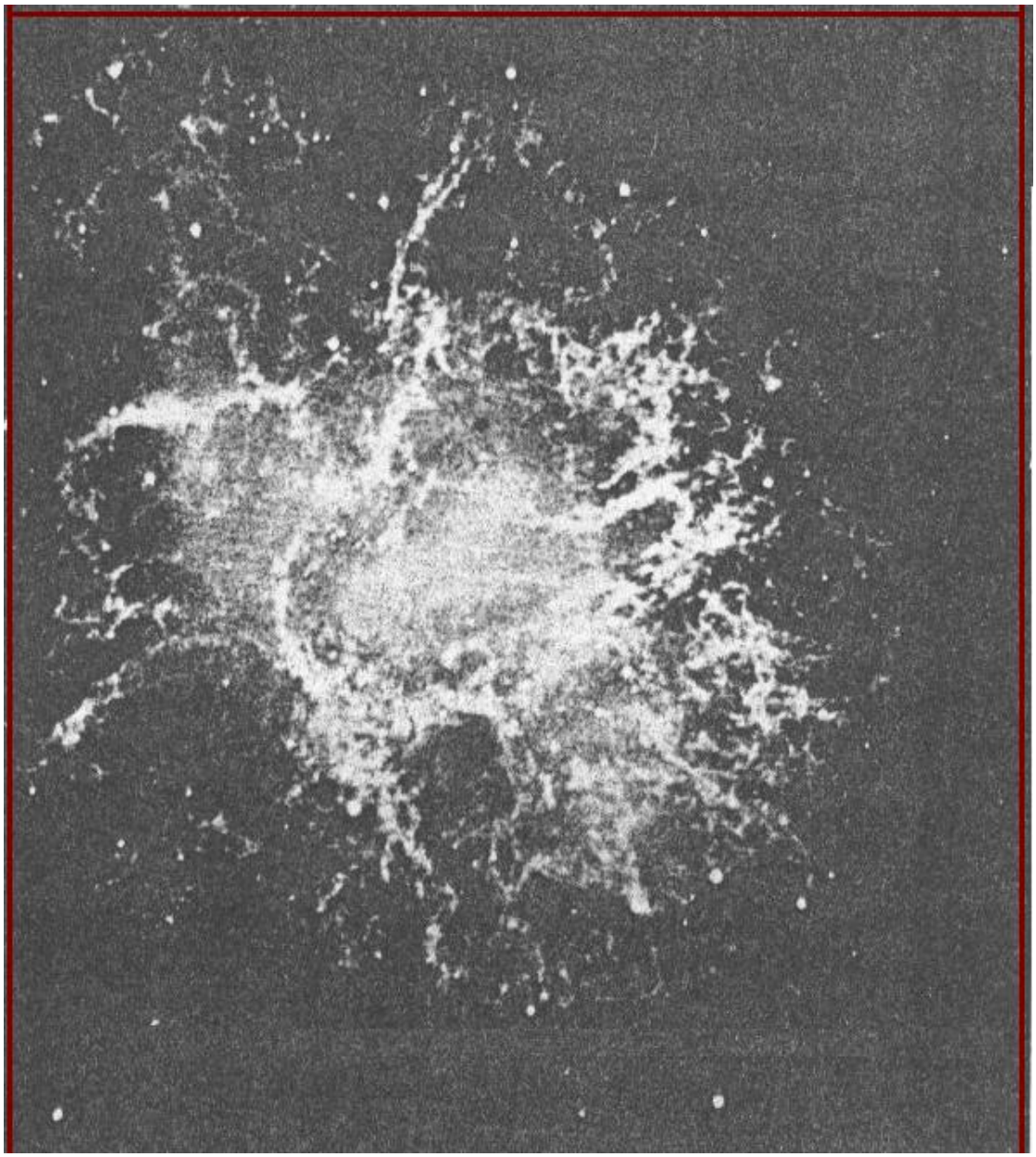
شود که به سوی سطوح و قشرهای فوقانی ستاره انتشار یافته و موجب خرد شدن قشـرها می گردد. تقریبا" در تمام قرون گذشته، چنین مرگهای انفجاری در کهکشانها صورت گرفتـه است. بشر از زمانیکه شروع به رصد کردن آسمان نموده است تاکنون حـدود ۱۰ انفجـار از این نوع را در کهکشان راه شیری مشاهده نموده است. در سـال ۱۵۷۲، تیکـو براهـه جـوان ستاره جدیدی را در صورت فلکی ذات الکرسی (Cassiopée) مشـاهده نمـود. ایـن کشـف، شک و تردید او را در مورد عقیده ارسطویی سکون آسمانها افزایش داد. چیزی کـه از ایـن ابرنو اختر هم اکنون در آسمان باقی مانده نام تیکو براهه را بخود گرفته است. در ۲۳ فوریه ۱۹۸۷، ظهور ابرنو اختری در یکی از کهکشانهای کوتوله قمر راه شیری یعنی ابر بزرگ مـاژلان در فاصله ۱۵۰.۰۰۰ سال نوری از زمین، جهان اخترشناسی را به لـرزه در آورد. کلیـه تجهیـزات رصد مدرن (تلسکوپ های بزرگ در زمین، اقمار مصنوعی و دیگر ابزار اختر شناسی) مـورد استفاده قرار گرفته تا این حادثه شگفت انگیز مورد مطالعه قـرار گیـرد. حتـی نوترینوهـای گریخته از قلب فروپاشیده ستاره نیز بوسیله موج یاب هایی که در دهها کیلـومتر در زیـر زمین در معادن طلا قرار داده شده بودند ردیابی شدند. ولی معروفترین ابرنو اختـری کـه در کتب اخترشناسی از آن همواره یاد می شود، ابرنو اختری بود که باقی مانده اش امـروزه به سحابی خرچنگی معروف است. این "ستاره مهمان" (این اسمی بود که منجمان چینی به آن داده بودند) در چهارم ژوئیه ۱۰۵٤ میلادی در آسمان ظاهر گشت. درخشندگی آن به اندازه درخشندگی سیاره ناهید بود و بمدت هفته ها، حتی در روز نیز قابل رویت بود. با این وجود، در کتب منجمان غربی این دوران، هیچگونه اشاره ای به این ابرنو اختر نشده اسـت. بـدون شک، اخترشناسان غربی این دوران بیشتر به نظرات ارسطویی کیهان ساکن اطمینان داشتند تا به چشمان خودشان...

اکنون مدت زمان فراوانی است که دیگر ستاره مهمان به چشم غیرمسلح نمایان نیسـت. بـا تلسکوپ می توان باقی مانده آنرا که بصورت سحابی خرچنگی است مشاهده نمـود (شـکل ٤۶). ولی چیزی که موجب معروفیت سحابی خرچنگ گردید کشف یک ستاره نـوترونی* در قلب این سحابی در سال ۱۹۶۷ بود. در واقع، در سال ۱۹۳٤، دو اخترشناس آمریکـایی، والتـر باد[۲۲۹] و فریتز زویکی[۲۳۰] ظهور ستاره نوترونی را بعنوان نتیجه مرگ یک ستاره فـرض کـرده بودند. ویژگی مهم ستاره نوترونی این است که در هر ۳۰ ثانیه روشن و خاموش مـی شـود. این پدیده موجب شده که نام تپنده را به خود بگیرد. عملکرد عجیب ستاره نوترونی بـدین دلیل است که تشعشع ستاره در همه سطوحش صورت نمی پذیرد. نور (که طبیعتی رادیویی دارد) از یک روزنه کوچک و باریک خارج می شود همانند یک چراغ دریـایی. بعـلاوه، سـتاره نوترونی با سرعتی فراوان بدور خود می چرخد و در نتیجه هربار که نور از روزنه باریـک بـه

---

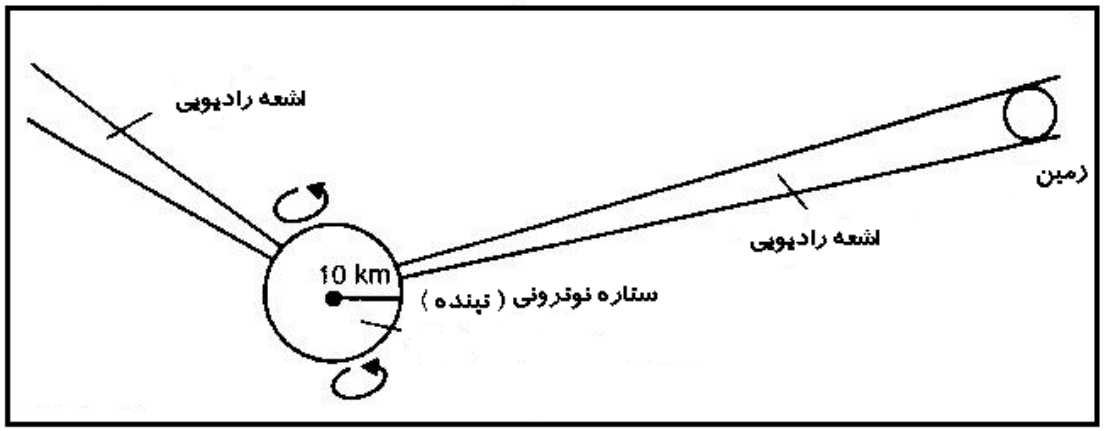
229 - Walter Baade
230 - Fritz Zwicky

زمین برخورد می نماید این توهم را ایجاد میکند که ستاره روشن و خاموش می گردد (شکل ٤٧). ستاره تپنده نقش چراغ دریایی را بمدت میلیارد ها سال ایفا خواهد نمود. ذخیره انرژی اش که در مدت فروپاشی تشکیل یافته بود بتدریج رو به اتمام خواهد گذاشت. سرعت گردش ستاره بیش از پیش تقلیل یافته و اندک اندک ستاره تپنده درخشندگی اش را از دست خواهد داد. با اتمام انرژی آن، ستاره تپنده به شمار اجساد آسمانی خواهد پیوست. این ستاره دیگر نه مشاهده و نه شنیده خواهد شد. از هر ۱۰۰۰ ستاره در کهکشان راه شیری، فقط یک ستاره سرنوشتی تپنده به خود خواهد گرفت.



شکل ٤۶ : سحابی خرچنگی. در این تصویر باقیمانده ستاره ای که در چهارم ژوئیه ۱۰۵٤ در کهکشان راه شیری منفجر شده بود مشاهده می گردد. قلب ستاره با فروپاشی به یک ستاره نوترونی به شعاع ۱۰ کیلومتر تبدیل شده که در مرکز سحابی قرار گرفته و بطور متناوب برایمان امواج رادیویی ارسال می نماید. این ستاره نوترونی همچنین به تپنده معروف است (به شکل ٤۷ مراجعه شود). مواد موجود در ستاره با انفجار عظیم و با سرعتی فراوان هم اکنون در صدها میلیارد کیلومتر در فضا انتشار می یابد. بدینصورت، عناصر سنگین موجود در ستاره که در طی دوران حیات ستاره ایجاد شده بودند در فضای میان ستاره ای بذرافشانی می نمایند.

سرانجام، به قطعی ترین مرگ ستارگان می رسیم یعنی ستارگانی که جرمشان بیش از ۵ برابر جرم خورشید می باشند. جرم بیش از اندازه این ستاره موجب فروپاشی بسیار شدید آن می گردد. اینبار، نه تنها الکترونها بلکه حتی نوترونها نیز فرصت کافی برای سازمان دادن خود جهت مقابله با نیروی گرانش را نخواهند داشت. نتیجتا"، نیروی گرانش که هیچ نیرویی در برابر خود ندارد آزادانه عمل نموده و ماده را در قلب ستاره در حجمی آنچنان کوچک متراکم می سازد که حوزه گرانش ناشی از آن بسیار بسیار عظیم خواهد شد و بدینصورت، قلب ستاره تبدیل به سیاهچاله خواهد شد.



شکل ٤۷ : ستاره تپنده. ستاره تپنده، ستاره ای است نوترونی به شعاع ۱۰ کیلومتر که بسیار سریع به دور خود چرخیده و همانند چراغ دریایی کیهان عمل می نماید. همه سطوح ستاره تپنده درخشنده نیست، بلکه نورش فقط از روزنه های کوچکی انتشار می یابد (نور تپنده در واقع، نوری است رادیویی). بیننده ای در زمین، هربار که نور تپنده از زمین عبور می نماید آنرا مشاهده خواهد نمود. امواج رادیویی پی در پی از تپنده به زمین می رسند. فاصله زمانی بین دو موج رادیویی تپنده برابر است با مدت زمان لازم برای گردش یک دور کامل تپنده بر روی خود. سریعترین تپنده که تاکنون شناخته شده، تپنده ای است که امواج رادیوی اش را هر ۱/۶ هزارم ثانیه برای ما ارسال می نماید. یعنی اینکه این تپنده در هر ثانیه ۶۰۰ بار به دور خود گردش می نماید، یا فرفره واقعی آسمانی!

بمانند حالت قبلی، شدت فروپاشی موجب ایجاد انفجار عظیمی شده که قشـرهای فوقـانی ستاره را در فضا پرتاب می نماید. در واقع، تولد سیاهچاله با انفجار ابرنو اختر جشـن گرفتـه می شود. اینبار، مرگ ستاره حتی جسد قابل رویتی را نیز بجا نخواهد گذاشت. وجـود چنـین جسدی فقط از طریق اثرات گرایشی سیاهچاله بر اجرام اطرافش قابل مفهوم خواهـد بـود. سیاهچاله زمان را کند کرده و فضانوردان ماجراجو را تبدیل به اسپاگتی می نماید. مشـاهده سیاهچاله برای کسی که در زمـین اسـت غیـرممکن خواهـد بـود. فقـط در شـرایطی کـه سیاهچاله در زوج دوگانه ستاره ای قرار داشته باشد که عضو دیگر زوج قابل رویت باشـد، می توان به وجود آن پی برد. در این حالت، سیاهچاله آتمسفر گازی سـتاره قابـل رویـت را بسوی خود جذب خواهد نمود. اتمهای گاز با سقوط بسوی سیاهچاله در این آتمسفر از خـود اشعه ایکـس صـاعد مـی نماینـد و بدینصـورت، وجـود سـیاهچاله را هویـدا مـی سـازند. اخترشناسان معتقدند در جهت صورت فلکی ماکیان و در کنار منبعی از اشـعه ایکـس بسـیار درخشان، سیاهچاله ای وجود دارد (بـه شـکل ۲۶ مراجعـه شـود). در کهکشـان راه شـیری، سیاهچاله ها نسبت به کوتوله های سفید و تپنده ها بسیار کمترنـد. بدینصـورت مـی تـوان نتیجه گیری نمود که در کل ستارگان کهکشان، ستارگان جسیم در اقلیت قرار گرفته اند.

فواید ابرنو اخترها

همانطور که مشاهده شد، کیهان با ایجاد کهکشانها و ستارگان از بن بست هلیم نجات یافت. ولی اگر تمام عناصر ایجاد شده از احتراق ستاره ای، یعنـی کلیـه سـاختارهای شـگفت انگیـز هسته های عناصر سنگین همواره در ستاره محبوس می ماندند، ظهور آنها به درد هیچ چیـز نمی خورد. نظر به اینکه مرحله بعدی صعود بسوی تکامل و پیچیدگی، تشکیل اتـم از هسـته اتم خواهد بود، لذا می بایست نیروی الکترومغناطیس، الکترونها را با هسته ها متحد نموده تا اتمها را ایجاد نماید. باری، این وحدت در داخل ستاره غیرممکن بود. در واقـع، دمـای بسـیار بالای داخل ستاره از زنده ماندن اتمها جلوگیری می نمود. کیهان باید برای ایجاد اتمها مکـانی سردتر و آرامتری را جستجو می نمود. چه جایی بهتر از فضاهای وسیع بین ستارگان، مکانهـای میان ستاره ای* کهکشانها. دمایی که در اینجا حکمفرماسـت از سـرمای خشـک کننـده صـد درجه کلوین (۱۷۳ c°-) تا دهها میلیارد درجه در نوسـان اسـت. مکانهـای میـان سـتاره ای بوسیله اشعه های ستارگان جسیم و گرم و ابرنواخترها گرم تر از فضاهای میان کهکشانی می باشند.

چگونه باید عناصر مختلف را از داخل کوره سـتاره ای بـه بیـرون آن هـدایت نمـود؟ چنـین عملکردی می تواند بوسیله سحابی های سیاره ای صورت پذیرد. ولـی ایـن وسـیله ناکـافی است زیرا سحابی ها بسیار کم جرمند، حدود یک دهم جرم خورشـید، از سـوی دیگـر، آنهـا

نتیجه ستاره ای ضعیف (با جرمی کمتر از ۱/٤ جرم خورشید) بوده که خود در ایجاد عناصر سنگین پیشرفتی چندانی نکرده است. برای مثال، ستاره ای با جرمی کمتر از نصف جرم خورشید فقط قادر است هلیم را بخوبی شکل دهد. قلب چنین ستاره ای به اندازه کافی گرم نیست تا نیروی الکترومغناطیس را شکست داده و ترکیبات پیچیده تری از پروتونها و نوترونها را بوجود آورد. ولی راه حل دومی نیز وجود دارد. ستارگان جسیم تر (با چند برابر جرم خورشید) بتدریج قشرهای فوقانی خود را از دست می دهند. پرتوافکنی شدید این ستارگان بر نیروی گرانش که عامل چسبندگی قشرها با ستاره است غلبه نموده و قشرهای خارجی ستارگان را به بیرون هدایت می نماید. همانند باد پائیزی که برگ درختان را بر زمین پخش می کند، باد ستاره ای، نتیجه پرتوافکنی شدید،نیز قشرهای ستاره را در فضای میان ستاره ای پخش خواهد کرد. ولی بازهم این وسیله ناکافی است. بادهای ستاره ای جرمهای فراوانی را با خود حمل می نمایند و تولیدات قابل پخت با سرعت کافی از کوره خارج نخواهند شد. بدینصورت،کیهان وسیله دیگری را انتخاب نموده و کلا" ستاره را منفجر می نماید. این وسیله آخری، راه حلی است مناسب. مواد پرورش یافته در ستاره به میزان چندین برابر جرم خورشید در فضا پرتاب خواهند شد. این اولین فایده و مزیت ابرنو اختر است. ابرنو اختر در فضای بین ستارگان عناصر سنگین را بذر افشانی می نماید.

ولی عملکرد ابرنو اختر به همین مسئله ختم نمی گردد. ابرنو اختر با استفاده از انرژی عظیمش عملیات کیمیاگری را که در قلب ستاره متوقف شده بود در فضا دنبال خواهد نمود. حتما" به خاطر می آورید که صعود بسوی پیچیدگی ماده در قلب ستاره با پیدایش آهن متوقف مانده بود. هسته آهن، با ثبات ترین عنصر بین کلیه عناصر دیگر، ترکیب با ذرات دیگر را بشدت رد می کرد. این ترکیب فقط با شرط وجود انرژی می توانست انجام پذیر باشد و این انرژی را ابرنو اختر در اختیار داشت. آهن مطیع می گردد و واکنشهای هسته ای آنرا منفجر خواهند نمود. با انفجار آهن حدود ۶۰ عنصر جدید دیده به جهان خواهند گشود. هسته های عناصر سنگین تر از آهن ظاهر خواهند گشت. برای مثال می توان از نقره و طلا که جواهرات بانوان را زیور می نمایند، از سرب زمخت و یا از اورانیوم که مسئول ایجاد بمب نابود کننده هیروشیما است، نام برد. منبعد، لیست ۹۲ عنصر با ثبات طبیعت کامل می گردد. این لیست با ساده ترین و قدیمی ترین عناصر نظیر هیدروژن (یک پروتون) و هلیم (دو پروتون) شروع شده و با عبور از آهن (۲۶ پروتون) قهرمان استحکام، به اورانیوم (۹۲ پروتون) ختم خواهد شد.

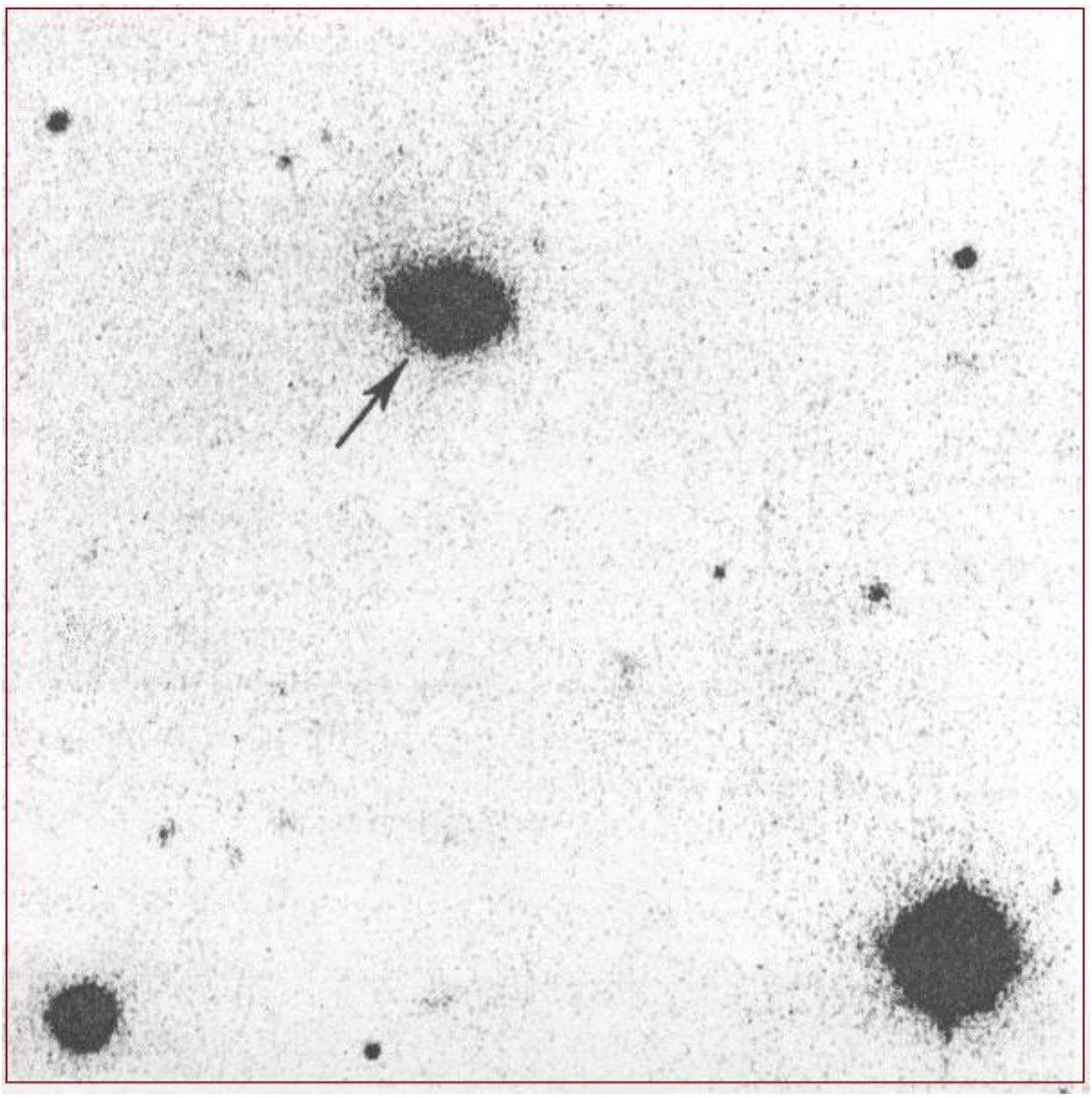
سرانجام، ابرنو اختر آخرین مزیتش را نیز ارائه می نماید. ابرنو اختر با انرژی شگفت انگیزش، پروتونها، نوترونها و هسته های عناصر مختلف ساخته شده در قلب ستارگان را در فضای بین ستاره ای پرتاب می نماید. این ذرات، با سرعتی تقریبا" برابر با سرعت نور، سفری کیهانی را آغاز نموده و به کهکشانهای گوناگون خواهند رسید. در کهکشان راه شیری، این

ذرات مسافر سرانجام روزی به زمین خواهند رسید. فیزیکدانان کـه ایـن ذرات را ردیـابی نموده اند به آنها پرتوهای کیهانی* نام داده انـد. بیولوژیسـت هـا معتقدنـد برخـورد ایـن پرتوهای کیهانی با مولکولهای ژنتیکی بدن ما می تواند ساختار آنها را متغیر سازد. بنابراین، به احتمال فراوان، ابرنو اختر از طریق پرتوهای کیهانی مسئول تغییرات ژنتیکی می باشـد کـه در تکامل داروینی از سلول ابتدایی به ما انسانها ختم شده است.

شبه ستارگان (کوازارها)

برگردیم به کتاب تاریخ کیهان. اولین ستارگانی که بوجود آمدند بطرز شگفت انگیزی نقـش کیمیاگری خود را ایفا نمودند. طول عمر ستارگان جسیم، در ابعاد کیهانی، فقط به میزان یـک چشم به هم زدن بود. چنین ستارگانی با چندین میلیون سال درخشندگی و گرما سرانجام از بین می روند. فقط اجساد جسیم آنها بصورت ستارگان نوترونی و سـیاهچاله هـا بـاقی مـی مانند. در مورد ستارگان سبک تر که صرفه جو و اقتصادی بوده و در مصرف انرژی صـرفه جویی می نمایند باید گفت که طول عمر آنها به میلیارد ها سال بالغ خواهد شد. برخی از آنها امروزه هنوز در قید حیاتند. دلائل فراوانی حاکی از این مسئله است کـه اولـین نسـل هـای ستارگان در برخی از کهکشانها بسیار جسیم بوده اند. بعد از چند میلیـون سـال، تقریبـا یـک میلیارد جسد ستاره ای بصورت سیاهچاله در فضای کهکشـانی منتشـر مـی شـوند. بعـد از گذشت یک میلیارد سال دیگر، این سیاهچاله ها از طریق نیروی گرانش بـه سـوی یکـدیگر جذب شده و سیاهچاله ای عظیم الجثه در مرکز کهکشان را ایجاد می نمایند. جرم کـل ایـن سیاهچاله یک میلیارد برابر جرم خورشید خواهد بود. تشـکیل ایـن سـیاهچاله در کهکشـان مشکلاتی را ایجاد خواهد نمود. کلیه ستارگانی که از نزدیـک ایـن سـیاهچاله عبـور نماینـد بوسیله آن تبدیل به اسپاگتی شده و بلعیده می شوند. گاز ستارگان با سرعتی فراوان بسوی قلب سیاهچاله سرازیر گشته و قبل از اینکه از شعاع غیرقابل برگشت عبور نماید گرم شده و با تمام انرژی اش شروع به درخشیدن خواهد نمـود. در اطـراف سـیاهچاله درخشـندگی عظیمی ایجاد خواهد شد. درخشندگی آن ۱۰۰۰ برابر بیشـتر از درخشـندگی کهکشـان حامـل سیاهچاله است، یعنی نوری برابر با نور ۱۰۰.۰۰۰ میلیـارد خورشـید. و بدینصـورت، یـک شـبه ستاره* آفریده می شود. با اینحال، انرژی عظیم شبه ستاره از منطقه ای صاعد می گردد که اندازه آن فقط ۱۰۰ برابر بزرگتر از منظومه شمسی ما می باشد. شبه ستاره فقـط منطقـه ای به مساحت چندین ماه نوری را اشغال می نماید یعنی کمتر از یک صد هزارم ابعـاد متوسـط یک کهکشان. غولی که در قلب شبه ستاره وجود دارد انرژی لازم آنرا تامین نموده و سـتاره های بیچاره اطرافش را بسوی خود کشانده و آنها را می بلعد. شعاع غیرقابل برگشـت شـبه ستاره فقط چندین میلیارد کیلومتر وسعت دارد، یعنی تقریبا" به انـدازه منظومـه شمسـی.

برای مشاهده گری در کره زمین، شبه ستاره آنچنان کوچک است که بمانند نقطه ای نورانی همانند یک ستاره بنظر خواهد رسید (شکل ٤٨). همین شباهتش به ستاره ها بود که در اوائل سالهای دهه ۶۰، اخترشناسان را به اشتباه انداخته بود. نور تجزیه شده شبه ستاره به هیچ نوع نور ستارگان دیگر شباهت ندارد. تحقیقات اخترشناسان برای سالهای مدید ادامه یافت و سرانجام در سال ۱۹۶۳ مشکل حل شد. نور شبه ستاره در واقع، نور مجموعه ای از ستارگان بود ولی انتقال بسوی قرمز این نور آنچنان شدید است که آنرا غیرقابل شناخت می نمود. هابل، قبلا" به ما گفته بود که انتقال بسوی قرمز نور کهکشان هرچقدر بیشتر باشد این کهکشان دورتر است. انتقال بسوی قرمز بسیار فراوان نور شبه ستارگان آنها را در سرحدات کیهان قابل رویت قرار می دهد یعنی بسیار دورتر از کهکشانها و چون مشاهده دوردست به معنای مشاهده به گذشته است، لذا شبه ستارگان امروزه به همان شکلی که در لحظات جوانی کیهان وجود داشتند بنظر خواهند رسید، یعنی زمانی که کیهان عمری برابر با چندین میلیارد سال داشت (به توضیح کمی شماره ۱ مراجعه شود).



شکل ٤٨ : شبه ستاره. اگر نور شبه ستارگان انتقال بسوی قرمز فراوانی نداشتند براحتی می توانستیم آنها را با ستارگان به اشتباه بگیریم (در تصویر، شبه ستاره ای که با فلش مشخص شده، 3C48 نام دارد و می توان آنرا با دو ستاره معمولی در پائین تصویر مقایسه نمود). نام شبه ستاره از لغت انگلیسی Quasi – Star ناشی می گردد. اکثر اخترشناسان معتقدند شبه ستارگان دورترین و نورانی ترین اجرام کیهان می باشند. آنها همچنین عنوان می نمایند که درخشندگی عظیم شبه ستارگان ناشی از عملکرد سیاهچاله ای با جرمی معادل ۱ میلیارد جرم خورشید در قلب آن می باشد که کلیه ستارگان و کهکشانهای اطرافش را می بلعد. این کهکشانها و ستارگان که در حال بلعیده شدن می باشند به شبه ستاره شکلی خفیفا" کشیده خواهند داد. (تصویر از Hale Observatories)

امروزه، شبه ستارگان تنها وسیله ای هستند که بوسیله آنها قادریم تولد اولین ستارگان و کهکشانها را مشخص نمائیم.

نور شبه ستاره حامل این پیام است که آنها مملو از فلزات مختلفند. بنابراین، آنها بعد از کیمیاگری اولین نسل ستارگان بوجود آمدند. اولین نسل ستارگان به احتمال فراوان بین ۳

الی ٤ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ ظاهر گشتند. آیا می توان روزی کهکشانی را در حال تولد رویت نمود، یعنی کهکشانی بنیادی؟ در این کهکشان بنیادی، ستارگان جسیم نسل اول با انفجار عظیمی از بین رفته و نور خود را در فضای بیکران کیهان منتشر می نمایند و بدینصورت، آتش بازی شگفت انگیزی ایجاد خواهد شد. شاید تلسکوپ فضایی شکل ۱۲ که قادر است هفت برابر دورتر را مشاهده نماید، بتواند روزی این نمایش جالب را برایمان به ارمغان آورد. شاید روزی، ابرهای سیاهی که شناخت ما از این دوره اسرارآمیز را پوشانده اند، کنار روند.

کهکشانهای حامل شبه ستاره تنها کهکشانهایی نیستند که غول ستاره خواری را در قلبشان در بر دارند. کهکشانهای دیگری بنام "کهکشانهای با هسته های فعال"[۲۳۱] نیز حامل سیاهچاله در کانونشان می باشند. این سیاهچاله ها ۱۰ تا ۱۰۰ برابر جسیم تر از سیاهچاله های شبه ستارگانند ولی با اینحال، ویرانی کمتری را به بار می آورند. این سیاهچاله ها نیز با بلعیدن ستارگان، مسئول پرتوافکنی بسیار فراوانی بوده و اشعه هایی نظیر اشعه گاما، اشعه ایکس و امواج متعدد رادیویی را از خود ساطع می نمایند.

کیهان ساکن ارسطویی دیگر معنایی ندارد. تلسکوپ های ما که به کلیه امواج الکترومغناطیسی حساس می باشند، حوداث بسیار شدیدی را در قلب برخی از ستارگان برایمان حکایت می نمایند.

مولکولهای میان ستاره ای

سرانجام به آخرین ورق کتاب حکایت کیهان می رسیم. میلیاردها سال سپری شده و کیهان همواره در حال انبساط است (فواصل کیهانی همانند زمان با توان دو سوم افزایش می یابند (به توضیح شماره ۵ مراجعه شود). کیهان رقیق تر و سردتر می شود. ابرخوشه ها، خوشه ها، گروه های کهکشانی به آرامی تشکیل می شوند. کهکشانها به حیات خود ادامه می دهند. تشکیل فلزات که با اولین نسل ستارگان شروع شده بود در قلب کهکشانها دنبال می شود. چندین نسل ستاره ای یکی پس از دیگری ظاهر شده و سپس از بین می روند. همانند ما انسانها، آنها نیز آفریده شده، زندگی کرده و سپس از بین می روند. در هر نسلی، پدیده ای دوگانه ایجاد می گردد. ستارگان جسیم حیات خود را سریعا" پشت سر گذاشته و در هنگام مرگ با انفجاری شدید ماده ای گازی مملو از فلزات را در فضا منتشر می نمایند. این ماده ها متراکم شده و بصورت ابرهای میان ستاره ای جلوه خواهند نمود و سپس تحت فشار نیروی گرانش منقبض شده و ستارگان جدیدی را بوجود می آورند. ستارگانی که جرم کمتری دارند، همانطور که دیدیم، از عمر بیشتری برخوردارند. آنها پس از پا گذاشتن به

[231] - Galaxies à noyaux actifs

عرصه هستی به نسل اول ستارگان افزوده می شوند. نسل ستارگان بطور مداوم ماده گازی را به ستارگان جدید تبدیل می نمایند و کهکشان ها را مملو از فلزات گوناگون می نمایند. در این لحظات، فلزات فقط ۲٪ از جرم کهکشانها را تشکیل می دهند.

پیشرفت بسوی تکامل و پیچیدگی به کجا ختم خواهد شد؟ کهکشان اکنون دارای هسته های عناصر سنگین هستند که از کیمیاگری آفریننده ستارگان متراکم بوجود آمده اند. با چنین عناصری، اکنون کهکشان سعی خواهد نمود اتم ها و مولکول ها را تولید نماید. ولی کهکشان چگونه خواهد توانست شرایط لازم برای برخورد ذرات با یکدیگر را فراهم نماید؟ ابرهای میان ستاره ای از تراکم فراوانی برخوردار نیستند تا محیط مناسبی برای برخورد ذرات باشند (چگالی ابرهای میان ستاره ای $۱۰^{۲۲}$ برابر کمتر از غلظت آب است). ذرات غباری میان ستاره ای که در لفافه غولهای قرمز بوجود آمده و بوسیله بادهای ستاره ای در فضا منتشر شده اند، بسیار بهتر می توانند نقش ایجاد تصادم بین ذرات را ایفا نمایند. این ذرات بسیار کوچکند و ابعاد آنها برابر است با یک هزارم میلیمتر. هسته آنها با ثبات بوده و عمدتا" از سیلیسیم، منیزیم، اکسیژن و آهن تشکیل شده است و از لایه باریک یخ نیز پوشیده شده است. در روی این ذرات، این محیط بارور برخوردها، هسته های عناصر سنگین براحتی قادر خواهند بود با یکدیگر ارتباط برقرار نمایند. این هسته ها کلیه ترکیبات ممکن را ایجاد خواهند نمود. مولکولهای با ۲، ٤ تا ۱۱ اتم بوجود می آیند. رادیوتلسکوپ ها تقریبا" بیش از صد مولکول را ردیابی نموده اند. هر یک از این مولکولها انرژی رادیویی از خود ساطع می نمایند که براحتی بوسیله رادیو تلسکوپ گرفته می شود. از نقطه نظر فراوانی، در ابتدا می توان به مولکولهای هیدروژن (H_2) و مولکولهای مونو اکسید کربن (CO) اشاره نمود. مولکولهای آب (H_2O)، متان (CH_4) و آمونیاک (NH_3) از تعداد کمتری برخوردارند.

بنظر می رسد کلیه مولکولها چهار نوع اتم را ترجیح می دهند که عبارتند از کربن (C)، هیدروژن (H)، اکسیژن (O) و ازت (N). کلیه موجودات زنده بمیزان ۹۹٪ از این چهار عنصر تشکیل شده اند. بتدریج آجرهای حیات یکی پس از دیگری روی یکدیگر قرار می گیرند ولی ما هنوز از عناصر اساسی حیات یعنی پروتئین ها، آنزیم ها و اسید نوکلئیک ها که در بردارنده هزاران اتم یا میلیونها عنصر ADN می باشند، بسیار فاصله داریم. البته باید گفت طبیعت هنوز به انتهای تکامل و پیچیدگی خود نرسیده است. درسی که از این فراوانی مولکولهای میان ستاره ای باید گرفت در واقع، این است که طبیعت نشان داد که پیروزی عظیمی را کسب نموده است. طبیعت توانست با نقشی آفریننده، در محیطی بسیار خصمانه، در سرمای یخچالی و خلاء تقریبا" کامل فضای میان ستاره ای، باغ وحشی کامل از مولکولها را بوجود آورد. اخترشناسان اولین کسانی بودند که در برابر این شگفتی حیرت زده شدند. آنها بهیچ وجه انتظار چنین چشمه ای مملو از عناصر متغیر و متفاوت را نداشتند. بهر

حال، با توجه به کیمیاگری و مهارت شگفت انگیز طبیعت در تولید مولکولها، آیا خودپسندانه نخواهد بود که ادعا شود طبیعت حیات را فقط به ما انسانها منحصر نموده باشد؟

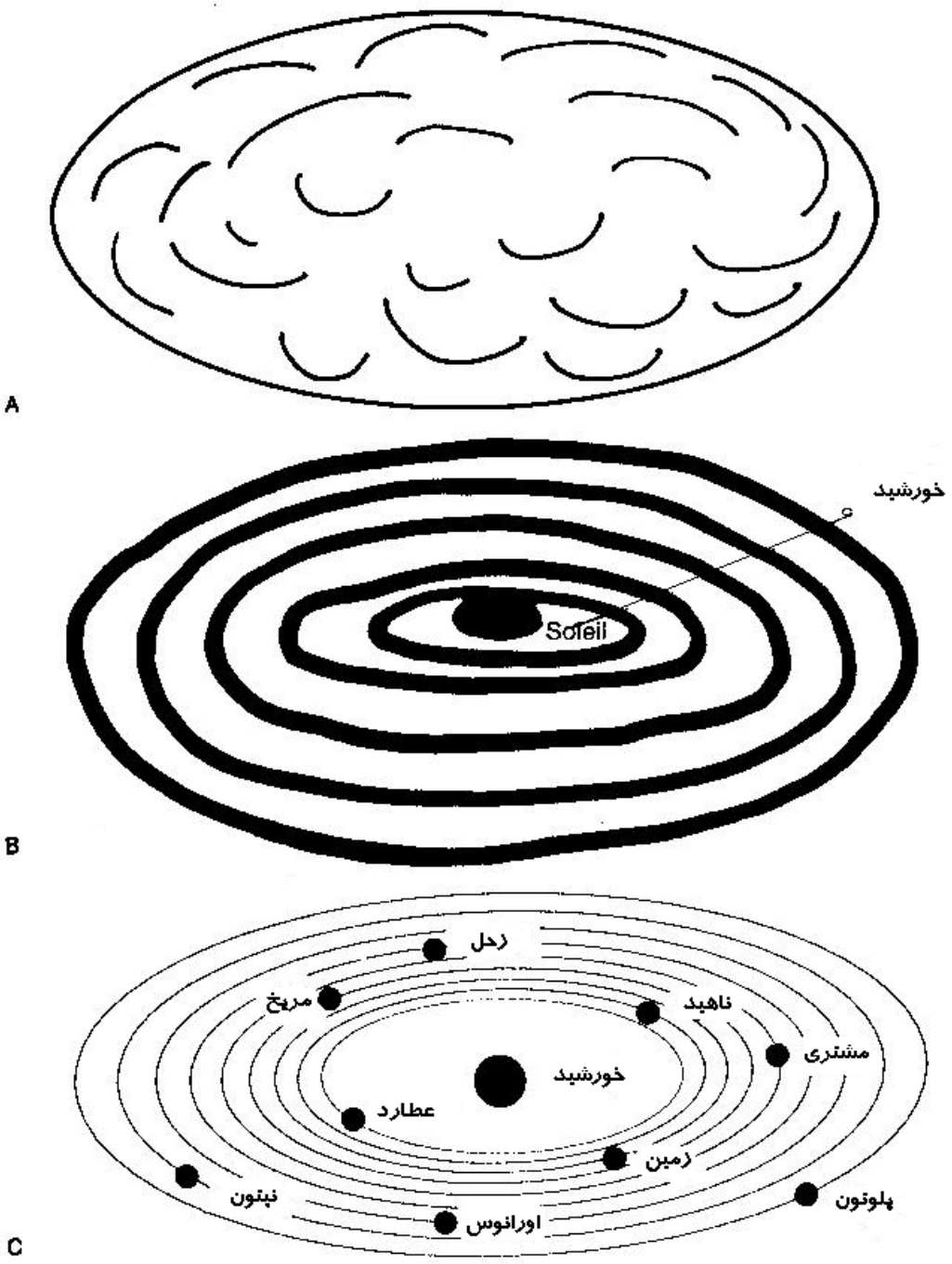
سیاره فرضی

زمان می گذرد، ساعت کیهانی، ۱۰/٤ میلیارد سال را اعلام می نماید. از میان صدها میلیارد کهکشان موجود در کیهان، توجه مان را به یک کهکشان با بازوهای زیبای حلزونی اش معطوف می نمائیم. نام این کهکشان، راه شیری است. در گوشه ای دور افتاده از کهکشان راه شیری، در فاصله ای بمیزان دو سوم از مرکز آن، ابری میان ستاره ای منقبض می شود. حرکت فروپاشی اش شاید بدلیل حضور یک ابرنو اختر نزدیک به آن صورت گرفته باشد. دما در قلب ابر میان ستاره ای افزایش یافته و از دهها درجه در ابتدا، بعد از گذشت میلیونها سال، به ۱۰ میلیون درجه خواهد رسید. واکنش های هسته ای ایجاد می گردند. ابر گازی نورانی گشته و ستاره می شود. خورشید، ستاره ای از نسل سوم، متولد می گردد.

طبیعت پیشرفت خود را بسوی تکامل ادامه می دهد. مولکولهای شامل دهها اتم برای طبیعت کافی نخواهند بود. شرایط محیطی میان ستاره ای با سرمای بیش از سرمای قطبی و خلاء های عظیم و شگفت انگیزش، ایجاد ساختارهای پیچیده تر را با مشکلات فراوانی روبرو می سازند. برای ایجاد حیات باید گهواره ای پذیراتر را جستجو نمود و در اینجا طبیعت فرضیه سیاره را پیش خواهد کشید. برای ایجاد سیاره، طبیعت از ذرات غبار میان ستاره ای که بصورت ابر در میان ستارگان پراکنده اند، استفاده خواهد نمود. در لحظه انقباض، ذرات غبار به بیرون از ابر می گریزند. برخی از این ذرات شروع به چرخیدن به دور خورشید نموده و حلقه های زیبایی نظیر حلقه های زحل را ایجاد می نمایند. در میان همین حلقه ها، برخی از ذرات غباری که کمی بزرگتر از ذرات دیگرند، شروع به جذب ذرات دیگر می نمایند. این ذرات بزرگ می شوند. جرم آنها افزایش می یابد: ۱ گرم، ۱ کیلوگرم، ۱ تن و سپس چندین میلیارد تن. بزودی تقریبا" کلیه مواد موجود در حلقه ها در ۹ جرم با ثبات و کروی شکل جمع می گردند (نیروی گرانش همواره علاقه دارد که اجرام شکلی کروی به خود گیرند) و بدینصورت، منظومه شمسی پدیدار می گردد که در آن سیاره مشتری فرمانروایی می نماید (شکل ٤۹).

در مدار کلیه سیارات (باستثنای عطارد) نیز اجرام کوچکتری شکل خواهند گرفت. آنها اقمار سیارات می باشند. زمین قمر خود را داراست و زحل دارای ۲۰ قمر می باشد. ذرات باقی مانده نیز بصورت شهابسنگ ها و یا سیارک ها* ظاهر خواهند گشت. بسیاری از این شهابسنگ ها در سیارات جدیدی که بوجود آمده اند سقوط کرده و با آنها بشدت برخورد

می نمایند. چاله ها و دهانه های به شکل آتشفشان که در مناظر کره ماه و عطارد دیده می شود، شواهد ساکت این عصر بمباران شدید می باشند.



شکل ٤٩ : تشکیل منظومه شمسی. منظومه شمسی نتیجه فروپاشی یک ابر گازی میان ستاره ای به قطر هزاران میلیارد کیلومتر می باشد. با فروپاشی، ابر شکلی مسطح بخود می گیرد (a) و در مرکز خود چنان گرم و متراکم می گردد که واکنش های هسته ای در آن صورت خواهد گرفت (همچنین به تصویر ٤٣ توجه شود). در ابتدا خورشید ظاهر خواهد گشت (b). گاز رقیق تر در کناره ها نیز به نوبه خود به سیارات و سیارک ها تبدیل می گردد و بدینصورت منظومه شمسی متولد می گردد (c).

دوران بمباران سنگ های آسمانی چندین صد میلیون سال طول خواهد کشید. زمین با ۶۰۰۰ میلیارد میلیارد تن وزن، خود را برای ظهور حیات آماده می سازد. زمین با سرعت تمام بدور خود می چرخد. دهانه های آتشفشان ها که در سراسر زمین پراکنده اند خورشید سوزان را در آسمان نظاره می نمایند. در این دوران طلوع و غروب خورشید فقط ۲ ساعت و نیم طول می کشد. در ابتدا، گردش زمین بدور خود فقط در ۵ ساعت انجام می گرفت ولی بتدریج سرعت زمین تقلیل می یابد. کاهش سرعت زمین بدلیل نیروی گرانش ماه بر زمین می باشد. سرعت زمین هنوز نیز در حال کاهش است. روز ٢٤ ساعته بعدها تبدیل به ٤٨ ساعت، هفته ها، ماه ها، سال ها و ... خواهد شد. ولی کسانی که مایل به تغییرات عادات خود نیستند، مطمئن باشند اگر آنها حتی بیش از صد سال هم عمر نمایند فقط کم و بیش ۳۰ ثانیه به ٢٤ ساعت افزوده خواهد شد. تقلیل سرعت زمین برای مدت زمان زندگی انسان تقریبا" غیرقابل محسوس است.

صعود بسوی حیات

از تولد خورشید یک میلیارد سال گذشته است. زمین نیز بسیار سرد شده است. در سطح اقیانوسی از مواد مذاب، جرمهای سنگی خاکستری رنگی سر به بیرون می آورند که نطفه قاره ها خواهند بود. این مواد که اندک اندک سخت می شوند، بتدریج توسعه یافته و تا ۳۰ درصد سطح زمین را خواهند پوشاند. مواد مذاب در مدت زمانی که سخت می شوند گازهای فراوانی را که در بر دارند را به بیرون هدایت می نمایند. آتمسفری با ضخامت ۱۰۰ برابر ضخیم تر از آتمسفر کنونی زمین را در بر می گیرد. آتمسفر ابتدایی با ترکیبی از هیدروژن، آمونیاک (NH_3)، متان(CH_4) ، آب(H_2O) و گاز کربنیک (CO_2)، سمی و بسیار خطرناک است. سرد شدن ادامه می یابد و آب آتمسفر اولیه فشرده شده و باران شروع به باریدن می نماید. با باران های شدید، سیل بر روی زمین جاری می گردد. سفره های اقیانوسی مملو از این جریان آب گشته و بدینصورت، سه چهارم بقیه زمین را آب فرا می گیرد. با توجه به عمل مداوم اشعه های انرژی زای ماوراء بنفش خورشید جوان[۲۳۲] و همچنین

[۲۳۲] – اشعه های ماوراء بنفش خورشید براحتی قادر بودند ار بستر آتمسفر اولیه عبور نمایند زیرا در آن زمان بدلیل زندانی بودن اکسیژن در آب هنوز لایه اوزون (O_3) وجود نداشت.

بدلیل تخلیه های الکتریکی بسیار شدید و صاعقه های عظیم و طوفانهای بزرگ که مـدام در جریانند، مولکولهای ساده آتمسفر اولیه برای ترکیب و اتحاد با یکـدیگر بـه جـدالی سـخت خواهند پرداخت. آتمسفر زمین میلیونها میلیارد برابر متراکم تر از محـیط میـان سـتاره ای است و در نتیجه، برخورد های مولکولها با یکدیگر بسیار بیشتر صورت می پذیرد، مسـئله ای که موجب ظهور عناصر آلی خواهد شد. بیست نوع اسید آمینه که هرکدام دارای بیش از ۳۰ اتم می باشند، بمیزان فراوانی متولد خواهند شد. با ریزش باران، این محصولات آلی در آب اقیانوس ها ریخته می شوند. آب، سرانجام نقش کاتالیزور را برای حیات ایفا خواهـد نمـود. قدرت تحلیل فراوان آب موجب پذیرا شدن مولکولهای متعدد خارجی می شود. غلظت آب، خود، میلیونها برابر بیشتر از غلظت اتمسفر بوده و محیطی است ایـده آل بـرای برخـورد و ترکیب مولکولها. بعلاوه، آب میزبانی است کامل زیرا مهمانان خود را از اثرات مضر خورشید و طوفانها حفظ می نماید.

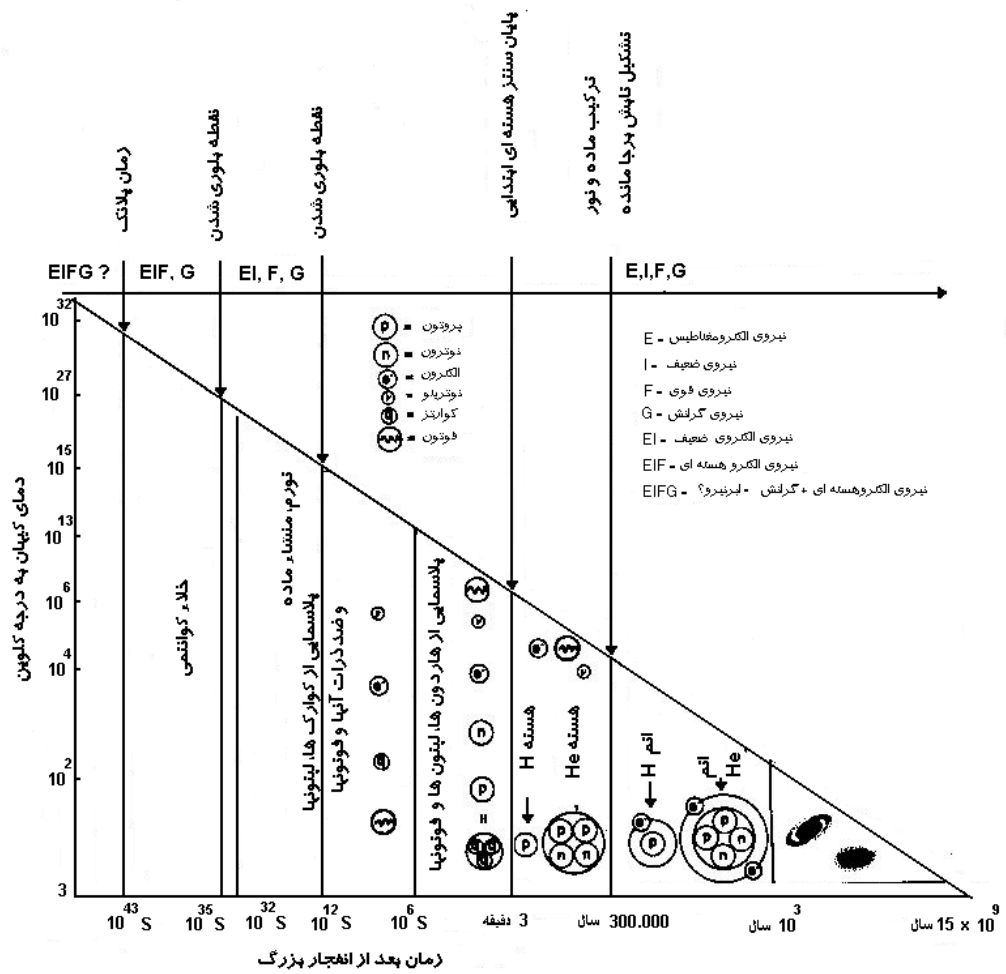
در این محیط بسیار مساعد، اسیدهای آمینه بصورت زنجیره های بلند بیکدیگر متصل شده و بعد از چندین میلیون سال، پروتئین ها بوجود می آیند. سپس نوبت پروتئین ها است که با اتصال بیکدیگر زنجیره های حلزونی مولکولهای ADN را ایجاد خواهند نمود. ADN ها راز فنـا ناپذیری را کشف می نمایند. در واقع، آنها به چگونگی تولید مثل پی خواهند برد. همین ADN ها هستند که ویژگیهای ژنتیکی را نسل به نسل به افراد منتقل می نمایند. بعد از ADN نوبت به سلول ها میرسد که بعد از ۱۱/۵ میلیارد سال از گذشـت انفجـار بـزرگ ظـاهر خواهنـد گشت. سلولها که هرکدام از میلیونها مولکول ADN تشکیل شده اند، آجرهـای اولیـه ظهـور حیات خواهند بود. باکتری ها و جلبک های دریایی آبی رنگ، این ساختارهای تک سلولی، بـه زودی اقیانوسها را به میزان فراوانی مملو از خود خواهند ساخت. در واقع، آنها ابتدایی تـرین نشانه های حیات می باشند.

سه میلیارد سال دیگر سپری می شود. در این مدت طولانی، قاره ها شکل می گیرند. وقتـی که ساعت کیهانی ۱٤/۵ میلیارد سال را اعلام می نماید، یعنی حدود ۶۰۰ میلیـون سـال پـیش، اولین ساختارهای چند سلولی یعنی ستاره های دریایی پدیدار می گردنـد. بـاز صـد میلیـون سال می گذرد و صدفها و ماهی صدفها ظاهر می گردند. بعد از گذشت صد میلیـون سـال دیگر، ماهی ها ظهور خواهند نمود. در همین زمان، یعنی تقریبا" ٤۵۰ میلیون سال پیش، زمین از گیاه و جنگل پوشیده می گردد. گیاهان و نباتات اثرات عمیقی را بر آتمسفر برجا خواهنـد گذاشت. آنها بوسیله ریشه های خود آب زمین و بوسیله برگهای خود گـاز کربنیـک هـوا را جذب می نمایند. گیاهان با دفع اکسیژن و با استفاده از انرژی خورشـید، عناصـر موجـود در خود را به قند تبدیل می نمایند. عملی که به " فتوسـنتز" معـروف اسـت. اتمهـای اکسـیژن بسوی آتمسفر پرواز می نمایند. برخی از این اتمها با اتحاد سه به سه با یکدیگر، لایه اوزون را بوجود می آورند. همان لایه ای که اشعه های مضر ماوراء بنفش خورشید را تصفیه نمـوده و

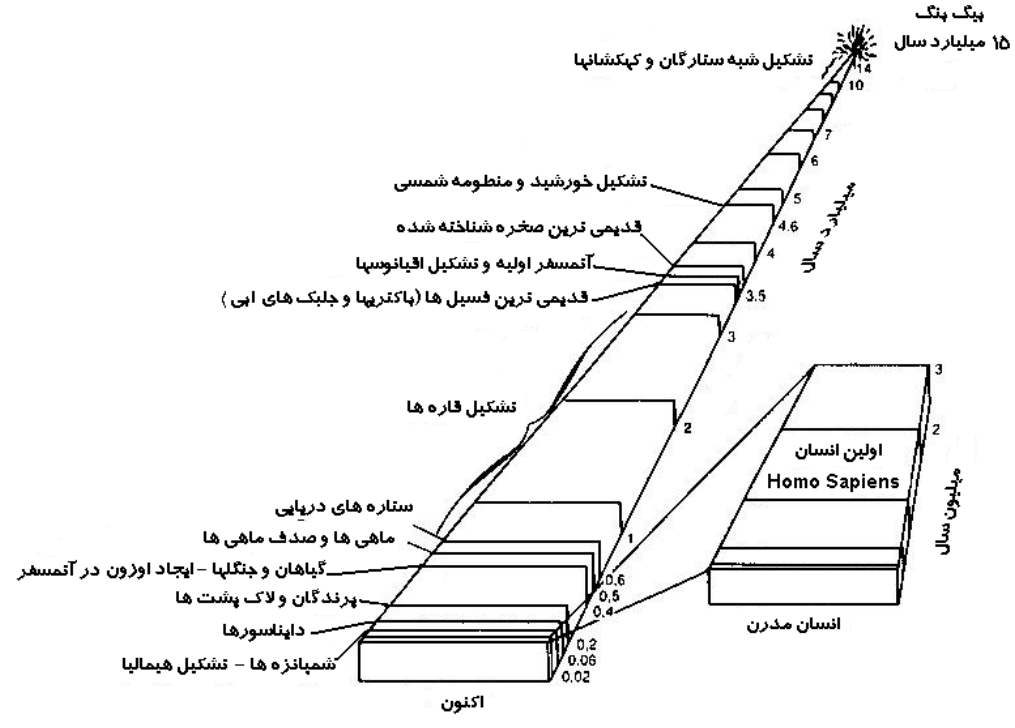
ما را در برابر سرطان پوست حفظ می نماید. زمین تنها سیاره منظومه شمسی است کـه در آتمسفرش اکسیژن موجود است. همین لایه اوزون است که متاسفانه امروزه اخبـار بـدش تیتر اول صفحات جراید را اشغال نموده است. بشر با آلودگی هـوا از طریـق کارخانـه هـای آلوده و خودروهایش، سوراخ بزرگی در آن ایجاد نموده که همواره در حال گسترش است.
اکنون با حمایت آتمسفر از اثرات مضر اشعه های خورشیدی، همه چیز آماده است تا حیـات سر از آب بیرون آورده و زمین را تسخیر نماید. ۲۰۰ میلیون سال پیش، پرندگان و خزنـدگان (مارها، مارمولک ها، لاک پشت ها) ظاهر می گردنـد. ۵۰ میلیـون سـال بعـد، دایناسـورها پدیدار خواهند شد. آنها بمدت ۱۰۰ میلیون سال بر زمین حکمفرمایی خواهند نمـود. در ایـن مدت، در صفحه قاره ای ترک خوردگی ایجاد شده و قاره ها شروع به دورشدن از یکـدیگر می نمایند. دایناسور ها سپس بطور ناگهانی و اسرار آمیز، ۶۳ میلیون سال پیش ناپدیـد مـی گردند. برخی معتقدند در این دوران، شهابسنگی به قطر دهها کیلومتر بـه زمـین برخـورد نموده و در اثر سقوط آن گودال عظیمی در زمین ایجاد می گردد (این گودال بمرور در اثـر حرکات فرسایشی زمین از بین رفته است) و مقدار عظیمی گرد و غبـار بـه سـوی آسـمان پرتاب می شود. میزان این گردو غبار آنچنان عظیم است که بصورت لایـه ای کـدر اطـراف زمین را پوشانده و مانع از رسیدن نور خورشید به زمین می گردد. گیاهان دیگـر قـادر بـه تولید فتوسنتز نبوده و بزودی از بین می روند. زمین سرد شده و زمسـتانی بسـیار طـولانی آغاز می گردد. دایناسورها و جانوران دیگری که از گیاهان تغذیه می نمایند، قادر نخواهنـد بود در برابر سرما و گرسنگی مدت زیادی مقاومت نمایند و سرانجام از بین خواهند رفـت. ولی در مورد این فرضیه هنوز اجماع کامل وجود نداشته و ناپدید شدن دایناسـورها تـا بـه امروز هنوز بصورت راز باقی مانده است. بهر حال، بدشانسی برخی مایه خوشبختی دیگـران خواهد شد. پستانداران که ۱۰۰ میلیون سال پیش ظاهر شده بودند می توانند بدون تـرس و در آزادی کامل در چمنزارهای سرسبز تکامل یابند (بعد از اینکه گرد و غبار مجددا" به زمین ریخته شد، نور خورشید دوباره زمین را گرم کرده و همه چیز به حالت عـادی مـی رسـد). میمونها ۲۰ میلیون سال پیش ظاهر می گردنـد. درسـت در همـین دوران، صـفحه قـاره ای هندوستان که جزیره ای بیش نبود به قـاره آسـیا برخـورد نمـوده و شـدت ناشـی از ایـن برخورد، رشته کوه هیمالیا را بوجود خواهد آورد. اولین انسـانها (Sapiens Homo) فقـط ۲ میلیون سال پیش ظهور می نمایند.
تکامل طولانی بسوی پیچیدگی که ۱۵ میلیارد سال پیش آغاز شده بود سـرانجام بـه انسـان ختم می گردد (شکل ۵۰). از خـلاء کامـل و سـپس از پلاسـمایی از عناصـر، کیهـان توانسـت انسانهایی با ۳۰ میلیارد میلیارد میلیارد ($۳ X ۱۰^{۲۸}$) ذره ایجاد نماید. انسـانهایی کـه قادرنـد تولید مثل نمایند و افزایش یابند. تکامل کیهانی در انتها بطور قابل ملاحظه ای سـرعت پیـدا کرده بود. ظهور انسان در تاریخ کیهان بمنزله یک چشم بهم زدن تلقی می گردد. اگر تمامی

تاریخ کیهان را در یک روز ۲٤ ساعته در نظر بگیریم، خورشید و زمین تقریبا" در ساعت ۵ بعدازظهر ظاهر می گردند و بخش اعظم تکامل بسوی انسان در آخرین ساعت صورت می پذیرد. ستارگان دریایی در ساعت ۲۳ و دو دقیقه پا به عرضه حیات می گذارند، ماهی ها در ساعت ۲۳ و ۲۲ دقیقه، پرندگان و خزندگان در ۲۳ و ٤۱ دقیقه، دایناسورها در ۲۳ و ٤۵ دقیقه بوجود آمده و ۹ دقیقه بعد از بین می روند. میمونها در ساعت ۲۳ و ۵۸ دقیقه ظاهر می گردند و انسانها فقط ۱۱/۵ ثانیه قبل از نیمه شب وارد صحنه می گردند.

در مورد انسان متمدن چهار هزار سال گذشته باید گفت او در ۲ صدم آخرین ثانیه بوجود می آید یعنی مدت زمان یک فلاش عکسبرداری. آیا او قادر خواهد بود از خودکشی هسته ای نجات یافته و خود را در سیاره زیبایش حفظ نماید تا همراه کیهان تکامل را شاید برای چندین میلیارد سال دیگر ادامه دهد؟ حیات به احتمال فراوان هنوز به انتهای پیچیدگی و تکاملش نرسیده است. چه عجایب شگفت انگیزی در انتظار ما خواهد بود؟



شکل 50a



شکل ۵۰b

شکل ۵۰ : تاریخ کیهان. در شکل ۵۰a، اولین میلیارد سال کیهان و سرد شدن تصاعدی آن به تفصیل نشـان داده شده است. با استفاده از دست آوردهای جدید فیزیک عناصر اولیه، اخترفیزیکدانان توانستند تاریخ کیهان را تا زمانهای بسیار بسیار دور ، یعنی تا $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه بعد از انفجار بزرگ، شکل دهند. فیزیک مدرن کنونی قادر نیست دورتر از این لحظه را تشریح نماید زیرا توصیف زمانی عقب تر از $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه، مسـتلزم وجـود نظریـه کـوانتمی نیروی گرانش می باشد. شاید در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه، چهار نیروی اساسی طبیعت (الکترومغناطیس، گـرانش، هسـته ای قوی و هسته ای ضعیف) در یک نیروی واحد وحدت داشتند. بتدریج که زمان سپری می گردد، کیهان رقیق تـر و سردتر می گردد. دوران تورمی یعنی دورانی که در آن ابعادکیهان بصورت شگفت انگیزی افزایش می یابـد، از $۱۰^{-۳۵}$ ثانیه شروع و به $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه ختم می گـردد. در ایـن دوران، زمانیکـه نیـروی هسـته ای قـوی از نیـروی الکتریکی هسته ای جدا می شود، کیهان شکلی مسطح خواهد یافت و بذرهای کهکشـانهای آینـده پاشـیده مـی شوند و کوارک ها، الکترونها و نوترینوها و همچنین ضدماده هـای آنهـا از خـلاء ظـاهر مـی گردنـد. طبیعـت، بصورت بسیار جزئی،کوارک ها را به ضد کوارک ها ترجیح می دهد (یک میلیاردیم بیشتر). این مسئله موجـب خواهد شد کیهانی که ایجاد خواهد شد،کیهانی از ماده باشد تا از ضدماده و برای هر عنصر ماده، یـک میلیـارد فوتون (ذره نور) وجود داشته باشد.

در $۱۰^{-۱۲}$ ثانیه، نیروی ضعیف خود را از نیروی الکترومغناطیس جدا می سازد. چهار نیرو منبعد در طبیعـت وجـود خواهد داشت. در $۱۰^{-۶}$ ثانیه، کیهان بمانند سوپی از کوارک ها، الکترونها، نوترینوها، فوتونها و ضدماده های آنهـا خواهد بود. در این لحظه، اکثریت پروتونها و نوترونها و ضدماده های آنها یکدیگر را نابود می سازند.

کیهان در این لحظه از فوتونها، نوترینوها، یک مشت پروتون و نوترون (یک میلیـارد برابـر کمتـر از فوتونهـا) و الکترونها تشکیل شده است. در حول و حوش دقیقه سوم ظهور کیهان، ترکیب هسته ای هسته های هیدروژن و هلیم پایان می پذیرد. از دقیقه سوم تا ۳۰۰.۰۰۰ سال بعد، هیچ حادثه مهمی بوقوع نخواهد پیوست. در این مدت، کیهان به اندازه کافی سرد شده تا به الکترونها اجازه دهد با هسته ها ترکیب شده و اتمهای هیدروژن و هلـیم را بوجود آورند. این مسئله با تابش برجا مانده با دمای ۳ درجه (یا اشعه فسیلی) همراه خواهد بود کـه هنـوز امروزه ما آنرا مشاهده می نمائیم. الکترونهای متصل به هسته ها دیگر از انتشار و پراکندگی فوتونهـا جلـوگیری نخواهند نمود. کیهان شفاف می گردد (به شکل ۲۸ مراجعه شود). در حدود ۱ میلیـارد سـال بعـد از آفـرینش کیهان، اولین شبه ستارگان و نطفه های کهکشانها تشکیل می گردند. شکل b۵۰، حوادث مهمی را که در طـول ۱۴ میلیارد سال گذشته بوقوع پیوسته به تفصیل نشان می دهد: تشکیل خورشید و سیسـتم منظومـه شمسـی در ۴/۶ میلیارد سال، تشکیل آتمسفر زمین و ظهور قاره ها در ۵۰۰ میلیون سال پیش، ظهور حیات در زمین و تکامل جانوران تا پیدایش اولین انسان (Sapiens Homo)، در حدود ۲ میلیون سال پیش.

۶ – سرنوشت کیهان

سه پارامتر برای کیهان

گذشته کیهان را برای مدتی طولانی مورد بررسی قرار دادیم. در تکاملش بسوی پیچیدگی، تغییراتش را دنبال نمودیم،زمانیکه بن بست هلیم پیش آمد از عاقبتش مضطرب و وقتیکه کیهان ستاره را آفرید نفس راحتی کشیدیم. عملکرد ابرنو اخترها را که موجب باروری فضا گردید و همچنین تولید خورشید و منظومه شمسی را مشتاقانه ناظر بودیم. سپس حرکت مقاومت ناپذیر و استوار حیات در سیاره زمین را که به هستی ما انجامید ستایش نمودیم. شیفته از این حکایت تاریخ کیهان، اکنون مایلیم بقیه داستان را دنبال نمائیم. ما برای آینده کیهان کنجکاویم، آیا انبساط کیهان تا بینهایت دنبال خواهد شد (کیهان باز*)؟ یا اینکه انبساط روزی پایان یافته و کیهان بر روی خود فرو می پاشد (کیهان بسته*)؟ (شکل ۵۱)

آینده کیهان را نه از طریق فال ورق و نه بوسیله نگاه کردن در حباب بلوری می توان پیش بینی نمود. آینده کیهان با استفاده از نظریه ریاضی دان روس " الکساندر فریدمن"[۲۳۳] در سه پارامتر که به پارامترهای کیهانی* معروفند خلاصه می گردد. این ریاضی دان در سال ۱۹۲۲ مدلی ریاضی بر اساس نظریه نسبیت عام اینشتاین وضع نمود. امروزه، مدل فریدمن مورد تائید اکثر دانشمندان قرار دارد. از سه پارامتری که فریدمن عنوان نمود، پارامتر اول وابسته به سن کیهان است (این پارامتر همچنین به پارامتر هابل* نیز معروف است). این پارامتر، آهنگ حوادث، سرعت وقوع آنها و زمان لازم جهت توسعه همه چیز را برایمان تشریح می نماید. آیا تکامل کیهان با شتابی جهنمی همراه است یا حرکتی لاک پشتی دارد؟ میدانیم که تکامل کیهان ۱۰ تا ۲۰ میلیارد سال طول کشیده است. دلیل اینکه هنوز از سن دقیق کیهان بی اطلاع هستیم این است که هنوز از عمق کیهانی شناخت دقیقی نداریم. دومین پارامتر، مربوط به شتاب منفی* است که کیهان در حرکت انبساطی اش متحمل شده است. کلیه کهکشانها از اثرات گرانش هر گونه جرم مرئی یا نامرئی موجود در کیهان متاثر می گردند. این اثرات موجب کاهش سرعت انبساطی کهکشان می گردد.

پارامتر سوم وابسته به پارامتر دوم است ولی بجای تشریح کاهش سرعت کیهان، پارامتر سوم به تشریح علت حرکت شتاب منفی می پردازد. این پارامتر مربوط به جرم یا بطور دقیق تر وابسته به چگالی* (جرم تقسیم بر حجم) کیهان می باشد. اگر چگالی ماده موجود در

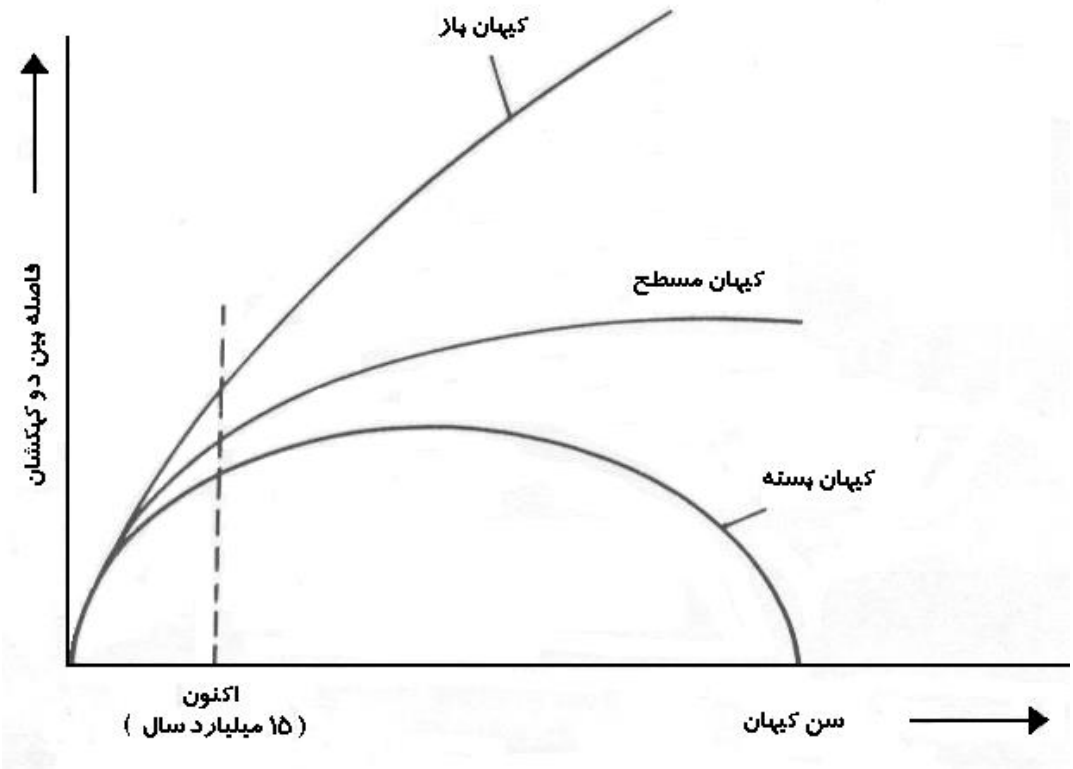
---

[233] - Alexandre Friedmann

کیهان کمتر از سه اتم در هر مترمکعب باشد، انبساط کیهان متوقف نخواهد شد. ولی برعکس، کافی است چگالی ماده بیشتر از سه اتم در مترمکعب باشد تا کیهان در آینده بر روی خود فرو بپاشد. این چگالی بحرانی که آینده کیهان وابسته به آن است به میزان شگفت انگیزی ناچیز است. در مورد بد نیست بدانید یک گرم آب دارای یک میلیون میلیارد میلیارد ($۱۰^{۲۴}$) اتم هیدروژن است. بنابراین، کیهان بطرز غیرقابل تصوری تهی می باشد.

در پنج دهه گذشته، مطالعات و مشاهدات فراوانی برای محاسبه پارامترهای کیهانی صورت گرفته است. چنین مطالعاتی بسیار مفیداند زیرا با مشخص شدن آنها نه تنها آینده و سرنوشت کیهان مشخص می گردد بلکه دروازه های تاریخ نیز به دیده ما گشوده خواهند شد. ولی با وجود سعی و کوشش فراوان و پیشرفتهای غیرقابل انکار هنوز این پارامتر دقیقا" مشخص نشده است.

اکنون از نزدیک به مطالعه تحقیقات، اختراعات و اکتشافات و فرضیه های اخترشناسان در این مورد می پردازیم. کوشش های فراوان اخترشناسان جهت کسب اطلاع از سن کیهان را قبلا" مرور نمودیم. اکنون از ابزارهای مورد استفاده برای تعیین حرکت کاهشی کیهان صحبت می نمائیم.



شکل ۵۱ : آینده کیهان. گرانش ایجاد شده بوسیله ماده (مرئی یا نامرئی) موجب کاهش انبساط کیهان می گردد. ولی بدلیل اینکه هنوز قادر نیستیم مقدار کل ماده موجود در کیهان را دقیقا" محاسبه نمائیم، بنابراین، تعیین سرنوشت نهایی کیهان مبهم خواهد ماند. اگر چگالی ماده از چگالی بحرانی سه اتم هیدروژن در

مترمکعب کمتر باشد، گرانش قادر به توقف انبساط نبوده و انبساط کنونی کیهان ابدی خواهد بود. فواصل بین کهکشانها تا ابد افزایش خواهند یافت و کیهان بصورت "کیهان باز" خواهد بود.
مشاهدات کنونی موافق با این نظریه می باشند. ولی اگر چگالی ماده دقیقا" برابر با چگالی بحرانی باشد، انبساط کیهان فقط در بینهایت متوقف خواهد شد. چنین کیهانی که به "کیهان مسطح" معروف است، سرنوشتی مشابه کیهان باز خواهد داشت (به شکل ۲۳ مراجعه شود). اگر چگالی ماده از چگالی بحرانی بیشتر باشد، کیهان در ابتدا به ابعاد حداکثر خود رسیده و سپس بر روی خود فرو می پاشد. در این کیهان که به "کیهان بسته" معروف است، کهکشانها بیش از پیش بیکدیگر نزدیک شده و در دما و چگالی بسیار فراوان به ذرات نور و ماده تجزیه می گردند. آیا کیهان از خاکستر خود مجددا" آفریده خواهد شد؟

شتاب منفی کیهان

اگر بخواهید شتاب منفی اتوموبیل تان را محاسبه نمائید کافی است سرعت اتوموبیل را در دو لحظه متفاوت ، یعنی لحظه ای که به ترمز فشار می آورید و لحظه ای که اتوموبیل متوقف می شود را تعیین نمائید. اگر در ابتدا اتوموبیل با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت در حرکت باشد (یا ۲۷/۸ متر در ثانیه)، و از زمانیکه ترمز گرفته اید تا سکون کامل اتوموبیل ۲ ثانیه طول بکشد، شتاب منفی که در واقع، کاهش سرعت در واحد زمان می باشد، برابر خواهد بود با : (۰ – ۲۷/۸) متر در ثانیه تقسیم بر ۲ ثانیه یعنی برابر با ۱۳/۹ متر در ثانیه. شتاب منفی کیهان را نیز می توان بهمین طریق محاسبه نمود. کافی است سرعت هر کهکشان را با استفاده از اثر دپلر* در دو زمان مختلف تعیین نموده و اختلاف سرعت را تقسیم بر اختلاف زمان نمائیم تا شتاب منفی کیهان حاصل گردد. ولی در عمل، این ابزارها غیرقابل استفاده اند. کاهش سرعت کهکشان ها که ناشی از شتاب منفی کیهان است آنچنان جزئی است که عمر ۱۰۰ ساله ما و یا حتی ۲ میلیون سال آفرینش انسان اجازه مشاهده آنرا نخواهد داد، باید میلیاردها سال منتظر ماند، چیزی که غیرقابل تصور است.
خوشبختانه طبیعت به کمک ما آمده و ابزار گرانبهایی برای پرده برداری از این راز در اختیارمان می گذارد. نور حامل اطلاعات بما اجازه می دهد تا در زمان سفر نمائیم زیرا انتشار نور لحظه ای و آنی نیست. اگرچه نور، دارای حداکثر سرعت در کیهان است ولی فقط با سرعت ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه سفر می نماید و بنابراین جهت رسیدن مدت زمان مشخصی را سپری می نماید. کیهان برای ما همیشه بصورت خاصی نمایان می گردد. با دریافت نور کهکشانهای بیش از پیش دورتر، ما نهر گذشته کیهان را بسوی سرچشمه اش دنبال می نمائیم: تلسکوپ ها ابزارهایی می باشند که عملا" ما را به گذشته زمان می برند. بدینصورت، برای محاسبه شتاب منفی کیهان کافی است سرعت دو کهکشان در دو نقطه مختلف تعیین گردد. این محاسبه معادل خواهد بود با سرعت انبساطی کیهان در دو نقطه متفاوت و بدینصورت، شتاب منفی کیهان بدست خواهد آمد.

مشکل "عمق کیهانی" مجددا" سر راهمان ظاهر می گردد. برای شناخت شتاب منفی کیهان لازم است سن کهکشانها نیز همراه سرعتشان محاسبه گردد. در دریا، ناخدای کشتی از درخشندگی ظاهری چراغ دریایی جهت تخمین فاصله کشتی اش تا خشکی استفاده می نماید. همانطور که دیدیم، اخترشناس نیز برای تعیین بعد سوم کیهان باید به چراغهای کیهانی که از درخشندگی واقعی شان اطلاع دارد، متوسل شود. بنظر می رسد از جمله اجرام بی شمار موجود در کیهان، کهکشانهای بیضوی شکل غول آسا در قلب خوشه های کهکشانها* قادرند نقش چنین چراغ هایی را ایفا نمایند. آنها با نور بسیار شدیدی می درخشند: آنها پنج برابر درخشنده تر از همقطاران دیگر خود در خوشه ها می باشند، بنابراین، از فواصل بسیار دور قابل رویتند. در مسافرتمان بسوی گذشته، از طریق این کهکشانها قادر خواهیم بود تا حداقل به نیمه عمر کیهان دست یابیم. از سوی دیگر، درخشندگی آنها کاملا" شناخته شده است و تغییراتشان از یک کهکشان به کهکشان دیگر نیز بسیار کم است. حداقل می توان گفت برای کهکشانهای بیضوی غول آسای نزدیک ما، این تغییرات کمتر از ٤٠٪ می باشد. ثبات درخشندگی حقیقی برای یک منبع نور، کیفیتی بسیار اساسی محسوب می گردد. ناخدا زمانیکه نور ضعیف چراغ دریایی را مشاهده می نماید با اطمینان نتیجه گیری می کند که از ساحل دور است. ضعیف بودن نور و نزدیکی او به ساحل، بدون شک، اشتباه خواهد بود. بدینصورت، برای کشف راز شتاب منفی کیهان، اخترشناس درخشندگی های ظاهری (که با ترکیب درخشندگی حقیقی، فواصل و سن را مشخص می نماید) و انتقال بسوی رنگ قرمز (که مشخص کننده سرعتها طبق قانون دپلر است) صدها کهکشان بیضوی غول آسا را محاسبه می نماید. در واقع، باید تا آنجا که ممکن است هر چه بیشتر کهکشانهای بیضوی بسیار بزرگ را مشاهده نمود تا تغییرات کم درخشندگی یک کهکشان به کهکشان دیگر و اشتباهات ناشی از محاسبات انفرادی جبران گردد. اخترشناس تلسکوپ ها و موج یاب های الکترونیکی را با حداکثر قدرت به کار می اندازد. او کهکشانهای بسیار دور را دنبال می نماید، آنچنان دور که درخشندگی شان به نور بسیار ضعیف تقلیل یافته است. او باید تا آنجا که ممکن است در گذشته کیهان عقب رود. هرچقدر اختلاف زمان بیشتر باشد، اختلاف سرعت انبساط کیهان آسانتر محاسبه خواهد شد و بدینصورت، بتدریج کیهان سرنوشت خود را برایمان نمایان می سازد.

کهکشانهای بیضوی غول آسا، منابع نوری مناسبی نیستند

اگر درخشندگی حقیقی کهکشانهای بیضوی غول آسا در زمان و در فضا ثابت می بود، اخترشناسان می توانستند برای تعیین شتاب منفی کیهان موفقیت های مطلوبی را کسب نمایند. باری، اکنون مشخص گردیده که درخشندگی واقعی این کهکشانها به دو صورت

تغییر می یابد. از یک سو، درخشندگی کهکشانها تحت تاثیر تکامل ستاره ای* می باشد. کهکشانها شامل مجموعه ای از ستارگان می باشند که بوجود آمده، زندگی کرده و سپس از بین می روند و در نتیجه، این ستارگان، نوری متغیر دارند. نور کهکشان نیز که خود، مجموعه ای از نور ستارگان است، بنابراین در طول زمان متغیر خواهد بود. درخشندگی کهکشان در هر میلیارد سال چند درصد تقلیل می یابد. کهکشانهای دوردست که در دوران جوانی شان مشاهده شده اند، از درخشندگی بیشتری برخوردارند تا کهکشانهای نزدیک و مسن تر که از شفافیت کمتری برخوردارند. اگر این تغییرات درخشندگی ناشی از تکامل ستارگان در نظر گرفته نشود، فواصل کهکشانهای دوردست کمتر از میزان واقعی محاسبه خواهد شد (تصور خواهید کرد چون آنها درخشنده ترند بنابراین نزدیک ترند) و شتاب منفی کیهان بیش از حد واقعی تعیین می گردد (کهکشانهای دوردست، نزدیک تر از کهکشانهای نزدیک بما در نظر گرفته شده و بنابراین شتاب منفی بیش از حد محاسبه می گردد). در اولین نگاه، تقلیل درخشندگی به میزان چند درصد در هر میلیارد سال بسیار ناچیز بنظر خواهد رسید ولی اشتباه ناشی از آن این مسئله خواهد بود که دیگر امکان تفکیک کیهان باز با انبساط ابدی از کیهان بسته که در آینده فرو خواهد پاشید وجود نخواهد داشت. یعنی اینکه ما به هدف خود که تعیین سرنوشت کیهان است نخواهیم رسید.

ما در نیل به هدفمان با شکست مواجه شدیم به این دلیل مهم که کهکشانهای بیضوی غول آسا نمایندگان خوبی برای تعیین فواصل نمی باشند زیرا درخشندگی آنها نسبت به گذشت زمان متغیر است. می توانید مدعی شوید که این مسئله مهمی نیست زیرا دلیل این تغییرات را می دانیم و می توانیم با محاسبات، درخشندگی این کهکشانها را تعدیل نمائیم. متاسفانه این محاسبات بسیار مشکل اند. جهت محاسبه تکامل کهکشانها که خود نتیجه تکامل ستارگان می باشند باید نرخ رشد تشکیل ستارگان در کهکشانها را نسبت به زمان و تقسیم و توزیع آنها را نسبت به جرمشان تعیین نمائیم. در حال حاضر، تعیین این دو پارامتر بهیچ وجه امکان پذیر نیست. مشکل تشکیل ستارگان یکی از اساسی ترین مشکلات کنونی اخترفیزیک می باشد و تا زمانیکه این مشکل حل نگردد، تعیین تکامل کهکشانها با دقت کافی میسر نخواهد بود.

غذای کهکشانها

دلیل دیگر تغییر درخشندگی کهکشانهای بیضوی، ناشی از بلعیدن کهکشانهای مجاور بوسیله آنهاست. همانطور که قبلا" مشاهده شد، کهکشانها در قلب بسیار فشرده خوشه های کهکشانها از طریق نیروی گرانش بصورت تنگاتنگ در ارتباط با یکدیگرند. این روابط بین کهکشانها موجب کاهش حرکت آنها در خوشه شده و بتدریج آنها را با حرکتی مارپیچی

بسوی کهکشانهای بیضوی غول آسا که در مرکز خوشه قرار دارند هدایت می نماید که سرانجام بوسیله آنها بلعیده می شوند. این "کهکشانخواری" موجب می گردد کهکشانهای بزرگ با بلعید کهکشانهای کوچکتر، بیش از پیش بزرگتر و درخشنده تر گردند. اثر خالص این تکامل که به تکامل "پویا"[۲۳٤] معروف است مخالف اثر تکاملی ستاره ای است. کهکشانهای بیضوی غول آسای نزدیک در روند رشدشان نسبت به کهکشانهای بیضوی جوان دوردست، درخشندگی حقیقی بیشتری را کسب می نمایند. در واقع، آنها زمان بیشتری را برای بلعیدن کهکشانها در اختیار داشته اند. باز در اینجا، رشد درخشندگی در حدود چند درصد می باشد که همین محاسبات ما را برای تعیین شتاب منفی کیهان با مشکل مواجه خواهد ساخت. بار دیگر بایدگفت عدم شناخت ما از کهکشانخواری آنچنان است که این اثر نیز نمی تواند دقیقا" محاسبه گردد.

در نتیجه، تعیین پارامتر شتاب منفی کیهان بهیچ وجه آسان نخواهد بود. اثرات تکامل مشاهده انسانها را با مشکل مواجه ساخته و موجب می گردد نتوانیم کیهان باز را از کیهان بسته تفکیک نمائیم. آیا قادر خواهیم بود از این بن بست نجات یافته و منابع نوری دیگری بجز کهکشانهای بیضوی پیدا نمائیم؟ در سال ۱۹۶۳، زمانیکه شبه ستارگان کشف شدند، امید فراوانی ایجاد شد. شبه ستارگان با درخشندگی فراوان و بویژه قرار داشتن در سرحدات کیهان، منابع نوری ممتازی بنظر می رسیدند. متاسفانه سرود پیروزی سریعا" به خاموشی گرائید زیرا اختلاف تغییرات درخشندگی حقیقی یک شبه ستاره به شبه ستاره دیگر با عاملی بیشتر از ۱۰۰۰ تغییر می نماید و این مسئل موجب شد این منابع نوری نیز غیرقابل استفاده گردند. کاندیداهای دیگری نیز یکی پس از دیگری ظاهر گشتند ولی مشکل اساسی تکامل کهکشانها هنوز پابرجاست. آیا تلسکوپ فضایی (شکل ۱۲) وضعیت را تغییر خواهد داد؟ این تلسکوپ قادر است مکانهای بسیار دور را مشاهده نماید و کهکشانهایی را ردیابی کند که سن کمی داشته و از تکامل کمتری برخوردارند. این مشاهدات در مقایسه با کهکشانهای نزدیک که از تکامل بیشتری برخوردارند، می تواند تعدیلات تکامل را با دقت بیشتری تعیین نماید. شاید در این حالت، سرانجام کیهان قبول نماید تا درصد تقلیل سرعت خود را به ما بشناساند.

جرم نامرئی کیهان

تا انتظار اطلاعات بیشتری از تلسکوپ فضایی، آیا باید تمام امیدها را برای شناخت سرنوشت نهایی کیهان از دست داد؟ بهیچ وجه، زیرا سومین پارامتر، یعنی چگالی متوسط ماده در کیهان می تواند پاسخ خوبی برای سئوالمان باشد. شتاب منفی کیهان به مقدار ماده

234 - Dynamique

موجود در کیهان کاملا" وابسته است. بدینصورت، با پیگیری مقدار ماده موجود در کیهان، ابزار دیگری برای شناخت سرنوشت کیهان در اختیار خواهیم داشت.

به گذشته بر می گردیم. سال ۱۹۳۳، پاسادنا[۲۳۵] ، کالیفرنیا. در یکی از دفاتر انستیوی تکنولوژی کالیفرنیا، اخترشناس سوئیسی بنام "فرتیز زویکی"[۲۳۶] محاسبات خودرا بررسی و بازنگری می نماید. او لحظه ای قبل، یک سری از مشاهداتش در مورد حرکات کهکشانهای خوشه دوشیزه را بپایان رسانده و توانسته از این طریق جرم کل خوشه را تعیین نماید. او هرگونه شک و تردید های ممکن را بازنگری و مجددا" محاسبه می نماید یعنی کلیه شک های مربوط به مشاهدات، در ارتباط با عدم وجود داده های لازم و یا فرضیه های ساده شده و غیره. ولی چاره ای نیست و باید در برابر واقعیت سر تعظیم فرود آورد: جرم کل خوشه بطور قابل ملاحظه ای از مجموع جرمهای کهکشانهای انفرادی بیشتر است!

برای اولین بار در تاریخ اخترفیزیک، مشاهدات، وجود مقادیر عظیمی از جرم نامرئی* را نمایان ساختند. امروزه نیز هنوز مشکل جرم نامرئی افکار اخترفیزیکدانان را به خود مشغول ساخته است. مشاهدات فراوان بعدی، کشف زویکی را تائید نمودند. بنظر می رسد جرم نامرئی در همه جای کیهان وجود دارد. آنها کلیه ساختارهای شناخته شده کیهان از کهکشانهای کوتوله ضعیف گرفته تا ابرخوشه های عظیم را در بر گرفته اند. حتی دانشمندان فیزیک ذره ای نیز جدیدا" وارد معرکه شده اند. آنها نیز با بانگی رسا وجود مقادیر عظیم جرم نهفته در کیهان را بیان می نمایند. جذابیت جرمهای نامرئی آنچنان فراوان است که آنها همانند اطفال شیرین دانشمندان در آمده اند. اخترفیزیکدان با پنهان کردن این جرم ها در غلاف غیرقابل رویتشان احساس احترام آمیزی را برای کلیه ذرات بیگانه و جسیم ایجاد نموده اند، ذراتی که از نقطه نظر آنها در اولین لحظات آفرینش کیهان ایجاد شده و تا اینجا فقط در تصوراتشان وجود داشت.

اخترشناس با سکوتی عمدی باید این مسئله را بخود بقبولاند که در کیهانی همانند توده یخ شناور[۲۳۷] زندگی کرده که در آن دسترسی مسقیم به تمامی جرمها از طریق ابزارها غیرممکن می باشد. ولی اختلافی اساسی بین کیهان و توده های یخ شناور وجود دارد : ما از جرم توده یخ مطلع هستیم در حالکیه طبیعت جرم نامرئی هنوز برای پژوهشگران ناشناخته است. در نتیجه باید گفت جهت تعیین جرم کل کیهان باید جرم مرئی و نامرئی هردو محاسبه گردند.

چگونگی محاسبه وزن کیهان

---

235 - Pasadena
236 - Fritz Zwicky
237 - Iceberg

جرم نهفته چگونه محاسبه می گردد؟ در ابتدا، تلاشی بی ثمر بنظر خواهد رسید. خوشبختانه، نیوتون قبلا" به ما آموخته که راه حل ساده تر از آنست که بنظر می رسد. زمانیکه ماده مورد مطالعه در اجرام بیشمار و متعددی توزیع شده باشند نظیر ستارگان و کهکشانها، این نیروی گرانش است که رقص باله را هدایت می نماید. برای کسب جرم کل مجموعه ای از ستارگان و کهکشانها که بوسیله نیروی گرانش با یکدیگر در ارتباطند،کافی است حرکات ستارگان و کهکشانها بصورت انفرادی تعیین گردند (از طریق اثر دپلر). فرض می شود همه چیز در حال تعادل بوده و انبساط و فروپاشی وجود نداشته باشد. سرعت های بالا نمایانگر جرم زیاد خواهند بود. سرعتها باید بسیار بالا باشند تا گرانش قوی و جاذبه شدید جرم را خنثی نمایند. برعکس، سرعت پائین نمایانگر جرم کم می باشد. نکته ای مهم و اساسی : جابجایی ها با سرعت های مختلف موجب شناخت کلیه ماده موجود خواهد شد: ماده های نوری یا غیرنوری، مرئی و یا نامرئی. جهت روشن شدن این نکته، منظومه شمسی را در نظر می گیریم که در آن سیارات با ظرافت تمان در حوزه جاذبه خورشید تکامل می یابند. فرض کنیم دو دست غول آسا، خورشید را بیش از شعاع غیر قابل برگشتش* فشرده نموده بطوریکه خورشید تبدیل به سیاهچاله* گردد. سیارات بمانند گذشته به حرکت انتقالی خود به دور نه خورشید بلکه این سیاهچاله ادامه خواهند داد. درست بمانند اینکه چیزی اتفاق نیافتاده باشد. تنها نتیجه فاجعه آمیز این فرضیه، حیات در زمین خواهد بود که بدلیل عدم وجود انرژی، بزودی از بین خواهد رفت. فرض کنیم موجودات فضایی برای مطالعه به منظومه شمسی بیایند. با مشاهده حرکات سیارات، بدون هیچ مشکلی نتیجه گیری خواهند نمود در مکانی که زمانی خورشید وجود داشت اکنون جرمی غیرقابل رویت به اندازه جرم خورشید وجود دارد. بهمین صورت بود که در سال ۱۸۴۶، اخترشناس فرانسوی "لو وریه"[۲۳۸] با توجه به اغتشاشات ایجاد شده بوسیله جرمی ناشناس بر حرکت سیاره اورانوس، توانست سیاره نپتون را کشف نماید. مطالعه بسیار دقیق مدارهای عمق یاب های آمریکایی (بنام Surveyor) در اطراف ماه، مشخص نموده که ماه کاملا" همگن نبوده بلکه در برخی از مکانها فشردگی ماده بیشتر از مکانهای دیگر است. مطالعه حرکات و جابجایی اجرام، نقشه های دقیقی از حوزه گرانش را برای اخترشناسان به ارمغان می آورد. اکنون، به لطف تعلیمات نیوتون، به جستجوی جرم نهفته در کیهان می پردازیم.

اصل کیهانی

[238] - Le Verrier

واضح است که در عمل قادر نخواهیم بود لیستی از محتوی کیهان تهیه نمائیم. تمامی عمر ما انسانها از ابتدای بشریت تا کنون جهت تهیه چنین لیستی ناکافی خواهد بود. باید بطریقی این مشکل را آسان نمود. در اینجا، روح کپرنیک، مجددا" ظاهر گشته و بما گوشزد می نماید که نه زمین، نه خورشید، نه کهکشان راه شیری، نه گروه محلی، نه ابرخوشه های محلی، هیچکدام مکانهای ممتازی در کیهان نبوده و از مزیت خاصی برخوردار نیستند. همین ساختارها، در میلیاردها قطعات مشابه در عظمت کیهان تولید شده اند. گوشه بسیار کوچکی از کیهان که در اختیار ماست هیچ امتیاز خاصی نسبت به سایر مکانهای کیهان ندارد. بنابراین، چرا نباید مدعی شد که تمامی چهارگوشه کیهان همگی شبیه یکدیگر بوده و یکسانی کیهان در هر مکان (همگن*)[۲۳۹] و در هر جهت (ایزوتروپ*)[۲۴۰] وجود دارد؟ چنین ادعایی مورد تائید اکثر اخترشناسان است. اصل کیهانی* که کیهان را همگن و ایزوتروپ می داند، یکی از اساسی ترین بنیادهای نظریه نسبیت عام اینشتاین می باشد.

چیزی کدر و تیره در اطراف کهکشانها

اکتشاف جرم نهفته را آغاز می نمائیم. ابتدا به اکتشاف "باغچه" خود می پردازیم، یعنی در همسایگی منظومه شمسی. حرکات ستارگان در منطقه ای به مساحت ۳۰۰ سال نوری، در اطراف خورشید را در نظر می گیریم. ستارگان، همانند چرخ فلکی کیهانی، بدون وقفه بدور مرکز راه شیری در حال گردش می باشند، آنها با سرعتی معادل ۲۳۰ کیلومتر در ثانیه به گردش خود ادامه می دهند. خورشید، خود، ۲۵۰ میلیون سال وقت صرف می نماید تا گردش خود را بدور مرکز راه شیری کامل نماید. همانند اسبهای چوبی چرخ فلک که بالا و پائین می روند، ستارگان نیز بصورت عمودی بر صفحه کهکشانی بالا و پائین رفته (تقریبا" با سرعت ۱۰ کیلومتر در ثانیه) و بدینصورت، بدور مرکز کهکشان گردش می نمایند. این عمل بالا و پائین رفتن نمایانگر چگالی کل ماده در صفحه کهکشانی است. چگالی شدید موجب حرکت سریع شده در حالیکه حرکت کند نمایانگر چگالی ضعیف است. تمامی ماده موجود در همسایگی خورشید که با تلسکوپ قابل رویتند نظیر ستارگان، کوتوله های سفید، گاز هیدروژن (هسته ای و مولکولی) را با یکدیگر جمع می زنیم. اولین شگفتی: چگالی ماده قابل رویت، نصف چگالی کل است. جرم نهفته، شروع به اظهار وجود می نماید. در باغچه کوچکمان، تقریبا" معادل جرم قابل رویت، جرم غیرقابت رویت نیز وجود دارد.

به اکتشافمان ادامه می دهیم. بدلیل جذب نور مرئی بوسیله ذرات گرد و غبار میان ستاره ای* در سطح کهکشان، قادر نخواهیم بود با تلسکوپ هایمان فراتر از "باغچه کوچکمان" را

---

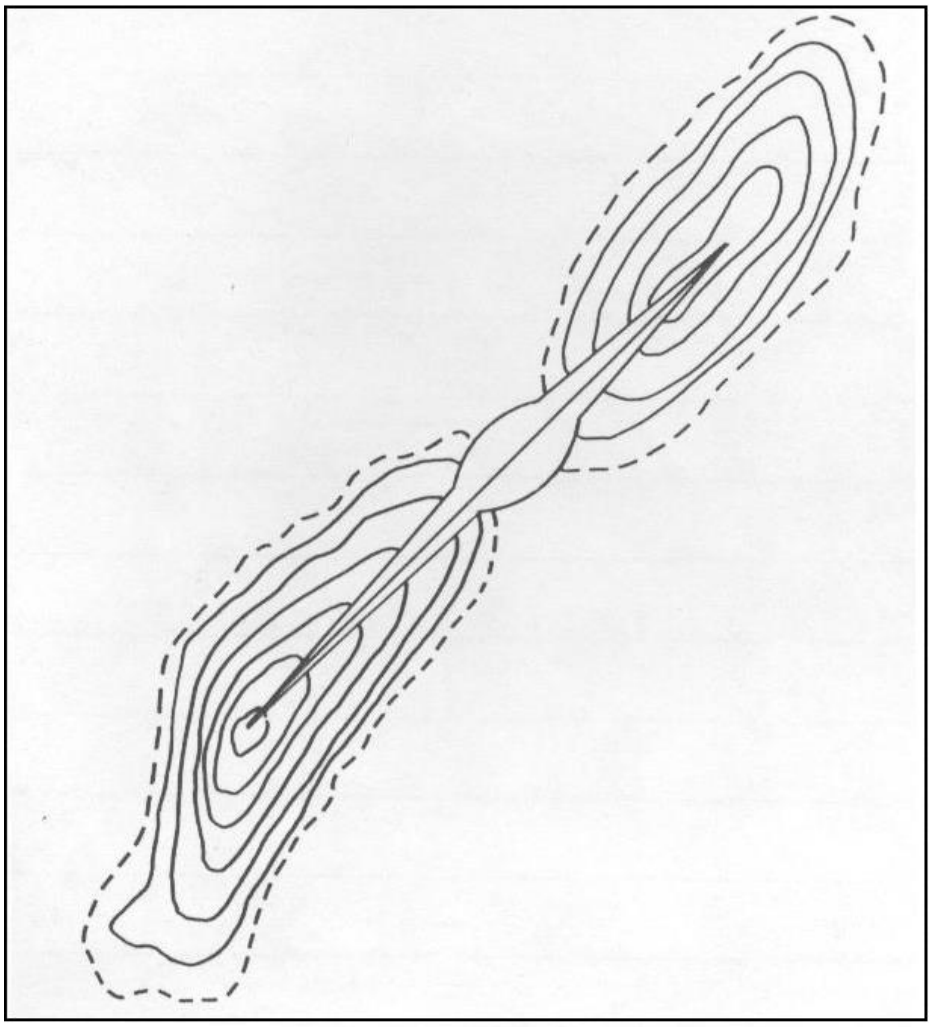
239 - Homogène
240 - Isotrope

مشاهده نمائیم (جهت ردیابی دنیای خارج کهکشان، باید تلسکوپ های خود را بصورت عمودی نسبت به صفحه کهکشان قرار دهیم، در این حالت، جذب نور بوسیله غبارها بصورت قابل ملاحظه ای کمتر خواهد بود). برعکس، امواج رادیویی صادره از گاز هیدروژن هسته ای براحتی می توانند از کهکشان عبور نمایند. یعنی اینکه کهکشان در مورد این امواج شفاف خواهد بود. این امواج از یکسوی کهکشان راه شیری تا سوی دیگر، بدون اینکه جذب گرد و غبار گردند، مسیر خود را طی می نمایند. بعلاوه، در صفحه کهکشانی کهکشانهای حلزونی، گاز هیدروژن عموما" تا ۲ الی ۳ برابر دورتر از ستارگان پخش می گردند یعنی تا ۱۰۰،۰۰۰ سال نوری نسبت به مرکز کهکشان (شکل ۵۲). حرکات اتمهای هیدروژن بما اجازه می دهند تا منطقه ای معادل ۳۰۰ برابر وسیع تر از همسایگی خورشید را مورد مطالعه قرار دهیم. در مقایسه با "باغچه"، اکنون تمامی یک "محله" است که دروازه های خود را به چشمان کنجکاو ما می گشاید.

اتمهای هیدروژن، همانند ستارگان در مدارهای تقریبا" مدور بدور مرکز کهکشان با سرعتی معادل چندین صد کیلومتر در ثانیه با حفظ تعادل جابجا می شوند. راز توزیع جرم در کهکشان راه شیری (یا هر کهکشان حلزونی دیگر) در این حرکات اتمهای هیدروژن نهفته است. جرم بیشتر در داخل مدار یک اتم هیدروژن نمایانگر حرکت دورانی سریعتر خواهد بود و برعکس. جهت مشخص نمودن جرم، کافی است حرکت دورانی گاز نسبت به مرکز کهکشان مورد مطالعه قرار گیرد.

اخترشناسان با تلسکوپ های رادیویی خود شروع به کار می کنند و باز در نیمه راه، شگفتی بزرگ دیگری در برابرشان ظاهر می گردد. اتمهای هیدروژن در حرکت گردشی خود از ثبات عجیبی برخوردارند. آنها، هر کجا که باشند، باستثنای نزدیک به هسته کهکشان، با سرعت ثابت ۲۳۰ کیلومتر در ثانیه بدور مرکز کهکشان می چرخند. اخترشناسان همگی مبهوت و حیران ماندند. آنها عقیده داشتند که کلیه جرمهای کهکشان در داخل صفحه نورانی کهکشان قرار گرفته است. باری، اگر چنین می بود، سرعت اتمهای هیدروژن خارج از صفحه کهکشان مرئی می بایست کاهش می یافت (سرعت آنها باید به نسبت عکس جذر فاصله آنها تا مرکز کهکشان کاهش یابد). این پدیده که آنها هیچگونه علائمی از تقلیل سرعت نشان نمی دهند نمایانگر وجود جرم سیاه غیرقابل رویتی در اطراف صفحه مرئی می بود.

در مورد کهکشان راه شیری باید گفت صفحه گازی در فاصله ای برابر با ۷۰،۰۰۰ سال نوری از مرکز کهکشان پایان می یابد. در اکتشاف جرم نهفته چگونه باید به مسافت های دورتر دست یافت؟ باید به جستجوی اجرام فراکهکشانی پرداخت ولی بشرطی که این اجرام بوسیله نیروی گرانش با کهکشان در ارتباط باشند.



شکل ۵۲ : سطح گازی یک کهکشان حلزونی مشاهده شده بوسیله تلسکوپ رادیویی. صفحه گاز هیدروژنی یک کهکشان حلزونی اگرچه غیرقابل رویت می باشد ولی امواج رادیویی از خود ساطع می نماید. با تلسکوپ رادیویی می توان این صفحه گازی را که ۲ تا ۳ برابر بزرگتر از شعاع صفحه قابل رویت ستارگان می باشد، مشاهده نمود. مطالعه حرکات این گاز هیدروژنی موجب شده اخترشناسان بوجود هاله ای عظیم، جسیم و غیرقابل رویت با طبیعتی هنوز ناشناخته که کلیه اجزاء قابل رویت کهکشان حلزونی را پوشانده، پی ببرند (به شکل ۵۳ نیز مراجعه شود).

بنابراین، از حرکات خوشه های کروی* و کهکشانهای کوتوله* اقماری (همانند ابرهای ماژلان) که در مدار راه شیری قرار دارند باید استفاده نمود. بدینصورت، جرم کل ماده تا ۲۰۰.۰۰۰ سال نوری از مرکز کهکشان راه شیری می تواند مورد بررسی قرار گیرد. حرکات و جابجایی ها مورد بررسی قرار می گیرند و باز اخترشناسان به نتیجه گیری قبلی می رسند: چیزی کدر و تیره اطراف کهکشان ما را احاطه نموده است. جرم اسرارآمیز کجاست؟ آیا در حجمی کروی شکل بدور کهکشان پخش شده یا اینکه در صفحه ای نامرئی که دنباله صفحه کهکشانی مرئی است قرار گرفته است؟ اگرچه حرکات ستارگان معرف حضور جرم نامرئی

می باشند ولی هنوز قادر به تشریع توزیع این جرم نمی باشند. در اینجا باید از ابزارهای غیرمستقیم یعنی استدلالات نظری کمک گرفت. قبلا" دیدیم ستارگان صحفه کهکشانی با سرعتی معادل ۲۳۰ کیلومتر در ثانیه بدور کهکشان در حال گردشند. ولی با سرعتی بسیار کمتر، در حدود ۱۰ کیلومتر در ثانیه، بصورت عمودی نسبت به صفحه کهکشانی بالا و پائین می روند. این حرکات رفت و برگشت در مقایسه با حرکت دورانی ستارگان بسیار ضعیفند. محاسبات نشان میدهند ستارگان با یکدیگر ساختاری بمانند ستونی عظیم تشکیل می دهند که از آن بازوهای حلزونی خارج شده اند. باری، کهکشان راه شیری ما دارای چنین ساختاری در قلب خود نمی باشد. فقدان چنین ساختاری فقط از طریق وجود هاله ای* [۲۴۱] کروی، جسیم و نامرئی بدور کهکشان مرئی، قابل توجیه خواهد بود. این هاله از تشکیل ستون عظیم مرکزی جلوگیری می نماید. حرکات ستارگان، اتمهای هیدروژن، خوشه های کروی و کهکشانهای کوتوله، همگی معرف این مسئله اند که هرچه فاصله هاله از مرکز کهکشان مرئی بیشتر باشد، جرم آن بیشتر افزایش می یابد. جرم هاله در داخل کره ای بمرکز خورشید (شعاعی معادل ۳۰.۰۰۰ سال نوری) برابر است با جرم ۱۰۰ میلیارد ($۱۰^{۱۱}$) خورشید، درست بمانند جرم کل صفحه کهکشانی. با دور شدن به میزان ۶ برابر (شعاعی معادل ۱۸۰.۰۰۰ سال نوری)، یعنی تا فاصله یک کهکشان کوتوله، جرم هاله نامرئی ۶ برابر بیشتر خواهد شد یعنی به میزان ۶۰۰ میلیارد خورشید.

گستره جرم نامرئی

باید از خود پرسید هاله های نامرئی کهکشانها در کجا متوقف می شوند؟ چگونه می توان حدود آنها را تخمین زد؟ باید که نشانه های دورتری را کشف نمود. یادآوری می نمائیم کهکشانها معمولا" بصورت زوج های دوتایی* از طریق نیروی گرانش در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. حرکت یک کهکشان نسبت به دیگری، در واقع، می تواند جرم کل مرئی و نامرئی زوج کهکشانی را آشکار سازد. بنابراین، می توان جرم نامرئی را تا فاصله تقریبی ۷ برابر از شعاع بصری یک کهکشان، یعنی معادل ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری ردیابی نمود. بدینصورت، کلیه یک شهر در برابر چشمان کنجکاو ما قرار خواهد گرفت. باز، جرم نامرئی خود را نمایان می سازد. این ماده کدر و تاریک اطراف هر کهکشان زوج را تا فاصله ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری در برگرفته است. جرم نامرئی داخل این شعاع اکنون ۱۰ برابر بیشتر از جرم نامرئی صفحه کهکشانی است. جرم آن برابر خواهد بود با جرم ۱۰۰۰ میلیارد ($۱۰^{۱۲}$) خورشید.

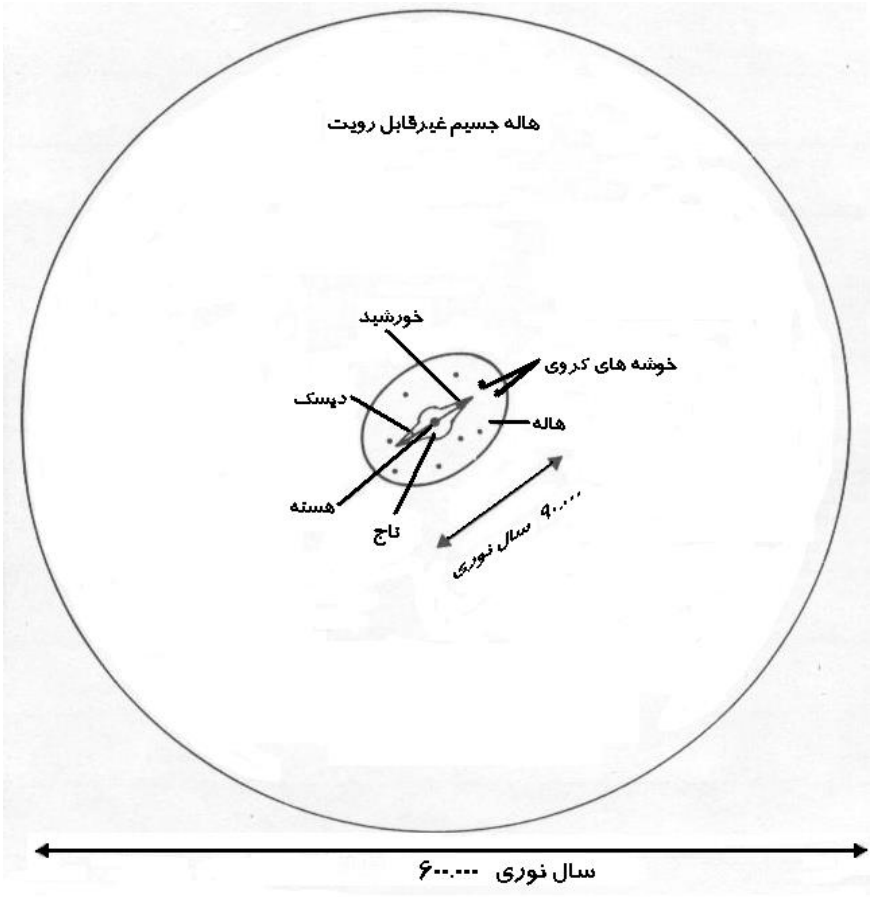
بنظر می رسد که هنوز به مرز جرم های نامرئی نرسیده باشیم. باید بازهم دورتر رفت و به مقیاس گروه های کهکشانی* رسید. اکنون به اکتشاف در استان می پردازیم، استانی که

[241] -Halo

شهرمان در آن قرار دارد. ابتدا در گروه محلی* به گردش می پردازیم. در گروه محلی، بجز کهکشان خودی یعنی راه شیری، کهکشان آندرومد* نیز قرار گرفته است. از نقطه نظر نیروی گرانش، گروه محلی را می توان بمانند ترکیبی از دو کهکشان راه شیری و آندرومد دانست زیرا کهکشانهای دیگر گروه یا کوتوله هستند یا از جرم کمی برخوردارند. جرم گروه محلی را چگونه باید تعیین نمود؟ از دستورالعمل قدیمی استفاده نموده و جابجایی آندرومد را در نظر می گیریم.

با تعجب فراوان مشاهده می گردد که برعکس اکثر کهکشانهای دیگر که از راه شیری دور می شوند، آندرومد با سرعتی معادل ۹۰ کیلومتر در ثانیه به کهکشان ما نزدیک می گردد! نور آندرومد بجای انتقال بسوی قرمز، انتقال بسوی آبی دارد! با اینحال، ۱۵ میلیارد سال قبل، یعنی در ابتدای هستی کیهان، آندرومد نیز همانند کلیه کهکشانهای دیگر می بایست از راه شیری فاصله بگیرد. حرکت انبساطی کیهان ناشی از انفجار اولیه (بیگ بنگ) باید چنین مسئله ای را بوجود می آورد. بنابراین، در لحظه ای از تاریخ کیهان، جابجایی برعکس شده است. جرم کل گروه محلی باید به اندازه کافی فراوان باشد تا بتواند بوسیله نیروی گرانش از فرار آندرومد جلوگیری نموده و آنرا مجبور به بازگشت نماید. محاسبه ای ساده نمایانگر این مسئله خواهد بود که جرم کل گروه محلی معادل جرم ۲۰۰۰ میلیارد خورشید است. اگر آندرومد و راه شیری که بسیار شبیه بیکدیگرند، جرمی برابر داشته باشند، هرکدام جرمی معادل جرم ۱۰۰۰ میلیارد خورشید خواهند داشت یعنی ۱۰ برابر بیشتر از جرم اجزاء قابل رویتشان. این نتیجه گیری درست همان نتیجه گیری می باشد که در مورد کهکشانهای مزدوج بدست آمده بود. با اینحال، فاصله آندرومد و راه شیری (۲/۳ میلیون سال نوری) ۷ برابر بیشتر از فاصله کهکشانهای مزدوج است. در اینجا می توان به یک نتیجه گیری کلی دست یافت. ما با مطالعه کهکشانهای مزدوج به حد و مرز جرم نامرئی رسیدیم. دورتر رفتن چیز تازه ای برایمان به ارمغان نخواهد آورد.

برای اطمینان از این موضوع، حرکات کهکشانها را در گروه های کهکشانی دیگر در نظر می گیریم. ابعاد متوسط هر کدام از این گروه ها ۶ میلیون سال نوری است، یعنی منطقه مورد بررسی ۲۰ برابر بیشتر از منطقه کهکشانهای مزدوج است. همان نتیجه گیری قبلی بدست خواهد آمد. میزان ماده نامرئی در گروه ها و زوج ها یکسان می باشد. ماده نامرئی از مرز ۳۰۰.۰۰۰ سال نوری بالاتر، دیگر افزایش نمی یابد. ماده نامرئی در هاله هایی عظیم به جرم ۱۰۰۰ میلیارد جرم خورشید توزیع شده اند و ۹۰٪ از جرم کل کهکشانها را تشکیل می دهند (شکل ۵۳).



شکل ۵۳ : چیزی کدر و تاریک در اطراف کهکشانها. مطالعه جابجایی ستارگان و گاز در کهکشانهای حلزونی نشان می دهد که در اطراف آنها هاله ای به اندازه ۵ تا ۱۰ برابر بزرگتر و جسیم تر از بخش مرئی کهکشان وجود دارد. این جرم نامرئی همواره در کیهان وجود داشته ولی تاکنون طبیعت آن بصورت راز باقی مانده است.

در جستجوی ماده نامرئی میان کهکشانی

بار دیگر، مرحله جدیدی را در ابعاد کیهانی طی نموده و برای جستجوی جرم نامرئی بسوی خوشه های کهکشانی رهسپار می شویم. از هر ۱۰ کهکشان کیهان، یک کهکشان در این خوشه ها قرار دارند (اکثر کهکشانهای دیگر در گروه ها قرار گرفته اند). اکنون منطقه مورد بررسی، مسافتی برابر با ۱۵ میلیون سال نوری است و همانند بخش بزرگی از یک کشور است که در برابر ما ظاهر می گردد. در یکی از این خوشه ها، یعنی خوشه دوشیزه بود که اخترشناس سوئیسی، فریتز زویکی برای اولین بار به وجود جرم نامرئی پی برد.

باز جابجایی کهکشانها را در خوشه ها بررسی می کنیم. این بار، نتیجه بررسی متفاوت است . مقدار جرم نامرئی موجود در خوشه ها ۲ تا ۳ برابر بیشتر از جرمهای نامرئی گروها و زوج ها می باشد. بنابراین، جرم نامرئی که ۹۰٪ جرم خوشه ها را تشکیل میدهد از ۲ نوع جرم تشکیل

شده است: از یکسو، جرم مرتبط به کهکشانهای انفرادی خوشه و از سوی دیگر جرم نامرئی میان کهکشانی، بمیزان تقریبا" برابر در فاصله بین کهکشانها.

فقط باقی مانده تا آخرین گام را برای اکتشاف برداریم که عبارت خواهد بود از کشف بزرگترین ساختار و ماده شناخته شده در کیهان یعنی ابرخوشه های کهکشانی. در ابتدا، توجه خود را به ابر خوشه محلی* خودمان معطوف می سازیم. منطقه اکتشاف ما اکنون، منطقه ای است بزرگ به وسعت یک کشور. وسعت آن به ۶۰ میلیون سال نوری می رسد. ابرخوشه محلی دارای ۱۰.۰۰۰ کهکشان می باشد که خود آنها در ۱۰ تا ۱۵ گروه و خوشه جمع شده اند و همگی بوسیله نیروی گرانش با یکدیگر در ارتباطند. این کهکشانها با یکدیگر ساختار وسیعی را بمانند قرصی مسطح بوجود می آورند. گروه محلی در کناره های قرص بوده و خوشه دوشیزه در مرکز آن قرار دارد (شکل ۳۱). گروه محلی ساکن نبوده و فضای مملو از تابش برجا مانده را همانند کشتی در دریا شکافته و با سرعتی برابر با ۶۰۰ کیلومتر در ثانیه جلو می رود. جابجایی موجب گرم شدن بسیار خفیف (کمتر از ۰/۰۱ درصد) اشعه کیهانی در جلوی گروه محلی و سرد شدن خفیف اشعه در عقب آن می گردد (زمانیکه گروه محلی عظمت کیهانی را شکافته و جلو می رود، در جلوی گروه محلی، ذرات نور تابش برجا مانده به سوی آن هجوم آورده و نور آنها از زمین بصورت انتقال بسوی آبی مشاهده می شود، برعکس، نور در عقب گروه محلی بصورت انتقال بسوی قرمز است، یعنی اینکه نور سرد می شود). گروه محلی تحت تاثیر دو نیروی گرانش جابجا می شود: یک نیرو ناشی از جرم خوشه دوشیزه در ابرخوشه محلی و دیگری بوسیله جرم ابرخوشه مجاور یعنی ابرخوشه شجاع (Hydre) و قنطورس (شکل ۲۷). مجددا"، می توانیم از حرکت سرنگونی گروه محلی بسوی خوشه دوشیزه استفاده کرده و جرم نامرئی را در ابرخوشه محلی* تعیین نمائیم (حرکت سرنگونی بسوی خوشه دوشیزه برابر با ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه و بسوی ابرخوشه شجاع و قنطورس برابر با ۵۵۰ کیلومتر در ثانیه می باشد). در اینجا دیگر شگفتی وجود نخواهد داشت. مقدار جرم نامرئی در مقیاس ابرخوشه و خوشه یکسان خواهد بود.

آیا در جستجوی جرم نامرئی باید در همین جا متوقف شد؟ آیا ابرخوشه محلی به اندازه کافی بزرگ بوده تا تمامی مناظر و نمایشهای کیهانی را به ما نشان دهد یعنی همه جرم ها را؟ آیا در مقیاس بالاتر از ابرخوشه های محلی نیز، حرکات انبساطی کیهان را بصورت خالص مشاهده خواهیم نمود؟ تا چندی پیش، پاسخ سئوالات فوق همگی مثبت بنظر می رسیدند ولی اخیرا" ابرهای سیاهی در افق نمایان شده اند. بنظر می رسد ابرخوشه محلی و ابرخوشه شجاع و قنطورس بجای اینکه انبساط کیهان را دنبال نمایند در جهت صورت فلکی "صلیب جنوبی"[۲۴۲] با سرعتی معادل با صدها کیلومتر در ثانیه تغییر جهت داده اند. احتمالا" آنها بوسیله نیروی گرانش بسوی اجتماع عظیم ماده در مکانی که هنوز طبیعت آن ناشناخته

[242] -Croix du Sud

مانده، جذب می گردند. تا کسب اطلاعات دقیق تر، این جرم عظیم ناشناخته "جاذب بزرگ*" [۲۴۳] نامیده شده است (شکل ۲۷). جرم آن ۳ برابر بیشتر از جرم ابر خوشه محلی بوده و دارای صدها کهکشان می باشد. اخترشناسان با پژوهشهای فراوان سعی دارند وجود آنرا به اثبات رسانند. اگر آنها موفق شوند، جرم کیهان و چگالی آن بیش از آنچه تاکنون محاسبه شده، باید در نظر گرفته شود. این معما تاکنون حل نشده است ....

ستارگان و سیارات عقیم

جستجو برای جرم نامرئی باید در اینجا متوقف شود، شاید بصورت موقت. ولی این جرم وجودش را از طریق نیروی گرانش در کلیه مقیاس های مشاهده شده خود را نشان می دهد. این جرم در همه جا حاضر است. نزدیک یا دور، در کلیه اجرام سماوی نفوذش حکمفرماست. جرم نامرئی ۹۰٪ از جرم کیهان را تشکیل می دهد. بعد از کلیه کوششهای انجام شده، اخترشناس بمانند خواننده این کتاب، احساس می نماید باید شناختش را در مورد جرم نامرئی بیش از پیش افزایش دهد. طبیعت جرم نامرئی چیست؟ از چه چیزی تشکیل شده است؟ با وجود اثبات وجود این جرم ولی جهت پاسخ به سئوالات فوق هنوز راهی طولانی در پیش داریم.

باید سریعا" اعتراف نمود طبیعت جرم نامرئی کاملا" برایمان ناشناخته است. راز آن کاملا" در لفافه قرار دارد. بعد از ۵۰ سال پژوهش، یعنی از زمانیکه وجودش کشف شد، هنوز شناخت ما در مورد آن پیشرفت چندانی نکرده است. نتیجه گیری برخی از مشاهدات مشخص نموده که این جرم چه چیزی می تواند نباشد ولی این مسئله نیز خود با فرضیه های فراوانی همراه است. اخترشناس، محروم از فوتونها حامل اطلاعات، عملا" به تاریکی محض وارد شده و فرضیه های غیرمستقیم و نتیجتا" متزلزل را برای نفوذ در راز طبیعت جرم نامرئی عنوان می نماید.

کاندیداهای مختلف و متعدد برای کسب نقش جرم نامرئی را یک به یک از نظر می گذرانیم. در ابتدا، به ستارگان عقیم برمی خوریم، ستارگانی که جرمشان از یک صدم جرم خورشید کمتر و دمای مرکزشان آنچنان بالا نیست تا واکنش های گرما هسته ای را ایجاد نمایند زیرا ابعادشان نسبت به ستارگان دیگر کوچکتر است و بدلیل رنگ کدر آنها که ناشی از عدم درخشندگی شان می باشد این ستارگان عموما" به "کوتوله های قهوه ای*"[۲۴۴] معروفند. مشتری، ملکه سیارات در منظومه شمسی با جرمی معادل یک هزارم جرم خورشید، خود، یک ستاره عقیم می باشد. مشتری قادر به درخشیدن نیست. پرتوافکنی

---

243 - Grand Attracteur
244- Naine Brune

زیبای آن در شبهای صاف و زیبا، در واقع، پرتو انعکاسی خورشید است. بعد از ستارگان نوبت سیاره های عقیم یا سیارک* ها می رسد. قطعه سنگهایی نامنظم که ابعادشان از چند کیلومتر تا چند صد کیلومتر بالغ می گردد. آنها آنچنان کم جرمند که نیروی گرانش قادر نبوده آنها را کروی شکل نماید. تا نظمی نوین، ستارگان و سیارات عقیم کاندیداهای احتمالی برای نقش جرم نامرئی می باشند. اخترشناسان دلائل قانع کننده ای برای حذف آنها نیافته است.

آیا خداوند بازیگر ذرات نامرئی است؟

برای ستارگان دنباله دار*، این گلوله های یخی کروی شکل که پرتوافکنی شان زمانی صورت می گیرد که به منظومه شمسی نفوذ می نمایند، نمی توان نتیجه گیری فوق را عنوان نمود. اگر آنها واقعا" ۹۰٪ جرم کیهان را تشکیل می دادند، می بایست بیش از پیش در منظومه شمسی ظاهر می گشتند. در مورد اجساد ستاره ای چه باید گفت؟ میدانیم ستارگان بعد از مرگ به کوتوله های سفید*، ستاره های نوترونی* و یا سیاهچاله ها* تغییر شکل می دهند. اگر این اجساد ستاره ای بصورت کامل و بدون پرتو بمیزان فراوان در کیهان وجود داشتند، می توانستیم آنها را کاندیدهای جدی بریا جرم نامرئی در نظر گیریم. ولی همانطور که قبلا" مشاهده شد، ستارگان با مرگ خود، فلزات سنگینی را که در قلب خود ساخته بودند به بیرون پخش می نمایند. اگر ۹۰٪ از جرم کیهان از اجساد ستاره ای تشکیل شده بود، مقدار فلزات توزیع شده می بایست بسیار بیشتر از آنچیزی باشد که در ستارگان و کهکشانها مشاهده می شود. تنها چیزی که باقی می ماند، سیاهچاله های کوچک بدوی* می باشند که شاید در اولین لحظات آفرینش کیهان بوجود آمده اند. آنها هیچ خویشی و نسبتی با ستارگان نداشته و بنابراین الزام داشتن فلزات سنگین شامل آنها نخواهد شد. ولی با گذشت ۱۵ میلیارد سال از آفرینششان، اکنون می بایست شاهد انفجار آنها باشیم، با شدت انفجاری برابر با انفجار میلیونها میلیارد کهکشان! باری، این انفجارات بطور مایوسانه ای غایبند. پس، در مورد ابرهای گازی اتمهای هیدروژن چه باید گفت؟ امواج رادیویی منتشر شده آنها در مقایسه با آن چیزی که در عمل مشاهده می شود بسیار بیشتر است. ابرهای گازی هیدروژن گرم یونیزه، آنها چطور؟ اتمهای هیدروژن در گاز گرم شده، شدیدا" با یکدیگر برخورد می نمایند. نیروی الکترومغناطیس به اندازه کافی قدرت ندارد تا بتواند پروتون و الکترون را در اتم هیدروژن حفظ نماید. پروتونها و الکترونها آزاد شده و بدینصورت گفته می شود گاز یونیزه شده است. در قلب خوشه های کهکشانی، گاز هیدروژنی با دمای میلیونها درجه وجود دارد که وجودش از طریق انتشار شدید اشعه ایکس که بوسیله رصدخانه های فضایی ردیابی شده اند ثابت گردید است. ولی جرم این گاز گرم فقط ۱۰٪ جرم خوشه می باشد.

تا اینجا، موارد ذکر شده هیچکدام قانع کننده نبودند. باید بسوی امکانات دیگری روی آورد. سوداگری در مورد طبیعت جرم نامرئی به لطف پیشرفت های جدید در قلمرو فیزیک ذره ای (نظریه های وحدت بزرگ که چهار نیروی طبیعت را در اولین لحظات پیدایش کیهان در یک نیرو خلاصه می نمایند) ابعاد تازه ای یافته است. همانطور که دیدیم، این نظریه ها، در ابتدای پیدایش کیهان، وجود ذرات فراوان که هر کدام دارای جرم و اسامی مختلف عجیب و شاعرانه هستند را پیش بینی می نماید نظیر : نوترینو، گراویتینو[۲۴۵]، فوتینو[۲۴۶]، آکزینو[۲۴۷] و .... کلیه این ذرات که به کلمه "نو" ختم می شوند، همگی به کاسمینو[۲۴۸] (Cosmino) معروفند. بجز نوترینو، بقیه این ذرات فقط در تصورات فیزیکدانان نقش بسته است. محاسبه نوترینو، خود مشکل دیگری را ایجاد نموده است. آمریکائیها، روسها، آلمانی ها و فرانسوی ها شب و روز مشغول پژوهشند تا جرم نوترینو را بدست آورند ولی تاکنون هیچ نتیجه مثبتی را حاصل نشده است. تا انتظار این نتیجه مثبت، باید اشاره نمود اگر نوترینو فقط جرمی برابر با یک میلیونیم جرم الکترون داشته باشد، بدلیل کثرت عظیم آنها در کیهان، از نظر جرم در کیهان حکمفرمایی خواهد نمود. اگر جرمش فقط یک صد هزارم جرم الکترون باشد، می تواند حتی انبساط کیهان را متوقف سازد. ولی همانطور که قبلا" دیدیم، کیهانی مملو از نوترینوهای جسیم نمی تواند فرش زیبای کهکشانها را ایجاد نماید. ماده غیرقابل رویت سرد نظیر فوتینوها، هیگزینوها[۲۴۹] و غیره می توانند بهتر این امر را امکان پذیر سازند ولی ابتدا باید صحت وجودشان ثابت گردد. اینشتاین می گفت "خدا طاس باز نیست". آیا او بازیگر ذرات نامرئی (کاسمینوها) می باشد؟ طبیعت شگفتی های فراوانی را برایمان به ارمغان آورده است و مشکل جرم نامرئی، روزی همه ما را دچار حیرت خواهد نمود. در هر حال، امروزه ثابت شده ۹۰ تا ۹۸٪ از جرم کیهان را جرم نامرئی تشکیل می دهد.

سراب های کیهانی

بدینصورت، راز جرم نامرئی همچنان پابرجا باقی خواهد ماند. با اینحال، نور ضعیفی از امید در افق نمایان می گردد: از چندین سال پیش، اخترشناسان پدیده جدیدی را کشف نموده اند که امید است بوسیله آن بتوانند سئوالات مربوط به مقدار کل ماده (مرئی و نامرئی) در کیهان و توزیع سماوی آنرا پاسخگو باشند. این پدیده سرابهای گرانشی است. زمانیکه دو جرم سماوی در دو فاصله مختلف از زمین با خود زمین در یک خط قرار می گیرند، باعث

---

245 -Gravitino
246 -Photino
۲۴۷ - Axino
248 -Cosmino
249 -Higgsino

ایجاد سرابهای گرانشی می گردند. نور جرم سماوی دورتر (برای مثال، یک شبه ستاره) برای رسیدن بما، باید از حوزه گرانشی جرم سماوی نزدیک تر عبور نماید و بدینصورت، نورش تغییر جهت می یابد (شکل ۲۵، تغییر جهت نور بوسیله خورشید را نشان می دهد). این تغییر جهت نور موجب تغییر شکل و یا تعدد شکل شبه ستاره می گردد. در سال ۱۹۳۶، اینشتاین با استفاده از نظریه نسبیت عام* خود نشان داده بود که اگر دو ستاره با زمین در یک خط مستقیم قرار گیرند، ستاره دورتر علاوه بر تصویرمعمولی خود که بصورت نقطه ای نورانی است، تصویر دیگری بشکل حلقه ای نورانی بدور تصویر اولی ایجاد خواهد نمود (شکل a ٥٤).

در واقع، تصویر دوم، یک سراب کیهانی است. یک خطای چشم زیرا عملا" وجود ندارد. این حالت بمانند سراب درکویر است که در آن مسافر خسته و تشنه با ناامیدی فراوان در می یابد که دشت سرسبزی که او امید استراحت در آن داشت در واقع، تصویر دشتی سرسبز در صدها کیلومتر دورتر است. سراب در کویر نیز نتیجه تغییر جهت نور دشت واقعی است. فقط در اینجا، تغییر جهت نور بوسیله حوزه گرانش انجام نمی گیرد بلکه آتمسفر گرم شده در بالای سطح کویر است که عامل این مسئله می باشد. ستاره نزدیکتر به زمین که حوزه گرانش آن نور ستاره دورتر را تغییر جهت میدهد به "عدسی گرانشی" معروف است. همانند عدسی عینک که با انحنا دادن به نور موجب تصحیح نزدیک بینی می شود، عدسی گرانشی با خمیدگی نور ستارگان سرابهای گرانشی ایجاد می نماید.

اینشتاین تصور می کرد امکان قرار گرفتن دو ستاره با زمین در یک خط مستقیم بسیار ناچیز بوده و پدیده گرانشی فقط بصورت فرضیه باقی خواهد ماند. اخترشناس سوئیسی، فریتز زویکی (همان کسی که جرم نامرئی را کشف کرد) یک سال بعد، در سال ۱۹۳۷، اندیشه اینشتاین را دنبال نمود ولی بجای ستارگان، او کهکشانها و خوشه های کهکشانی را برای عدسی گرانشی پیشنهاد کرد.

مباحث مطرح شده در مورد عدسی گرانشی بمدت ٤٢ سال به فراموشی سپرده شد، زیرا هرگز کسی عدسی گرانشی را در آسمان مشاهده نکرده بود. در سال ۱۹۷۹، زمانیکه یک جفت شبه ستاره کشف گردید، عدسی گرانشی مجددا" مطرح شد. دو شبه ستاره در آسمان بسیار نزدیک بیکدیگر بوده و ویژگی هایی بسیار یکسان داشتند: انتقال بسوی قرمز نورشان یکسان بود، یک رنگ بودند و غیره. این شباهت فراوان اخترشناسان را به شک فرو برد. این شباهت نمی توانست تصادفی باشد و اگر یکی از این شبه ستاره ها سراب گرانشی ستاره دیگر می بود چطور؟ مسلما" پدیده گرانشی می توانست شباهت بیش از اندازه این دو شبه ستاره را توجیه نماید ولی برای ایجاد سراب، احتیاج به عدسی گرانشی است. با تحقیق فراوان در اطراف شبه ستاره ها، سرانجام وجود یک کهکشان کشف گردید. این کهکشان در مقابل یکی از شبه ستاره ها قرار داشت. دیگر هیچ شکی باقی نماند و اولین سراب کیهانی کشف شده بود. در واقع، تنها یک شبه ستاره وجود داشت. کهکشانی که با

شبه ستاره و زمین در یک مسیر قرار داشت در فاصله ای یکسان بین زمین و شبه ستاره قرار گرفته و همان عدسی گرانشی بود که سراب شبه ستاره دومی را بوجود آورده بود. بعد از این کشف، سراب های کیهانی دیگری نیز کشف شدند. حتی حلقه های نورانی (یا اجزاء حلقه) که وجودشان بوسیله اینشتاین پیش بینی شده بود نیز در جهت یک خوشه کهکشانی دیده شد (شکل b٥٤). در وجود پدیده سراب گرانشی دیگر هیچ شکی باقی نماند.

چه رابطه ای بین سراب های کیهانی و جرم نامرئی می تواند وجود داشته باشد؟ سراب کیهانی نتیجه برخورد نور یک جرم سماوی (ستاره، شبه ستاره، کهکشان یا خوشه کهکشانی) به حوزه جاذبه یک عدسی گرانشی است. سراب کیهانی به جرم کل ماده (مرئی و نامرئی) و توزیع فضایی آن در عدسی گرانشی وابسته است. از سوی دیگر، مسیر نور نیز همچنین تحت تاثیر حوزه جاذبه کلیه ماده میان کهکشانی (مرئی و نامرئی) موجود بین ستاره و عدسی و بین عدسی و زمین قرار خواهد گرفت. بنابراین، سرابهای کیهانی می توانند در مورد جرم نامرئی در عدسی گرانشی و همچنین جرم نامرئی در فضای میان کهکشانی بما کمک نمایند.

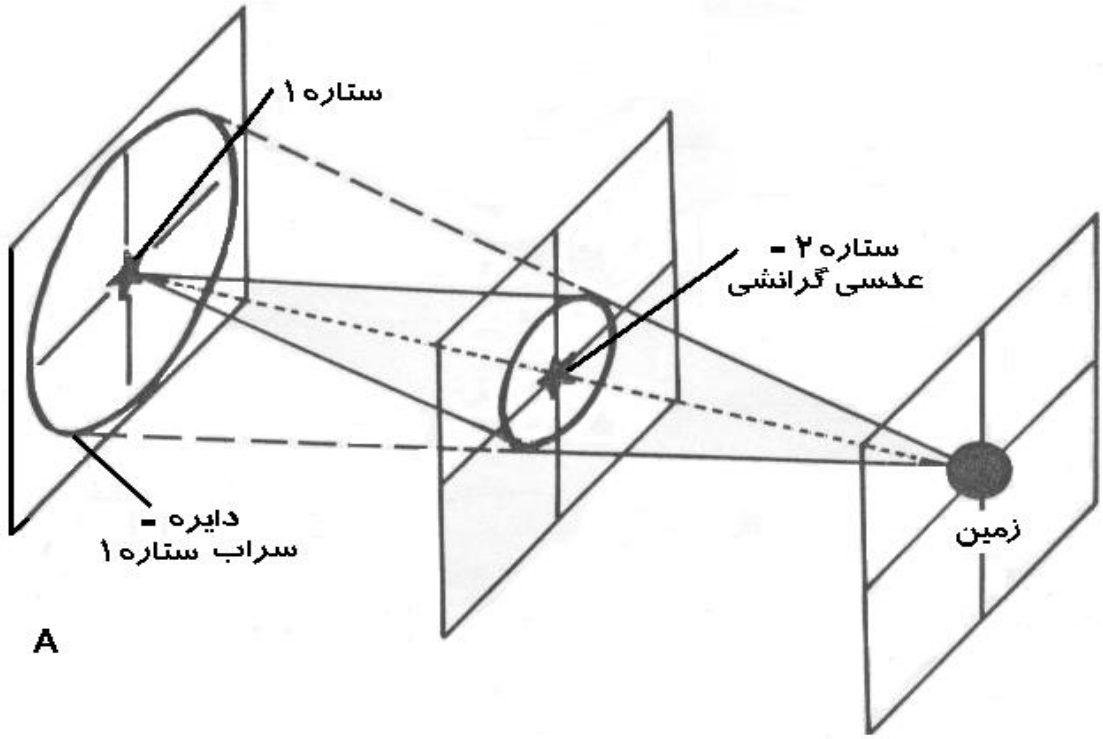
اکنون که مشغول نوشتن این خطوط می باشم، سرابهای کیهانی هنوز نتوانسته اند برای جستجوی جرم نامرئی کمک شایانی برایمان باشند. در واقع، سرابهای کیهانی صحت آنچیزی که قبلا" می دانستیم را به اثبات رسانده اند یعنی وجود جرم نامرئی. برای مثال، وجود کمانهای نورانی در خوشه های کهکشانی شکل b٥٤، دلیل وجود جرم نامرئی بمیزان ۱۰ برابر بیشتر از جرم مرئی در قلب خوشه کهکشانی است. ما قبلا" از طریق مطالعه حرکات کهکشانها در خوشه ها به این نتیجه گیری رسیده بودیم. یکی از مهمترین دلائل عدم پیشرفت در این زمینه، مشکل کشف سرابهای کیهانی می باشد. در واقع، بعد از ۱۵ سال پژوهش، تنها در حدود ۱۰ سراب شناخته شده اند. کمیابی سراب های گرانشی نمایانگر این مسئله است که فضای میان کهکشانی نمی تواند مملو از سیاهچاله های جسیم باشد (با جرمی معادل یک میلیارد برابر جرم خورشید)، زیرا همین سیاهچاله ها می توانند عدسی های گرانشی بسیار ممتازی را ایجاد نمایند. در هر حال، باید امیدوار بود که کشف عدسی های گرانشی بیش از پیش افزایش یابد زیرا مطالعه آنها می تواند روزی پرده از راز جرم نامرئی کیهان بر دارد.

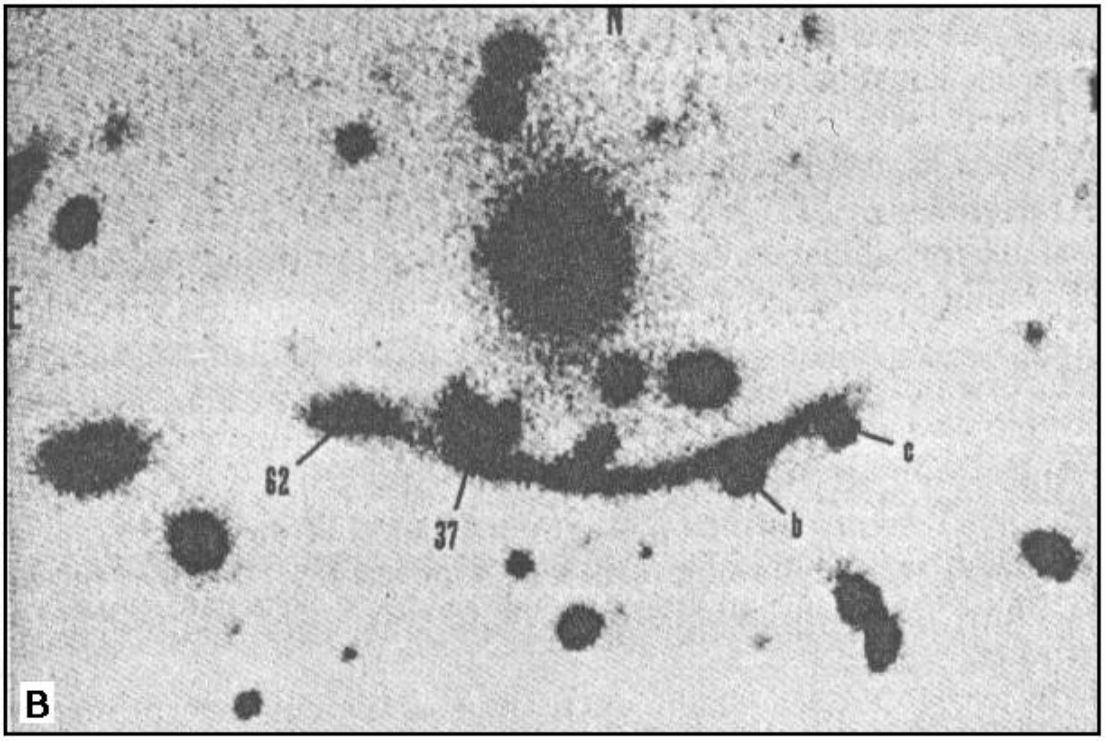
بموجب آخرین اطلاعات، کیهان "باز" خواهد بود

برگردیم به مشکل اساسی خودمان. اگر بخاطر داشته باشید، می خواستیم جهت شناخت سرنوشت آینده کیهان، چگالی ماده کیهان را بدست آوریم. برای این مسئله، هیچ احتیاجی

نیست از طبیعت ماده نامرئی مطلع باشیم. فقط کافی است بدانیم جرم نامرئی وجود دارد. ابتدا چگالی ماده نورانی ناشی از ستارگان و کهکشانها را محاسبه می نمائیم که تقریبا" یک پنجاهم چگالی بحرانی خواهد بود. به آن چگالی جرم نامرئی را می افزائیم. همانطور که دیدیم چگالی آن ۱۰ برابر بیشتر از چگالی جرم نورانی خواهد بود. چگالی کل ماده کیهان به یک پنجم چگالی بحرانی می رسد. برای تعیین چگالی ماده از کهکشانها استفاده نمودیم. می توانستیم از طریق دیگری نیز به این نتیجه گیری برسیم یعنی از راه دئوتریوم. حتما" بخاطر دارید که این عنصر در سه دقیقه اول آفرینش کیهان بوجود آمده بود. حیات و عمر دئوتریوم بطور کامل وابسته به چگالی ماده در کیهان است. فراوانی دئوتریوم در ستاره ها و کهکشانها گویای چگالی ماده معادل یک پنجم چگالی بحرانی است. اگر کیهان چگال تر (متراکم تر) می بود از طریق ترکیبات گرما هسته ای خود می توانست در لحظات اولیه آفرینشش، هرگونه اثری از دئوتریوم را نابود سازد.

دو شیوه کاملا" مستقل، هر دو به یک نتیجه ختم شده اند. چگالی متوسط ماده در کیهان فقط یک اتم هیدروژن در مترمکعب می باشد. برای توقف انبساط کیهان به سه برابر بیشتر ماده احتیاج خواهد بود. اگر کیهان دارای چگالی برابر با چگالی بحرانی باشد، حرکت انبساطی اش بعد از مدت زمانی برابر با بینهایت متوقف خواهد گردید. تا ظهور نظمی نوین در فیزیک، کیهان "باز" باقی خواهد ماند. ولی این پاسخ آنچنان قاطع و سریع هم نیست. حوادث و اتفاقات جدید می توانند این ادعا را زیر سئوال ببرند. در جریان سفر طولانی مان، برخی از غولهای عظیمی که تهدید آمیز در کمین نشسته اند را مشاهده نمودیم، همانند "جذب کننده بزرگ*". اگر وجود چنین غولهایی ثابت گردد، چگالی کیهان افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر، محاسبه جرم کیهان از طریق کهکشانها می تواند راهی اشتباه باشد. در واقع، ما فرض نمودیم کلیه جرم کیهان در کهکشانها و خوشه های کهکشانی خلاصه می شود. ولی ممکن است اشتباه کرده باشیم. اگر ترکیبی جسیم، نامرئی و توزیع شده بصورت هماهنگ در کیهان وجود داشته باشد که دنباله روی توزیع کهکشانها نباشد، چطور؟ بدینصورت، محاسبات ما که بر اساس کهکشانها وضع شده بود اشتباه از آب در خواهد آمد. در این حالت، در وضعیت کسی قرار خواهیم گرفت که کلید خانه اش را در شبی تاریک در خیابان گم کرده و سرسختانه آنرا زیر فانوس های خیابان جستجو می نماید زیرا فقط این مکانها روشن است. با اینحال، می توانید مدعی شوید راه حل دئوتریوم نیز نتیجه محاسبه کهکشانی را برایمان به ارمغان آورده است. ولی در اینجا نیز نقاط تاریک و مبهم وجود دارد. در واقع، دئوتریوم فقط قادر است اطلاعات لازم در زمینه ماده نامرئی مرکب از پروتونها و نوترونها (باریونیک ها*) را برایمان هویدا سازد و در برابر نوترینوها، فوتینوها، گراویتینوها و غیره ساکت باقی خواهد ماند. بطور خلاصه، در برابر ماده غیرباریونیکی عملا" حرفی برای گفتن ندارد. زیرا این ذرات در تولید و نابودی دئوتریوم هیچگونه دخالتی ندارند.





شکل ٥٤ : عدسی های گرانشی و جرم نامرئی. اینشتاین با استفاده از نظریه نسبیت عام در سال ۱۹۳۶ نشان داد که اگر دو ستاره با زمین در یک مسیر قرار گیرند، ستاره نزدیکتر به زمین (ستاره شماره ۲ در شکل a٥٤) بمانند عدسی گرانشی عمل کرده و موجب تغییر شکل ستاره دورتر (ستاره شماره ۱) می گردد: حوزه جاذبه

ستاره ۲ موجب تغییر جهت نور ستاره ۱ می گردد (همچنین به شکل ۲۵ مراجعه شود) و مشاهده گر زمینی بجای دیدن فقط یک نقطه نورانی در وضعیت حقیقی ستاره ۱، حلقه ای نورانی به مرکز وضعیت حقیقی ستاره را نیز مشاهده خواهد نمود (شکل a٥٤). این حلقه نورانی، در واقع، بمانند سرابی کیهانی است که واقعا" وجود نداشته و تصویر تغییر شکل یافته ستاره دیگر است. اینشتاین پدیده عدسی گرانشی را فرضیه تلقی می نمود و احتمال قرار گرفتن دو ستاره با زمین را در یک مسیر بسیار کم می دانست.

اینشتاین در این زمینه اشتباه می کرد. در سال ۱۹۸۷، بخشی از حلقه نورانی یک کمان عظیم در جهت یک خوشه کهکشانی با فاصله ٤ میلیارد سال نوری با زمین بنام آبل ۳۷۰ (Abel) کشف گردید (تصویر b٥٤). تشریح این کمان بمانند تصویر a٥٤ خواهد بود ولی با تغییراتی جزئی : خوشه کهکشانی آبل ۳۷۰ (بویژه بخش مرکزی آن، مکانی که چگالی اش بسیار فراوان است) بجای ستاره ۲، نقش عدسی گرانشی را ایفا می نماید و بجای ستاره ۱، یک کهکشان وجود دارد. تصویر کهکشان بوسیله بخش مرکزی خوشه تغییر شکل داده شده و بصورت کمانی نورانی نمایان گشته است. این تصویر بصورت حلقه کامل نیست زیرا کهکشان و قلب خوشه کاملا" در یک مسیر قرار نگرفته اند. این مسئله با استفاده از محاسبه فواصل از طریق انتقال بسوی قرمز نور کهکشانها در خوشه و کمان ثابت شده است. بدینصورت، مشخص گردید کمان در فاصله ای بسیار دورتر از خوشه قرار دارد یعنی دقیقا" در فاصله ای برابر با ۶ میلیارد سال نوری از ما.

در حال حاضر، سه کمان نورانی عظیم در جهت خوشه های کهکشانی شناخته شده اند. ویژگی های این کمانها (شکل، درازا، جهت و غیره) بما اجازه می دهند تا جرم کل مرئی و نامرئی بخش مرکزی خوشه ها که آنها را بوجود آورده اند را محاسبه نمائیم. در نتیجه، عدسی های گرانشی ابزارهای جدیدی برای اخترشناسان محسوب می شوند که بوسیله آنها قادرند جرم مرئی و نامرئی را تخمین بزنند.

باری، فیزیکدانان، در اولین لحظات پیدایش کیهان، وجود این ذرات عجیب و غریب را برای وحدت چهار نیروی حاکم در طبیعت، پیش بینی نموده اند. آنها همواره معتقدند اگر کیهان در ابتدا، مرحله انبساطی بی نهایت سریعی را گذرانده (دوران تورمی) فقط بخاطر این مسئله بوده که چگالی بحرانی داشته است.

در پایان این پژوهش طولانی در مورد سه پارامتر کیهانی، اکنون به جمع بندی می پردازیم. در سال ۱۹۸۸ (در زمانیکه این کتاب نوشته شد)، از کلیه وقایعی که شرح داده شد، چه درسی می توان گرفت؟ کیهانی با عمر ۱۵ میلیارد ساله، با چگالی معادل یک پنجم چگالی بحرانی و بنابراین، با انبساطی ابدی، می تواند با مشاهدات مناظر کیهانی مطابقت داشته باشد. سن کیهان با سن مسن ترین ستاره های خوشه های کروی مطابقت می نماید. چنین کیهانی می تواند به میزان مشاهده شده، هلیم و دئوتریوم تولید نماید.

ولی هنوز مشکلات فراوانند. سن کیهان که وابسته به پارامتر "هابل" است، دارای عدم قطعیتی برابر با ۲ می باشد. تعیین سن کیهان بر اساس داربست هایی از پارامترهای فواصل صورت گرفته که از تعادل بسیار متزلزلی برخوردارند. اوضاع برای پارامتر شتاب منفی* نیز در حال حاضر، ناامید کننده است. اثرات تکاملی کهکشانها آنچنان عظیم اند که هرگونه اثرات شتاب منفی را پنهان می نمایند. در مورد پارامتر چگالی* ماده نیز باید گفت امکان

دارد بخش مهمی از جرم کیهان (۵ برابر جرم شناخته شده کنونی یا بیشتر) هنوز مورد ردیابی قرار نگرفته باشد. اگر چه این جرم حداقل ۹۰٪ جرم کیهان را تشکیل می دهد ولی هنوز هیچگونه تصوری از آن نداریم.

تعیین قطعی پارامترهای کیهانی هنوز باید انجام پذیرد. بدون شک، در پنج قرن گذشته، پیشرفت فراوانی نموده ایم ولی هنوز راه طولانی در پیش است. مثل همیشه، در قلمرو علم، بتدریج که جواب برخی از سئوالات حاصل می گردد، سئوالات دیگری شاید پیچیده تر مطرح می گردند. بتدریج که جلو می رویم، مسیر طولانی تر و خط پایان دورتر بنظر خواهد رسید. پرتاب تلسکوپ فضایی (شکل ۱۲) می تواند حامل امیدهای قابل توجه ای برایمان باشد ولی با اینحال، تعیین سرنوشت کیهان عملا" مسئولیتی بسیار سخت باقی خواهد ماند.

خورشید خاموش می شود

تلاش مان برای پیش بینی آینده کیهان با موفقیت فراوانی همراه نبود. گمان بردیم انبساط کیهان ابدی باشد ولی از این موضوع مطمئن نیستیم. آرزوی ایفای نقش پیامبری در پیش گویی سرنوشت کیهان تحریکمان می کند. با توجه به اینکه فقط دو نوع حیات ممکن برای کیهان وجود خواهد داشت، در راستای تعیین سرنوشت هرکدام، چرا هر دو راه را دنبال نکنیم؟ بنظر می رسد در جستجوی گذشته کیهان با موفقیت گام برداشته ایم، چرا راهمان بسوی آینده را دنبال نکنیم؟ جهت زمانی برای معادلات هیچ مفهومی ندارد. بدون شک، می توانیم با تلسکوپ هایمان به گذشته برگردیم و سپس ملاحظه نمائیم که آیا آنها با معادلات ما تطبیق می نمایند یا خیر. برای آینده نمی توانیم چنین عملی را انجام دهیم. اگرچه نور حامل اطلاعات گذشته است ولی چیزی از آینده برایمان بازگو نمی نماید. بدون امکان پژوهش عملی، حداقل در مقیاس زمانی انسانها، پیش بینی در مورد آینده کیهان عملی بیهوده خواهد بود. ولی معمولا" دانشمندان، حذف راه حلی که در علم ارائه می گردد را ناشایست تلقی می نمایند. چه کسی از آنچیز شگفت انگیزی که در پایان راه منتظر ماست با اطلاع است؟

بنابراین، سفر بسوی آینده را پیش می گیریم. ولی قبل از انجام آن، باید قوائد این سفر مشخص گردد. پیش گویی های ما بر اساس قوانین فیزیکی کنونی مطرح خواهد شد. این قوانین همواره باید در طول سفر ثابت باقی بمانند. بدینصورت، گرانش نباید در آینده کاهش یابد. گذشت ۱۵ میلیارد سال نشان داده که قوانین فیزیکی غیرقابل تغییرند. سپس باید فرض شود کلیه امکانات فیزیک لازم را در اختیار داریم، فرضیه ای نامطمئن. در نیمه اول قرن بیستم، دو نیروی جدید (نیروی هسته ای قوی و ضعیف) ظاهر گشتند و همچنین مکانیک کوانتمی* و نظریه نسبیت* نیز پا به عرصه وجود گذاشتند. چرا باید تصور نمود که دیگر رویداد مهمی صورت نخواهد گرفت؟ ولی در هر حال، باید فعلا" با آن چیزی که وجود

دارد، ساخت. سرانجام، باید فرض نمود هوش و ذکاوت بشر که هدیه ای زهرآلود برای تکامل محیط زیست زمین به ارمغان آورده، هرگز نخواهد توانست جریان تکاملی کیهان را تغییر دهد.

ابتدا، مطالعه کیهان "باز" را شروع می کنیم زیرا مشاهدات کنونی، وجود چنین کیهانی را مطرح می سازد. کیهان در دهها میلیارد سال آینده، انبساطش را دنبال نموده، رقیق تر و سردتر می شود. اتفاق مهم در مقیاس کیهانی صورت نخواهد گرفت. کیهان به آرامی مسیر خود را دنبال می نماید. با اینحال، چند رویداد ناچیز در مقیاس کیهانی موجب اختلالاتی در زندگی روزمره کهکشان راه شیری می گردد. در سه میلیارد سال آینده، ابر بزرگ ماژلان یعنی کهکشان کوتوله اقماری راه شیری که اکنون با فاصله ۱۵۰.۰۰۰ سال نوری بدور راه شیری می گردد، بداخل کهکشان سقوط خواهد نمود. کهکشان کوتوله که حرکتش بوسیله گرانش راه شیری تقلیل یافته است، حرکتی مارپیچی بخود گرفته و مستقیم بسوی دهان بزرگ راه شیری کشیده می شود. نتیجتا"، درخشندگی کهکشان آدم خوار (راه شیری) بمیزان یک میلیارد برابر درخشندگی خورشید بیشتر خواهد شد. ۷۰۰ میلیون سال بعد (یعنی ۳/۷ میلیارد سال آینده)، کهکشان آندرومد، همسایه نزدیک راه شیری (در فاصله ۲/۳ میلیون سال نوری) که اکنون با سرعت ۹۰ کیلومتر در ثانیه بسوی راه شیری حرکت می نماید با سرعت تمام به کهکشان ما برخورد خواهد نمود. شوک ناشی از این برخورد، ویرانی فراوانی بجا نخواهد گذاشت، زیرا خلاء بسیار فراوانی بین ستارگان کهکشانها وجود دارد (بطور متوسط ۳ سال نوری). دو کهکشان در یکدیگر نفوذ کرده و صفحه گازی هیدروژن خود را از دست خواهند داد. خورشید خفیفا" مدار خود را تغییر می دهد و مدارات سیارات منظومه شمسی نیز کمی تغییر خواهند یافت. شاید در کره زمین خطرات ناشی از زمین لرزه بیشتر ایجاد شود. با حوادثی که متعاقبا" رخ خواهند داد، اوضاع جدی تر خواهد شد. تقریبا" در ٤/٥ میلیارد سال، خورشید کل ذخائر هیدروژن خود را سوزانده و شروع به استفاده از ذخیره هلیم خود می نماید. این منبع انرژی جدید موجب تورم لفافه خورشید گردیده و ابعاد آنرا تا میزان ۱۰۰ برابر اندازه فعلی افزایش خواهد داد و خورشید به غول قرمز* تبدیل خواهد شد. عطارد و ناهید در لفافه سوزان خورشید ناپدید می گردند. زمینی ها خورشید را بمانند قرصی قرمز رنگ که بخش بزرگی از آسمان آنها را تصرف نموده (تقریبا" یک پانزدهم آسمان) مشاهده خواهند نمود. غول قرمز، سیاره ما را گرم نموده و دمای آنرا به ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد خواهد رساند. آتمسفر از بین خواهد رفت. دریاها بخار خواهند شد، صخره ها ناپدید گشته و جنگلها خواهند سوخت. ادامه حیات دیگر غیرممکن خواهد بود. انسانهای این عصر، سوار بر سفینه های فضایی خود شده و به سوی کناره های منظومه شمسی، در جهانی دور از خورشید سوزان، بسوی نپتون و پلوتون کوچ خواهند نمود. ولی این گریز، راه حلی نسبتا" کوتاه خواهد بود. ۵۰ میلیون سال دیگر می گذرد، در این زمان، ذخیره هلیم نیز تمام

می شود. احتراق کربن تا آهن، مدت زمانی کوتاه تر خواهد داشت. خورشید خاموش خواهد شد و جسدی بنام کوتوله سفید از خود به جا خواهد گذاشت که خود نیز پس از سرد شدن به کوتوله سیاه تبدیل می گردد (به شکل ٤٤ مراجعه شود). زمان برای جستجوی منبع انرژی دیگر فرا می رسد، باید خورشید دیگری را جستجو نمود. شاید این شروع عصر استعمار بزرگ کهکشانها باشد، عصری که نویسندگان کتابهای علمی و تخیلی از آن داستانها می بافند.

شب طولانی

در بلندمدت، تمامی ستاره های کیهان خاموش خواهند شد، درخشندگی کهکشانها متوقف خواهد شد، آنها ذخائر گاز هیدروژن خود را به اتمام رسانده و دیگر قادر نخواهند بود ستارگان جدیدی را ایجاد نمایند. کیمیاگری شگفت انگیزی که تولد ستارگان را موجب شده بود متوقف می گردد. کیهان دیگر نخواهد درخشید. فضای کیهانی، مملو از اجساد ستاره ای خواهد شد. سیاهچاله ها*، ستارگان نوترونی* و کوتوله های سیاه* در میان سیارات، سیارک ها* و شهابسنگ های* آسمانی متعدد و بیشمار غوطه ور خواهند شد. شبی طولانی و بدون پایان بر کیهان چهره خواهد افکند (حداقل برای دیدگان ما انسانها، کیهان تاریک بنظر خواهد رسید ولی کیهان مملو از تابش برجا مانده خواهد شد، تابشی بیش از پیش سرد شده ناشی از انبساط. درخشندگی چنین کیهانی فقط به چشمان رادیویی حساس خواهد بود). در این دوران، سن کیهان ۱۰۰ برابر بیشتر است. فاصله متوسط بین کهکشانها از ۱ تا ۲۰ میلیون سال نوری افزایش یافته است. بطور کل، مدت زمان عصر ستارگان به ۱۰۰۰ میلیارد ($۱۰^{۱۲}$) سال بالغ شده است.

در پایان این دوره، ۱۰۰ میلیارد ستاره هر کهکشان مرده که بصورت اجساد در آمده اند، هنوز بوسیله نیروی گرانش بیکدیگر وابسته اند و در مدارهای سابق خود همواره در حرکتند. ولی گرانش که زمان بی نهایتی را در دسترس دارد سعی خواهد نمود نظم جدیدی به اوضاع دهد. با نظارت این نیرو، ستارگان قدیمی با یکدیگر ارتباط حاصل نموده و انرژی مبادله می نمایند. بعضی ها انرژی بدست آورده و برخی دیگر آنرا از دست می دهند (اصل بقاء انرژی). برنده ها، انرژی اضافی خود را تبدیل به سرعت می نمایند، حرکت آنها سریع تر شده و شعاع مدارشان را افزایش می دهند و به کناره های کهکشان هدایت می شوند. این ستارگان با جست و خیزهای خود از سلطه نیروی گرانش کهکشان مادر گریخته و در عظمت فضای میان کهکشانی ناپدید می شوند. بازنده ها، برعکس، از سرعتشان کاسته شده و بسوی مرکز کهکشان سقوط می نمایند. بدینصورت، مرکز کهکشان، خود، بصورت هسته ای بیش از پیش متراکم تغییر شکل خواهد داد.

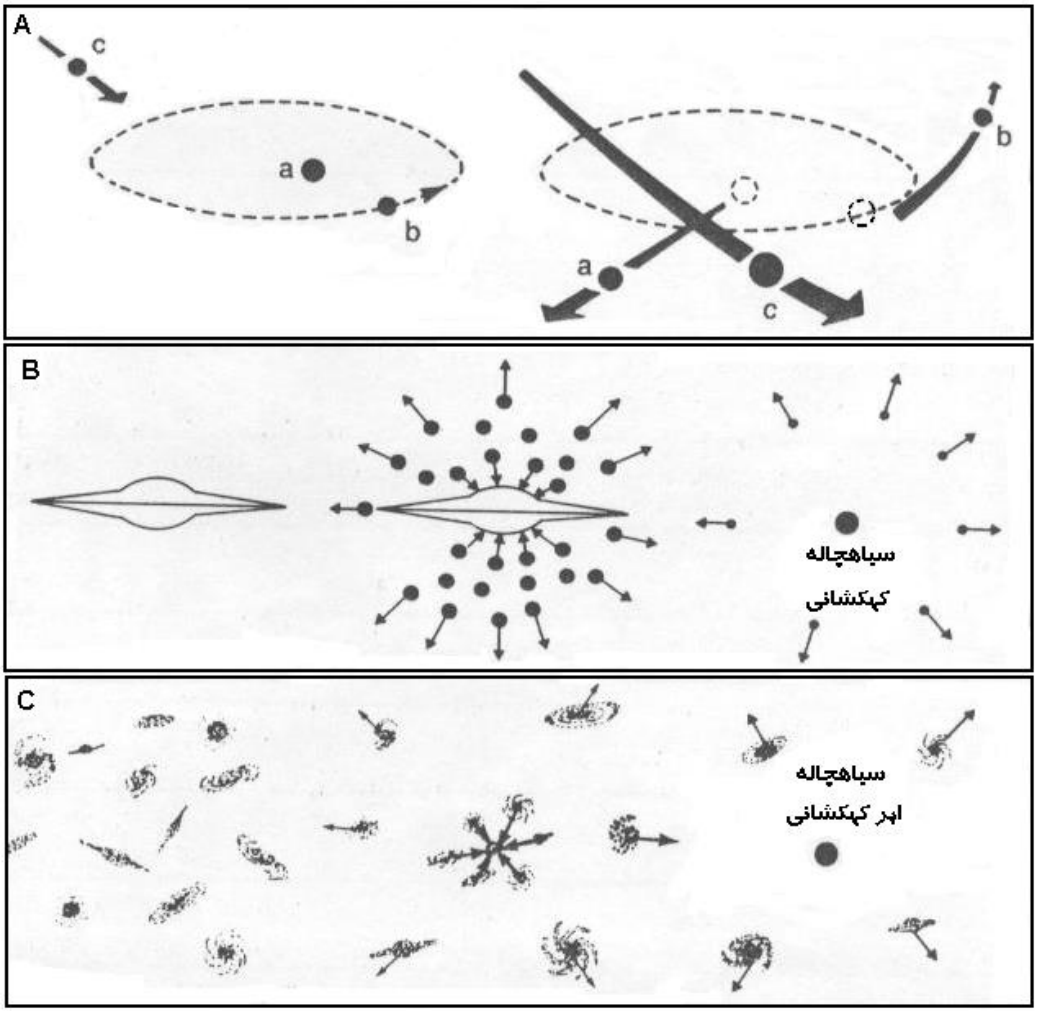
وقتی ساعت کیهانی یک میلیارد میلیارد (۱۰^۱۸) سال را اعلام می نماید، کهکشان بطور کلی بخار شده است. کهکشان ۹۹٪ از ستارگان مرده خود را از دست داده است. درصد جزئی از ستارگان که از انفجار گریخته اند (۱ میلیارد ستاره) اکنون در هسته کهکشان جمع شده اند. کهکشان با متراکم شدن و بالا رفتن چگالی اش، بیش از پیش جسیم شده و به مرز شعاع غیرقابل برگشت می رسد (این شعاع تقریبا" برابر خواهد بود با نصف فاصله خورشید تا پلوتون، دورترین سیاره منظومه شمسی) و کهکشان تبدیل به سیاهچاله می گردد. در هنگام تراکم هسته کهکشان، در راه بندان شدیدی که ایجاد شده، برخوردهای فراوان بین اجساد ستارگان موجب قطعه قطعه شدن آنها گشته که در فضای لایتناهی پخش می گردند. ماده ناشی از این برخوردها شروع به پرتوافکنی می نماید. آتش بازی شگفت انگیزی صورت خواهد گرفت که موجب درخشش شب تاریک کهکشان خواهد شد. تمامی اشعه های گوناگون الکترومغناطیس حاضرند: نور مرئی، اشعه گاما، موج رادیویی و غیره. این جشن بعد از تشکیل سیاهچاله نیز همچنان ادامه خواهد یافت. با توجه به اینکه سیاهچاله با بلعیدن ستارگان مرده و تکه تکه کردن آنها موجب درخشندگی ماده های آنها شده، لذا کهکشان درخشندگی خود را باز می یابد. این دوره درخشندگی و جشن، یک میلیارد سال بیشتر طول نخواهد کشید و مجددا" تاریکی و سرمای خشک کننده حکمفرما خواهند شد. کهکشانهای قدیمی به سیاهچاله های کهکشانی با جرمی معادل یک میلیارد جرم خورشید تبدیل خواهند شد.

سپس نوبت به خوشه های کهکشانی می رسد. بعد از ۱۰^۲۷ سال، آنها نیز به سیاهچاله تبدیل خواهند شد. همانند ستاره ها در حالت قبلی، هر یک از هزاران کهکشان خوشه از طریق نیروی گرانش انرژی با یکدیگر مبادله خواهند نمود. همانند ستارگان، ۹۹٪ از کهکشانهایی که انرژی کس نموده اند، خوشه را ترک کرده و به سیاهچاله های کهکشانی تبدیل می گردند، در حالیکه کهکشانهایی که انرژی از دست داده اند در قلب خوشه جمع آوری شده و سیاهچاله" ابر کهکشانی"[۲۵۰] را ایجاد خواهند نمود. این سیاهچاله از جرمی معادل ۱۰۰۰ میلیارد (۱۰^۱۲) جرم خورشید برخوردار بوده و شعاع غیرقابل برگشتش* ۳۰۰۰ میلیارد کیلومتر خواهد بود. (شکل ۵۵).

بدینصورت، زمانیکه ساعت کیهانی زنگ یک میلیارد میلیارد میلیارد (۱۰^۲۷) سال را بصدا در می آورد، یعنی زمانی که کهکشانها از یکدیگر بمیزان ۱ میلیارد میلیارد (۱۰۱۸) سال نوری فاصله گرفته اند، منظره زیبای کهکشانها و خوشه های کهکشانی ناپدید می گردد. در شب تاریک کیهان فقط سیاهچاله های کهکشانی و سیاهچاله های ابرکهکشانی غوطه ور خواهند بود. در میان این غولهای عظیم، اجرام سماوی مختلف و متعددی نظیر سیارک ها، شهابسنگ ها، سیارات، کوتوله های سیاه، ستارگان نوترونی و سیاهچاله های کوچک به جرم چندین

[250]-Hyper Galactique

برابر جرم خورشید که همگی جزو برندگان انتقال انرژی هستند و از کهکشانهای مادر خود جدا شده بودند، غوطه ور خواهند بود.



شکل ۵۵: تشکیل سیاهچاله های کهکشانی و ابرکهکشانی. ستارگان زمانی که از نزدیکی یکدیگر عبور می نمایند از طریق نیروی گرانش با یکدیگر انرژی مبادله می نمایند. در شکل ۵۵A، دو ستاره a و b در یک سیستم مزدوج از طریق نیروی گرانش بدور یکدیگر می چرخند. زمانیکه ستاره c به آنها نزدیک گشته و با آنها انرژی مبادله می نماید، دو ستاره a و b با کسب انرژی هرکدام بطرفی حرکت نموده و سیستم مداری شان از بین می رود.

در این بازی مبادله انرژی، ۹۰ الی ۹۹٪ از ستارگان کهکشان (آنهایی که کم جرم ترند) در ردیف برندگان خواهند بود. آنها به میزان کافی انرژی کسب نموده و کهکشان مادر را ترک می نمایند. در حالیکه کهکشان مادر بعد از $۱۰^{۱۸}$ سال بکلی تبخیر می گردد. ستارگان جسیم تر (۱ الی ۱۰٪ کل ستارگان) که بازی را باخته اند، بدلیل عدم دارا بودن انرژی لازم به سوی هسته مرکزی کهکشان سقوط می نمایند. نیروی گرانش آنها را بصورت سیاهچاله کهکشانی به جرم یک میلیارد برابر جرم خورشید تغییر شکل خواهد داد و بدینصورت،

کهکشان که زمانی از جرمی معادل ۱۰۰میلیارد جرم خورشید برخوردار بود، به سیاهچاله تبدیل می گردد (شکل ۵۵B).

همین پدیده تبخیر و تشکیل سیاهچاله برای خوشه های کهکشانی نیز رخ می دهد. در اینجا، بازیگران صحنه دیگر ستارگان نیستند بلکه کهکشانهایی، هرکدام با ۱۰۰ میلیارد ستاره می باشند که شروع به مبادله انرژی می نمایند. در پایان $۱۰^{۲۷}$ سال، حدود ۹۰ الی ۹۹٪ کهکشانها (کهکشانهای کم جرم) از خوشه کهکشانی مادر جدا شده و بقیه بسوی مرکز خوشه سقوط می نمایند. نیروی گرانش که مسئول فروپاشی کهکشانهای بازنده است، سیاهچاله ای ابر کهکشانی به جرم ۱۰۰۰ میلیارد تجرم خورشید ایجاد می نماید (شکل ۵۵C).

تبخیر سیاهچاله ها

سیاهچاله ها، فناناپذیر نیستند. همانطور که قبلا" شرح داده شد، مکانیک کوانتمی در مقابله با مکانیک کلاسیک، توانست فرضیه تبخیر سیاهچاله ها را مطرح سازد. در واقع، مکانیک کوانتمی مدعی است سیاهچاله با استفاده از انرژی حوزه گرانشی خود به کمک ذرات نامرئی، که درست در بالای شعاع غیرقابل برگشت در گردشند، آمده و آنها را بصورت ماده مرئی نمایان می سازد. این ماده ها با ورود به جهان واقعی، زمانیکه با ضد ماده برخورد می نمایند تبدیل به نور خواهند شد. استفاده انرژی بوسیله سیاهچاله موجب می گردد جرم سیاهچاله تقلیل یابد (بموجب نظریه اینشتاین، جرم و انرژی معادل یکدیگرند). سیاهچاله هرچه بیشتر لاغرتر میگردد (تقلیل جرم)، بیشتر گرم شده (دمای آن نسبتی عکس با جرمش دارد) و بیشتر می درخشد. این روند آنقدر ادامه خواهد یافت تا اینکه سیاهچاله کاملا" تبخیر و به نور تبدیل شود. مسلما" صحت ادعای مکانیک کوانتمی برای تبخیر سیاهچاله محتاج زمان است. هرچقدر سیاهچاله جسیم تر باشد زمان لازم جهت تبخیرش بیشتر خواهد بود (طول عمر سیاهچاله متناسب با مکعب جرمش می باشد). ولی مکانیک کوانتمی هیچ عجله ای ندارد زیرا زمانی معادل ابدیت را در اختیار دارد.

همانطور که دیدیم، مکانیک کوانتمی قادر نیست عمل تبخیر را، زمانیکه خود می خواهد، انجام دهد زیرا باید منتظر بماند تا کیهان به اندازه کافی سرد شود. در واقع، همانند آب جوشان که برای تبخیر محتاج هوای سرد اطرافش است (جهت گرما، از گرمی به سردی است و نه برعکس)، سیاهچاله نیز برای تبخیر احتیاج به این مسئله دارد که دمایش از تابش برجا مانده اطرافش بیشتر باشد. دمای سیاهچاله ای با جرمی معادل جرم خورشید، یک ده میلیونیم ($۱۰^{-۷}$) درجه، دمای سیاهچاله کهکشانی $۱۰^{-۱۶}$ درجه و دمای سیاهچاله ابرکهکشانی $۱۰^{-۱۹}$ درجه می باشد. در سال $۱۰^{۲۰}$، کیهان به میزان کافی سرد شده تا شرایط تبخیر سیاهچاله های با جرم خورشید را فراهم سازد. سیاهچاله های کهکشانی تبخیر کند خود بسوی مرگ را در سال $۱۰^{۳٤}$ آغاز می نمایند و سیاهچاله های ابرکهکشانی نیز باید تا سال $۱۰^{۳۹}$ صبر نمایند تا تبدیل به نور گردند. با گذشت زمان، مکانیک کوانتمی با صبوری خود ادعایش را ثابت می

نماید. سیاهچاله های خورشیدی همگی در سال $۱۰^{۶۵}$ تبدیل به نور می گردند. سال کیهانی $۱۰^{۹۲}$ فرا می رسد و کلیه سیاهچاله های کهکشانی ناپدید می گردند و سیاهچاله های ابرکهکشانی نیز همین سرنوشت را در سال $۱۰^{۱۰۰}$ تجربه خواهند نمود (به توضیح شماره ۳ مراجعه شود). در این زمان بی نهایت دور، کلیه اجرام سماوی باقی مانده عبارت خواهند بود از ستارگان نوترونی، کوتوله های سیاه، سیارات، سیارک ها، شهابسنگ ها و بقایای اجرام دیگری که در جنگ انرژی در کهکشان مادر برنده شده بودند. کلیه این اجرام در اقیانوسی از نور و دمایی بیش از پیش یخچالی قرار گرفته اند (دما در سال $۱۰^{۱۰۰}$ فقط معادل $۱۰^{-۶۰}$ درجه بالاتر از صفر قطعی خواهد بود).

الماس ها جاودانه و ابدی نمی باشند

در جوامع ما انسانها، الماس نماینده زندگی لوکس و همچنین مظهر دوام و بقا می باشد. الماس نه تنها زینت گر گردن زنان است بلکه همچنین سخت ترین، غیرقابل تجزیه ترین و ابدی ترین ماده معدنی طبیعی می باشد. این فنا ناپذیری الماس، در زندگی ۱۰۰ ساله ما انسانها، در تاریخ ۲ میلیون ساله بشر و یا حتی در ۱۵ میلیارد سال تاریخ کیهان، به اثبات رسیده است. ولی در مقیاس $۱۰^{۶۵}$ سال، این فنا ناپذیری صحت نخواهد داشت. در این زمان بسیار بسیار دور، دمای الماس آنقدر به صفر قطعی نزدیک خواهد شد که اتمهای آن در ساختاری بلوری و دائمی با قدرت نیروی الکترومغناطیس منجمد خواهند شد. این نتیجه گیری مکانیک کلاسیک است. ولی باز مکانیک کوانتمی ممنوعیت های مکانیک کلاسیک را درهم می شکند. مکانیک کوانتمی اتمهای الماس را از سخت بودنشان آزاد کرده و خطوط نیروی الکترومغناطیس را در هم می شکند. بنابراین، اتمها قادر خواهند بود گاه گاهی محل شان را ترک گفته، در الماس به گردش در آمده و مجددا" به سرجایشان برگردند. بدینصورت، الماس سخت مانند مایع شکل خود را به طرق مختلف تغییر می دهد. الماس که با دستان ماهر الماس تراش آنچنان ظریف تراشیده شده بود، تحت اثر نیروی گرانش به شکل معمولی کروی را بخود خواهدگرفت.

ولی مکانیک کوانتمی هنوز کار خود را به پایان نرسانده است و اکنون سعی خواهد نمود که حتی طبیعت اتمها در الماس را نیز تغییر دهد. طبیعت تنبل است و مایل به اتخاذ سیاست حداقل سعی و کوشش می باشد و دوست دارد فقط انرژی لازم را مصرف نماید و نه بیشتر. هر نظامی باید به سوی وضعیت حداقل انرژی تکامل یابد. در جهان اتمها، وضعیت حداقل انرژی در مورد فلزات صادق است. آهن طفل شیرین طبیعت است. طبیعت باثبات ترین ساختار اتمی را به آهن داده است (هسته آهن دارای ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون می باشد) و مایل است کلیه ماده های اتمی به آهن تبدیل گردند. مکانیک کوانتمی هسته های اتمی

سنگین تر از آهن را مجبور به تجزیه کرده و پروتونها و نوترونهای سطحی آنها را آزاد می سازد. هسته های اتمی سبک تر برای کسب پروتونها و نوترونهایی که از دست داده اند مجبور به ادغام با دیگران خواهند شد و همه چیز به آهن تبدیل می گردد. حتما" بخاطر دارید که همین واکنشهای هسته ای برای ادغام بودند که موجب درخشندگی ستاره می شدند. این پدیده در قلب ستارگان با دمایی معادل دهها میلیون درجه به میزان فراوان صورت می گیرد. در سرمای یخی کیهان آینده، واکنشها بسیار نادر خواهند بود. زمان طولانی، بسیار طولانی لازم است تا چنین اثراتی صورت پذیرد. مکانیک کوانتمی $۱۰^{۱۵۰۰}$ سال وقت صرف خواهد نمود تا کلیه ماده ها را به آهن تبدیل نماید (مالکین خوشبخت الماس ها می توانند آسوده بخوابند، زیرا این فردا نخواهد بود که با برخواستن از خواب در گاوصندوق هایشان بجای الماس، گلوله های آهنی را مشاهده نمایند). عصر جدید آهن آغاز می گردد. باستثنای ستارگان نوترونی همه چیز تبدیل به آهن می گردد. از کوچکترین ذرات غبار گرفته تا کوتوله های سیاه با جرم چند خورشید، از جمله سیارات و سیارک ها. واکنشهای هسته ای که به آهن ختم می گردند، آزادشدن انرژی را بدنبال خواهند داشت ولی قادر نخواهند بود تا از روند سردشدن کیهان به سوی صفر قطعی جلوگیری نمایند (دما به $۱۰^{-۱۰۰۰}$ درجه خواهد رسید).

از نظر طبقه بندی انرژی، گوی های فلزی در پائین ترین سطح قرار نگرفته اند بلکه در سطح پائین تر ستاره های نوترونی و پائین تر از آنها سیاهچاله ها قرار می گیرند. دوباره مکانیک کوانتمی دست بکار شده و هسته های آهن را به نوترون تبدیل می نماید. در هسته های آهن، پروتونها و الکترونها با یکدیگر ترکیب شده و موجب ظهور نوترونها و نوترینوها می گردند (در مکانیک کلاسیک، این امر غیرممکن است. تحت فرمان نیروی الکترومغناطیس، پروتونها و الکترونهای با بار مخالف از یکدیگر دور می شوند، در حالیکه تحت اوامر مکانیک کوانتمی، پروتونها و الکترونها با یکدیگر ترکیب می شوند). نوترینوها در فضا ناپدید می گردند در حالیکه گوی های فلزی به کره های نوترونی تغییر شکل خواهند داد. کیهان به عصر نوترونی می رسد. مکانیک کوانتمی با صبر فراوان کار خود را دنبال می نماید. اکنون سعی خواهد نمود تقریبا" کلیه ماده ها را به سیاهچاله تبدیل نماید. تحت قوانین مکانیک کوانتمی، نوترونهای اجرام نوترونی که در شبکه های بلوری بمانند سربازان با انضباط بصورت منظم در کنار یکدیگر قرار گرفته اند کمی از ردیف خود خارج شوند. برخی از نوترونهایی که نزدیک به سطح فوقانی هستند خارج شده و در فضا ناپدید می شوند و نوترونهای دیگر به سوی مرکز سقوط کرده و در آنجا انباشته شده و موجب فروپاشی کره نوترونی به سیاهچاله می گردند. تغییر شکل گوی های فلزی ابتدا به کره های نوترونی و سپس به سیاهچاله ها با آتش بازی بیشماری همراه خواهد بود که موجب آزاد شدن

نوترینوها، اشعه ایکس و همچنین نور قابل رویت خواهد شد که کیهان را برای مدت کوتاهی از تاریکی بیرون خواهد آورد.

کلیه پدیده هایی که شرح داده شد با کندی بسیار فراوان صورت می پذیرد. در پایان این عصر، کیهان سنی برابر با $۱۰^{۷۶}$ (ده به توان ده به توان ۷۶) خواهد داشت (سن دقیق کیهان به کوچکترین جرم ممکن که به سیاهچاله تبدیل میگردد وابسته است). چنین سنی غیرقابل تصور خواهد بود. جهت تشریح عدد فوق بعد از قرار دادن عدد یک، باید بمیزان تمامی اتمهای هیدروژن موجود در صدها میلیارد کهکشان کیهان قابل رویت، صفر قرار دهیم. کلیه کتابهای موجود در جهان از ابتدای بشریت تا کنون گنجایش چنین عددی را نخواهند داشت. حتی اگر من مقدار کاغذ لازم برای نوشتن چنین عددی را در اختیار داشتم هرگز سعی به نوشتن آن نمی کردم. با فرض اینکه در هر ثانیه یک صفر ثبت نمایم، زمان لازم برای نوشتن عدد فوق، $۱۰^{۶۸}$ سال خواهد بود. یعنی زمانی نوشتن این عدد پایان می یابد که تمامی کهکشانها و خوشه های کهکشانی تبدیل به سیاهچاله شده اند و سیاهچاله های با جرم خورشید شروع به تبخیر نموده اند.

در آینده ای بسیار دور (به نمودار شماره ۲ مراجعه شود)، سیاهچاله ها در زمانی نسبتا" کوتاه تبخیر خواهند شد. بدینصورت، تقریبا" حیات تمامی ماده های موجود در کیهان (از جمله الماس های عزیز ما) به نور ختم خواهد شد. کیهان بصورت اقیانوسی از نور (فوتونها) و از نوترینوها (همینطور ذرات بیش از پیش نادر دیگر نظیر پروتونها و الکترونها) ظاهر خواهد شد. دمای چنین کیهانی نیز بیش از پیش تقلیل می یابد. دمای کیهان همواره به صفر قطعی نزدیک می گردد ولی هرگز به آن نخواهد رسید. در اینجا و آنجا، در تاریکی و سرمای یخچالی ناشی از انبساط کیهان، هنوز مقداری ذرات غباری میکروسکپی (ذرات با جرم کمتر از ۲۰ میکروگرم که نتوانسته اند در سیاهچاله سقوط نمایند) سرگردانند. کیهان در دوران انبساطش بیش از پیش رقیق می گردد، در واقع، کیهان همواره خود را از نور و ماده خالی می نماید ولی فضای خالی هیچگاه کامل نخواهد بود. ذرات نامرئی از طریق بازپرداخت بدهی خود به بانک طبیعت ظاهر و سپس از نظر ناپدید می گردند. این روند بوسیله جریان کوانتمی ایجاد شده و این ذرات برای ابد فضا را از خود مملو خواهند ساخت.

آیا پروتون فناپذیر است؟

الماس ها ابدی نیستند، سرانجام آنها فروپاشی در سیاهچاله و تبخیر در نور است. ولی مدت این روند تقریبا" بینهایت خواهد بود. عددی که باید این زمان را تشریح نماید آنچنان طولانی است که اگر حتی تمامی زندگی خود را صرف نوشتن آن نمائیم، ثبت آن پایان نخواهد یافت. اگر پیش بینی نظریه های جدید وحدت نیروها در اولین لحظات پیدایش

کیهان صحت داشته باشد، مرگ الماس ها در مدت زمان کمتری بوقوع پیوسته و ثبت عدد معرف طول عمرش راحتتر خواهد بود. این پیش بینی منکر فناناپذیری پروتون است. پروتونی که تا اینجا همراه با سه ذره دیگر، فوتون، نوترینو و الکترون جزو چهار عنصر فناناپذیر طبیعت تلقی می گردید. کلیه ذرات دیگر، بعد از لحظاتی چند بوسیله نیروی الکترومغناطیس یا نیروی هسته ای ضعیف به ذرات سبک تر تجزیه می گردند. قبلا" مشاهده شد که نوترون در وضعیت آزاد بطور متوسط فقط ۱۵ دقیقه زنده می ماند.

جدول ۲ : آینده دور کیهان (باز)

زمان (به سال)	وقایع
$۱۰^{۱۲}$	ستارگان خاموش می شوند
$۱۰^{۱۸}$	کهکشانها به سیاهچاله های کهکشانی تبدیل می گردند
$۱۰^{۲۷}$	خوشه های کهکشانی به سیاهچاله های ابرکهکشانی تبدیل می گردند
$(۱۰^{۳۱} - ۱۰^{۳۶})$	پروتونها از بین می روند
$۱۰^{۱۰۰}$	سیاهچاله ها تبخیر می شوند
$۱۰^{۱۵۰۰}$	تمامی ماده (باستثنای ستارگان نوترونی) تبدیل به گوی آهنی می گردند
$۱۰۱۰^{۷۶}$	ستارگان نوترونی و گوی های فلزی بصورت سیاهچاله در آمده و سیاهچاله ها نیز به نور تبدیل می گردند

به موجب نظریه های وحدت بزرگ، اگرچه پروتون به ردیف فناناپذیرها وارد شده است ولی هنوز از طول عمر قابل ملاحظه ای برخوردار می باشد. مدت زمان لازم برای تجزیه پروتون ۱۰۳۲ سال یا بیشتر خواهد بود. ما هنوز هیچ پروتونی را در حال مرگ ندیده ایم. اگرچه بدن ما دارای ۳×۱۰^{۲۸} پروتون می باشد ولی باید حداقل ۳۰۰۰ سال صبر نمود یعنی ۳۰ برابر مدت عمر انسانی تا یک پروتون از بین برود. در مقابل این مدت زمان ناچیز عمر بشر، فیزیکدان عجول برای مشاهده مرگ پروتون مقادیر فراوان جرم ماده را در نظر می گیرد. در هر هزار تن ماده، تقریبا" ۵×۱۰^{۳۲} پروتون وجود دارد و بطور متوسط ۵ پروتون در سال باید تجزیه گردد. معمولا" آزمایشات در چندین کیلومتر در زیر زمین صورت می پذیرد تا بدینوسیله اشعه های کیهانی* پروتونها و الکترونها پخش شده در فضا ناشی از ابرنواخترها با ماده در تماس قرار نگیرند (تماس جرم ماده با اشعه ای کیهانی می تواند مرگ پروتون را بصورت مصنوعی ایجاد نماید). از یک معدن طلای قدیمی در داکوتای جنوبی در ایالات متحده آمریکا، از معدنی دیگر در بنگالور هندوستان و دو تونل در زیر قله مون بلان برای این منظور استفاده می شود. فیزیکدانان، در این معادن، به کمین مرگ پروتون نشسته و

جانشین جستجوکنندگان طلا شده اند. ولی تا به امروز حتی یک پروتون نیز در حال تجزیه مشاهده نشده است. آیا همانطور که قبلا" گمان برده می شد، پروتون فناناپذیر است؟ داستان دنباله دارد....

بهر حال، اگر پروتون فناپذیر باشد، سرنوشت کیهان"باز" بعد از تشکیل سیاهچاله های کهکشانی و ابرکهکشانی، انشعابی جداگانه خواهند یافت. ذرات و زباله های سماوی سرنوشتی متفاوت خواهند داشت. هرساله $۱۰^{۲۵}$ پروتون از $۱۰^{۵۷}$ پروتونهای کوتوله های سیاه و ستارگان نوترونی به پوزیتون (ضدماده الکترونها)، نوترینوها و فوتونها تجزیه می گردند. نوترینوها که همواره از هرگونه ترکیب سرباز می زنند، اجساد ستاره ای را ترک کرده و در فضای لایتناهی ناپدید می گردند. ذرات دیگر بوسیله ستارگان خفیفا" گرم شده، جذب خواهند شد. این دما برای کوتوله های سیاه کم جرم ۳ درجه کلوین (K) و برای ستارگان نوترونی ۱۰۰ درجه کلوین خواهد بود. در نتیجه، ظاهرا" ستارگان مرده حیاتی مجدد خواهند یافت. آنها تا سال $۱۰^{۳۰}$ خفیفا" پرتوافشانی خواهند نمود. زمانیکه سال $۱۰^{۳۳}$ فرا می رسد، کلیه پروتونهای آنها به اتمام رسیده و حیات ستارگان پایان می یابد. الماس های گرانبهای ما و تمامی اجرام دیگر کیهان نیز به همین صورت از بین خواهند رفت. کیهان بصورت اقیانوسی وسیع و رقیق از الکترونها، پوزیتون ها، نوترینوها و فوتونها در خواهد آمد. در اینجا و آنجا، جزایری نامرئی یعنی سیاهچاله های کهکشانی و ابرکهکشانی وجود خواهند داشت. آنها نیز تا سال $۱۰۰^{۱۰۰}$ تبخیر کامل خواهند شد.

چه بر سر الکترونها و ضد ماده آنها یعنی پوزیتونها خواهد آمد؟ اگر آنها با یکدیگر برخورد نمایند تبدیل به نور خواهند شد. در کیهانی باز که چگالی اش کمتر از چگالی بحرانی است، کیهان آنقدر رقیق خواهد بود که الکترونها و پوزیتونها شانس بسیار کمی برای برخورد با یکدیگر خواهند داشت. از میان $۱۰^{۴۲}$ زوج الکترون – پوزیتون، شاید فقط یک زوج بتواند تبدیل به نور گردند. الکترونها و ضد ماده آنها جداگانه بمدت بسیار طولانی زندگی ادامه خواهند داد.

در حالت کیهانی متراکم تر، بعنوان مثال، برابر با چگالی بحرانی، ذرات هنوز بمیزان فراوانی از یکدیگر فاصله خواهند داشت. فاصله متوسط ذرات ۱ میلیارد برابر بیشتر از فواصل مشاهده شده در کیهان کنونی خواهد بود. ولی با اینحال، نیروی الکترومغناطیس قدرت خود را نشان داده و از طریق ایجاد ارتباط بین زوج های الکترون– پوزیتون، اتم های عظیمی بنام پوزیتونیوم[۲۵۱] را ایجاد می نماید. در سالن باله پوزیتونیوم به ابعاد میلیارد ها میلیارد سال نوری، مکانیک کوانتمی بعد از $۱۰^{۱۲۰}$ سال به الکترونها اجازه خواهد داد تا با جست و خیزشان به رویارویی پوزیتون رفته و با برخورد با یکدیگر به نور تبدیل گردند.

---

[251] - **Positonium**

همانند حالت پروتون فناناپذیر،کیهان "باز" به اقیانوسی از اشعه نور، نوترینوها و الکترونها، همراه با پوزیتون ها ولی به مقدار کمتری پروتون و ذرات میکروسکپی، تبدیل خواهد شد. تنها تفاوت این است که روند مرگ پروتون فناناپذیر بسیار سریع تر از روند فروپاشی گوی آهنی در کره نوترونی و در سیاهچاله خواهد بود. اگر در هر ثانیه یک صفر درج نمائیم، زمان لازم برای نوشتن عدد $۱۰^{۱۲۰}$، دو دقیقه خواهد بود.

اخگر جهنمی

با توجه به فرضیه وجود غولهای عظیم و جسیمی نظیر "جذب کننده بزرگ"* و نظر به اینکه ذرات فراوان ایجاد شده در لحظات اولیه آفرینش کیهان و مطرح شده از طریق تفکرات فیزیکدانان قادر خواهند بود از طریق جرمشان کیهان را مملو از خود نمایند، لذا فرضیه کیهان "بسته" یعنی کیهانی که چگالی ماده اش بیشتر از چگالی بحرانی است نیز باید در نظر گرفته شود. در این حالت، انبساط کیهن متوقف شده و کیهان بر روی خود فرو خواهد پاشید. تاریکی محض یخچالی جای خودرا به نور و دمای شگفت انگیزی داده و آتش جهنمی جانشین سرمای محزون خواهد شد.
آینده کیهان "بسته" با آهنگی دیکته شده بوسیله چگالی ماده اش جریان خواهد یافت. چگالی ماده بدلیل قدرت گرانشی خود موجب توقف انبساط می گردد. هرچه چگالی و در نتیجه گرانش کمتر باشد توقف کامل انبساط دیرتر صورت خواهد گرفت. کیهانی با چگالی بحرانی، انبساطی ابدی خواهد داشت ولی آهنگ انبساط بیش از پیش تقلیل خواهد یافت و سرنوشت آن بمانند سرنوشت کیهان "باز" خواهد بود.
کیهانی با دو برابر چگالی بحرانی (یعنی با دارا بودن ۶ اتم هیدروژن در مترمکعب)، انبساطش در پایان ٤٠ میلیارد سال متوقف خواهد شد (در این دوران، سن کیهان به ۵۰ میلیارد سال خواهد رسید).
کیهانی با چگالی ماده بیشتر از چگالی بحرانی را در نظر می گیریم و سرنوشت آنرا دنبال می نمائیم. در ابتدا، وقایع کیهان بسته بمانند حوادث صورت گرفته در کیهان باز خواهد بود. در سه میلیارد سال آینده، ابر بزرگ ماژلان بوسیله کهکشان راه شیری بلعیده خواهد شد. سپس در ۳/۷ میلیارد سال، برخورد کهکشان آندرومد با راه شیری صورت خواهد گرفت. در ٤/۵ میلیارد سال، خورشید به غول قرمز تبدیل می گردد و دمای عظیم ناشی از آن حیات در زمین را از بین برده و سپس موجب مرگ خورشید می شود که ابتدا به کوتوله سفید و سپس بعد از ده میلیارد سال به کوتوله سیاه تغییر شکل می دهد. کیهان به انبساطش ادامه می دهد ولی از شتاب انبساط بیش از پیش کاسته می شود. کهکشانها هنوز زمان لازم برای

ایجاد چند نسل از ستارگان را دارا خواهند بود و گورستان ستاره ای مملو از اجساد ستارگان دیگر خواهد شد.

سال پنجاهم میلیاردی فرا می رسد. ابعاد کیهان سه برابر افزایش یافته است. فاصله کهکشانها بطور متوسط به ۳ میلیون سال نوری (به جای ۱ میلیون) افزایش می یابد. دمای تابش برجا مانده با عاملی معادل ۳ کاهش یافته و به ۱ درجه کلوین بالاتر از صفر قطعی خواهد رسید. نیروی گرانش سرانجام به نیروی ناشی از انفجار اولیه (Big Bang) غلبه خواهد نمود. منبعد، نیروی گرانش رهبری ارکستر را بعهده خواهد گرفت. کیهان تحت فشار وزن خود شروع به منقبض شدن می نماید. گریز کهکشانها متوقف می شود. کهکشانها برخلاف گذشته که از یکدیگر می گریختند، اکنون جهت حرکتشان را تغییر داده و بسوی یکدیگر سقوط می نمایند. نوادگان دور ما در این دوران، نور کهکشانهای نزدیک را بصورت انتقال بسوی آبی (اثر دپلر*) مشاهده خواهند نمود. نور کهکشانهای خیلی دور هنوز انتقال بسوی قرمز خواهد داشت. انتقال بسوی آبی نور این کهکشانها دهها میلیارد سال بعد صورت خواهد گرفت.

کیهان انقباضش را بمدت ۱۰۰ میلیارد سال ادامه خواهد داد بدون اینکه حوادث عجیب و غریبی در این مدت رخ دهد. کهکشانها نزدیک شدن بیکدیگر را ادامه می دهند. در کیهانی بیش از پیش کوچک، فشردگی تابش برجا مانده موجب می گردد که دمایش بتدریج افزایش یابد. زمانیکه ابعاد کیهان به یک پنجم ابعاد کنونی اش می رسد، خوشه های کهکشانی شروع به ادغام در یکدیگر نموده و هویت خود را از دست خواهند داد. شتاب روند حوادث افزایش می یابد. ۹۰۰ میلیون سال بعد، در کیهانی با ابعاد ۱۰۰ برابر کوچکتر از کیهان کنونی، نوبت به کهکشانها می رسد که هویتشان را از دست بدهند و در یکدیگر ادغام شوند. کیهان این دوران بمانند قلمرو عظیمی از ستارگان می باشد، ستارگانی که در تابش برجا مانده ۳۰۰ درجه K (۲۷ درجه سانتیگراد) غوطه ورند. فروپاشی کیهان موجب می گردد انرژی ستارگان بمیزان فراوانی تقلیل یابد و ستارگان با سرعت ۳۰۰۰ کیلومتر در ثانیه فضا را شکافته و بسوی یکدیگر کشیده می شوند.

انقباض ادامه می یابد. ۱۰۰ میلیون سال دیگر سپری می گردد و کیهان ۱۰۰۰ برابر از کیهان کنونی کوچکتر خواهد شد. دمای تابش برجا مانده به میزان ۳۰۰۰ درجه K افزایش یافته و به دمای سطح ستارگان نزدیک می شود. تاریکی و ظلمت ناپدید می گردند. نور آسمان همانند نور خورشید، کورکننده خواهد شد. ستارگان فضا را با چنان سرعتی طی می نمایند (۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) که بصورت قرص مسطحی ظاهر خواهند گشت. بعد از ۹۰۰.۰۰۰ سال دیگر، دما به ۱۰.۰۰۰ درجه K خواهد رسید. سطح ستارگان شروع به تبخیر شدن می نماید. مولکولها و سپس اتمهای آتمسفر ستاره ای که قادر به تحمل دمای فراوان نیستند شروع به تجزیه شدن نموده و با آزاد کردن هسته ها و الکترونهای خود، فضا را آز آنها مملو

خواهند ساخت. نور بیش از پیش جهت عبور از جنگل الکترونها دچار اشکال خواهد شد. کیهان همانند ۳۰۰.۰۰۰ سال اولیه آفرینش مجددا" کدر و مات می گردد. تکامل تشدید می گردد. دما همچنان افزایش می یابد. ستارگان بیش از پیش به هسته ها و الکترونها تبخیر می گردند. ۱۰۰.۰۰۰ سال بعد، دمای کیهان به ۱۰ میلیون درجه K خواهد رسید، درست بمانند دمای هسته خورشید. این دمای عظیم موجب ایجاد واکنش های هسته ای در ستارگان گردیده و از طریق انفجار موجب مرگ ستارگان می گردد. در هیاهوی عظیم انفجارات هسته ای، ستارگان تبدیل به هسته ها، الکترونها و فوتونها می گردند. هسته های آزاد شده، ناتوان به حیات در این تنور داغ، سریعا" به پروتونها و نوترونها تجزیه می گردند.

کیهان تقریبا" چهره طفولیت خود را باز می یابد یعنی اقیانوسی از نور و ذرات مانند گذشته ولی با این تفاوت که سیاهچاله های بیشمار و اجساد ستاره ای نیز در آن وجود خواهند داشت. سیاهچاله های حریص هرچیزی را که در دسترس آنها باشد، نور یا ذره، بسوی خود جذب نموده و آنرا می بلعند و بدینصورت همواره بزرگ و بزرگتر می گردند. رشد آنها سرعت می یابد. برخی از سیاهچاله ها در یکدیگر ادغام شده و بخش عظیمی از محتوی کیهان را می بلعند. حوادث سرعت می گیرند. در عرض هزار سال، دما از مرز ۱۰.۰۰۰ میلیارد درجه K فراتر خواهد رفت. فوتون ها از آنچنان انرژی برخوردارند که قادر خواهند بود زوج ذره – ضد ذره را ایجاد نمایند. ضد پروتونها و ضد الکترونها ایجاد می گردند. پروتونها، نوترونها و ضد ذرات آنها با یکدیگر برخورد نموده و کواراک و ضد کواراک ها را بوجود می آورند. پلاسمای کیهانی از کوارک ها، الکترونها، نوترونها و ضد ذرات آنها مملو خواهد شد. سه نیرو (الکترومغناطیس، هسته ای ضعیف و هسته ای قوی) با یکدیگر متحد شده و یک نیروی واحد را بوجود می آورند. نیروی گرانش هرگونه اتحاد با دیگران را رد کرده و جدا از دیگران باقی می ماند. درست بمانند این است که فیلم انفجار اولیه را برعکس نمایش دهیم البته به استثناء وجود سیاهچاله های بیشمار. انقباض کیهان ادامه یافته (تا میزان $۱۰^{-۲۸}$ سانتیمتر، یعنی ۱ میلیون میلیارد برابر کوچکتر از قطر یک اتم هیدروژن) و دمایش به $۱۰^{۳۲}$ درجه خواهد رسید. دیگر قادر نخواهیم بود انقباض کیهان را پیش از این دنبال نمائیم. مرگ نهائی کیهان[۲۵۲] ، همانند لحظات اولیه آفرینشش بصورت رازی بزرگ برایمان باقی خواهد ماند. دیوار پلانک*، یا مرز شناخت، در برابرمان قد علم خواهد نمود. علم فیزیک در اینجا متوقف شده و دیگر نخواهیم توانست جلوتر برویم (جدول ۳).

[252] - Big Crunch

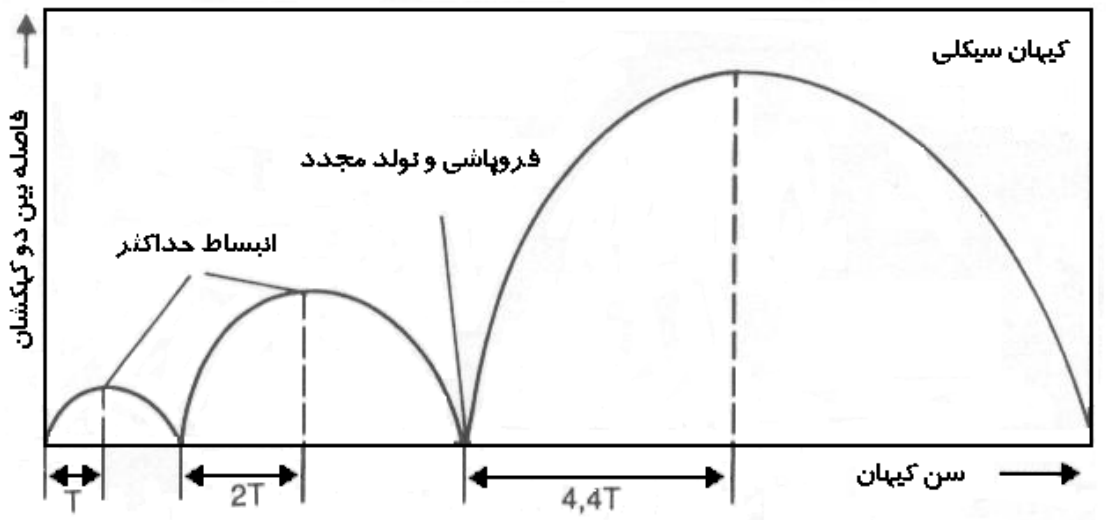
جدول ۳ : شمارش معکوس بسوی فروپاشی پایانی کیهانی بسته

زمان قبل از فروپاشی پایانی (به سال)	رویدادها
$-۱۰^{۹}$	ادغام خوشه های کهکشانی در یکدیگر
$-۱۰^{۸}$	ادغام کهکشانها در یکدیگر
$-۱۰^{۶}$	ستارگان مسطح شده همانند قرص، آسمان را با سرعتی نزدیک به سرعت نور می پیمایند
$-۱۰^{۵}$	لفافه ستارگان به ذرات بنیادی تبخیر می شود. نور قابلیت انتشار خود را از دست داده و کیهان کدر و مات می گردد
$-۱۰^{۳}$	ستارگان منفجر می گردند. سیاهچاله ها، این اجساد سماوی ستارگان، ماده اطراف خود را بلعیده و بسرعت رشد می نمایند
-۱	کیهان مملو از کوارکها، الکترونها، نوترونها و ضد ماده آنها می گردد

کیهان سیکلی

در پشت دیوار پلانک چه می گذرد؟ آیا کیهان در تراکم و دمایی بینهایت به کام مرگ فرو خواهد رفت؟ یا اینکه مکانیزمی ناشناخته فروپاشی پایانی اش را متوقف نموده و مجددا" آنرا بسوی یک انفجار بزرگ جدید هدایت می نماید؟ آیا کیهان خواهد توانست همانند سیمرغ (ققنوس) همواره تا ابد از خاکسترش تولدی دوباره یابد؟ آیا کیهان سیکل ابدی انبساطی و انقباضی را دنبال خواهد نمود؟ تا زمانیکه از عملکرد نیروی گرانش در کیهان بی نهایت کوچک بی اطلاع باشیم، پاسخ به سئوالات فوق غیرممکن خواهد بود. در هر حال، یک مسئله قطعی است. سیکل ها شاید متناوبا" ایجا گردند ولی هیچکدام شبیه بیکدیگر نخواهند بود. هر سیکل متناوب بعدی از انرژی بیشتری برخوردار خواهد بود زیرا افزایش دما در دوران انقباضی بر سرد شدن دوران انبساطی چیرگی خواهد یافت. این کسب انرژی موجب رقیق شدن بیش از پیش کیهان، قبل از اینکه فروپاشگی خود را آغاز نماید، می گردد. سیکل ها طولانی تر خواهند شد (شکل ۵۶). هر سیکلی با خود تعداد جدیدی از سیاهچاله ها را همراه داشته و همچنین بخشی از اغتشاش (یا آنتروپی*) را دارا خواهد بود. کیهان های بعدی بیش از پیش متغیر و بی نظم خواهند بود. همگنی شگفت انگیز کیهان، در ابتدای ظهورش، همانطور که از وضعیت تابش برجا مانده پیداست، نمایانگر این مسئله می باشد که اگر کیهان سیکلی می بود، شاید ما در یکی از اولین سیکل ها قرار گرفته ایم (این نتیجه

گیری بدون شک، روح کپرنیک را آزرده خواهد نمود زیرا در این حالت ما در لحظه ای ممتاز از تاریخ کیهان زندگی می نمائیم) یا اینکه کیهان در آنسوی دیوار پلانک توانسته اغتشاشات ناشی از سیاهچاله ها را بر طرف ساخته و نظم را جانشین بی نظمی نماید.



شکل ۵۶ : یک کیهان سیکلی. آیا کیهانی بسته (شکل ۵۱) که بر روی خود فرو می پاشد قادر است همانند سیمرغ مجددا" از خاکستر خود تولدی دوباره یافته و احتمالا" با قوانین جدید فیزیکی در سیکلی جدید قرار گیرد؟ هیچکس قادر نیست به چنین سئوالی پاسخ دهد، زیرا قوانین کنونی فیزیک در برابر چگالی و دمای عظیم قدرت خود را از دست داده و قادر به تشریح پدیده ها نخواهند بود. در هر حال، حتی اگر کیهان در سیکلی جدید قرار گیرد، سیکل ها بصورت متناوب تکرار خواهند شد ولی بیکدیگر شبیه نخواهند بود. در هر سیکل، کیهان انرژی بیشتری کسب نموده و نتیجتا" مدت زمان سیکل اش طولانی تر و ابعاد حداکثر کیهان نیز بیش از پیش افزایش خواهد یافت.

آخرین معما مربوط به پیکان زمان می باشد، قبلا" شرح داده شد جهت پیکان زمان کیهانی که با جهت پیکان زمان روانی و ترمودینامیکی یکی می باشد، به انبساط کیهان وابسته است. آیا این بدان معنی است که با کیهان در حال انقباض، جهت زمان کیهان عکس خواهد شد؟ ولی اگر جهت زمان روانی نیز بهمین صورت معکوس شود، آیا فرزندان ما نیز بنظرشان نخواهد رسید که کیهان در حال انبساط است؟ باز در اینجا، با پاسخی قطعی مواجه نخواهیم شد. در نظر اول، زمانیکه کیهان انقباضش را شروع می نماید، مسئله خاصی بوجود نخواهد آمد: نور کهکشانهای دوردست بصورت انتقال بسوی قرمز باقی مانده و فقط در چندین میلیارد سال بعد انتقال بسوی آبی صورت خواهد گرفت. لذا، چرا زمان باید جهتش را تغییر دهد؟

رام کردن سیاهچاله ها

آینده کیهان امیدوارکننده نمی باشد، کیهان با توجه به چگالی ماده اش، یا در آتش جهنمی منفجر می گردد و یا اینکه در اقیانوسی سرد و یخچالی و بی پایان فرو خواهد رفت. آیا حیات در آینده بسیار دور همچنان محفوظ باقی خواهد ماند؟ با فرض اینکه اولادان ما از جنگهای هسته ای بین خود جان سالم بدر برده و پیشرفت تکنولوژی ادامه یاد، امکان زیستن آنها در کیهان چگونه خواهد بود؟ فرضیه حیات اولادان ما فقط در کیهان باز باید در نظر گرفته شود. در واقع، در شرایط کیهانی بسته، هیچگونه شانسی برای حیات وجود نخواهد داشت: بعد از دهها میلیارد سال، آتش جهنمی این دوران، همگی نوادگان ما را از بین خواهد برد.

در شرایط کیهانی باز، موفقیت حیات وابسته به این مسئله خواهد بود که انسانها به منبع جدیدی از انرژی دست یابند. مرگ خورشید، مهاجرت کیهانی انسانها را جهت جستجوی ستاره انرژی زای دیگری اجتناب ناپذیر خواهد نمود. این ستاره نیز بعد از دهها میلیارد سال خاموش شده و جستجو برای ستاره ای دیگر شروع می شود و این کاوش همچنان ادامه خواهد یافت تا اینکه سال ۱۰۰۰ میلیارد ($۱۰^{۱۲}$) فرا می رسد، یعنی زمانیکه کلیه ستارگان خاموش شده و کهکشان ها از درخشیدن باز می ایستند یعنی پایان عصر انرژی گرما هسته ای ستارگان. تنها چیزهایی که باقی خواهند ماند عبارت خواهند بود از اجساد ستاره ای: کوتوله های سفید*، ستارگان نوترونی* و سیاهچاله ها*. برخلاف انتظار، این سیاهچاله ها خواهند بود که بعنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار خواهند گرفت. نوادگان ما در ابتدا سعی خواهند نمود از انرژی چرخشی این اختران اسرارآمیز استفاده نمایند. در واقع، سیاهچاله ها نیز بمانند تمامی ستارگان بدور خود می چرخند. خورشید هر ۲۶ روز یکبار بدور خود می چرخد. ستارگان فروپاشیده سریعتر می چرخند. ورزشکاری را که بر روی یخ پاتیناژ می کند را در نظر بگیرید. این فرد وقتی دستهای خود را در امتداد پاها قرار داده سریعتر بدور خود می چرخد. بهمین شکل، ستارگان فروپاشیده که بصورت مسطح درآمده اند نیز سریعتر خواهند چرخید. در این راستا، ستارگان نوترونی که سریعتر از همه هستند می توانند در هر ثانیه ۱۰۰۰ بار دور خود گردش نمایند. چرخش یکی از سه ویژگی اساسی هر سیاهچاله می باشد. دو کیفیت دیگر عبارتند از جرم سیاهچاله و بار الکتریکی آن. بار الکتریکی عموما" صفر است زیرا ستارگان نسلی یعنی ستارگانی که از انهدام ستارگان دیگر بوجود آمده اند از نظر الکتریکی خنثی می باشند. بقول فیزیکدان بریتانیایی "روجر پن روز"[۲۵۳]، بازماندگان ما جهت استخراج انرژی از سیاهچاله ها، باید از زباله های رادیوآکتیو این غولها تغذیه نمایند. اگر ذره ای رادیوآکتیو در حال سرنگونی به دهانه باز سیاهچاله، قبل از عبور از شعاع غیرقابل برگشت، به دو ذره دیگر تقسیم شود، یکی از ذرات جدید بوسیله سیاهچاله بلعیده می

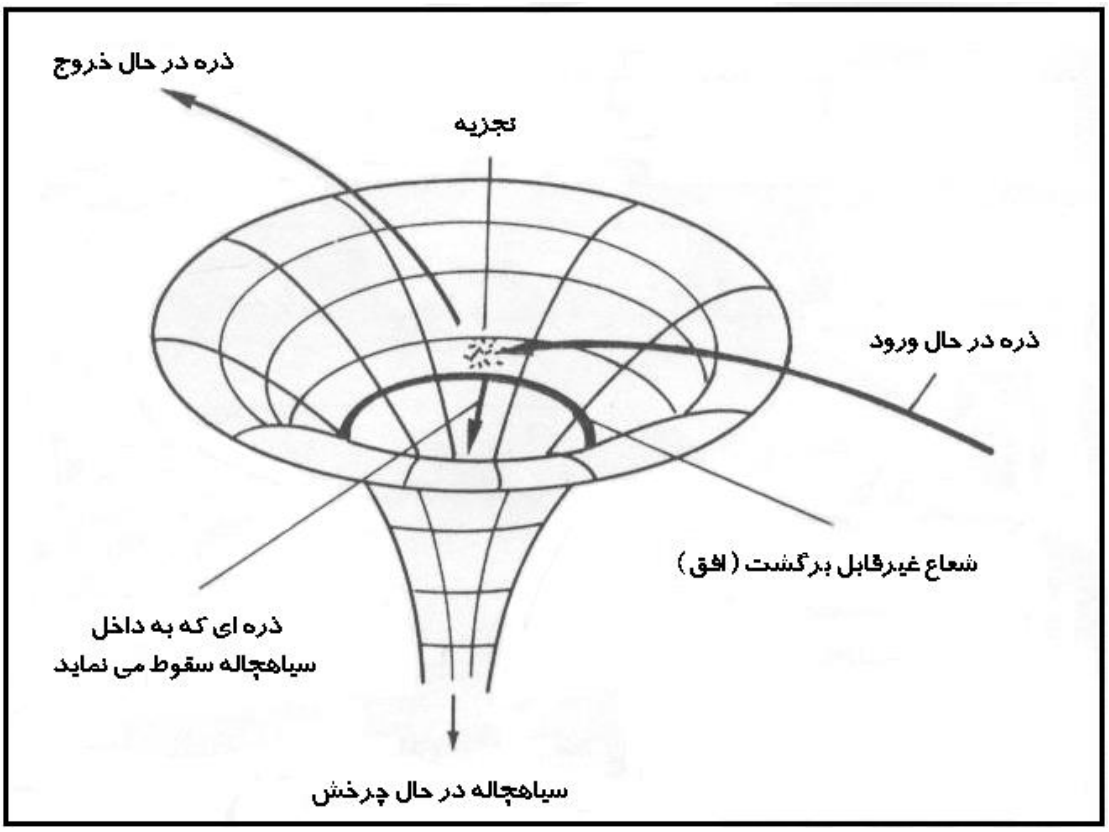
[253] - Roger Penrose

شود ولی دیگری در برخی شرایط قادر خواهد بود با انرژی بیشتر از ذره اولیه از سیاهچاله بگریزد و با خود انرژی گردشی سیاهچاله را همراه می برد که در اینصورت، از سرعت سیاهچاله کاسته خواهد شد. نوادگان ما باید از همین ذرات گریخته انرژی زا استفاده نمایند. بدینصورت، آنها می توانند با یک تیر دو نشان بزنند: از زباله های رادیو اکتیو خود راحت شوند و انرژی لازم برای حیات را کسب نمایند (شکل ۵۷). ولی آنها باید همواره مواظب باشند. دوره $۱۰^{۱۲}$ تا $۱۰^{۳۷}$، دوره ای است بسیار متلاطم: اجساد ستاره ای به تبادل انرژی با یکدیگر پرداخته و همانطور که قبلا" مشاهده شد، ۹۰٪ از آنها بصورت سیاهچاله به خارج ا زکهکشان پرتاب می گردند. نوادگان ما باید استفاده از سیاهچاله را کنار بگذارند زیرا این خطر وجود خواهد داشت که آنها نیز در فضای لایتناهی کیهانی پرتاب گردند و در آنجا برای همیشه از دیده ها ناپدید شوند. بدینصورت، آنها بسوی سیاهچاله دیگری رفته و استثمار سیاهچاله مجددا" شروع می شود. بعد از مهاجرت های طولانی از این سیاهچاله به سیاهچاله دیگر، سرانجام به مرکز کهکشان خواهند رسید و شروع به استفاده از سیاهچاله بزرگ کهکشانی با جرمی معادل ۱ میلیارد جرم خورشید می نمایند. همگی در اطراف این سیاهچاله بزرگ که شعاع غیرقابل برگشتش ۳ ساعت نوری (تقریبا" به اندازه منظومه شمسی) است، گردهم آمده و استفاده از سیاهچاله بزرگ جهت کسب انرژی شروع می شود. زمانیکه انرژی گردش سیاهچاله های بزرگ کهکشانی به اتمام می رسد، نوبت به سیاهچاله های ابرکهکشانی با جرمی معادل ۱۰۰۰ میلیارد ($۱۰^{۱۲}$) جرم خورشید می رسد که آنها نیز بتدریج انرژی چرخشی خود را از دست داده و سرانجام از حرکت باز خواهند ایستاد.

در چنین شرایطی، نوادگان ما به سوی اشعه ناشی از تبخیر سیاهچاله ها روی خواهند آورد. آنها با ساختن مخازن عظیم، درست در بالای شعاع غیرقابل برگشت، این انرژی گرانبها را ذخیره می نمایند. این انرژی بسیار کمتر از انرژی ناشی از چرخش سیاهچاله ها خواهد بود. نوادگان ما مجبور به صرفه جوییٔ شدید در انرژی خواهند بود و به "خواب مصنوعی زمستانی"[۲۵٤] بلندمدت متوسل می شوند تا انرژی کمتری مصرف نمایند. تبخیر سیاهچاله موجب تقلیل بیش از پیش جرم آنها خواهد شد. دمای سیاهچاله ها افزایش یافته و تقلیل جرم آن شدت می یابد تا سرانجام با انفجاری بزرگ هستی اش به پایان می رسد. جهت کندکردن روند مرگ سیاهچاله ها، انسانهای این عصر به شکار سیاره ها، سیارک ها و سنگ های آسمانی رفته تا بوسیله آنها بتوانند سیاهچاله ها را تغذیه نموده و روند تبخیر آنها را کند نمایند (مدت عمر سیاهچاله متناسب با عکس مکعب جرمش می باشد) (به توضیح شماره ۳ مراجعه شود).

---

[254] - Hibernation



شکل ۵۷ : استثمار سیاهچاله ها. جهت جذب انرژی سیاهچاله (شکل ۵۷)، باید به سوی آن ذرات رادیوآکتیو ارسال نمود. ذرات قبل از عبور از شعاع غیرقابل برگشت به دو ذره تجزیه می گردند. یکی از ذرات به داخل سیاهچاله سقوط می نماید و دیگری با انرژی بیشتر از ذره اولیه به سوی خارج می گریزد. بشر آینده از انرژی این ذرات در حال خروج احتیاجات خود را برطرف خواهند نمود. کسب انرژی در واقع، از انرژی گردش سیاهچاله حاصل شده و نتیجتا" کسب انرژی بوسیله بشر، موجب کندشدن سرعت گردش سیاهچاله خواهد شد.

همین مکانیزم زمانیکه سیاهچاله تبخیر می گردد نیز صورت می پذیرد ولی زوج ذرات بجای اینکه محصول تجزیه یک ذره رادیوآکتیو باشند، ناشی از کسب انرژی از حوزه جاذبه بسیار فراوان اطراف سیاهچاله خواهند بود. همانند حالت قبل، یکی از ذرات بداخل سیاهچاله سقوط می نماید و دیگری با گریز از سیاهچاله انرژی قرض کرده از سیاهچاله را با خود حمل می نماید و بدینصورت، تبخیر سیاهچاله به تدریج شروع می شود.

همانند انسانهای اولیه که با رام کردن و تغذیه حیوانات وحشی، از گوشتشان استفاده نموده و غذای خود را تامین می نمودند، بشر آینده نیز با تغذیه سیاهچاله ها، موجبات حیات خود را فراهم خواهند ساخت. بشر در آخرین کوشش خود جهت اجتناب از تبخیر سیاهچاله، حتی میتواند شرایط ادغام سیاهچاله ها را فراهم نماید. ولی این راه حل عمری نسبتا" کوتاه خواهد داشت. در پایان $۱۰۰^{۱۰۰}$ سال، کلیه سیاهچاله های کهکشانی و ابرکهکشانی به اشعه تبدیل خواهند شد.

اشکال دیگر حیات

در زمانی طولانی تر، شرایط هستی و حیات چه خواهد شد؟ آیا در کیهانی با انرژی محدود، حیات هنوز قادر به وجود خواهد بود؟ با بحران انرژی، حیات چگونه برخورد خواهد نمود؟ بدون شک، آن شناختی که از حیات داریم یعنی مجموعه ای از گوشت و خون، مولکولهای ارگانیکی و مارپیچ های حلزونی ADN ، قادر نخواهد بود در کیهانی یخچالی ادامه وجود نماید. سوخت و ساز چنین شکلی از حیات همواره محتاج انرژی است، مسئله ای که تامین آن، همانطور که دیدیم، همواره امکان پذیر نخواهد بود. فیزیکدان انگلیسی – آمریکایی، فریمن دایسون[۲۵۵] معتقد است اگر حیات بتواند شکل سوخت و سوزش را با محیط سرد اطرافش هماهنگ سازد، قادر به بقا خواهد بود. فرضیه خوش بینانه او از حیات بدینصورت مطرح می شود: بقای شعور و آگاهی به طبیعت ماده که تکیه گاه آنست بستگی ندارد، بلکه وابسته به پیچیدگی نظم و ترتیب این ماده می باشد. بدینصورت، برای تشکیل مغز، بهیچ وجه احتیاج به مارپیچ های حلزونی ADN نخواهد بود. ابری از ذرات غباری میکروسکپی (برای نمونه آنهایی که وزنشان کمتر از ۲۰ میکروگرم بوده و هرگز فرو نخواهند پاشید) یا اگر پروتون بی ثبات باشد، مشتی از الکترونها و پوزیتونها، با نظمی عالی و سازماندهی مطلوب میتواند مغز را بوجود آورد. این اشکال حیات، با تطبیق سوخت و سوزشان به سرمای بیش از پش یخچالی و شدید و با استفاده از خواب مصنوعی برای صرفه جویی در انرژی می تواند حیات ابدی را ایجاد نماید. بدون شک، با عنوان این مثال، بیشتر فیلمهای علمی و تخیلی در خاطرمان نقش می بندد ولی طبیعت را نباید دست کم گرفت. طبیعت فقط در عرض ۱۵ میلیارد سال، توانست از هیچ، کیهانی با ستارگان و کهکشانها و همچنین شعوری را ایجاد نماید که در مورد کیهان از خود سئوال نماید. اگر مدت زمانی معادل ابدیت در اختیار طبیعت باشد، چه کسی خواهد توانست توانمندی های طبیعت در آنچیزی را که خلق خواهد نمود پیش بینی نماید؟

[255]- Freeman Dyson

۷ – کیهانی اتفاقی یا کیهانی لازم و ضروری؟

شبح کپرنیک تحت سئوال

در قرن شانزدهم میلادی، کپرنیک بشر را از محل مرکزیش در منظومه شمسی دور ساخت. از آن زمان به بعد، شبح او همواره با ما همراه بوده و مسائل دیگری را مطرح ساخته است. زمین محل مرکزی خود را از دست داد، سپس خورشید نیز بصورت ستاره ای معمولی مانند ستارگان بیشمار دیگر در گوشه ای از راه شیری جای داده شد. راه شیری نیز خود، در میان میلیاردها کهکشان کیهان ناپدید گردید. در برابر عظمت فضا، بشر بی معنا و ناچیز تلقی گردید. ظهور شعور و خرد، اتفاق و رویدادی ساده از میان حوادث بیشمار تکامل کیهان محسوب شد. این تقلیل خرد و شعور انسانی به پوچی، برخی را در پریشانی شدید فرو برد. در قرن هفدهم، "بلز پاسکال"[۲۵۶] با فریادی رسا، ناامیدی خود را در برابر سکوت ابدی و فضاهای بیکران ابراز می نمود. سه قرن بعد، بیولوژیست فرانسوی، "ژاک مونو" نیز با ناامیدی عنوان می کرد: " انسان در عظمت بی تفاوت کیهان که بصورت اتفاقی از آن ظهور نموده، گم شده است"[۲۵۷] " استفن وینبرگ"، فیزیکدان آمریکایی و برنده جایزه نوبل فیزیک می گوید : " هرچه شناختمان از کیهان بیشتر می شود، بی معنایی اش نیز بیشتر می شود"[۲۵۸]

در مقابل این چشم انداز تیره و تار، جنبشی جهت مقاومت سازماندهی می گردد. شبح کپرنیک به زیر سئوال می رود. در بیست سال گذشته، فیزیکدانان متعددی سعی نمودند فراتر از ادعاهای کپرنیک، انسان را به مکان معتبرش در کیهان بازگردانند. برای این فیزیکدانان، انسان بصورت اتفاقی در کیهانی بی تفاوت ظاهر نگشته بلکه برعکس، هردو یعنی انسان و کیهان رابطه ای بسیار نزدیک با یکدیگر دارند: اگر کیهان آنطوری که بنظر می رسد وجود دارد بدلیل وجود انسان است که با هستی خود آنرا نگریسته و در مورد آن از خود سئوال می نماید. هستی انسان در ویژگی هر اتم، هر ستاره و هر کهکشان کیهان ثبت شده و در هر قانون فیزیکی کیهان نمایان است. اگر ویژگی ها و قوانین کیهان فقط بمیزان ناچیزی تغییر می نمودند، انسانی وجود نداشت تا در مورد آنها صحبت نماید. بنابراین، چهره کیهان و هستی ما بصورت پیچیده ای بیکدیگر وابسته اند. اخترشناس بریتانیایی، "براندون

---

[256] -Blaise Pascal

[257] - Seuil Le .Ed , écessitéLe hassard et la n ,Jacques Monod, ۱۹۷۰.

[258] - Steven Weinberg, Les trois premières minutes de l'univers, Ed. Le Seuil, 1978.

کارتر"[۲۵۹]، یکی از رهبران جبهه مخالف جریان کپرنیکی می گوید: " بنظر می رسد کیهان دقیقا" شرایط و ویژگی هایی را کسب نمود تا انسان ذی شعور را بوجود آورد. " وی این ادعا و اظهار را " اصل آنتروپیک*" [۲۶۰] می نامد. آیا چنین ادعایی معتبر و مورد تائیداست؟ به بررسی آن می پردازیم.

اعداد در طبیعت

توپی را به هوا پرتاب می کنید، توپ قبل از سقوط به زمین منحنی ظریفی را در فضا طی می نماید. این منحنی دارای شکل ریاضی بسیار دقیقی است. یک فیزیکدان بشما خواهد گفت که این منحنی، بیضی، سهمی یا هذلولی خواهد بود. او همچنین مدت زمانیکه توپ در هوا قرار دارد و تغییر مکان دقیق برخورد با زمین را برایتان بطور دقیق محاسبه خواهد نمود.

جهت تشریح این مشخصات، فیزیکدان ما از دو نوع اطلاعات استفاده می نماید: ابتدا، قوانین فیزیکی و سپس آنچیزی که به "شرایط اولیه" معروف است. قانون فیزیکی که مسیر توپ را هدایت می نماید، نیروی گرانش است. نیروی گرانش که توپ را بسوی زمین جذب می نماید از یکسو، متناسب با جرم زمین و جرم توپ بوده و از سوی دیگر، متناسب با مجذور فاصله آنها می باشد. به این کلمه کیفی "متناسب" می توانیم حالت "کمی" بدهیم (یعنی اینکه بتوانیم آنرا بصورت عدد محاسبه نمائیم) به شرط اینکه در قانون، عددی به نام "ثابت گرانشی" وارد نمائیم. این ثابت گرانشی معمولا" با حرف" G" تعریف می گردد. نتیجتا"، قانون نیوتون را می توان بدینصورت بیان نمود: نیروی گرانش برابر است با حاصل ضرب G در دو جرم، تقسیم بر مجذور فاصله دو جرم.[۲۶۱] این عدد G نماینده قدرت گرانش است. اگر ارزش G بزرگ باشد، نیروی گرانش شدید است و اگر کوچک باشد، جاذبه ضعیف خواهد بود.

ارزشG که بارها در آزمایشگاه ها محاسبه شده است، بسیار کوچک است. قطعا" می دانیم که نیروی گرانش ضعیف ترین نیرو از چهار نیروی طبیعت می باشد ولی تاکنون هنوز هیچ نظریه فیزیکی نتوانسته این مطلب را تشریح نماید که چرا G دارای چنین ارزشی است. این ارزش G در واقع یک "داده" طبیعت است و باید با آن ساخت.

جهت محاسبه منحنی ظریف توپ در فضا تنها قانون نیوتون کافی نیست. باید شرایط اولیه نیز مشخص گردد یعنی نقطه دقیق در فضا که توپ از دستتان پرتاب شده و سرعت اولیه

---

259 - Brandon Carter

۲۶۰ – آنتروپیک از کلمه آنتروپو (Anthropos) گرفته شده که به یونانی به معنای انسان است.

۲۶۱ – نیروی گرانش دو جرم M و m با فاصله r از یکدیگر با این فرمول محاسبه می گردد: $F = G \times M.m/r^2$ که در آن G همان ثابت گرانش می باشد (مترجم).

پرتاب. پرتاب توپ با قدرت بیشتر به توپ سرعت اولیه بیشتری داده و توپ دورتر سقوط خواهد نمود. برعکس، پرتاب با نیروی کمتر، سرعت اولیه را تقلیل داده و توپ نزدیکتر به شما سقوط خواهد نمود.

آنچیزی که در مورد توپ صحت دارد برای کیهان نیز صادق است. تکامل کیهان و سرنوشتش بستگی به همین دو عامل خواهد داشت: قوانین فیزیکی که بوسیله چند عدد هدایت می شوند (این پارامترهای عددی به ثابت های اساسی طبیعت معروفند) و شرایط اولیه، یعنی شرایطی که در زمان انفجار بزرگ (بیگ بنگ) حکمفرما بود. برای تشریح کیهان به چند پارامتر نیازمندیم؟ دانش کنونی ما مدعی است که جهت تشریح کیهان به کمی بیشتر از ده پارامتر مورد نیاز است. بهمان طریق که G معرف نیروی گرانش می باشد، دو پارامتر دیگر نیز شدت نیروهای هسته ای قوی و هسته ای ضعیف را کنترل می نمایند. سپس به پارامتر" C" می رسیم یا سرعت نور که بالاترین سرعت در کیهان می باشد. بعد پارامتر "h " وجود دارد که به ثابت پلانک معروف است که معرف ابعاد اتمهاست. اتم ها کوچکند زیرا h ارزش کوچکی دارد. سپس باید پارامترهای معرف جرم های بنیادی را شمارش نمود: پارامتر جرم الکترون و پروتون (می توان همچنین از جرم کوارک صحبت نمود زیرا فرض بر این است که پروتون از سه کوارک تشکیل شده است ولی کوارک ها در حالت آزاد هرگز دیده نشده اند و تا نظم نوینی دیگر بصورت فرضیه باقی خواهند ماند). بعد نوبت پارامتر "e " است، یعنی بار الکترون (بار پروتون مساوی ولی مخالف بار الکترون می باشد). با شمارش چند پارامتر دیگر، بطور کل می توان پانزده پارامتر را شمارش نمود. این پارامترها واقعا" ثابتند. آنها هرگز تغییر نمی نمایند، نه در زمان و نه در فضا. این پارامترها برای نوادگان بسیار دور ما یا موجودات فضایی که در گوشه های دیگری از کیهان زندگی می کنند همانند ما در وضعیت کنونی، یکسان خواهند بود. صحت این مسئله از طریق بازگشت به گذشته و شکافتن فضا بوسیله مشاهده کهکشانهای بسیار دوردست به اثبات رسیده است. ویژگی های این کهکشانهای دوردست با خصوصیات کهکشان راه شیری ما تفاوت چندانی ندارند و این بیانگر این مسئله است که پارامترها در کهکشانها نباید با یکدیگر اساسا" تفاوت داشته باشند. باری، اگر روزی با موجودات فضایی روبرو شویم، فوائد ثبات پارامترهای طبیعت برایمان کاملا" آشکار خواهد شد. ارتباط با آنها بوسیله نور با استفاده از همان داده های فیزیکی (همان جرم پروتون، همان جرم نوترون، همان سرعت نور و غیره) برقرار خواهد شد. در غیراینصورت، ارتباط غیرممکن خواهد بود.

آیا کلیه پارامترهای طبیعت را شمارش نموده ایم؟ هیچکس نمی داند. اگر فردا، نیروهای دیگر و یا ذراتی متفاوت کشف گردند، لیست پارامترها طولانی تر خواهد شد. ولی این لیست می تواند همچنین کوتاه تر نیز گردد. فیزیکدانان فعالانه سعی دارند از طولانی بودن آن بکاهند. اگر آنها موفق شوند خواهند توانست چهار نیروی اساسی طبیعت را در یک

نیروی واحد متحد نموده و فقط یک پارامتر برای تشریح آن در نظر گیرند و چرا نتوان نظریه ای ارائه نمود که سرعت نور، ثابت جهان اتمی (h) و یا جرم الکترون را پیش بینی نماید؟ یا اینکه اصل بزرگی جهت تشریح کیهان بوجود آورد که شامل هیچ پارامتری نباشد؟ فیزیک کنونی هنوز با این اصل پارامتر صفر بسیار بسیار فاصله دارد. فیزیکدانان هنوز نتوانسته اند نیروی گرانش را با نیروهای دیگر متحد نمایند. تا انتظار فرا رسیدن چنین روزی، باید پارامترها را همانند "داده های" فیزیک قبول نمائیم. باید قبول کنیم نور ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه سرعت دارد و نه ۱ کیلومتر یا اینکه جرم پروتون ۱۸۲۶ برابر جرم الکترون است و نه برعکس. ببینیم چگونه این پارامترهای فیزیک مسئول تنوع ساختارهای کیهان و ظهور حیات می باشند.

اتفاقات و چیزهای زندگی

پارامترهای طبیعت بر زندگی روزانه ما حکمفرمائی می کنند. آنها ابعاد و جرم اشیاء را تعیین می نمایند و جهان را به آن صورتی که هست شکل داده اند و گرنه جهان می توانست شکل دیگری به خود بگیرد. در واقع، سیارات کروی با قطر چند هزار کیلومتر می توانستند به اندازه ذرات غبار بسیار کوچک تقلیل یابند یا اینکه انسان ها ابعاد میکروبی به خود بگیرند. چرا مدت زمان گردش زمین بر روی خود فقط ۲٤ ساعت است؟ چرا بلندترین کوهستان زمین کمتر از ۱۰ کیلومتر ارتفاع دارد؟ چرا ارتفاع گلها کمتر از ۱ متر و ارتفاع درختان در برخی موارد بیش از ۱۰ متر است؟ چرا قطر یک قطره آب باران فقط چند میلیمتر می باشد؟ پاسخ کلیه این سئوالات را باید در پارامترهای طبیعت جستجو نمود.

اشیاء همگی از اتم ساخته شده اند و همین اتم ها هستند که موجب ثبات و سختی آنها می باشند. اتم نتیجه تعادل دو نیرو است: از یکسو، نیروی الکترومغناطیس که الکترونها را بطرف پروتونهای هسته می کشاند که وابسته به جرم پروتون (m_p)، جرم الکترون (m_e) و بار الکتریکی الکترون (e) می باشد و از سوی دیگر، نیرویی که متضاد نیروی اولی است و ناشی از "اصل طرد*" می باشد که به موجب آن الکترونها نمی توانند خیلی فشرده نسبت بیکدیگر قرار گیرند. این نیرو "ثابت پلانک" (h) را وارد معرکه می نماید. ثابت گرانش (G) دخالت نخواهد نمود زیرا گرانش در جهان هسته ای هیچ نقشی ایفا نمی نماید (نیروی گرانش بین یک پروتون و یک الکترون 10^{-40} برابر کمتر از نیروی الکترومغناطیس می باشد). پارامترهای m_p ، m_e و h دو نیروی اشاره شده در فوق را به طریقی کنترل می نمایند که ابعاد اتم بسیار کوچک باقی بماند، در حدود یک صد میلیونیم سانتیمتر. طبیعت می توانست با استفاده از پارامترهای فیزیکی دیگر، اتم هایی به ابعاد برج ایفل ایجاد نماید ولی طبیعت این کار را نکرد.

سپس اتم ها با تشکیل شبکه های بلوری موجب سختی و ثبات اشیاء شده و شکل ها و رنگهای متنوع را برای زیبایی زندگی بوجود می آورند: گلدان گل، طاق نصرت پیروزی[۲۶۲] ، تابلوهای نقاشی "دوگا" و "مونه"[۲۶۳] و بسیاری موارد دیگر... بدلیل کوچکی G، تا وقتیکه جرم چیزی از ۱۰۰ میلیارد میلیارد تن ($۱۰^{۲۶}$ گرم) تجاوز ننماید، نیروی گرانش دخالت نخواهدنمود. بدینصورت، نیروی گرانش عملا" شامل هیچ یک از اشیاء زندگی روزمره ما نخواهد شد. بیشتر از جرم ذکر شده فوق، نیروی گرانش با قدرت تمام حرف خود را خواهد زد. شکل مورد علاقه نیروی گرانش، شکل کروی است و این نیرو کلیه جرمهای بالاتر از $۱۰^{۲۶}$ گرم را به کره تبدیل می نماید که ما آنها را سیاره می نامیم. در نظر بگیرید اگر ارزش G خیلی بیشتر بود، نیروی گرانش برای جرم های بسیار کوچکتر نیز دخالت کرده و ما مجبور به زندگی در جهانی ملال آور که همه چیز به شکل کره بود، می بودیم! قبلا" مشاهده شد در آینده ای بسیار دوردست، مکانیک کوانتمی کلیه اشکال را به کره تبدیل خواهد نمود، ولی ما نیز دیگر بصورت گوشت و خون وجود نخواهیم داشت، شاید بصورت ابر از غبارات الکترونی در تاریکی سرد و منجمد کیهان تمامی شکل زیبایمان را از دست بدهیم.

برای اینکه سیاره ای قابل سکونت باشد باید دارای آتمسفر باشد، آتمسفری که سیاره را از اثرات مضر پرتوهای ماوراء بنفش خورشید حفظ نموده و موجب تکامل بسوی پیچیدگی شود یعنی تشکیل مولکولهای ارگانیکی و ایجاد حیات. برای اینکه سیاره قادر به حفظ آتمسفر خود باشد باید به اندازه کافی جسیم باشد ولی جسیمی سیاره نباید از حد معینی بیشتر باشد در غیراینصورت، آتمسفرش ضخیم شده و از رسیدن نور خورشید به سیاره جلوگیری می نماید. پارامترها در این مورد می گویند چنین سیاره ای باید شعاعی تقریبا" برابر با ۶۴۰۰ کیلومتر و جرمی نزدیک به ۶×۱۰^{۲۷} گرم داشته باشد یعنی درست وضعیتی بمانند زمین. اتوموبیلی که با سرعت فراوان پیچی را پشت سر می گذارد، سرنشین داخل خودرو را بوسیله نیروی گریز از مرکز به سوی جداره ماشین پرتاب می نماید. همین نیروی گریز از مرکز سعی به متلاشی کردن شبکه های بلوری زمین و گرایش به شکستن زنجیره های اتمی و مولکولی آن دارد. زمین نباید بسیار سریع بدور خود گردش نماید، باز در اینجا، از نقطه نظر پارامترهای فیزیکی، یک روز ۲۴ ساعته، کاملا" مناسب بوده و انهدام شبکه های بلوری صورت نخواهد گرفت. مرتفع ترین کوهستانی که می تواند بر روی زمین بوجود آید کدام است؟ یعنی کوهستانی که شبکه های بلوری قشرهای زمین بدون خرد شدن قادر به تحمل آن باشند. ثابت های فیزیکی بما گوشزد می نمایند که بلندترین کوهستان زمین نباید ارتفاعی بیشتر از یک صدم شعاع زمین داشته باشد یعنی ۶۴ کیلومتر. هیمالیا فقط ۷ کیلومتر ارتفاع دارد.

---

[۲۶۲] – منظور طاق نصرتی است که در میدان اتوال پاریس قرار دارد (**Arc de Triomphe**). (مترجم).

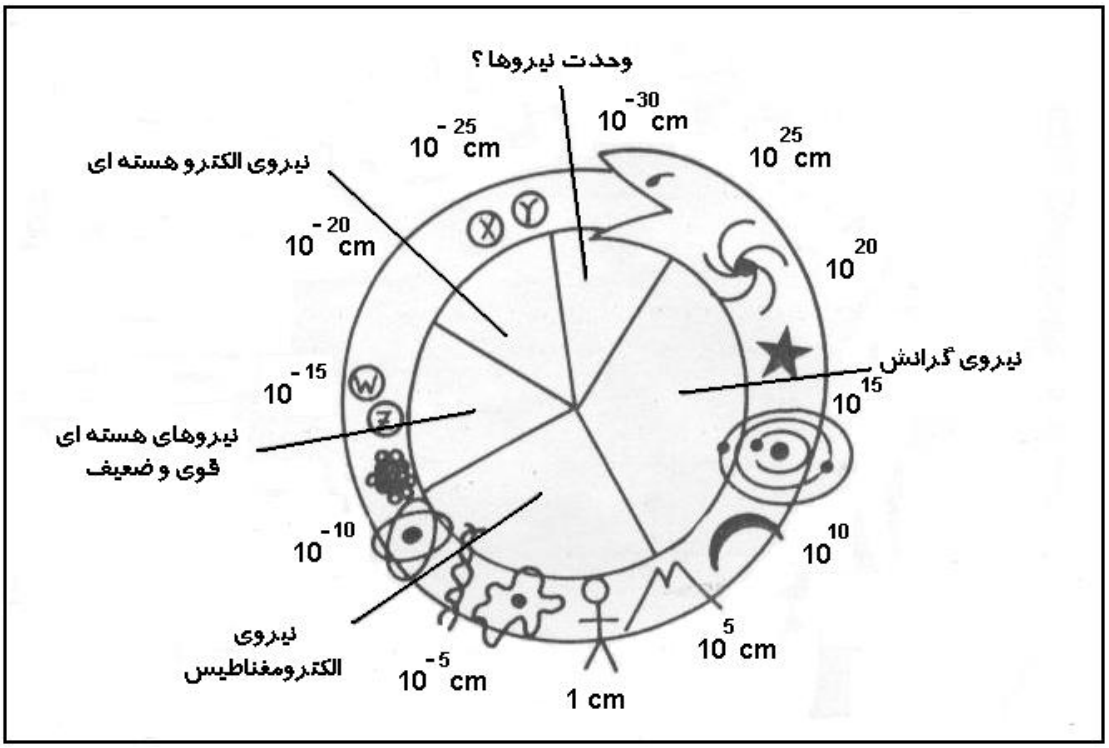
[۲۶۳] – دوگا (**Dogas**) و مونه (**Monet**) دو نقاش فرانسوی سبک امپرسیونیست. (مترجم).

پارامترهای فیزیکی همچنین بما یادآوری می نمایند که چرا اندازه قد انسانی بالغ از میزان تقریبی ۲ متر نباید تجاوز نماید. بدن فردی بلندتر از ۲ متر در سقوط های اتفاقی شکسته خواهد شد (این مسئله همچنین برای اسب ها، فیلها یا زرافه ها نیز صادق است. ثابت های فیزیکی قادر نیستند آنها را از انسانها متمایز نمایند). پارامترهای فیزیکی می گویند بشر در مکانی دقیق بین اتم و سیاره قرار گرفته است. جرم و اندازه انسان متوسط هندسی جرمها و اندازه های یک سیاره و یک اتم است (متوسط هندسی عبارت است از مجذور ریشه یک عدد: بدینصورت، ۹ عبارت است از متوسط هندسی ۳ و ۲۷ در حالیکه ۱۵ عبارت خواهد بود از متوسط حسابی این دو عدد که برایمان آشناتر است).

بدینصورت، حدود ۱۵ ثابت فیزیکی، تعیین کننده وضعیت اجسام و مناظر اطراف ما می باشند. تمامی سلسله مراتب ساختاری جرمهای کیهان از کوچکترین اتم گرفته تا بزرگترین خوشه های کهکشانی با عبور از انسان، سیاره، ستاره و کهکشان، همگی وابسته به این پارامترها می باشند (شکل ۵۸). آنها ارتفاع کوه ها را محدود کرده و از تقلیل ابعاد انسان به اندازه میکرب جلوگیری می نمایند. ولی شگفت انگیزترین مسئله، ترکیب ثابت های فیزیکی با شرایط اولیه کیهان است که موجب ایجاد حیات، شعور و ذکاوت گردید. ظهور حیات وابسته به تعادلی بس متزلزل بین حوادث و رویدادهای بس شگفت انگیز می باشد. به اندازه سر انگشتی پارامترهای فیزیکی و یا شرایط اولیه را تغییر دهید، خواهید دید کیهان کاملا" تغییر شکل داده و ما دیگر وجود نخواهیم داشت که در موردش صحبت نمائیم.

کیهان های بازیچه ای بارور نیستند

فیزیکدانان به عدم امکان ظهور حیات و شعور در کیهانی با پارامترها و شرایط اولیه متفاوت پی برده اند. آنها تلاش کردند با ایجاد کیهانهای غیرحقیقی، تکامل فرضی آنان را به کمک معادلات پیچیده و کامپیوترهای پرقدرت دنبال نمایند. همانطور که دیدیم، از کیهان های بازیچه ای جهت مطالعه تشکیل فرش زیبای کهکشانها استفاده شده بود، بهمین طریق، اخترفیزیکدانان از کیهان های بازیچه ای برای مطالعه شرایط لازم ظهور حیات و شعور استفاده نمودند. کیهان های بازیچه ای همگی از پارامترها و شرایط اولیه مختلفی برخوردارند. در یکی، نیروی هسته ای ضعیف، کمتر است، در کیهان دیگری نیروی الکترومغناطیس زیادتر است. در کیهان بعدی، مقدار ماده آنچنان زیاد است که در عرض چندثانیه فرو می پاشد در حالیکه کیهانی دیگر آنقدر سیاهچاله دارد که بطور کامل ناهمگن است. سئوال مهم : آیا کیهان بازیچه ای می تواند سطوح مختلف هرم پیچیدگی و تکامل را طی نموده و به شعور ختم گردد؟ آیا آنها می توانند کهکشانها، ستارگان، سیارات و اقیانوسهای اولیه را ایجاد کرده و سرانجام به حیات ختم شوند؟



شکل ۵۸ : تنظیم دقیق چهار نیروی کیهان. تصویر این مار که دم خود را به دندان گرفته نمایانگر حوزه اعمال قدرت هر نیرو می باشد. نیروی گرانش قلمرو کیهانی را کنترل می نماید (کهکشانها، ستارگان، سیارات و ماه). نیروی الکترومغناطیس در مقیاس انسانها، اتمها، آمیب ها و مارپیچ های حلزونی ADN اعمال نفوذ می نماید. نیروهای هسته ای قوی و ضعیف قلمرو هسته های اتم و ذرات بنیادی را کنترل می نمایند. در سطوح بسیار کوچکتر (نظیر کیهان در لحظات اولیه ظهورش)، نیروهای هسته ای و الکترومغناطیس از طریق اتحاد با یکدیگر، نیروی الکتروهسته ای را بوجود می آورند. آیا در سطوح باز کوچکتر، نیروی گرانش می تواند با نیروی الکتروهسته ای متحد شده و یک "ابرنیرو" را بوجود آورند؟ شدت نسبی هر یک از این چهار نیرو آنچنان دقیق تنظیم شده تا شرایط ظهور حیات و شعور ایجاد شود. اگر این نیروها حتی بمیزان بسیار ناچیز تغییر یابند، ما دیگر وجود نخواهیم داشت تا در باره آنها صحبت نمائیم. (تصویر از S. Glashow)

با اولین نظر، پاسخ به این سئوالات موجب شگفتی خواهد شد. در کیهانی متفاوت از کیهان کنونی ما، تصوری که از حیات داریم هیچ شانسی برای ظهور نخواهد داشت. کلیه کیهان های فرضی، همگی غیرباروِر و تهی از شعور خواهند بود. پارامترها تحمل هیچگونه تغییراتی را نخواهند داشت. پارامتری که شدت نیروی هسته ای قوی را کنترل می نماید را در نظر می گیریم، کمی آنرا افزایش می دهیم (برای مثال چند درصد)، در نتیجه این عمل، پروتونها و هسته های هیدروژن دیگر در حالت آزاد باقی نخواهند ماند. آنها با ترکیب با پروتونها و نوترونهای دیگر به هسته های سنگین تبدیل می گردند. بدون هیدروژن، باید با آب،

مولکولهای ADN و با حیات وداع گفت. ستارگان نیز بدلیل عدم وجود مواد سوختی هیدروژنی سریعا" خاموش خواهند شد. شدت نیروی هسته ای قوی را کمی تقلیل دهیم، برعکس، هیچ هسته ای بجز هیدروژن زنده نخواهد ماند. نتیجتا" هسته های هیدروژن قادر به ترکیب با عناصر دیگر نبوده و احتراق به هلیم صورت نخواهد گرفت.

نیروی هسته قوی هیچگونه تغییراتی را نمی پذیرد. آنرا کنار گذاشته و ارزش پارامترهای کنترل کننده نیروی الکترومغناطیس را افزایش می دهیم. در این حالت، الکترونهای با بار منفی شدیدا" وابسته به هسته های با بار مثبت خواهند شد. واکنشهای شیمایی که الکترونها را در بین هسته های عناصر مختلف تنظیم می نمایند تقاضای انرژی بیشتری را نموده و شدیدا" تقلیل خواهند یافت و این مسئله امکان تشکیل مارپیچ های حلزونی ADN را به میزان فراوانی کاهش خواهد داد. اگر نیروی الکترومغناطیس را کمی تقلیل دهیم، نه واکنشهای شیمیایی و نه مولکولهای ارگانیکی پیچیده، هیچکدام ایجاد نخواهند گشت. در اینجا نیز هیچ نتیجه ای حاصل نخواهد شد. حال، بیائیم ارزش G را کاهش دهیم. نیروی گرانش آنچنان ضعیف خواهد شد که ابرهای بین ستاره ای در اثر وزنشان به میزان کافی فروپاشی نکرده و در نتیجه چگالی و دمای لازم برای ایجاد واکنشهای هسته ای را بوجود نخواهند آورد. ستارگان دیگر احتراق نخواهند نمود و این پایان عناصر شیمیایی و انرژی لازم جهت ظهور حیات خواهد بود. افزایشG نیز اوضاع را تغییر نخواهد داد. قلب ستارگان در اثر تراکم شدید ناشی از وزن پوسته های خارجی آنقدر گرم و متراکم می شود که واکنشهای هسته ای با سرعت فراوان صورت خواهد گرفت. ماده احتراقی هیدروژن سریعا" مصرف می گردد، آنچنان سریع که تکامل کیهانی زمان لازم جهت پیمودن سطوح مختلف و لازم و نیل به حیات را نخواهد داشت.

این استدلالات قابل تعمیم به پارامترهای دیگر نیز خواهند بود و در هر بار، نتیجه همواره یکسان خواهد بود یعنی: پارامترهای فیزیکی غیرقابل تغییرند. هرگونه تغییرات در ارزش آنها حتی جزئی، هرگونه شانس جهت کامیابی به حیات را از بین خواهد برد. اگر شرایط اولیه کیهان تغییر یابند، چه اتفاقی رخ خواهد داد؟ آیا کیهان های بازیچه ای بارورتری ایجاد خواهند شد؟ در اینجا نیز باید ادعا نمود شرایط اولیه کیهان ما از چنان ویژگی هایی برخوردار است که هرگونه تغییرات در آنها موجب از بین رفتن حیات خواهد شد.

کیهانی با تنظیم بسیار دقیق

یکی از مهمترین شرایط اولیه کیهان عبارت است از مقدار ماده موجود در یک واحد حجم (یا چگالی ماده). کیهانی با تراکم اولیه فراوان، مدت عمر بسیار کوتاهی خواهد داشت. بدینصورت، کیهان انبساطی برای یکسال، یک ماه و حتی یک ثانیه داشته و سپس نیروی

گرانش موجب فروپاشی و انهدام آن در دمایی جهنمی خواهد شد. حیات زمان لازم برای پیمودن سطوح پیچیدگی را نخواهد داشت. موجودات زنده از هسته های عناصر سنگین (مانند کربن)، متشکل در قلب ستارگان، بوجود آمده اند. برای اینکه این هسته ها وجود داشته باشند باید منتظر ماند تا یک نسل از ستارگان عمرشان را سپری نموده و سپس بعد از انفجار، فضای میان ستاره ای را از محصولات احتراقشان مملو نمایند. بعد، باید منتظر تشکیل سیاره ها شد و مدت زمان لازم برای پیشرفت و تکامل طولانی اسیدهای آمینه تا تشکیل مغز بشر را دنبال نمود. در مجموع، باید چند میلیارد سال منتظر ماند. می توانید ادعا کنید که مسئله ساده است، کافی است چگالی اولیه را تقلیل داده تا مدت عمر کیهان افزایش یابد و بدینصورت، زمان لازم برای ظهور حیات را در اختیار خواهیم داشت. ولی در جهت مخالف نیز نباید زیاده روی نمود. کیهانی با چگالی بسیار کم، بدون شک، از طول عمر بیشتری برخوردار خواهد بود ولی در چنین کیهانی، ماده آنقدر رقیق خواهد بود که ستارگان و کهکشانها قادر به منقبض شدن نبوده و فروپاشی آنها صورت نخواهد گرفت و این کیهان نیز عقیم باقی خواهد ماند.

در واقع، فقط کیهانی با چگالی بسیار دقیق قادر خواهد بود هم از مدت عمر طولانی برخوردار باشد و هم ستارگان و کهکشانها را در خود جای دهد و چنین کیهانی، کیهان ما می باشد. همانطور که دیدیم، چگالی کیهان ما بسیار نزدیک به چگالی بحرانی است (سه اتم هیدروژن در هر مترمکعب)، یعنی با چنین چگالی، انبساط کیهان فقط در بینهایت متوقف خواهد شد. بموجب آخرین کشفیات، چگالی کیهان ما، یک پنجم چگالی بحرانی است. اگر کیهان در اولین لحظات هستی اش شامل ذرات بنیادی بیشماری باشد و یا اینکه در عظمت فضای کیهان، غولهای عظیمی نظیر "جذب کننده بزرگ" وجود داشته باشند، چگالی کیهان افزایش یافته و می تواند برابر با چگالی بحرانی گردد. در هر حال، نزدیکی بسیار فراوان چگالی کنونی کیهان به چگالی بحرانی، مسئله ای بس شگفت انگیز است. در واقع، چگالی کیهان ما می توانست هزاران یا حتی میلیاردها برابر کوچکتر و یا بزرگتر از چگالی بحرانی باشد. محاسبات نشان می دهند اختلاف بین چگالی حقیقی و چگالی بحرانی با گذشت زمان افزایش می یابد. این اختلاف از آغاز دوران "سنتز هسته ای اولیه"[۲۶۴] تاکنون با عاملی معادل با یک میلیون میلیون برابر افزایش یافته است. این مسئله که این دو چگالی بعد از گذشت ۱۵ میلیارد سال تکامل هنوز اینقدر به یکدیگر نزدیکند حاکی از آن است که در لحظه تولید هیدروژن و هلیم در دقیقه سوم بعد از انفجار بزرگ، چگالی کیهان یک میلیون میلیونیم چگالی بحرانی می بود. چگالی کیهان دقیقا" تنظیم شده بود تا کهکشانها، این درختان بارور حیات در کویر کیهانی رشد کرده و تکامل کیهانی بتواند با در اختیار داشتن زمان لازم به حیات و شعور نائل گردد.

---

[264] - **Nucléosynthèse Primordiale**

کیهانی با چگالی بحرانی، مناظری مسطح و بدون هرگونه انحناء خواهد داشت. اگر ماده بمیزان کافی وجود داشته باشد تا بتواند مناظری بمانند کوهستان یا دره ایجاد نماید، کیهان در عرض چندثانیه فرو خواهد پاشید.

مکانیزم های بسیار دقیق دیگری نیز وجود دارند. کیهان به میزان بسیار بالایی همگن و همسان* است، یعنی اینکه ویژگی های آن در همه جا و در هر جهت یکسان می باشد. تغییرات دمای تابش برجا مانده از یکسو تا سوی دیگر آسمان بیشتر از ۰.۰۱ نخواهد بود. خوشبختانه که چنین است زیرا اگر کیهان در ابتدای ظهورش مملو از اغتشاشات و بی نظمی می بود بهیچ وجه نمی توانست مولد کهکشان ها باشد. حرکات بی نظم با حرارت پراکنده می شدند و دمای کیهان را افزایش داده و از تشکیل کهکشانها جلوگیری می نمودند.

کیهان همگن، آری ولی نه با همگنی بسیار زیاد. این کیهان باید در اینجا یا آنجا بذرهای ناهمگنی را دارا باشد تا بوسیله آنها بتواند در آینده کهشکانها را ایجادنماید. باز همه چیز در راستای تعادل صورت خواهد گرفت: کیهان نباید نه زیاد همگن باشد تا امکان ایجاد بذرهای کهکشانی وجود داشته باشد و نه زیاد ناهمگن، جهت امکان پذیری رشد این بذرها. مجددا" اشاره می گردد تنظیم مکانیزم های اولیه کیهان باید با ذوق و سلیقه بسیار بسیار عالی صورت گرفته باشد : اختلاف نرخ انبساطی کیهان در ابتدای ظهورش (در زمان پلانک یعنی در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه)، در جهات مختلف فضا، نباید بیشتر از $۱۰^{-۴۰}$ باشد (عددی بینهایت کوچک : عدد ۱ بعد از ۴۰ صفر خواهد آمد). می توان دقت این تنظیم رابه مهارت تیراندازی تشبیه نمود که موفق می شود از فاصله ای معادل ۱۵ میلیارد سال نوری، هدفی را به ابعاد یک سانتیمتر با تیر بزند.

البته زمانیکه از حیات و شعور صحبت می نمائیم، مبنای استدلال ما بر پایه این فرضیه متزلزل قرار گرفته که آنها شبیه حیات و شعور ما می باشند، یعنی حیاتی بر اساس فعالیت بیوشیمی مولکولهای عظیم هیدروژن، کربن، اکسیژن و غیره. شاید مسیر بیو شیمی تنها راهی نباشد که به شعور ختم می شود. قبلا" دیدیم فیزیکدان انگلیس و آمریکایی، فریمن دایسون، این نظریه را مطرح نمود که مغز می تواند از ابر ذرات گرد و غباری میکروسکپی یا ترکیبی از الکترونها و پوزیتونها بوجود آید. ولی این فرضیه ها هنوز در عالم تخیل قرار دارند. تا نظم نوینی دیگر در قلمرو علم، راه بیوشیمی تنها مسیری است که ما را به حیات خواهد رساند. شاید این دلیلی باشد به فلسفه " انسان مرکزی" [۲۶۵]افراطی ما که شبح کپرنیک آنرا انکار می کرد. ولی با فقدان اطلاعات و شناخت کافی چه می توان کرد؟

در هرحال، شکی نیست که ثابت های اساسی طبیعت و شرایط اولیه چنان ماهرانه و دقیق تنظیم شده اند که کیهان بتواند مراحل مختلف از ذرات بنیادی گرفته تا زندگی بیوشیمی با عبور از مراحل تشکیل ستارگان و کهکشانها را پشت سر بگذارد. تغییری جزئی در پارامترهای

---

[265] - **Anthropocentrisme**

کیهان کافی است تا کیهان بحالت عقیم و بدون تماشاچی باقی بماند. در مورد نقش شگفت انگیز و بهت آور پارامترها و شرایط اولیه چه باید اندیشید؟ برخی آنرا حاصل اتفاق و قضا و قدر می دانند. در این حالت، ظهورکیهان نتیجه اتفاق خواهد بود. پارامترها و شرایط اولیه با برخوردها و تصادمات خوش اقبال، بصورت اتفاقی حیات را ایجاد نمودند. بشر "در عظمت بی تفاوت کیهان که در آن بصورت اتفاقی بوجود آمده است" ناپدید می گردد. چنین نگرشی که از شبح کپرنیک پیروی می نماید، مایه ناامیدی است.

برای دیگران، اجتماع و مشارکت شرایط اولیه و پارامترهای طبیعت بهیچ وجه اتفاقی نبوده بلکه معنادار و گویا می باشد. اگر کیهان به آن صورتی است که وجود دارد، دلیلش فقط برای ظهور ضمیر و شعور است. کیهان از همان لحظات اولیه ظهورش، بذری را دارا بود که شرایط ایجاد ناظری (بشر) را فراهم می ساخت. کیهان با آفرینش شعور، گرایش به آگاهی از خود داشت. "کیهان می دانست که بشر خواهد آمد!"[۲۶۶] حامیان این نقطه نظر به رهبری اخترفیزیکدان انگلیسی، براندون کارتر، حتی آنرا یک "اصل" انسانی [۲۶۷] تلقی نموده اند! کلمه کیفی "انسانی" با در برداشتن این معنا که تنها انسان است که می تواند امتیاز شعور و آگاهی را دارا باشد، هنوز نتیجه فلسفه انسان مرکزی افراطی است. آمیب ها، شمپانزه ها و بالن ها حق اعتراض به این فلسفه را خواهند داشت. اخترفیزیکدان فرانسوی – کانادائی، "هیوبرت ریو"[۲۶۸]، بجای "اصل انسانی" عبارت عمومی "اصل پیچیدگی" را جهت جایگزینی پیشنهاد می نماید که عبارت است از : " کیهان از دورترین زمانی که در دسترس اکتشافات انسان قرار گرفته، ویژگی هایی را دارا بود که بوسیله آنها ماده را از سطوح مختلف پیچیدگی بگذارند و به سطح اعلاء تر هدایت نماید." این تعریف، انسان و شمپانزه را در یک ردیف قرار می دهد.

با "اصل انسانی" روح کپرنیک به شکست کامل تن خواهد داد. کیهان به لطف کیهانشناسی مدرن، مکان اصلی خود را بدست می آورد. نه مکان مرکزی در منظومه شمسی و یا در کیهانی که قبل از کپرنیک اشغال نموده بود بلکه مکانی اساسی در سرنوشت کیهان. او نباید از عظمت کیهان وحشت زده شود، عظمتی که جهت آسایش وی بوجود آمده است. کیهان باید وسیع و به اندازه کافی مسن باشد تا با کسب زمان لازم قادر باشد بشر را به صحنه گیتی عرضه نماید. سن کیهان باید بیش از چندین میلیارد سال باشد و بهمین دلیل ابعاد کیهان به ۱۵ میلیارد سال نوری می رسد در حالیکه در دوران کپرنیک، ابعاد کیهان معادل اندازه منظومه شمسی تخمین زده می شد.

---

[266] - F. J. Dyson, Les dérangeurs d'univers, Ed. Payot, 1987.
[267] - Anthropique
[268] - Hubert Reeves

کیهان های موازی

اصل انسانی سرنوشت کیهان را روشن نمود: کیهان به سوی آگاهی و شعور گام بر می دارد. دانشمندان معمولا" در مورد استدلالات تقدیرگرا بدبین می باشند. علم مدرن بر اساس انکار قطعی و سیستماتیک تشریح پدیده های طبیعی از طریق "علل پایانی" یا "طرح" بنا شده است. علم مدرن این گونه موضع گیری را مرتبط با عقاید مذهبی می داند. "برناردن دو سنت پیر" [۲۶۹] ، نویسنده فرانسوی می گوید: " کدوها بزرگند زیرا اینطور خلق شده اند تا در جمع فامیل خورده شوند." چنین عقیده ای در واقع اعمال سیاست شترمرغ است که با پنهان نمودن سرش در شن، سعی دارد وجود دلائل اساسی را نادیده بگیرد. بهمین طریق می توانستیم بگوئیم : " کیهان مناظری بسیار همگن و مسطح دارد زیرا هدفش ایجاد انسان بوده و کلیه شرایط کیهان لازمه به فعل در آوردن این هدف می باشد." و به همین استدلال خود را قانع کنیم، بدون اینکه کاوش خود را بیشتر ادامه دهیم. با چنین استدلالی هرگز قادر نبودیم عصر تورمی* کیهان را در اولین اجزاء ثانیه آفرینشش کشف نمائیم که طبعا" دلیل اساسی همگنی و همواری کیهان است: کیهان قبل از رشد عظیمش (تورم)، آنچنان کوچک بود که کلیه اجزاء بی نهایت کوچکش در تماس با یکدیگر بودند و این مسئله موجب همگنی کیهان گردید. بعد از دوران تورمی، مناطق مختلف کیهان دیگر در تماس با یکدیگر نیستند ولی بیاد دارند که قبلا" چنین پدیده ای را تجربه نموده اند. در مورد هندسه فضا نیز باید گفت فضا در مدت دوران تورمی مسطح شد همانند سطح بادکنکی که با دمیدن در آن سطحش مسطح می گردد. خطر تکرار "طرح" یا "پروژه" این است که کشفیات بزرگ نادیده گرفته شوند.

دانشمندی که مسئله اتفاق را در دقت شگفت انگیز تنظیم ثابت های فیزیکی و شرایط اولیه، لازم برای ظهور شعور، رد می نماید و همچنین منکر وجود هرگونه دلیل و علت آخری است، چه چاره ای خواهد داشت؟ چکار خواهد کرد؟ دانشمند ما مکانیک کوانتمی را به کمک گرفته و فرضیه کیهانهای موازی را مطرح می نماید.

همانطور که دیدیم، مکانیک کوانتمی جهان اتمها و ذرات را در ابهامی بزرگ قرار داده است. الکترون بجای اینکه مدار خود را بدور هسته اتم (همانند زمین بدور خورشید)، دنبال نماید، می تواند نوسان داشته باشد، به گردش بپردازد و در هر لحظه در کلیه مکانهای سالن اتم قرار گیرد. وقتی که آنرا نمی بینیم به این دلیل است که الکترون لباس ذره ای خود را در آورده و بشکل موج جلوگر شده است. تعیین دقیق محل آن غیرممکن خواهد بود. فقط می توانیم امکان برخورد با آنرا در اینجا و یا آنجا برآورد نمائیم. موج الکترون همانند امواج دریا دارای مناطق با دامنه بلند (نوک موج) و یا دامنه ضعیف (گودی موج) می باشد. نتیجتا"،

---

[269] - **Bernardin de Saint Pierre**

امکان برخورد با الکترون، متناسب با مجذور دامنه موج،در نقاط ماکزیمم موج زیاد و در نقاط مینیمم موج کم خواهد بود. تا زمانیکه از ابزار محاسبه و اندازه گیری خود جهت مشاهده الکترون استفاده ننمائیم، واقعیت الکترون فقط از طریق احتمالات تشریح خواهد شد. در اینجا، فلسفه جبرگرایی[۲۷۰] یا علت و معلول جایی نخواهد داشت. اکنون از وسیله اندازه گیری خود استفاده نموده و آنرا جهت مشاهداتم در نقطه ای از اتم متمرکز می نمایم. فرض کنیم الکترون با تغییر شکل به ذره در نقطه ای در بالای یک موج ظاهر گردد. اگر آنرا در این محل مشاهده نمایم، می توانم از خود سئوال نمایم که آیا الکترون قبل از اینکه ابزار من آنرا مشاهده نماید، در آن محل وجود داشته است. اگر جواب مثبت باشد، مشکل فرضیه ای بزرگی ظاهر خواهد گشت: اگر الکترون آنجا باشد و هیچ جای دیگر، امکان بودن الکترون در کلیه مکانهای سالن اتم صفر خواهد بود. باری، بموجب نظریه مکانیک کوانتمی، الکترون با پوشیدن لباس موجی خود می تواند در هر لحظه در مکانهای مختلف باشد. آیا باید گفت مکانیک کوانتمی اشتباه می کند؟ آیا مکانیک کوانتمی ناقص است؟

فیزیکدانانی نظیر آلبرت اینشتاین یا اروین شرودینگر که مایل نبودند خداوند را طاس باز طبیعت تلقی نمایند، سعی نمودند از طرق مختلف عیوب مکانیک کوانتمی را فاش سازند (جای تعجب است که شرودینگر، خود کسی بود که طریقه محاسبه شکل موجی الکترون و ذرات دیگر را آشکار ساخته و نتیجه گیری نموده بود امکان یافتن یک ذره متناسب است با مجذور دامنه موج ذره).

شرودینگر وضعیتی را درنظر گرفت که در آن شبه تضادهای مکانیک کوانتمی در جهان میکروسکپی به جهان ماکروسکپی زندگی روزمره بسط داده می شود. شرودینگر می گوید : گربه ای را در اتاقی بسته در نظر می گیریم. در این اتاق یک ظرفی شیشه ای از زهر سیانور قرار می دهیم و در بالای ظرف زهر نیز چکشی بصورت معلق قرار می دهیم که بوسیله ماده رادیو اکتیو کنترل می شود. هسته های این ماده رادیو اکتیو پس از گذشت مدت زمانی تجزیه می گردند. در طول اولین تجزیه، چکش روی شیشه افتاده و آنرا خرد می کند و سیانور آزاد شده و گربه را مسموم خواهد ساخت. تا اینجا اتفاق مهمی رخ نداده است. ولی مشکل زمانی ایجاد می گردد که بخواهیم سرنوشت گربه را پیش بینی نمائیم. زندگی گربه به اولین تجزیه مواد رادیو اکتیو بستگی دارد. باری، زندگی گربه فقط از طریق احتمالات می تواند تشریح گردد. ۵۰٪ شانس وجود دارد که در عرض یک ساعت یک هسته تجزیه گردد (یا تجزیه نگردد). تا زمانیکه ما وارد اتاق نشده تا ببینیم گربه زنده است یا مرده، تا زمانیکه ما بعنوان ناظر وارد عمل نشویم، فقط می توانیم بعد از یکساعت بگوئیم اتاق ترکیبی است از ۵۰٪ گربه زنده و ۵۰٪ گربه مرده (شکل ۵۹). شک و تردید جهان میکروسکپی از طریق ماده رادیو اکتیو به جهان ماکروسکپی راه می یابد. شرودینگر چنین

---

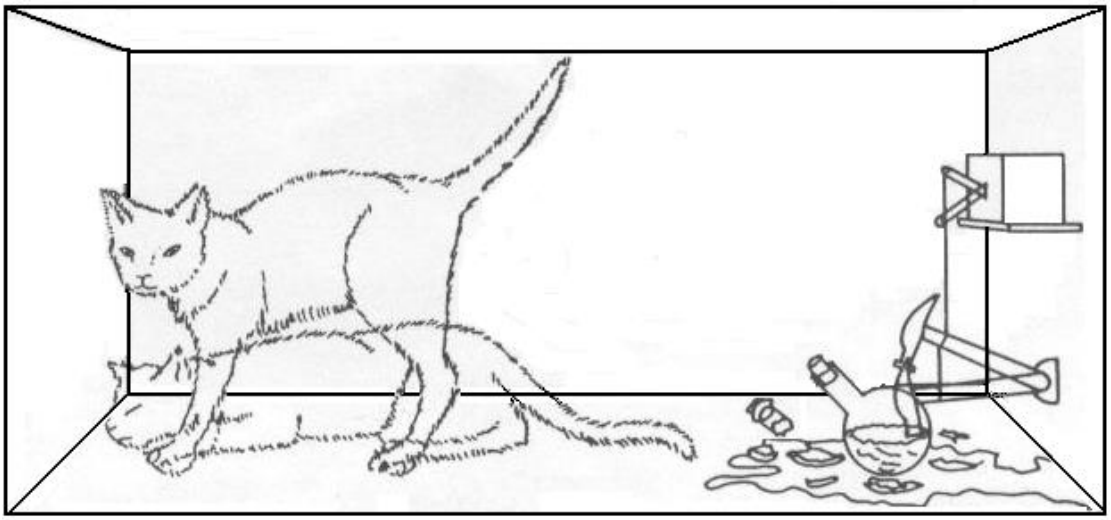
[270] - **Déterminisme**

توصیفی از واقعیت را قبول نداشت. برای وی، گربه یا باید مرده باشد یا زنده. صحبت از گربه ای بین مرگ و زندگی که نمی تواند تصمیم بگیرد زنده بماند یا بمیرد تا زمانیکه مشاهده گری وارد اتاق شود، بنظر او حماقت محض است. مشکلات به همین جا ختم نخواهد شد. حتی اگر نقش مهم مشاهده گر را قبول نمائیم، حتی اگر بپذیریم که او قادر است سرنوشت گربه ها و جریان الکترونها را تعیین نماید ولی چه پیش خواهد آمد اگر موضوع مورد بحث، خود کیهان باشد؟ بموجب تعریف، کیهان شامل همه چیز است. بنابراین، کیهان نمی تواند ناظری را در بیرون خود داشته باشد (مگر خدای تعالی: این مسئله در فصل آینده به تفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت). آیا باید نتیجه گیری نمود کیهان در اثر عدم وجود ناظر خارجی، بمانند اتاق بسته توام با ابهام بوده که در آن تنها یک واقعیت وجود نداشته بلکه ترکیبی از واقعیت های مختلف که همگی معتبرند وجود خواهد داشت؟ این فرضیه نمی تواند فرضیه درستی باشد: اشیاء و موضوعات اطراف ما همگی از واقعیتی منحصر و مشخص برخوردارند. ابهامات اتمی نمی تواند به زندگی روزمره ما وارد شوند.

برای حل چنین مشکلات و اجتناب از معلق گذاشتن گربه ها بین مرگ و زندگی، فیزیکدان آمریکایی "هوگ اورت"[۲۷۱] در سال ۱۹۵۷، فرضیه کیهان های موازی* را پیشنهاد نمود. بموجب فرضیه او، هر بار که عملی باید انجام شود، انتخابی صورت گیرد یا تصمیمی گرفته شود، کیهان به دو کپی تقریبا" یکسان تقسیم خواهد شد. در یک کیهان گربه از بین رفته و در کیهانی دیگر، گربه زنده است. هر دو کیهان واقعی خواهند بود. هر دو دارای ناظرانی خواهند بود که دو برابر شده اند. این کیهان ها کاملا" از یکدیگر مجزا می باشند: مشاهده گران در یک کیهان هرگز نخواهند توانست حوادثی که در کیهان دیگر رخ می دهد را تجربه نمایند. در مورد الکترون که با پوشش لباس موجی خود در سالن رقص اتم به تلاطم مشغول است باید گفت فرضیه کیهانهای موازی وضعیت مشاهده شده را با کلیه وضعیت های دیگر در سطحی برابر قرار داده که در آن احتمال (محاسبه شده از طریق مجذور دامنه موج) صفر نخواهد بود. الکترون کلیه مکانها را اشغال خواهد نمود، مکانهای مشاهده شده یا نشده ولی هر مکان در یک کیهان موازی مجزا قرار خواهد داشت. بیننده یکی از این کیهان های متعدد را که در آن وضعیت الکترون کاملا" مشخص است انتخاب می نماید. با توجه به اینکه هر کیهان وضعیتی واقعی خواهد داشت، حضور بیننده ای خارجی، لازم جهت از میان برداشتن جریان کوانتمی، دیگر لزومی نخواهد داشت.

---

271 - **Hugh Everett**



شکل ۵۹: گربه ای معلق بین مرگ و زندگی یا پارادکس های مکانیک کوانتمی. مکانیک کوانتمی هرگونه واقعیت را در اصطلاح احتمالات تشریح می نماید. برخی از فیزیکدانان بزرگ از جمله اینشتاین چنین تفسیرهای غیر تقدیرگرا از جهان حقیقی را قبول ندارند. جهت مقابله با آن، فیزیکدان اتریشی، اروین شرودینگر وضعیت خاصی را در نظر گرفت : گربه ای در یک اتاق بسته با بطری شیشه ای سیانور محبوس شده است. شیشه سیانور در زیر چکشی قرار گرفته که بوسیله ماده رادیو اکتیو کنترل می شود. در اولین تجزیه ماده رادیو اکتیو، چکش سقوط کرده و شیشه سیانور را می شکند که با پخش شدن سیانور در هوای اتاق موجب مرگ گربه می گردد. به موجب قوانین مکانیک کوانتمی، ما دقیقا" نمی توانیم حدس بزنیم اولین تجزیه چه زمانی صورت خواهد گرفت. فقط می توانیم با احتمالات صحبت کنیم: در عرض یک ساعت، ۵۰٪ شانس وجود دارد که تجزیه صورت گرفته یا صورت نگرفته باشد. بدینصورت، در مورد گربه، آنچیزی را که می توانیم بگوئیم (بدون وارد شدن به اتاق) این است که در عرض یک ساعت، ترکیبی از ۵۰٪ گربه زنده و ۵۰٪ گربه مرده در اتاق وجود خواهد داشت. چنین تشریحی از واقعیت برای شرودینگر غیرقابل قبول بود. در برابر چنین پارادکس هایی بود که فرضیه کیهانهای موازی (یا متعدد) ظاهر گشت. بموجب این فرضیه در یک کیهان گربه از بین رفته و در کیهانی دیگر، موازی با کیهان اولی ولی مجزا از آن، گربه هنوز زنده خواهد بود.

بدون شک، شما به این فرضیه عجیب و غریب کیهانهای موازی ایراد گرفته و آنرا رد خواهید نمود و حق با شماست. این مسئله که بوالهوسی های تنها یک الکترون موجب تقسیم کیهان به کپی های بیشمار و مشابه شده که در آنها عقل و شعور و حتی شخصیت شما نیز کپی های فراوانی خواهند داشت، موجب طغیان شعور شما خواهد شد. ولی آیا در جهان عجیب و غریب مکانیک کوانتمی، شعور می تواند راهنمای خوبی باشد؟ بهر حال، تاکنون در لابراتورها، هیچ آزمایش و تجربه ای نتوانسته فرضیه کیهانهای موازی را رد نماید و تا زمانیکه آزمایش ضد آنرا ثابت نماید، نمی توان منکر آن شد. در واقع، هر وقت انتخابی صورت گرفته، تصمیمی گرفته و یا عملی انجام شود، کیهان می تواند به نمونه های بیشمار تقسیم گردد.

بمحض اینکه وضعیت یک اتم در ستاره ای در یک کهکشان که خود نیز در عظمت فضا گم شده است، تغییر یابد، جهان اطراف ما به دو کپی مشابه تقسیم می گردد. برخی از کیهان ها با کیهان ما تفاوت چندانی نخواهند داشت. تنها تفاوت آنها برای مثال می تواند وضعیت تنها یک الکترون در یک اتم باشد. برخی دیگر تفاوت های بیشتری دارند، برای مثال، از طریق تعداد گربه های زنده شان. کیهان های دیگری نیز می توانند وجود داشته باشند که برای مثال، در آنها، یهودا به حضرت عیسی خیانت نمی کند. کیهانی که در آن انقلاب فرانسه صورت نمی گیرد یا کیهانی که در آن فرانسه هنوز در نظام سلطنتی قرار دارد. کیهانی که در آن ناپلئون در جنگ واترلو شکست نمی خورد، کیهانی که در آن هیتلر هرگز وجود نداشت، کیهانی که در آن مارشال پتن پیمان متارکه جنگ را امضاء نکرد و غیره. کیهان های دیگری نیز وجود دارند که تفاوت هایشان بسیار اساسی است: آنها ثابت های فیزیکی مختلف، شرایط اولیه متفاوت و قوانین فیزیکی متغیری خواهند داشت. در این کیهانهای بی شمار، هر چیزی می تواند رخ دهد ولی در هیچ حالتی کلیه این کیهان های موازی که تفاوتشان یک الکترون باشد یا تمام قوانین فیزیکی، قابل دسترسی به تجربیات ما نخواهند بود. آنها همانند کیهان ما واقعی اند ولی درهای آنها همیشه بر روی ما بسته باقی خواهد ماند.

اگر این فرضیه کیهانهای موازی را قبول نمائیم دیگر بحث در مورد علل نهایی پیدایش کیهان و طرح و پروژه ای که موجب پیدایش انسان شده، بی مورد خواهد بود. دیگر دقت افسانه ای تنظیم ثابت های فیزیکی و شرایط اولیه حیرت آور نخواهند بود. این ثابت های فیزیکی و این شرایط اولیه از میان بینهایت انتخاب ممکن گزینش شده اند. اکثریت بسیار بزرگی از کیهانهای موازی در شروع ظهورشان شرایط لازم جهت ایجاد حیات را نداشته و تهی از ضمیر و آگاهی خواهند بود. در این کیهانهای ناپذیرا، هیچکس وجود نخواهد داشت تا از خود در مورد کیهان سئوال نماید. در کیهان ما به دلیل وجود پارامترهای حاصلخیز، ما وجود داریم و قادریم در مورد آن صحبت نمائیم. در این شرایط جدید، دیگر انسان هدف نهایی کیهان نیست (نکته اساسی اصل انسانی) بلکه فقط یک بیننده است و ویژگی های کیهان باید با هستی او سازگار باشد (نکته ضعیف اصل انسانی).

بنظر می رسد که واقعا" داستانی تخیلی را مرور می نمائیم. وجود این کیهانهای موازی هرگز به اثبات نخواهد رسید زیرا هرگز آنها را مشاهده نخواهیم نمود. با این وجود، فرضیه کیهانهای متعدد، بیش از پیش خود را در دورنمای علم فیزیک نمایان می سازد. برای "جان ویلر"[۲۷۲] ، فیزیکدان آمریکایی، کیهان از یکسری سیکل های بی شمار انبساطی و انقباضی عبور می نماید. بعد از هر انقباض که با دما و چگالی غیرقابل تصور همراه است، کیهان همانند سیمرغ که از خاکستر خود زاده می شود، تولدی دوباره یافته و سیکل انبساطی جدیدی را

[272] - **John Wheeler**

دنبال می نماید (شکل ۵۶)، ولی در هر سیکل جدید، کیهان با پارامترهای فیزیکی، شرایط اولیه و حتی قوانین فیزیکی متفاوت، حرکت انبساطی خود را آغاز می کند. اکثر این سیکل ها فاقد شرایط اولیه لازم برای ظهور شعور خواهند بود. سیکلی که ما در آن قرار داریم، بر اثر اتفاق، چنین شرایطی را کسب نموده و بهمین دلیل من در حال نوشتن این سطور و شما در حال خواندن آن هستید. "ویلر" فرضیه کیهانهای متوالی بی نهایت خود را جانشین فرضیه کیهانهای متعدد "اورت" می نماید. ولی هدف اصلی تغییر نمی یابد: کیهانهای بی نهایت با ثابت های فیزیکی، شرایط اولیه و قوانین فیزیکی می توانند به اختیار تغییر یابند و باز در اینجا، این کیهانها هیچکدام با یکدیگر رابطه ای نداشته و از یکدیگر مجزا می باشند. پایه های علمی کیهانهای سیکلی "ویلر" سست تر از فرضیه کیهانهای موازی "اورت" است : ما حتی نمی دانیم کیهان به میزان کافی حامل ماده خواهد بود تا بر روی خود فروپاشیده شود. در مورد آنچیزی که، در پشت دیوار پلانک در دما و چگالی بی نهایت فراوان، اتفاق خواهد افتاد نیز فیزیک کنونی ابزارهای لازم را در اختیار ندارد تا آنرا برایمان فاش سازد.

اگر بیاد داشته باشیم، زمانیکه در کتاب تاریخ کیهان، عصر تورمی را تشریح می نمودیم، فرضیه کیهانهای متعدد بصورت ضمنی خود را نشان داده بود. در چنین صحنه نمایشی، کیهان ما مانند توپی کوچک در توپ عظیم کیهانی جای کوچکی را اختیار نموده بود. این توپ عظیم کیهانی نیز به نوبه خود در کیهانهای عظیم دیگری قرار داشت. اگرچه شناخت ما از این لحظات کوتاه کیهان بسیار مختصر است ولی باید دانست فرضیه کیهانهای متعدد از فرضیه وحدت نیروها نشات می گیرد. این کیهانهای متعدد فقط جهت حل شبه تضاد (پارادکس) مکانیک کوانتمی (وضعیت کیهانهای اورت) یا تشریح تنظیم دقیق کیهان (حالت کیهانهای ویلر) بوجود نیامده اند، شاید بدون در نظر گرفتن این دو حالت، این فرضیه بتواند اعتبار بیشتری کسب نماید ولی مشکل مهم همانطور که قبلا" به آن اشاره شد این است که با توجه به عدم وجود هیچگونه رابطه ای بین کیهانها بویژه با کیهان ما، نتیجتا" اثبات وجود آنها بوسیله مشاهده غیرممکن خواهد بود.

تعریفی مجدد از " اتفاق"

در مورد " اصل انسانی *" چه باید گفت؟ تکذیب این مسئله که پارامترهای فیزیکی بطرز شگفت انگیزی جهت ظهور حیات و شعور تنظیم شده اند (بر اساس شیمی کربن) بسیار مشکل است. فیلسوف معروف "پانگلوس دو ولتر"[۲۷۳] می گفت : "همه چیز به بهترین شکل تنظیم شده بود تا شرایط ظهور ما فراهم گردد." در اینجا، شبح کپرنیک سر فرود خواهد آورد. ظهور و هستی ما، خود، رویدادی برجسته و حامل اطلاعات می باشد. اخترشناسی که

[273] - Pangloss de Voltaire

امشب کیهان را مشاهده می نماید میداند ویژگی های آن با هستی او در آمیخته و هر دو با هم سازگار می باشند. ولی آیا چنین شناختی به او کمک خواهد نمود تا قوانین اساسی کیهان را بهتر درک نماید؟ آیا اصل انسانی در شیوه علمی مکانی خواهد داشت؟ علم پیش بینی می کند، شرایط اولیه تعیین می شوند (برای مثال، وضعیت و سرعت توپی که به هوا پرتاب می شود)، قوانین فیزیکی اعمال می شوند (قانون گرانش عمومی نیوتون) و پیش بینی ها صورت می پذیرد (کجا و چه موقع توپ به زمین سقوط می نماید). این پیش بینی ها بوسیله محاسبات دقیق مورد اثبات واقعی می گردند. اصل انسانی عملکردی معکوس دارد. نتیجه این اصل از قبل شناخته شده است. ما می دانیم که وجود داریم. حال از این واقعیت، در مورد شرایط اولیه و اصول حکمفرما در کیهان، چه چیزی می توان نتیجه گیری نمود؟ آیا این اصل، اصلی است بی ثمر، عاری از هرگونه کیفیت پیش گویی، همانطوری که مخالفین آن مدعی می باشند؟

باید اعتراف نمود از زمان اعلام این اصل بوسیله براندون کارتر در سال ۱۹۷٤، اصل انسانی، کشفیات علمی قابل توجه ای را برایمان به ارمغان نیاورده است. بنظر من، این اصل بخودی خود نمی تواند حقایق بزرگ و مهمی را برایمان آشکار سازد ولی می تواند فهم و شعور ما را هدایت نموده و برای کشف اسرار طبیعت ما را در مسیر صحیحی قرار دهد. مثالی به ذهنم خطور می کند. در سال ۱۹۶۱، یعنی ۱۳ سال قبل از اعلام رسمی اصل انسانی بوسیله کارتر، "روبرت دیک"[۲۷٤] فیزیکدان آمریکایی پدیده عجیبی را کشف نمود. اوکشف نمود کیهان و ستارگان تقریبا" همسن بوده و عمر آنها هرکدام ده میلیارد سال است. "دیک" سریعا" دریافت این تلاقی عجیب نمی تواند اتفاقی باشد بلکه امری است لازم : کیهان باید به اندازه کافی مسن باشد تا زمان لازم جهت تولید کربن را در اختیار داشته باشد، تولیدی که لازمه هستی انسانها (بویژه فیزیکدانان) است. همانند هلیوم در دقیقه اول آفرینشش، کیهان نیز نمی توانست جلوتر رفته و تکامل یابد. کیهان باید منتظر اختراع ستارگان می شد تا آنها از طریق کیمیاگری آفریننده خود، محصول احتراق ستاره ای خود را در فضا پخش نمایند. یعنی کیهان باید چند میلیارد سال منتظر می ماند. بعلاوه، سن کیهان همچنن نمی تواند از طول عمر حیات یک ستاره بیشتر باشد. کیهان بسیار مسن فقط دارای اجساد ستاره ای، کوتوله های سفید*، ستارگان نوترونی* و یا سیاهچاله ها* خواهد بود. برای فیزیکدانان، در چنین کیهانی حیات میسر نمی باشد. عمر کیهان اتفاقی نیست بلکه بوسیله وجود و هستی ما تعیین شده است. "دیک" می توانست از چنین استدلالی بر ضد "نظریه ساکن*"[۲۷۵] که رقیب بزرگ نظریه انفجار بزرگ در دهه ۵۰ میلادی بود استفاده نماید. نظریه کیهان ساکن مدعی است کیهان بدون آغاز و بدون پایان بوده و سن آن در گذشته و در آینده

---

[274] - **Robert Dick**
[275] - **Steady State**

محدودیتی نخواهد داشت. در این نظریه، هیچگونه ارتباطی بین سن کیهان و سن ستاره وجود ندارد. "دیک" می توانست استدلال کند که شباهت بین ستارگان و کیهان دلیل محکمی برای وجود آغازی برای کیهان می باشد (او چنین استدلالی نکرد). در واقع، بیان این مطلب که نظریه انفجار بزرگ خوب است زیرا در آن حضور ما موجب تشریح تلاقی سن کیهان و ستارگان می گردد، مسلما" هیچکس را قانع نخواهد نمود. ولی تائید این مسئله که هستی ما پدیده ای بس شگفت انگیز است می تواند شعور و فهم ما را هدایت نموده و مشاهدات ما را متاثر سازد. در این راستا، چنانچه استدلال "دیک" جدی تلقی می شد شاید این مسئله می توانست تاریخ کشف یکی از بنیاد های اساسی نظریه بیگ بنگ یعنی کشف تابش برجا مانده را جلو می انداخت. اصل انسانی می تواند تفکرات ما را هدایت نماید ولی بهیچ وجه قادر نیست جانشین اصول فیزیکی که در طبیعت حکمفرماست گردد. اصولی که صحتشان از طریق مشاهدات به اثبات رسیده است.

"ژاک مونو" عقیده داشت تمامی تکامل کیهان که به انسان ختم شده همگی نتیجه شانس و اتفاق بوده و می توانست رخ ندهد. بیوشیمستی می گوید همه چیز اتفاق است: برخورد کوارک ها جهت تشکیل هسته اتمها، برخورد اتمها در قلب ستارگان برای تغذیه درخشندگی آنها، برخورد اتمها، نتیجه احتراق ستاره ای جهت تشکیل مولکولهای میان ستاره ای و سیاره ها، برخورد بین مولکولهای ارگانیکی برای ایجاد مارپیچ های حلزونی DNA. بشر از این زنجیره بلند اتفاقات خوب و خجسته بوجود آمده است ولی می توانست هرگز بوجود نیاید. فرضیه کیهانهای متعدد و موازی و اصل انسانی به عبارت " اتفاق" بعد دیگری داده اند که با نظر "مونو" از اتفاق متمایز است. اتفاق واقعی آن نیست که در برخورد ذرات، کوارک ها، اتم ها و مولکولها بوجود آید بلکه در انتخاب ثابت های فیزیکی و شرایط اولیه است. زمانیکه ثابت ها و شرایط اولیه تعیین گردند، ماده دیگر در خود بذر شعور را همراه خواهد داشت که مدیریت کیهانی آنرا مستقیما" به ما ختم خواهد نمود.

علم و " غایت گرایی"[۲۷۶]

فرضیه کیهانهای متعدد بی اعتمادی اخترفیزیکدان به غایت گرایی و جبرگرایی را افزایش داده و وجود "طرح" یا "پروژه ای" بزرگ برای کیهان را بی مورد تلقی می نماید. ولی هر بار که سنفونی "باخ" یا "موتسارت" گوشش را نوازش می دهد، هربار که گلهای آفتابگردان "وان گوگ" و سیب های زیبای "سزان"[۲۷۷] را تماشا می نماید یا اینکه در برابر رنگهای لطیف

---

[276] - **Finalisme**

[۲۷۷] – وان گوگ (Van Gogh) و سزان (Cézan)، دو تن از نقاشان و بنیانگذاران سبک امپرسیونیسم می باشند (مترجم).

و زیبای غروب خورشید شگفت زده می شود، شک و تردید مجددا" به او غلبه می کند: از خود می پرسد شاید گذشته از همه این نظریه های عجیب و غریب، واقعا" طرحی برای کیهان وجود داشته باشد . در واقع، قبول وجود یک طرح برای کیهان بدون هیچ مدرک و سندی، بمانند انکار آن بدون دلیلی محکم، شیوه ای غیرعلمی و دگماتیک محسوب می گردد. بعلاوه باید اشاره شود نظریه کیهانهای متعدد برای عقل سلیم چندان رضایت بخش نیست. چرا طبیعت باید دست به آفرینش چنین کیهانهای متعددی بزند تا فقط یکی از بین آنها بارور شود؟ چنین اسراف و زیاده روی با صرفه جویی و سادگی قوانین شناخته شده طبیعت در تضاد قرار می گیرد.

صحبت از یک "طرح" در واقع، صحبت از آفریننده ای متعال خواهد بود یعنی قادر تعالی. آمیختن خداوند و علم با یکدیگر از نظر برخی از دانشمندان نظیر "مونو" و "وینبرگ" کفر بزرگی است. این دانشمندان عقیده دارند شیوه علمی قادر نیست مستقیما" به سئوال وجود طرح یا قادر تعالی پاسخ دهد و آنها حق دارند چنین تفکری داشته باشند.

وجود خداوندبصورت اثبات قضیه ریاضی نیست. صحت وجود او از طریق مشاهدات تلسکوپی، تجربه در لابراتورها یا محاسبات کامپیوتری ثابت نمی شود بلکه وجود او بستگی به ایمان ما دارد. کشفیات جدید در زمینه کیهانشناسی، اساسی ترین و قدیمی ترین سئوالات را بطریقی نوین مجددا" مطرح ساخته و لازم است هرگونه تامل و اندیشه جدی در باره هستی خداوند این کشفیات جدید را در نظر گیرد. گذشته از هرچیز، سئوالاتی که کیهانشناسی مطرح می سازد بطریق شگفت انگیزی نزدیک به پرسش هایی است که موجب اشتغال ذهن علمای مذهبی می باشد. کیهان چگونه آفریده شده است؟ آیا زمان و فضا آغازی داشته اند؟ آیا کیهان پایانی نیز خواهد داشت؟ کیهان از کجا آمده و به کجا خواهد رفت؟ قلمرو خداوند، قلمروئی است اسرارآمیز و غیرقابل رویت، مکانی در بینهایت کوچک و بینهایت بزرگ. امروزه، این حوزه فقط در انحصار مذهبیون نیست بلکه دانشمندان نیز در آن وارد شده اند. علم با انباشت کشفیات، مناظر و چشم اندازها را دگرگون می نماید. علمای دینی نبایداز کنار این مسئله بی تفاوت عبور نمایند. باید که استدلال های مذهبی و فلسفی مربوط به هستی خداوند با چهره جدید علمی کیهان در مصاف هم قرار گیرند. در فصل بعدی، رو در رویی خداوند و کیهانشاسی مدرن را مورد مطالعه قرار می دهیم.

۸ – خداوند و "بیگ بنگ"

آیا وجود یک "علت اولیه" لازم است؟

یکی از استدلالاتی که همواره جهت اثبات وجود خداوند مورد استفاده قرار گرفته و توجه اکثر فیلسوفان و عالمان دینی در قرون مختلف، از افلاطون و ارسطو گرفته تا توماس آکین و امانوئل کانت، را به خود معطوف ساخته، اصل علیت یا تسلسل علل می باشد، یعنی اینکه هرچیزی دارای علتی است. زنجیره تسلسلی بینهایت از علل ممکن نیست و دیر یا زود باید به سببی اولیه ختم گردد که مسئول کلیه محتوی کیهان است. این علت یا سبب اولیه خداوند است.

بدون شک، چنین استدلالی بر اساس مفهوم غربی "زمان خطی"[۲۷۸] استوار می باشد. حادثه A به وقوع می پیوندد که موجب ایجاد B گشته و B نیز به نوبه خود C را بوجود می آورد و الا آخر. در برخی از فلسفه ها و مذاهب شرق نظیر بودائیسم، زمان خطی نیست بلکه سیکلی می باشد. حادثه A موجب B شده و سپسB ، حادثه C را بوجود می آورد و C نیز خود دوباره موجب بروز A می گردد و سیکل بر روی خود بسته شده و دیگر احتیاجی به علت اولیه نیست. باز در اینجا، شگفتی های مکانیک کوانتمی، چنین حالتی را مد نظر قرار می دهد. در واقع، در دهه ۱۹۶۰، یک نظریه فیزیکی مدعی شد که هیچ ذره بنیادی وجود ندارد بلکه هر ذره ترکیبی است از ذرات دیگر و در هر ذره، مقدار کمی از ذرات دیگر وجود دارد. A ترکیبی است از B و C، ذره B از A و C و ذرهC از A و B. اکنون، این نظریه دیگر مورد توجه نیست زیرا نظریه سلسله مراتب ذره ای بمراتب بهتر با طبیعت اطراف سازگار می باشد : ماده از مولکولها تشکیل شده، مولکولها از اتمها، اتمها از الکترونها و هسته اتمها، هسته اتمها از پروتونها و نوترونها و آنها نیز به نوبه خود از کوارک ها تشکیل شده اند. تسلسل تا نظمی جدید در اینجا متوقف می شود.

جریان کوانتمی استدلال اصل علیت را بمیزان فراوانی بی اعتبار نموده است. در جهان میکروسکپی ذرات بنیادی، روابط سببی و جبرگرایی وجود ندارد. همانطور که دیدیم، ذرات نامرئی می توانند با قرض گرفتن انرژی از بانک طبیعت بطور ناگهانی و غیرقابل پیش بینی ظاهر گردند. شناخت دقیق از محل و زمان ظهور آنها غیرممکن است. فقط میتوان از طریق احتمالات حضور آنها را در اینجا یا آنجا پیش بینی نمود. شانس حضور آنها بیشتر در فضای خمیده مملو از انرژی در مجاورت شعاع غیرقابل برگشت سیاهچاله ای در راه شیری است

---

[278] - Temps Linéaire

تا در فضای مسطح اتاقی که شما در حال خواندن این کتابید. با این حال، به لطف شعبده بازی مکانیک کوانتمی، احتمال ظهور یک ذره نامرئی در دست شما صفر نخواهد بود. دلیل دقیق وجود این ذرات نامرئی مشخص نیست و رفتار و عملکرد آنها را نمی توان از قبل تعیین نمود.

همانطور که قبلا" مشاهده شد، فیزیکدانان معتقدند آنچیزی که برای ذرات بنیادی صحت دارد برای کیهان در لحظات اولیه ظهورش نیز صادق است. جریان کوانتمی به زمان، فضا و سپس کیهان اجازه می دهد تا بصورت آنی از خلاء ظاهر شوند. در زمان پلانک ($۱۰^{-۴۳}$ ثانیه)، ابعاد کیهان ما معادل $۱۰^{-۳۳}$ سانتیمتر بود، یعنی ۱۰ میلیون میلیارد میلیارد برابر کوچکتر از یک اتم و مکانیک کوانتمی که در جهان میکروسکپی حکمفرمایی می کند، می توانست عملکرد خود را آغاز نماید. با قبولی عمل مکانیک کوانتمی، جهان دیگر احتیاجی به "علت اولیه" نخواهد داشت. کیهان از طریق نوسانات کوانتمی ظاهر می گردد. با ظهور کیهان در اولین اجزاء ثانیه، تورم موجب افزایش ابعادش شده و کوارک ها، ضدکوارکها وارد صحنه نمایش می شوند و کیهان مدیریت تکامل آنها را تا رسیدن به ما بعهده خواهد گرفت. مدیریت کیهان بوسیله قوانین فیزیکی و بیولوژی هدایت می گردد. این تشریح آفرینش کیهان بطرز عجیبی شباهت به آفرینش از "نیستی"[۲۷۹] دارد که در برخی از مذاهب به آن اشاره شده است. تنها فرق بزرگ این است که در ظهور کیهان بوسیله جادوی جریان کوانتمی، بنظر می رسدکه به علت اولیه و هستی خداوند احتیاجی نباشد. ظهور کیهان از نقطه نظر مکانیک کوانتمی فقط یک روند خالص فیزیکی است.

خدا و زمان

مکانیک کوانتمی اصل علیت را نفی می کند ولی کارش هنوز به پایان نرسیده است. زمانیکه منظور کیهان می باشد، اصل علت و معلول نیز مفهوم عادی خود را از دست می دهد. اصل علت و معلول بر اساس هستی زمان بنا شده است: علت همیشه قبل از معلول می آید. پدر و مادر قبل از طفل می آیند و نه برعکس. زمان از علت به معلول جریان می یابد. باری، فیزیک مدرن عقیده دارد زمان و فضا همراه با کیهان در یک زمان آفریده شده اند. این عقیده چندان جدید نیست: "سنت آگوستن"[۲۸۰] در قرن چهارم میلادی می گفت جهان در زمان آفریده نشده بلکه با زمان بوجود آمده است. بنظر وی، این عقیده که خداوند بعد از مدت زمانی بینهایت تصمیم به آفرینش کیهان گرفته است، عقیده نادرستی است. بنابراین، این جمله چه معنایی خواهد داشت : "و خداوند کیهان را آفرید" اگر زمان هنوز وجود

---

[279] -Ex nihilo
[280] - Saint Agustin

نداشت و با کیهان آفریده شده بود؟ عمل آفرینش فقط در زمان مفهوم خود را بدست می آورد. تفکر اینکه قبل از انفجار بزرگ چه چیزی وجود داشت یا اینکه خداوند قبل از کیهان وجود داشته، عبارتی است نامربوط. "قبل" هیچ مفهومی ندارد زیرا زمان هنوز ظاهر نشده بود.

جهت اجتناب از چنین تضادهای منطقی، برخی از فیزیکدانان نظریه های عجیب و غریبی را ابداع نموده اند. فیزیکدان آمریکایی، جان ویلر (مخترع کیهان سیکلی) پیشنهاد می کند ترتیب علت و معلول معکوس شود: یعنی اینکه علت اول نباید بلکه بعد از معلول قرار گیرد. از این نقطه نظر، کیهان محتاج روح آفریننده نبوده بلکه این انسان است که مسئول ظهور کیهان خواهد بود. با ارتباطی نهانی و سببی بین انسان و کیهان که در جهت عکس جریان معمولی زمان عمل می نماید، هستی ما موجب ظهور کیهان خواهد شد. این همان اصل انسانی است ولی در مفهوم افراطی اش. اکثر فیزیکدانان این نظریه را رد می نمایند ولی برخی نظریه علیت معکوس را قبول دارند. بعضی از ذرات که "تاچیون"[۲۸۱] نامیده شده و سریعتر از نور حرکت می نمایند می توانند گذشته را متاثر نمایند. خوشبختانه برای سلامتی روان ما، این ذرات فقط در تصورات فیزیکدانان قرار دارند. در برخی شرایط، مکانیک کوانتمی (بازهم او!) ظاهرا" باعث می شود عمل مشاهده بتواند شرایط گذشته را تعدیل نماید ولی این پدیده ها در سطح میکروسکپی ظاهر گشته و عملکردشان در مقیاس ماکروسکپی یعنی کیهان حتمی و قطعی نیست.

ایده "خدا در زمان" موجب بروز مشکلات تفهیمی دیگری خواهد شد. گذشت زمان همراه با تغییرات است ولی آیا می توان از خداوند تغییرپذیر صحبت نمود، خداوندی که علت اولیه تمامی تغییرات کیهان است؟ از سوی دیگر، همانطور که اینشتاین مدعی بود، زمان عمومیت ندارد. زمان از یک نقطه کیهان تا نقطه دیگر متغیر است. زمان نزدیک به سیاهچاله با زمان روی زمین متفاوت است. زمان انعطاف پذیر بوده و به اختیار انسان تغییر می یابد. با فشار بر پدال گاز، زمان کند می شود. اگر کیهان بر روی خود فروپاشد جهت زمان می تواند تغییر یابد و حتی متوقف شود. خدایی که در زمان وجود داشته باشد، قادر مطلق نخواهد بود. در این حالت، او شامل تغییرات زمان ناشی از سیاهچاله ها، ستارگان نوترونی یا دیگر حوزه های گرانشی و یا عملکردهای انسان خواهد شد و بدینصورت، قدرت کامله او پایان می پذیرد.

راه حل برای این مشکلات عبارت خواهد بود از خداوندی خارج از زمان. خدای فائق بر زمان. ولی این عقیده نیز با مشکل مواجه خواهد شد: چنین خدایی، بسیار دور از ما، عام و غیرشخصی، دیگر به کمک ما نخواهد شتافت. خدایی که بوسیله نیازها و دعاهایمان به او متوسل می شویم، خدایی است که احساسات ما را درک می نماید، خدایی که از پیشرفت اخلاقی انسانها می تواند خرسند شود، می تواند تصمیم بگیرد دعاهای ما را مستجاب نماید و

---

[281] - **Tachyon**

یا برعکس ما را تنبیه کند، می تواند آینده ما را طرح ریزی نموده و آنرا تغییر دهد، خلاصه، خدایی که فعالیت های زمانی دارد یعنی فعالیت هایی که در زمان جریان می یابند. خدایی خارج از زمان نمی تواند به یاری ما بشتابد. از سوی دیگر، اگر خدا اعلی تر از زمان باشد بنابراین آینده برایش شناخته شده است. چرا باید از جدال انسان بر ضد گناه و بدی نگران باشد؟ نتیجه این جدال از قبل برایش شناخته شده است. خدای خارج از زمان، نمی اندیشد زیرا اندیشیدن و تفکر، خود، فعالیت زمانی محسوب می گردد. با گذشت زمان، شناخت خداوند تغییر نخواهد نمود. خداوند باید پیشاپیش از تمامی تغییرات ناشی از زمان، از کوچکترین اتم گرفته تا کیهان با تمامی عظمتش، شناخت داشته باشد.

بدینصورت، فیزیک مدرن دو انتخاب را ارائه می نماید: خدای شخصی ولی بدون قدرت مطلق یا خدای قادر مطلق ولی غیرشخصی. انعطاف پذیری زمان از وجود خدای شخصی و قادر مطلق جلوگیری می نماید.[۲۸۲]

خداوند و پیچیدگی

چه کسی از بین ما تاکنون از شنیدن موسیقی زیبا، تماشای یک شاهکار نقاشی، دیدن زنی دلربا یا رویت منظره ای دلکش، لذت نبرده است؟ در این لحظات ممتاز، بهیچ وجه نمی توانیم قبول نمائیم کیهان تهی از معنا و بدون طرح است. با خود می اندیشیم اینهمه زیبایی و پیچیدگی نمی تواند ثمره اتفاق خالص باشد و باید که برای آنها روح آفریننده ای وجود داشته باشد. با چنین استدلالی طبعا" بطور غریزی و فطری به دلائل مذهبی هستی خداوند نزدیک می شویم. فقط آفریننده است که می تواند مسئول طبیعتی اینچنین پیچیده و اینچنین دقیق باشد. اسقف اعظم انگلیس، "ویلیام پالی"[۲۸۳] در سال ۱۸۰۲ نوشت : " اگر من در حال گردش به تکه سنگی برخورد نمایم در مورد مبداء و سرچشمه آن از خود سئوال نخواهم نمود. این سنگ می تواند از قرنها پیش در آنجا قرار داشته باشد ولی اگر اتفاقی به ساعتی که بر روی زمین افتاده برخورد نمایم، بخود خواهم گفت این کار ساعت ساز است." سازمان و پیچیدگی ساعت دلیلی است به وجود یک ساعت ساز. بهمین صورت، سازمان، نظم و پیچیدگی کیهان نمایانگر هستی یک خدای ساعت ساز است. این استدلال، بدون شک، بسیار قانع کننده است. متاسفانه، علم مدرن کاملا" با این نتیجه گیری موافق نیست. علم مدرن مدعی است سیستم های بسیار پیچیده می توانند نتیجه تکاملی کاملا" طبیعی بر اساس قوانین فیزیکی و بیولوژی باشد که بهیچ وجه لازمه ذکر یک خدای ساعت ساز نیست. پیچیدگی الزاما" احتیاج به آفریننده طرح را مطرح نمی نماید. در کتاب تاریخ کیهان، دیدیم

---

[282] - **P. Davies, God and the New physics, Simon and Schuster, 1983.**
[283] - **William Paley**

که کیهان از حالت اولیه بسیار ساده بعد از ۱۵ میلیارد سال با استفاده از قوانین فیزیکی و بیولوژی توانست فرشی کیهانی از کهکشانها را تشکیل دهد و در یکی از این کهکشانها نیز شعور و هستی را ایجاد نماید. علم مدرن می گوید کیهان زمانیکه بوجود آمد جهت توسعه پیچیدگی اش احتیاج به هیچ نیروی خارجی نداشت. در نگاه اول، این ادعا می تواند در تضاد شدیدی با دومین قانون ترمودینامیک قرار گیرد. این قانون می گوید اغتشاشات کل کیهان همواره باید در حال افزایش باشند. باید کلیساهای زیبا بتدریج به ویرانه تبدیل شوند، گلها پژمرده شوند، اشیاء و موجودات زنده در طول زمان کهنه و مسن شده و از بین بروند، باید که زمان با هرچیز زیبا در تضاد قرار گیرد و نظم و سازمان به بی نظمی و هرج و مرج تبدیل گردد. در حالیکه برعکس، حیات یعنی این حالت از سازمان و پیچیدگی اعلاء از خلاء ای مملو از انرژی گرانشی با مقیاس پیچیدگی در حد صفر، بوجود آمد، یعنی در واقع، ظهور حیات با قوانین فیزیکی در تضاد قرار می گیرد.

ولی همانطور که قبلا" دیدیم، این پارادکس بزرگی نیست. اگر شما از تمامی نظم ها و بی نظمی های کیهان فهرستی تهیه نمائید[۲۸٤]، بی نظمی بر نظم فائق آمده و همواره در حال رشد خواهد بود. ترمودینامیک مخالف این نیست که در برخی از مکانهای خاص و ممتاز، نظم ایجاد گردد، ساختار بوجود آید، پیچیدگی ظاهر شود و شعور آفریده شود به شرطی که در مکانهای دیگر آنقدر بی نظمی ایجاد گردد که نظم قبلی را جبران نموده و مجموع نظم و بی نظمی همواره به نفع این آخری شود. نظمی که از طریق ایجاد حیات در روی زمین بوجود آمده بوسیله بی نظمی بسیار فراوان ایجاد شده خورشید که اتمهای هیدروژن را به انرژی، نور و حرارت تبدیل می نماید جبران می شود. تمامی ساختارهای کیهان، کهکشانها یا سیارات ، همگی هستی خود را مدیون دو عامل می باشند: انبساط کیهان و ایجاد بی نظمی و اغتشاش بوسیله ستارگان. انبساط کیهان لازمه سردکردن تابش برجا مانده است و موجب ایجاد عدم تعادل بین دمای ستارگان و فضای اطرافشان می گردد. این عدم تعادل بنوبه خود باعث می شود ستارگان بی نظمی تولید نمایند. ستارگان نور بی نظم و گرم خود را در نور سردتر اطراف خود منتشر می نمایند. بی نظمی از نور گرم با نور سرد ارتباط برقرار می نماید و بی نظمی کل افزایش یافته و مکانهای سازمان یافته و منظم میتوانند ایجاد گردند بدون اینکه به قانون دوم ترمودینامیک خدشه وارد شود. از سوی دیگر، انبساط کیهان لازمه هستی ستارگان می باشد. این انبساط است که با رقیق نمودن کیهان، واکنشهای هسته ای بنیادی* را به هسته های اتمی بسیار سبک محدود نموده و موجب شد در عرض ۳ دقیقه اول آفرینش کیهان، سه چهارم جرم باریونیک (پروتونها و نوترونها) به هیدروژن و بقیه به هلیوم تبدیل گردند. بدون انبساط، کیهان تمامی ماده ها را به آهن تبدیل می نمود و

---

[۲۸۴] – محاسبه بی نظمی از نظر کمی بوسیله عاملی صورت می گیرد که فیزیکدانان آنرا آنتروپی* می نامند.

بدینصورت، دیگر ذخیره هیدروژن که موجب تغذیه احتراق و بی نظمی ستارگان می شد، نمی توانست وجود داشته باشد. بدون این بی نظمی، نظم، حیات و شعور نیز ظاهر نمی شدند! بدینصورت، پیچیدگی و سازمان می توانندخودبه خود در کیهانی در حال انبساط ایجاد گردند. در اینجا نیز علم مدرن مدعی است کمک خداوند سازمان دهنده لازم نیست.

خداوند و حیات

قبول آنچیزی که گفته شد برایتان مشکل است و می گوئید، فرض کنیم ساختارهای کیهان عللی طبیعی داشته باشند و احتیاجی به دخالت خدا نباشد ولی در مورد حیات چه باید گفت؟ آیا ایجاد حیات مستلزم علتی فوق طبیعی یعنی خدا نیست؟ گذشته از هرچیز، انسان فقط ترکیبی از ۳۰ میلیارد میلیارد میلیارد ذره بی جان است. مجموع ذرات بی شمار بی جان نمی تواند مولد موجودی جاندار باشد. اگر انسانها، حیوانات و گیاهان جاندارند به این دلیل است که خداوند به ترکیب اتمها چیزی اضافه افزوده است که همان حیات می باشد.

استدلال فوق این مسئله را در نظر نمی گیرد که کل هرچیز می تواند بزرگتر از مجموع اجزاء انفرادی آن باشد که کل می تواند در مقیاس ماکروسکپی خصوصیاتی را کسب نماید که در مقیاس میکروسکپی غایبند. شما بدون شک یک تابلوی نقاشی نقطه نقطه ای "ژرژ سورا " [۲۸۵] را ستایش خواهید نمود. اگر نقطه های رنگی بی شمار این تابلو را بصورت انفرادی تماشا نمائید، چیزی از تابلو دستگیرتان نخواهد شد. فقط با عقب رفتن و تماشای تابلو در تمامی وجودش است که شخصیت ها و مناظر تابلو شکل گرفته و معنایی را کسب می نمایند. بهمین طریق، نت های موسیقی بصورت جداگانه مفهومی نخواهند داشت و فقط زمانیکه در یک سنفونی جمع آوری شده و بوسیله نابغه ای نظیر بتهوون یا موزار نواخته می شود بگوش ما زیبا جلوه خواهد نمود.کلمات یک فرهنگ لغات، سرد و بی روح اند ولی زمانیکه بوسیله "رمبو"[۲۸۶] و یا "بودلر" بصورت شعر سروده می شوند ما را عمیقا" متاثر می نمایند. کل دارای کیفتی است که اجزاء از آن بی بهره است. بهمین طریق می توان تصور نمود اتمهای کاملا" بی جان که بوسیله قوانین فیزیکی کاملا" طبیعی با یکدیگر ترکیب می شوند بعد از گذشت سطح معینی از پیچیدگی و نظم، مولد حیات خواهند بود. حیات نتیجه پدیده ای "جمعی"[۲۸۷] است. مفهوم حیات را نمی توان به مجموعه ای از سلولها، مارپیچ های حلزونی DNA یا زنجیره های اتمی تقلیل داد.

---

[۲۸۵] – به پاورقی شماره ۱۵۳ مراجعه شود.

[۲۸۶] –آرتور رمبو (**Arthur Rimbaud**) و شارل بودلر (**Charles Baudlaire**) دو شاعر معروف قرن نوزدهم فرانسه.

[287] - **Holistique**

روندی که اتمهای بی جان را به حیات رسانده هنوز برایمان روشن نیست. شناخت ما در این باره بسیار ناچیز است. اتمها باید به چه درجه ای از پیچیدگی و سازمان رسیده باشند تا حیات ظاهر گردد؟ از طریق فیزیک و شیمی چگونه باید به این درجه از پیچیدگی رسید؟ همانطور که دیدیم، احتمالا" حیات تکامل خود را در آتمسفر اولیه زمین شروع نمود. در سال ۱۹۵۳، شیمی دانان آمریکایی " استانلی میلر"[۲۸۸] و "هارولد اوری"[۲۸۹] ، در آزمایشی بسیار معروف، آتمسفر اولیه زمین را در آزمایشگاه ایجاد نمودند یعنی ترکیبی از آمونیاک، متان، هیدروژن و آب را در برابر تخلیه الکتریکی قرار دادند تا شرایط گردابهایی که ٤/۶ میلیارد سال پیش در زمین وجود داشت را ایجاد نمایند. بعد از چند روز، مولکولهای اساسی حیات یعنی اسیدهای آمینه ظاهر شدند. "میلر" و " اوری" برای دستیابی به اسرار حیات در مسیر خوبی قرار گرفته بودند ولی از اسیدهای آمینه تا مارپیچ های حلزونی DNA راه فراوانی در پیش بود. سرچشمه حیات یکی از بزرگترین معماهای علمی باقی مانده است. تنها چیزی که می توان گفت این است سرچشمه حیات با قوانین طبیعی ناسازگار نیست و می تواند بدون دخالت الهی نیز صورت پذیرد.

خداوند و شعور

زمانیکه حیات ایجاد گردید می تواند سرعت گرفته و به شعور، ضمیر، خرد و روح منتهی گردد. ۳/۵ میلیارد سال قبل، اولین اشکال حیات یعنی اولین سلولهای زنده بر روی زمین ظاهر شدند. در مدت تقریبی ۳ میلیارد سال یعنی تقریبا" سه چهارم زمان سپری شده از ایجاد اولین شکل حیات تا به امروز، تکامل بسیار کند بوده و حیات در مرحله تک سلولی باقی ماند. سپس در کمتر از یک میلیارد سال، تکامل سرعتی فراوان به خود گرفت: حیوانات چند سلولی (نرم تنان، ماهی ها، خزندگان، پستانداران) زمین را مملو از خود ساختند. بعد، در مدت کمتر از ۱۰۰ میلیون سال، سه نوع جاندار ، با هوشی ابتدایی، ظاهر می شوند: میمونها، دولفین ها و موش ها. و سرانجام، در حدود ۲ میلیون سال پیش، انسان اولیه[۲۹۰] دارای ضمیر و روح ظاهر می گردد.

تعیین اینکه در چه مرحله دقیقی از زمان، ضمیر و آگاهی ظاهر شده است، کاری است بسیار مشکل. بنظر می رسد اورانگ اوتان ها، گوریل ها و شمپانزه ها می توانند احساسات انسانی نظیر عشق، درد و خوشحالی را تجربه نمایند. حتی امکان دارد که آنها قادر به تکلم نیز باشند. ولی آیا قادر به انجام تجربه خواهند بود؟ بهر حال، هیچگاه آنها را در حال ترکیب

---

[288] - Stanley Miller
[289] - Harold Urey
[290] - Homo Sapiens

سنفونی، نوشتن رمان، نقاشی کردن، مجسمه ساختن و ... نخواهیم دید. سئوال مجددا" مطرح می گردد: آیا ضمیر و آگاهی ملزم به دخالت الهی می باشد؟ آیا برای بدنی متشکل از میلیاردها اتم، جوهر ذات لازم است؟ آیا باید به مغزی مرکب از میلیاردها نوترون، روحی را پیوند زند؟

در اینجا دوباره باید گفت این سئوالات نامفهومند. مطرح نمودن سئوالات بطریق فوق صحیح نیست زیرا موجب می شود مفاهیم متعددی که در سطوح مختلف قرار دارند با یکدیگر ادغام شده و نتایج اشتباهی را بوجود آورند. صحبت از اتمهای یک جسم یا نوترونهای یک مغز بمانند صحبت از نتهای موسیقی یا کلمات فرهنگ لغات است. بحث از حیات و شعور در مقیاس دیگری قرار می گیرد و تشریح آنها باید در سطح کلی صورت پذیرد، صحبت از آن بمانند صحبت از ملودی یک سنفونی خواهد بود. جسم و روح مفاهیمی نیستند که بتوان آنها را از نقطه نظر تشریحی در یک سطح قرار داد. برابر دانستن آنها (همانطور که "دکارت" با صحبت از دوگانگی جسم و روح آنها را برابر می دانست) منجر به مطرح شدن سئوالات متعدد مبهم خواهد شد نظیر : مکان روح در زمان و در فضا کجا می باشد؟[۲۹۱] زمانیکه جسم هنوز آفریده نشده، روح آن در کجا قرار دارد؟ بعد از نابودی جسم، روح به کجا خواهد رفت؟ آیا خداوند دارای ذخیره ای از روح است که از آن برای پیوند زدن به اتمها استفاده می نماید؟ این سئوالات همگی مبهم و نامفهومند، زیرا روح و جسم دو جوهر مادی متمایز نیستند بلکه هرکدام در بردارنده دیگری است. نمی توان از آنها، زمانیکه در یک مقیاس قرار می گیرند، صبحت نمود.

در مقیاسی متفاوت، زمانیکه تکامل به سطح معینی از پیچیدگی و سازمان دهی می رسد، امکان ظهور طبیعی ذات وجود خواهد داشت. این نتیجه گیری نتایج خوشایندی را برایمان به ارمغان نخواهد آورد. در این راستا، مغز فقط بصورت ماشینی متفکر تلقی خواهد شد، مجموعه ای از اجزاء یک جامعه کوچک و روابط در داخل این جامعه است که روح نامیده می شود.[۲۹۲] معنای این نتیجه گیری این است که ماشین ها نیز اگر به اندازه کافی پیچیده و کامل شوند قادر خواهند بود احساس و تفکر داشته و دارای قلب شوند. البته اگرچه ظرفیت عقلانی ماشین های متفکر کنونی در بسیاری از زمینه ها انسان را پشت سر گذاشته است (محاسبات آنها بسیار سریع و بدون اشتباه بوده و می توانند در شطرنج ما را شکست دهند) ولی ظرفیت احساسی آنها هنوز بسیار محدود مانده است: آنها خیلی خوب نمی بینند، مخاطب خود را بسختی تشخیص می دهند و فقط تا ۱۰.۰۰۰ لغت را درک می نمایند آنهم بشرطی که بسیار آهسته با آنها صحبت شود. ولی این ماشین های متفکر فقط در

---

[۲۹۱] – دکارت عقیده داشت روح در مغز قرار دارد و تیارد دو شاردن (Teihard de Chardin) معتقد بود ذات و شعور در تمامی اتمهای بدن توزیع شده اند، عقیده ای که هیچ اساس تجربی نداشت.

[292] - M. Minsky, La Société de l'esprit, Inter Edition, 1988.

حدود ۱۵ سال است که بوجود آمده اند و پیچیدگی آنها قابل مقایسه با حشرات است در حالیکه انسان محصول میلیونها سال تکامل می باشد. این رویای ماشین های متفکر در آینده شاید چندان مسرت انگیز نباشد ولی امکان ظهورش در آینده از طریق علم هوش مصنوعی کنونی رد نمی شود.

خداوند و موجودات فضایی

اگر این فرضیه را قبول نمائیم که حیات و شعور بطور طبیعی و بدون هیچ دخالت الهی در زمین بوجود آمده است باید امکان وجود اشکال دیگر هستی را نیز در کیهان قبول نمائیم. گذشته از هرچیز، کیهان قابل رویت کنونی دارای ۱۰۰ میلیارد کهکشان است که هر کهکشان خود، دارای ۱۰۰ میلیارد ستاره می باشد. اگر هر ستاره نظیر خورشید خودمان دارای ۱۰ سیاره باشد، جمعیت کل کیهان را می توان به ۱۰۰.۰۰۰ میلیارد میلیارد ($۱۰^{۲۳}$) سیاره تخمین زد. چرا تنها سیاره ما (زمین) باید دارای حیات باشد؟ بنظر می رسد از نقطه نظر وجود حیات، زمین تنها سیاره منظومه شمسی است که چنین خصوصیتی را داراست. اکتشاف مریخ بوسیله سفاین فضایی آمریکایی "وایکینگ"[۲۹۳] که بعد از زمین، مساعدترین سیاره برای ظهور حیات می باشد، هیچگونه آثاری از حیات را گزارش ننموده است. چرا سطوح مختلف پیچیدگی و تکامل فقط در سیاره زمین صورت پذیرفت؟ در این مورد بحث و جدل فراوان است. می توان پاسخ داد شاید ما هنوز تکنولوژی یا شناخت لازم را کسب نکرده ایم تا بتوانیم پیامهای میان ستاره ای موجودات فضایی را کشف نمائیم یا اینکه موجودات فضایی فعلا" مایل نیستند با ما ارتباط برقرار سازند یا اینکه آنها از مسافتهای دور ما را تحت نظر دارند نظیر بازدیدکنندگان از باغ وحش که حیوانات را در داخل قفس مشاهده می نمایند. فقدان مدرکی دال بر هستی آنها نمی تواند دلیلی بر عدم هستی شان تلقی شود.

در هر حال، وجود تمدن های دیگر می تواند سئوالات مهم مذهبی را، بویژه از نقطه نظر مذهب مسیحی، مطرح نماید. همانطور که می دانیم، در مذهب مسیحی، همگی ما وارث گناهی هستیم که اعقاب ما یعنی آدم و حوا مرتکب شده اند. موجودات فضایی سیاره ای دیگر، چنین میراثی نخواهند داشت. آیا آنها عاری از گناه اولیه خواهند بود؟ از سوی دیگر، خداوند، پسر خود، حضرت عیسی را به زمین فرستاد تا تبار انسانی را کمک نماید. آیا حضرت عیسی های دیگری برای سیارات دیگر که احتمالا" از تمدن برخوردارند نیز وجود خواهد داشت؟ این سئوالات که در ظاهر بی معنی بنظر می رسند با اینحال اگر فردا با تمدنی از سیارات دیگر ارتباط حاصل نمائیم، همگی با اهمیت تلقی خواهند شد و حکیمان کلام الهی باید با آنها جدی برخورد نمایند. "جوردانو برونو" چنین سئوالاتی را در سال ۱۶۰۰

[293] - Viking

میلادی مطرح می نمود. او به کیهانی نامحدود دارای بینهایت جهان های مسکونی و با بینهایت اشکال زندگی که همگی عظمت و شکوه خداوند را تمجید می نمودند، اشاره می کرد ولی کلیسا بجای حل مشکل ترجیح داد او را بسوزانند.

شرط نهایی

کیهانشناسی مدرن عقاید ما در مورد طبیعت زمان و فضا، مبداء و ماده، حیات و شعور، نظم و اغتشاش، علت و معلول و جبرگرایی را بطور عمیقی تغییر داد. کیهانشانسی مدرن انگشت بر مطالبی گذاشت که برای مدتهای مدید در انحصار مذهب می بود و این مطالب را بطریقی نوین مطرح ساخت. کیهانشناسان و اخترشناسان با سلاح قوانین فیزیکی و ریاضیات در برابر علمای مذهب صف آرائی نمودند.

به نگاه اول، بنظر می رسد فیزیک کنونی الزام وجود خداوند را از میان برداشته است. بنظر می رسد که دو دلیل اصلی که نمایانگر هستی الهی بودند قدرت خود را از دست داده اند. استدلال علت اولیه بی مورد است زیرا جریان کوانتمی جبرگرایی را در جهان میکروسکپی از میان برداشته است و استدلال خداوند ساعت ساز، آفریننده زیبایی، سازمان و نظم و پیچیدگی نیز لازم نخواهد بود. نظم و سازمان می توانند بدون دخالت الهی در عظمت کیهان ایجاد گردند بشرطی که در مکانهای دیگر بی نظمی و اغتشاشات فراوانی بوجود آید. عاملین این بی نظمی ستارگانند. آنها نور گرم خود را در کیهان سرد شده از طریق انبساط توزیع می نمایند. حیات و شعور می تواند بدون دخالت خداوند ظاهر گردد زیرا آنها پدیده های جمعی می باشند.

با تمام فرضیات بالا، شک و تردید فراوان است. همانطور که دیدیم، تکامل کیهانی با دقت عجیب و شگفت انگیزی تنظیم گردیده است تا این تکامل به ما ختم گردد. اگر ثابت های اساسی، اگر شرایط اولیه یا قوانین فیزیکی فقط یک سر انگشت تغییر یابند ما در جهان نخواهیم بود تا در باره آنها صحبت نمائیم. تمامی مدیریت کیهانی می تواند بوسیله قوانین طبیعی تشریح شود، قوانینی که فیزیکدانان امید دارند روزی آنها را در اصلی بزرگ در یک ابر قانون گردهم آورند. ولی قوانین طبیعی، خود، محتاج تشریح ثابت های اساسی و قوانین فیزیکی می باشند. در برابر چنین اوضاعی، می توان دو موضع اختیار نمود: یا اینکه به وجود قادری متعال، آفریننده کلیه قوانین که همه چیز را بخوبی برنامه ریزی و دقیقا" تنظیم نموده است اعتقاد داشت یا اینکه به اتفاق و حادثه اطمینان کرده و فرضیه کیهانهای موازی و متعدد را پیش کشید. در این فرضیه، بینهایت کیهان با ترکیبات متعدد و ممکن در زمینه ثابت ها و قوانین فیزیکی ایجاد می گردند. اکثر این کیهان ها ترکیبی بازنده داشته و عقیم و خالی از سکنه خواهند بود. کیهان ما، برعکس، ترکیبی برنده داشته و وجود انسانها بزرگترین

جایزه آن می باشد، بدینصورت، در این فرضیه، تنظیم دقیق ثابت ها و شرایط اولیه فقط می تواند نتیجه حادثه محض باشد.

کدام راه را باید انتخاب نمود؟ در برابر چنین معمایی، دانشمندان با وجود تمامی شناختشان به مانند افراد عامی هنوز محتاج آموختن اند. زمانیکه مقصود "ایمان" باشد، علم هیچگونه فایده و استفاده ای نخواهد داشت. مرد علم باید قبل از پریدن به آب، خطرات آنرا محاسبه نماید. او باید بمانند "پاسکال" شرط بندی کند.

در مورد خودم باید بگویم حاضرم با هر کسی برای اثبات وجود " قادر تعالی" شرط بندی نمایم. فرضیه کیهانهای متعدد، تخیلی و غیرقابل اثبات، با شعور من در تضاد قرار گرفته و مخالف سادگی و صرفه جویی قوانین طبیعت است. در مورد غیرقابل اثبات بودن مسائل بدون شک، با عقاید فیلسوف اتریشی " کارل پوپر" مخالفم که مدعی است : " آنچیزی که قابل مشاهده نیست در قلمرو سحر و جادو قرار داشته و علمی نیست."[۲۹٤] و فرضیه کیهانهای متعدد و غیرقابل مشاهده را ساده و تخیلی می پندارم. بعلاوه، مایلم آزاد بوده و دارای اختیار باشم. در کیهانهای موازی و متعدد، هرچیزی رخ می دهد. فرض کنیم جمعه شب برای رفتن به سینما یا در خانه ماندن و تماشای تلویزیون حق انتخاب داشته باشم. نظریه کیهانهای موازی مدعی است من هر دو کار را انجام می دهم . کیهان و من هر دو مضاعف خواهیم شد. در یک کیهان من به سینما رفته و در کیهانی دیگر در خانه به تماشای تلویزیون خواهم نشست. هر انتخابی اجباری بوده و در واقع، انتخابی برایم وجود نخواهد داشت. قاتلی در کیهانهای موازی می تواند رای عفو هیئت ژوری را در دادگاه کسب نماید: قوانین مکانیک کوانتمی او را مجبور به ارتکاب قتل می نمایند. اگر او در این کیهان قتل را انجام ندهد ، یکی از چهره های مضاعفش در کیهان موازی، آنرا انجام خواهد داد. سرانجام، باید گفت شرط بندی به روی حادثه و اتفاق با شعور و خرد مغایرت داشته و مولد ناامیدی است. فریادهای ذلت "مونو" و "وینبرگ" نمونه هایی از آن می باشند. پس چرا نباید در جهت امید و شعور شرط بندی نمود؟

---

[294] - **K. Popper, The logic of scientific discovery, Harper and Row, 1965.**

۹ – ملودی اسرار آمیز

کیهانی ساکن و آفرینشی مداوم

طبیعت خاموش نیست و همواره با ارسال نت های موسیقی بسوی ما از آن لذت می برد. ولی طبیعت نظم این نت ها را برایمان مشخص نمی سازد حتی اسرار ملودی اش را نیز از ما پنهان می سازد. وظیفه ماست تا این راز را کشف نمائیم. ملودی انفجار بزرگ (بیگ بنگ) استوار باقی مانده و مورد اجماع اکثر کیهانشنان می باشد. با این حال، برای اقلیت کوچکی از اخترفیزیکدانان، این ملودی اشتباه نوشته شده است. نت های موسیقی که گوششان را نوازش می دهد همان نت های انفجار بزرگ می باشند ولی ملودی شکل دهنده آن کاملا" با ملودی انفجار بزرگ متفاوت است. نظریه های رقیب بسیاری سعی نمودند تا نظریه انفجار بزرگ را کنار گذارند ولی تا حال حاضر، کوشش آنها بدون موفقیت مانده است. به این ملودی های مختلف گوش فرا می دهیم.

باستثنای نظریه انفجار بزرگ، نظریه کیهانشناسی دیگری که با اهمیت جلوه می نماید، نظریه "کیهان ساکن" می باشد. این نظریه در سال ۱۹٤۸ بوسیله اخترشناسان انگلیسی "هرمان بوندی"[۲۹۵]، "توماس گلد"[۲۹۶] و " فرد هویل"[۲۹۷] مطرح گردید و تاثیر عظیمی بر افکار اخترشناسی سالهای ۵۰ و ۶۰ میلادی برجا گذاشت. بانیان این نظریه و اخترشناسانی که طرفدار آن بودند با مطالعات و تحقیقات فراوان سعی نمودند تا آنرا از نظریه انفجار بزرگ متمایز نمایند.

سه عامل در پیدایش نظریه کیهان ساکن نقشی اساسی داشتند : مسئله شکل ظاهری کیهان، اشتغال خاطر مذهبی و فلسفی و همچنین مسئله مشاهده که متعاقبا" این عامل آخری اشتباه از آب در آمد. مسئله شکل ظاهری کیهان از اصل کیهانی ناشی می گردد که یکی از اصول مسلم و اساسی نسبیت عام* می باشد. بموجب این اصل، که بعدها از طریق مشاهده تابش برجا مانده بطرز شگفت انگیزی ثابت شد، کیهان در همه مکانها یکسان و همگن است یعنی اینکه کیهان در هر نقطه و در هر جهت یک شکل است. بانیان نظریه کیهان ساکن با تکیه به این اصل، استدلال می نمایند مفهوم همگنی و یکسانی فضا را باید به زمان نیز گسترش داد. با این فرضیه، بنظر آنها اصل کیهانی کامل خواهد شد. کیهانی تغییرناپذیر در فضا و در زمان. کیهان در تمامی ادوار همواره شبیه خود خواهد بود: یعنی کیهانی ساکن. بدینصورت، این

---

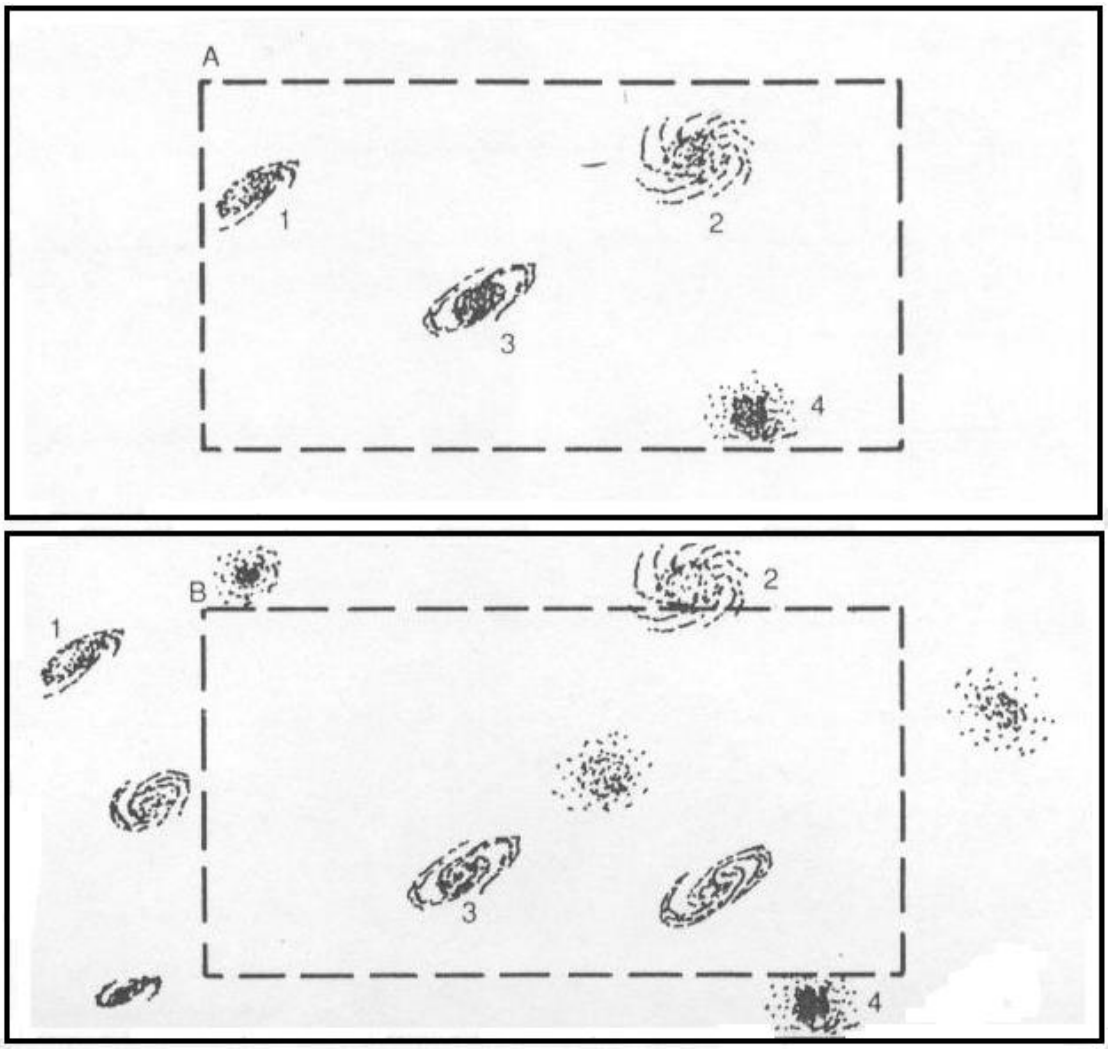
[295] - **Hermann Bondi**
[296] - **Thomas Gold**
[297] - **Fred Hoyle**

نظریه، مسئله تکامل و تغییرات که لازمه نظریه انفجار بزرگ است را رد می نماید. عقیده ارسطویی تغییر ناپذیری آسمانها مجددا" بشکل دیگری ظاهر می گردد.

در نظریه کیهان ساکن، کیهان بی آغاز و بی پایان است. در اینجا تفکرات فلسفی و مذهبی دخالت می نمایند. در دهه های ۵۰ و ۶۰ میلادی عقیده آفرینش و آغاز کیهان (و در نتیجه، مسئله قادر تعالی) بیش از پیش در حوزه علمی قد علم می نمود. بسیاری از کیهانشناسان مایل نبودند در مورد چنین مسائل فلسفی و مذهبی صحبت نمایند. اگر نظریه ای دال بر وجود همیشگی کیهان ارائه می شد، می توانست رضایت خاطر آنها را فراهم سازد. در این راستا، مسئله مهم آفرینش فراموش شده و آنها می توانستند از این مشکل بزرگ اجتناب ورزند. از سوی دیگر، کیهانی بدون آغاز و بدون پایان می توانست مشکل سن کیهان و سن زمین را نیز برطرف نماید (در این دوران، ارزیابی سن کیهان و زمین یکی از مباحث مهم کیهانشناسی بود). در واقع، در نظریه انفجار بزرگ، بر اساس محاسبات "هابل" سن کیهان فقط ۲ میلیارد سال ارزیابی می شد، در حالیکه محاسبات عناصر رادیو اکتیویته در قشرهای زمین، سن زمین را به ٤/۶ میلیارد سال تخمین می زد. زمین چگونه می توانست مسن تر از کیهان باشد؟ با توجه به این تضاد، "بوندی"، " گلد" و "هویل" نتیجه گیری می نمو دند نظریه انفجار بزرگ نادرست است. امروزه می دانیم که این اشتباه از سوی نظریه انفجار بزرگ نبوده بلکه ناشی از محاسبات اشتباه "هابل" بود. در واقع، "هابل" در مورد درخشندگی ظاهری چراغهای کیهانی (ستارگان قیقاووس) اشتباه کرده بود. در حال حاضر، سن کیهان به ۱۵ میلیارد سال تخمین زده می شود و خطری از این نظر که اجرام داخل آن مسن تر از خود آن باشند وجود نخواهد داشت.

ولی چگونه باید بینش کیهان ساکن در زمان را با مشاهدات انبساط کیهانی آشتی داد؟ اگر کهکشانها بطور مداوم از یکدیگر دور می شوند، اگر فضای بین آنها همواره افزایش می یابد، نتیجتا" کیهان نمی تواند همواره به یک شکل (مشابه خود) در زمان وجود داشته باشد. در این راستا، جهت نجات اصل کیهانی کامل* "بوندی"، " گلد" و "هویل" می بایست ظهور مداوم ماده (و در نتیجه کهکشانها) را در نظر می گرفتند تا بدینطریق فضای ایجاد شده بوسیله انبساط کیهان جبران شود. منبع آبی را در نظر می گیریم، اگر بهمان اندازه که از آن آب خارج شود، آب به آن وارد شود، سطح آب در منبع یکسان باقی خواهد ماند. ولی شما اعتراض خواهید نمود و عقل شما قبول نمی کند و می گوئید ماده چیزی نیست که بتواند خود به خود در گوشه خیابان ظاهر شود. با اینحال، نرخ لازم جهت تغذیه کیهان از ماده آنچنان ضعیف است که محاسبه آن غیرممکن خواهد بود (یک اتم هیدروژن در هر لیتر از فضای کیهان در هر چند میلیارد سال). بدینصورت، مکانیزم آفرینش مداوم ماده قانع کننده نبوده و بخوبی تشریح نگردید. ولی در هرحال، در سالهای دهه پنجاه میلادی، مکانیزم آفرینش ماده در نظریه انفجار بزرگ نیز بدون توضیح مانده بود (امروزه، توضیحات کافی

در چارچوب نظریه انفجار بزرگ بوسیله فیزیک کوانتمی ارائه شده است). با اجتناب از عقیده آفرینش بزرگ، "بوندی"، " گلد" و "هویل" به تعداد فراوانی از آفرینش های کوچک متوسل شدند (شکل ۶۰).



شکل ۶۰: کیهان ساکن و نظریه انفجار بزرگ. نظریه کیهانشناسی مهمی که تا دهه ۶۰ میلادی رقیب سرسخت نظریه انفجار بزرگ بود نظریه کیهان ساکن است. در تصویر فوق مشاهده می گردد چگونه نظریه کیهان ساکن جهت اثبات یکسان بودن همواره کیهان، با وجود انبساطش، مجبور به قبول ظهور مداوم ماده شده است. در شکل A ، چهار کهکشان به شماره های ۱ الی ٤ در انبساط کیهان شرکت می نمایند. در مرحله بعدی، در اثر انبساط، کادر نقطه چین شکل A بزرگ شده و تمامی شکل B را خواهد پوشاند. چهار کهکشان شماره دار از یکدیگر دور شده و فضای بین آنها افزایش می یابد.

در نظریه انفجار بزرگ، این فضا بیش از پیش افزایش می یابد (حداقل در کیهان باز و در کیهان بسته تا نقطه طمانی انبساط حداکثر) ولی در نظریه کیهان ساکن، کهکشانهای جدید (بدون شماره) ایجاد می گردند بطوریکه تعداد کهکشانها در کادر جدید نقطه چین ثابت بماند. نرخ ایجاد ماده آنچنان جزئی است (یک اتم هیدروژن

در یک حجم یک لیتری از فضا در میلیاردها سال) که محاسبه ایجاد ماده غیرممکن خواهد بود. در سال ۱۹۶۵، کشف تابش برجا مانده ۳ درجه، بکلی نظریه کیهان ساکن را از اعتبار ساقط نمود.

بزودی، مشاهدات شک و تردید را بر ضد اعتبار کیهان ساکن افزایش داد. بنظر می رسید تعداد شبه ستارگان که در ابتدای دهه ۶۰ کشف شده بودند، با افزایش سن کیهان، تقلیل یافته و از بین می روند. در ۱۵ میلیارد سال پیش تعداد شبه ستارگان بسیار فراوان بود در حالیکه اکنون تعداد آنها نسبتا" کم شده است.[۲۹۸] بنابراین، در مورد شبه ستارگان تکاملی وجود داشته و این مسئله در تضاد با نظریه کیهان ساکن قرار می گرفت. ولی ضربه قطعی را کشف تابش برجا مانده در سال ۱۹۶۵ وارد نمود. نظریه کیهان ساکن فرضیه آغازی گرم و جسیم را برای کیهان رد می نمود و نتیجتا" قادر نبود در مورد اشعه ای که تمامی کیهان را در بر می گرفت تشریح قانع کننده ای داشته باشد. ملودی کیهان ساکن به گورستان موسیقی های مرده تبعید گردید.

اگر کیهان فاقد حرکت انبساطی می بود؟

ملودی های دیگری نیز پیشنهاد شدند. برخی از آنها توانستند یکی از دو ستون بنای انفجار بزرگ را بلرزه در آورند یعنی انبساط کیهان (ستون دیگر عبارت است از تابش برجا مانده). حتما" بخاطر می آورید انبساط کیهان بوسیله فاصله گرفتن کهکشانها از یکدیگر تفسیر می شود. عمر کوتاه ما انسانها یا حتی سابقه چند هزار ساله عمر انسان متمدن بسیار کوتاه تر از آنست تا از طریق آن بتوان تغییر وضعیت کهکشانها در آسمان را مستقیما" مشاهده نمود. برای مشخص کردن حرکت کهکشانها، هابل از اثر دوپلر* استفاده نمود که بموجب آن نور هر شیئی در حال حرکت تغییر رنگ می دهد. نور کهکشانهایی که بسوی قرمز انتقال می یابند، کهکشانهایی هستند که از ما دور می شوند. بعلاوه، سرعت دور شدن کهکشان (محاسبه شده از طریق تغییر رنگ) به نسبت فاصله اش متغیر است. بدینصورت، حرکت انبساطی حرکتی عمومی در کل کیهان می باشد.

برخی از نظریه ها مخالف این عقیده اند که انتقال بسوی قرمز نور کهکشانها معرف حرکت انبساطی آنهاست. این نظریه ها تقلیل انرژی که موجب انتقال بسوی قرمز نور کهکشانها می گردد (ضعیف شدن فوتونهای حامل نور) را ناشی از انبساط کیهان ندانسته بلکه نتیجه انباشت "خستگی" فوتونها در طول مسافرت طولانی میان کهکشانی و میان ستاره ای در کیهانی کاملا" ساکن و بی حرکت می دانند. بدینصورت، مدلی از کیهان ساکن (بدون

[۲۹۸] – اخترشناس قادر است جمعیت شناسی شبه ستارگان را در طول زمان با مشاهده فواصل بیش از پیش دورتر و با استفاده از اصل " دور دیدن یعنی عقب رفتن در زمان " مطالعه نماید.

انبساط) با نور "خسته" ارائه گردید که درجات مختلف انتقال بسوی قرمز نور مشاهده شده و فواصل کهکشانها را توضیح می دهد.[۲۹۹] ولی نظریه نورهای خسته از ضعف های فراوانی برخوردار بود. اولا"، مکانیزم فیزیکی شناخته شده ای وجود ندارد که بتواند این خستگی را توضیح دهد. اخترفیزیکدان فرانسوی، "ژان کلود پکر"[۳۰۰] ادعا نمود فوتونها در طول مسافرت خود انرژی از دست می دهند زیرا با ذرات جدیدی که جرمشان کمتر از جرم الکترون است برخورد می نمایند. این مکانیزم مورد اجماع عمومی اخترفیزیکدانان قرار نگرفت زیرا تا به امروز، این ذره جدید نه در لابراتوار و نه در کیهان هرگز مشاهده نشده است.

علاوه بر علت دقیق خستگی نور، نظریه نور خسته دارای ضعف های دیگری نیز می باشد. این نظریه روابطی را بین ویژگی کهکشانها (نظیر ابعاد و درخشندگی ظاهری آنها) و انتقال بسوی قرمز نورشان را پیش بینی می نماید که با مشاهدات واقعی در تضاد قرار می گیرد. ولی مهمترین عاملی که موجب شکست نظریه نور خسته شد، بمانند تمامی نظریه های رقیب نظریه انفجار بزرگ، تابش برجا مانده است. در واقع، نظریه نور خسته نمی تواند وجود چنین اشعه ای را تشریح نماید.

انتقال بسوی قرمز غیر کیهانی

بر ضد نظریه انفجار بزرگ حملات دیگری نیز صورت گرفت. این حملات بویژه متوجه ادعای انتقال بسوی قرمز نور از طریق انبساط عمومی می بود. بعد از کشف شبه ستارگان در سال ۱۹۶۳، این حملات که از طرف اقلیتی از اخترشناسان صورت می گرفت بیش از پیش افزایش می یافت. نور شبه ستارگان که ظاهر ستارگان را داشتند انتقال بسوی قرمز بسیار بیشتری نسبت به نور ستارگان و کهکشانها داشت. بر اساس اصل دوپلر، این انتقال بسوی قرمز نور شدید نمایانگر سرعت گریز عظیم و نتیجتا" فاصله بسیار فراوان شبه ستاره ها می بود. بموجب قانون هابل، اگر شبه ستاره ها در حرکت انبساطی عمومی کیهان شرکت داشته باشند، باید بدلیل سرعت گریز فراوانشان در سرحدات کیهان قرار گرفته باشند. باری، اگرچه شبه ستارگان در فاصله بسیار دوری قرار دارند ولی نور ظاهری آنها بسیار زیاد است. انرژی آزاد شده از آنها باید بسیار عظیم باشد، معادل انرژی آزاد شده بوسیله ۱۰۰.۰۰۰ میلیارد خورشید یا ۱۰۰۰ کهکشان. از سوی دیگر، این انرژی عظیم از منبعی صادر می گردد که

---

[۲۹۹] – در سال ۱۹۳۵، هابل و فیزیکدان آمریکایی ریچارد تولمن (Richard Tolman) چنین مدلی را پیشنهاد نمودند.

[300] - Jean – Claud Pecker

ابعادش از چند ماه نوری تجاوز نمی نماید، کمتر از یک صدهزارم ابعاد یک کهکشان و تقریبا" ۱۰۰ برابر بزرگتر از منظومه شمسی ما.[۳۰۱]

بنابراین، قلب شبه ستارگان بسیار جسیم و مملو از انرژی می باشد. قبلا" دیدیم سیاهچاله ای غول آسا با جرمی معادل ۱ میلیارد جرم خورشید با بلعیدن ستارگان کهکشانهای نزدیک می تواند انرژی فراوانی را در حجمی چنین فشرده ایجاد نماید. ولی صحبت از سیاهچاله های جسیم که وجودشان در چارچوب نظریه نسبیت تفسیر گشته و هنوز از طریق مشاهدات اثبات نشده مخالف سلیقه برخی از اخترشناسان بود. آنها ترجیح دادند فرضیه تکاملی ساختارهای کیهان برای شبه ستارگان را کنار بگذارند. اگر انتقال بسوی قرمز شدید نور شبه ستارگان ناشی از انبساط کیهانی نباشد لذا رابطه بین انتقال بسوی قرمز نور و فاصله که برای کهکشانها برقرار شده بود، دیگر نمی تواند مورد استفاده قرار گرفته و نتیجتا" از آن نمی توان فاصله شبه ستارگان را تخمین زد. شبه ستارگان می توانند بسیار نزدیک و انرژی شان نیز کاملا" عادی باشد و احتیاجی به سیاهچاله های جسیم برای تشریح آنها نباشد.

حمله بر ضد تفسیر کیهانی شبه ستارگان بویژه بوسیله اخترشناس آمریکایی " هالتون آرپ"[۳۰۲] صورت گرفت. به عقیده وی، نمونه های فراوانی از کهکشانها و شبه ستارگان بصورت زوج یا گروه وجود دارند یعنی با فاصله ای مساوی از ما ولی با انتقال بسوی قرمز نور کاملا" متفاوت (انتقال بسوی قرمز نور شبه ستارگان بسیار شدیدتر از کهکشانها می باشد). بنابراین، گرایش ها به سوی قرمز نور نمی توانند ناشی از انبساط کیهان باشند زیرا در این حالت، اجرام موجود در فاصله مساوی می باید انتقال بسوی قرمزی برابر داشته باشند.

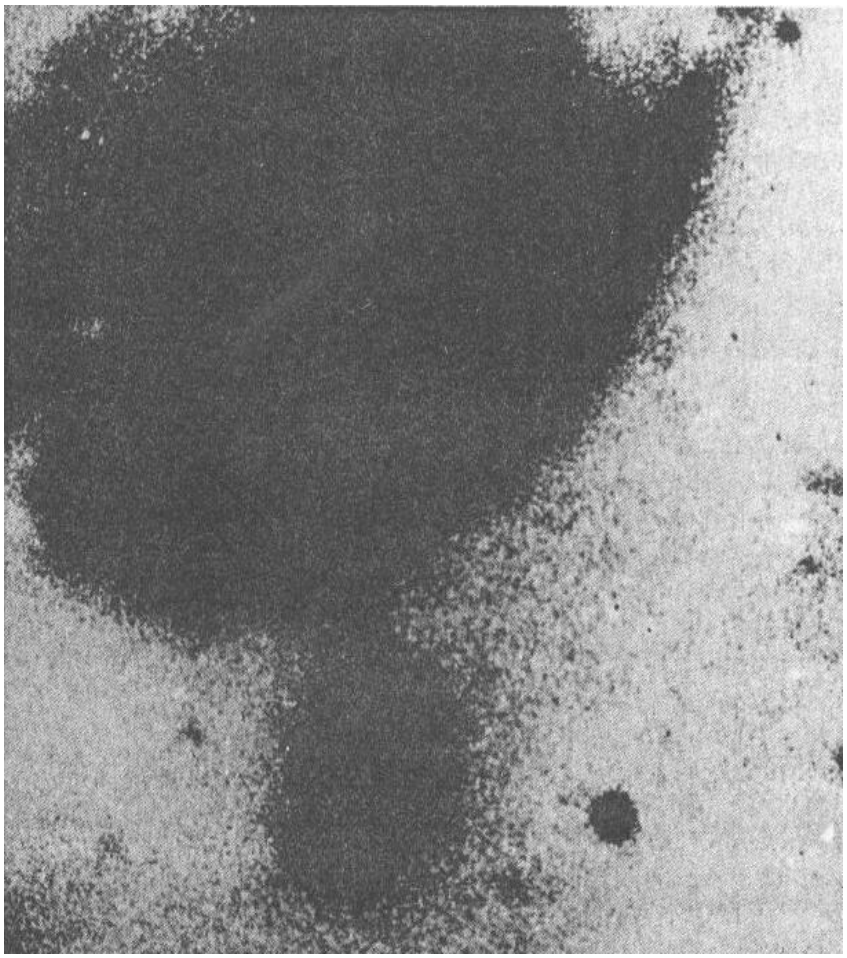
ولی چگونه باید مشخص نمود این اجرام مزدوج و یا گروهی بطور واقعی در فاصله ای مساوی از ما قرار داشته و نزدیکی آنها در آسمان ناشی از اثرات شکست نور نیست؟ اگر دو ستاره در آسمان در مسیر مشاهده ناظری قرار داشته باشند، ممکن است بسیار نزدیک بیکدیگر جلوه نمایند ولی در واقع بسیار دور از یکدیگر قرار گرفته باشند (شکل ۳۲). در واقع، تنها از طریق انتقال بسوی قرمز نورهاست که می توان عمق کیهانی را تخمین زد. ولی در این حالت خاص، این روش نمی تواند بهیچ وجه مورد استفاده قرار گیرد زیرا دقیقا" همین رابطه انتقال بسوی قرمز نور و فاصله است که مورد اعتراض واقع شده است. "آرپ" جهت اثبات شراکت فضایی کهکشانها و شبه ستارگان به ابزار دیگری نیز متوسل شد. او فرضیه پل های نورانی را مطرح نمود که بموجب آن کهکشانها و شبه ستارگان از طریق این پل ها بیکدیگر متصل شده اند (شکل ۶۱). ولی فرضیه او با انتقادات فراوانی از سوی

---

[۳۰۱] – اخترشناسان ابعاد شبه ستارگان را از تغییرات نورشان تخمین می زنند. درخشندگی شبه ستاره با اختلاف زمانی چند ماهه افزایش یا کاهش می یابد. بدینصورت، ابعاد یک شبه ستاره عبارت خواهد بود از مسافت طی شده بوسیله نور در خلال این اختلاف زمان، یعنی چند ماه نوری.

[302] - Halton Arp

مفسرین کیهانی انتقال بسوی قرمز نور قرار گرفت. آنها این پل ها را نتیجه اثرات اشتباه آمیز عکسبرداری و یا ناشی از ابرها و گازهای غباری[۳۰۳] در راه شیری که موجب انعکاس نور بر روی اجرام "آرپ" شده اند، میدانند (شکل ۶۲). از سوی دیگر، آنها مدعی اند هم خطی و در یکسو قرارگرفتن این اجرام با یکدیگر کاملا" تصادفی بوده و در واقع، هیچگونه پیوستگی واقعی بین آنها وجود ندارد.



شکل ۶۱ : آیا انتقال بسوی قرمز نور می تواند ناشی از انبساط کیهان نباشد؟ اخترشناس آمریکایی، هالتون آرپ، تفسیر کیهانی انتقال بسوی قرمز نور کهکشانها و شبه ستارگان را به زیر سئوال برد. به عقیده وی، قانون هابل، یکی از پایه های اساسی نظریه انفجار بزرگ که انتقال بسوی قرمز نور را ناشی از انبساط کیهان می داند، نمی تواند در مورد برخی از کهکشانها و شبه ستارگان صادق باشد. قانون هابل می گوید تمامی اجرامی که در فاصله ای معین از ما قرار دارند باید نورشان انتقال بسوی قرمزی یکسان داشته باشند. باری، آرپ مدعی است که اجرام مزدوجی را مشاهده نموده که در فاصله ای مساوی از ما قرار دارند ولی انتقال بسوی قرمز نورشان متغیر است. چنین مثالی در تصویر فوق نشان داده شده است. در شکل ۶۱، کهکشانی در بالا و شبه

---

[۳۰۳] – این گازها و ابرها به سحابی های انعکاسی معروفند.

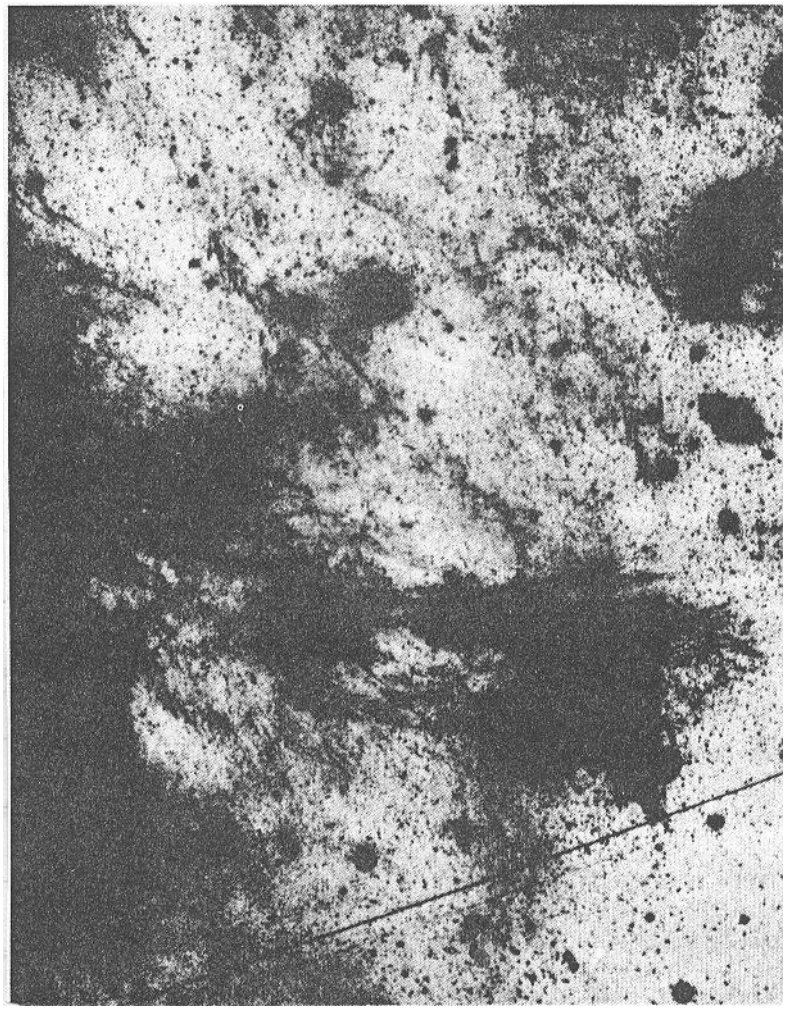
ستاره ای در پائین مشاهده می شود. نور کهکشان (NGC ٤٣١٩) انتقال بسوی قرمز کمی داشته که مطابق با سرعت گریزی برابر با ۱۷.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه است. شبه ستاره مارکاریان ۲۰۵ (Markarian) دارای نوری با انتقال بسوی قرمز ۱۲ برابر بیشتر است یعنی با سرعت گریزی معادل ۲۰۲۵۰ کیلومتر در ثانیه. به عقیده آرپ، کهکشان و شبه ستاره اگرچه دارای انتقال بسوی قرمز متغیر می باشند ولی در فاصله ای مساوی از ما قرار دارند زیرا بوسیله پلی نورانی بیکدیگر متصل شده اند (در تصویر فوق، این پل که بین دو جرم قرار گرفته، قابل رویت می باشد). ولی اخترشناسان وجود واقعی چنین پلی را رد می نمایند. آنها وجود چنین پلی را یا نتیجه اثرات اشتباه آمیز عکسبرداری یا نتیجه شکست نور سحابی ها می دانند (به شکل ۶۲ مراجعه شود). تنها راه حل ممکن برای رفع این مباحثات، محاسبه سرعتها در اطراف پل نورانی خواهد بود. اگر محاسبات نشان دهند سرعت در اطراف پل با حرکت از جهت کهکشان به سوی شبه ستاره افزایش می یابد، شکی نخواهد ماند که انتقال بسوی قرمز نور تشریحی غیرکیهانی دارد، یعنی وابسته به انبساط کیهان نمی باشد. ولی متاسفانه، درخشندگی این پل های مرتبط بین کهکشان و شبه ستاره چنان ضعیف است که محاسبات سرعت با ابزارهای کنونی غیرممکن است (عکس از Arp. C. H).

اگر انبساط کیهانی مسئول انتقال بسوی قرمز نور شبه ستاره ها نباشد، پس عامل و دلیل آن چیست؟ اگرچه "آرپ" اجزاء غیرکیهانی را در مورد برخی از کهکشانها مطرح نموده است ولی تفسیر کیهانی انتقال بسوی قرمز نور امروزه، بوسیله بسیاری از اخترشناسان مورد قبول واقع شده است. آرپ با توجه به کشفش در مورد همردیفی برخی از اجرام، تصور می کرد انفجار عظیم در قلب کهکشانها موجب شده که کهکشانها و شبه ستارگان در فضای عظیم میان کهکشانی پرتاب شوند. انتقال بسوی قرمز نور همچنین از طریق " اثر دوپلر" نیز تفسیر شده است یعنی در اثر حرکت و نقل و انتقال. ولی این حرکت ناشی از انبساط کیهان نیست بلکه بدلیل انفجار و بدنبالش، عمل پرتاب می باشد. بنظر من، نقطه ضعف این نظریه، فقدان عمومی انتقال بسوی آبی نور می باشد. در واقع، در یک پدیده انفجاری و پرتاب اجرام، شانس اینکه کهکشان یا شبه ستاره پرتاب شده بسوی ما بیاید یعنی انتقال نورش بسوی آبی باشد یا اینکه از ما دور شود یعنی انتقال نورش بسوی قرمز باشد، یکسان خواهد بود.

بحث در مورد طبیعت انتقال بسوی قرمز نور شبه ستارگان همچنان ادامه دارد اگرچه از طرفداران فرضیه غیرکیهانی انتقال بسوی قرمز نور بتدریج کاسته می شود. بنظر من این مشکل زمانی حل خواهد شد که بتوانیم ابزاری را اختراع نمائیم که بوسیله آنها بتوان انتقال بسوی قرمز نورهای بسیار ضعیف را نیز محاسبه نمود.

اگر چنین ابزاری انتقال بسوی قرمز نور را در اطراف پل نورانی محاسبه نمایند و مشخص کنند که این انتقال رنگ قرمز نور از جهت کهکشان بطرف شبه ستاره بتدریج افزایش می یابد، شکی باقی نخواهد ماند که فرضیه غیرکیهانی معتبر خواهد بود. تا انتظار اختراع چنین ابزاری باید گفت فرضیه غیرکیهانی انتقال بسوی قرمز نور آنچنان قانع کننده نیست تا بتواند پایه های نظریه انفجار بزرگ را سست نماید.

حملات دیگری نیز در مورد طبیعت انتقال بسوی قرمز نور صورت گرفت. اخترشناس آمریکایی، "ویلیام تیفت"[۳۰٤] مدعی است اختلاف سرعت بین کهکشانهای یک زوج یا یک خوشه کهکشانی (محاسبه شده از طریق مشاهده انتقال بسوی قرمز نورهای آنها) بطور ثابت، ضریبی است از عددی بسیار خاص. این عدد عبارت است از ۷۳ کیلومتر در ثانیه! این نتایج با شک و تردید فراوان جامعه اخترشناسان مواجه شده و هیجان فراوانی را در بین محققان ایجاد ننمود تا مورد تحقیق و اثبات قرار گیرد.



شکل ۶۲ : سحابی های انعکاسی در راه شیری و پل های نورانی" آرپ". واقعیت پل های نورانی آرپ که کهکشانها و یا شبه ستارگان دارای نورهای قرمز متفاوت را بیکدیگر متصل می نماید بوسیله بسیاری از اخترشناسان رد شده است. یکی از مواردی که به آن اشاره شده عبارت است از این مسئله که این پل ها نتیجه سحابی های انعکاسی (ابرهای گازی و غباری که نور ستارگان را منعکس می نمایند) در کهکشان راه شیری می باشد. بدینصورت، سحابی های انعکاسی موجب این توهم می گردند که پلی نورانی شبه ستاره را به

[304] - William Tifft

کهکشان متصل ساخته است. مثالی از این سحابی های انعکاسی با ساختار رشته رشته ای در تصویر بالا نشان داده شده است. این سحابی ها فقط بر روی صفحات عکسبرداری بسیار حساس قابل رویت می باشند (عکس از Sandage . A).

سریع تر از نور یا گرانشی متغیر؟

حملات دیگری نیز صورت پذیرفت ولی نه مستقیما" بر ضد نظریه انفجار بزرگ بلکه بر ضد نسبیت عام که در واقع، پایه اساسی نظریه انفجار بزرگ می باشد. این حملات بویژه زمانی شدت گرفت که در برخی از منابع رادیویی[۳۰۵] حرکاتی بنام "ما فوق نورانی" یا "درخششی فوق العاده" کشف شد. حرکات مافوق نورانی در واقع، معرف سرعتی بالاتر از سرعت نور می باشد. خوشبختانه این کشف اشتباه از آب درآمد. حرکات مافوق نورانی در واقع، معرف سرعتی سریع تر از سرعت نور می باشند. در این راستا، نظریه نسبیت عام اینشتاین با مشکل مواجه می گردد زیرا به موجب این نظریه، در کیهان هیچ سرعتی نمی تواند بالاتر از سرعت نور باشد. خوشبختانه، این کشف اشتباه از آب درآمد. در واقع، پدیده مافوق نورانی می تواند براحتی در چارچوب نظریه نسبیت عام از طریق اثرات توهمی شرح داده شود. دلیل ایجاد اثر توهمی این است که منبع رادیویی از کهکشان قابل منتشر شده و جهت آن دقیقا" بسوی زمین است و سرعت آن نیز نزدیک به سرعت نور می باشد بدون اینکه هرگز بتواند از آن سبقت بگیرد. نظریه نسبیت عام همچنین بر اساس فرضیه ای ضمنی قرار دارد که عبارت است از ثابت بودن نیروی گرانش در زمان و در فضا. برخی از کیهانشناسان به این فرضیه نسبیت عام معترضند. اعتراضات آنها از یک تلاقی عجیب منتج گردیده است. بخاطر دارید که نیروی گرانش هیچ نقشی در جهان اتمی ایفا نکرده بلکه این نیروی الکترومغناطیس است که رقص باله را در این جهان رهبری می نماید: رابطه نیروی الکترومغناطیس و نیروی گرانش بین یک الکترون و یک پروتون در جهان اتمی عددی است بینهایت بزرگ، در حدود 10^{40} (عدد یک با بدنبال داشتن ٤٠ صفر). در سال ۱۹۳۷، فیزیکدان انگلیسی "پل دیراک"[۳۰۶] یکی از بانیان مکانیک کوانتمی مشاهده نمود که عدد فوق را می توان در چارچوبی کاملا" متفاوت نیز مشاهده نمود. این عدد 10^{40} همچنین نمایانگر رابطه بین سن کیهان و مدت زمان لازم جهت عبور نور از قطر پروتون است. بنظر دیراک، این مسئله اتفاقی نبوده بلکه نمایانگر یکی از قوانین اساسی طبیعت می باشد، یک پیوستگی اسرارآمیز بین جهانهای بی نهایت کوچک و بی نهایت بزرگ.

---

[۳۰۵] - یعنی اجرامی که بیشتر انرژی شان را بوسیله امواج رادیویی صادر می نمایند

[306] - Paul Dirac

ولی در اینجا، مشکل دیگری ظاهر می گردد. سن کیهان ثابت نبوده و با گذشت زمان افزایش می یابد لذا رابطه فوق فقط می تواند در زمان ما (در حال حاضر) معتبر باشد. دیراک جهت حل این تضاد عنوان نمود که نیروی گرانش یا بطور دقیق تر حرف " G " که معرف شدت نیروی گرانش است با گذشت زمان کاهش می یابد. بدینصورت، رابطه نیروی الکترومغناطیس به نیروی گرانش بین الکترون و پروتون به نسبت زمان افزایش یافته و در نتیجه برابری این رابطه سن کیهان به زمان لازم جهت عبور از قطر یک پروتون بوسیله نور حفظ خواهد شد. ولی تغییرات" G " با مشاهدات در تضاد قرار می گیرد. در این راستا، نظریه دیراک پیش بینی می نماید مدارات سیارات منظومه شمسی در آینده تغییر خواهند یافت ولی این پیش بینی با مشاهدات کنونی مطابقت ندارد. اگر " G " کاهش یابد، نیروی گرانش گرانش که سیارات را در مدارشان بدور خورشید حفظ می نماید کاهش خواهد یافت لذا سیارات باید از خورشید دور شوند. ولی اینطور نخواهد بود.

تعدیل قوانین نیوتون

همچنین حملاتی بر ضد قانون گرانش عمومی نیوتون نیز صورت گرفت. منشاء این حملات از ماده نامرئی بود. حتما" بخاطر دارید که اخترشناسان با مطالعه حرکات ستارگان و گازهای کهکشانهای حلزونی یا کهکشانهای خوشه کهکشانی بوسیله قانون نیوتون به این نتیجه گیری رسیده بودند که ما در کیهانی زندگی می کنیم که ۹۰ الی ۹۸٪ آن از جرم نامرئی تشکیل شده است. طبیعت این جرم نامرئی هنوز برایمان کاملا" ناشناخته باقی مانده است. در برابر چنین اوضاع نابسامانی، برخی از اخترشناسان تغییر قانون نیوتون را پیشنهاد نمودند. آنها می گویند: اگرچه قانون نیوتون بارها و بارها در آزمایشگاهها و در مقیاس منظومه شمسی بوسیله مطالعه مدارات سیاره ای به اثبات رسیده است ولی این قانون مستقیما" در مقیاس کهکشانها، یعنی مکانی که دقیقا" جرم نامرئی قرار دارد، هنوز به اثبات نرسیده است. با قبولی قانون گرانشی متفاوت که بر اساس آن، برعکس گذشته، نیروی گرانش بین دو جسم به نسبت عکس مجذور فاصله آنها متغیر نخواهد بود، دیگر به وجود مقادیر عظیم جرم نامرئی جهت تشریح حرکات کهکشانها احتیاجی نخواهد بود و دیگر احساس اینکه در کیهانی زندگی می کنیم که قسمت اعظم واقعیتش از دسترس ما خارج است، از بین خواهد رفت.

این پیشنهاد هیجان زیادی را در جامعه اخترشناسی ایجاد ننمود. اولا"، جرم نامرئی فقط از طریق حرکت ستارگان و گاز در کهکشانها و حرکت کهکشانها در خوشه های کهکشانی نمایانگر نبوده بلکه همانطور که دیدیم فراوانی عناصر تولید شده در انفجار بزرگ اولیه (هیدروژن، هلیوم و دوتریوم) محتاج مقادیر مشابه ای از جرم نامرئی می باشد. از سوی

دیگر، پیش بینی های یک قانون گرانش تغییر یافته مبهم بوده و اثبات آن از نطقه نظر تجربی مشکل است. ولی مسئله بسیار مهم این است که رد قانون نیوتون به معنای زیر سئوال بردن نسبیت عام است یعنی پایه نظری فرضیه انفجار بزرگ. در واقع، در شرایط سرعت های بسیار کمتر از سرعت نور، اعتبار نظریه نسبیت عام تا میزان نظریه نیوتونی کاهش خواهد یافت. باری، هنوز کسی نظریه نسبیت عام تعدیل شده ای را ارائه ننموده است. در علم، تغییر و تعدیل نظریه کافی نیست، باید بجای آن نظریه جدیدی را نیز ارائه نمود.

کیهانشناسی ماده – ضد ماده

اکنون به تشریح کیهانشناسی ماده – ضد ماده می پردازیم. فیزیکدانانی که به این رویکرد اعتقاد دارند عبارتند از : فیزیکدانان سوئدی، "هانس آلف ون"[۳۰۷]، "اسکار کلاین"[۳۰۸] و فیزیکدان فرانسوی، "رولاند امنس"[۳۰۹] . به عقیده "هانس آلف ون" باید بین ماده و ضد ماده قرینه و تناسب کامل وجود داشته باشد. بهمین طریق، امکان دارد در کیهان برای من و شما نیز ضد من و ضد شما وجود داشته باشد. به موجب این نظریه، کیهان وجود خود را بصورت یک فراکهکشانه[۳۱۰] عظیم با مقدار برابر ماده و ضد ماده آغاز می نماید. فراکهکشانه تحت اثرات جاذبه فروپاشیده و زمانیکه تراکم در قلب آن به اندازه کافی افزایش می یابد، ماده و ضدماده شروع به بلعیدن یکدیگر می نمایند که نتیجه آن ایجاد مقادیر عظیم تشعشات و نور خواهد بود. این تشعشات موفق می شوند حرکت انقباضی ماده و ضدماده باقی مانده را معکوس نموده و آنرا به حرکتی انبساطی تبدیل نمایند.

کیهانی مملو از ماده و ضدماده با برخی از مشاهدات تجربی سازگار نمی باشد. اولا"، اشعه های کیهانی، این بادهای مملو از ذرات آزاد شده از انفجار ستارگان جسیم که از سرحدات بسیار دور راه شیری به ما می رسند، تقریبا" فقط دارای ماده (پروتونها و الکترونها) می باشند. سپس مقادیر عظیم اشعه ایکس که می بایست از نابودی ماده – ضدماده منتج شده باشد هنوز مشاهده نشده است. بعلاوه، فیزیک ذره ای به ما می گوید طبیعت اولویت بسیار ناچیزی برای ماده قائل است (یک میلیاردیم بیشتر تا برای ضدماده) و نتیجتا" هرگونه عقیده ای در مورد تناسب کامل ماده و ضدماده اشتباه خواهد بود و سرانجام، آخرین برهان: در کیهان ماده – ضدماده هیچگونه تفسیر و تشریح طبیعی از تابش برجا مانده نمی تواند صورت پذیرد.

---

[307] - Hannes Alfvén
[308] - Oscar Klein
[309] - Roland Omnès
[310]- Métagalaxie

بدینصورت، به پایان سیاحت طولانی مان در میان ملودی های متعدد می رسیم. هیچکدام از آنها نتوانستند نظریه انفجار بزرگ را خلع ید نمایند. هیچکدام قادر نبودند زیبایی حسرت آور و سادگی فریبنده نظریه انفجار بزرگ را دارا باشند. نظریه های رقیب نتوانستند آرای مساعد جامعه علمی را کسب نمایند. اگرچه این نظریه ها نتیجه پژوهش یک فرد و یا یک گروه از محققین می باشند ولی باید گفت این نظریه ها آنطوری که انتظار می رفت نتوانستند توسعه یابند. آنها قدرت استدلال نظریه انفجار بزرگ را ندارند زیرا یا در لفافه ای از ریاضی تجریدی زندانی اند که به آنها اجازه صحت ادعاهایشان را بین تئوری و عمل نمی دهد و یا اینکه پیش بینی های آنها در تضاد مستقیم با مشاهدات قرار می گیرد (بویژه در زمینه تابش برجا مانده) و سرانجام، یا اینکه آنها قوانین فیزیکی جدیدی را ارائه می نمایند که کاملا" اختیاری و خود ساخته است.

شرط بندی علمی

اگر نظریه های رقیب نتواستند نظریه انفجار بزرگ را از اعتبار ساقط نموده و جای آنرا بگیرند ولی نباید بهیچ وجه نتیجه گیری نمود که آنها ارزشی نداشته و هیچگونه نقشی را در پیشبرد علم ایفا نکرده اند. در قلمرو علم، بمانند کلیه حوزه های دیگر، باید همواره از پیروی از مد اجتناب ورزید. نظریه ای که اکثر آرا را بسوی خود جلب می نماید الزاما" نظریه خوبی نیست. اکثر افرادی که از چنین نظریه ای حمایت می نمایند بدلیل تحقیق و پژوهش علمی و انتقادی از آن نبوده بلکه شاید به علت راحت طلبی و سکون عقلانی صورت گرفته و چون این نظریه بوسیله چند صاحب نظر معروف دفاع شده و مورد حمایت قرار گرفته لذا دیگران نیز از آن حمایت می نمایند. در این راستا، نظریه های رقیب نقش بسیار حساس و با اهمیتی را ایفا می نمایند. آنها نمی گذارند که مدافعین نظریه حاکم نفس راحت کشیده و همواره بدنبال نقطه ضعفی می باشند تا از آن طریق عقاید خود را عنوان نمایند. اگر نقطه ضعف یافته شده بیش از حد با اهمیت باشد بنای نظریه قدیمی فرو ریخته و عمارت جدیدی جای آنرا خواهد گرفت. انقلابات علمی همگی بدینصورت ایجاد گشتند. مکانیک کوانتم پا به عرصه علم گذاشت زیرا مکانیک کلاسیک قادر به توصیف ویژگی های اتم نبود. ولی از آنسوی قضیه نیز نباید زیاده روی نموده و همه چیز را از مسائل ساده نتیجه گیری نمود. نباید بسادگی ادعای غیرکیهانی انتقال بسوی قرمز نور را قبول نمود تنها به این دلیل ساده که تشریح انرژی شبه ستارگان بوسیله سیاهچاله های بزرگ موافق با ذوق و سلیقه نمی باشد یا اینکه قانون گرانش را تغییر داد چون طبیعت جرم نامرئی هنوز بصورت راز باقی مانده است. آیا این مشکلات بیشتر ناشی از نارسائی های تصورات ما نمی باشند تا از عیوب ساختار نظریه انفجار بزرگ؟

در برابر این نظریه های رقیب و این ملودی های متعدد آلترناتیو، کیهانشناس می تواند حق انتخاب داشته باشد. احتمالا" خواننده این کتاب پیش بینی نموده که من همانند اکثر همکارانم نظریه انفجار بزرگ را انتخاب نموده ام (شکل ۶۳). نظریه انفجار بزرگ به استثنای سادگی و ظرافتش از این کیفیت مهم (لازم برای کلیه نظریه های معتبر) برخوردار است که می تواند با قدرت تمام به پیش گویی بپردازد. مهمترین پیش بینی های این نظریه (تابش برجا مانده، فراوانی هیدروژن و هلیم) بطرز شگفت آوری از طریق مشاهدات و تجربیات به اثبات رسیده اند. به لطف دستاوردهای منتج از فیزیک ذرات بنیادی، به لطف وحدت بی نهایت کوچک با بی نهایت بزرگ، نظریه انفجار بزرگ پربارتر شده و شاید روزی بتواند به اساسی ترین سئوالات ممکن پاسخ دهد نظیر پیدایش و تکوین کیهان از کجا و چگونه بوده؟ مبداء و سرچشمه ماده از چیست؟

فیزیکدانان سوئدی، "هانس آلف ون" (مدعی کیهان ماده – ضدماده) انفجار بزرگ را اینچنین قضاوت می نماید:

" انفجار بزرگ یک افسانه است، افسانه ای بسیار عالی که شاید شایسته باشد مکانی ویژه در باغ وحشی از افسانه های دیگر نظیر افسانه های هندی کیهان سیکلی، کیهان چینی تخم مرغی، آفرینش کیهان در شش روز، کیهانشناسی بطلمیوس و افسانه های دیگر، اختیار نماید."[۳۱۱]

به عقیده من " آلف ون" کاملا" در اشتباه است. با توجه به مطالبی که قبلا" به آن اشاره شد هیچ شکی باقی نمانده که امروزه انفجار بزرگ بسیار بیشتر از یک افسانه می باشد. این نظریه عناوین و افتحارات بزرگ و متعددی را در علم اخترفیزیک کسب نموده است. انفجار بزرگ نظریه ای است کاملا" استوار که تاکنون در برابر تمامی حملات نظریه های رقیب مقاومت نموده و تا نظم نوینی دیگر، بهترین نظریه برای تشریح کیهان محسوب می گردد.

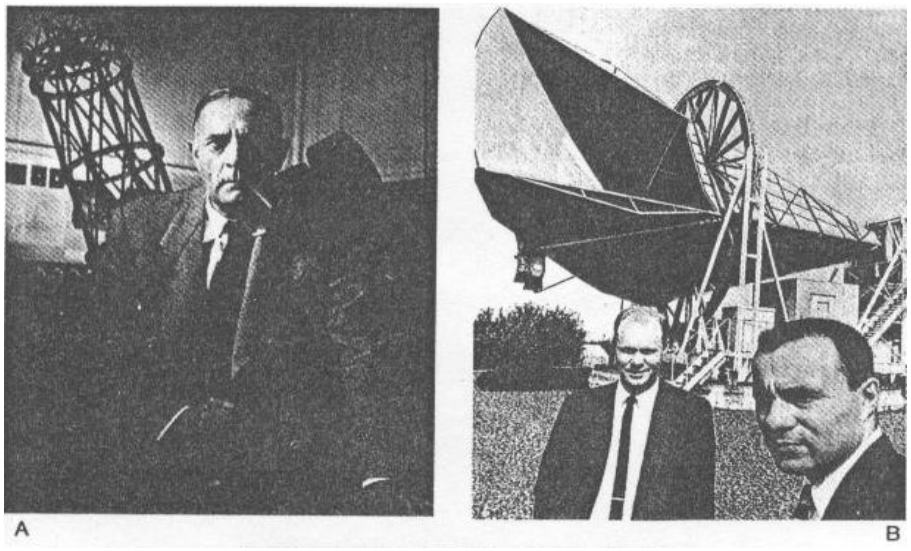
اگر روزی انفجار بزرگ بوسیله نظریه کیهانشناسی بهتری کنار گذاشته شود، نظریه جدید باید تمامی دستاوردهای انفجار بزرگ را در نظر گیرد، بهمان صورتی که فیزیک اینشتاینی از کلیه دستاوردهای فیزیک نیوتونی استفاده نمود. کیهان انفجار بزرگ آخرین کیهان از مجموعه کیهانهایی بود که با کیهان جادویی آغاز و با کیهانهای اسطوره ای، ریاضی و زمین مرکزی دنبال شده بود. بدون شک، انفجار بزرگ آخرین کیهان نخواهد بود : جای تعجب خواهد داشت اگر ادعا نمائیم حرف آخر را ما می زنیم و این ما هستیم که راز ملودی اسرار آمیز را کشف نموده ایم. در آینده، بازهم کیهانهای دیگری ایجاد خواهند گشت، کیهانهایی که بیش از پیش به کیهان واقعی[۳۱۲] نزدیکتر خواهند بود.

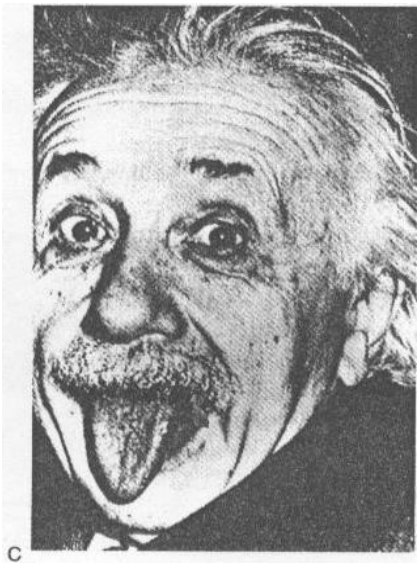
---

[311] - **La Recherche, No. 69, 1976. P. 610.**

[۳۱۲] – **کیهان واقعی درشت نوشته شده تا از کیهانهای ایجاد شده بوسیله انسان تفکیک داده شود.**

ولی آیا هرگز به هدف نهایی خواهیم رسید؟ آیا خواهیم توانست به حقیقت پایانی دست یابیم؟ حقیقتی که در آن کیهان تمامی عظمت و شکوهش را برایمان آشکار می سازد، حقیقتی که در آن ملودی تمام اسرارش را برایمان فاش می سازد؟ برای پاسخ به این سئوال باید مراحل متعدد و مختلف کسب شناخت و دانش را به تفصیل مورد مطالعه قرار داد یعنی از زمانیکه اطلاعات و مشاهدات را از طبیعت دریافت نموده تا زمانیکه با استفاده از آنها دانش حاصل می گردد.





شکل ۶۳ : سه ستون اساسی نظریه انفجار بزرگ و کاشفین آنها. انفجار بزرگ بر سه ستون اساسی استوار است. دو ستون تجربی بوده و ستون سوم امری است نظری. اولین پدیده تجربی مربوط به انتقال بسوی قرمز نور کهکشانها است که از طریق سرعت گریز کهکشانها تفسیر شده است. اخترشناس آمریکایی" ادوین هابل" در سال ۱۹۲۹ رابطه مستقیمی را بین سرعت کهکشانها و فاصله آنها از ما کشف نمود. بدینصورت، هرچقدر سرعت گریز کهکشانها بیشتر باشد آنها دورتر از ما قرار خواهند داشت. این کشف که به قانون هابل معروف

است معمولا" بعنوان محکمترین برهان انبساط کیهان پذیرفته شده است. در تصویر A هابل با تلسکوپ با قطر ۲/۵ متری در کوهستان ویلسون کالیفرنیا مشاهده می گردد، تلسکوپی که بوسیله آن هابل کشف بزرگش را انجام داده بود. تصویر از : Hale Observatories

دومین امر تجربی مربوط به تابش برجا مانده می باشد که در هر گوشه ای از کیهان با دمای ۳ درجه خود را نشان می دهد. زمانیکه کیهان عمری ۳۰۰.۰۰۰ ساله داشت یعنی زمانیکه بسیار گرم و جسیم بود، شروع به تابش این اشعه نمود. در تصویر B اخترشناسان رادیویی آمریکایی "آرنوپنزیاس" و "روبرت ویلسون" در مقابل تلسکوپ رادیویی که به کمک آن در سال ۱۹۶۵ تابش برجا مانده را کشف نمودند، دیده می شوند. این تلسکوپ در نیوجرسی آمریکا در لابراتوار تحقیقاتی کمپانی تلفن بل قرار دارد و در مقایسه با رادیو تلسکوپ های بزرگ (نظیر شکل ٦٤) نسبتا" کوچک است. مشاهده تابش ها یا نورهای خفیف که در همه کیهان منتشر شده است مستلزم داشتن تلسکوپ بزرگ نبوده بلکه محتاج در اختیار داشتن موج یابی بسیار حساس و دقیق می باشد. باری، چنین موج یابی بوسیله پنزیاس و ویلسون جهت ردیابی امواج تل استار (اولین قمر مصنوعی ارتباطاتی) ساخته شد. بدینصورت، تلسکوپ ها دومین ستون اساسی نظریه انفجار بزرگ را به خود اختصاص دادند. (تصویر از :Bell Laboratories)

اکثر نظریه ها برای تشریح طبیعی دو ستون اولیه که در فوق شرح داده شد با مشکل مواجه می باشند. فقط نسبیت عام که بوسیله آلبرت اینشتاین در سال ۱۹۱۵ (تصویر C) پیشنهاد شد توانست با موفقیت پدیده های فوق را به خوبی تشریح نماید. نسبیت عام با اتصال فضا به زمان، پایه نظری انفجار بزرگ را بنا نمود.

شماره گذاری تصاویر

هنگام صرف صبحانه، روزنامه صبح را ورق می زنید. در صفحه علمی، دو تیتر درشت توجه تان را جلب می نماید: " ستاره ای در حال تولد بوسیله اخترشناسی مشاهده شد" و " فیزیکدانان در مرکز اروپایی پژوهشهای هسته ای در ژنو، ذره بنیادی جدیدی را کشف نمودند". بلافاصله تصویر اخترشناسی که در تاریکی با تلسکوپش ظهور ستاره جدید را مشاهده می نماید در ذهنتان نقش می بندد. سپس تصویر گروهی از فیزیکدانان به نظر شما خواهد رسید که همگی با لباس های سفید بر ابزارها و وسائل مدرن خود خم شده و زیبایی ذره جدید را تحسین می نمایند درست بمانند والدینی که بر روی گهواره طفل شان خم شده و از زیبایی نوزاد مبهوت مانده اند.

از واقعیت چندان دور نیستیم. کشفیات ستاره در حال ظهور و یا ذره بنیادی جدید بعد از ماه ها و یا حتی سالها مشاهده و تجربیات اولیه بوقوع پیوسته است. مراحل مختلفی لازم است تا اطلاعات اولیه کسب شده بوسیله تلسکوپ و یا دستگاه های شتاب دهنده بصورت شناخت واقعی جلوه گر شوند. اولین مرحله عبارت است از تبدیل اطلاعات به اعداد یا رقم گذاری اطلاعات. در مورد ستاره، این مسئله از طریق ردیابی الکترونیکی که به تلسکوپ متصل است صورت می پذیرد و اخترشناس در اتاقی کاملا" روشن تلسکوپ خود را هدایت می

نماید. ردیاب تصویر ستاره را گرفته و آنرا به اعداد تبدیل می نماید. دستگاه ردیاب به نقاط نورانی تر را با اعداد بزرگ مشخص نموده و به نقاط کم رنگ تر اعداد کوچک نسبت می دهد.[۳۱۳] در مورد ذره بنیادی بایدگفت این ذره آنچنان کوچک است (یک ده هزار میلیاردیم سانتیمتر = $۱۰^{-۱۳}$ سانتیمتر) و مدت عمرش آنچنان کوتاه (یک صد هزار میلیارد میلیاردیم ثانیه = $۱۰^{-۲۳}$ ثانیه) که هیچ ماشین محاسبه گری قادر به ردیابی آن نخواهد بود. در حال حاضر، کاراترین تلسکوپ های الکترونی موجود قادر به مشاهده کوچکتر از یک صد میلیونیم سانتیمتر ($۱۰^{-۸}$) نمی باشند. پس چگونه باید ذره بنیادی را مشاهده نمود؟ فیزیکدانان ذره را داخل اطاقی مملو از مایع هدایت می نمایند. این ذره در اثر برخورد با اتمهای مایع در مسیر خود اثراتی را بصورت تسبیحی از حباب های کوچک گازی بجا می گذارد.[۳۱٤] این حباب ها سریعا" بزرگ می شوند تا جائیکه بتوان از آنها عکسبرداری نمود و سپس تصویر مسیر ذره مانند تصویر ستاره به ارقام تبدیل می گردد. تصاویر شماره گذاری شده بر روی نوارهای مغناطیسی ضبط می گردند، درست بمانند موزیکی که شما در نوار ضبط می نمائید. اخترشناس و یا فیزیکدان سپس با در دست داشتن نوارهای مغناطیسی، تلسکوپ و یا دستگاه شتاب دهنده را رها ساخته و در دانشگاه و یا در لابراتوارش بمدت روزها، ماهها و یا حتی سالها تصویر ستاره و یا مسیر ذره بنیادی را بر روی صفحه تلویزیون مشاهده و بازنگری می نماید. درست بمانند اینکه شما فیلمی را در دستگاه ویدئو بارها و بارها مشاهده کنید. اخترشناس با دست کاری رنگها و تصاویر قادر است تغییراتی در تصاویر ایجاد نماید و با کمک رایانه های پرقدرت پارازیت های تصاویر را از میان برداشته و کیفیت آنها را افزایش دهد. اخترشناس سپس به مدل ها و نظریه هایی که در اختیار دارد رجوع می کند. اخترشناس باید نظریه های تشکیل ستارگان را بررسی نماید و فیزیکدان از دانش خود در مورد برخورد ذرات بنیادی با یکدیگر و یژگی های آنها استفاده می نماید. سرانجام بعد از تحقیق و پژوهش فراوان و پس از بحث و جدل های بی شمار با همکاران، نتیجه گیری صورت گرفته و دانش و شناخت پدیدار می گردد که به نشریه ای ارسال و در آن چاپ می گردد. فقط در این لحظه است که کشف واقعه به جراید فرستاده می شود و شما در جریان آن قرار می گیرید.

بدون شک، خواننده این سطور درک نموده که دانشمند با نت های بکری که طبیعت برایش ارسال می نماید ملودی خود را نساخته بلکه این نت ها بطور اجتناب ناپذیری بوسیله

---

[۳۱۳] – همین تکنیک در مورد دیسکت های لیزری که امروزه از آنها استفاده می نمائیم بکار گرفته می شود که موجب کیفیت بسیار بالای صدا می گردد. تنها اختلاف این است که در اینجا به جای نور صدا تبدیل به اعداد می گردد.

[۳۱٤] – بدلیل ایجاد چنین حباب هایی است که این ذخائر بزرگ مایع به " اتاق های حباب دار" معروف شده اند.

ابزارهای آنالیز (تلسکوپ، اتاق حباب، کامپیوتر و غیره) و فرد مشاهده گر که آنها را تفسیر می نماید، تغییر می یابد.

چشم مفسر

آیا اگر تلسکوپ ها و ابزارهای واسطه ای را رها نموده و فقط به چشم خود اطمینان کنیم، قادر خواهیم بود نت های بکر و واقعیت های ناخالص را دریابیم؟ تا چندی پیش، هنوز تصور می شد این مسئله امکان پذیر بوده و عملکرد چشم بمانند دوربین تلویزیون می تواند تصاویر را بدون هیچگونه تفسیری منتشر نماید: چشم با مشاهده صحنه، نقاط نورانی متعددی را ضبط می نماید. این اطلاعات به مغز ارسال شده و مغز با بازسازی صحنه احساس دیدن را در ما ایجاد می نماید. بدینصورت، ظرافت جزئیات منظره ای که مشاهده می شود به ابعاد سلولهای شبکیه چشم که نور را ضبط می نماید وابسته خواهد بود : هرچقدر سلولها بزرگتر باشند تصویر لطیف تر و منظم تر خواهد بود. میمونها قادر نیستند جزئیات واقعیت را بمانند انسانها مشاهده نمایند. آیا باید نتیجه گیری نمود شبکیه چشم آنها با ظرافت کمتری تقسیم بندی شده است؟ مطالعات جدید در مورد مکانیزم دید خلاف این امر را ثابت کرده است. چشم از سلولهای متعددی بشکل مخروط مملو از مایعی ارغوانی تشکیل شده است. زمانیکه یک ذره نور به مخروط چشم برخورد می نماید رنگ ارغوانی آن تغییر یافته و بی رنگ می شود. چشم مدت زمانی را صرف می کند تا رنگ ارغوانی خود را باز یابد و در این مدت، قدرت دیدن را از دست می دهد. این عدم فعالیت لحظه ای چشم بی رنگ باعث می شود چشم انسان نتواند تصویر را بصورت دقیق و مستمر تشخیص دهد. نتیجتا" تصویر مشاهده شده بصورت زمخت و ناهموار همراه با مناطق پرنور و سایه دار بنظر خواهد رسید. ولی با تمام این تفاسیر، تصویری که ما با چشم مشاهده می نمائیم بسیار کامل است و چشم ما جزئیات کامل یک تابلوی "مونه" و یا مجسمه ای از شکاهکارهای "رودن" را بدون هیچگونه اشکالی مشاهده می نماید. بیولوژیست ها این شبه تضاد ظاهری را بدینصورت تشریح می نمایند: مخروط های چشم بطریقی با یکدیگر در ارتباطند که علامات ارسالی به مغز به ما احساس دریافت تصویر نورانی بدون سایه و لکه می دهد در حالیکه تصویر دریافتی بوسیله مخروط ها دارای لکه های سایه دار می باشند. بدینصورت، حتی در مقیاس باصره ای بسیار ابتدایی نیز واقعیت تفسیر می گردد و نت های موسیقی تغییر می یابند.

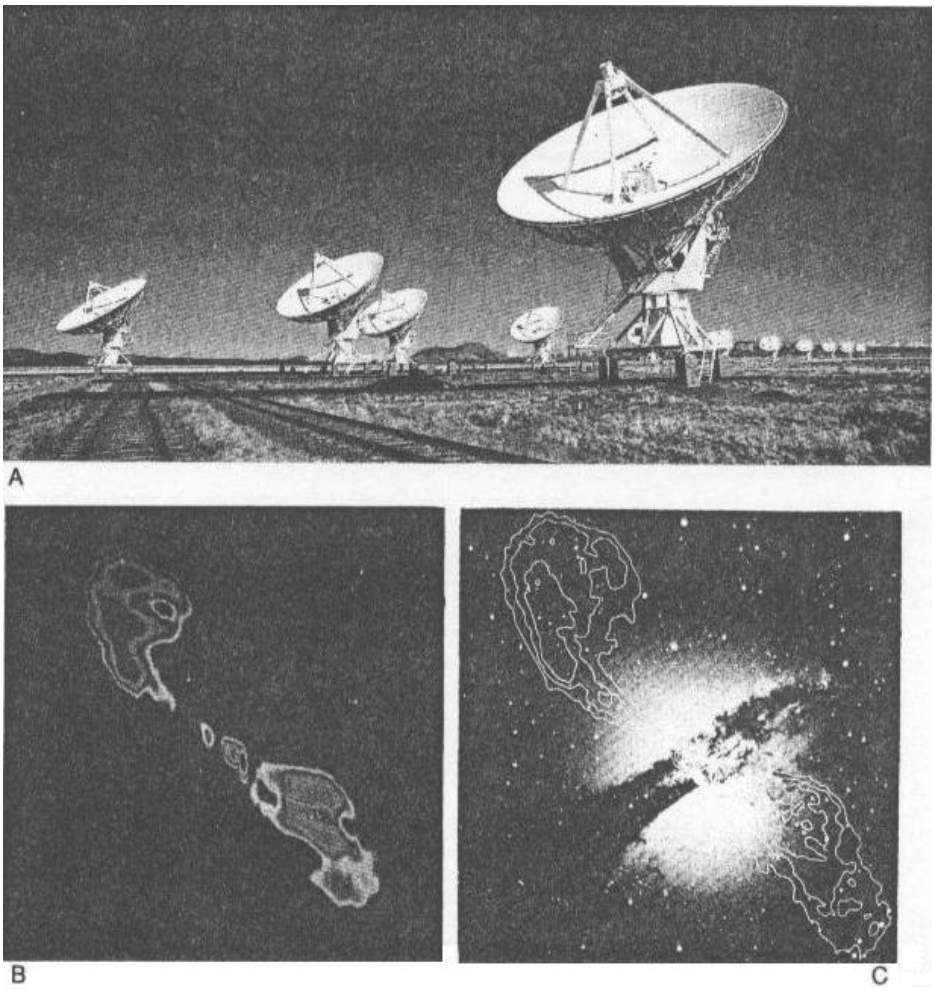
مشاهده نامرئی

چشم غیرمسلح اخترشناس کنار گذاشته می شود. از زمانیکه گالیله در سال ۱۶۱۰ اولین عینک ستاره شناسی (تلسکوپ) را متوجه سیاره مشتری و قمرهایش نمود، اوضاع کاملا" تغییر کرد. به یاری تلسکوپ های عظیم که تحت کنترل کامپیوترهای بسیار با قدرت قرار دارند، چشم اخترشناس همواره در حال تکامل بوده و ستارگان بیش از پیش دورتر و کم نورتر را با جزئیات کامل مشاهده می نماید. اخترفیزیکدان حتی به نامرئی دست یافته است. او تلسکوپ هایی را اختراع نموده که قادر است نور غیرقابل رویت به چشم انسان را ردیابی نماید. تلسکوپ های رادیویی و مادون قرمز، کیهانی زیبا و با عظمت غیرقابل تصور را برایمان نمایان می سازد. چشم های اخترشناس سپس به قمرهای مصنوعی تبدیل شدند. تلسکوپ های حساس به اشعه ماوراء بنفش، اشعه ایکس و یا گاما که در قمرهایی که صدها یا هزاران کیلومتر بالاتر از زمین قرار گرفته اند بما اجازه میدهند تا در بالاتر از پرده تیره آتمسفر به تماشای کیهان بنشینیم. منبعد، اخترشناس سلطان نورها خواهد بود. او تمامی اشعه های الکترومغناطیسی را مطیع خود ساخته است (به توضیح شماره ۱ مراجعه شود).

همانند تصاویر قابل رویت، تصاویر نامرئی نیز شماره گذاری شده (به علامات رادیویی یا اشعه های ایکس شدید، اعداد بزرگ و به علامات ضعیف، اعداد کوچک نسبت داده می شود) و روی نوارهای مغناطیسی ضبط می گردند و سپس بر روی صفحه تلویزیون به نمایش گذاشته می شوند و تصاویر کهکشانهای رادیویی یا کهکشانهای ایکس با رنگهای عجیب و غریب در تمامی عظمتشان ظاهر می گردند و بدینصورت، نامرئی مشاهده می گردد (شکل ٦٤).

ماشین ها می توانند ما را فریب دهند

درست فهمیدید، بتدریج که ابزارها بیش از پیش پیچیده تر شده و نامرئی تسخیر می گردد، اخترشناس نیز از واقعیت ناخالص و نت های موسیقی بکر بتدریج فاصله می گیرد. واقعیت از بین مدارهای الکترونیکی صافی گردیده و سپس بوسیله کامپیوترهای پرقدرت و عملیات پیچیده ریاضی دست کاری و شماره گذاری می شود. گالیله در ابتدا با زحمت فراوان توانست واقعیت شگفت انگیزی را که تلسکوپش کشف کرده بود به همکارانش بقبولاند. همکاران وی تصور می نمودند قمرهای مشتری و دهانه های آتشفشان نماهای ماه توهمات بصری ناشی از عدسی تلسکوپ می باشند. گذشته از هرچیز، عدسی موجب انحراف نور شده و تصویر را گسترش می دهد، پس چرا نباید توهمات بصری ایجاد نماید؟



شکل ٦٤ : مشاهده نامرئی. اخترشناس با اختراع تلسکوپهایی که قادرند اشعه های غیرقابل دسترس به چشم غیرمسلح را ردیابی نمایند، توانست بر نامرئی فائق آید. تصویر a، رادیو تلسکوپ عظیم آمریکایی بنام Very Large Array (VLA) را در نیکومکزیکو نشان می دهد. این تلسکوپ در نوع خود بزرگترین تلسکوپ جهان است. VLA از ۲۷ تلسکوپ که هرکدام قطری برابر با ۲۵ متر دارند تشکیل شده است. این تلسکوپ ها بر روی ریلهای آهنی حرکت می نمایند و با جابجایی خود حرف Y را بوجود می آورند که هر بازوی آن تا ۲۱ کیلومتر وسعت دارد (عکس از NRAO).

کلیه تلسکوپها بوسیله کامپیوترهای بسیار پرقدرت کنترل می شوند که نورهای رادیویی کسب شده بوسیله هر تلسکوپ را در یک تلسکوپ جمع آوری نموده و بعد از شماره گذاری و عملیات پیچیده ریاضی آنرا به روی صفحه تلویزیون ارسال می نماید. در تصویر b، تصویر کهکشانی با نور رادیویی، بصورتی که در صفحه تلویزیون نمایان می گردد نشان داده شده است (این کهکشان به قنطورس A معروف است) و بدینصورت، نامرئی قابل رویت می گردد (عکس از NRAO).

در اکثر موارد، نور رادیویی از کهکشانی ساطع می گردد که خود نور مرئی نیز منتشر می نماید. کهکشان تصویر b چنین وضعیتی را دارا می باشد. در تصویر c، تصویر رادیویی بر روی تصویر قابل رویت قرار داده شده است. بخوبی مشاهده می شود که تصویر رادیویی بطور قابل ملاحظه ای با تصویر قابل رویت فرق دارد. در حالکیه

کهکشان قابل رویت بیضوی شکل است و از میان آن نور پهنی از گردو غبار عبور می نماید (این نور تیره بنظر می رسد زیرا گرد و غبار، نور قابل رویت را جذب می نماید)، نور رادیویی بصورت دو بازو که از مرکز کهکشان قابل رویت به دو طرف منتشر شده مشاهده می گردد. اخترشناسان معتقدند این دو بازوی پخش شده از دو سو در اثر وجود یک سیاهچاله بزرگ با جرمی معادل با صدها میلیون خورشید که در مرکز کهکشان قابل رویت وجود دارد، ایجاد شده است. بدینصورت، چشمهای رادیویی مکمل چشمهای معمولی شده و پیچیدگی کیهان را نمایان می سازند (عکس از NARO و Cerro-Tololo Observatory).

مشکل واقعی بودن تصاویر همواره در اخترشناسی مدرن مطرح گردیده است. خود من، زمانیکه از رادیوتلسکوپ عظیم نیومکزیکو (شکل ٦٤) استفاده می نمایم، بارها این احساس کسب عدم واقعیت به من دست داده است. نه تنها این دستگاه تلسکوپ بسیار بزرگ و عظیم است (مجموعه ای از ۲۷ تلسکوپ هرکدام با قطر ۲۵ متر که در مساحتی به قطر ۲۷ کیلومتر جابجا می شوند)، بلکه ستارگان غیرقابل رویتی را مشاهده می نمایم که نور رادیویی شان از طریق ابزاری کسب می شود که کنترل مستقیم آنها از اختیار من خارج است. بدینصورت، من کاملا" در اختیار کامپیوترها هستم. آنها هستند که ۲۷ تلسکوپ را بسوی نقطه ای در فضا میزان کرده و نورهای رادیویی کسب شده از هر تلسکوپ را با یکدیگر ترکیب می سازند و سپس با عملیات مختلف نظیر شماره گذاری و فنون متعدد و پیچیده ریاضی تصویر کسب شده را روی صفحه تلویزیون به نمایش می گذارند. مراحل متعدد و مختلف بین علامات ناخالص اولیه و تصویر نهایی آنچنان فراوان است که می توان در مورد میزان واقعیت موجود در تصویر شک نمود. همکاران گالیه حق داشتند مشکوک باشند. در علم، یک نتیجه گیری یا یک مشاهده مورد قبول واقع نمی گردد مگر صحت آن جداگانه بوسیله پژوهشگرانی که ابزارها و تکنیکهای مختلفی در اختیار دارند به اثبات برسد. در واقع، احتمال اینکه اشتباهی هر بار تکرار گردد کم است یا اینکه باید نتیجه گیری نمود ابزارها و ماشین ها می خواهند همواره ما را فریب دهند.

واقعیت برگزیده و تغییریافته

در واقع، این مشکلات تکنیکی قابل رفع می باشند. کافی است در هر مرحله دقت لازم صورت پذیرد، وسائل و ابزارهای محاسبه دقیقا" ساخته شوند و کامپیوترها نیز با مطالعات بسیار برنامه ریزی گردند تا هیچگونه اشتباه انسانی وارد محاسبات نگردد. ولی مشکل، در واقع، مشکل انسان و مغز اوست. انسان قادر نیست بصورت واقعی طبیعت را مشاهده نماید. بین جهان داخلی و خارجی او همواره برخوردی دوجانبه وجود دارد. تکامل داخلی او بر دریافتش از جهان خارج تاثیر گذاشته و برعکس، برخورد او با جهان خارج موجب تغییرات

جهان درونی او می گردد. جهان درونی دانشمند مجموعه ای است از مفاهیم، مدلها و نظریه هایی که او در طول زندگی حرفه ای اش کسب نموده است. این جهان درونی زمانیکه بیرون ریخته می شود دیگر به او اجازه نمی دهد تا وقایع را بصورت حقیقی، خالص و عاری از هرگونه تفسیر مشاهده نماید. این جهان درونی، عقاید، افکار و یا حتی خرافاتی را برای دانشمند شکل خواهد داد. حتی مادی گرا ترین محققین نیز دارای چنین عقایدی می باشند. در واقع، این عقاید محرک و موتور شیوه ها و اسلوب های علمی می باشند.[۳۱۵] دانشمندی بدون افکار و عقاید موروثی، عاری از هرگونه " پارادایم"، چگونه خواهد توانست از میان انبوهی از اطلاعات که طبیعت در اختیارش قرار داده، از میان وقایع فراوان و مختلف، فقط اطلاعات با اهمیت و پرمعنی را انتخاب نماید، وقایعی که نمایانگر قوانین و اصول بوده و حامل اطلاعات مهم باشند؟ انتخاب واقعیت یکی از بخش های بسیار با اهمیت روش علمی است و مردان بزرگ علوم کسانی بودند که توانستند مسائل اساسی وقایع را گرفته و از جزئیات صرف نظر نمایند.

بنابراین، واقعیت بطرز اجتناب ناپذیری بوسیله دنیای درونی تغییر می یابد و ما فقط آنچیزی را می بینیم که می خواهیم ببینیم. چه کسی از ما تاکنون احساس سبک و غیرقابل توصیف ناشی از عشق را تجربه نکرده است؟ با مشاهده یک کلوچه، مارسل پروست تمامی زمانهای از دست رفته کودکی اش را در برابر چشمانش می بیند. کوچه ای عادی یا نوای موزیکی بی اهمیت ناگهان شما را عمیقا" متاثر می سازد زیرا حوادث مهم زندگی شما به آنها وابسته بوده است. مرد علم نیز از این قانون مستثنی نیست. چارلز داروین، بنیانگذار اصل تکامل زیست شناسی، داستان جالبی را حکایت می کند: او تمام روز را در کنار رودخانه ای قدم زد و بجز آب و قلوه سنگ چیز دیگری ندید. یازده سال بعد، مجددا" به کنار رودخانه آمد ولی این بار وی به جستجوی اثرات یک "یخچال طبیعی"[۳۱۶] آمده بود. آثار یخچال طبیعی برای وی کاملا" آشکار بود و داروین به محض مشاهده توانست آنرا کشف نماید.

بدینصورت، واقعیت بطور کامل وابسته به توشه علمی افراد علمی می باشد. واقعیت بوسیله جهان درونی او انتخاب شده و تغییر می یابد. بنظر من در اخترفیزیک مهمترین مثالی که نمایانگر این وابستگی شدید بین واقعیت و مفاهیم کسب شده علمی است، مشکل جرم نامرئی است. این جرم هیچگونه نوری از خود منتشر نکرده و نتیجتا" کاملا" غیرقابل دسترسی به مشاهدات مستقیم می باشد. با اینحال، اکثر اخترفیزیکدانان معتقدند ۹۰ تا ۹۸٪ از جرم کیهان از این ماده نامرئی تشکیل شده است. دلیل این مسئله نیز ساده است زیرا اگر ما قانون گرانش عمومی نیوتون را قبول نمائیم، حرکات ستارگان و گازها در کهکشانها و حرکات کهکشانها در خوشه های کهکشانی بدون وجود جرم نامرئی، شکل دیگری خواهند

---

[۳۱۵] – توماس کان (Thomas Kuhn)، مورخ آمریکایی علوم، به این عقاید لقب پارادایم (Paradigne) داده است.

[316] - Glacier

داشت. بهمین طریق، بنای انفجار بزرگ نیز بر اساس نسبیت عام استوار است. بدون این تکیه گاه علمی، انفجار بزرگ واژگون خواهد شد. انسان از طریق تلاقی دنیای درونی اش با دنیای خارج، کیهان را بوجود می آورد.

چنین نگرشی همچنین این مسئله را مطرح می سازد که چرا علم ابتدا در اروپا بوجود آمد تا مکانهای دیگر. فعالیت یک دانشمند مجزا و منفرد از دیگران نیست. محیط فرهنگی اطرافش، دنیای درونی اش را متاثر ساخته و موجب جهت دادن به تحقیقاتش می گردد. شیمی دان بلژیکی، ایلیا پریگوژین[۳۱۷] می گوید : " علم فقط از طریق عقایدی که انسانها از جهان دارند بوجود می آید. اگر قومی مطمئن باشد که علت اصلی ظهور کیهان وجود یک آفریننده تعالی است و اوست که آینده اش را تعیین می نماید بنابراین برای این علت قوانین و آینده ای متمایز و مشخص وجود خواهد داشت و این به عهده انسانهاست تا این قوانین الهی را کشف نمایند."[۳۱۸] نیوتون که مومنی از تبار مسیحیت بود علم غرب را بخوبی شکل داد. او این فوریت را دریافته بود که در قوانین طبیعت باید به جستجوی اثرات قادر تعالی پرداخت. علم در چین رشد چندانی نکرد، جائیکه با اینحال، قطب نما و باروت ساخته شده بود زیرا مفهوم خداوند، خالق کیهان و قوانینش در آنجا غایب بود.[۳۱۹]

تخمیر درونی

ولی اگر دانشمند فقط آنچیزی را که جستجو می نماید می بیند، اگر هر واقعه و حقیقت جدیدی را فقط در چارچوب مفاهیم و دانشی که از قبل دارا است، قرار می دهد، پس چگونه باید پیشرفت نمود؟ چگونه باید دانش و شناخت جدیدی را کسب نمود؟ پژوهشگر معمولا" انسان محافظه کاری است و هر چیز جدیدی را به سختی قبول می کند. هرگونه واقعه یا حقیقتی که بخواهد بنای دانش او را بلرزاند با مقاومت شدیدش مواجه خواهد شد و در اکثر مواقع، وقایعی که بعدها "غیرطبیعی" تلقی می شوند (یعنی در چارچوب مفاهیم معمولی قرار نمی گیرند) باید در ابتدا، در برابر عقاید مورد توجه عام سر فرود آورند. مهمترین مثال در مورد این راحت طلبی[۳۲۰] را می توان برای "بطلمیوس" ذکر کرد که با مطرح کردن فلک های تدویر (اپی سیکل ها) به تشریح حرکت سیارات بدور زمین پرداخت، زمینی که خود در مرکز کیهان ثابت بود. این محافظه کاری، آنچنان که در نگاه اول

---

317 - **Ilya Prigogine**

۳۱۸ – **نقل ازگی سرمان (G. Sorman) در مجله فیگارو، ۵ ماه مارس ۱۹۸۸.**

۳۱۹ – **بنا بر عقیده کنفوسیوس، کیهان از دو نیروی مخالف بوجود آمده است : ین و یانگ.**

320 - **Conformisme**

بنظر می رسد، چندان هم منحوس نیست. در واقع، این دریچه اطمینانی است بر ضد نظریه های رقیب.

در هر حال، باید که علم پیشرفت نماید. زمانیکه وقایع جدید انباشته می شوند، انقلابات ظاهر می گردند، انقلاباتی که در چارچوب طرح های قدیمی قرار نمی گیرند. این انقلابات بویژه از طریق افراد نابغه ای که ارتباطات جدیدی را بین وقایع کشف می نمایند صورت می پذیرد. تمامی اجزاء کیهان با یکدیگر در ارتباطند، همانطور که خواهیم دید، هر بخش از کیهان نمایانگر کل کیهان است. روش علمی روشی است که در آن واقعیت انتخاب و تقسیم بندی می گردد. در هر مرحله ای، علم فقط می تواند بخشی از کل واقعیت را مورد تحقیق قرار دهد و هر بار که " اتحاد ربطی"[۳۲۱] جدیدی ظاهر می گردد، علم پیشرفت شگفت انگیزی می نماید. نیوتون با اتحاد ربطی که بین سقوط سیب و حرکت ماه بدور زمین بوجود آورد توانست گرانش عمومی را کشف نماید. اینشتاین با کشف اتحاد ربطی بین زمان و فضا توانست نظریه نسبیت عام را عرضه کند. کشف چنین اتحادهای رابطی در واقع، بمانند عمل خلقت و آفرینش است، درست به همان صورتی که پیکاسو با نقاشی تابلوی "دختران آوینیون"[۳۲۲]، بتهوون با ساختن سنفونی های خود و یا "پروست" با نوشتن رمان "در جستجوی زمان از دست رفته" شاهکارهایی را آفریدند. کشفیات بزرگ علمی بر حسب اتفاق صورت نگرفته است. آنها نتیجه تخمیر شدید درونی می باشند که از عناصر خارجی بظاهر پراکنده تغذیه می نمایند.

پاندول فوکو[۳۲۳]

علم همواره در جستجوی اتحادهای مرتبط جدید می باشد. در واقع، کیهانی که علم مدعی تشریحش است، کیهانی است که اجزای آن کاملا" در ارتباط با یکدیگرند. "کلیت"[۳۲٤] کیهان بطرز اسرارآمیزی در هر جا و در هر لحظه حاضر است. هر جزء کیهان نماینده کل آنست. دو آزمایش با طبیعتی متفاوت این پدیده مهم را به اثبات رسانده است.

اولین آزمایش مربوط به پاندول فوکو می باشد." لئون فوکو" فیزیکدان فرانسوی می خواست ثابت نماید که زمین بدور خود می چرخد. در سال ۱۸۵۱ در آزمایشی که بعدها در تاریخ به ثبت رسید، وی پاندولی[۳۲۵] را به طاق معبد پانتئون در پاریس آویزان کرد. عملکرد پاندول، زمانی که شروع به حرکت نمود، بسیار عجیب بود: با گذشت زمان، صفحه نمایش

---

321 - **Interconnexion**
322 - **Demoiselles d'Avignon**
323 - **Foucoult**
324 - **Totalité**

۳۲۵ – این پاندول عبارت بود از وزنه ای سنگین در نوک ریسمانی بلند.

حرکات پاندول (معروف به صفحه نوسان) به دور محور عمودی می چرخید. برای مثال، ابتدا در جهت شمال و جنوب می چرخید و سپس با گذشت چند ساعت، صفحه نمایش در جهت شرق و غرب قرار می گرفت.[۳۲۶]

چرا صفحه نوسان پاندول فوکو به دور محور عمودی می چرخد؟ فوکو پاسخ می دهد این حرکت، حرکتی ظاهری بوده و در واقع، صفحه نوسان ثابت است و این زمین است که می چرخد و استدلال فوکو به همین برهان ختم می گردد. ولی استدلال فوکو کافی نبود زیرا یک "حرکت" زمانی می تواند تشریح گردد که نسبت به جسمی "بی حرکت" در نظر گرفته شود. برای مثال، زمین بدور چیزی می گردد که خود بی حرکت است. حرکت مطلق وجود ندارد. اگر فقط یک جسم در کیهان وجود داشت نمی توانستیم از حرکت این جسم صحبت نمائیم زیرا حرکت این جسم با هیچ حرکت دیگری نمی تواند مورد مقایسه قرار گیرد. برای تشریح حرکت گردش زمین فوکو می بایست اجسام ساکن و بی حرکت را جستجو می نمود. ولی چگونه چنین اجسامی را باید یافت بویژه چگونه باید از ثبات آنها اطمینان حاصل نمود؟ پاندول فوکو به کمکمان می آید زیرا زمانیکه پاندول به حرکت در می آید دارای صفحه نوسانی ثابت است. کافی است پاندول را در جهت ستاره ای که ساکن بودنش مورد آزمایش است قرار دهیم. اگر ستاره مورد آزمایش بی حرکت باشد، همواره در صفحه نوسانی پاندول باقی خواهد ماند. برعکس، چنانچه دارای حرکت باشد، انحرافی کند در بیرون صفحه نوسانی بوجود خواهد آمد.

به ترتیب، اجرام آسمانی شناخته شده، از نزدیکترین تا دورترین آنها را مورد آزمایش قرار می دهیم. صفحه نوسانی را بسوی خورشید نشانه می گیریم. بعد از یک ماه خورشید از صفحه نوسانی خارج می شود. ستارگان نزدیک درشعاعی معادل چند سال نوری زمانی بیشتری را صفحه پاندول می گذرانند ولی در مدت چند سال آنها نیز از صفحه خارج می شوند. ببینیم کهکشان آندرومد با فاصله ۲/۳ میلیون سال نوری چه می کند؟ آندرومد بسیار بهتر عمل نموده و مدت زمان بیشتری را در صفحه نوسانی می گذراند ولی سرانجام از صفحه خارج می شود. سپس نوبت به ابرخوشه محلی با فاصله ای معادل ٤٠ میلیون سال نوری می رسد. بتدریج که اخترهای بیش از پیش دورتر را در نظر می گیریم مدت زمان صرف شده در صفحه نوسانی بطور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد ولی انحراف کند هنوز وجود دارد. با نا امیدی پاندول را به سوی یک خوشه کهکشانی با فاصله چند میلیارد سال نوری که فقط با تلسکوپ های بسیار بزرگ قابل رویت است نشانه گیری می کنیم. سرانجام، پاداش صبوری خود را بدست می آوریم: انحراف وجود نخواهد داشت.

---

[۳۲۶] – اگر آزمایش در قطبین زمین صورت می گرفت، در طول ۲۴ ساعت یعنی یکروز، صفحه نوسان یک دور کامل بدور خود می زد. در پاریس بدلیل اثر عرض جغرافیایی، در مدت ۲۴ ساعت، صفحه نوسان فقط جزئی از یکدور کامل را انجام می دهد.

این نتایج کاملا" قابل درکند. همانطور که قبلا" مشاهده شد، همه اجرام کیهان در باله کیهانی شگفت انگیزی مشارکت دارند. زمین بدور خورشید می چرخد که خود بدور مرکز راه شیری در گردش است. راه شیری به سوی مرکز گروه محلی در حرکت است و گروه محلی بدور مرکز ابرخوشه محلی در گردش می باشد. به نظر می رسد ابرخوشه محلی نیز بدور مرکز مجموعه ای جسیم از کهکشانها بنام "جاذب بزرگ" در گردش باشد (شکل ۲۷).

فقط در فراتر از ابرخوشه محلی است که حرکات باله تضعیف گشته و انبساط کیهان در خالص ترین تعبیر خود نمایان می گردد. حرکات باله موجب انحراف اجسام مورد آزمایش در صفحه نوسان پاندول می گردند. این انحراف زمانی پایان می یابد که اجسام به اندازه کافی دور قرار گرفته و در باله شرکت ننمایند. نتیجه گیری این آزمایشات بسیار شگفت انگیز است: پاندول فوکو بدون در نظر گرفتن محیط اطراف خود به نوسان ادامه می دهد. این پاندول هیچگونه توجه ای به زمین، خورشید، گروه محلی یا ابرخوشه محلی ندارد. پاندول وضعیت خود را نسبت به کهکشانهای دوردست تعدیل می نماید و با توجه به اینکه تقریبا" تمامی جرم قابل رویت کیهان در کهکشانها وجود دارد می تواند ادعا نمود که چگونگی حرکت پاندول وابسته به تمامی کیهان است یا به معنای دیگر، هراتفاقی در نزد ما (در کره زمین) وابسته به عظمت کیهانی است. هر جزء کیهان در بردارنده کل کیهان بوده و از هر جزء آن مابقی کیهان متاثر می گردد. تمامی اجزاء کیهان بیکدیگر مرتبطند. در اواخر قرن نوزدهم، زمانیکه، فیلسوف و فیزیکدان اتریشی، "انرست ماخ"[۳۲۷] (فیزیکدان سرعت های مافوق صوت)، حرکات اجسام را مطالعه می کرد به همین نتیجه گیری رسیده بود. ماخ عقیده داشت جرم هر جسم یعنی مقداری که سکون جسم را محاسبه می نماید یا به عبارت دیگر، مقاومتش در برابر حرکت نتیجه تاثیر تمامی کیهان بر این جسم می باشد. به گفته وی، زمانیکه شما ماشین خرابتان را هل می دهید یا مبل های سالن پذیرایی را جابجا می کنید، مقاومت این اجسام در برابر حرکت شما از کل عظمت کیهان نشات می گیرد. ماخ هرگز به تفصیل به شرح این اثر مرموز کیهانی بر ماشین شما یا حاضر در سالن پذیرایتان نپرداخت و بعد از او نیز هیچ کس دیگری به این مر مبادرت نورزید.

در هر حال، رفتار پاندول فوکو ما را مجبور به این نتیجه گیری می نماید که ارتباطی دیگر در کیهان وجود دارد. ارتباطی که فیزیک مدرن عصر حاضر به آن اشاره نکرده است. ارتباطی مرموز و نهانی که بوسیله نیرو و نه بوسیله انرژی ایجاد می گردد، ارتباطی که تمامی کیهان را بیکدیگر مرتبط می سازد.

تقسیم ناپذیری کیهان

[327] - **Ernest Mach**

پاندول فوکو به ما نشان داد که در مقیاس ماکروسکپی، اجزاء کیهان همگی با یکدیگر در ارتباطند. اکنون خواهیم دید که این تقسیم ناپذیری در جهان میکروسکپی نیز حکمفرماست. اثبات این مسئله بر اساس آزمایش معروفی که در سال ۱۹۳۰ بوسیله آلبرت اینشتاین، "بوریس پودولسکی"[۳۲۸] و "ناتان روزن"[۳۲۹] جهت رد تفسیر کوانتمی" احتمالی بودن واقعیت" صورت گرفته بود، قرار دارد. عقاید آنها بدینصورت است : ذره ای را در نظر می گیریم که بصورت آنی به دو ذره نور A و B تجزیه می گردد. ما هیچگونه اطلاعی از جهت حرکتی که این دو ذره اختیار خواهند نمود نخواهیم داشت. تنها یقین این است که بدلیل تناسب آنها باید در جهات مخالف حرکت نمایند. اگر A بسوی غرب رود، B باید بسوی شرق هدایت شود. ابزارهایمان را جهت اثبات صحت این مسئله مستقر می سازیم: دقیقا" همینطور خواهد بود، A بسوی غرب و B بسوی شرق میروند.

ولی نتیجه گیری هنوز زود است زیرا ما تردید و "عدم جبرگرایی"[۳۳۰] که در جهان میکروسکپی حکمفرماست را نادیده گرفته ایم. مکانیک کوانتمی به ما می گوید : حرکت A تا قبل از اینکه بوسیله ابزارهای محاسبه ردیابی نشده باشد جهت خاصی ندارد. A قبل از مشاهده, سیمای موجی داشته و حاضر به قبول هرجهتی است، فقط زمانیکه موج یاب آنرا می یابد، A تبدیل به ذره شده و "می فهمد" که به سوی غرب هدایت می شود. اگر A قبل از ردیابی بوسیله موج یاب "نمی دانست" کدام جهت را اختیار نماید، چگونه B از قبل توانست جهت A را حدس زده و مسیر خود را بطریقی تغییر دهد که در موقع ردیابی در جهت مخالف قرار گیرد؟

اینشتاین و همکارانش با این استدلال نتیجه گیری کردند که مکانیک کوانتمی اشتباه می کند که واقعیت نمی تواند بوسیله احتمالات تشریح گردد که "خداوند طاس باز نیست". A قبل از حرکت "میدانست" چه جهتی را اختیار خواهد نمود و قبل از حرکت این مسئله را به اطلاع B رسانده بود تا جهت مخالف را در پیش گیرد. A و B واقعیتی مادی کاملا" معین و مستقل از عمل مشاهده دارند ولی باید گفت اینشتاین در اشتباه بود. تجربیات در آزمایشگاهها همواره استدلال مکانیک کوانتمی را به اثبات رسانده اند : A واقعا" "نمی دانست" کدام جهت را پیش گیرد و ذرات واقعیتی مادی که مستقل از مشاهده باشد ندارند. پس چگونه باید شبه تضاد EPR (حروف اول اسامی سه فیزیکدان) را حل نمود؟

در واقع، این شبه تضادی واقعی نیست مگر اینکه فرض نمائیم واقعیت در هر یک از دو ذره نور وجود داشته که این دو ذره از یکدیگر مجزا هستند و نمی توانند بریکدیگر تاثیر متقابل داشته باشند. اگر این عقیده که دو ذره نور، مجزا از یکدیگر حتی بفاصله میلیاردها سال نوری، قبل از ردیابی بوسیله ابزارهای محاسبه، از یک واقعیت و کلیت تشکیل شده اند را

---

328 - Boris Podolsky
329 - Nathan Rosen
330 - Indéterminisme

قبول نمائیم و اگر وجود ارتباطی مستمر و اسرارآمیز را بین آندو در نظر گیریم، معمایی وجود نخواهد داشت. بدینصورت، B در هر لحظه در جریان اعمال A خواهد بود. دیگر لازم نیست که آنها پیامهایی را بیکدیگر ارسال نمایند. واقعیت موضعی نبوده بلکه کلی خواهد بود. " اینجا" و یا " آنجا" مفهومی نخواهند داشت و همه چیز با یکدیگر مرتبط است و " اینجا" مشابه " آنجا" می باشد.

پاندول فوکو و آزمایش EPR ما را مجبور می نماید که عقاید روزمره مان از فضا و زمان را کنار گذاریم و به این نتیجه گیری برسیم که کیهان دارای نظامی کلی و غیرقابت رویت است. نظامی که هم در مقیاس میکروسکپی و هم در جهان ماکروسکپی حکمفرماست. اثری همواره حاضر و اسرار آمیز موجب می گردد که هر بخش از کیهان محتوی کل کیهان را در برداشته و کل کیهان نیز بر هر جزء آن تاثیر گذار باشد. تمامی موجودات زنده جهان، تمامی ماده ها، کتابی که در دست دارید، اشیاء اطرافتان، لباسهایی که پوشیده اید، همگی کل کیهان را در خود دارند. هر کدام از ما بینهایت را در گودی دستهایمان لمس می کنیم.

علم غرب که بدلیل الزام و ضرورت، علمی" تقلیل گرا" [۳۳۱] می باشد بتدریج بسوی رویکردی "کلی گرا"[۳۳۲] از کیهان روی می آورد. اقدامات کنونی در راستای وحدت قوانین فیزیکی انعکاسی است از این بینش جدید.

علم به ما آموخت که با هر ماده کیهان تاریخی مشترک داریم که ما اطفال ستارگان، برادران حیوانات وحشی و عموزاده های شقایق های زیبای روستایی هستیم. علم همچنین به ما می آموزد همگی ما در بردارنده کیهان و غیرقابل تقسیم از آن هستیم. آیا این احساس تعلق به کیهان از خودکشی اتمی جلوگیری خواهد نمود؟ در هر حال، با توجه به این تفسیر از جمله معروف " آندره مالرو"[۳۳۳] ، دانشمند انتخاب دیگری نخواهد داشت : " علم قرن بیستم یا علمی است روحانی و معنوی یا اینکه علمی وجود نخواهد داشت".

راز ملودی

سئوالی را که در ابتدای این کتاب مطرح شد بازنگری می نمائیم: آیا کیهان تمامی واقعیت پرشکوهش را روزی به ما خواهد شناساند؟ آیا خواهیم توانست به راز ملودی واقعی پی ببریم؟ با توجه به آنچیزی که تاکنون گفته شده بنظر می رسد این امر بسیار مشکل و حتی غیرممکن باشد. مکانیک کوانتمی مدعی است عمل مشاهده، خود، موجب تعدیل واقعیت می گردد. این واقعیت سپس بوسیله چشمان ما، ابزارها و پیش داوری ها تفسیر و تغییر می

---

[۳۳۱] - (**Réductionniste**) – در غرب، علم برای کشف واقعیت، آنرا به بخشهای کوچک تقسیم نموده و سپس به مطالعه اجزاء می پردازد و بدینصورت پیشرفت می نماید.

[332] - **Holistique**

[333] - **André Malraux**

یابد. مسئله مهم دیگر این است که ما همواره فقط می توانیم بخش بسیار کوچکی از این کیهان وسیع و با عظمت را مورد مطالعه قرار دهیم. استعدادهای استثنایی، ابتکارات، ابداعات و تخیلات فراوان بیش از پیش ارتباطات ربطی بین این اجزاء کوچک را کشف نموده و بدینصورت، علم پیشرفت می نماید. ولی کشف کلیه ارتباطات هرگز امکان پذیر نخواهد بود. [۳۳٤]

درک کل کیهان غیرقابل دسترس است. ملودی آن همواره بصورت راز باقی خواهد ماند ولی آیا این دلیلی است جهت ناامید شدن و رها کردن تحقیق و پژوهش؟ من گمان نمی کنم. انسان هرگز نمی تواند از این احتیاج فوری نظم دادن کیهان خارجی بصورت مدلی هماهنگ و متحد اجتناب ورزد. انسان بعد از کیهان انفجار بزرگ، کیهانهای دیگری را خواهد آفرید، کیهانهایی که بیش از پیش به کیهان واقعی نزدیک ترند و بدینصورت به انسان کمک خواهند نمود تا دلایل هستی اش را روشن تر و واضح تر مشاهده نماید.

* * * *

[۳۳۴] – در این مورد لازم است به مطالعات ریاضی دان اتریشی "کورت گودل" ( ) اشاره شود که در سال ۱۹۳۱ ثابت نمود در ریاضیات همواره اجزایی وجود دارند که غیرقابل محاسبه و شمارشند. بهمین صورت که تشریح کل ریاضیات غیرممکن است، عقل و فهم انسانی نیز هرگز نخواهد توانست به کل کیهان دست یابد.

توضیحات کمی

این توضیحات خاص خوانندگانی است که مایلند در مورد برخی از مطالب مطرح شده در کتاب اطلاعات بیشتری را کسب نمایند ولی توضیحات ذیل لازمه درک مطالب کتاب نمی باشند. من در این توضیحات اغلب بجای استفاده از معادلات کامل فقط رابطه مقداری معین را نسبت به مقادیر دیگر نشان داده ام. بعلاوه، در این توضیحات از سمبول α استفاده نموده ام که به معنای متغیر به نسبت می باشد. بنابراین، $a \alpha b^2$ بدینصورت تفسیر می گردد: اگر **b** دو برابر شود **a** بصورت مجذور ۲ افزایش خواهد یافت یعنی ۴.

۱ – نور و اثر دوپلر

قطعه سنگی را در برکه ای پرتاب می کنید، امواج دایره ای شکل از محل برخورد سنگ با آب تا کناره های برکه تشکیل می شوند. فاصله بین دو موج متوالی، طول موج نامیده می شود. تعداد امواجی که در یک ثانیه به کناره برکه می رسند به فرکانس موج معروفند (در واقع، فرکانس موج، حاصل تقسیم سرعت انتشار موج بر طول موج می باشد). بهمین صورت، یک منبع نوری نیز امواج متحدالمرکز نوری با سرعتی معادل ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه صادر می نماید. تنها اختلاف مهم این است که امواج نوری بجای اینکه دایره شکل باشند، کروی شکل می باشند. نور نیز بوسیله طول موج " ℓ " و فرکانس " f " مشخص می گردد. f به نسبت عکس ℓ تغییر می یابد. ($f = c / \ell$ ، در این فرمول، **c** سرعت نور است). طول موج یا فرکانس نور، انرژی (**E**) نور را تعیین می نماید : هر چقدر فرکانس نور بیشتر یا اینکه طول موجش کمتر باشد، نور انرژی زاتر است ($E \alpha f$ یا $E \alpha 1/\ell$).

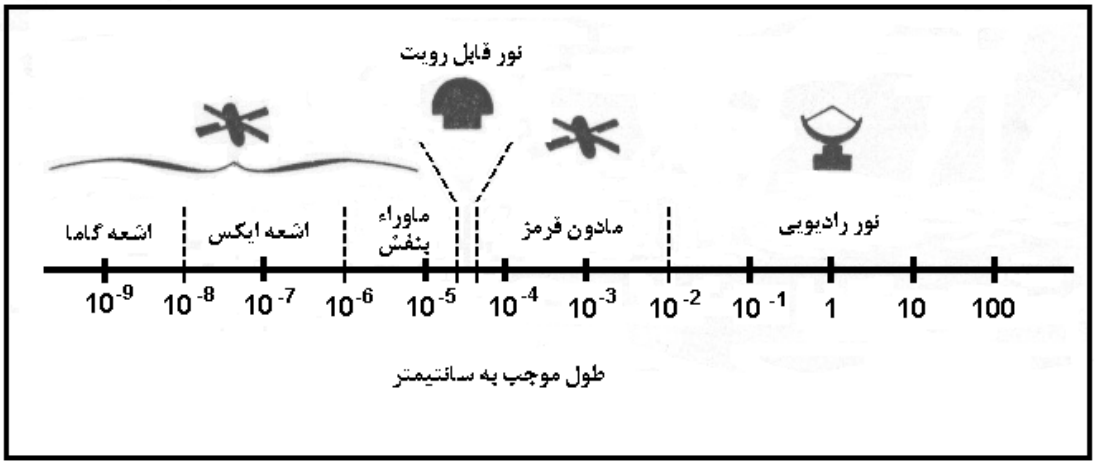
با تغییرات طول موج یا فرکانس نور، یک سری از امواج الکترو مغناطیسی ظاهر می گردند. اشعه های گاما دارای کوچکترین طول موج[۳۳۵] ، بزرگترین فرکانس[۳۳۶] بوده و از بالاترین انرژی برخوردارند. سپس به ترتیب تقلیل انرژی یا فرکانس و یا به ترتیب افزایش طول موج، اشعه ایکس، نور ماوراء بنفش، نور قابل رویت، مادون قرمز و امواج رادیویی قرار دارند. نور قابل رویت فقط قلمرو بسیار کوچکی را اشغال می نماید. نور قابل رویت با طول موجی بین ۳ تا ۷ صد هزارم سانتیمتر و با فرکانسی معادل یک میلیون میلیاردیم ($۱۰^{۱۵}$) در ثانیه به چشمان ما برخورد می نماید. در مورد نور رادیویی باید گفت بزرگی طول موجش می تواند تا یک کیلومتر وسعت داشته باشد. امواج رادیویی با فرکانس نسبتا" ضعیف (۳۰۰.۰۰۰ در ثانیه) بما می رسند (شکل ۱A).

آتمسفر زمین قابل نفوذ برای کلیه اشکال مختلف نوری نبوده و تنها نور قابل رویت، بخش کوچکی از نور مادون قرمز و نور رادیویی می توانند از آتمسفر عبور نمایند و بوسیله تلسکوپ های زمینی ردیابی شوند. نورهای دیگر فقط در ماورای آتمسفر می توانند بوسیله تلسکوپ هایی که از طریق قمرهای مصنوعی به آنجا حمل شده اند، ردیابی شوند.

---

[۳۳۵] – تقریبا" یک ده میلیاردیم سانتیمتر.

[۳۳۶] – امواج به تعداد تقریبی ۳۰۰ میلیارد میلیارد (۳×۱۰^{۲۰}) در ثانیه به ما می رسند.



شکل 1A : یک سری از امواج الکترو مغناطیس و ابزارهایی که بوسیله آنها این امواج ردیابی می شوند.

زمانیکه منبع نور نسبت به مشاهده کننده تغییر مکان می دهد (یا اینکه بیننده نسبت به منبع نور تغییر وضعیت می دهد : تنها حرکت نسبی در نظر گرفته می شود)، طول موج نور (یا فرکانسش یا انرژی اش) تغییر می یابد. اگر منبع نوری دور شود، نور زمان بیشتری را صرف خواهد نمود تا به بیننده برسد. طبق فرمول ذیل: طول موج مشاهده شده یا فاصله متوالی بین دو موج که به بیننده می رسد نسبت به طول موج منتشر شده افزایش می یابد :

$$\frac{\ell \text{ مشاهده شده}}{\ell \text{ منتشر شده}} = 1 + \frac{V}{C}$$

در این فرمول V سرعت نسبی بین منبع نوری و بیننده و C سرعت نور می باشد. فرکانس و انرژی نور مشاهده شده کمتر از فرکانس و انرژی نور منتشر شده خواهد بود. اگر بجای دور شدن، منبع نور نزدیک شود، طول موج مشاهده شده نسبت به طول موج منتشر شده تقلیل می یابد. در فرمول بالا، کافی است بجای علامت (+) علامت (-) قرار داده شود. فرکانس انرژی نور مشاهده شده بجای کاهش افزایش می یابد. این پدیده به " اثر دوپلر" معروف است. پلیس با استفاده از فرمول بالا و یک رادار می تواند سرعت خودرویتان را در اتوبان مشخص نماید. او از فرکانس[۳۳۷] موج رادیویی که بوسیله رادار منتشر می شود با اطلاع است و همچنین وسیله ای در اختیار دارد که بوسیله آن فرکانس[۳۳۸] موج رادیویی منعکس شده از پشت خودروی تان را محاسبه می نماید. کافی است که ارزش ℓ ها را در فرمول بالا قرار داد تا سرعت خودرو (V) مشخص گردد! اثر دوپلر همچنین در مورد صدا نیز معتبر است. همگی ما تا حال حتما" به این مسئله توجه نموده ایم زمانیکه خودروای بما نزدیک می شود صدایش زیر (فرکانش افزایش می یابد) و زمانیکه از ما دور می شود صدایش بم می گردد (فرکانسش افزایش می یابد).

---

[۳۳۷] - یا طول موج ℓ منتشر شده

[۳۳۸] - یا طول موج ℓ مشاهده شده

در مورد نورهای قابل رویت، طول موج نور قرمز بلندتر از نور آبی و فرکانس و انرژی اش کمتر از نور آبی است. همچنین از اصطلاح " انتقال بسوی قرمز" جهت تشریح پدیده طویل شدن طول موج نور منتشر شده استفاده می گردد، طویل شدن طول موج بدلیل حرکت گریزی منبع نوری نسبت به بیننده ایجاد می گردد، حتی اگر نور قابل رویت نیز نباشد (همانند حرکت گریزی کهکشانها ناشی از انبساط کیهان). انتقال بسوی قرمز (Z) بصورت تغییر جزئی طول موج نسبت به طول موج منتشر شده تعبیر شده است:

$$Z = \frac{\ell \text{ مشاهده شده} - \ell \text{ منتشر شده}}{\ell \text{ منتشر شده}} = \frac{V}{C}$$

برعکس، پدیده کوتاه شدن طول موج منتشر شده بدلیل حرکت نزدیکی منبع نور به " انتقال بسوی آبی" معروف است. فرمول آن همانند فرمول قبلی است با این استثناء که صورت کسر تغییر یافته و بصورت ذیل نوشته می شود :

$$Z = \frac{\ell \text{ مشاهده شده} - \ell \text{ منتشر شده}}{\ell \text{ منتشر شده}} = \frac{V}{C}$$

فرمولهای قبلی در حالتی صحیح خواهند بود که سرعت (**V**) کوچکتر از سرعت نور (**C**) باشد. زمانیکه (**V**) به (**C**) نزدیک می شود باید از فرمولیها " نسبیت خاص " استفاده نمود :

$$\frac{\ell \text{ مشاهده شده}}{\ell \text{ منتشر شده}} = \frac{1 + \frac{V}{C}}{\left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

نتیجتا" خواهیم داشت :

$$Z = \frac{\ell \text{ مشاهده شده} - \ell \text{ منتشر شده}}{\ell \text{ منتشر شده}} = \frac{1 + \frac{V}{C}}{\left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}} - 1$$

طبق فرمول بالا، واضح است زمانیکه **V** به **C** نزدیک می شود، مخرج به سوی صفر میل خواهد کرد و انتقال بسوی قرمز (**Z**) می تواند افزایش یابد. در حال حاضر، اجرامی که دارای بالاترین انتقال نور بسوی قرمز می باشند شبه ستارگانند. بالاترین **Z** شناخته شده برای یک شبه ستاره ۴/۴ می باشد: یعنی

انتقال نورش بسوی قرمز معادل ۴۴۰٪ می باشد. جهت مقایسه باید گفت، Z یک کهکشان نزدیک در خوشه دوشیزه در فاصله ۴۴ میلیون سال نوری فقط به میزان ۰/۰۰۳ می باشد، یعنی انتقال بسوی قرمز نورش فقط ۰/۳٪ است. قانون هابل که انتقال بسوی قرمز نور را به فاصله نسبت می دهد عنوان می نماید که شبه ستارگان با انتقال بسوی قرمز بسیار فراوان نورشان باید در فاصله بسیار دوری قرار گرفته باشند. در واقع، شبه ستارگان در سرحدات کیهان در نظر گرفته شده اند. با توجه به اینکه مشاهده دوردست به معنای مشاهده گذشته است نتیجتا" مشاهده شبه ستاره ای با Z معادل ۴/۴ به این معناست که زمان را آنقدر عقب برویم تا به دورانی برسیم که کیهان فقط ۲ میلیارد سال عمر داشت یعنی کمتر از یک پنجم عمر کنونی اش. اجرام با Z بالا بمانند بازمانده و فسیل های باستانشناسی می باشند که به ما کمک خواهند نمود تا گذشته کیهان را مطالعه نمائیم.

هنوز تا چندی پیش، انتقال بسوی قرمز نور مشاهده شده در کهکشانها بسیار کمتر از شبه ستارگان بود: انتقال بسوی قرمز نور آنها از عدد ۱ تجاوز نمی کرد ولی در سال ۱۹۸۸، کهکشانهای بسیار دوردستی کشف شدند که Z آنها در حدود ۳/۵ بود یعنی می توانستند با شبه ستارگان برابری نمایند. این مشاهدات مشخص نمود که این گونه کهکشانها در گذشته ای بسیار دور بوجود آمده اند یعنی ۲ تا ۳ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ. هر مدلی که مدعی تشریح تشکیل کهکشانها است باید این مسئله را در نظر گیرد. به نظر می رسد کیهان ساختگی مملو از ماده نامرئی سرد (فصل ۵) که در حال حاضر مورد قبول اکثر اخترشناسان می باشد با کشف سال ۱۹۸۸ در تضاد قرار می گیرد زیرا در چنین کیهانی، کهکشانها بسیار دیرتر تشکیل می گردند یعنی بعد از ۵ میلیارد سال.

۲ – انعطاف پذیری زوج فضا – زمان

با ارائه نظریه نسبیت خاص بوسیله اینشتاین در سال ۱۹۰۵، زمان و فضا ویژگی قطعی و عام خود را، که نیوتون مطرح نموده بود، از دست دادند. منبعد، زمان و فضا منفرد تلقی شده و وابسته به حرکت بیننده خواهند بود. فردی ساکن مشاهده خواهد نمود که زمان فردی در حال حرکت با عاملی برابر با " β " منبسط می شود. این عامل برابر است با :

$$\beta = \frac{1}{\left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

که در آن V عبارت است از سرعت فرد در حال حرکت و C سرعت نور. به معنای دیگر،خواهیم داشت :

بدینصورت، اگر ژول در سفینه ای با سرعت ۸۷٪ سرعت نور به سفر رود، جیم برادر دوقلویش که در زمین مانده، مشاهده خواهد نمود زمان ژول دو برابر کندتر از زمان وی سپری می گردد: عقربه های ساعت سفینه فضایی ۲ برابر کندتر حرکت خواهند نمود و ژول ۲ برابر زمان بیشتری برای مسواک زدن دندانهایش صرف خواهد نمود. روند بیولوژیکی نیز کندتر خواهد شد: ژول برای هر سال زمینی فقط ۶

ماه مسن تر خواهد شد. هرچقدر سرعت سفینه به سرعت نور نزدیکتر شود، زمان، انبساط بیشتری خواهد یافت. اگر ژول با سرعتی معادل ۹۹/۹۹٪ سرعت نور تغییر مکان دهد، ۱۰ سال در سفینه معادل ۷۰۷ سال زمینی خواهد بود. این انبساط زمان بارها از طریق تجربی به اثبات رسیده است بویژه در ماشین های شتابدهنده ذرات بنیادی : زمانیکه به این ذرات سرعتی نزدیک به سرعت نور داده می شود، مدت عمر آنها بیش از پیش افزایش می یابد.

ولی می توان ادعا نمود که همه حرکات نسبی اند. اگر جیم مشاهده می کند که برادرش در سفینه با سرعت V جابجا می شود، ژول می تواند در نظر گیرد که این خودش است که بی حرکت مانده و جیم با سرعت V از او دور می شود. بدینصورت، ژول مشاهده خواهد نمود زمان جیم در زمین منبسط می گردد. دقیقا" بهمان صورتی که جیم مشاهده می نمود زمان ژول منبسط می گردد. اگر سرعت سفینه فضایی ۸۷٪ سرعت نور باشد، یکسال ژول معادل ۶ ماه زمینی خواهد بود. هر دو نقطه نظر معتبرند و تا زمانیکه ژول و جیم همدیگر را ملاقات نکرده اند، هیچ مشکلی وجود نخواهد داشت.

ولی فرض کنیم ژول، خسته از سیاحت فضایی، تصمیم بگیرد به زمین برگردد. در اینجاست که مشکل پدیدار خواهد شد: ژول یا جیم کدامیک مسن تر شده اند؟ پاسخ، بدون هیچگونه ابهامی، جیم می باشد که در زمین مانده است. اگر ژول با سرعت ۸۷٪ سرعت نور سفر کرده و مدت مسافرتش بر اساس ساعت سفینه فضایی ۱۰ سال باشد، ژول باید ۱۰ سال پیر شده باشد در حالکیه برادرش جیم ۲۰ سال. چرا؟ زیرا وضعیت بین جیم و ژول دیگر متناسب نیست. این تناسب زمانیکه ژول با سرعت ثابت V در سفینه اش حرکت می کرد، وجود داشت. برای بازگشت به زمین، ژول باید تقلیل سرعت داده، توقف کند و سپس در جهت مخالف به سفینه سرعت دهد. این ژول است و نه جیم که در سفینه اش اثرات ناشی از شتاب و شتاب منفی را حس می نماید. ژول کاملا" آگاه است که این خودش است که در حال حرکت می باشد: برای وی بی معنا خواهد بود، درست زمانیکه مانور کرده و بر می گردد، زمین و کل کیهان متوقف شود و سپس در جهت مخالف سرعت بگیرد. حرکت با سرعت ثابت برای ژول و جیم قرینه است در حالیکه این قرینه برای حرکت شتابی و شتاب منفی صحیح نیست. زمانیکه ژول به زمین بر می گردد، جوانتر از جیم خواهد بود. او نمی تواند همزمان هم جوانتر و هم پیرتر شده باشد. محاسباتی که اثرات شتاب و شتاب منفی را در نظر می گیرند، چه از نقطه نظر ژول و یا جیم، همگی به این نتیجه گیری می رسند.

در نظریه نسبیت، زمان و فضا کاملا" وابسته بیکدیگرند. نظریه نسبیت عنوان می کند انبساط زمان باید الزاما" با انقباض فضا همراه باشد. جیم فقط انبساط زمان ژول را مشاهده نمی کند بلکه همچنین خواهد دید که فضای سفینه ژول بطور قابل ملاحظه ای منقبض شده است. اگر ℓ_0 طول سفینه باشد، طول سفینه در برگشت از فضا (ℓ) عبارت خواهد بود از :

$$\ell = \frac{\ell_0}{\gamma} = \ell_0 \left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

γ همان عاملی است که زمان را منبسط و فضا را منقبض می سازد. اگر ژول فضا را با سرعت ۸۷٪ سرعت نور بپیماید، در بازگشت، سفینه وی به نصف تقلیل خواهد یافت. این تغییرات متقارن می توانند بصورت تبدیل فضا به زمان در نظر گرفته شوند. فضای تقلیل یافته تبدیل به زمان طولانی تر می گردد. نرخ تبدیل عبارت است از ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر فضا برای یک ثانیه زمان. سرعت تنها عامل تغییر شکل زمان و فضا نیست. گرانش نیز می تواند این عمل را انجام دهد. حوزه گرانش سیاهچاله می تواند فضا را خمیده

نموده و زمان را متوقف سازد ولی این مسئله در حیطه نسبیت عام قرار دارد که در اینجا به آن نمی پردازیم.
در همان زمان که طول جسمی منقبض شده و زمانش طولانی تر می گردد، جرم (m_0) این جسم در حال حرکت نیز بموجب فرمول ذیل افزایش می یابد:

$$m = m_0 \delta = \frac{m_0}{\left(1 - \frac{V^2}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

باز هم در اینجا همان ارزش δ است که تغییرات جرم را رهبری می نماید. اگر سرعت سفینه ۸۷٪ سرعت نور باشد، جیم جرم سفینه را دو برابر خواهد دید در حالیکه ژول هیچ تغییری در جرم سفینه اش مشاهده نخواهد نمود. با افزایش سرعت، جرم نیز بیش از پیش افزایش می یابد و زمانیکه سرعت معادل سرعت نور می گردد، جرم جسم بینهایت خواهد شد. انرژی لازم برای شتاب دادن به جرم درحال افزایش نیز بیش از پیش افزایش یافته و سرانجام به بینهایت می رسد. این مسئله نمایانگر این حقیقت است که سرعت دادن معادل سرعت نور به هر جسمی غیرممکن است: تمامی انرژیهای موجود در جهان برای دادن چنین سرعتی کافی نخواهد بود.

۳ – سیاهچاله ها

چگونه می توان یک سیاهچاله ساخت؟ کافی است جرم جسمی را (هر جرمی، یک سکه ، یک صندلی، یک شخص، یک کوهستان، یک ستاره یا یک کهکشان) در حجمی آنچنان کوچک فشرده نمود تا گرانش آن آنچنان افزایش یابد که حتی نور که بالاترین سرعت ممکن را داراست (۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) نیز نتواند از آن عبور نماید. شعاعی که بالاتر از آن باید جسم را فشرده نمود تا تبدیل به سیاهچاله شود به "شعاع غیرقابل برگشت"[۳۳۹] یا " شعاع شوارتزشیلد"[۳۴۰] معروف است. این شعاع (R) نسبت به جرم جسم فشرده شده متغیر می باشد :

$R \alpha M$

فرمول صحیح عبارت است از :

$$R = \frac{2GM}{C^2}$$

که در آن G ثابتی است که نیروی گرانش را اداره می نماید و C سرعت نور است. خورشید که دارای جرمی معادل 2×10^{33} گرم است، شعاع غیرقابل برگشتش ۳ کیلومتر می باشد. شعاع غیرقابل برگشت برج ایفل با جرم ۶۹۰۰ تنی اش معادل یک میلیارد میلیاردیم (10^{-18}) سانتیمتر خواهد بود. یک نفر با وزن ۷۰ کیلوگرم برای تبدیل به سیاهچاله باید آنچنان فشرده شود که جرمش در ابعادی کمتر از 10^{-23} سانتیمتر جای گیرد. ابعاد بی نهایت کوچک شعاع های غیرقابل برگشت اشیاء روزمره دلیل آشکاری جهت عدم فروپاشی آنها در سیاهچاله می باشد: جرم آنها در نتیجه گرانش آنها به اندازه کافی

---

[۳۳۹] – هرچیزی که از این شعاع عبور نماید هرگز نخواهد توانست از آن خارج گردد.
[۳۴۰] – شوارتزشیلد (Schwarzschild)، فیزیکدانی که این شعاع را کشف نمود.

قدرت ندارد تا بر مقاومت نیروهای الکترومغناطیسی که اتمها را بیکدیگر مرتبط می سازند و باعث ثبات اجسام می شوند فائق آید. تنها ستارگان و کهکشانها جرم و گرانش کافی را در اختیار دارند تا به سیاهچاله تبدیل شوند. چگالی یا فشردگی (**d**) یک سیاهچاله برابر است با :

$$d = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{3M}{4\pi R^3} \propto \frac{M}{M^3} \propto \frac{1}{M^2} \propto \frac{1}{R^2}$$

چون چگالی با عکس مجذور جرم تقلیل می یابد نتیجتا" سیاهچاله های بسیار جسیم الزاما" تراکم فراوانی نخواهند داشت. چگالی سیاهچاله ای به جرم خورشید به اندازه کافی بزرگ است ($۱۰^{۱۶}$ **x** ۸/۱ گرم در سانتیمتر مکعب) ولی سیاهچاله ای با جرمی معادل ۴/۲ میلیارد جرم خورشید، چگالی اش برابر با چگالی هوا خواهد بود (یعنی ۰/۰۰۱ گرم در سانتیمتر مکعب).

اخترفیزیکدان انگلیسی " استفن هاوکینگ" می گوید سیاهچاله ها آنچنان هم که می گویند تاریک نیستند. مکانیک کوانتمی به سیاهچاله ها اجازه می دهد تا از طریق تبخیر بتدریج به نور تبدیل گردند. روند تبخیر بوسیله دمای سیاهچاله (**T**) کنترل می شود. هرچقدر جرم (**M**) سیاهچاله بیشتر باشد این دما کمتر خواهد بود.

$$T \propto \frac{1}{M}$$

زمان (**t**) صرف شده بوسیله سیاهچاله برای تبخیر کامل به نسبت مکعب جرمش تغییر می یابد:

$$t\ (\text{تبخیر}) \propto M^3$$

دمای سیاهچاله ای به جرم خورشید معادل ده میلیونیم ($۱۰^{-۲۷}$) درجه کلوین و زمان تبخیر آن $۱۰^{۶۵}$ سال می باشد. دمای یک سیاهچاله کهکشانی با یک میلیارد ($۱۰^{۹}$) جرم خورشید برابر است با $۱۰^{-۱۶}$ درجه کلوین و زمان تبخیرش $۱۰^{۹۲}$ سال است در حالیکه دمای یک سیاهچاله فوق کهکشانی با جرمی معادل هزار میلیارد ($۱۰^{۱۲}$) جرم خورشید به $۱۰^{-۱۹}$ درجه کلوین می رسد و مدت زمان لازم برای تبخیرش $۱۰^{۱۰۰}$ سال خواهد بود.

درست بمانند قهوه گرم فنجانی که تبخیر نخواهد شد مگر اینکه هوای پیرامونش سردتر باشد، سیاهچاله ها نیز نمی توانند تبخیر گردند مگر دمای آنها از تابش برجا مانده موجود در تمامی کیهان بیشتر باشد. در کیهان کنونی چنین شرایطی هنوز حکمفرما نیست زیرا دمای کیهان بعد از ۱۵ میلیارد سال تکامل ۳ درجه کلوین می باشد.

با توجه به اینکه دمای کیهان (**T**) بصورت ذیل تغییر می یابد (همچنین به توضیح شماره ۵ مراجعه شود)

$$T\ (\text{کیهان}) \propto \frac{1}{R\ (\text{کیهان})} \propto \frac{1}{t^{\frac{2}{3}}}$$

که در آن t سن کیهان است لذا می توان نتیجه گیری نمود یک سیاهچاله به جرم خورشید تبخیر خود را فقط در $t = ۱۰^{۲۰}$ سال شروع خواهد نمود، یعنی زمانیکه دمای کیهان به ده میلیونیم درجه کلوین رسیده باشد. سیاهچاله های کهکشانی باید تا $t = ۱۰^{۳۴}$ سال صبر نمایند و یک سیاهچاله فوق کهکشانی نیز باید تا $t = ۱۰^{۳۹}$ سال صبر نماید تا شروع به تبخیر کند.جرم سیاهچاله می تواند به هر میزان افزایش یابد ولی نمی تواند کمتر از ۲۰ میکروگرم باشد (۲×۱۰^{-۵} گرم). سیاهچاله ای که چنین جرم ناچیزی (معروف به جرم پلانک) را دارا باشد دمایش معادل $۱۰^{۳۲}$ درجه کلوین (دمای پلانک) بوده و در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه (زمان پلانک) تبخیر خواهد شد. این اعداد نمایانگر لحظه آغازین ظهور کیهان می باشند یعنی در کنار دیوار پلانک، لحظه ای از زمان که فیزیک کنونی قادر به تشریح آن نیست. "هاوکینگ" می گوید کیهان در این لحظه آنچنان متراکم بود که فضای آن فروپاشیده و منجر به تشکیل تعداد بیشماری از سیاهچاله های کوچک (سیاهچاله های بدوی) می گردد، هرکدام از این سیاهچاله ها دارای جرم پلانک بوده و همگی در سیکلی جهنمی بین مرگ و زندگی در $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه تبخیر می شوند. چنین سیاهچاله هایی هرگز ردیابی نشده اند.

۴ – اصل عدم قطعیت در مکانیک کوانتمی

در جهان میکروسکپی اتم ها، اتفاق و ابهام حاکم است. من هرگز نخواهم توانست بمانند تعیین مسیر توپی که به هوا پرتاب می شود یا تعیین مسیر یک کشتی که آبهای اقیانوس را می شکافد و به جلو حرکت می کند، حرکت الکترون را در اتم تشریح نمایم. با توجه به اینکه قادر نیستم وضعیت و سرعت الکترون را همزمان و در هر لحظه با دقت محاسبه نمایم نتیجتا" تشریح حرکت الکترون غیرممکن خواهد بود. هر چقدر که ابزارهای محاسبه ام را بهینه نموده و از تکنولوژی برتر استفاده نمایم بازهم این شک و تردید یا عدم قطعیت در جهان میکروسکپی اتمها پابرجا خواهد ماند. این عدم قطعیت وابسته به خود عمل محاسبه می باشد. برای مثال، جهت تعیین وضعیت یک الکترون باید که من محیط اطراف الکترون را روشن نمایم و در این راستا باید که ذرات نور را به اطراف الکترون ارسال نمایم. ولی همین ذرات موجب مزاحمت سرعت الکترون خواهند شد. فیزیکدان آلمانی "ورنر هایزنبرگ" چنین عدم قطعیتی را بوسیله معادله ای" نابرابر"[۳۴۱] مشخص نموده است. اگر ΔX عدم قطعیت در مورد محاسبه وضعیت X باشد و اگر ΔV را عدم قطعیت در مورد محاسبه سرعت V در نظر گیریم، حاصل ضرب آنها باید همواره بزرگتر از عدد بسیار کوچک $h/۲\pi$ گردد که در آن h ثابت پلانک بوده و برابر است با : $۶/۶۳ \times ۱۰^{-۲۷}$ Erg x ثانیه[۳۴۲].

$$\Delta X \cdot \Delta V \geq \frac{h}{2\pi}$$

[341] - Inegalité

[۳۴۲] - Erg واحد مقیاس کار در مکانیک می باشد (مترجم).

بدینصورت، اگر عدم قطعیت در مورد وضعیت را تقلیل دهم (آنرا نزدیک به صفر در نظر گیرم)، عدم قطعیت در مورد سرعت بسیار زیاد خواهد شد تا حاصل ضرب $\Delta X \cdot \Delta V$ همواره بیشتر از $h/2\pi$ باقی بماند.

من نخواهم توانست همزمان ΔX و ΔV را کاهش دهم.

معادله نابرابر مشابه ای نیز عدم قطعیت انرژی یک ذره بنیادی (ΔE) را به عدم قطعیت حیات ذره (Δt) نسبت می دهد:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$$

هرچقدر مدت عمر یک ذره کوتاه تر باشد، انرژی آن نامشخص تر است. همین پدیده است که به مکانیک کوانتمی اجازه می دهد تا از اصل بقای انرژی که در جهان ماکروسکپی حکمفرماست تخطی کرده و بدینصورت ذرات غیرواقعی را بوجود آورد. چون ذرات غیرواقعی حیاتی بسیار کوتاه دارند لذا میتوانند از بانک طبیعت انرژی ای معادل ΔE کسب نمایند و برای مدت بسیار کوتاهی به جهان حقیقی گام گذارند. در اکثر مواقع، طبیعت انژری قرض داده را پس گرفته و ذره غیرواقعی بعد از زمانی معادل Δt ناپدید می گردد ولی در برخی موارد، ذره نامرئی بخشنده ای را پیدا می نماید که قرض ذره به بانک طبیعت را پرداخت نموده و بدینصورت، ذره می تواند به جهان حقیقی وارد شود. نیروی گرانش دارای چنین انرژی بوده و به همین لحاظ، ذرات غیرواقعی می توانند در حوزه گرانش شدید، در اطراف سیاهچاله، درست در بالای شعاع غیرقابل برگشت، به ذرات واقعی تبدیل گردند. بهمین طریق بود که کیهان با استفاده از جریان انرژی توانست از خلاء میکروسکپی سر به بیرون آورد و ظاهر گردد.

۵ – پارامترهای کیهانی و تکامل کیهان

تکامل کیهان (گذشته، حال و آینده اش) از طریق جدال بین دو نیروی متضاد مشخص می گردد: نیروی ناشی از انفجار اولیه، مسئول انبساط کیهان و نیروی گرانش که بوسیله محتوی ماده کیهان (مرئی و نامرئی) از این انبساط جلوگیری می نماید. از ابتدای سال ۱۹۲۲، ریاضی دان روس " الکساندر فریدمن" با استفاده از نظریه نسبیت عام " آلبرت اینشتاین" که در سال ۱۹۱۵ مطرح شده بود، سعی کرد جدال این دو نیرو را بوسیله معادلات تشریح نماید. این معادلات در ساده ترین روایتشان بر اساس سه پارامتر، معروف به پارامترهای کیهانی، قرار دارند. پارامتر اول مربوط به انبساط کیهان است در حالیکه دو پارامتر دیگر که بسیار بیکدیگر وابسته اند از انبساط کیهان جلوگیری می نمایند.

اولین پارامتر کیهان (H) به پارامتر هابل معروف است زیرا این پارامتر در قانونی که بوسیله " ادوین هابل" در سال ۱۹۲۹ در مورد انبساط کیهان وضع کرده بود، دخالت می نماید : $v = Hr$

در فرمول فوق، v سرعت گریز (کیلومتر در ثانیه) نقطه ای در هر جای کیهان نسبت به نقطه ای دیگر بوده و r فاصله (به میلیون سال نوری) بین این دو نقطه می باشد. مشاهدات نشان می دهند که ارزش کنونی پارامتر هابل بین ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر در ثانیه برای هر میلیون سال نوری است (به فصل چهارم مراجعه شود). عکس پارامتر هابل نمایانگر سن کیهان است. این سن تقریبی بوده و اگر کیهان شتاب منفی نداشت می توانستیم سن آنرا دقیقا" محاسبه نمائیم.

$$\text{سن} \propto \frac{1}{H} \begin{cases} = H \text{ برای } 10 = 30\ Km\ s^{-1} \text{ میلیارد سال } (10^6 \text{ سال نوری})^{-1} \\ = H \text{ برای } 20 = 15\ Km\ s^{-1} \text{ میلیارد سال } (10^6 \text{ سال نوری})^{-1} \end{cases}$$

سن کیهان با عاملی معادل ۲، نامعین باقی خواهد ماند. آشکار است که پارامتر هابل که عکس سن کیهان می باشد نسبت به زمان تغییر می یابد. این پارامتر در ابتدای آفرینش کیهان بسیار بزرگ بوده و سپس با مسن شدن کیهان بتدریج تقلیل می یابد.

دومین پارامتر کیهانی q می باشد که شتاب منفی کیهان را تشریح نموده و ناشی از نیروی گرانش است. این نیرو با استفاده از محتوی مادی کیهان سعی به جلوگیری از انبساط کیهان می نماید. بنابر تعریف، شتاب منفی عبارت است از کاهش سرعت نسبت به واحد زمان (برای مثال ثانیه)،

$$q \propto \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

در حالیکه سرعت عبارت است از تغییر فاصله نسبت به واحد زمان،

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \dot{r}$$

در اینجا سمبل (•) نمایانگر مشتق نسبت به زمان می باشد، بدینصورت :

$$q \propto \frac{\Delta \dot{r}}{\Delta t} = \ddot{r}$$

فرمول دقیق فریدمن بصورت ذیل می باشد :

$$q = -\frac{\ddot{r}\, r}{\dot{r}^2}$$

علامت (-) به این معنی است که کیهان دارای شتاب منفی است (علامت + نمایانگر شتاب مثبت کیهان خواهد بود). به ترتیب که کمتر، برابر و یا بیشتر از ۱/۲ باشد، کیهان باز (با انبساط ابدی)، مسطح (با انبساطی که در زمان بینهایت به پایان می رسد) و یا بسته (کیهان بر روی خود فرو می پاشد) خواهد بود.

سومین پارامتر کیهانی (d) می باشد که در ارتباط با چگالی متوسط ماده (مرئی یا نامرئی) کیهان است. این پارامتر به پارامتر شتاب منفی q وابسته است، زیرا نیروی گرانش از طریق ماده از انبساط کیهان جلوگیری می نماید. معادلات فریدمن نشان می دهند که گرانش می تواند به اندازه کافی قوی باشد تا انبساط کیهان را متوقف نماید بشرطی که d از چگالی بحرانی که معادل فرمول ذیل است بیشتر باشد:

$$d \text{ (بحرانی)} = \frac{3H^2}{8\pi G}$$

در این فرمول، G معرف شدت نیروی گرانش است. اگر H معادل ۱۵ کیلومتر در ثانیه در میلیون سال نوری باشد، d (بحرانی) برابر خواهد بود با ۳ اتم هیدروژن در مترمکعب یا ۴/۵ ۱۰$^{-۳۰}$ x گرم در سانتیمتر مکعب. اگر H = ۳۰ کیلومتر در ثانیه در میلیون سال نوری در نظر گرفته شود، d (بحرانی) برابر خواهد بود با ۱۲ اتم هیدروژن در مترمکعب یا ۱/۸ ۱۰$^{-۲۹}$ x گرم در سانتیمتر مکعب.
اگر d بزرگتر از d (بحرانی) باشد کیهان همواره (تا بینهایت) رقیق خواهد شد، یعنی کیهانی باز. تا به امروز، چگالی ماده (مرئی و نامرئی) معادل یک پنجم چگالی بحرانی تعیین شده است. تا نظم نوینی دیگر در فیزیک، ما در کیهانی باز با انبساطی ابدی زندگی خواهیم نمود (به فصل ۶ مراجعه شود).
پارامتر شتاب منفی q از طریق فرمول زیر به پارامتر چگالی q وابسته است :

$$q = \frac{d}{(\text{بحرانی})\ 2d} = \frac{4\pi G d}{3H^2}$$

اگر بتوانیم بطور کاملا" دقیق سه پارامتر کیهانی H، q و d را محاسبه نمائیم (چندین طریقه محاسبه در فصول ۴ و ۶ ارائه گردیده است)، خواهیم توانست صحت رابطه فوق را مشخص نموده و همچنین اعتبار نظریه نسبیت عام را در مقیاس کیهانی آشکار نمائیم. اکنون به مراحل اساسی تکامل کیهان می پردازیم:

۱) اولین مرحله، عصر تورمی می باشد (۱۰$^{-۳۲}$ ثانیه › t ‹ ۱۰$^{-۳۵}$ ثانیه) که در آن کیهان نسبت به زمان به طرز شگفت انگیزی انبساط می یابد:

$$r \propto e^{Ht}$$

در فرمول فوق، r عبارت است از فاصله دو نقطه در کیهان و H نیز پارامتر هابل در فاز تورمی است. این فاز، ناشی از پدیده های تبلور کیهان، بوسیله معادلات "فریدمن" تشریح نشده است. برعکس، این معادلات فازهای بعدی را بخوبی تشریح می نمایند.

۲) عصر تشعشع (۳۰۰.۰۰۰ سال › t ‹ ۱ ثانیه) که در آن چگالی تشعشع یا d (تشعشع) بیشتر از چگالی ماده یا d (ماده) بوده و تکامل کیهان را کنترل می نماید. در این دوره، کیهان نسبت به جذر زمان انبساط می یابد و انبساط کیهان برابر است با :

$$r \propto t^{\frac{1}{2}}$$

دما (T) به نسبت عکس فاصله کاهش می یابد

$$T \propto \frac{1}{r} \propto \frac{1}{t^{\frac{1}{2}}}$$

چگالی ماده نسبت به عکس حجم کاهش می یابد

$$d_{(\text{ماده})} \propto \frac{1}{r^3} \propto \frac{1}{t^{\frac{3}{2}}}$$

ولی چگالی تشعشع سریعتر کاهش خواهد یافت

$$d_{(\text{اشعه})} \propto \frac{1}{r^4} \propto \frac{1}{t^2}$$

اختلاف ناشی از این مسئله است که انرژی جرم ماده در دوران انبساط کیهان حفظ می گردد در حالیکه انرژی تشعشع بمیزان یک سوم کاهش می یابد. بتدریج که سن کیهان افزایش می یابد، اختلاف بین چگالی تشعشع و چگالی ماده کمتر می شود. دو چگالی در حدود سال ۳۰۰.۰۰۰ با یکدیگر برابر خواهند شد.

۳) عصر ماده (۳۰۰.۰۰۰ سال $< t$) سرانجام فرا می رسد و تا به امروز ادامه دارد. در این فاز، ماده حاکم بوده و انبساط کیهان را کنترل می نماید. انبساط کیهان اکنون بصورت ذیل تشریح می شود:

$$r \propto t^{\frac{2}{3}}$$

دما و چگالی های ماده و اشعه نسبت به زمان همواره کاهش می یابند:

$$T \propto \frac{1}{r} \propto \frac{1}{t^{\frac{2}{3}}}$$

$$d_{(\text{ماده})} \propto \frac{1}{r^3} \propto \frac{1}{t^2}$$

$$d_{(\text{اشعه})} \propto \frac{1}{r^4} \propto \frac{1}{t^{\frac{8}{3}}}$$

کیهان امروزی دمایی برابر با ۳ درجه کلوین دارد. چگالی ماده تقریبا" $۱۰^{-۳۰}$ گرم در سانتیمترمکعب است در حالیکه چگالی اشعه تقریبا" ۷×۱۰^{-۳۴} گرم در سانتیمتر مکعب می باشد یعنی ۱۴۳۰ برابر ضعیف تر.

فهرست معانی (فارسی – فرانسه)

آنتروپی (Entropie) : اصلی که حالت هرج و مرج یک سیستم را تشریح می نماید. آنتروپی کل یک سیستم مجزا باید همواره افزایش یابد. هرج و مرج، بی نظمی و اغتشاش هر سیستم باید همیشه در حال افزایش باشد (اصل دوم ترمودینامیک – علم حرارت)

آندرومد (Andromèd) : کهکشان دوقلوی راه شیری که همچنین به نام "مسیه –۳۱ " نیز معروف است و در فاصله ۲/۳ میلیون سال نوری از ما قرار دارد. دو کهکشان آندرومد و راه شیری در گروه محلی، از نقطه نظر جرم، بر دیگر کهکشانها برتری دارند.

ابرخوشه کهکشانی (Superamas de Galaxies) : مجموعه ای از دهها هزار کهکشان که بوسیله نیروی گرانش در خوشه یا گروه بدور یکدیگر اجتماع نموده اند. شکل ابرخوشه بصورت قرص مسطح می باشد و اندازه متوسط آن ۹۰ میلیون سال نوری است. ابرخوشه ها جرمی معادل ۱۰ میلیون میلیارد ($۱۶^{۱۰}$) برابر جرم خورشید را دارا می باشند.

ابرخوشه محلی (Superamas local) : ابرخوشه ای که راه شیری در آن قرار دارد و به همین دلیل نام "محلی" را به خود گرفته است. گروه محلی که راه شیری را در بر دارد در کناره ابرخوشه محلی قرار گرفتهودر مرکز ابرخوشه، خوشه کهکشانی دوشیزه قرار دارد (ابرخوشه محلی همچنین به نام ابرخوشه دوشیزه نیز معروف است) (تصویر ۳۱).

ابرنو اختر (Supernova) : مرگ انفجاری ستاره ای که سوختش را به اتمام رسانده است. درخشندگی انفجار می تواند به میزان درخشندگی نور ۱۰۰ میلیون خورشید باشد. لفافه ستاره بسوی خارج پرتاب شده و قلب ستاره فروپاشیده و بصورت ستاره ای نوترونی (اگر ستاره جرمی بین ۱/۴ تا ۵ برابر جرم خورشید داشته باشد) و یا یک سیاهچاله (اگر ستاره جرمی بیش از ۵ برابر جرم خورشید داشته باشد) ظاهر خواهد گشت. ذرات فراوانی از پروتونها و نوترونها که به اشعه های کیهانی معروفند با انرژی بسیار فراوان در فضا پرتاب می شوند.

ابرهای ماژلان (Nuages de Magellan) : دو کهکشان کوتوله نامنظم بصورت قمرهای راه شیری که در ۱۵۰ میلیون سال نوری قرار گرفته اند. ابر کوچک دارای ۱۰۰ میلیون خورشید و ابر بزرگ دارای یک میلیارد خورشید است. این ابرها که بوسیله "ماژلان" دریانورد کشف شدند فقط از نیم کره جنوبی قابل مشاهده می باشند (تصویر ۱۷).

اثر دوپلر (Effet de Doppler) : تغییر انرژی و رنگ نور (یا صدا) ناشی از حرکت نسبی یک منبع نوری (منبع صدا) نسبت به یک بیننده. اگر منبع نور دور شود، انرژی تقلیل یافته و نور انتقال بسوی قرمز خواهد داشت (صدا بم تر می شود). اگر نور نزدیک شود، انرژی افزایش یافته و نور انتقال بسوی آبی خواهد داشت (صدا ریز تر می شود). (مراجعه شود به انتقال بسوی قرمز)

اختلاف منظر (Parallaxe) : زاویه ایجاد شده از طریق حرکت ظاهری یک شیئی سماوی نسبت به ستارگان دوردست که از دو وضعیت مختلف مشاهده شوند (برای مثال، در دو وضعیت مخالف زمین در گردشش بدور خورشید (تصویر ۱۴).

اشعه ایکس (Rayon X) : انرژی زا ترین ذره نور بعد از اشعه گاما.

اشعه گاما (Rayon Gamma) : انرژی زا ترین ذره نور.

اشعه های کیهانی (Rayons Cosmiques) : ذرات (بویژه پروتونها و الکترونها) که بوسیله ابرنو اخترها و حوزه های مغناطیسی محیط میان ستاره ای با انرژی بسیار بالا شتاب داده شده اند.

اصل آنتروپی (Principe Anthropique) : اصلی که به موجب آن کیهان چنان دقیق تنظیم شده تا حیات و ضمیر از آن ظهور یابند.

اصل تکمیلی (Principe Complémentarité) : این اصل بوسیله " نیلز بور" عنوان شد که به موجب آن ماده و اشعه می توانند در یک زمان هم موج باشند و هم ذره. این دو کیفیت مکمل یکدیگرند. این اصل یکی از ستون های اساسی مکانیک کوانتم محسوب می گردد.

اصل طرد (Exculsion'Principe d) : این اصل که بوسیله فیزیکدان آلمانی ولفگانگ پاوولی کشف شد عنوان می نماید که دو ذره ای که از برخی جهات با یکدیگر مشابه اند نظیر الکترون و نوترون، نمی توانند در در حالات مشابه قرار گیرند یعنی در یک وضعیت و یک سرعت. این اصل به ما کمک می نماید تا درک کنیم چرا ستارگان نوترونی و کوتوله های سفید در اثر نیروی گرانش شان فرو نمی پاشند: الکترونها در کوتوله سفید و نوترونها در ستاره نوترونی نمی توانند بیش از اندازه فشرده شوند (وگرنه آنها دارای وضعیت و سرعتی یکسان خواهند شد) و در برابر اثرات فشردگی گرانش مقاومت می نمایند.

اصل عدم قطعیت (incertitude'd Principe) : این اصل بوسیله فیزیکدان آلمانی " ورنر هایزنبرگ" عنوان شد که به موجب آن سرعت و وضعیت یک ذره نمی تواند همزمان بطور دقیق محاسبه شود. این مسئله ناشی از ابهام کوانتمی است. اصل عدم قطعیت همچنین در مورد انرژی یک ذره بنیادی با عمری بسیار کوتاه نیز صادق است. پاشندگی انرژی موجب ظهور ذرات و ضد ذرات غیرواقعی در خلاء کوانتمی می گردد (به توضیح شماره ۴ مراجعه شود).

اصل کیهانی (Principe Cosmologique) : فرضیه ای که بموجب آن کیهان مشابه خود در تمامی مکانها (همگن) و تمامی جهات (همسان) است. این اصل بوسیله مشاهده تابش برجا مانده بطرز شگفت انگیزی به اثبات رسیده است.

اصل کیهانی کامل (Principe Cosmologique Parfait) : عمومیت دادن اصل کیهانی از فضا به زمان: کیهان مشابه خود در تمامی مکانها، در تمامی جهات و در هر زمان خواهد بود. بدینصورت، در فضا و زمان تکاملی وجود نخواهد داشت. این اصل ستون اصلی نظریه کیهان ساکن می باشد.

اصل ماخ (Principe de Mach) : فرضیه ای که "ارنست ماخ" فیزیکدان اتریشی عنوان نمود که بموجب آن جرم هر شیئی، یعنی مقاومت شیئی در برابر حرکت، از طریق توزیع تمامی ماده موجود در کل کیهان تعیین می گردد.

افق کیهانی (Horizon Cosmologique) : افق کیهانی منطقه قابل مشاهده کیهانار محدود می سازد. فاصل تا افق برابر است با فاصله پیموده شده بوسیله نور از زمان انفجار بزرگ تا کنون. کیهان قابل مشاهده بتدریج که مسن تر می شود و نور از زمان بیشتری برخوردار شده تا به ما برسد، بزرگتر می شود. بطور متوسط، هرساله ده کهکشان جدید به کیهان قابل رویت وارد می شوند.

الکترون (Electron) : سبک ترین ذره بنیادی که دارای بار الکتریکی است. الکترون جرمی معادل 9×10^{-28} گرم را داراست و بار آن منفی می باشد.

انتقال بسوی قرمز (rouge le vers calageéD) : تغییر رنگ نور در اثر حرکت گریزی منبع نوری (اثر دوپلر). این تغییر رنگ متناسب با سرعت گریز می باشد. انتقال بسوی قرمز نور یک کهکشان متناسب با فاصله آن تغییر می یابد (قانون هابل).

ایزوتروپی (Isotroprie) : یکی از ویژگی های کیهان که به موجب آن کیهان در تمامی جهات یکسان است (همچنین مراجعه شود به اصل کیهانی).

باریون (Baryon) : ذره ای بنیادی که تحت تاثیر نیروی هسته ای قوی قرار دارد. پروتون و نوترون هر دو باریون می باشند.

بیگ بنگ یا انفجار بزرگ (Big Bang) : نظریه کیهان شناسی که به موجب آن کیهان بدوی با دما و تراکمی بینهایت، وجود خود را با انفجاری عظیم در ۱۰ تا ۲۰ میلیارد سال پیش آغاز کرد. این انفجار آغاز انبساطی در کیهان بود که هنوز ادامه دارد.

پارادوکس اولبرس (Paradoxe d'Olbers) : سئوالی که بوسیله اخترشناس آلمانی "هنریش اولبرس" مطرح گردید : چرا شب تاریک است؟ امروزه می دانیم که شب تاریک است زیرا کیهان آغازی داشته و تعداد ستارگان موجود در کیهان کافی نیست تا کیهان را از نورشان مملو سازند و شب را مانند روز روشن نمایند.

پارامتر شتاب منفی (rationélécéd de treèParam) : عددی که تقلیل سرعت نرخ انبساط کیهان را محاسبه می نماید (به توضیح شماره ۵ مراجعه شود).

پارامتر کیهانی (Cosmologique treèParam) : در یک نظریه کیهانی، پارامترها اعدادی هستند که سرنوشت کیهان ، گذشته، حال و آینده اش را مشخص می نمایند.

پارامتر هابل ("Paramètre de "Hubble) : ثابت تناسب بین سرعت کهکشان و فاصله کهکشان که هابل آنرا کشف نمود. عکس پارامتر هابل معادل سن کیهان می باشد. به دلیل شتاب منفی، عکس پارامتر هابل، حد بالای سن کیهان را تشکیل می دهد. محاسبه پارامتر هابل برای کیهان سنی بین ۱۰ الی ۲۰ میلیارد سال را مشخص می نماید (به توضیح شماره ۵ مراجعه شود).

پروتون (Proton) : ذره ای با بار مثبت که از سه کوارک تشکیل شده و با نوترون دو جزء تشکیل دهنده هسته اتم می باشند. پروتون ۱۸۳۶ برابر جسیم تر از الکترون است.

پوزیتون (Position) : ضد ذره الکترون

تابش برجا مانده (تشعشعات زمینه) (Rayonnement fossile) : اشعه رادیویی که تمامی کیهان را در بر می گیرد و از دورانی بما ارسال می شود که کیهان سنی سیصد هزارساله داشت. دمای آن ۳ درجه کلوین بوده و این دما از یک گوشه ای تا گوشه دیگر کیهان فقط تا ۰/۰۱ درصد تغییر می یابد. تابش برجا مانده موافق با اصل کیهانی همگن و همسان است. تابش برجا مانده همراه با انبساط کیهان دو پایه اساسی نظریه انفجار بزرگ را تشکیل می دهند.

تپنده (Pulsar): مراجعه شود به ستاره نوترونی

تورم (Inflation) : دوره $۱۰^{-۳۵}$ تا $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه بعد از انفجار بزرگ که در این دوره کیهان بطرز شگفت انگیزی انبساط می یابد و ابعاد خود را در هر $۱۰^{-۳۴}$ ثانیه سه برابر می سازد. این تورم که بوسیله نظریه های وحدت نیروها پیش بینی شده است ناشی از تزریق انرژی منتج از تجزیه نیروی الکتروهسته ای به دو نیروی الکتریکی ضعیف و نیروی هسته ای قوی می باشد.

جاذب بزرگ (Grand attracteur) : جرم عظیمی معدل ۱۰۰ میلیون میلیارد جرم خورشید با طبیعتی ناشناخته که بوسیله نیروی گرانش، ابرخوشه محلی را بسوی خود جذب می نماید.

جرم نامرئی (Masse invisible) : ماده ای با طبیعت ناشناخته که هیچگونه نوری از خود منتشر نمی سازد. وجود جرم نامرئی از طریق مطالعات حرکات ستارگان و گازها در کهکشانها و حرکات

کهکشانها در خوشه ها و یا فراوانی نسبی عناصر شیمیایی در انفجار بزرگ به اثبات رسیده است. جرم نامرئی می تواند ۹۰ تا ۹۸ درصد جرم کل کیهان را تشکیل دهد.

چگالی بحرانی (Critique éDensit) : چگالی ماده که بوسیله یک کیهان مسطح، عاری از هرگونه خمیدگی بوجود می آید و برابر است با سه اتم هیدروژن در مترمکعب. کیهانی با چگالی بحرانی همواره در حال انبساط خواهد بود و فقط در بینهایت این انبساط متوقف می شود. کیهانی با چگالی کمتر از چگالی بحرانی، انحنایی منفی داشته و انبساطش ابدی خواهد بود (به این حالت کیهان باز گفته می شود). مشاهدات مشخص نموده اند که کیهان انبساط ابدی داشته و باز است. (توضیح شماره ۵)

حرکت قهقرائی (Mouvement retrograde) : حرکت ظاهری سیارات نسبت به ستارگان در جهتی مخالف با جهت معمولی.

خلاء کیهانی (Univers'Vide de l) : بخشی از کیهانبا مسافتی معادل دهها میلیون سال نوری و عاری از هرگونه کهکشان.

خوشه ستاره ای (Amas Galactique) : اجتماع بی قاعده ای از صدها ستاره جوان. اجتماع آنها ناشی از نیروی گرانش نبوده بلکه تولدشان ناشی از فروپاشی و تکه تکه شدن یک ابر میان ستاره ای می باشد. خوشه ستاره ای بعد از چند صد میلیون سال پراکنده می شود (تصویر ۱۵).

خوشه ستاره ای قلایص (Amas de Hyades) : خوشه ای ستاره ای در کهکشان راه شیری که نقشی اساسی در تعیین مقیاس فواصل در کیهان ایفا می نماید.

خوشه کروی (Amas Golubulaire) : انبوهی از ستارگان (در حدود ۱۰۰.۰۰۰ ستاره مسن) که در اثر نیروی گرانش بشکل کروی تمرکز یافته اند (تصویر ۱۹).

خوشه کهکشانی (Amas de Galaxies) : منظومه ای متراکم از چندین هزار کهکشان که در اثر نیروی گرانش فی مابین اجتماع کرده اند. ابعاد متوسط آنها ۶۰ میلیون سال نوری است و جرم متوسطشان به چندین میلیون میلیارد جرم خورشید تخمین زده می شود (تصویر ۲۰)

دایره مسیر (Epicycle) : مسیر دایره ای شکل یک سیاره که مرکزش، خود، بر روی یک دایره بسیار بزرگتر به مرکز زمین، جابجا می شود. دایره مسیر برای حل مشکل حرکات سیارات در یک کیهان "زمین مرکزی" بوجود آمد (تصویر ۵).

درجه کلوین (Degré Kelvin) : واحد دما. در مقیاس دمای کلوین (k)، صفر معادل صفر مطلق می باشد یعنی پائین ترین دمامی ممکن. برای تبدیل به مقیاس سانتیگراد (c) کافی است عدد ۲۷۳ از

درجه کلوین کاسته شود : TC = T(k) - 273 بدینصورت، صفر مطلق (0°k) برابر است با -273°c . آب در صفر درجه سانتیگراد یا -273°k یخ می بندد و در ۱۰۰ درجه سانتیگراد یا 373°k به جوش می آید.

دوگانه (Binaire) : زوج ستاره ای یا کهکشانی که بوسیله نیروی گرانش بیکدیگر مرتبط بوده و هرکدام در مدار دیگری در گردش اند.

دیسک کیهانی (Disque galactique) : مجموعه ای از ستارگان، گاز و گردو غبار در یک کهکشان حلزونی به شکل قرص یا دیسک مسطح. دیسک قطری برابر با ۹۰.۰۰۰ سال نوری داشته و ضخامتش ۳.۰۰۰ سال نوری است. در راه شیری، ستارگان هر ۲۵۰ میلیون سال یکبار مرکز کهکشان را با سرعتی معادل ۲۳۰ کیلومتر در ثانیه دور می زنند (تصویر ۲۰).

دئوتریوم (Deutérium) : عنصری شیمیایی که هسته اش از یک پروتون و یک نوترون تشکیل شده است. در سه دقیقه اول آفرینش کیهان، این عنصر به میزان فراوان به وجود آمده است. (مراجعه شود به سنتز هسته ای)

ذره بنیادی (Particule élémentaire) : اجزاء اساسی ماده و اشعه. چیزی که به عنوان بنیادی یا ابتدایی در نظر گرفته می شود و با گذشت زمان و با کسب دانش تکامل می یابد. بدینصورت، پروتون و نوترون که در ابتدا ذرات بنیادی در نظر گرفته می شدند امروزه مشخص شده که از ۳ کوارک تشکیل شده اند. الکترون، نوترینو و فوتون مثالهایی از ذرات بنیادی می باشند.

ذره غیرواقعی (Particule Virtuelle) : ذره بنیادی غیرواقعی موجود در خلاء کوانتمی که وجود خود را مدیون اصل عدم قطعیت و پاشندگی کوانتمی می باشد. عمر این ذره آنچنان کوتاه است که بهیچ وجه نمی تواند مستقیما" مورد مشاهده قرار گیرد. این ذره زمانی به ذره واقعی تبدیل می گردد که تزریق انرژی صورت پذیرد، درست بمانند اولین لحظات هستی کیهان. ذره واقعی همواره با ضدذره غیرواقعی اش ظاهر می گردد (بار الکتریکی کل باید حفظ گردد: بار الکتریکی کل قبلا" خنثی بوده و متعاقبا" نیر باید خنثی باقی بماند).

راه شیری (eétVoie lac) : نام کهکشانی که در آن زندگی می کنیم.

ریسمان کیهانی (Corde Cosmique) : ترک خوردگی در ساختار فضای کیهانی بشکل باریک (10^{-28} سانتیمتر) و بلند که در دوران سرد شدن کیهان، در اولین لحظات ظهورش ایجاد گردید. ریسمان های کیهانی هرگز بصورت مستقیم مشاهده نشده اند اگرچه برخی از اخترشناسان معتقدند آنها سرچشمه ساختارهای رشته ای هستند که بوسیله کهکشانها در آسمان بوجود آمده است.

زمان پلانک (emps de PlankT) : برابر با 10^{-43} ثانیه. چنین زمان بی نهایت کوچک فیزیک مدرن کنونی را به چالش می کشانده و شناخت فعلی دانشمندان را محدود می نماید. برای درک زمان پلانک احتیاج به یک نظریه کوانتمی گرانشی است یعنی نظریه ای که در آن نیروی گرانش با نیروهای دیگر متحد می شود. چنین نظریه ای هنوزتدوین نیافته است.

سال نوری (Année – Lumière) : فاصله پیموده شده بوسیله نور (که با سرعت ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه تغییر مکان می دهد) در یک سال، برابر با ۹۴۶۰ میلیارد کیلومتر. همچنین ۱ روز نوری = ۲۶ میلیارد کیلومتر، ۱ ساعت نوری = ۱/۱ میلیارد کیلومتر، ۱ دقیقه نوری = ۱۸ میلیون کیلومتر و ۱ ثانیه نوری = ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر می باشد.

ستاره (Etoile) : کره ای از گاز با ترکیبی از ۹۸٪ هیدروژن و هلیوم و ۲٪ عناصر سنگین. ستاره تحت تاثیر دو نیروی مساوی و متضاد در حالت تعادل قرار می گیرد. این دو نیرو عبارتند از نیروی گرانش که ستاره را متراکم و فشرده نموده و نیروی اشعه ناشی از واکنشهای هسته ای که سعی به انفجار ستاره دارد. خورشید جرمی معادل 2×10^{33} گرم را داراست و جرمهای ستارگان بین ۰/۱ تا ۱۰۰ برابر جرم خورشید متغیرند.

ستاره دنباله دار (Comète) : توده ای از یخ و گرد و غبار با هسته ای معادل چند کیلومتر. ستاره دنباله دار فقط در نزدیکی خورشید، زمانیکه نور آنرا منعکس می نماید، قابل مشاهده است. یخ ستاره دنباله دار در اثر حرارت خورشید بخار شده و دنباله ای نوک تیز از خود در جهت مخالف خورشید ایجاد می نماید که ابعادش می تواند تا صد میلیون کیلومتر بالغ گردد.

ستاره قیقاووس – ملتهب (Céphéide) : ستارگان متغیر که نورشان در دوره های زمانی بصورتی خاص تغییر می یابند. مدت زمان سپری شده بین دو حداکثر (و یا حداقل) درخشندگی ستاره که "پریود" نام دارد به درخشندگی حقیقی ستاره وابسته است. هرچقدر ستاره قیقاووس درخشنده تر باشد پریود آن طولانی تر است (که می تواند از چند روز تا یکماه به طول انجامد). اخترشناسان از این کیفیت ستارگان ملتهب برای تعیین فواصل استفاده می نمایند. کافی است چنین ستارگانی در کهکشانی نزدیک یافته شوند، سپس با مشاهده تغییرات درخشندگی آنها، پریود شان را محاسبه نموده و سرانجام از طریق پریود درخشندگی حقیقی این ستارگان بدست می آید. درخشندگی حقیقی با درخشندگی ظاهری مقایسه شده و بدینوسیله فاصله مشخص می گردد. ادوین هابل با استفاده از این ستارگان توانست وجود کهکشانهای دیگری را در بالاتر از کهکشان راه شیری به اثبات رساند. متاسفانه در فاصله بیشتر از ۱۳ میلیون سال نوری از زمین، نورستارگان قیقاووس دیگر آنچنان نورانی نیست که بتوان آنرا از زمین مشاهده نمود.

ستاره نوترونی (neutron à Etoile) : جرم سماوی بسیار متشتکل (شعاع آن ۱۰ کیلومتر است) و متراکم (۱۰۱۴ گرم در سانتیمتر مکعب) که از فروپاشی ستاره ای با جرم بین ۱/۴ تا ۵ برابر جرم خورشید

در اثر اتمام سوختش ایجاد می گردد. ستاره نوترونی انحصارا" از نوترون تشکیل شده و گردش وضعی آن بسیار سریع است و نور رادیویی آن در هر بار گردش به زمین ارسال می گردد. نور رادیویی ستاره نوترونی بوسیله علامات مداوم و مجزا از یکدیگر به فواصل زمانی منظم به زمین می رسد و به این دلیل به ستاره نوترونی نام "تپنده" نیز داده شده است (تصویر ۴۷).

سحابی (buleuseéN) : **شیئی سماوی با ظاهری کم نور و ضعیف. سحابی می تواند یک کهکشان، یک ابرگازی و یا گردو غبار در راه شیری باشد.**

سحابی سیاره ای (taireéplan buleuseéN) : **لفافه ای از گاز که در اثر فروپاشی ستاره ای به جرم کمتر از ۱/۴ برابر جرم خورشید و تبدیل آن به کوتوله سفید به طرف بیرون پرتاب می شود. سحابی سیاره ای در اثر تشعشات کوتوله سفید درخشنده می شود (تصویر ۴۵).**

سنتز هسته ای (seèosynthéNucl) : **تشکیل هسته اتمها در اثر واکنشهای هسته ای یا در زمان انفجار بزرگ (در حالت آخری، سنتز هسته ای، بدوی نامیده می شود که مسئول ایجاد عناصر سبک نظیر هیدروژن و هلیوم می باشد) یا در قلب ستارگان (عناصر سنگین تر از هلیوم ولی سبک تر از آهن در قلب ستارگان ساخته می شوند) و یا در ابرنو اختر ها (عناصر سنگین تر از آهن در اینجا ساخته می شوند).**

سیارک (Astéroide) : **جسم سنگی آسمانی با شکلی بی قاعده که اندازه اش می تواند تا ۱۰۰۰ کیلومتر بالغ گردد. در واقع، سیارک به اندازه کافی جسیم نیست تا نیروی گرانش بتواند مانند سیارات آنرا به شکل کروی در آورد.**

سیاره (teèPlan) : **شیئی سماوی کروی شکل با قطری بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر که خود دارای منبع انرژی هسته ای نیست و بدور یک ستاره در گردش است و نور ستاره را از خود منعکس می نماید.**

سیاره بالائی (rieureésup teèPlan) : **سیاره ای از منظومه شمسی که نسبت به خورشید دورتر از زمین قرار گرفتهاست. مریخ، مشتری، زحل، اورانوس، نپتون و پلوتون سیارات بالایی می باشند.**

سیاره پائینی (rieureéinf teèPlan) : **سیاره ای از منظومه شمسی که بین خورشید و زمین قرار دارد. عطارد و ناهید سیارات پائینی می باشند.**

سیاهچاله (Trou noir) : **نتیجه فروپاشی ماده (برای مثال در ستاره ای با جرم بیش از ۵ برابر جرم خورشید) که موجب ایجاد حوزه گرانشی چنان شدید و فضایی چنان خمیده می گردد که ماده و نور نخواهند توانست از آن بگریزند (مراجعه شود به شعاع غیرقابل برگشت).**

سیاهچاله بدوی یا سیاهچاله کوچک (Trou noir primordial) : سیاهچاله ای که جرمش نسبت به جرم خورشید بسیار کمتر است. به عقیده اخترفیزیکدان انگلیسی" استفان هاوکینگ"، سیاهچاله های کوچک توانستند در ابتدای آفرینش کیهان، در زمان پلانک ($۱۰^{-۴۳}$ ثانیه)، زمانیکه چگالی بسیار شدید بود، ظاهر گردند. این سیاهچاله های بدوی جرمی معادل با ۲۰ میکروگرم داشته و از شعاع غیرقابل برگشتی معادل $۱۰^{-۳۳}$ سانتیمتر برخوردار بودند. سیاهچاله های بدوی هرگز مشاهده نشده اند و همواره بصورت واحدهای فرضی باقی مانده اند.

شبه ستاره (Quasar) : شیئی سماوی که ظاهر ستاره را دارد (نام **Quasar** از ادغام کلمه آمریکایی **star-quasi** بوجود آمده است) ولی با انتقال بسوی قرمز نور بسیار بالا که بموجب قانون هابل نمایانگر فاصله بسیار زیاد آن می باشد، شبه ستارگان دورترین و نورانی ترین اجرام کیهان می باشند. انرژی عظیم آنها، احتمالا" ناشی از سیاهچاله ای به جرم یک میلیارد جرم خورشید است که تمامی ستارگانی که از نزدیکش می گذرند را می بلعد. اقلیتی از اخترشناسان معتقدند انتقال بسوی قرمز بسیار زیاد نور شبه ستارگان هیچ رابطه ای با دور بودن آنها ندارد، بدین معنا که شبه ستارگان در واقع بسیار بما نزدیکند (تصویر ۴۸).

شعاع غیرقابل برگشت (retour - Rayon de non) : شعاع کشف شده بوسیله اخترشناس آلمان "کارل شوارتزشیلد" (همچنین به شعاع شوارتزشیلد معروف است) که افق یک سیاهچاله را تشریح می نماید. اگر ذره ای از ماده یا نور از این شعاع عبور نماید دیگر هرگز قادر به خروج از سیاهچاله نخواهد بود.

صفر مطلق (absolu roéZ) : صفر در مقیاس دمای کلوین معادل ۲۷۳- درجه سانیگراد. در چنین دمایی ذرات فاقد هرگونه حرکت خواهند بود. صفر مطلق پائین ترین دمای ممکن می باشد.

ضد ذره یا پاددره (Antiparticule) : ذره ای بنیادی که ضد ماده را تشکیل می دهد و دارای همان ویژگی های ماده می باشد. تنها تفاوت اساسی بار آن است که مخالف بار ماده است. ضد ذره الکترون، پوزیتون نام دارد و ضد ذره پروتون، آنتی پروتون است و الاآخر. ذرات خنثی نظیر فوتون، خود، ضد ذره نیز می باشند. ذرات و ضد ذرات با برخورد با یکدیگر منهدم شده و تبدیل به نور می گردند. ما در کیهانی مملو از ماده زندگی می کنیم. ضد ماده بینهایت کمیاب است. آنها را فقط می توان در اشعه های کیهانی یا در شتابدهنده های ذرات با انرژی بسیار بالا مشاهده نمود.

طول موج (onde'Longueur d) : فاصله بین دو نقطه حداکثر یا حداقل متوالی یک موج نوری (یا ماده در حالت امواج دریا) (به توضیح شماره ۱ مراجعه شود).

طیف بین (Spectroscope) : وسیله ای که نور را به اجزاء مختلف تجزیه می نماید.

عدسی گرانشی (Lentille gravitationnelle) : جرمی سماوی (ستاره، کهکشان، شبه ستاره، خوشه کهکشانی) که با زمین و ستاره ای دیگر در فاصله ای دورتر، در یک مسیر قرار می گیرد. این جرم سماوی که در فاصله ای متوسط از زمین و ستاره دیگر قرار گرفته بوسیله حوزه گرانش خود نور ستاره دورتر را منحرف ساخته و موجب ایجاد سراب کیهانی می گردد. تصویر ستاره دورتر تغییر شکل یافته و یا متعدد می گردد. تصاویر سرابی در نزدیکی تصویر حقیقی ایجاد می گردند. این تصاویر گرانشی از برخورد نور ستاره دورتر با حوزه گرانشی عدسی گرانشی و همچنین از تمامی حوزه های دیگر گرانشی که این نور باید عبور نماید، بوجود می آیند. بدینصورت، مطالعه سراب های کیهانی نمایانگر مقدار کل ماده (مرئی یا نامرئی) که مسئول این گرانش هستند و در مورد توزیع آنها در عدسی و یا در فضای میان کهکشانی می باشد.

عصر تشعشع (Ere du rayonnement) : عصری از تاریخ کیهان که بعد از عصر لپتونیک قرار می گیرد، تقریبا" از یک ثانیه بعد از انفجار بزرگ تا ۳۰۰ هزار سال. در این دوره، چگالی اشعه (یعنی تراکم فوتونها) بیشتر از چگالی ماده بوده و تکامل کیهان را کنترل می نماید. در این دوره، اتمها، سیارات، ستارگان و کهکشانها هنوز ظاهر نشده اند.

عصر لپتونیک (Ere leptonique) : عصری از تاریخ کیهان که بعد از عصر هاردونیک می آید که در آن محتوی کیهان اکثرا" از لپتون ها (الکترونها و نوترینوها) تشکیل شده است که بصورت برابر با فوتونها قرار دارند. این دوره از ده هزارم ثانیه تا تقریبا" ثانیه اول ظهور کیهان ادامه دارد. عصر لپتونیک زمانی پایان می یابد که فوتونهای خسته ناشی از انبساط کیهان دیگر قادر نخواهند بود خود را به زوج الکترون – پوزیتون تبدیل نمایند.

عصر ماده (reèEre de la mati) : عصری از تاریخ کیهان که بلافاصله بعد از عصر تشعشع شروع می شود و تقریبا" از ۳۰۰.۰۰۰ سال بعد از ظهور کیهان آغاز شده و تا آینده ای بسیار دور ادامه خواهد داشت. در عصر ماده، چگالی ماده از چگالی اشعه بیشتر بوده و تکامل کیهان را کنترل می نماید.

عصر هاردونیک (Ere hardonique) : عصری از تاریخ کیهان، از یک میلیونیم ثانیه تا ده هزارم ثانیه که محتوی کیهان اکثرا" از هاردون ها (پروتونها، نوترونها و ضد ذرات آنها) تشکیل شده است که بصورت برابر با فوتون ها قرار دارند. عصر هاردونیک زمانی پایان می یابد که فوتونهای خسته ناشی از انبساط کیهان دیگر نخواهند توانست خود را به زوج هاردون – ضد هاردون تبدیل نمایند.

عناصر بدوی (primordiaux mentséEl) : عناصر شیمیایی ایجاد شده بوسیله انفجار بزرگ در مدت ۳ دقیقه اول ظهور کیهان که عمدتا" عبارتند از هیدروژن (که سه چهارم جرم کیهان را تشکیل می دهد) و هلیم (که یک چهارم بقیه را از آن خود می نماید) و سپس اثراتی از دئوتریوم و لیتیوم (به سنتز هسته ای مراجعه شود)

عناصر سنگین (lourds mentséEl) : مجموعه ای از عناصر شیمیایی که هسته های آنها سنگین تر از هسته هلیوم می باشند. این عناصر هنوز عناصر فلزی نامیده می شوند و بوسیله ستارگان ایجاد می گردند.

غول قرمز (rouge antéG) : ستاره ای که سوخت هیدوژن اش را به پایان رسانده و مشغول سوزاندن هلیم می باشد. تزریق ناشی از احتراق هلیم، لفافه ستاره را متورم ساخته و اندازه آنرا تا ده برابر بیشتر از اندازه حقیقی اش افزایش می دهد که به این دلیل به آن نام "غول" داده شده است. همزمان، سطح ستاره سرد شده و این مسئله موجب می گردد که نورش قرمز گردد.

فوتون (Photon) : ذره بنیادی اشعه یا نور، بدون جرم که با بالاترین سرعت ممکن جابجا می شود یعنی ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه. ذرات نور به ترتیب انرژی نزولی شان عبارتند از : نور گاما، ایکس، ماوراء بنفش، قابل رویت، مادون قرمز و رادیویی (به توضیح شماره ۱ مراجعه شود).

قانون هابل (Loi de Hubble) : قانونی که در سال ۱۹۲۹ بوسیله اخترشناس آمریکایی " ادوین هابل" کشف شد که به موجب آن فاصله کهکشانها نسبت به انتقال بسوی قرمز نور آنها تغییر می یابد و نتیجتا" از طریق اثر دوپلر، فاصله کهکشانها متناسب با سرعت گریز آنها خواهد بود. عقیده کیهان در حال انبساط بر اساس این قانون بنا شده است. قانون هابل و مشاهده تابش برجا مانده دو ستون اساسی نظریه انفجار بزرگ می باشند (تصویر ۲۱) (مراجعه شود به پارامتر هابل).

کوارک (Quark) : ذره بنیادی تشکیل دهنده پروتون و نوترون. بار الکتریکی کوارک کسری است معادل ⅓ یا ⅔ بار الکتریکی الکترون. کوارک ها تحت تاثیرنیروی هسته ای قوی قرار دارند. کوارک هنوز بصورت واحدی فرضی باقی مانده زیرا فیزیکدانان تاکنون نتوانسته اند آنرا بصورت آزاد در لابراتورها مشاهده نمایند.

کوتوله سفید (Naine blanche) : شیئی سماوی کوچک (نام کوتوله از کوچکی اش ناشی شده است: قطر آن تقریبا" ۱۰.۰۰۰ کیلومتر است یعنی همانند قطر زمین و با تراکمی معادل 10^5 تا 10^8 گرم در سانتیمتر مکعب). کوتوله سفید از فروپاشی ستاره ای با جرم کمتر از ۱/۴ برابر جرم خورشید که سوختش را به اتمام رسانده بوجود می آید. الکترونهای کوتوله سفید بموجب اصل طرد نمی توانند زیاد بیکدیگر فشرده شوند و نتیجتا" در برابر نیروی گرانش مقاومت کرده و مانع از فروپاشی ستاره می شوند. حرکات الکترونها کوتوله را گرم کرده و موجب انتشار نوری سفید در فضا می گردند.

کوتوله سیاه (Naine noire) : زمانیکه کوتوله سفید تمامی انرژی ناشی از حرکات الکترونهایش را در فضا پخش نماید، متعاقبا" به جسدی ستاره ای غیرقابل رویت تبدیل می گردد که به کوتوله سیاه معروف است.

کوتوله قهوه ای (Naine brune) : ستاره ای عقیم با جرمی کمتر از یا صدم جرم خورشید. کوتوله قهوه ای همانند سیاره به اندازه کافی جسیم، گرم و متراکم نیست تا بتواند واکنشهای هسته ای و مولد انرژی را در قلبش ایجاد نماید.

کوسمینو (Cosmino) : ذرات بنیادی که دارای جرم می باشند ولی در فعل و انفعالات با نیروی هسته ای قوی شرکت نمی کنند. وجود آنها بوسیله نظریه وحدت نیروها پیش بینی شده ولی هرگز چنین ذراتی در واقعیت مشاهده نشده است باستثنای نوترینو که هنوز مشخص نیست که آیا دارای جرم است یا خیر.

کهکشان (Galaxie) : مجموعه ای از ۱۰ میلیون (برای یک کهکشان کوتوله) تا ۱۰.۰۰۰ میلیارد (برای یک کهکشان غول آسا) ستاره که بوسیله نیروی گرانش بیکدیگر مرتبط می باشند. کهکشان یکی از واحدهای اساسی ساختار کیهانی است. یک کهکشان متوسط نظیر کهکشان راه شیری دارای ۱۰۰ میلیارد خورشید می باشد.

کهکشان با هسته فعال (actif noyau à Galaxie) : کهکشانی که بخش بسیار بزرگی از نور و انرژی اش از محل مرکزی آن پخش می شود. این مرکز به "هسته" معروف است که ابعادی بسیار کوچک دارد (از چند ساعت نوری تا چند ماه نوری یعنی میلیاردها برابر کوچکتر از خود کهکشان). این انرژی می تواند نتیجه فعالیت سیاهچاله ای با جرم دهها میلیون جرم خورشید باشد که در مرکز کهکشان قرار گرفته و هر ستاره ای را که از نزدیکی اش عبور می نماید می بلعد.

کهکشان بیضوی (Galaxie elliptique) : کهکشانی که شکل آن در آسمان بصورت بیضی است. چنین کهکشانهایی معمولا" دارای ستارگان مسن بوده و از گاز و گردو غبار بسار کمی برخوردارند (تصویر ۴۰).

کهکشان حلزونی (Galaxie spirale) : کهکشانی بشکل قرص یا دیسک شامل گاز و گرد و غبار میان ستاره ای که در وسط آن مجموعه ای کروی از ستارگان معروف به "پیاز گل" قرار گرفته است. ستارگان جوان و نورانی بازوهای زیبایی را به شکل حلزون در قرص کهکشانی بوجود می آورند (تصویر ۲۰).

کهکشانخواری (Cannibalisme Galactique) : روندی که به موجب آن نیروهای گرانشی یک کهکشان جسیم حرکت کهکشان دیگری را کند نموده و کهکشان کم جرم تر بصورت مارپیچ به سوی کهکشان جسیم تر سقوط می نماید و بوسیله آن بلعیده می شود. کهکشان بلعیده شده هویت خود را از دست داده و ستارگانش با ستارگان کهکشانخوار ترکیب می گردند.

کهکشان کوتوله (Galaxie naine) : کهکشانی با جرم کم و ابعاد کوچک. اندازه متوسط آن به ۱۵.۰۰۰ سال نوری می رسد یعنی ۶ برابر کوچکتر از یک کهکشان معمولی و جرمش از ۱۰۰ میلیون تا یک میلیارد جرم خورشید متغیر است یعنی ۱۰۰۰ تا ۱۰.۰۰۰ برابر کمتر از جرم یک کهکشان معمولی. کهکشانهای کوتوله می توانند بیضوی یا نامنظم باشند ولی بنظر می رسد کهکشان کوتوله حلزونی نیز وجود داشته باشد (تصویر ۴۱) (به ابرهای ماژلان مراجعه شود).

کهکشان نامنظم (reèguliéGalaxie irr) : کهکشان نامنظم عمدتا" از نوع کوتوله می باشد و شکل حلزونی و یا بیضوی ندارد. این کهکشان دارای ستارگان جوان بیشمار و مقدار فراوانی گاز و گرد و غبار می باشد (تصویر ۴۱) (به ابرهای ماژلان مراجعه شود).

کیهان باز (Univers ouvert) : کیهانی که چگالی ماده اش کمتر از چگالی بحرانی بوده و انبساطی ابدی خواهد داشت.

کیهان بسته (éUnivers ferm) : کیهانی که چگالی ماده اش بیشتر از چگالی بحرانی بوده و در آینده به روی خود فرو خواهد پاشید.

کیهان خورشید مرکزی (liocentriqueéUnivers h) : مدلی ار کیهان که خورشید در مرکز آن قرار دارد.

کیهان زمین مرکزی (ocentriqueéUnivers g) : مدلی از کیهان که زمین در مرکز آن قرار گرفته و خورشید، سیارات و ستارگان همگی بدور آن در گردشند.

کیهان سیکلی (Univers cyclique) : کیهانی که با انبساط و انقباض های متوالی همراه است.

کیهان شناسی (Cosmologie) : مطالعه ساختارهای بزرگ کیهان و تکامل آنها

کیهان قابل مشاهده (observable Univers) : بخشی از کیهان که نور آن برای رسیدن به ما زمان کافی را در اختیار داشته است. کیهان قابل مشاهده بوسیله افق کیهانی محدود می شود.

گروه کهکشانی (galaxie de Groupe) : مجموعه ای از ۲۰ کهکشان که بوسیله نیروی گرانش بیکدیگر مرتبطند. ابعاد تقریبی آن ۶ میلیون سال نوری می باشد و جرم متوسطش از ۱۰۰۰ تا ۱۰.۰۰۰ میلیارد جرم خورشید در نوسان است (تصویر ۲۹).

لپتون (Lepton) : ذره بنیادی که نیروی هسته ای قوی اثری بر آن ندارد. الکترون و نوترینو از نوع لپتون می باشند.

ماده "سرد" ("froide" reèMati) : ماده مرکب از ذرات بنیادی با جرمی نسبتا" فراوان که سرعت انتشار آنها نسبتا" ضعیف می باشد (کلمه "سرد" نمایانگر دمای ضعیف و نتیجتا" بیانگر انرژی حرکتی بی اهمیت می باشد). "اکسیون" و "فوتینو" مثالهایی از ماده سرد می باشند.

ماده غیر باریونی (baryonique non reèMati) : ماده مرکب از عناصر بنیادی که تحت تاثیر نیروی قوی قرار ندارند. نوترینو مثالی است از ماده غیرباریونی.

ماده "گرم" ("chaude" reèMati) : ماده مرکب از ذرات بنیادی با جرمی کم که با سرعتی فراوان جابجا می شوند (دما، انرژی حرکت را مشخص می نماید: کلمه "گرم" مشخص کننده دمای شدید و بنابراین نمایانگر انرژی حرکتی بسیار فراوان است): نوترینو مثالی از ماده "گرم" می باشد.

محیط میان ستاره ای (Milieu interstellaire) : فضای بین ستارگان یک کهکشان. محیط میان ستاره ای دارای گاز اتمی (بویژه هیدروژن)، گاز مولکولی (مونو اکسید کربن، هیدروژن مولکولی، آب و غیره، نزدیک به ۱۰۰ مولکول شمارش می شوند) و گرد و غبار (ذرات میان ستاره ای) می باشد.

مکانیک کوانتمی (quantique caniqueéM) : نظریه فیزیکی که در اوائل قرن بیستم مطرح شد که ویژگی های ماده و اشعه را در مقیاس میکروسکپی تشریح می نماید. به موجب این نظریه، ماده و نور در هر لحظه می توانند همزمان هم موج و هم ذره باشند و عملکردشان فقط از طریق احتمالات قابل تشریح است. ذره نور همچنین "کوانتم انرژی" نامیده می شود که این نظریه نامش را از آن گرفته است (مراجعه شود به اصل تکمیلی، اصل طرد و اصل عدم قطعیت).

نسبیت خاص (restreinte éRelativit) : نظریه حرکات نسبی که بوسیله آلبرت اینشتاین در سال ۱۹۰۵ ارائه گردید که بموجب آن، زمان و فضا کاملا" بیکدیگر وابسته بوده و عمومیت ندارند بلکه وابسته به حرکت مشاهده گر می باشند.

نسبیت عام (raleéneég éRelativit) : نظریه گرانش که بوسیله آلبرت اینشتاین در سال ۱۹۱۵ پیشنهاد گردید و دقیق تر از نظریه نیوتون می باشد. این دو نظریه بویژه در شرایطی که حوزه گرانش بسیار شدید است نظیر مناطق اطراف ستارگان تپنده و یا سیاهچاله ها با یکدیگر اختلاف دارند. نسبیت عام اساس نظریه انفجار بزرگ است.

نظریه کیهان ساکن (stationnaire univers'l de orieéTh) : نظریه کیهانشناسی که بر اساس اصل کیهانی کامل قرار دارد. بموجب این نظریه، کیهان در تمامی زمانها، مکانها و جهات مشابه خود می باشد. برای جبران خلائی که در اثر انبساط کیهان بین کهکشانها ایجاد می گردد، این نظریه ایجاد دائمی ماده را در نظر می گیرد.

نظریه کیهانهای موازی یا متعدد (multiples ou lesèparall univers des rieoéTh) : نظریه ای که بموجب آن هر زمان که انتخابی وجود داشته باشد، کیهان کپی خود را بوجود خواهد آورد. هیچگونه امکان ارتباط بین کیهانهای موازی وجود نخواهد داشت.

نظریه نور خسته (eéfatigu reèlumi al de orieéTh) : نظریه کیهانشناسی که بموجب آن انتقال بسوی قرمز نور کهکشانها ناشی از انبساط کیهان نیست بلکه بدلیل از دست دادن انرژی نور در طی مسافرت میان ستاره ای و میان کهکشانی می باشد. دلائل کاهش انرژی نور را این نظریه تشریح ننموده است.

نظریه وحدت (unification'd orieéTh) : نظریه هایی که وحدت نیروی الکترومغناطیس با نیروهای هسته ای قوی و ضعیف را در یک نیرو بنام " نیروی الکتروهسته ای" نظر می گیرند. این اتحاد فقط در محیطی بسیار گرم و با انرژی بسیار بالا، درست همانند شرایط لحظات اولیه آفرینش کیهان، امکان پذیر است. همچنین سعی شده تا نیروی گرانش نیز با سه نیروی دیگر متحد شود ولی تا کنون این نیرو از هرگونه اتحادی با دیگر نیروها سرباز زده است.

نقطه همگرا (Point de convergence) : نقطه ای در آسمان که بنظر می رسد ستارگان یک خوشه ستاره ای بسویش همگرا شده اند. از نقطه همگرا برای تعیین فاصلت تا خوشه استفاده می شود (تصویر ۱۶).

نوترون (Neutron) : ذره ای خنثی که از سه کوارک تشکیل شده که با پروتون هسته اتم را بوجود می آورد. نوترون ۱۸۳۸ بار جسیم تر از الکترون بوده و خفیفا" جسیم تر از پروتون می باشد.

نوترینو (Neutrino) : ذره ای خنثی که فقط تحت نفوذ نیروی هسته ای ضعیف قرار دارد و اگر دارای جرم باشد تحت تاثیر نیروی گرانش نیز قرار خواهد گرفت. نوترینوها که بمیزان فراوان در لحظات اولیه ظهور کیهان و همچنین بمیزان کمتر در قلب ستارگان و ابرنو اخترها بوجود آمدند اگر جرمی معادل یک میلیونیم جرم الکترون داشته باشند می توانند از نقطه نظر جرم در کیهان حکمفرمائی نمایند. اگر جرمی معادل ده هزارم جرم الکترون به آنها نسبت دهیم، گرانش آنها موجب توقف انبساط کیهان شده و موجب فروپاشی کیهان بر روی خود خواهد شد. تا به امروز، هنوز مشخص نشده که آیا نوترینو دارای جرم است یا خیر.

نوسانات ایزوترم (Fluctuations isothermes) : نوساتات تراکم که در آن تنها ماده تغییر می یابد و اشعه هماهنگ باقی می ماند (تصویر ۳۶).

نوسانات بی در رو (Fluctuations adiabatiques) : نوسانات تراکم که در آن ماده و اشعه بصورت هماهنگ تغییر می یابند بطریقی که همواره در همه جا برای یک میلیارد فوتون، یک باریون وجود داشته باشد (تصویر ۳۶).

نوسانات تراکم (éFluctuations de densit) : بی نظمی و نوسانات فضایی در تراکم کیهان بذرهای کهکشانی را ایجاد می نمایند. این نوسانات جهت سازگاری با تابش برجا مانده که از نظمی بالا برخوردار است نباید بیشتر از ۰/۰۱ درصد نسبت به تراکم متوسط تغییر نماید (تصویر ۳۶).

نوکلئون (Nucléon) : یکی از اجزاء هسته اتم که می تواند یک پروتون یا یک نوترون باشد.

نیروی الکترو مغناطیس (Force électromagnétique) : نیرویی که فقط در مورد ذرات باردار عمل می نماید. این نیرو باعث می شود که ذرات با بارهای مشابه یکدیگر را دفع و ذرات با بارهای متضاد همدیگر را جذب نمایند.

نیروی الکتریکی ضعیف (Force électrofaible) : نیرویی که از وحدت نیروی الکترو مغناطیس و نیروی هسته ای ضعیف بوجود می آید.

نیروی الکتریکی هسته ای (Force électronucléaire) : نیرویی که از وحدت نیروی الکترومغناطیس و دو نیروی هسته ای ضعیف و قوی بوجود می آید.

نیروی گرانش (Force gravitationnelle) : نیروی جاذبه که بر اجرام اثر می گذارد. این نیرو ضعیف ترین نیرو بوده و دارای بزرگترین وسعت مانور می باشد.

نیروی هسته ای ضعیف (Force nucléaire faible) : نیروی مسئول تجزیه اتم ها و پدیده رادیواکتیویته. این نیرو فقط در مقیاس زیراتمی ($۱۰^{-۱۵}$ سانتیمتر) فعال است.

نیروی هسته ای قوی (Force nucléaire forte) : قوی ترین نیرو در چهار نیروی طبیعت. این نیرو کوارک ها را بیکدیگر متصل کرده و پروتونها و نوترونها را بوجود می آورد و سپس پروتونها ونوترونها را بیکدیگر ارتباط داده تا هسته اتمها تشکیل شود. حوزه تاثیر این نیرو در هسته اتم ($۱۰^{-۱۳}$ سانتیمتر) خلاصه می شود. این نیرو بر فوتونها و الکترونها تاثیری ندارد.

هاردون (Hardon) : هر ذره ای که تحت تاثیر نیروی قوی قرار گیرد. هاردونها نتیجه وحدت کوارک های بی شمار می باشند. باریونها نظیر هاردونها می باشند.

هاله کهکشانی (Halo galactique) : مجموعه ای از ستارگان مسن و خوشه های کروی، بشکل کره که دور یک کهکشان حلزونی را احاطه کرده اند. مشاهدات مشخص نموده اند که هاله ای نامرئی تقریبا" ۱۰ برابر جسیم تر و بزرگتر دور هاله مرئی را احاطه کرده است (تصویر ۵۳).

هسته اتم (Noyau d'atome) : تمامی پروتونها و نوترونهایی که بوسیله نیروی هسته ای قوی بیکدیگر مرتبطند. بار الکتریکی هسته برابر با مجموع بارهای پروتونها و بنابراین مثبت می باشد. هسته ۱۰۰.۰۰۰ بار کوچکتر از اتم بوده (اندازه اش برابر است با $۱۰^{-۱۳}$ سانتیمتر) و فقط یک میلیون میلیاردیم از حجم کل اتم را اشغال می نماید.

هلیوم (Hélium) : عنصر شیمیایی که هسته آن از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است (هلیوم ۴). همچنین نوع دیگری از هلیوم وجود دارد که هسته آن از دو پروتون و یک نوترون تشکیل شده است (هلیوم ۳). هلیوم که در سه دقیقه اول آفرینش کیهان بوجود آمده است، یک چهارم جرم کل کیهان را تشکیل می دهد (به سنتز هسته ای مراجعه شود).

همگنی (Homogénéité) : خصوصیتی که بموجب آن کیهان در تمامی مکانها یکسان و شبیه خود می باشد. بدینصورت، در هر نقطه از کیهان، بطور متوسط تعداد کهکشانها نسبت به واحد حجم یکسان خواهد بود (مراجعه شود به اصل کیهانی و تابش برجا مانده).

همواری (Platitude) : هندسه کیهان عاری از هرگونه خمیدگی کلی که چگالی ماده اش برابر با چگالی بحرانی است (سه اتم هیدروژن در مترمکعب). مشاهدات اخترشناسان نشان داده که کیهان کنونی تراکمی بسیار نزدیک به چگالی بحرانی دارد (تقریبا" یک پنجم).

هیدروژن (Hydrogène) : سبک ترین عنصر شیمیایی. اتم های هیدروژن متشکل از یک پروتون و یک الکترون، سه چهارم جرم کل کیهان را تشکیل می دهند (مراجعه شود به سنتز هسته ای).

❊ ❊ ❊ ❊

منابع

J. Audouze – J. C. Carrière et M. Cassé, Conversation sur l'invisible, Belfond, Paris, 1988.

J. D. Barrow et F. J. Tipler, The Anthropic cosmological principale, Oxford university press, New York, 1986.

M. Cassé, Nostalgie de la lumière, Belfond, Paris, 1986.

G. Cohen – Tannoudji et M. Spiro, La matière – space – temps, Fayard, Paris, 1986.

P. W. Davies, God and The new physics, Simon and Schuster, New York, 1983.

P. W. Davies, Superforce, Payot, Paris, 1987.

F. J. Dyson, Les dérangeurs d'univers, Payot, Paris, 1987**.**

E. R. Harrisson, Marks of the universe, Macmillan publishing Co., New York, 1985.

J. N. Islam, Le destin ultime de l'univers, Belfond, Paris, 1984.

F. Jacob, Le jeu des possible, Fayard, Paris, 1981.

T. S. Kuhn, La structure des revolutions scentifiques, Fayard, Paris, 1982.

M. Lachière – Rey, Connaissance du cosmos, Albin Michel, Paris, 1987.

J. P. Luminet, Les trous noirs, Belfond, Paris, 1988.

M. Minsky, La société de l'esprit, Interédition, Paris, 1988.

J. Monod, Le Hasard et la nécessité, Le Seuil, Paris, 1970.

T. Montmerle et N. Prantzos, Les Supernovae, Presses du CNRS, et du CEA, 1988.

K. Popper, The logic of scientific discovery, Harper and Row, New York, 1965.

H. Reeves, L'Heure de s'envirer, Le Seuil, Paris, 1986.

E. Schatzman, Les enfants d'uranie, Le Seuil, Paris, 1986.

S. Weinberg, Les Trois première minutes de l'univers, Paris, 1978.

رسد آدمی به جایی که فقط خدا نبیند

بنگر که تا چه حد است مکان

آدمیت