**فصل ۱۲**

**روندها و شیوه‌های کنونی**

*پیشرفت بدون تغییر غیرممکن است؛*

*و کسانی که نمی‌توانند ذهن خود را تغییر دهند، هیچ چیز را تغییر نمی‌دهند"*

*- جورج برنارد شاو*

۱۲.۱ مقدمه

۱۲.۲ واژگان و تعاریف کلیدی

۱۲.۳ پایداری، مدیریت انرژی و ابتکار سبز

۱۲.۴ ایمنی کارکنان، تأسیسات و قوس الکتریکی

۱۲.۵ مدیریت ریسک

۱۲.۶ کنترل خوردگی

۱۲.۷ مهندسی سیستم‌ ها و مدیریت پیکربندی

۱۲.۸ استانداردها و استانداردسازی

۱۲.۹ خلاصه

۱۲.۱۰ پرسش های خودآزمایی

۱۲.۱۱ منابع و مطالعات پیشنهادی

پس از مطالعه این فصل، شما قادر خواهید بود موارد زیر را درک کنید:

• چرا رهبران نگهداشت و قابلیت اطمینان باید نگران انرژی و پایداری یا "سبز بودن" باشند.

• رهبران نگهداشت و قابلیت اطمینان باید چه کاری در مورد ایمنی و به ویژه ایمنی قوس الکتریکی انجام دهند.

• چگونه ریسک‌های اطراف خود را مدیریت می کنیم.

• مفهوم کنترل خوردگی چیست.

• تأثیر استانداردها و استانداردسازی بر سازمان خود.

• مفاهیم مهندسی سیستم‌ ها و مدیریت پیکربندی دقیقاً چیستند.

**۱۲.۱ مقدمه**

همان طور که در فصل قبل اشاره شد، کسب و کارها برای باقی ماندن در بازار رقابتی باید فرآیندهایشان را به طور مستمر بهبود دهند. یک ابزار کلیدی برای دستیابی به این هدف، آگاهی از روندهای جاری و راهکارهای برتر خلاقانه ای است که وارد صنعت نگهداشت و قابلیت اطمینان می‌شوند. فصل ۱۲ تعدادی از این روندها و شیوه ‌ها را معرفی کرده، به اختصار بررسی می‌کند که چگونه می توان از این روندها و شیوه ها در زمینه‌ های انرژی و پایداری، ایمنی، مدیریت ریسک، کنترل خوردگی، مهندسی سیستم‌ها / مدیریت پیکربندی و استانداردها استفاده کرد. البته همانند هر روند یا شیوه دیگری، بررسی بیشتری، نه تنها برای درک زمینه ای که یک صنعت یا کسب و کار خاص این روندها و شیوه‌ها را به کار می‌ برد، بلکه برای فهم شیوه استفاده و پیاده ‌سازی این روندها و شیوه ‌ها در سازمان خودتان هم، لازم است.

۱۲.۲ واژگان و تعاریف کلیدی

***انجمن ملی استانداردهای آمریکا (ANSI)***[[1]](#footnote-1)

یک سازمان غیرانتفاعی، غیردولتی است که استانداردها را برای تقریباً همه ی صنعت آمریکا توسعه و منتشر می‌کند؛ رویه تهیه استاندارد در آن، از طریق مباحثه بین دانشگاهیان، گروه‌های علاقمند، کاربران و تأمین کنندگان است؛ یک استاندارد ANSI، با اینکه اختیاری است، در ایالات متحده و سراسر جهان تأثیر زیادی دارد.

***پیکربندی*[[2]](#footnote-2)**

چیدمان و شکل ویژگی های فیزیکی و کارکردی یک سیستم، تجهیز و سخت‌افزار یا نرم‌افزار مرتبط با آن؛ همچنین شامل کنترل و مستندسازی تغییرات ایجاد شده در ویژگی های کارکردی و جانمایی هم می شود.

***مدیریت پیکربندی[[3]](#footnote-3)***

یک رشته کاری است که با استفاده از راهنمایی ها و نظارت های فنی و مدیریتی، ویژگی ‌های فیزیکی و کارکردی یک دارایی / سیستم را شناسایی و مستندسازی می کند؛ تغییرات روی آن ویژگی‌ها را کنترل و ثبت کرده، تغییرات را گزارش می کند.

***خوردگی***

تغییرات تدریجی، فرسایش یا از بین رفتن یک فلز به دلیل واکنش شیمیایی یا الکتروشیمیایی بین آن فلز و محیطش.

***انرژی سبز***

نوعی انرژی است که به عنوان دوست دار محیط زیست و غیر‌آلاینده شناخته می‌شود، مانند انرژی آبی، زمین گرمایی، بادی و خورشیدی.

***خطر***[[4]](#footnote-4)

شرایطی که پیش‌نیاز یک حادثه و شریک در اثرات آن حادثه هستند.

***مواد خطرناک***

هر ماده ‌ای که به عنوان خورنده، مضر، آزار دهنده، واکنش دهنده، سمی‌ یا خیلی سمی شناخته شود.

***LEED***[[5]](#footnote-5)

رهبری در طراحی انرژی و محیط زیستی.

***حادثه***[[6]](#footnote-6)

یک رویداد برنامه ریزی نشده یا مجموعه ای از رویدادها که باعث مرگ، آسیب، بیماری شغلی، خسارت به تجهیزات یا اموال یا از دست رفتن آنها یا خسارت به محیط زیست می ‌شود.

***کاهش خطر (سبک سازی)***[[7]](#footnote-7)

روشی که باعث حذف یا کاهش پیامدها، احتمال یا اثرات یک خطر یا حالت شکست می‌شود؛ کنترل خطر.

***تجهیزات محافظتی کارکنان (PPE)***[[8]](#footnote-8)

تجهیزات ایمنی که برای کمک به کارکنان در محافظت از خودشان در برابر خطرات محیط کار طراحی شده ‌اند. تجهیزات محافظتی کارکنان شامل لباس‌های مقاوم در برابر آتش یا مواد شیمیایی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک‌ های تنفسی، عینک های ایمنی و غیره هستند.

***ریسک***

رویدادی در آینده که در صورت وقوع دارای برخی نااطمینانی ها بوده، اگر اتفاق بیفتد، پیامدهای منفی دارد.

***ارزیابی ریسک***

تعیین ارزش کمی یا کیفی ریسک مرتبط با یک وضعیت واقعی و یک تهدید شناخته شده (به عنوان *خطر* هم نامیده می‌شود). ارزیابی کمّی ریسک نیازمند محاسبه دو عامل است: *پیامد*، یعنی شدت اتلاف بالقوه و *احتمال وقوع*، یعنی احتمال اتفاق افتادن آن اتلاف.

***حالت ریسک***

یکی از چندین روش برای برخورد با ریسک های شناسایی شده.

***شاخص (بزرگی یا انداره) ریسک***

پیامد (اثر) ریسک ضرب در احتمال وقوع آن.

***مدیریت ریسک***

یک فرآیند پیوسته است که در طول چرخه عمر یک سیستم انجام می‌شود تا:

• ناشناخته‌ها شناسایی و اندازه گیری شوند.

• گزینه‌های کاهش خطر توسعه داده شوند.

• روش های کاهش ریسک مناسب انتخاب، برنامه‌ ریزی و اجرا شوند.

• پیاده ‌سازی روش های انتخاب شده برای کاهش ریسک پیگیری شود، تا کاهش موفقیت ‌آمیز ریسک تضمین شود.

***نوع ریسک***

یکی از چندین ویژگی ریسک: باقیمانده، منتقل شده، فرض شده و اجتناب شده.

***پایداری***

توانایی حفظ یک وضعیت یا فرآیند خاص در سیستم‌ های موجود؛ به طور کلی به ویژگی پایدار بودن اشاره دارد؛ ظرفیت تاب آوری.

***صحه گذاری***[[9]](#footnote-9)

اقدامی که تعیین می‌کند که یک محصول یا فرآیند، در شکل اصلی خود، اهدف مورد نظر را برآورده خواهد کرد.

***تصدیق***[[10]](#footnote-10)

فرآیند تضمین این که یک محصول یا فرآیند، در شکل اصلی خود، با الزامات مشخص شده برای آن مطابقت دارد.

**12.3 پایداری، مدیریت انرژی و ابتکار سبز**

**پایداری چیست؟**

در کل، پایداری به ویژگی بادوام بودن اشاره دارد. تعریف پذیرفته شده پایداری یا توسعه پایدار در سال 1987 توسط کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه ارائه شد. آنها توسعه پایدار را به عنوان "اشکالی از پیشرفت که نیازهای امروز را بدون به خطر انداختن توانایی نسل ‌های آینده برای برآورده کردن نیازهایشان، برآورده می‌ کنند" تعریف کردند.

در 25 سال گذشته، مفهوم پایداری برای منعکس کردن دیدگاه‌ های هر دو بخش عمومی و خصوصی تکامل یافته است. دیدگاه سیاست عمومی، پایداری را به عنوان برآورده شدن نیازهای اساسی اقتصادی، اجتماعی و امنیتی در حال حاضر و در آینده، بدون تخریب پایه منابع طبیعی و کیفیت محیط زیستی که زندگی به آن وابسته است، تعریف می ‌کند. از دیدگاه کسب و کار، هدف پایداری افزایش ارزش سهامداران و اجتماع در بلندمدت است، در حالی که استفاده صنعت از مواد و تأثیرات منفی بر محیط زیست را کاهش می ‌دهد.

به رسمیت شناختن نیاز به حمایت از رشد اقتصادی، در حالی که هزینه‌ های اجتماعی و اقتصادی رشد اقتصادی کاهش یابد، بین دو دیدگاه سیاست عمومی و کسب وکاری مشترک است. توسعه پایدار می ‌تواند سیاست‌هایی را پرورش دهد که ارزش‌ های محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی را در تصمیم سازی‌ها وارد کنند. از دیدگاه کسب و کار، توسعه پایدار از رویکردی حمایت می کند که بر پویایی (دینامیک) سیستم، ایجاد سیستم ‌های تاب آور[[11]](#footnote-11) و سازگار، پیش‌ بینی و مدیریت تغییرات و ریسک و کسب سود تمرکز دارد. توسعه پایدار تجارت را در برابر محیط زیست قرار نمی دهد، بلکه باعث هم افزایی بین آنها می شود.

درعمل، پایداری به سه موضوع گسترده، که به عنوان ستون‌ های پایداری هم نامیده می‌شوند، اشاره دارد: اقتصاد، اجتماع و محیط زیست. برای تضمین زیست پذیری بلندمدت جامعه و سیاره مان لازم است که بین این سه موضوع هماهنگی ایجاد شود. موضوع پایداری در نتیجه نگرانی‌های قابل توجه درباره عواقب ناخواسته اجتماعی، محیط زیستی و اقتصادی رشد سریع جمعیت، رشد اقتصادی و مصرف روزافزون منابع طبیعی مان پدیدار شد. هنگامی که به شیوه ها و پروژه های موجود یا جدید در مورد افراد، کسب و کارها، صنایع یا جامعه مان توجه می کنیم، ضروری است که دستیابی به منافع اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی تضمین آنها شود. هر فرد، کسب و کار و صنعتی دارای نقش و مسؤولیتی است تا مطمئن شود که اقدامات فردی و جمعی اش از پایداری جامعه پشتیبانی می کند.

معنای پشتیبانی از پایداری این است که باید منابع خود را به گونه ‌ای حفظ کنیم که که انسان‌های آینده نیز بتوانند از آنها استفاده کنند. برای دستیابی به این هدف، باید منابع خود را با سرعتی که برابر یا سریعتر از مصرف است، بازیابی و احیا کنیم.

پایداری اجتماعی در این واقعیت ریشه دارد که فرهنگ‌ ها و جوامع گوناگون همگی دراین سیاره شریک هستند و در آن زندگی می کنند. این فرهنگ‌ ها ممکن است تاریخچه، تبار و باورهای متفاوتی داشته باشند، ولی هرکدام دیدگاه متفاوتی را به دنیای اطراف خود می‌آورند. بنابراین، در نظر گرفتن جنبه اجتماعی منابع (چه زمین باشد، چه منابع فیزیکی دیگر) باید نقشی در معادله کلی پایداری داشته باشد.

پایداری محیط زیستی به این دلیل اهمیت دارد که شامل منابع طبیعی است که انسان‌ها برای سرمایه اقتصادی یا تولیدی به آنها نیاز دارند. موادی که از طبیعت گرفته می‌شوند برای حل مسایلی استفاده می‌شوند که نیازهای انسانی را برطرف می‌کنند. اگر سرعت مصرف کردن طبیعت بیشتر از سرعت بازیابی آن باشد، انسان‌ها بدون مواد خام خواهند ماند. به علاوه، پایداری محیط زیستی تضمین می کند که انتشار زباله ها در حدی باشد که طبیعت می‌تواند به آن رسیدگی کند. اگر این اتفاق نیفتد، بسیاری از انسان‌ها و سایر موجودات زنده روی زمین در معرض انقراض قرار خواهند گرفت.

پایداری در واقع بر یک اصل ساده استوار است: همه چیزی که برای بقا و زندگی خوب ‌نیاز داریم، به صورت مستقیم یا غیرمستقیم، به محیط زیست طبیعی ما وابسته است. پایداری شرایطی را ایجاد و حفظ می کند که انسان‌ها و طبیعت بتوانند در توازن بهره ور زندگی کرده، نیازهای اجتماعی، اقتصادی و دیگر نیازمندی‌های نسل‌های حاضر و آینده را برآورده کنند.

***6 راه آسان برای ایجاد یک تغییر بزرگ در پایداری***

برای تضمین اینکه ما، امروز و در آینده، آب، مواد و منابع لازم برای حفاظت از سلامت انسانی و محیط زیست خود داشته باشیم، باید از چالش‌های پایداری آگاه باشیم. با توجه به این نگرانی ها، ما هم به عنوان افراد و هم به عنوان متخصصان نگهداشت و قابلیت اطمینان، می توانیم به سهم خودمان کاری بکنیم، حتی اگر نیاز به تلاشی در مقیاس بزرگ باشد. اقدامات فردی ما می‌تواند تفاوت واقعی‌ ایجاد کند. در ادامه تعدادی از اقداماتی را که می‌توانیم برای در پیش گرفتن یک سبک زندگی پایدارتر به عادت تبدیل کنیم، آورده شده است.

**1- کاهش خرید و استفاده:** فرآیندهای تولید و ساخت، منابع طبیعی ارزشمندی را مصرف می‌ کنند. هر چیزی که داریم، از مواد خامی ساخته شده که زمانی بخشی از زمین بوده ‌اند. هر چیزی در خانه ما، زمانی که از زمین برداشته و تولید شده است، تأثیری روی محیط زیست گذاشته است. انتخاب کمتر خرید کردن آشکارا یک راهکار پایدار است، ولی همیشه عملی نیست. گاهی اوقات بهترین انتخاب این است که کالاهای با کیفیت بالا و بادوام ساخته شده از مواد دوست‌ دار محیط زیست را خریداری کنیم.

**2- صرفه جویی در مصرف برق:** بیشتر برق با استفاده از سوخت های فسیلی تولید می‌شود. به همین دلیل تولید برق، یکی از بزرگترین عوامل تولید گازهای گلخانه‌ ای در اکوسیستم است. با کاهش مصرف برق، می‌توانیم انتشار گازهای گلخانه ای را کاهش دهیم. راه‌های زیادی برای کاهش مصرف برق وجود دارد، مانند استفاده از دستگاه‌ها، وسایل و فرآیندهای دارای مصرف بهینه انرژی. *(کاهش و مدیریت مصرف انرژی در همین بخش به طور دقیق‌تر بحث خواهد شد.)*

**3- تولید کمتر زباله:** هر چیزی که دور می ‌اندازیم، جایی می‌رود. کاهش میزان زباله‌ ای که وارد خاک می شود، یک راه عالی برای حفاظت از محیط زیست است. با بازیافت و استفاده مجدد، می‌توانیم میزان زباله‌ ای که باید دور بریزیم را کاهش دهیم.

**4- کاهش مصرف آب:** آب یکی از ارزشمندترین منابع روی سیاره ما است. نشتی از شیرها، لوله ها و توالت‌ها را کنترل کنید. شیرهایی که بی ‌دلیل باز هستند را ببندید. راه‌هایی برای کاهش مصرف آب در فرآیندها پیدا کنید. آبی که برای حمام یا شستشو استفاده شده، می‌تواند به عنوان آب خاکستری دوباره استفاده شود.

**5- کمینه کردن یا حذف نیاز به مواد خطرناک:** در خانه‌ها و کارخانه‌ها، ما از مواد خطرناک و زیان‌بار برای محیط زیست زیادی مانند فرئون، تری کلرواتیلن (TCE)، حلال های رنگ‌ و غیره استفاده می‌کنیم. باید این مواد را با مواد دوست ‌دار محیط زیست جایگزین کنیم.

**6- انتخاب حمل و نقل سبزتر هر زمان که امکان پذیر باشد:** وقتی می‌ توانیم انتشار گازهای گلخانه‌ ای تولید شده توسط موتورهای احتراق داخلی را کاهش دهیم یا حذف کنیم، می ‌توانیم به کاهش کل گازهای گلخانه ‌ای در جو زمین کمک کنیم. استفاده از حمل و نقل عمومی، رانندگی اشتراکی[[12]](#footnote-12) و استفاده از دوچرخه برای رفت و آمد به محل کار، اقداماتی هستند که باعث به تأخیر انداختن روزی می شوند که سوخت‌ های فسیلی و زندگی به شکلی که ما می شناسیم، به پایان رسیده باشد.

سازمان محیط زیست آمریکا (EPA)، به عنوان نهاد ناظر بر محیط زیست ایالات متحده، تلاش کرده است مطمئن شود که صنایع، الزامات قانونی برای کنترل آلودگی را انجام دهند. در سال‌ های اخیر، EPA شروع به توسعه نظریه، ابزارها و شیوه ‌هایی کرد که امکان حرکت از کنترل آلودگی به پیشگیری از آن را فراهم کرد. امروزه، EPA پایداری را به عنوان هدف بعدی خود در حفاظت از محیط زیست انتخاب کرده، با بهره ‌گیری از پیشرفت‌ های علمی و فناوری برای حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست، شیوه‌های کسب و کاری سبز نوآورانه را ترویج می‌ کند.

**مقررات و شیوه‌های دولتی کلیدی[[13]](#footnote-13)**

فرمان اجرایی 13423: "تقویت مدیریت محیط زیستی، انرژی و حمل‌ و نقل فدرال" در سال 2007، سیاست و اهداف مشخصی را برای سازمان‌های فدرال تعیین کرد تا "فعالیت ‌های مربوط به محیط زیست، حمل‌ و نقل و انرژی مرتبط به مأموریتشان را با رعایت این قانون به صورتی دقیق، یکپارچه، همراه با بهبود مستمر، کارآ و پایدار از نظر محیط‌ زیستی، اقتصادی و مالی انجام دهند."

فرمان اجرایی 13514: "رهبری فدرال در عملکرد محیط ‌زیستی، انرژی و اقتصادی" در سال 2009، فرمان اجرایی 13423 را بهبود ‌بخشید "تا یک استراتژی یکپارچه را برای پایداری در دولت فدرال پیاده کرده، کاهش انتشار گازهای گلخانه ‌ای (GHG)[[14]](#footnote-14) را به عنوان اولویت سازمان‌های فدرال تعیین کند."

وب سایت پایداری دولت فدرال، آخرین اطلاعات سازمان های فدرال مربوط به توسعه و حفظ تأسیسات پایدار و توسعه و ترویج شیوه‌های پایدار در برنامه ‌های محیط‌ زیستی شان را شامل می‌شود.

EPA سبز. EPA برنامه‌ های گسترده ای را برای کاهش تأثیر محیط ‌زیستی تأسیسات و عملیات خود اجرا می ‌کند، از ساخت سازه ‌های جدید و پایدار محیط زیستی تا بهبود بازدهی انرژی ساختمان‌های قدیمی تر.

**هزینه انرژی**

هزینه‌های انرژی می‌تواند بر عملکرد مالی کسب‌ و کارها تأثیر قابل توجهی داشته باشد. یک نظرسنجی اخیر انجام شده توسط انجمن ملی تولیدکنندگان آمریکا (NAM)[[15]](#footnote-15) نشان داد که بیش از ۹۰٪ شرکت ‌های تولیدی کوچک و متوسط معتقدند که افزایش قیمت‌ های انرژی تأثیر منفی روی سودآوری آنها دارد. در واقع، بحران انرژی سال ۲۰۰۸ باعث شد که بسیاری از کسب‌ و کارها تعطیل شوند. در نتیجه، سازمان ‌ها برنامه ‌های انرژی جدید خود را بررسی و به ‌روزرسانی می ‌کنند تا مصرف انرژی خود را کاهش دهند.

در طول فرآیند تولید، انرژی به دلیل عدم کارآیی تجهیزات و محدودیت ‌های مکانیکی و حرارتی تلف می ‌شود. بهینه ‌سازی کارآیی این سیستم ‌ها می‌ تواند به صرفه ‌جویی قابل توجهی در انرژی و هزینه ها و همچنین کاهش انتشار دی‌ اکسید کربن منجر شود. درک اینکه انرژی چگونه مصرف می‌ شود و به ‌هدر می‌ رود - یا ردپاهای مصرف و هدررفت انرژی – می ‌تواند به کارخانه ‌‌ها کمک کند تا مناطقی با شدت انرژی بالا را شناسایی کرده، راه ‌های بهبود کارآیی را پیدا کنند. فرصت‌ های قابل توجهی برای کاهش انرژی هدررفته در بخش‌ های صنعتی و خدماتی وجود دارد. سازمان ‌ها به طور مستقیم تحت تأثیر هزینه انرژی تولید محصولات، حفظ و نگهداشت عملیات - از جمله دفاتر و دریافت مواد اولیه - و تحویل کالاهای تمام شده به مشتریان قرار می‌گیرند.

مصرف انرژی می‌ تواند هزینه زیست‌ محیطی قابل توجهی هم داشته باشد. احتراق سوخت در دیگ های بخار، کوره ‌ها، وسایل نقلیه و تجهیزات می‌تواند گونه ‌های مختلفی از آلاینده ‌های تحت مقررات قانونی را منتشر کند، از جمله دی‌ اکسیدکربن (CO2)، ‌مونو اکسید کربن (CO)، دی‌ اکسید گوگرد (SO2)، اکسید نیتروژن (NOx)، ذرات جامد، ترکیبات آلی فرار (VOC ها) و مجموعه ‌ای از مواد سمی که توسط هوا جابجا می شوند. آلاینده‌های احتراق می ‌توانند بر سلامت نیروی کار تأثیر بگذارند؛ همچنین فرآیندهای هزینه بر صدور مجوز، پایش و کنترل آلاینده‌ها باید در مورد آنها انجام شود. به طور کلی، کاهش انتشار آلاینده ‌های هوایی در اثر فعالیت های احتراقی و همچنین ذخیره سازی و جابجایی ایمن سوخت‌ ها، سوخت ‌های مصرف‌ شده و سایر سیالات می ‌تواند علاوه بر محافظت از نیروی کار، سلامت جوامع همسایه و سلامت عمومی را هم تضمین کند.

انرژی یک ورودی مهم و اغلب هزینه ‌بر در بیشتر فرآیندهای تولید و جریان های ارزش است. مصرف انرژی غیر ضروری را به‌ عنوان یک "اتلاف مهلک" دیگر در نظر بگیرید و برنامه‌هایی را برای حذف یا کاهش آن تا رسیدن به تعالی انرژی و زیست‌ محیطی ایجاد کنید. مزایای مدیریت انرژی عبارتند از:

• کاهش هزینه‌های عملیات و نگهداشت

• کاهش آسیب ‌پذیری در برابر افزایش قیمت انرژی و سوخت

• افزایش بهره‌ وری

• بهبود ایمنی

• بهبود روحیه و تعهد کارکنان

• بهبود کیفیت زیست ‌محیطی

• کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ ای

• باقی ماندن زیر آستانه مجاز انتشار آلاینده ‌های هوا

• افزایش سود کلی

**منابع انرژی و مصارف نهایی**

زنجیره تأمین انرژی با برق، بخار، گاز طبیعی، ذغال سنگ و سایر سوخت‌ هایی آغاز می‌شود که از نیروگاه ‌های برق، شرکت‌ های گاز و توزیع کنندگان سوخت برای کارخانه های تولیدی تأمین می‌شوند. سپس انرژی یا به یک سامانه مرکزی تولید انرژی منتقل، یا بلافاصله برای استفاده مستقیم توزیع می‌شود. سیستم ‌های انرژی صنعتی حدود ۸۰٪ از کل انرژی مورد استفاده توسط صنعت را به خود اختصاص می دهند. به طور میانگین، حدود ۳۵٪ از این انرژی هر سال به دلیل فرآیندهای ناکارآ و اتلاف انرژی از بین می ‌رود. تا ۵۰٪ از این میزان با بهبود کارایی و کاهش اتلاف انرژی در این سیستم ‌ها قابل صرفه‌جویی است. سپس انرژی با استفاده از انواع سیستم ‌های انرژی بر، از جمله بخار، گرمایش فرآیندی و تجهیزات با محرک موتوری مانند هوای فشرده، پمپ‌ ها و فن ‌ها، پردازش می ‌شود. سیستم‌ های انرژی صنعتی توسط وزارت انرژی آمریکا (DOE) به صورت زیر دسته ‌بندی می‌ شوند:

1. بخار

2. گرمایش فرآیندی

3. موتورها، پمپ‌ها و فن‌ها

4. هوای فشرده

**بخار**

بیش از ۴۵٪ از کل سوخت‌ های مصرف شده برای تولید بخار استفاده می ‌شود. بخار برای گرم کردن مواد خام و تکمیل محصولات نیمه ‌تمام استفاده می‌شود. همچنین منبع قدرتی برای تجهیزات، همچنین گرمایش ساختمان و تولید برق است. بسیاری از تأسیسات تولیدی می ‌توانند با نصب تجهیزات و فرآیندهای بخار کارآتر، انرژی را بازیابی کنند. برای بهینه‌ سازی انرژی و کاهش هزینه ‌ها، باید به کل سیستم توجه شود.

**گرمایش فرآیندی**

گرمایش فرآیندی تقریبا برای همه فرآیندهای تولیدی ضروری است؛ و حرارت مورد نیاز برای تولید مواد پایه و کالاهای اولیه را تأمین می ‌کند. فرآیندهای گرمایشی تقریباً ۲۰٪ از کل مصرف انرژی صنعتی را تشکیل می ‌دهند. فناوری ‌ها و شیوه‌ های کاری پیشرفته، فرصت‌ های صرفه جویی قابل توجهی برای کاهش هزینه‌ های گرمایش فرآیندی را فراهم می‌ کنند.

**موتورها، پمپ‌‌ها و فن‌ها**

تجهیزات محرک موتوری حدود ۶۵٪ از برق مصرفی در بخش صنعتی را مصرف می کنند. در بیشتر صنایع انرژی بر، بهبود سیستم ‌های موتوری می‌ تواند به صرفه ‌جویی چشمگیری در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ ها منجر شود. کلید این صرفه ‌جویی ها، استفاده از تجهیزات با بازدهی انرژی یا پیاده سازی شیوه‌ های مدیریت انرژی دقیق است.

**هوای فشرده**

برآورد می‌شود که سیستم ‌های هوای فشرده سالانه حدود ۵ میلیارد دلار از هزینه ‌های انرژی در بخش صنعتی آمریکا را تشکیل می ‌دهند. بسیاری از صنایع از سیستم ‌های هوای فشرده به عنوان منبع نیرو برای ابزار و تجهیزات ایجاد فشار، اتمیزه کردن، هم زدن و مخلوط کردن استفاده می ‌کنند. اصلی ‌ترین منبع اتلاف در این نوع انرژی، نشتی است. بسیاری از استفاده کنندگان از هوای فشرده در سطح کارگاه، تصئر می کنند که هوای فشرده رایگان است یا هزینه‌ بسیار کمی دارد. بهینه ‌سازی سیستم‌ های هوای فشرده می‌ تواند بازدهی انرژی را به میزان ۲۰٪ تا ۵۰٪ بهبود دهد.

اگرچه منابع انرژی اصلی مورد استفاده در صنعت، گاز طبیعی و برق هستند، صنعت از دیگر منابع انرژی مانند نفت هم، برای تولید گرما، استفاده می‌کند. برخی از تأسیسات دارای امکانات تولید انرژی در محل هستند، که در آنها سوختی (مانند گاز طبیعی، روغن بازیافتی یا ضایعات) سوزانده می ‌شود تا حرارت و برق تولید کند. درک مصارف نهایی انرژی – یعنی از انرژی برای انجام چه کاری استفاده می کنیم - به ما اطلاعات مفیدی برای شناسایی فرصت‌ های بهبود کارآیی و کاهش هزینه‌ ها می‌دهد. در یک محیط اداری، مصارف نهایی عمدتاً شامل گرمایش، جابجایی هوا و تهویه مطبوع (HVAC)، روشنایی و استفاده از لوازم خانگی و کامپیوترها است. در یک کارخانه صنعتی، مصارف نهایی عمدتاً شامل عملیات تجهیزات فرآیندی، گرمایش و سرد کردن فرآیندی، حمل و نقل، تهویه مطبوع و روشنایی است.

درک هزینه‌ های استفاده از انرژی، می تواند باعث افزایش میزان آگاهی از ارزش بالقوه ی پیدا کردن و حذف اتلاف های انرژی شود. هزینه‌ های استفاده از انرژی همیشه برای مدیران تولید / عملیات قابل مشاهده نیست، زیرا آنها عموما درگیر هزینه‌ های بالاسری تأسیسات بوده، به موضوعات تولیدی توجه زیادی نمی کنند. پیگیری صریح هزینه ‌های مرتبط با فرآیندها یا تجهیزات خاص می‌ تواند به صرفه جویی انرژی کمک کند.

**قدم زدن در کارگاه / کارخانه برای مشاهده مصرف انرژی**

ارزیابی و مشاهده فرآیندها از نزدیک و در حین عملکرد واحد، راه ساده ولی مؤثری برای شناسایی اتلاف انرژی و یافتن فرصت‌ های بهبود است. در زمان بازدید از نزدیک، به دنبال نشانه ‌های استفاده ناکارآ یا غیر ضروری از انرژی باشید. دوربین فروسرخ و نشت یاب آلتراسونیک برای شناسایی نواحی گرم / سرد و نشتی ‌ها مناسب هستند. می توانید در هنگام بررسی، پرسش هایی در مورد مصرف انرژی بپرسید (تعدادی از این پرسش ها برای دسته های گوناگون تجهیزات در ادامه فهرست شده اند):

***موتورها و دستگاه‌ها***

۱. آیا دستگاه‌ها هنگام عدم بیکاری روشن نگه داشته می‌شوند؟ اگر بله، چرا؟

۲. آیا موتورها، پمپ‌ها و تجهیزات با بازدهی انرژی‌ بالا استفاده می ‌شوند؟

۳. آیا موتورها، پمپ‌ها و تجهیزات براساس میزان بارشان انتخاب شده‌ اند؟ آیا سیستم ‌های موتوری با کنترل سرعت متغیر استفاده می ‌شوند؟

***هوای فشرده***

۱. آیا در زمان استفاده از سیستم هوای فشرده، نشتی های سیستم قابل مشاهده است؟ آخرین بازبینی نشتی هوا چه زمانی بوده است؟

۲. آیا سیستم‌ های هوای فشرده از حداقل فشار مورد نیاز برای عملکرد تجهیزات استفاده می‌کنند؟

***فرآیند و گرمایش و سرمایش تأسیسات***

۱. آیا دمای کوره ها و گرمایش های فرآیندی بالاتر از حد نیاز حفظ می‌شود؟

۲. آیا مناطق کاری بیش از حد گرم یا سرد شده‌ اند؟

۳. آیا کارکنان کنترلی روی گرمایش و سرمایش مناطق کاری خود دارند؟

۴. آیا پنجره ‌ها یا درب ‌های خارجی برای تنظیم گرمایش و سرمایش باز می ‌شوند؟

***روشنایی***

۱. آیا روشنایی در جایی که به آن نیاز داریم، متمرکز می شود؟

۲. آیا روشنایی در انبارها، مناطق ذخیره ‌سازی و سایر مناطقی که به صورت گاه به گاه استفاده می ‌شوند، توسط حسگرهای حرکتی کنترل می‌شود؟

۳. آیا لامپ‌های فلورسنت کم مصرف استفاده قرار می‌ شوند؟

***ممیزی های انرژی و اندازه‌ گیری مصرف انرژی***

هرچند بررسی از نزدیک یک روش عالی برای شناسایی و رفع اتلاف انرژی ‌هایی است که به آسانی قابل مشاهده هستند، ولی برای شناسایی دقیق تر فرصت های بهبود مصرف انرژی، لازم است که مصرف انرژی را با دقت بیشتری مورد بررسی قرار دهیم. دو استراتژی برای یادگیری بیشتر در مورد مصرف انرژی عبارت است از:

۱. انجام ممیزی انرژی برای درک چگونگی استفاده از – و اتلاف احتمالی - انرژی، در سراسر تأسیسات.

۲. اندازه‌ گیری مصرف انرژی فرآیندهای تولیدی و پشتیبانی.

ممیزی انرژی، گاهی به عنوان ارزیابی انرژی نیز شناخته می ‌شود، بررسی مصارف نهایی انرژی و عملکرد یک تأسیسات [در زمینه انرژی] است. ممیزی های انرژی می ‌توانند از نظر پیچیدگی و سطح جزئیات، از یک ممیزی ساده‌ شامل قدم زدن در تأسیسات و بازبینی قبوض انرژی گرفته، تا یک تجزیه و تحلیل جامع از تاریخچه استفاده از انرژی و گزینه ‌های سرمایه‌ گذاری در بهینه سازی مصرف انرژی، متغیر باشند. ممیزی های انرژی به مدیران کمک می‌ کنند تا مصرف انرژی کارخانه خود را با معیارهای بهینه کاوی صنعت مقایسه کرده، فرصت‌ های خاص صرفه جویی انرژی را شناسایی کنند. در بسیاری از مناطق، تأمین کنندگان انرژی محلی، خدمات ممیزی انرژی را به صورت رایگان یا هزینه کم ارائه می‌کنند.

**استراتژی های کاهش مصرف انرژی و بهبود فرآیند**

بسیاری از راهکارهای برتر برای بهبود بازدهی انرژی را می توان بدون تحلیل یا برنامه ریزی گسترده ای پیاده سازی کرد. در عملیات کارخانه، می توان از چندین استراتژی برای کاهش مصرف انرژی استفاده کرد:

**1. نگهداشت بهره ور فراگیر (TPM).** از راهکارهای برتر کاهش مصرف انرژی در فعالیت های نگهداشت خودگردان روزانه استفاده کنید تا مطمئن شوید که تجهیزات و فرآیندها به طور یکنواخت و با کارآیی بالا کار می کنند.

**2. تجهیزات با اندازه مناسب.** تجهیزات بزرگ و ناکارآ را با تجهیزات کوچکتر و متناسب سازی شده برای نیازهای خاص تولید جایگزین کنید.

**3. نقشه جانمایی کارخانه و جریان.** نقشه جانمایی کارخانه را برای بهبود جریان محصول و همچنین کاهش مصرف انرژی و اثرات مرتبط با آن بازطراحی و چیدمان مجدد کنید.

**4. کار استاندارد، کنترل های بصری و خطا ناپذیر سازی.** بازدهی انرژی را از طریق رویه های کاری استاندارد شده و سیگنال های بصری که صرفه جویی انرژی را تشویق می کنند، بهبود دهید.

در ادامه جزئیات چند استراتژی بحث شده است.

**جایگزینی تجهیزات بزرگ تر از نیاز و ناکارآ با تجهیزات با اندازه مناسب**

بهبود فرآیند اغلب منجر به استفاده از تجهیزات با اندازه مناسب برای برآورده کردن نیازهای تولید می شود. تجهیزات با اندازه مناسب برای برآورده کردن نیازهای خاص تولیدی یا یک مرحله فرآیند خاص طراحی می شوند و نیازهای فرآیندی کل تأسیسات را برآورده نمی کنند. به عنوان مثال، به جای اتکا به یک کابین رنگ بزرگ یا یک ایستگاه بزرگ تمیزکاری قطعات برای انجام همه فعالیت های رنگ آمیزی و حذف چربی، اصول ناب معمولا سازمان ها را به این سمت هدایت می کند که از ایستگاه های با اندازه مناسبی که در سلول های تولیدی جاگذاری شده اند، برای رنگ آمیزی و تمیزکردن قطعات استفاده کنند.

در تولید سنتی، تجهیزات / سیستم ها اغلب بیش از اندازه بزرگ هستند تا بتوانند پاسخگوی حداکثر تقاضای پیش بینی شده باشند. از آنجا که خرید یک تجهیز بزرگ و جدید غالبا پرهزینه و زمان بر است، مهندسان اغلب "ظرفیت میانی[[16]](#footnote-16)" اضافه ای را در طراحی در نظر می گیرند تا مطمئن شوند که [ظرفیت] تجهیزات باعث ایجاد محدودیت برای تولید نمی شود. به عنوان مثال، یک سیستم فن معمولا بزرگ تر از اندازه مورد نیاز است. راه هایی که می توانند برای انتخاب اندازه مناسب به منظور کاهش مصرف انرژی استفاده شوند، عبارتند از:

**الف. استفاده از موتورهای کوچک و با بازدهی انرژی بالا.** جایگزینی یک موتور 75 اسب بخار با بازدهی استاندارد با یک موتور60 اسب بخار با بازدهی انرژی بالا، مصرف انرژی موتور را حدود 25 درصد کاهش می دهد.

**ب. کاهش سرعت فن با پولی های بزرگتر.** جایگزینی پولی موجود در یک سیستم با محرک پولی و تسمه با یک پولی بزرگتر، سرعت آن را کاهش داده، در نتیجه در هزینه های انرژی صرفه جویی می کند. کاهش 20 درصدی سرعت فن، مصرف انرژی آن را 50 درصد کاهش می دهد.

**پ. استفاده از تنظیم فشار استاتیک برای سیستم های حجم هوای متغیر (VAV)**[[17]](#footnote-17)**.** کاهش فشار استاتیک در سیستم VAV، مصرف انرژی فن را کاهش می دهد. با کاهش تدریجی نقطه تنظیم فشار استاتیک به سطح کمتری که کاربران را هم راضی نگه دارد، می توان مصرف انرژی را کاهش داد.

**طراحی جانمایی کارخانه برای بهبود جریان و کاهش مصرف انرژی**

بهبود فرآیند، روی بهبود جریان محصول در فرآیند تولید تمرکز دارد. تجهیزات و ایستگاه های کاری را به صورتی پشت سر هم قرار دهید که از جریان یکنواخت مواد و قطعات در تمام فرآیند پشتیبانی کرده، جابجایی یا تأخیر را به حداقل برساند. خروجی مطلوب این است که محصول با بیشترین سرعت از فرآیند تولید عبور کند. بهبود جریان محصول و ورودی های فرآیند می تواند میزان انرژی مورد نیاز برای پشتیبانی از فرآیند تولید را به طور قابل توجهی کاهش دهد.

مثالی از یک طراحی خوب، استفاده از لوله های بزرگ و پمپ های کوچک به جای لوله های کوچک و پمپ های بزرگ است. بهینه سازی کل سیستم می تواند باعث کاهش چشم گیر هزینه های عملیاتی شود. هدف، کاهش اتلاف های مربوط به اصطکاک است.

علاوه بر استفاده صریح از روش های فرآیندی برای هدف قرار دادن اتلاف های انرژی، می توان از فرصت های دیگری هم برای صرفه جویی انرژی در تأسسیسات استفاده کرد؛ نصب تجهیزات با بازدهی انرژی بالا، تبدیل منابع سوخت به منابع با آلایندگی کمتر و طراحی محصولات با مصرف انرژی کمتر نمونه هایی از این فرصت ها هستند. برای دستیابی به بیشترین اثربخشی، تلاش های صرفه جویی انرژی باید پیش کنشی، استراتژیک و نظام مند باشند تا یک سیستم مدیریت انرژی پایه گذاری شود که همراستا و پشتیبان ابتکارهای سازمان برای دستیابی به بیشترین بهبود عملکردی در حوزه های عملیات، انرژی و محیط زیستی باشد.

شناسایی و حذف اتلاف های انرژی از طریق بهبود فرآیند، از جمله ابتکارهای ناب و سبز، می تواند توانایی رقابتی سازمان را به شیوه های گوناگون بهبود دهد. به عنوان مثال، کاهش شدت انرژی فعالیت های تولیدی و فرآیندهای پشتیبانی به طور مستقیم هزینه های عملیاتی تکراری را کاهش داده، تأثیر مستقیمی روی بهبود سودآوری و رقابت پذیری دارد.

توسعه یک نقشه راه مناسب برای برنامه ریزی و مدیریت انرژی در هر سازمان شامل سه مرحله است:

**1- ارزیابی اولیه:** فرصت ها، ریسک ها و هزینه های مدیریت استراتژیک انرژی را در نظر بگیرید.

**2- طراحی فرآیند:** نیازهای انرژی سازمان را درک کرده، بهترین راه برای ایجاد یک برنامه مدیریت انرژی را شناسایی کنید.

**3- ارزیابی فرصت ها:** فرصت های بهبود مرتبط با انرژی را شناسایی و اولویت بندی کنید، مانند اقدامات بهره وری انرژی، گزینه های تأمین انرژی و محصولات و خدمات مرتبط با انرژی.

در نهایت، استاندارد مدیریت انرژی جدیدی توسط سازمان بین المللی استانداردها (ISO) به تازگی منتشر شده است. این استاندارد، که به نام ISO 50001:2011 شناخته می شود، چارچوبی برای مدیریت انرژی در کارخانه های صنعتی، تأسیسات تجاری، مؤسسات یا تأسیسات دولتی یا همه ی سازمان ها ارائه می دهد. با هدف کاربرد گسترده در بخش های اقتصادی ملی، تخمین زده می شود که این استاندارد می تواند تا 60 درصد بر مصرف انرژی جهان تأثیر بگذارد.

مصرف انرژی اغلب به عنوان یک هزینه پشتیبانی ضروری در فعالیت های کسب و کاری در نظر گرفته می شود؛ گاهی اوقات برای جلب توجه سازمان به تلاش های بهره وری انرژی لازم است که با سایر نیازهای عملیاتی سازمان به رقابت بپردازید. با اتصال مدیریت انرژی به فعالیت های محیط زیستی / سبز و ناب، تلاش های کاهش مصرف انرژی می توانند به طور مستقیم به تلاش های بهبود فرآیندی که توسط مدیران ارشد برای موفقیت کسب و کار حیاتی تلقی می شود، مرتبط شوند.

**ابتکارهای سبز**

انرژی سبز اصطلاحی است که برای توصیف آن دسته از منابع انرژی استفاده می شود که به عنوان دوست دار محیط زیست و غیرآلاینده شناخته می شوند، مانند انرژی زمین گرمایی، باد و خورشید. این منابع انرژی ممکن است راه چاره ای برای اثرات گرمایش جهانی و برخی از انواع آلودگی باشند. این منابع انرژی به طور کلی گران تر از منابع انرژی سنتی هستند، ولی می توان با کمک حمایت های دولتی آنها را خریداری کرد.

تعریف های گوناگونی برای انرژی سبز وجود دارد، از جمله:

* یک عبارت جایگزین برای انرژی تجدید پذیر
* انرژی تولید شده از منابعی که آلاینده تولید نمی کنند (مانند انرژی های خورشیدی، بادی و موج)
* انرژی تولید شده از منابعی که به عنوان دوست دار محیط زیست تلقی می شوند (مانند انرژی آبی، خورشیدی، زیست توده[[18]](#footnote-18) (زباله مدفون) و بادی)
* انرژی تولید شده از منابعی که آلودگی کمی تولید می ‌کنند
* انرژی که به روش‌ هایی تولید و مصرف می شود که تأثیر محیط‌ زیستی نسبتا کمتری ایجاد می ‌کنند

ابتکار ساختمان سبز (GBI)[[19]](#footnote-19) یکی دیگر از ابتکارهای کاهش مصرف انرژی و تأثیرات محیط ‌زیستی است. GBI از دولت ‌ها می خواهد که رهبری افزایش بازدهی انرژی و مسؤولیت محیط‌ زیستی در ساختمان ‌های دولتی را بر عهده بگیرند، همچنین تأثیرات محیط ‌زیستی تأسیسات دولتی روی جهان را کاهش ‌دهند.

GBI از دولت‌ها می خواهد که تا سال 2015 مصرف انرژی شبکه‌ ای ساختمان ‌های خود را به مقدار 20 درصد کاهش داده، با این کار، انتشار گاز‌های گلخانه‌ ای مرتبط با تولید انرژی مبتنی بر سوخت‌ های فسیلی را که برای بهره برداری از همان ساختمان ‌ها لازم است، کاهش دهند.

**رهبری در طراحی انرژی و محیط زیستی (LEED)**

LEEDیک سیستم شناخته شده صدور گواهینامه‌ بین ‌المللی ساختمان سبز است که تأییدیه شخص ثالثی ارائه می‌دهد که یک ساختمان یا انجمن با استفاده از استراتژی‌هایی طراحی و ساخته شده است که هدف آنها بهبود عملکرد در معیارهای سنجشی مانند صرفه جویی انرژی، بازدهی آب، کاهش انتشار دی ‌اکسید کربن، بهبود کیفیت محیط داخل ساختمان، نظارت بر مصرف منابع و حساسیت به تأثیرات آنها است.

LEED توسط شورای ساختمان سبز ایالات متحده (USGBC)[[20]](#footnote-20) توسعه داده شده است؛ LEED تحت رهبری رییس و مؤسسش رابرت واتسون[[21]](#footnote-21) قصد دارد تا چارچوب خلاصه شده ای برای شناسایی و پیاده سازی راه حل های عملی و قابل اندازه گیری در طراحی، ساخت، بهره برداری و نگهداشت ساختمان سبز ارائه دهد.

ساختمانی با گواهینامه LEED، نسبت به ساختمان های سنتی به طور قابل توجهی کمتر انرژی و آب مصرف کرده، گاز‌های گلخانه ‌ای کمتری هم منتشر می کند. بسیاری از مؤسسات دولتی و فدرال ملزم شده‌ اند که برای ساختمان‌های جدید و بازسازی های بزرگتر از ۱۰،۰۰۰ فوت مربع شان، حداقل گواهینامه LEED نقره ای را کسب کنند. علاوه بر این، ساختمان‌ های کوچک‌ تر هم در حال تطبیق خودشان با استانداردهای LEED هستند. گواهینامه LEED پس از ارائه درخواستی مطابق با الزامات سیستم رتبه ‌بندی و پرداخت هزینه‌ های ثبت نام و صدور گواهینامه‌ به دست می‌ آید. گواهینامه صرفا توسط مؤسسه گواهی ساختمان سبز (GBCI)[[22]](#footnote-22) صادر می‌ شود، که مسؤول تأیید شخص ثالث تطابق پروژه با الزامات LEED است. جزئیات بیشتر را در وب سایت www.GBCI.org مشاهده کنید.

مؤسسه گواهی ساختمان سبز (GBCI) یک سازمان شخص ثالث است که نظارت مستقلی روی اعتبارنامه ها و برنامه‌ های صدور گواهینامه مرتبط با ساختمان سبز انجام می دهد. GBCI متعهد است که دقت در طراحی، توسعه و پیاده سازی فرآیندهای اندازه ‌گیری عملکرد ساختمان سبز (از طریق گواهی پروژه) و شیوه های ساختمان سبز (از طریق مدارک حرفه‌ ای و گواهینامه ‌ها) را تضمین کند. این مؤسسه در سال 2008 برای صدور گواهینامه ‌ها و عناوین حرفه‌ ای در چارچوب سیستم های امتیازدهی ساختمان سبز[[23]](#footnote-23) شورای ساختمان سبز LEED آمریکا تأسیس شد و همچنان برنامه ‌های جدیدی را توسعه داده، بر مبنای برآورده شدن یک سری معیارهای مشخص و سخت گیرانه، یک سیستم اعتبارسنجی را برای صدور گواهی ساختمان و عناوین حرفه ‌ای ارائه می‌ دهد.

**12.4 ایمنی کارکنان، تسهیلات و قوس الکتریکی**

**ارتباط ایمنی و قابلیت اطمینان**

کارشناس قابلیت اطمینان و ایمنی بسیاری مشاهده کرده‌اند که کارخانه‌ های قابل اطمینان، کارخانه‌ های ایمنی هستند و کارخانه‌ های ایمن، کارخانه‌ های قابل اطمینانی هستند. علاوه بر این، کارخانه‌ های ایمن و قابل اطمینان معمولاً کارخانه ‌های سودآوری هستند. ایمنی و قابلیت اطمینان در گذشته به عنوان دو عنصر جداگانه در سیستم عملیات تولید در نظر گرفته می شدند. اخیراً اثبات شده است که این دو عامل به طور فزاینده ‌ای با یکدیگر ارتباط دارند. در واقع، ایمنی به عنوان مهم ‌ترین ویژگی در تحلیل قابلیت اطمینان در نظر گرفته می شود.

ران مور[[24]](#footnote-24)، یکی از برجسته‌ ترین کارشناسان نگهداشت و قابلیت اطمینان و نویسنده ای مشهور، می نویسد که بین OEE / آماده به کاری[[25]](#footnote-25) تجهیزات و نرخ تصادفات (صدمات) در هر 100 نفر نیروی کار، یک همبستگی قوی – همبستگی معکوسی با ضریب همبستگی 0.87- وجود دارد. اثربخشی کلی تجهیزات (OEE)، حاصل ضرب قابلیت دسترسی تجهیز، کیفیت و عملکرد آن بوده، یک شاخص‌ کلیدی قابلیت اطمینان و عملکرد عملیاتی است. این نتیجه براساس مشاهدات او و داده‌ های بسیاری از کارخانه ‌هایی است که برای پروژه های مشاوره ‌ای خود از آنها بازدید کرده ‌است.

یک مطالعه توسط باتسون، ری و کوان[[26]](#footnote-26) در شماره اکتبر 2000 *مجله قابلیت اطمینان[[27]](#footnote-27)* هم مشاهدات مشابهی را اعلام کرده است. این مطالعه نشان داده است که در سازمان‌ هایی که امتیاز عملکرد نگهداشت آنها ده برابر شده است، فرکانس و شدت آسیب ‌ها به صورت تقریبا خطی معکوس، ده برابر کاهش یافته است.

یک مشاهده دیگر در کنفرانس ژوئن 2003 PIMA در نیویورک گزارش شده است که به مطالعه ای توسط یکی از شرکت‌ های بزرگ خمیر و کاغذ اشاره دارد؛ این مطالعه نشان داد زمانی که کار نگهداشت واکنشی انجام شده بود، شرکت با احتمال 28٪ بیشتر در معرض وقوع حادثه قرار داشته است، نسبت به زمانی که کار نگهداشت پیش از اجرا برنامه ریزی و زمان بندی شده بود. مشاهدات خود نویسنده هم نشان دهنده وجود یک همبستگی قوی بین حوادث / صدمات ایمنی و نگهداشت واکنشی است. در یک موقعیت واکنشی، ممکن است وقت کافی برای برنامه ریزی و تفکر پیش از اقدام نداشته باشیم. طبیعت اضطراری کار واکنشی باعث می شود که کارکنان نگهداشت ریسک های غیر قابل قبولی بکنند. این مشاهدات به شدت بیانگر این است که سازمان ‌های قابل اطمینان با شیوه ‌های نگهداشت عالی، نرخ آسیب‌ های کمتری خواهند داشت. همان رفتار و شیوه ‌هایی که عملیات کارخانه را بهبود بخشیده، قابلیت اطمینان را افزایش می دهد، باعث کاهش صدمات هم می شود. بنابراین، سازمان هایی با قابلیت اطمینان بالا و عملیات ایمن، بهره ور تر و سودآورتر خواهند بود.

**ایجاد فرهنگ ایمنی و فرهنگی که اهمیت می دهد**

وقتی از روزان دنر[[28]](#footnote-28)، معاون توسعه منابع ایمنی دوپونت، خواسته شد تا تعریف خودش از فرهنگ ایمنی را بیان ‌کند، او گفت که یکبار همین پرسش را از یکی از همکارانش پرسیده و او پاسخ داده بود: "آنچه که افراد انجام می دهند، زمانی که کسی به آنها نگاه نمی کند." بدون شک، بخشی از واقعیت در این پاسخ وجود دارد. ولی اگر به کلمه "فرهنگ" فکر کنیم، درمی یابیم که فرهنگ درباره این است که افراد چه کارهایی انجام می‌دهند، چگونه با یکدیگر تعامل دارند و چگونه زندگی می‌کنند. وقتی این تعریف را به ایمنی اعمال می ‌کنیم، از یک برنامه ساده خارج ‌شده، به بخشی از وجود فرد تبدیل می ‌شود. یک فرهنگ ایمنی فقط در سازمان و محل کار باقی نمی‌ ماند. با ما به خانه می‌آید. بخشی از عنصر وجودی ما است. به عنوان مثال، من وقتی که به سمت خانه رانندگی می‌ کنم، به طور خودکار کمربند ایمنی ام را بسته، همچنین مطمئن می شوم که همراهانم هم کمربند ایمنی شان را بسته باشند. هنگام رانندگی از تلفن همراهم استفاده نمی کنم. همه این اقدامات، ادامه طبیعی دنبال کردن فرهنگ ایمنی در محل کار است.

همانطور که قبلا بحث کردیم، قابلیت اطمینان فقط مسؤولیت واحد نگهداشت نیست، بلکه همه افراد سازمان از جمله اپراتورها، برنامه ریزان، سرپرستان، طراحان، کارکنان انبار، مدیران خرید و همچنین تیم رهبری سازمان در مورد آن مسؤولیت دارند. به طور مشابه، ایمنی هم فقط مسؤولیت واحد ایمنی نیست. همه ما باید در برابر ایمنی خود و همکارانمان مسؤول باشیم. رهبری نقش کلیدی بازی می‌کند تا مطمئن شود که ما نقش خود را در حفظ ایمنی محیط کار درک کنیم. ایمنی و قابلیت اطمینان - یک مدیریت خوب از منابع ما - باید بخشی از ارزش‌های اصلی سازمان باشند. رهبری باید با انجام دادن، نه فقط صحبت کردن، الگوی دیگران باشد.

فرض کنید در حال پیاده روی به سمت یک جلسه در محدوده کارخانه هستیم. در راه، یک چاله آب یا روغن روی زمین نزدیک یک ناحیه مونتاژ پیدا می ‌کنیم. آیا باید پیش از اینکه کسی در آنجا بلغزد و آسیب ببیند، آنجا توقف کرده، مراقب شرایط باشیم؟ ما همین حالا هم دیر به جلسه می رسیم. می ‌توانیم به راهمان ادامه دهیم و امیدوار باشیم که کسی مراقب این چاله باشد. چکار باید بکنیم؟

ساده است. **توقف کنید!** پیش از اینکه به جلسه بروید، فردی را پیدا کنید تا مراقب به این خطر بالقوه باشد. بله، دیر خواهید رسید. ولی اشکالی ندارد. از گروه جلسه عذرخواهی کرده، حقیقت (دلیل تأخیرتان) را به آنها بگویید. همچنین، در راه بازگشت، مطمئن شوید که خطر رفع شده است و کسی دارد علت ریشه ای آن را بررسی می‌ کند. این فرهنگ ایمنی است.

بنیاد نهادن فرهنگ ایمنی باید از بالای سازمان شروع شود. با این حال، همه کارکنان مسؤولیت دارند تا از رویه ‌ها پیروی کرده، درباره چگونگی انجام کارشان فکر کنند. معمولاً ما با سازمانی شروع می‌ کنیم که در مرحله واکنشی قرار دارد، جایی که کارکنان به حوادث واکنش نشان می دهند، به جای اینکه به راه‌ های پیشگیری یا حذف آنها فکر کنند. پس از آن که کارکنان به این نتیجه می‌ رسند که ایمنی برایشان مهم است و چیزی است که برایشان ارزش دارد، به مرحله استقلال می‌ رسند. در این مرحله، آنها ایمنی را به دلیل این رعایت می کنند که خودشان می‌خواهند، نه به دلیل اینکه ملزم به انجام آن شده باشند. هدف نهایی، مرحله وابستگی متقابل است که در آن هر کارمند به دنبال مراقبت از دیگران باشد. این روحیه " برادر نگهبان" است. در این مرحله، هر کارمند باید به قدری در اعلام موارد ایمنی احساس راحتی کند که اگر مشکلی را مشاهده کرد، خط تولید را متوقف کند یا با مدیری وارد چالش شود که به عنوان مثال از کلاه ایمنی استفاده نمی کند.

ایالت مونتانای آمریکا کار منحصر به فردی برای ایجاد فرهنگ ایمنی انجام داده است. در سال 1993، مجلس ایالت مونتانا قانون فرهنگ ایمنی را تصویب کرد که کارکنان و کارفرمایان را تشویق می‌کند تا برای خلق و پیاده ‌سازی یک فلسفه ایمنی محیط کار با یکدیگر همکاری کنند. هدف از این قانون، افزایش آگاهی در مورد ایمنی محیط کار در ذهن همه کارکنان و کارفرمایان ایالت مونتانا تا حدی است که از این لحاظ در کشور برجسته شوند. کارفرمایان وظیفه و مسؤولیت دارند که در توسعه و پیاده ‌سازی برنامه‌ های ایمنی شرکت کنند که الزامات خاص محیط کارشان را برآورده می‌ کند؛ به این ترتیب یک فرهنگ ایمنی برای ایجاد محیط کار ایمن برای همه نسل‌ های آینده مردم مونتانا پایه گذاری می ‌شود.

**یک مدل فرآیندی ایمنی**

رعایت یک مدل فرآیندی ساده، یکی دیگر از اجزای بسیار مؤثر یک استراتژی کلی برای بهبود ایمنی در یک سازمان است. مدل زیر بر چهار جنبه ایمنی تمرکز می ‌کند:

**1. رهبری.** همان طور که قبلاً گفته شد، مشارکت رهبری در ایمنی مهم است. رهبران باید با قلب و جان خود فرآیند ایمنی را رهبری و پشتیبانی کنند. آنها باید اهمیت ایمنی و همچنین ارزش و احترامی که برای کارکنان خود دارند را به دیگران انتقال دهند.

**2. کارکنان.** سرمایه‌ گذاری در افراد برای موفقیت بسیار مهم است. بهترین سازمان‌ ها ابتدا سعی می ‌کنند افراد مناسب را استخدام کنند و سپس توانایی ‌ها و مهارت ‌های آنها را توسعه دهند. حتماً پرسش هایی مربوط به ایمنی را در فرآیند استخدام در نظر بگیرید تا درکی از دانش نیروی کار در زمینه ایمنی به دست آورید و تعهد سازمان خود را به ایمنی به او انتقال دهید.

**3. محیط.** اطمینان از اینکه محیط کلی ایمن است، دارایی ‌ها و سیستم ‌ها به درستی مراقبت می ‌شوند، رویه‌ های عملیاتی رعایت می‌ شوند و از استانداردهای مهندسی پیروی می شود، بسیار ضروری است. برای تجهیزات، از ابتدای طراحی، مطالعات ایمنی انجام دهید؛ بررسی ارگونومیک کاملی پیش از نصب انجام داده، سپس به صورت سالیانه این کار را ادامه دهید. برنامه ‌های بازرسی گسترده ‌ای را برای اطمینان از رعایت رویه ‌های ایمنی پایه گذاری کنید و در جستجوی فناوری‌های جدید برای کاهش ریسک باشید.

**4. رفتار.** تغییر رفتار سازمانی است که یک سازمان را از خوب به کلاس جهانی تبدیل می‌ کند. زمانی که تیم رهبری سازمان محرک اشتیاق به ایمنی باشد، فرهنگ ایمنی به لایه های پایینی و کف سازمان نفوذ ‌کرده، نیروی کار را تشویق می‌کند تا به یکدیگر اهمیت دهند و هم‌ افزایی در سازمان را تقویت کنند.

**تبدیل کارکنان به رهبران ایمنی**

برای موفقیت، سازمان ‌ها باید مسیرهای شغلی را ایجاد کنند که کارکنان را به رهبران ایمنی تبدیل کرده، اطمینان حاصل کنند که همه به اندازه کافی آموزش دیده اند و دارای انگیزه - نه تنها برای *موفقیت*، بلکه برای *فراتر رفتن* از انتظارات - هستند. کارکنان مربی هایی داشته باشند تا به آنها برای مشارکت در فرآیند ایمنی کمک کنند. همچنین، سازمان باید محیط و فرهنگی ایجاد کند که باور داشته باشد که هر کارمند می‌تواند یک محیط کاری بدون بیماری و آسیب را ایجاد و حفظ کند. نتیجه ‌این سرمایه ‌گذاری، ایجاد احساس مالکیت در نیروی کار نسبت به فرآیند ایمنی و تغییر فرهنگ سازمان از فرهنگ مستقل به فرهنگ هم ‌افزایی خواهد بود. تغییر فرهنگ می ‌تواند محرک کارکنان برای حذف رفتارها و شرایط ناایمن و تمرکز بر حذف همه صدمات، به جای فقط برآورده کردن الزامات قانونی، باشد.

طبق گفته سازمان OSHA، زمانی که فرهنگ ایمنی یک شرکت قوی باشد، "همه در مورد ایمنی احساس مسؤولیت داشته، آن را به صورت روزانه دنبال می کنند؛ کارمندان فراتر از وظایف خود می روند تا شرایط و رفتارهای ناایمن را شناسایی کرده، برای اصلاح آنها مداخله کنند."

در نظر داشته باشید که اصول ایمنی زیر را در سراسر کارخانه / تأسیسات قرار دهید تا به کارکنان یادآوری شود که سازمان بر ایمنی تأکید دارد:

1. هر شخصی می‌تواند و باید با رفتارها و شرایط نامناسب مواجه شود. هیچ کس اجازه ندارد به چنین هشداری بی‌ توجه باشد.

2. از هیچ کس انتظار نداریم که کاری را انجام دهد یا دستوری را بپذیرد که باور دارد برای خودش یا دیگران ناایمن است؛ یا شرایط ناایمنی ایجاد می کند، بدون توجه به این که چه کسی این دستور را داده است.

3. هر کسی که احساس می‌ کند یک فرآیند ناایمن است، آن فرآیند را متوقف کرد، با یک تیم مناسب کار می‌کند تا شرایط ایمن ایجاد کند.

بزرگ ‌ترین دارایی هر سازمانی کارکنانش است؛ حفاظت از آنها در برابر بیماری‌ ها و صدماتی که ممکن است در محیط کار ایجاد شود، برای موفقیت سازمان مهم است. بهره برداری از یک تأسیسات عاری از آسیب های شغلی، دیگر یک رؤیا نیست. بسیاری از محیط‌ های کاری، نه تنها برای یک سال بلکه برای چندین سال متوالی، به این موفقیت رسیده اند. ایجاد یک محیط کاری بدون بیماری و آسیب با یک تصمیم حیاتی شروع می‌شود: تبدیل ایمنی به یک ارزش اصلی.

بسیاری از سازمان‌ ها مانند دوپونت، کیمبرلی - کلارک[[29]](#footnote-29)، هارلی - داویدسون[[30]](#footnote-30)، جنرال میلز[[31]](#footnote-31)، میلیکن[[32]](#footnote-32) و ژاکوبز اینجینیرینگ[[33]](#footnote-33) فرهنگ ایمنی را در سازمان‌ های خود ایجاد کرده ‌اند. آنها توانسته‌اند نرخ صدمات و حوادث را به کمتر از 1 در هر 100 کارمند کاهش دهند. در واقع، هدف آنها صفر صدمه است. ژاکوبز این ابتکار جدید خود را "فراتر از صفر" نامیده است تا "فرهنگ مراقبت" ایجاد کند. این نتایج می ‌تواند ویژگی فرهنگی باشد که ایمنی را با آغوش باز می پذیرد و با توانمندسازی کارکنان، آنها را به حفظ تعهدشان به ایمنی در هر کاری که انجام می‌ دهند، تشویق می ‌کند. کلید موفقیت در اینجا برقراری یک فرهنگ مبتنی بر ایمنی است که از بالا شروع می‌شود.

در یک سخنرانی اخیر در کنفرانس بین المللی نگهداشت (IMC)[[34]](#footnote-34)، بارت جونز[[35]](#footnote-35)، مدیر بهره برداری و نگهداشت تأسیسات آتا-ژاکوبز[[36]](#footnote-36) در مرکز (تست) مهندسی و توسعه آرنولد[[37]](#footnote-37)، دیدگاه خود را در مورد فرهنگ مراقبت به این شکل توضیح داد:

"… وقتی که اعضای خانواده کاری من (کارکنان) هر روز به خانه می روند، می ‌خواهم آنها، نه تنها از نظر جسمی، بلکه از منظر روانی هم بهتر از وقتی باشند که به محل کارشان آمدند. کار بسیار مهم است، ولی مهم ترین چیز در زندگی ما نیست…".

"این هدف تنها زمانی قابل دستیابی است که به همان اندازه که به همسر، پدر و مادر، فرزندان و پدربزرگ و مادربزرگ خود فکر می‌ کنیم، به خانواده کاری خود هم فکر کنیم. زمانی که شروع می کنیم از خودمان بپرسیم که آیا می‌ خواهیم دخترمان را در محیط کاری فعلی ببینیم یا آیا مادربزرگ خود را برای انجام کاری می فرستیم که در حال انجام آن هستیم، آنگاه واقعا به چیزی رسیده ‌ایم که فرهنگ مراقبت در مورد آن است؛ احترام، رفتار با یکدیگر به عنوان خانواده و مراقبت واقعی از همه جوانب زندگی افرادی که با آنان کار می ‌کنیم و پیامدهای تصمیم‌ هایمان بر زندگی آنان. این طرز فکر به یک دیدگاه کاملا جدید در رابطه با قابلیت اطمینان، ایمنی و قابلیت نگهداشت در میان بسیاری از حوزه‌ های دیگر ترجمه می‌ شود. ما شروع می کنیم تا به طراحی تجهیزات با در نظر گرفتن ایمنی و قابلیت نگهداشت (ارگونومی) نگاه ‌کنیم. فرآیندها و رویه های عملیات و نگهداشت خود را ارزیابی خواهیم کرد تا از بروز ریسک های غیرضروری جلوگیری کنیم؛ و اطمینان حاصل کنیم که افراد ما درک کرده ‌اند که همه ما مسؤولیتی در قبال یکدیگر داریم.

بارت با شور و حرارت بسیار به این موضوع پرداخته است. این دیدگاه او در اقداماتش برای برنامه‌ هایی که در آتا - ژاکوبز اجرا می ‌کند، آشکار است. او به دلیل تجربه شخصی خود، از صمیم قلبش صحبت می‌کند. بارت برادر ۲۳ ساله خود را در یک حادثه صنعتی از دست داد و به طور دست اول می‌ داند که چگونه یک آسیب، روی شبکه گسترده ‌ای از دوستان و خانواده برای باقیمانده عمرشان تأثیر می ‌گذارد.

طبق گفته روزان دنر از شرکت دوپونت، دلایل متداولی که سازمان‌ ها در توسعه فرهنگ ایمنی شکست می خورند، شامل موارد زیر است:

**1. کمبود تعهد از سمت رهبری و مدیریت.** فرهنگ ایمنی باید با تعیین چشم انداز درست از جایی که می خواهیم باشیم، توسط مدیرعامل شروع شود. مدیرعامل باید بگوید که: "ما به این روش کار می‌ کنیم". ایمنی باید بخشی از اندازه‌ گیری عملکرد باشد. مسأله، انتخاب بین درآمدزایی یا ایمنی نیست، بلکه هر دو باید مد نظر باشند. این تعهد باید به مدیران لایه هایی پایین تر سازمان هم تسری پیدا کند. اگر مدیران خط تولید به چیز ناایمنی برخورد کرده، به آن اهمیت ندهند و آن چیز دوباره اتفاق بیفتد، این رویه به روش قابل قبولی برای کار کردن تبدیل می ‌شود؛ به عنوان استاندارد جدید پذیرفته می‌ شود. اگر چیزی از نظر مدیر مهم نباشد، کارکنان هم به آن توجه نخواهند کرد.

**2. ناسازگاری در روش و محل اعمال ایمنی.** مدیریت باید رویه ‌های مناسب را پیاده کرده، به طور مداوم آنها را دنبال کند. ممکن است همه جلسات داخلی و خارجی را با یک پیام یا محتوا درباره ی ایمنی شروع کنند. ممکن است این پیام ها توصیه ای برای دقت مستمر به محیط پیرامونی و تفکر درباره اقداماتی باشند که در شرایط مختلف انجام می شوند.

**3. از دست دادن تمرکز.** پیاده‌ سازی فرهنگ ایمنی یک اقدام یک شبه نیست. اگر این کار به درستی انجام شود، ممکن است زودتر شاهد تغییرات در نرخ حوادث شغلی باشیم، ولی جا افتادن آن در سازمان زمان بر است. نباید اجازه دهیم که نتایج سریع باعث از دست رفتن تمرکز بلند مدت مان شود.

پیاده ‌سازی یک خط مشی ایمنی برای هر سازمانی باید یک اولویت اصلی باشد. کارکنان باید تشویق شوند تا هر شرایط ناایمنی را گزارش کنند و آموزش ببینند که چگونه در شرایط اضطراری واکنش نشان دهند. هدف اصلی خط مشی ایمنی محیط کار، ایجاد این تفکر است که مسؤولیت ایجاد و حفظ یک محیط کار ایمن بر عهده همه کارکنان است.

**خطرات قوس الکتریکی**[[38]](#footnote-38)

یک حوزه خاص از ایمنی که باید توسط تقریباً هر سازمانی که از تجهیزات الکتریکی خود نگهداری می ‌کند، مورد توجه قرار گیرد، ایمنی قوس الکتریکی است. داده‌های سازمان آمار کار نشان می‌ دهد که بین سال‌ های 1992 تا 2002، حوادث الکتریکی در محیط کار، 3378 تن را کشته و 46598 نفر دیگر را دچار جراحت های غیرمهلک کرده است. حدود 5% از کل مرگ و میر در محیط کار به تجهیزات الکتریکی مربوط است. این آمار در مطالعه دیگری با حضور بیش از 120000 نیروی کار تأیید شد؛ این مطالعه نشان داد که آسیب ‌های قوس الکتریکی بزرگ ترین دسته از کل آسیب ‌های الکتریکی ثبت شده را تشکیل می ‌دهند. قوس الکتریکی مسؤول قسمت قابل توجهی از کل مرگ و میر و آسیب ‌های الکتریکی است.

همان طور که توسط IEEE و انجمن ملی محافظت از حریق آمریکا (NFPA)[[39]](#footnote-39) تعریف شده است، قوس الکتریکی، یک جریان الکتریکی قوی - و گاهی یک انفجار کامل[[40]](#footnote-40) است - که از طریق هوا عبور می‌ کند، زمانی که عایق کاری بین رساناهای برق دار یا بین یک رسانای برق دار و زمین برای حفظ ولتاژ بین آنها کافی نباشد. این مشکل در عایق کاری، یک "مسیر کوتاه[[41]](#footnote-41)" ایجاد می ‌کند که به الکتریسیته اجازه می ‌دهد از رسانایی به رسانای دیگر برود؛ و به هر نیروی کاری که در نزدیکی آن ایستاده باشد، آسیب جدی وارد می ‌کند. قوس الکتریکی شبیه تخلیه الکتریکی رعد و برق است و در زمان 001/0 ثانیه حرارتی حدود 35000 درجه فارنهایت (19427 درجه سانتیگراد) ایجاد می کند، که گرم‌ تر از دمای سطح خورشید است. هر کسی که بدون تجهیزات حفاظت شخصی (PPE)[[42]](#footnote-42) کافی در معرض این انفجار یا حرارت باشد، شدیداً زخمی و اغلب کشته می‌شود.

قوس الکتریکی می ‌تواند خسارت قابل توجهی، آتش‌سوزی یا صدمه انسانی ایجاد کند. انرژی بزرگی که در فرآیند خرابی آزاد می‌شود، فوراً رسانا‌های فلزی را بخار کرده، باعث انفجار فلزات مذاب شده، با نیروی بسیار زیادی پلاسما را به بیرون منبسط می کند. نتیجه این حادثه شدید می‌ تواند نابودی تجهیزات درگیر با آن و اطراف آن، آتش سوزی و زخمی کردن نه تنها نیروی کار، بلکه افراد اطراف آن نیز باشد.

معمولاً یک آتش حدود 50٪ حرارت همرفتی[[43]](#footnote-43) (شعله) و 50٪ حرارت تابشی تولید می کند. یک قوس الکتریکی می ‌تواند تا 90٪ حرارت تابشی داشته باشد. این سطح از حرارت تابشی می تواند بدون وجود شعله هم سوختگی شدیدی ایجاد کند. علاوه بر انفجار مهیب حاصل از یک چنین نقصی، حرارت تابشی شدید تولید شده توسط قوس الکتریکی هم خرابی گسترده ای ایجاد می کند. قوس پلاسمای فلزی، مقدار بسیار زیادی انرژی نوری را از مادون قرمز دور تا فرابنفش تولید می ‌کند. سطوح افراد و اشیای نزدیک، این انرژی را جذب کرده، بلافاصله تا دماهای تبخیر گرم می‌شوند. اثرات این پدیده روی دیوارها و تجهیزات مجاور، که اغلب به دلیل تاثیرات تابشی، کندگی ‌ها و ساییدگی ‌هایی دارند، قابل مشاهده است.

**علل و خسارات قوس الکتریکی**

قوس‌ های الکتریکی می‌ توانند به دلیل مجموعه‌ ای از عوامل ایجاد شوند، مانند زمانی که:

• کارکنان به اشتباه فکر می ‌کنند که تجهیزات خاموش شده‌ اند و در حالت برق دار شروع به کار با آنها می کنند.

• کارکنان ابزارها یا قطعات را به طور نادرست روی یک سیستم برق دار رها می کنند؛ یا به طور نادرست از آنها روی تجهیزات برق داراستفاده می‌کنند.

• گرد و غبار، آب یا سایر آلاینده ‌ها جمع شده، باعث خرابی عایق می ‌شوند.

• اتصالات شل شده، دمای بیش‌ از حد تولید می‌ کنند، دما به محدوده فرار رسیده، شکست اتفاق می افتد.

قوس الکتریکی خطرناک می‌ تواند در هر دستگاه الکتریکی، بدون توجه به ولتاژ آن اتفاق بیفتد، اگر انرژی آن دستگاه به مقدار کافی برای حفظ قوس الکتریکی برسد. مکان‌ هایی که احتمال ایجاد این پدیده در آنها وجود دارد، عبارتند از:

• تابلوهای برق و جعبه تقسیم ها

• مراکز کنترل موتور

• سوییچ گیرهای دارای پوشش فلزی

• ترانسفورماتورها

• راه اندازهای موتور و کابینت‌ های درایو موتور

• فیوزهای قطع

• هر جایی که احتمال شکست تجهیزات الکتریکی وجود داشته باشد

قرار گرفتن در معرض قوس الکتریکی، منجر به طیف وسیعی از جراحات جدی و در بعضی موارد مرگ می شود. حتی کارکنانی که در فاصله ده فوتی (بیش از 3 متری) یا بیشتر نسبت به مرکز قوس الکتریکی بوده اند هم دچار جراحت شده اند. آسیب‌ های نیروی کار می‌ تواند شامل آسیب به شنوایی، بینایی و سوختگی شدیدی باشد که نیاز به سال‌ ها پیوند پوست و توان بخشی داشته باشد. امواج فشاری [حاصل از قوس الکتریکی] هم می ‌توانند قطعاتی مانند فلزات ذوب شده، قطعات تجهیزات آسیب دیده، ابزارها و سایر اشیا را از طریق هوا پرتاب کنند.

بعضی از کارکنانی که در معرض ریسک خطرات قوس الکتریکی هستند، شامل تکنیسین های مکانیک‌، برق کار‌ها و کارکنان تهویه مطبوع هستند. خطرناک‌ ترین کارهای [مرتبط با قوس الکتریکی] شامل موارد زیر هستند:

1. برداشتن یا نصب سوییچ های قطع جریان یا فیوزها

2. کار روی مدارهای کنترل با بخش‌های برق دار بدون حفاظ

3. بازکردن یا بستن سوییچ های قطع جریان یا فیوزها

4. اجرای اتصال به زمین‌ ایمنی

5. برداشتن پوشش‌های تابلوهای برق

به دلیل خطرات انفجارهای الکتریکی، OSHA اکنون به طور قانونی از کارفرماها می خواهد که از شیوه ‌های پیشنهادی NFPA برای محافظت از نیروی کار در برابر خطرات قوس الکتریکی پیروی کنند. استانداردهای OSHA 1910.132(d) و OSHA 1926.28(a) بیان می ‌کنند که کارفرما مسؤول ارزیابی خطرات محیط کار است؛ باید تجهیزات حفاظت فردی مناسب را انتخاب، تهیه و استفاده کرده، ارزیابی خطرات را مستندسازی کند. اگرچه OSHA به طور مستقیم استاندارد NFPA 70E را الزام نمی ‌کند، ولی آن را به عنوان یک شیوه صنعتی شناخته شده در نظر می ‌گیرد. همچنین، بازرسان الکتریکی اکنون الزامات برچسب‌ گذاری جدید مطابق با کد الکتریکی ملی (NEC)[[44]](#footnote-44) 2008 را الزام می ‌کنند.

پایبندی به OSHA شامل رعایت یک طرح شش مرحله‌ ای است:

1. هر تأسیساتی باید یک برنامه ایمنی با مسؤولیت های تعریف شده تهیه و ارائه کند.

2. مرزهای حفاظتی در برابر شوک و قوس الکتریکی را تعیین کند.

3. البسه حفاظتی (PC)[[45]](#footnote-45) و تجهیزات حفاظت فردی را مطابق استاندارد ANSI فراهم کند.

4. نیروی کار را در خصوص خطرات قوس الکتریکی آموزش دهد.

5. ابزار مناسب به منظور کار ایمن را فراهم کند.

6. برچسب هشدار روی تجهیزات نصب کند. توجه کنید که برچسب‌ها توسط صاحبان تجهیزات، نه تولیدکنندگان آنها، فراهم می‌شوند.

**پیشگیری از قوس الکتریکی**

نگهداشت پیشگیرانه، آموزش نیروی کار و یک برنامه ایمنی اثربخش می ‌توانند احتمال قوس الکتریکی را به شدت کاهش دهند. نگهداشت پیشگیرانه باید به صورت مداوم انجام شود تا عملیات ایمن را تضمین کند. به‌ عنوان بخشی از یک برنامه نگهداشت پیشگیرانه، تجهیزات باید به ‌طور کامل تمیز شده، بازرسی‌ های مداوم توسط کارکنان واجد شرایطی انجام شود که چگونگی کشف اتصالات لق، ترمینال ‌های بیش از حد داغ شده، تغییر رنگ عایق‌ ها و کنتاکتور‌های دچار خوردگی حفره ای را می ‌دانند. یک برنامه نگهداشت پیشگیرانه جامع باید شامل موارد زیر هم باشد:

1. مداومت برنامه نگهداشت پیشگیرانه

2. آموزش کارکنان در مورد روشپیشگیری از قوس الکتریکی

نگهداشت پیشگیرانه، آموزش کارگران و یک برنامه ایمنی موثر می‌توانند اندازه‌ی قوس الکتریکی را به شدت کاهش دهند. نگهداشت پیشگیرانه باید به صورت مداوم انجام شود تا عملکرد ایمنی تضمین شود. به‌عنوان بخشی از برنامه نگهداشت پیشگیرانه، تجهیزات باید به‌طور کامل تمیز شده و بازرسی‌های مداوم توسط کارکنان واجد شرایط که چگونگی کشف اتصالات گسسته، سرد شدن ترمینال‌ها، تغییر رنگ عایق‌های نزدیک و تماس‌اتصالاتی که زنگ خورده باشند را می‌دانند، انجام شود. یک برنامه نگهداشت پیشگیرانه جامع باید شامل موارد زیر باشد:

1. استفاده از ترمینال‌ های مقاوم در برابر خوردگی و عایق نمودن بخش‌ های فلزی در معرض هوای آزاد، در صورت امکان

2. آب بند کردن همه بخش های باز تجهیزات، برای جلوگیری از نفوذ جانوران جونده و پرندگان

3. اطمینان از اینکه همه رله‌ ها و کلیدها به درستی تنظیم شده اند و عمل می ‌کنند

4. استفاده از فناوری‌ های CBM مانند فروسرخ و آلتراسونیک، در صورت امکان

برای انتخاب تجهیزات حفاظت فردی مناسب، باید انرژی حادثه در هر نقطه ای که ممکن است نیروی کار روی تجهیزات برق دار شده کار انجام دهند، شناخته شده باشد. این محاسبات باید توسط نیروی واجد شرایطی مانند یک مهندس برق انجام شود. هر قسمتی از بدن که ممکن است در معرض خطر قوس الکتریکی قرار بگیرد، باید با تجهیزات حفاظت فردی از نوع و کیفیت مناسب، پوشیده شود.

بهترین روش پیشگیری، کاهش خطر قوس الکتریکی با طراحی بهینه است. سه عامل کلیدی، شدت حادثه قوس الکتریکی روی کارکنان را تعیین می کنند. این عوامل شامل مقدار جریان خطا[[46]](#footnote-46) ی موجود در یک سیستم، زمان خطا تا ظهور قوس الکتریکی و فاصله فرد از قوس هستند. می ‌توانیم در طراحی و پیکربندی تجهیزات از گزینه های مختلفی استفاده کنیم تا روی این عوامل تأثیر گذاشته، در نتیجه خطر قوس الکتریکی را کاهش دهیم.

**1. جریان خطا** را می‌ توان با استفاده از دستگاه ‌های محدود‌ کننده جریان، مانند مقاومت ‌های اتصال زمین یا فیوزها، محدود کرد. اگر جریان خطا به 5 آمپر یا کمتر محدود شود، بسیاری از خطا‌های زمینی به طور خودکار متوقف شده، به خطا‌های فاز به فاز تبدیل نمی ‌شوند.

**2. زمان قوس الکتریکی** می‌ تواند با تنظیم موقت دستگاه‌ های حفاظت بالادستی در نقاط تنظیم[[47]](#footnote-47) پایین تر در دوره‌ های نگهداشت یا با استفاده از همبندی منطقه ای[[48]](#footnote-48) (ZSIP) کاهش یابد.

**3. فاصله** می‌ تواند با به کار گیری اپراتورهای از راه دور یا ربات‌ ها برای انجام فعالیت ‌هایی که با ریسک بالای حوادث قوس الکتریکی همراه هستند، مانند رک بندی سوییچ های قطع جریان در یک باس برق دار، کاهش یابد. فاصله ای از منبع یک قوس الکتریکی که داخل آن فردی بدون استفاده از تجهیزات حفاظت فردی دچار هیچ گونه سوختگی درجه دو نخواهد شد، به عنوان "مرز حفاظت قوس الکتریکی" شناخته می ‌شود. افرادی که تجزیه و تحلیل خطر قوس الکتریکی را انجام می ‌دهند، باید این مرز را تعیین کرده، سپس باید تعیین کنند که باید چه نوع تجهیزات حفاظت فردی داخل مرز حفاظت قوس الکتریکی پوشیده شوند.

**12.5 مدیریت ریسک**

**مدیریت ریسک چیست؟**

**ریسک**، احتمال بالقوه ای است که یک اقدام یا فعالیت انتخابی منجر به یک اتلاف، رویداد یا نتیجه نامطلوب شود. ما در زندگی روزمره خود ریسک‌ هایی می کنیم. هر کار یا فعالیتی را که در محیط کار، منزل یا زندگی شخصی خود انجام می ‌دهیم، مانند رانندگی به محل کار، تعمیر یک دستگاه، شرکت در یک سرمایه گذاری یا پروژه جدید، سطح مشخصی از ریسک را قبول می ‌کنیم. ما به طور ناخود آگاه در ذهن مان ریسک و مزایای آن را ارزیابی کرده، براساس آن اطلاعات، کارهایی را انجام می ‌دهیم که باور داریم که سطح مزایای آنها بیشتر از ریسکشان است. به عنوان مثال، ما می‌دانیم که اگرچه ممکن است رانندگی خطرناک باشد، ولی در کمترین زمان ما را به محل کار یا مکان‌ هایی که می‌ خواهیم، می ‌رساند. همچنین، ما به صورت تاریخی می ‌دانیم که اگر قوانین و مقررات جاده‌ ای، مانند استفاده از کمربند ایمنی و محدودیت سرعت را رعایت کنیم، احتمال اتفاق افتادن یک حادثه خودرویی به طور معقولی کم است. با این حال، ما گاهی قوانین را رعایت نمی ‌کنیم، ریسک ها را دست کم یا نادیده می‌ گیریم یا صرفا به دلایل مختلفی از آنها صرف نظر می ‌کنیم، که به نتایج نامطلوبی منجر می‌ شود. ریسک‌ها ممکن است ناشی از عدم قطعیت در شکست پروژه (در هر مرحله ‌ای از چرخه عمر یک دارایی / سیستم، شامل توسعه، بهره برداری و پشتیبانی)، مسؤولیت‌ های قانونی، حوادث عملیاتی، علل و فجایع طبیعی و همچنین حمله عمدی از سوی یک دشمن یا رویدادهایی با علت ریشه ای نامعلوم، ‌باشند. ریسک به طور رسمی به عنوان ترکیبی از احتمال وقوع یک رویداد و پیامدهای آن تعریف می‌شود (ISO/IEC Guide 73). در همه کارهایی که انجام می ‌دهیم، احتمال بالقوه ای برای وقوع رویدادها و پیامدهای آنها وجود دارد که فرصت‌هایی برای بهره ‌مندی از مزایای آنها یا تهدیداتی برای موفقیت را تشکیل می دهند.

پرسش هایی درباره اینکه ما چگونه این عدم قطعیت‌ ها (ریسک‌ ها) را مدیریت می ‌کنیم، پیش می ‌آید. چندین راهنما و استاندارد مدیریت ریسک توسعه داده شده اند، از جمله آنهایی که توسط انجمن مدیریت پروژه (PMI)[[49]](#footnote-49)، انجمن‌ های آماری و استانداردهای ایزو تهیه شده اند. روش‌ ها، تعاریف و اهداف به شدت وابسته به این است که روش مدیریت ریسک در زمینه مدیریت پروژه، امنیت، مهندسی، فرآیندهای صنعتی، دارایی ‌های مالی، ارزیابی‌ های آماری یا بهداشت و ایمنی عمومی استفاده می شود. **مدیریت ریسک** به عنوان تکنیکی شناخته می شود که به هر دو جنبه مثبت و منفی ریسک توجه می‌ کند. در زمینه ایمنی، ریسک به عنوان یک خطر شناخته شده، عموماً پیامدهای منفی را در نظر می گیرد. در نتیجه، مدیریت ریسک ایمنی بر تقلیل و پیشگیری از این خطرات تمرکز دارد.

**استانداردهای ایزو 31000**

یک سازمان ممکن است در مدیریت مناسب رویدادهای آینده از استراتژی ‌هایی مانند پذیرش ریسک، اجتناب از ریسک، نگهداری ریسک[[50]](#footnote-50)، انتقال ریسک[[51]](#footnote-51) یا هر استراتژی دیگری (یا ترکیبی از استراتژی ‌ها) استفاده کند.

ایزو 31000 قرار است خانواده ای از استانداردهای مرتبط با مدیریت ریسک باشد که توسط سازمان بین‌ المللی استانداردسازی منتشر می شود. خانواده ایزو 31000 شامل موارد زیر است:

• ایزو 31000: 2009 - اصول و راهنماهای پیاده سازی

• ایزو 31010: 2009 - مدیریت ریسک - تکنیک‌ های ارزیابی ریسک

• ISO/IEC Guide 73: 2009 - مدیریت ریسک - واژگان

ایزو 31000: 2009 یک استاندارد بین ‌المللی جدید است که ریسک را به عنوان *اثر عدم قطعیت روی اهداف*، چه مثبت و چه منفی، تعریف می ‌کند. این استاندارد یک چارچوب عمومی برای تعیین محیط شناسایی، تجزیه و تحلیل، ارزیابی، روش برخورد، پایش و ارتباطات ریسک فراهم می ‌کند. استاندارد ایزو 31000: 2009 راهنماهایی برای طراحی، پیاده سازی و نگهداری فرآیندهای مدیریت ریسک در سراسر یک سازمان ارائه می ‌دهد. این رویکرد به رسمی سازی شیوه ‌های مدیریت ریسک، برای سازمان‌ هایی که به استاندارد مدیریت ریسک در سطح شرکت نیاز دارند، امکان اقتباس بیشتری را فراهم می کند.

هدف

هدف مدیریت ریسک، پیشگیری، کاهش یا کنترل تأثیرات آینده رویدادهای نامطلوب در برابر واکنش نشان دادن به رویدادهای ناخواسته پس از وقوع آنها است. کاهش هر ریسک محتملی ممکن نیست و به دلیل محدودیت منابع، امری غیرعملی است. بنابراین، مدیریت ریسک اثربخش نیاز به فرآیندی دارد که مشخص کند کدام ریسک‌ ها قابل اقدام هستند و می توان آنها را کاهش داد و کدام ریسک‌ ها غیر قابل اقدام هستند یا باقی می‌مانند و نمی توان آنها را کاهش داد. این ریسک‌ ها باید در عوض، کنترل (اگر به موقع شناسایی شوند)، پایش یا به منظور پذیرش توسط مقام صلاحیت دار، منتقل شوند.

**فرآیند مدیریت ریسک**

مدیریت ریسک باید یک بخش اصلی از مدیریت استراتژیک هر سازمانی باشد. در این فرآیند، سازمان ها به طور روش مندی با ریسک‌ های مرتبط با فعالیت‌ هایشان برخورد می ‌کنند تا هدف رسیدن به مزایای پایدار در هر فعالیت و در همه فعالیت‌ های سازمان را امکان پذیر کنند. تمرکز مدیریت ریسک خوب، شناسایی و تدبیر این ریسک‌ ها است. هدف آن، افزودن حداکثر ارزش پایدار به همه فعالیت‌ های سازمان است. این کار باعث می‌شود که نتایج مثبت و منفی بالقوه ی همه ی عواملی که می‌ توانند بر سازمان تأثیر بگذارند، درک شود. این کار، احتمال موفقیت را افزایش داده، احتمال شکست و عدم قطعیت در دستیابی به اهداف کلی سازمان را کاهش می‌ دهد.

یک فرآیند مدیریت ریسک اثربخش باید از سطوح پایین سازمان آغاز شروع شده، افراد در همه ی سطوح سازمان به همکاری در آن تشویق شوند. به طور خاص، مشارکت فعال توسط متخصصان موضوع و ذی نفعان در آن بسیار مهم است. همچنین، موفقیت فرآیند شناسایی و کاهش صحیح ریسک، نیازمند حمایت کامل زنجیره مدیریتی سازمان است. برای اطمینان از موفقیت این فرآیند، مالک دارایی، مدیر یا مدیر پروژه باید به عنوان مسؤول مدیریت صحیح ریسک شناخته شده، مسؤولیت ریسک‌های باقیمانده قابل قبول را بر عهده داشته باشد. برای ایجاد محیطی برای مباحثه آزاد و باز، رهبری قوی در میان همه ی ذی نفعان مرتبط لازم است.

مدیریت ریسک باید فرآیندی پیوسته در حال توسعه باشد، که در سراسر استراتژی‌ سازمان و پیاده سازی آن استراتژی استفاده شود. این فرآیند باید به صورت روش مندی به همه ی ریسک‌ های مرتبط با فعالیت‌های سازمان، در گذشته، حال و به ‌ویژه آینده، که ممکن است باعث به خطر افتادن دستیابی سازمان به اهداف مهمش شوند، بپردازد. این فرآیند باید با یک سیاست اثربخش، بخشی از فرهنگ سازمان شود.

هر ریسک را می ‌توان به صورت پایین، متوسط، جدی یا بالا دسته ‌بندی کرد. دسته‌ بندی ریسک براساس احتمال وقوع و پیامدی که ممکن است داشته باشد، انجام می‌ شود. کنترل و مدیریت هر ریسک باید به شخص مناسبی ارجاع داده شود. مالک ریسک مسؤول هماهنگی برای بررسی اولیه ریسک به منظور تعیین این است که آیا آن ریسک قابل اقدام و قابل کاهش هست یا نه. برای هر ریسک قابل اقدام باید یک برنامه کاهش مناسب تدوین شود. ریسک‌ های غیرقابل اقدام را نمی‌ توان کاهش داد؛ باید به عنوان ریسک‌ های باقیمانده دسته بندی ‌شده، توسط مرجع صلاحیت داری پذیرفته شوند. هدف این است که همه ریسک‌ های باقیمانده ی مهم آن قدر زود شناسایی شوند که، در صورت امکان، احتمال وقوع آنها کنترل شود. برای هر ریسک باقیمانده مهم، باید یک برنامه کنترل عملی تدوین شده، مرجع مناسب برای پذیرش ریسک مشخص شود.

**ارزیابی ریسک**

مشکل اساسی در ارزیابی ریسک، تعیین نرخ وقوع آن است، زیرا ممکن است اطلاعات آماری در مورد همه دسته‌ های حوادث گذشته در دسترس نباشد. علاوه بر این، ارزیابی شدت پیامدها (تأثیر) برای دارایی‌های ناملموس، اغلب بسیار دشوار است. ارزش ‌گذاری دارایی هم پرسش دیگری است که باید به آن پرداخته شود. بنابراین، نظر‌ات بهترین افراد آموزش دیده و آمارهای در دسترس، منابع اصلی اطلاعات هستند. با این حال، ارزیابی ریسک باید مجموعه اطلاعات کاربردی را برای مدیریت سازمان تولید کند، به گونه ای که ریسک های اصلی به سادگی قابل فهم باشند و تصمیم های مدیریت ریسک اولویت بندی شده باشند. نظریه ها و تلاش های متنوعی برای کمّی کردن ریسک ها وجود دارند. فرمول ‌های گوناگون زیادی برای محاسبه ریسک وجود دارند، ولی شاید فرمولی که بیشترین پذیرش و کاربرد را در ارزیابی ریسک دارد، عبارت است از:

**شاخص ریسک (مقدار) = پیامد (تأثیر) رویداد ریسک x احتمال وقوع آن**

شکل 12.1 مثالی از یک ماتریس ریسک است که به ما اجازه می ‌دهد رسک های بالقوه را در دو بعد، یعنی احتمال وقوع و پیامد (تأثیر)، رتبه ‌بندی کنیم.

تأثیر رویداد ریسک معمولاً با مقیاس ۱ تا ۵ ارزیابی می ‌شود، به طوری که ۱ و ۵ حداقل و حداکثر تأثیر ممکن رخداد یک ریسک را نشان می ‌دهند (معمولاً برحسب خسارت های مالی). با این حال، این مقیاس ۱ تا ۵ اختیاری است؛ لازم نیست که حتما مقیاس خطی داشته باشد.

احتمال وقوع نیز معمولاً روی مقیاسی از ۱ تا ۵ ارزیابی می‌ شود، به طوری که ۱ احتمال بسیار کم وقوع ریسک و ۵ احتمال بسیار بالای آن را نشان می ‌دهند. این محور ممکن است با استفاده از واژگان ریاضی (رویداد یک بار در سال، یک بار در ده سال، یک بار در ۱۰۰ سال و غیره اتفاق می افتد) یا با "زبان ساده" (رویداد در اینجا اغلب اوقات اتفاق می‌ افتد، رویداد در اینجا شناخته شده است، رویداد در صنعت شناخته شده است و غیره) بیان شود. در اینجا هم مقیاس ۱ تا ۵ اختیاری است؛ می تواند بسته به تصمیم متخصصان موضوع، خطی یا غیر خطی باشد .

در صنایع گوناگون، از ماتریس‌ های ریسک مختلفی استفاده می ‌شود که می توانند از بزرگی ۳x۳ تا ۶x۶ داشته باشند. ماتریس ریسک ۵x۵ عموما به عنوان ماتریس ریسک استاندارد شناخته می شود، ولی ماتریس‌ های ریسک دیگر هم به طور گسترده استفاده می‌ شوند، مانند ماتریس ریسک ایمنی سیستم 5x4 مطابق با استاندارد MIL-STD-882.

بنابراین، شاخص ریسک می ‌تواند عددی بین ۱ تا ۲۵ (عموماً) داشته باشد؛ این محدوده معمولاً به صورت اختیاری به سه زیرمحدوده تقسیم می ‌شود. سپس ارزیابی کلی ریسک در سه دسته ی کم، متوسط یا بالا انجام می شود، که به زیرمحدوده شامل مقدار محاسبه شده شاخص ریسک بستگی دارد. به عنوان مثال، سه زیرمحدوده می ‌توانند به عنوان ۱ تا ۸، ۹ تا ۱۶ و ۱۷ تا ۲۵ تعریف شوند.

**ماتریس ارزیابی ریسک**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 25 | 20 | 15 | 10 | 5 | **5** |
| 20 | 16 | 12 | 8 | 4 | **4** |
| 15 | 12 | 9 | 6 | 3 | **3** |
| 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | **2** |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | **1** |
| **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |  |

|  |
| --- |
| **کم**  **1-8** |
|  |
| **متوسط**  **9-15** |
|  |
| **زیاد**  16-25 |

پیامدها

شکل 12.1- مثالی از یک ماتریس ریسک

احتمال وقوع

برای توسعه جدول / نمودار تأثیر و احتمال ریسک، مراحل زیر را انجام دهید:

1. همه ریسک های احتمالی که دارایی / سیستم یا پروژه با آن روبرو است را فهرست کنید. لیست را تا حد امکان جامع تهیه کنید.

2. احتمال وقوع هر ریسک را ارزیابی کنید و به آن نمره ای اختصاص دهید. به عنوان مثال، از مقیاس ۱ تا ۵ استفاده کنید. نمره ۱ را به ریسکی که احتمال آن بسیار کم است و نمره ۵ را به ریسکی که بسیار محتمل است، اختصاص دهید.

3. تأثیر ریسک روی دارایی / سیستم یا پروژه را در صورت وقوع آن تخمین بزنید. باز هم برای هر ریسک در لیست این کار را انجام دهید. از مقیاس ۱ تا ۵ استفاده کرده، نمره ۱ را به تأثیر کم و نمره ۵ را به تأثیر زیاد و فاجعه بار اختصاص دهید.

4. رتبه ‌بندی‌ها را در نمودار تأثیر / احتمال ریسک پیاده سازی کنید.

5. برای هر ریسک، براساس موقعیت آن در نمودار، پاسخ مناسبی تهیه کنید. به یاد داشته باشید که ریسک های در گوشه پایین سمت چپ اغلب می‌ توانند نادیده گرفته شوند، در حالی که ریسک های در گوشه بالا سمت راست نیاز به زمان و توجه زیادی دارند.

**کاهش ریسک**

هنگامی که ریسک ها شناسایی و ارزیابی شدند، همه تکنیک های مدیریت ریسک، در یک یا چند دسته‌ بندی اصلی تحت عنوان **ACAT** قرار می‌گیرند:

• **اجتناب**[[52]](#footnote-52) (حذف یا عدم انجام آن فعالیت)

• **کنترل**[[53]](#footnote-53) (بهینه‌ سازی، کاهش یا مدیریت ریسک)

• **پذیرش**[[54]](#footnote-54) (قبول و برنامه‌ ریزی بودجه برای آن)

• **انتقال**[[55]](#footnote-55) (تقسیم یا برون سپاری ریسک)

اجتناب از ریسک شامل عدم انجام فعالیتی است که ممکن است با ریسک همراه باشد. مثالی از این تکنیک، عدم رانندگی با خودرو به ‌منظوراجتناب از خطر تصادف با آن است. اجتناب ممکن است پاسخ همه ریسک ها به نظر برسد، ولی اجتناب از ریسک ها به معنای از دست دادن فرصت بالقوه ای است که پذیرش آنها می ‌توانست فراهم کند.

کنترل، کاهش یا بهینه ‌سازی ریسک، شامل کاهش شدت خسارت یا احتمال وقوع آن است. به عنوان مثال، اسپرینکلر‌ها برای خاموش کردن حریق طراحی شده ‌اند تا ریسک خسارت به دلیل آتش ‌سوزی را کاهش دهند. این روش ممکن است باعث ایجاد ضرر بیشتر در اثر ریزش آب‌ شود و بنابراین ممکن است مناسب نباشد. سامانه ‌های اطفای حریق هالون[[56]](#footnote-56) می‌ توانند این ریسک را کاهش دهند، ولی هزینه آنها ممکن است باعث محدودیت در استفاده از آنها شود.

پذیرش ریسک به معنای پذیرفتن ریسک و توسعه برنامه یا رویه ای برای مقابله با آن، در صورت وقوع آن، است. یک مثال از پذیرش ریسک، برنامه پاسخ اضطراری به زلزله در یک کارخانه، سازمان یا شهر است.

انتقال ریسک اغلب به جای تقسیم ریسک به کار می رود و براساس باور اشتباهی است که ما می‌ توانیم ریسک را از طریق بیمه یا برون سپاری به شخص ثالثی منتقل کنیم. در عمل، اگر شرکت بیمه یا پیمانکار ورشکست یا توسط دادگاه منحل شود، ریسک اصلی به احتمال زیاد همچنان به طرف اول باز می ‌گردد. بنابراین، در اصطلاح متخصصان و اهل علم، خرید قرارداد بیمه اغلب به عنوان "انتقال ریسک" شناخته می ‌شود.

با توجه به اینکه ریسک‌ ها ممکن است مثبت یا منفی باشند، بهینه ‌سازی ریسک به معنای یافتن تعادلی بین ریسک منفی و سود عملیات یا فعالیت و بین کاهش ریسک و تلاش صرف شده برای آن است.

ریسک عملیاتی، یکی دیگر از واژگان متداول، به معنای احتمال وقوع خسارت به دلیل ناکارآمدی یا خرابی داخلی کنترل‌ها، عملیات یا رویه‌های یک سازمان است. چهار اصل مدیریت ریسک عملیاتی (ORM)[[57]](#footnote-57) عبارتند از:

• ریسک را زمانی بپذیرید که منافع آن از هزینه اش بیشتر باشد.

• هیچ ریسک اضافی ای نپذیرید.

• ریسک را با برنامه ‌ریزی، پیش‌ بینی و مدیریت کنید.

• تصمیم‌ گیری درباره ریسک‌ ها را در سطح مناسب انجام دهید.

**ایجاد یک برنامه مدیریت ریسک**

برای مدیریت هر ریسک، کنترل‌ ها یا تدابیر مناسبی را انتخاب کنید. اقدامات کاهش ریسک باید به تصویب سطوح مناسب مدیریتی در سازمان برسد. به عنوان مثال، یک ریسک مرتبط با تصویر [بیرونی] سازمان باید تصمیم مدیریت ارشد سازمان را پشت سر خود داشته باشد، در حالی که مدیریت فناوری اطلاعات سازمان (IT) اختیار تصمیم گیری در مورد ریسک ویروس های رایانه ای را دارد.

برنامه مدیریت ریسک باید کنترل‌ های امنیتی قابل اجرا و مؤثری را برای مدیریت ریسک‌ ها پیشنهاد دهد. به عنوان مثال، می‌ توان با تهیه و نصب نرم ‌افزار ضد ویروس، ریسک بالای ویروس رایانه ای را کاهش داد. یک برنامه مدیریت ریسک خوب باید شامل یک زمان بندی برای پیاده سازی کنترل‌ها بوده، افراد مسؤول آن اقدامات کنترلی را هم مشخص کند.

یک برنامه مدیریت ریسک باید به پرسش های زیر پاسخ دهد تا اطمینان حاصل شود که فرآیند مشخصی برای موارد زیر وجود دارد:

• تعیین منابع و دسته ‌بندی های ریسک.

• تعریف پارامترهای استفاده شده برای تحلیل و دسته ‌بندی ریسک ‌ها.

• ایجاد و حفظ استراتژی مورد استفاده برای مدیریت ریسک.

• شناسایی و مستندسازی ریسک‌ ها.

• تعیین اولویت نسبی هر ریسک شناسایی شده.

• توسعه برنامه کاهش ریسک برای مهم‌ ترین ریسک‌ ها.

• پایش دوره ‌ای وضعیت هر ریسک و به‌ روزرسانی برنامه کاهش ریسک به ‌صورت مناسب.

• اطمینان از وجود منابع کافی و برنامه آموزشی مناسب برای مدیریت ریسک.

ریسک‌ های مربوط به پروژه‌ ها را، بر مبنای ویژگی فرآیندها و محصولات نهایی پروژه، می‌ توان به شش حوزه تقسیم کرد:

**1. ریسک ایمنی**

بیان احتمال / تأثیر یک رویداد ناگوار است که می تواند منجر به مرگ، آسیب، بیماری شغلی، آسیب به تجهیزات یا اموال، از دست دادن تجهیزات یا اموال یا آسیب به محیط زیست شود؛ این ریسک بر حسب دسته ‌بندی های شدت خطر و سطوح احتمال وقوع خطر بیان می شود.

**۲. ریسک عملکرد**

درجه‌ ای که طراحی پیشنهادی سیستم یا فرآیند، قابلیت تأمین الزامات عملیاتی را دارد، که شامل الزامات قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداشت، قابلیت دسترسی و قابلیت آزمایش می ‌شود.

**۳. ریسک هزینه**

قابلیت سیستم برای دستیابی به اهداف هزینه‌ ای چرخه عمر برنامه است؛ که شامل اثرات تصمیمات بودجه ‌ای و توان مالی و اثرات خطاهای ذاتی در تکنیک (های) تخمین هزینه می شود، در صورتی که که الزامات سیستم به درستی تعریف شده باشند.

**۴. ریسک زمان بندی**

کافی بودن زمان تخصیص داده شده برای انجام وظایف تعریف شده، از جمله توسعه، تولید و آزمایش است؛ همچنین اثرات تصمیمات برنامه ‌ای زمان ‌بندی، خطاهای ذاتی در تکنیک تخمین برنامه زمانی استفاده شده و محدودیت‌ های فیزیکی خارجی را هم شامل می شود.

**۵. ریسک فناوری**

درجه ‌ای که فناوری پیشنهادی برای سیستم، توانایی برآورده کردن همه اهداف پروژه را داشته باشد.

**۶. ریسک دسترسی و حفاظت از داده‌ های محصول**

یک حوزه جدید از ریسک، به‌ ویژه با شیوه ‌های جاسوسی صنعتی و مهندسی معکوس برخی شرکت‌ ها و حتی دولت‌ها، که حفاظت مناسب از داده‌های اختصاصی مربوط به فرآیندها و محصولات را فراهم می کند.

همه این ریسک‌ ها باید هنگام روبرو شدن با پروژه‌های خاص مورد بررسی قرار گیرند.

**۱۲.۶ کنترل خوردگی**

**خوردگی چیست؟**

یک ریسک خاص که بهتر شناخته شده است، در زمینه کنترل خوردگی است.

خوردگی یک پدیده طبیعی است که به طور معمول به عنوان استهلاک یک ماده، معمولاً یک فلز، یا خواص آن، به دلیل واکنش با محیط خود تعریف می شود. به عبارت دیگر، خوردگی یعنی سایش فلزات به دلیل واکنش شیمیایی.

یک تعریف علمی بهتر از *خوردگی*، تجزیه یک ماده مهندسی شده به اتم ‌های تشکیل دهنده آن به دلیل واکنش‌ های شیمیایی با محیط اطرافش است. این تعریف به معنی اکسیداسیون الکتروشیمیایی فلزات در واکنش با اکسید کننده هایی مانند اکسیژن است. تشکیل اکسید آهن به دلیل اکسیداسیون اتم ‌های آهن در محلول جامد، یکی از مثال ‌های شناخته شده ی خوردگی الکتروشیمیایی است، که به طور معمول به عنوان زنگ‌ زدگی شناخته می ‌شود. این نوع آسیب عموماً اکسید(های) و / یا نمک(های) فلز اصلی را تولید می ‌کند. خوردگی می ‌تواند به مواد دیگری غیر از فلزات، مانند سرامیک یا پلیمرها نیز اشاره داشته باشد، اگرچه در این زمینه، عبارت زوال[[58]](#footnote-58) رایج‌ تر است.

خوردگی می‌ تواند باعث ایجاد آسیب خطرناک و گران قیمت به همه چیز از جمله خودرو‌های شخصی، لوازم خانگی، لوله ‌های سیستم تأمین آب، پل ‌ها، ساختمان ‌ها و زیرساخت‌ ها شود. مطالعه دو ساله ای با نام "هزینه‌ها و راهبردهای پیشگیری از خوردگی در ایالات متحده" که در سال ۲۰۰۲ توسط اداره فدرال بزرگراه های آمریکا (FHWA)[[59]](#footnote-59) منتشر شد، نشان داد که کل هزینه مستقیم سالانه خوردگی در ایالات متحده حدود ۲۷۶ میلیارد دلار (حدود 1/3٪ تولید ناخالص داخلی یا GDP کشور) است. این مطالعه نشان داد که اگرچه مدیریت خوردگی در چند دهه گذشته بهبود یافته است، ولی ایالات متحده و کشورهای دیگر باید راه ‌های بهتر و بیشتری برای پیاده ‌سازی شیوه‌ های بهینه کنترل خوردگی پیدا کنند. مطالعات دیگری اخیرا که در چین، ژاپن، بریتانیا و ونزوئلا انجام شده ‌اند، نتایج مشابه یا حتی پرهزینه ‌تری را نشان داده ‌اند، که منجر به هزینه مستقیم بیش از 8/1 تریلیون دلاری در سراسر جهان شده است، که معادل ۳ تا ۴ درصد GDP کشورهای صنعتی است.

خوردگی به قدری شایع بوده، به شکل های گوناگون بروز می کند که هرگز نمی‌ توان جلوی وقوع آن و هزینه های مرتبط با را به طور کامل گرفت. با این حال، همه مطالعات برآورد می‌ کنند که در صورت استفاده از شیوه‌ های بهینه مدیریت خوردگی می توان ۲۵ تا ۳۰ درصد در هزینه‌ های سالانه خوردگی صرفه‌جویی کرد.

با بهره گیری از آخرین فناوری های کنترل خوردگی در طراحی اولیه تجهیزات، در ساخت، در همه سطوح فرآیندهای نگهداشت، تأمین مواد اولیه و انبارش، دستیابی به پیشگیری و کنترل خوردگی امکان پذیر است. هدف، کاهش خوردگی از طریق استفاده از شیوه ‌های طراحی و ساختی است که مسایلی مانند انتخاب مواد، پوشش‌ ها و عملیات سطحی، فرآیندهای تولید، مشخصات فرآیند، هندسه سیستم، محدودیت‌ های مواد، شرایط حدی محیطی، شرایط انبارش و آماده سازی، الزامات صیانت و بسته بندی و الزامات تعمیر، تعمیر اساسی و لوازم یدکی را پوشش دهند.

**کنترل و حفاظت از خوردگی**

چهار روش اصلی کنترل و حفاظت از خوردگی عبارتند از:

۱. مواد مقاوم به خوردگی

۲. پوشش ‌های محافظ

۳. حفاظت کاتدی

۴. بازدارنده های خوردگی[[60]](#footnote-60): اصلاح محیط عملیاتی

در بیشتر موارد، کنترل اثربخش خوردگی با ترکیب دو یا بیشتر از این روش‌ ها به دست می‌ آید. کنترل خوردگی باید در مرحله طراحی تأسیسات یا سیستم ‌ها مدنظر قرار گیرد. روش‌ های انتخاب شده باید متناسب با مواد استفاده شده، پیکربندی سیستم و نوع و شکل خوردگی مورد نظر باشند.

هیچ ماده‌ ای در همه محیط ‌ها در برابر خوردگی مصونیت ندارد. مواد باید متناسب با محیطی باشند که در آن استفاده می شوند. داده ‌های مقاومت به خوردگی برای ارزیابی تناسب ماده در یک محیط استفاده می ‌شوند.

پوشش‌ های محافظ پرکاربرد‌ترین روش کنترل خوردگی هستند. اصولا پوشش‌های محافظ، ابزاری برای جدا کردن سطوح مستعد خوردگی از عوامل محیطی هستند که باعث خوردگی می‌ شوند. با این حال به یاد داشته باشید که پوشش‌ های محافظ هیچ گاه نمی ‌توانند حفاظت ۱۰۰ درصدی از ۱۰۰ درصد سطح را فراهم کنند. اگر خوردگی محلی در نقطه ای که پوشش نقص دارد، احتمالاً باعث شکست سریع و فاجعه بار می‌ شود، باید اقدامات اضافی هم برای کنترل خوردگی انجام شود. پوشش‌ های محافظ زمانی که با روش‌ های دیگر کنترل خوردگی مانند حفاظت کاتدی یا خوردگی گالوانیک ترکیب می ‌شوند، بسیار مفید خواهند بود.

حفاظت کاتدی با عملکرد طبیعی سلول‌ های الکتروشیمیایی که مسؤول خوردگی هستند، مقابله می ‌کند. حفاظت کاتدی می ‌تواند به طور اثربخشی برای کنترل خوردگی سطوحی که در آب غوطه ور هستند یا در تماس با خاک هستند استفاده شود. حفاظت کاتدی در شکل کلاسیک خود نمی‌ تواند برای حفاظت از سطوحی استفاده شود که در معرض هوا هستند. با این حال، استفاده از پوشش‌ های فلزی آنودی مانند روی بر فولاد (گالوانیزه کردن) هم شکلی از حفاظت کاتدی است که روی سطوح در معرض هوا تأثیر دارد. دو روش اصلی برای تأمین جریان‌ های الکتریکی مورد نیاز جهت مقابله با عملکرد سلول الکتروشیمیایی وجود دارد.

روش اول، حفاظت کاتدی با آنودهای گالوانیک، از خوردگی فلزات فعّال مانند منیزیم یا روی برای تأمین جریان الکتریکی مورد نیاز استفاده می‌کند. در این روش، که به حفاظت کاتدی با آنود فداشونده یا حفاظت کاندی آنود گالوانیک هم معروف است، فلز فعّال در فرآیند حفاظت از سطوحی که کنترل خوردگی در آنها صورت می‌ گیرد، مصرف ‌شده، آنودها باید به ‌صورت دوره‌ ای تعویض شوند. در روش دوم، حفاظت کاتدی با جریان الکتریکی اعمال شده، منبع جریان الکتریکی مستقیمی، معمولا یک رکتیفایر که جریان متناوب را به جریان مستقیم تبدیل می ‌کند، برای تأمین جریان الکتریکی مورد نیاز استفاده می ‌شود. در این سیستم، مدار الکتریکی از طریق یک ماده ‌خنثای آنودی که در فرآیند مصرف نمی‌ شود، کامل می شود.

معمولا بهترین کاربرد حفاظت کاتدی برای حفاظت از مخازن ذخیره، به ‌ویژه مخزن زیرزمینی و همچنین سیستم ‌های لوله‌ گذاری است. براساس نوع سیال موجود در مخازنی که باید حفاظت شوند، از آنودهای گالوانیک یا جریان الکتریکی اعمال شده استفاده می شود. معمولاً سطوحی که باید با حفاظت کاتدی حفاظت شوند، با پوشش هم پوشیده می ‌شوند تا جریان مورد نیاز کمتر شده، عمر آنودهای گالوانیک افزایش یابد. آنودهای استفاده شده در حفاظت کاتدی برای مخازن باید به ‌صورت دوره‌ ای بازرسی و پس از مصرف جایگزین شوند.

یکی دیگر از روش‌ های کنترل خوردگی که اغلب نادیده گرفته می ‌شود، اصلاح محیط عملیاتی است. استفاده از خاک پر کننده در اطراف یک سازه مدفون، استفاده از بازدارنده ‌های خوردگی در نیروگاه ‌ها یا در سیستم ‌های خنک کننده موتورها و اصلاح سازه ها برای فراهم کردن زهکشی مناسب، همگی مثال‌ هایی از استفاده از این روش کنترل خوردگی هستند. با اینکه بهتر است استفاده از این روش در مرحله طراحی انتخاب شود، در برخی موارد، اقداماتی که با تغییر محیط، مشکلات خوردگی را برطرف می‌ کنند، پس از ساخته شدن سیستم هم قابل انجام هستند. شناسایی دقیق و تعیین مشخصات مشکلات خوردگی، اغلب فرصت‌ هایی را برای تغییر محیط به منظور کنترل خوردگی آشکار می ‌کند.

**12.7 مهندسی سیستم ها و مدیریت پیکربندی**

تصور کنید که تکنیسین فنی که برای تعمیر یک دارایی فرستاده ‌ایم، متوجه می ‌شود که قطعه یدکی جدید مناسب نیست یا اندازه پایه های موتور جدید (اندازه بدنه[[61]](#footnote-61)) با آنچه که در سیستم CMMS مستند شده است، تفاوت دارد. فرض کنید یک دستگاه خاص سفارش داده ‌ایم و پس از نصب، کاری را که باید انجام دهد، انجام نمی‌ دهد. در هر دو مورد، الزامات یا پیکربندی‌ های سیستم به درستی مستند نشده‌ یا به اشتباه تفسیر شده‌ اند. آیا چنین اتفاقی در کارخانه شما رخ داده است؟ اگر از شیوه ‌های مهندسی سیستم و مدیریت پیکربندی به درستی پیروی کرده بودیم، این گونه مشکلات را کاهش می ‌دادیم.

مهندسی سیستم ها (SE)[[62]](#footnote-62) یک فرآیند مدیریت مهندسی بین ‌رشته ‌ای است که از طریق تکامل و تأیید یک سری راه‌ حل‌ های سیستمی یکپارچه، متعادل و در طول چرخه‌ عمر، نیازهای مشتری را برآورده می ‌کند. مدیریت مهندسی سیستم ها از طریق یکپارچه‌ سازی سه دسته بندی عمده انجام می‌ شود:

• یک فاز توسعه محصول، که فرآیند طراحی را کنترل کرده، خطوط مبنا‌یی را برای هماهنگی تلاش های طراحی فراهم می ‌کند.

• یک فرآیند مهندسی سیستم ها، که ساختاری برای حل مشکلات طراحی فراهم کرده، جریان الزامات را از طریق فرآیند طراحی ردیابی می ‌کند.

• یکپارچه سازی چرخه عمر، که مشتریان را در فرآیند طراحی، ساخت و نصب (شامل راه ‌اندازی) مشارکت می دهد و تضمین می کند که محصول توسعه داده شده در طول عمر خود بادوام باشد.

مدیریت پیکربندی (CM)[[63]](#footnote-63)، یکی از اجزای مهندسی سیستم، یک مفهوم مهم برای ارائه محصولاتی است که نیازهای مشتری را برآورده کرده، مطابق اسناد طراحی تأیید شده ساخته می ‌شوند. مدیریت پیکربندی همچنین مستندسازی به روز رسانی سیستم را هم ردیابی و نگهداری می کند، که شامل نقشه‌ ها، دفترچه‌ های راهنما، رویه ‌های عملیات/نگهداشت، آموزش و غیره هستند.

CM روش مدیریت مؤثر چرخه عمر دارایی ‌ها و محصولات در کارخانه است. این روش هرگونه تغییر در شکل، اندازه و عملکرد دارایی را، بدون یک فرآیند منطقی و دقیق که تأثیر تغییرات پیشنهادی را بر هزینه چرخه عمر بررسی ‌کند، ممنوع می ‌کند.

**مهندسی سیستم ها (SE)**

واژه مهندسی سیستم ها به دهه ۱۹۴۰ در آزمایشگاه ‌های تلفن بل در آمریکا باز می ‌گردد. نیاز به شناسایی و مدیریت ویژگی ‌های یک سیستم به صورت یک کل - که در پروژه‌ های مهندسی پیچیده ممکن است با ویژگی‌ های اجزای آن تفاوت زیادی داشته باشد - باعث شد که وزارت دفاع آمریکا، سازمان فضایی آمریکا (NASA) و صنایع دیگر از این مفهوم استفاده کنند.

هدف از SE، ایجاد یک فرآیند نظام مند و انعطاف‌ پذیر است که الزامات را به مشخصات، معماری و خطوط مبنای پیکربندی[[64]](#footnote-64) تبدیل می‌ کند. این روش، کنترل و قابلیت ردیابی را، برای توسعه راه ‌حل‌ هایی که نیازهای مشتری را برآورده می ‌کنند، فراهم می ‌کند. دستیابی به یکپارچه سازی چرخه عمر، یکی از اجزای کلیدی فرآیند SE، از طریق توسعه یکپارچه - یعنی توجه همزمان به همه ی نیازهای چرخه عمر در طول فرآیند توسعه – امکان پذیر می‌ شود.

کارکردهای کلیدی اصلی مهندسی سیستم ها از سیستم (محصول) در مراحل زیر پشتیبانی می کنند:

**1. طراحی/توسعه.** این کارکرد شامل فعالیت‌ های مورد نیاز برای تکامل سیستم از نیازهای مشتری تا راه ‌حل ‌های محصول/فرآیند است.

**2. ساخت/تولید.** این کارکرد شامل ساخت سیستم‌ های منحصر به فرد و زیرسیستم‌ها است.

**۳. نصب و راه‌ اندازی.** این فعالیت‌ ها برای تحویل، نصب، بررسی، آموزش، بهره برداری و عملیاتی شدن سیستم، به منظور دستیابی به حداکثر قابلیت‌ های عملیاتی، ضروری هستند.

**۴. بهره برداری.** کاربر (صاحب سیستم) از سیستم ها به صورت ایمن و براساس طراحی بهره برداری می کند (و از انها استفاده نادرست نمی کند).

**۵. پشتیبانی/ نگهداشت.** این حوزه شامل فعالیت‌ های لازم برای ارائه پشتیبانی عملیاتی شامل نگهداشت، تدارکات و مدیریت مواد است.

**۶. اسقاط.** این فعالیت‌ ها برای اطمینان از این انجام می شوند که هنگام پایان عمر مفید دارایی یا سیستم، اسقاط آن به روشی انجام شود که با همه ی مقررات مربوطه سازگار باشد.

**۷. آموزش.** این فعالیت ‌ها برای دستیابی و حفظ سطوح دانش و مهارت‌ لازم برای بهره برداری، نگهداشت و سایر کارکرد‌های پشتیبانی لازم هستند.

**۸. تأیید.** این فعالیت ‌ها برای ارزیابی پیشرفت و اثربخشی فرآیندهای سیستم و اندازه ‌گیری تطابق مشخصات (الزامات) ضروری هستند.

مهندسی سیستم ها یک فرآیند مدیریتی استاندارد شده و منظم برای توسعه راه‌ حل‌ های سیستمی است. این فرآیند یک رویکرد نظام مند برای توسعه سیستم در محیط همراه با تغییر و عدم قطعیت فراهم می کند. همچنین، تضمین می کند که وظایف فنی صحیح در طول فرآیند توسعه، با برنامه ‌ریزی، پیگیری و هماهنگی انجام شوند. مهندسی سیستم ها فرآیند چرخه عمر "از گهواره تا گور" را پوشش می ‌دهد.

**مدیریت پیکربندی (CM)**

مدیریت پیکربندی حوزه ای از مدیریت است که روی ایجاد و حفظ سازگاری عملکرد محصول، ویژگی ‌های کارکردی و فیزیکی آن با الزاماتش، طراحی و اطلاعات عملیاتی آن در طول عمر محصول تمرکز دارد.

مدیریت پیکربندی در دهه ۱۹۵۰ توسط وزارت دفاع ایالات متحده به عنوان یک مفهوم مدیریت فنی توسعه یافت. این مفاهیم به طور گسترده ای در مدل‌ های مدیریت فنی بسیاری از جمله مهندسی سیستم ها، پشتیبانی تدارکات یکپارچه، یکپارچه سازی مدل بلوغ قابلیت ها (CMMI)[[65]](#footnote-65)، استاندارد ایزو 9000، روش مدیریت پروژه و مدیریت چرخه عمر محصول استفاده شده است.

مدیریت پیکربندی برای برقراری درکی از وضعیت دارایی ‌های پیچیده با نگاهی به حفظ بالاترین سطح قابلیت استفاده با کمترین هزینه کاربرد دارد. دارایی ‌های پیچیده مانند خودروها، هواپیما و تجهیزات سرمایه‌ ای بزرگ ممکن است از صدها تا هزاران قطعه تشکیل شده باشند. علاوه بر این، ابزارها، فیکسچر‌ها، گیج ها، قالب ها، تجهیزات تست و نرم‌ افزارهای کنترل مرتبط با آنها هم وجود دارند. تخمین زده می ‌شود که یک قطعه در طول عمر خود ممکن است ده یا بیشتر تغییر مهندسی را تجربه کند. در نتیجه، یک سازمان باید صد‌ها تا هزاران تغییر مهندسی را برای یک سیستم پیچیده ارزیابی و پردازش کند. به همین دلیل، به روز نگاه داشتن خطوط مبنا و مستندات نیازمند تلاش بسیاری است.

در طول چرخه عمر سیستم ‌ها، سازنده، تأمین کننده و مالک آنها باید تضمین کنند که پیکربندی طراحی شده، در هر زمانی الزامات کارکردی را برآورده کرده، سخت‌ افزار و نرم‌ افزار ارائه شده (پیکربندی چون ساخت[[66]](#footnote-66)) با پیکربندی طراحی تأیید شده مطابقت دارد. تأکید مدیریت پیکربندی باید در مرحله بهره برداری و نگهداشت هم ادامه یابد تا تضمین کند که همه مستندات به روز باشند. در نتیجه، مدیریت پیکربندی یک سیستم پیچیده به تلاش بسیار زیادی نیاز دارد. معمولا ممکن است سیستم ‌های کامپیوتری مانند CMMS/EAM/ERP برای پشتیبانی از مدیریت پیکربندی مورد نیاز باشند، تا سازمان در دریایی از کاغذ و امور اداری غیرضروری غرق نشود.

برنامه مدیریت پیکربندی یک سازمان شامل یک فرآیند ارزیابی است که دارایی ‌ها/سیستم ‌ها، نرم‌ افزارهای کامپیوتری و مستنداتی که قسمتی از برنامه مدیریت پیکربندی است را شناسایی، بررسی و انتخاب می ‌کند. همچنین، این فرآیند ارزیابی برای بررسی دوره‌ ای عناصر برنامه در طول عمر برنامه هم ارائه می ‌شود.

نمونه هایی از مدارک معمول در یک برنامه مدیریت پیکربندی شامل موارد زیر هستند:

1. توصیف سیستم

2. نقشه‌ ها

3. مطالعات و گزارش های ویژه، از جمله بازرسی ها یا تحقیقات ایمنی

4. رویه ‌ها، راهنماها و معیارهای پذیرش عملیات و نگهداشت

5. نقاط تنظیم ابزار دقیق و کنترل

6. مستندات تضمین کیفیت و کنترل کیفیت

7. دفترچه‌ های راهنمای تأمین‌کننده / فروشنده

8. الزامات، کدها و استانداردهای قانونی

9. اصلاحات، شامل پروژه های سرمایه‌ ای

10. لیست قطعات و اجزا

11. مشخصات و اطلاعات سفارش خرید برای دارایی‌ های بزرگ و حیاتی

12. سوابق عملکرد و نگهداشت دارایی/سامانه

13. سوابق صلاحیت جوشکاری

14. سوابق بازرسی های مخازن تحت فشار / یکپارچگی سیستم ها

15. معیارها/الزامات طراحی

16. سوابق آموزش عملیات/نگهداشت

مستندات و سوابق باید به صورت پیوسته به روزرسانی شوند تا همه ی تغییرات تأیید شده ثبت شده، در مستندات خروجی مانند نقشه ‌ها، توصیف های سیستم، مشخصات و رویه‌ ها به دقت بازتاب داده شوند.

توجه: پیاده سازی برنامه مدیریت پیکربندی به منابع قابل توجهی نیاز خواهد داشت. بنابراین، سازمان ‌ها باید براساس پیچیدگی دارایی ها، میزان حساسیت آنها و ارزیابی مقدار ارزش افزوده حاصل از مدیریت پیکربندی، تصمیم‌ بگیرند که چه مستندات و سوابقی باید جزو برنامه مدیریت پیکربندی باشند.

برنامه مدیریت پیکربندی به انطباق با استانداردهای ایزو 9000، ایزو 31000، ایزو 55000 و غیره هم کمک می ‌کند. این برنامه تضمین می کند که سازمان در طول دوره عمر عملیاتی خود پیکربندی مناسبی داشته، مستندات آن مناسب و به روز باشند. مدیریت پیکربندی بر کل سازمان تأثیر دارد. هر کارخانه و تأسیساتی باید یک برنامه مدیریت پیکربندی اثربخش داشته باشد تا اثرات منفی تغییرات کنترل و مستند نشده در پیکربندی دارایی‌ هایش را از بین برده، یا کاهش دهد. اجرای یک فرآیند منطقی و منظم برای ارزیابی، طراحی، تهیه، پیاده سازی، بهره برداری و نگهداشت اصلاحات روی دارایی‌ های بزرگ و حیاتی، بیشتر هزینه ‌های اضافی نگهداشت را که بر اثر سوابق ضعیف ایجاد می ‌شوند، حذف می‌ کند.

**12.8 استانداردها و استانداردسازی**

• اینچ یا میلیمتر یک استاندارد اندازه ‌گیری است.

• کلمات، استانداردهای ارتباطی هستند.

• چراغ‌ های راهنمایی، استاندارد ایمنی هستند.

• اعداد اکتان بنزین، استانداردهای کیفیتی هستند.

• "حداکثر 1٪ جمع‌شدگی" یک استاندارد عملکردی است.

اینها تنها چند نمونه از استانداردسازی و کاربرد استانداردها هستند. استانداردسازی تأثیر قابل توجهی بر زندگی ما دارد، ولی بیشتر ما دانش کمی درباره ی فرآیند استانداردسازی یا خود استانداردها داریم. آیا فیلم های دوربین عکاسی با علامت ایزو 100، 200 و غیره را دیده اید؟ می ‌دانیم که فیلم دوربین عکاسی با علامت ایزو 200 اگر در دوربینی با سرعت فیلم تنظیم شده روی 200 استفاده شود، احتمالاً نتایج خوبی خواهد داشت. ولی کمتر کسی می داند که علامت ایزو 200 روی بسته بندی آن به معنای این است که این فیلم با استانداردی مطابقت دارد که توسط سازمان بین ‌المللی استانداردسازی (ISO)، یک سازمان بین‌ المللی که استانداردها را تدوین می ‌کند، منتشر شده است.

**استاندارد چیست؟**

کمیته مشورتی خط مشی استانداردهای ملی آمریکا، استاندارد را به صورت زیر تعریف می کند:

*"مجموعه‌ معینی از قوانین، شرایط یا الزامات مربوط به تعریف اصطلاحات؛ طبقه‌ بندی اجزا؛ مشخصات مواد، عملکرد یا عملیات؛ شرح و توصیف رویه ‌ها؛ یا اندازه ‌گیری کمیت و کیفیت در توصیف مواد، محصولات، سیستم‌ ها، خدمات یا روش‌ها"*

به زبان ساده، یک استاندارد یک قاعده یا الزام است که با اجماع نظرات کاربران تعیین می ‌شود و بهترین معیارهای پذیرفته شده (از نظر تئوری) را برای یک محصول، فرآیند، آزمایش یا رویه تعیین می ‌کند. مزایای کلی یک استاندارد، ایمنی، کیفیت و قابلیت اطمینان، قابلیت تعویض قطعات یا سیستم ‌ها و سازگاری در سراسر مرزهای بین‌المللی است.

**تاریخچه استانداردها**

معروف است که استانداردها از ۷۰۰۰ سال پیش از میلاد وجود داشته ‌اند، زمانی که سنگ‌ های استوانه ‌ای به عنوان واحدهای وزن در مصر استفاده می‌ شدند. یکی از نخستین تلاش‌ های شناخته شده برای استانداردسازی در جهان غرب در سال ۱۱۲۰ میلادی رخ داد. هنری اول پادشاه انگلیس دستور داد که ال[[67]](#footnote-67)، یعنی یارد باستانی، باید دقیقاً برابر طول بازوی او بوده، به عنوان واحد استاندارد طول در پادشاهی او استفاده شود.

تاریخ نشان می ‌دهد که در سال ۱۶۸۹، پدران بنیان گذار شهر بوستون نیاز به استانداردسازی را درک کردند؛ آنها قانونی را تصویب کردند که ساخت آجر با هر ابعادی به جز 4×4×9 را به عنوان جرم مدنی تلقی می کرد. شهر تازه به دلیل آتش سوزی ویران شده بود؛ پدران شهر متوجه شدند که رعایت مجموعه ای از استانداردها تضمین خواهد کرد که ساختن دوباره ی شهر با کمترین هزینه مالی و با سریع ترین روش ممکن انجام شود.

با ظهور انقلاب صنعتی در قرن نوزدهم، افزایش تقاضا برای حمل و نقل کالاها از محلی به محل دیگر، منجر به ایجاد روش‌ های پیشرفته حمل و نقل شد. اختراع راه‌ آهن، یک وسیله سریع، اقتصادی و مؤثر برای ارسال محصولات در سراسر کشور بود. این کار برجسته با استانداردسازی خطوط راه آهن انجام شد؛ که در اثر آن فاصله بین دو ریل روی راه ‌آهن به مقدار ثابت و یکنواختی تعیین شد. تصور کنید چه آشوب و اتلاف وقتی برای قطاری که از نیویورک حرکت می ‌کرد، ایجاد می ‌شد اگر مجبور بود در سنت لوییس تخلیه شود، چون ریل‌ های راه‌ آهن با چرخ‌ های قطار هم‌ خوانی نداشتند. در ابتدای حرکت قطارها در آمریکا، این مشکل باعث اختلال در حمل و نقل شد. دولت در همکاری با شرکت های راه آهن‌، استفاده از رایج ترین خط راه ‌آهن در آمریکای آن زمان را ترویج داد، که طول آن ۴ فوت و ۸ و نیم اینچ بود و از انگلستان وارد شده بود. این شکل خط آهن برای استفاده در راه ‌آهن سراسری در سال ۱۸۶۴ الزامی و تا سال ۱۸۸۶ به استاندارد آمریکا تبدیل شد.

در سال ۱۹۰۴، یک آتش‌ سوزی در زیرزمین ساختمان شرکت جان هرست در بالتیمور رخ داد. پس از اینکه آتش کل ساختمان را فرا گرفت، به ساختمان ‌های اطراف هم گسترش یافت و در نهایت بیش از ۸۰ بلوک از شهر را در بر گرفت. برای کمک به مبارزه با آتش، بلافاصله نیروهای کمکی از نیویورک، فیلادلفیا و واشنگتن وارد شدند، ولی نتوانستند آتش را مهار کنند. شیلنگ ‌های آتش‌ نشانی آنها قابلیت اتصال به هیدرانت‌ های آتش‌ نشانی بالتیمور را نداشت، زیرا اندازه آنها با اندازه هیدرانت های بالتیمور سازگار نبود. این موضوع باعث شد که آتش‌ سوزی گسترش یابد و حدود ۲۵۰۰ ساختمان را در بالتیمور نابود کرده، بیش از ۳۰ ساعت به طول بینجامد.

مشخص بود که باید یک استاندارد ملی جدید برای پیشگیری از وقوع اتفاقات مشابه در آینده توسعه داده شود. تا آن زمان، شهرداری هر شهری مجموعه استانداردهای منحصر به فرد خود را برای تجهیزات آتش‌ نشانی داشت. در نتیجه‌، تحقیقاتی درباره ی بیش از ۶۰۰ کوپلینگ شیلنگ آتش‌ نشانی در سراسر کشور انجام و یک سال بعد یک استاندارد ملی برای تضمین یکنواختی تجهیزات آتش‌ نشانی و ایمنی در سراسر آمریکا ایجاد شد.

این اتفاق، آغاز استانداردسازی و توسعه استانداردها در قرن بیستم برای پشتیبانی از قابلیت تعویض قطعات، اجزا و ایمنی بود. در سال ۱۹۱۸، مؤسسه ملی استانداردهای آمریکا (ANSI)[[68]](#footnote-68) به عنوان یک سازمان غیرانتفاعی، با حمایت برخی از انجمن ‌های تخصصی مانند ASME، IEEE، ASCE، ASTM وغیره تأسیس شد تا به توسعه استانداردها کمک کند.

**امروزه استانداردها چگونه تهیه می شوند؟**

اکثر استانداردها توسط کمیته‌ های داوطلبی توسعه داده می ‌شوند که شامل اعضایی از صنعت، دولت و عموم مردم هستند. در ایالات متحده آمریکا، ANSI به عنوان "سازمان مادر" عمل کرده، به هماهنگی داوطلبان کمک کرده، تضمین می کند که فرآیند توسعه استانداردها روی چهار مسأله اصلی تأکید می ‌کند: الزامات مربوط به پردازش، رویه‌ های پژوهش، ملاحظات الزامی رأی یا نظرات منفی و پشتیبانی از "تعادل کمیته". تعادل زمانی به ‌دست می ‌آید که همه طرف‌ هایی که نفعی در نتیجه استاندارد دارند، فرصتی برای مشارکت داشته باشند و هیچ کدام از طرف‌ ها نتوانند به تنهایی روی نتیجه نهایی غلبه پیدا کنند.

در حال حاضر تنها در آمریکا، حدود ۳۰٬۰۰۰ استاندارد داوطلبانه توسعه داده شده است که توسط بیش از ۴۰۰ سازمان تهیه شده ‌اند. بسیاری از این سازمان ‌ها، که به عنوان سازمان‌ های توسعه استانداردها (SDO)[[69]](#footnote-69) شناخته می ‌شوند، جوامع تخصصی یا سازمان ‌های غیرانتفاعی مانند ANSI، ASME، ASTM، IEEE، UL و غیره هستند. تعداد خیلی بیشتری هم از مشخصات تدارکات (تهیه شده و استفاده شده توسط مقامات تدارکات فدرال، ایالاتی و محلی) وجود دارد، همچنین کدها، قوانین و مقررات اجباری شامل استانداردهای تهیه و تصویب شده در سطح فدرال، ایالتی و محلی هم از این دسته هستند. علاوه بر این، تعداد بسیار زیادی از سازمان‌ های خارجی ملی، منطقه ‌ای و بین ‌المللی هم استانداردهایی تولید می ‌کنند که برای سازندگان و صادرکنندگان آمریکایی جالب و حائز اهمیت هستند.

**مزایا و انواع استانداردها**

ما از استانداردها برای دستیابی به سطح ایمنی، کیفیت و یکنواختی در محصولات و فرآیندهایی استفاده می‌ کنیم که بر زندگی ما تأثیر می‌ گذارند. به طور خلاصه، استانداردها زندگی ما را ایمن ‌تر، آسان‌ تر و بهتر می‌ کنند. همچنین، استانداردها ابزارهای حیاتی صنعت و تجارت هستند. آنها اغلب پایه ای برای معاملات خریدار - فروشنده فراهم می ‌کنند؛ بنابراین، تأثیر شگرفی روی سازمان‌ ها و کشورها و حتی بر پایه اقتصادی بازار جهانی دارند.

استانداردها ابزار قدرتمندی برای سازمان‌ها در هر اندازه ای بوده، از ابتکار و بهبود بهره ‌وری پشتیبانی می‌ کنند. استانداردسازی اثربخش، رقابت قوی را ترویج کرده، سودآوری را افزایش داده، به کسب و کارها این قابلیت را می‌دهد که نقش پیشرو را در شکل ‌دهی به صنعت خود بر عهده بگیرند. استانداردها به سازمان‌ها اجازه می ‌دهند:

• راهکارهای برتر را پیاده ‌سازی و حفظ کنند

• از ایمنی افراد و محیط زیست پشتیبانی کنند

• بهره ‌وری را بهبود دهند - هزینه‌ها را کاهش دهند

• مشتریان را جذب و مجاب کنند

• به رهبری بازار برسند

• مزیت رقابتی ایجاد کنند

استانداردها را می ‌توان در دو دسته زیر طبقه ‌بندی کرد:

• مشخصات - کدها

• بهبود فرآیند – مدیریت

مشخصات / کدها به استانداردسازی قطعات و اجزا برای ایجاد قابلیت تعویض و ایمنی محصولات کمک می‌ کنند. بهبود فرآیند مربوط به مدیریت فرآیندها است. ما همه با استاندارد مدیریت کیفیت ایزو 9000 آشنا هستیم. این استاندارد می‌ تواند برای مدیریت هر فرآیندی استفاده شود. این استاندارد در دهه ۱۹۷۰ توسعه داده شد؛ از آن زمان به بعد، نسخه ‌های بسیاری از آن ارائه شده و به عنوان استاندارد مدیریتی در سراسر جهان پذیرفته شده است. در حال حاضر، سری ۹۰۰۰ استانداردهای مدیریتی شامل موارد زیر است:

• ایزو 9000: 2005 *سیستم‌ های مدیریت کیفیت - اصول و واژگان*

• ایزو 9001: 2008 *سیستم‌ های مدیریت کیفیت - الزامات*

• ایزو 9004: 2009 *مدیریت برای موفقیت پایدار یک سازمان - یک رویکرد مدیریت کیفیت*

ایزو 9001: 2008 استاندارد کلیدی است که شامل الزامات است. این استاندارد شامل بخش ‌های کلیدی زیر است:

• بخش ۱: *محدوده*

• بخش ۲: *استاندارد مرجع*

• بخش ۳: *واژگان و تعاریف* (مخصوص ایزو 9001، نه ایزو 900)

• بخش ۴: *سیستم مدیریت کیفیت*

• بخش ۵: *مسؤولیت مدیریت*

• بخش ۶: *مدیریت منابع*

• بخش ۷: *ایجاد محصول*

• بخش ۸: *اندازه ‌گیری، تحلیل و بهبود*

در واقع، کاربران باید همه ی بخش‌ های ۱ تا ۸ را مورد توجه قرار دهند، ولی تنها بخش ‌های ۴ تا ۸ باید در یک سیستم مدیریت کیفیت پیاده سازی شوند.

اگرچه ایزو 9001 به عنوان استاندارد سیستم مدیریت کیفیت شناخته می‌ شود، ولی با مقداری متناسب سازی، می ‌توان آن را برای هر فرآیندی مانند تدارکات - زنجیره تأمین، طراحی و مدیریت دارایی ‌ها اعمال کرد. برخی سازمان ‌ها مانند اتحادیه آزمایش های هوافضایی (ATA)[[70]](#footnote-70) در مرکز توسعه مهندسی (تست) آرنولد [[71]](#footnote-71)(AEDC) و ژاکوبز، ایزو 9001 را به طور موفقیت آمیزی در همه ی فرآیندهای کاری خود، از جمله مدیریت دارایی‌ها، پیاده سازی کرده ‌اند.

با این حال، بسیاری از متخصصان حوزه نگهداشت و مدیریت دارایی در سراسر جهان معتقدند که در زمینه استانداردهای مدیریت دارایی، شکافی وجود دارد. یک تلاش بین ‌المللی برای پشتیبانی و توسعه یک استاندارد بین ‌المللی برای مدیریت دارایی به نام ایزو 55000 در حال انجام است. این خانواده از استانداردها شامل سه استاندارد زیر است:

ایزو 55000: مدیریت دارایی – مرور کلی، اصول و واژگان فنی

ایزو 55001: مدیریت دارایی - سیستم‌ های مدیریت - الزامات

ایزو 55002: مدیریت دارایی - سیستم‌ های مدیریت - راهنمای استفاده از ایزو 55001

هدف کلی این سه استاندارد بین ‌المللی، ارائه مجموعه ای یکپارچه از اطلاعات در زمینه سیستم ‌های مدیریت دارایی است که:

1. کاربران این استانداردها را قادر می ‌سازد تا مزایا، مفاهیم کلیدی و اصول دارایی، مدیریت دارایی و سیستم ‌های مدیریت دارایی را درک کنند.

2. واژگانی را که در این زمینه استفاده می ‌شود، هماهنگ می کند.

3. کاربران را قادر می‌ سازد تا حداقل الزامات یک سیستم مدیریت اثربخش برای مدیریت کردن دارایی ‌های خود را بشناسند و درک کنند.

4. روشی برای ارزیابی چنین سیستم ‌های مدیریتی فراهم می ‌کند (هم توسط خود کاربران و هم از طریق طرف های خارجی).

5. راهنمایی هایی برای پیاده سازی حداقل الزامات فراهم می ‌کند.

محدوده ‌های خاص هر استاندارد عبارتند از:

• ایزو 55000 برای ارائه یک دید کلی از حوزه مدیریت دارایی است، شامل توضیح و تبیین اهمیت مفاهیم و اصول کلیدی مرتبط با مدیریت دارایی و سیستم ‌های مدیریت دارایی، همچنین تعریف واژگان مورد نیاز در این رشته.

• ایزو 55001 برای تعریف "الزامات" برای توسعه، حفظ و بهبود سیستم مدیریت برای مدیریت کردن دارایی‌ های سازمان به منظور دستیابی به اهداف استراتژیک اعلام شده، طراحی شده است.

• ایزو 55002 برای ارائه راهنمایی هایی برای اجرای الزامات مشخص شده در ایزو 55001 طراحی شده است. در این استاندارد، شرایط و تفاوت ‌های محیطی که می‌ توانند بر استفاده از اصول و الزامات عمومی مدیریت دارایی تأثیر بگذارند، بحث و توضیح داده می ‌شود و راهنماهایی برای ایجاد، پیاده سازی، حفظ و بهبود یک سیستم مدیریت برای مدیریت دارایی و هماهنگی آن با سایر سیستم ‌های مدیریتی فراهم می‌شود.

در حال حاضر، استانداردهای زیر مرتبط با مدیریت دارایی و تجهیزات کارخانجات/تأسیسات هستند؛ اجرای آنها می‌ تواند بهبود عملکرد کلی را به ارمغان آورد:

• ایزو 9000: 2008 مدیریت کیفیت

• PAS 55 مدیریت دارایی (راهنماها / مشخصات)

• سری استانداردهای ایزو 55000 مدیریت دارایی (در حال توسعه)

• ایزو 50001: 2011 مدیریت انرژی

• ایزو 31000: 2009 مدیریت محیط زیست

• ایزو 18000: 2009 مدیریت ریسک

یک استاندارد خاص مدیریت دارایی می‌ تواند به سازمان ‌های نگهداشت و قابلیت اطمینان در تعیین استانداردهای فرآیندهای خود کمک کرده، آنها را به عنوان رهبران در صنعت نگهداشت و قابلیت اطمینان قرار دهد.

**12.9 خلاصه**

آگاهی از روندها و راهکارهای برتر نوآورانه، به کسب و کارها را اجازه می دهد تا فرآیندهای خود را به طور مستمر بهبود دهند و رقابتی بمانند. تعداد کمی از این روندها و شیوه‌های نوآورانه در این فصل بررسی شده‌ اند: انرژی و پایداری، ایمنی (شامل ایمنی قوس الکتریکی)، مدیریت ریسک، کنترل خوردگی، مهندسی سیستم ها / مدیریت پیکربندی و استانداردها.

توسعه پایدار، به عنوان "انواع پیشرفت که نیازهای حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی نسل ‌های آینده در تأمین نیازهای خود برآورده می ‌کنند" تعریف شده، به سه موضوع گسترده، یعنی "ستون‌ های" اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی اشاره دارد. پایداری همچنین با کاهش مصرف انرژی توسط یک شرکت همراه است. به دلیل اینکه هزینه ‌های انرژی می ‌تواند تأثیر قابل توجهی بر عملکرد مالی کسب و کارها داشته باشد، باید اقدامات کاهش مصرف انرژی توسط شرکت‌ ها انجام شود، زیرا قیمت انرژی به طور مداوم در حال افزایش است؛ همچنین باید به دنبال پروژه‌ های نوآورانه سبز و کاربردهای آنها در شرکت یا صنعت خود باشید.

متخصصان قابلیت اطمینان و ایمنی مشاهده کرده ‌اند که کارخانجات قابل اطمینان، کارخانجات ایمنی هم هستند و کارخانجات ایمن، کارخانجات قابل اطمینانی هستند و ترکیب آنها کارخانجات سودآور را تشکیل می‌ دهد. بنابراین، هر شرکتی که سعی دارد به تعالی در نگهداشت و قابلیت اطمینان برسد، باید اهمیت ایجاد یک فرهنگ بر پایه ایمنی در سراسر سازمان خود را در نظر گرفته، با پرورش رفتار ایمنی در میان همه ی تیم رهبری خود شروع کند. یک حوزه خاص ایمنی که ارزش تأکید دارد، حوزه قوس الکتریکی است که قابلیت ایجاد تأثیر منفی روی تأسیسات و به خطر انداختن ایمنی کارکنان را دارد و باید اقدامات پیشگیرانه برای آن ارزیابی و پیاده سازی شود.

ریسک به عنوان پتانسیلی تعریف می شود که یک عمل یا فعالیت انتخابی منجر به اتلاف، رویداد یا نتیجه نامطلوب می‌شود. همه ما در زندگی روزمره خود، هم در محیط کاری و هم زندگی شخصی‌مان، ریسک‌ هایی را می پذیریم. مدیریت ریسک، بیشتر و بیشتر، به عنوان تکنیکی شناخته می شود که هم به جنبه های مثبت و هم به جنبه های منفی ریسک‌ها توجه می‌کند. مدیریت ریسک باید یک فرآیند پیوسته در حال توسعه باشد که در سراسر استراتژی سازمان و پیاده سازی آن استراتژی اجرا شده، با یک سیاست مؤثر در فرهنگ سازمان ادغام شده باشد. رویکردهای مدیریت ریسک را می‌ توان به چهار دسته اصلی تقسیم کرد: اجتناب (حذف یا انجام ندادن آن فعالیت)، کنترل (بهینه کردن یا کاهش دادن ریسک)، پذیرش (پذیرش و بودجه‌ بندی / برنامه ‌ریزی) و انتقال (تقسیم ریسک یا برون سپاری آن). باید یک برنامه مدیریت ریسک تهیه شود تا کنترل ‌های امنیتی قابل اجرا و اثربخشی برای مدیریت ریسک‌ ها پیشنهاد دهد.

خوردگی پدیده‌ ای طبیعی است که به طور معمول به عنوان استهلاک یک ماده، معمولاً یک فلز، یا ویژگی‌ های آن به دلیل واکنش با محیط اطرافش، تعریف می ‌شود. خوردگی می ‌تواند باعث آسیب خطرناک و پر هزینه به همه چیز شود و به قدری شایع است که در شکل های گوناگونی ظاهر شده، هرگز به طور کامل حذف نخواهد شد. با این حال، مطالعات تخمین زده اند که می توان با استفاده از شیوه ‌های بهینه مدیریت خوردگی، 25 تا 30 درصد در هزینه های سالانه خوردگی صرفه‌ جویی کرد. برای کنترل و حفاظت از خوردگی، چهار روش اساسی وجود دارد: مواد مقاوم به خوردگی، پوشش‌ های محافظ، حفاظت کاتدی و بازدارنده ‌های خوردگی برای اصلاح محیط عملیاتی. در بیشتر موارد، کنترل خوردگی اثربخش با ترکیب دو یا بیشتر از این روش‌ ها به دست می‌ آید. همچنین، مدیریت خوردگی باید در مرحله طراحی تأسیسات یا سیستم در نظر گردیده شود. روش‌ های انتخابی باید با مواد استفاده شده، با پیکربندی‌ها و با انواع و اشکال خوردگی که باید کنترل شوند، متناسب باشد.

مهندسی سیستم ها و مدیریت پیکربندی، تکنیک‌ هایی هستند که نه تنها برای محصولاتی که تولید می ‌شوند، بلکه برای دارایی ‌ها / سیستم ‌هایی که توسط یک سازمان نگهداری می ‌شوند، هم باید در نظر گرفته شوند. مهندسی سیستم ها (SE) یک فرآیند مدیریت مهندسی میان رشته ‌ای است که با تکامل و صحه گذاری روی مجموعه متعادلی از راه حل‌ های سیستمی یکپارچه و متناسب با چرخه عمر، نیازهای مشتریان را برآورده می‌ کند. مدیریت پیکربندی (CM)، که یکی از اجزای مهندسی سیستم ها است، یک مفهوم مهم برای ارائه محصولاتی است که الزامات مشتری را برآورده کرده، براساس مستندات طراحی تأیید شده ساخته می شوند. به علاوه، این مفهوم همه مستندات مناسب سیستم را ردیابی و به‌ روز رسانی می‌ کند.

استانداردها، قوانین یا الزاماتی هستند که با اجماع نظرات کاربران تعیین شده، بهترین معیارهای پذیرفته شده (از نظر تئوری) را برای یک محصول، فرآیند، آزمون یا روش تعیین می‌ کنند. مزایای کلی یک استاندارد شامل ایمنی، کیفیت، قابلیت اطمینان، قابلیت تعویض قطعات یا سیستم ‌ها و همسانی در سراسر مرزهای بین‌ المللی هستند. بیشتر استانداردها توسط کمیته‌ هایی از افراد داوطلب توسعه داده می‌ شوند که شامل اعضایی از صنعت، دولت و جامعه هستند. استانداردسازی اثربخش، رقابت قوی را ترویج کرده، سودآوری را افزایش داده، کسب و کارها را قادر می‌ سازد نقش پیشگام را در شکل ‌دهی به صنعت خود بازی کنند. یک استاندارد خاص مدیریت دارایی به سازمان‌ های نگهداشت و قابلیت اطمینان کمک خواهد کرد تا استانداردهای فرآیندهای خود را ایجاد کرده، در این صنعت رهبر شوند.

بررسی بیشتری ضروری است تا مشخص شود که هر یک از این تکنیک‌ ها چگونه روی کسب‌ و کار یا صنعت خاص شما اعمال می ‌شود؛ تا بفهمید که، اگر شرکت شما در فعالیت ‌هایی حضور دارد که هر یک از این تکنیک‌ ها در آن قابل استفاده است، چگونه این روندها و شیوه ها را به کار ببندید.

**12.10 پرسش های خودآزمایی**

پ ۱۲.۱ پایداری را تعریف کنید. چرا پابداری برای سازمان ‌ها مهم است؟

پ ۱۲.۲ چه استراتژی‌ های بهبود فرآیندی می‌ توانند برای کاهش مصرف انرژی کارخانه استفاده شوند؟

پ ۱۲.۳ چهار دسته بزرگ تجهیزات/سیستم ها، که طبق تعریف وزارت انرژی آمریکا، بیشترین انرژی را در صنعت مصرف می‌ کنند را شرح دهید.

پ ۱۲.۴ به طور کلی، صورتحساب برق به چه نوع هزینه ‌هایی تقسیم می‌ شود؟ برای کمینه کردن کل هزینه ‌ی انرژی برق چه کاری می ‌توان انجام داد؟

پ ۱۲.۵ دسته ‌های اصلی ریسک هایی که یک محصول (دارایی) یا پروژه ممکن است با آن مواجه شود را تعریف کنید.

پ ۱۲.۶ چرا مدیریت پیکربندی مهم است؟ کاربرد آن را در حوزه مدیریت دارایی - نگهداشت، بررسی کنید.

پ ۱۲.۷ چه استراتژی ‌هایی برای کاهش تأثیر خطرات قوس الکتریکی استفاده می ‌شوند؟

پ ۱۲.۸ چرا از استانداردها استفاده می‌ کنیم؟ چگونه می‌ توان آنها را طبقه ‌بندی کرد؟

پ ۱۲.۹ هدف خانواده استانداردهای ایزو 55000 چیست؟

1. American National Standard Institute [↑](#footnote-ref-1)
2. Configuration [↑](#footnote-ref-2)
3. Configuration Management [↑](#footnote-ref-3)
4. Hazard [↑](#footnote-ref-4)
5. Leadership in Energy and Environmental Design [↑](#footnote-ref-5)
6. Mishap [↑](#footnote-ref-6)
7. Mitigation [↑](#footnote-ref-7)
8. Personnel Protection Equipment [↑](#footnote-ref-8)
9. Validation [↑](#footnote-ref-9)
10. Verification [↑](#footnote-ref-10)
11. resilient [↑](#footnote-ref-11)
12. carpooling [↑](#footnote-ref-12)
13. این مقررات و شیو ها مربوط به دولت ایالات متحده آمریکا است (مترجم). [↑](#footnote-ref-13)
14. greenhouse gas [↑](#footnote-ref-14)
15. National Association of Manufacturers [↑](#footnote-ref-15)
16. buffer capacity [↑](#footnote-ref-16)
17. Variable Air Volume systems [↑](#footnote-ref-17)
18. biomass [↑](#footnote-ref-18)
19. Green Building Initiative [↑](#footnote-ref-19)
20. U.S. Green Building Council [↑](#footnote-ref-20)
21. Robert K. Watson [↑](#footnote-ref-21)
22. Green Building Certification Institute [↑](#footnote-ref-22)
23. Green Building Rating Systems™ [↑](#footnote-ref-23)
24. Ron Moore [↑](#footnote-ref-24)
25. Uptime [↑](#footnote-ref-25)
26. Batson, Ray, and Quan [↑](#footnote-ref-26)
27. Reliability Magazine [↑](#footnote-ref-27)
28. Rosanne Danner [↑](#footnote-ref-28)
29. Kimberly-Clark [↑](#footnote-ref-29)
30. Harley-Davidson [↑](#footnote-ref-30)
31. General Mills [↑](#footnote-ref-31)
32. Milliken [↑](#footnote-ref-32)
33. Jacobs Engineering [↑](#footnote-ref-33)
34. International Maintenance Conference [↑](#footnote-ref-34)
35. Bart Jones [↑](#footnote-ref-35)
36. ATA-Jacobs [↑](#footnote-ref-36)
37. Arnold Engineering and Development (Test) Center [↑](#footnote-ref-37)
38. Arc Flash [↑](#footnote-ref-38)
39. National Fire Protection Association [↑](#footnote-ref-39)
40. full-blown explosion [↑](#footnote-ref-40)
41. short cut [↑](#footnote-ref-41)
42. Personal Protective Equipment [↑](#footnote-ref-42)
43. convective [↑](#footnote-ref-43)
44. National Electric Code [↑](#footnote-ref-44)
45. Protective Clothing [↑](#footnote-ref-45)
46. fault current [↑](#footnote-ref-46)
47. set points [↑](#footnote-ref-47)
48. zone interlocking [↑](#footnote-ref-48)
49. Project Management Institute [↑](#footnote-ref-49)
50. risk retention [↑](#footnote-ref-50)
51. risk transfer [↑](#footnote-ref-51)
52. Avoidance [↑](#footnote-ref-52)
53. Control [↑](#footnote-ref-53)
54. Accept [↑](#footnote-ref-54)
55. Transfer [↑](#footnote-ref-55)
56. هالون یک گاز اطفای حریق تمیز است که پس از تبخیر، پسماندی باقی نمی گذارد – تعریف NFPA {مترجم} [↑](#footnote-ref-56)
57. Operational Risk Management [↑](#footnote-ref-57)
58. degradation [↑](#footnote-ref-58)
59. U.S. Federal Highway Administration [↑](#footnote-ref-59)
60. Corrosion Inhibitors [↑](#footnote-ref-60)
61. frame size [↑](#footnote-ref-61)
62. Systems Engineering [↑](#footnote-ref-62)
63. Configuration Management [↑](#footnote-ref-63)
64. configuration baselines [↑](#footnote-ref-64)
65. Capability Maturity Model Integration [↑](#footnote-ref-65)
66. as-built [↑](#footnote-ref-66)
67. ell [↑](#footnote-ref-67)
68. American National Standards Institute [↑](#footnote-ref-68)
69. Standards Development Organizations [↑](#footnote-ref-69)
70. Aerospace Testing Alliance [↑](#footnote-ref-70)
71. Arnold Engineering Development (Test) Center [↑](#footnote-ref-71)