



جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

کتابچه آموزش شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک برای مسئولین ایمنی کارگاهها



مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
سال ۱۳۹۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مَنْ قَتَلَ نَفْسًا بِغَيْرِ نَفْسٍ أَوْ فَسَادٍ فِي الْأَرْضِ فَكَأَنَّمَا قَتَلَ النَّاسَ جَمِيعًا
وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا

هر کس، باعث مرگ انسانی به ناحق گردد، چنان است که گویی همه انسانها را کشته،
و هر کس انسانی را از مرگ رهایی بخشد، چنان است که گویی همه مردم را زندگی بخشیده است
(سوره مائده آیه ۳۲).

صفحه	فهرست مطالب
۴	مقدمه
۵	مفاهیم و تعاریف و اصطلاحات
۸	جایگاه و هدف شناسایی خطرات کار در ارزیابی ریسک
۱۳	تشریح متدولوژی ریسک
۱۳	محاسبه و اندازه گیری مقدار ریسک
۱۸	مراحل ارزشیابی و مدیریت ریسک
۲۲	شناسایی خطرات
۲۷	عوامل موثر بر انتخاب روش ارزیابی ریسک
۲۸	کنترل ریسک
۲۹	سلسله مراتب اقدامات کنترلی
۳۰	روش های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک
۳۱	تکنیک تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی (JSA)
۳۵	تکنیک ویلیام – فاین
۳۶	روش تحلیل مقدماتی خطر (PHA)
۳۷	تکنیک آنالیز حالات بالقوه شکست و آثار آن (FMEA)
۴۳	تکنیک HAZOP

مقدمه

با افزایش فعالیت‌های صنعتی و گسترش فناوری و افزایش کاربرد ماشین‌آلات، روند بروز حوادث در محیط‌های صنعتی نیز فزونی یافته است. در سیستم‌های سنتی، پس از وقوع حوادث و بروز خسارات جبران ناپذیر، اقدام به بررسی علل حوادث می‌گردید و نقایص یک سیستم یا فرآیند تعیین می‌شد، اما امروزه به دلیل وجود انواع مختلف روش‌های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک، قبل از وقوع حوادث می‌توان نقاط حادثه خیز و بحرانی را مشخص کرد و نسبت به پیشگیری از وقوع حوادث و کنترل آنها اقدام نمود.

شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک روشی سازمان یافته و نظام‌مند برای رتبه بندی و اولویت ریسک‌ها و تصمیم‌گیری در راستای کاهش ریسک به میزان قابل قبول است.

کلیه عملیات و فعالیت‌های تولیدی و صنعتی نیازمند الزاماتی است که قصور از هر کدام می‌تواند به بروز پیامدهای ناخواسته‌ای در قالب جراحات به پرسنل و مشتریان داخلی و خارجی، صدمه به فرآیندها و محصولات تولیدی، خدمات ارائه شده، صدمات زیست محیطی، خدشه به اعتبار و آبروی سازمان، و سایر دارائی‌های با اهمیت بیانجامد.

در حال حاضر با توجه به رشد صنعت، تکنولوژی و پیچیدگی خطرات و به منظور جلوگیری و کاهش عواقب جانی و مالی ناشی از وقوع حوادث، مدیریت و کنترل ریسک‌ها و همچنین آموزش مفاهیم شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک، شناخت روش‌ها، تکنیک‌ها و استفاده از آنها در ایجاد سیستم ایمنی واحدهای تولیدی و صنعتی، امری ضروری می‌باشد. در این راستا و در اجرای آیین نامه بکارگیری مسئولین ایمنی در کارگاه‌های سطح کشور و بر اساس شیوه نامه ابلاغ شده توسط معاون محترم روابط کار، به منظور ایجاد وحدت رویه و ساماندهی نظام آموزشی مسئولین ایمنی کارگاه‌ها، مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، اقدام به تهیه جزوه حاضر تحت عنوان «شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ویژه مسئولین ایمنی کارگاه‌ها» نموده است تا اصول و مفاهیم مربوط به شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در دسترس شرکت کنندگان و مدرسان دوره‌های مربوطه قرار گیرد و بصورت هماهنگ در سراسر کشور با سرفصل و محتوای یکسان به مدت ۱۶ ساعت تدریس گردد.

■ مفاهیم و تعاریف و اصطلاحات:

خطر (Hazard): منبع، وضعیت یا فعالیت دارای پتانسیل آسیب به شکل جراحات یا بیماری، یا ترکیبی از آنها می‌باشد. به عبارت دیگر هر عامل دارای انرژی که پتانسیل صدمه به فرد را داشته باشد میتواند عامل مخاطره محسوب شود.

رویداد (Incident): رویداد مرتبط با کار که در آن جراحات یا بیماری (صرفنظر از شدت آن)، یا مرگ رخ دهد یا بتواند رخ دهد.

حادثه (Accident): رویدادی است که منجر به جراحات، بیماری یا مرگ شود.

شبه حادثه (Near-miss): رویدادی است که در آن جراحات، بیماری یا مرگ ندهد.

ریسک (Risk): ترکیب احتمال وقوع یک رویداد خطرناک یا مواجهه و شدت جراحات یا بیماری، که می‌تواند باعث رویداد یا مواجهه گردد.

شناسایی خطر (Hazard Identification): فرآیند شناسایی وجود یک خطر یا عامل زیان آور و تعیین مشخصات آن

ارزیابی ریسک (Risk Assessment): فرآیند ارزشیابی ریسک ناشی از خطرات، با توجه به کفایت هر گونه کنترل های موجود و تصمیم گیری در خصوص اینکه آیا ریسک قابل قبول می‌باشد یا خیر؟

ریسک قابل قبول (Acceptable Risk): ریسکی که به سطحی کاهش یافته باشد که با توجه به مقررات قانونی و خط مشی ایمنی و بهداشت حرفه ای برای سازمان قابل تحمل باشد.

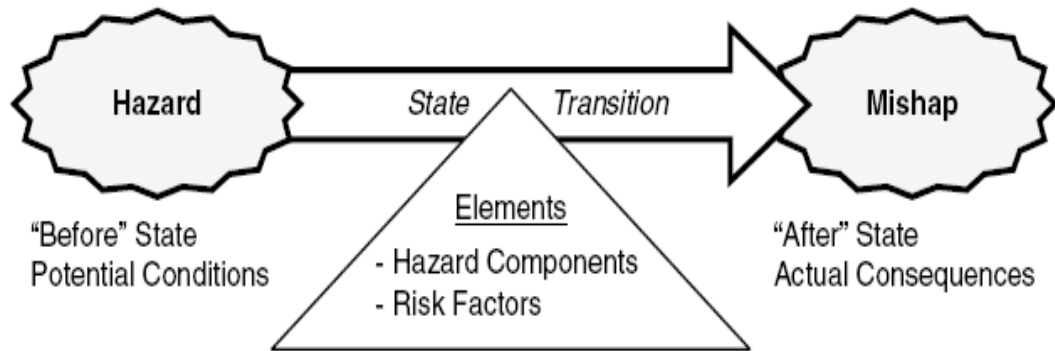
به منظور طراحی ایمن، مخاطرات باید حذف شوند یا کاهش یابند. شناسایی مخاطره عملکرد حیاتی ایمنی سیستم است. بنابراین درک درست و درک تئوری مخاطره حیاتی است. تجزیه و تحلیل مخاطره پایه اصولی ایمنی سیستم است. تجزیه و تحلیل مخاطره برای شناسایی مخاطرات، اثرات و عوامل علی مخاطره انجام می‌گیرد. تجزیه و تحلیل مخاطره برای تعیین ریسک سیستم، اهمیت مخاطرات و ایجاد اقدامات طراحی که مخاطرات شناسایی حذف یا کاهش یابند انجام می‌گیرد.

تئوری مخاطره

در تعاریف ایمنی سیستم، رویداد ناگوار (Mishap) واقعه واقعی است که رخ داده است و منجر به مرگ، آسیب و یا خسارت شده است و مخاطره (Hazard) شرایط بالقوه ای است که می‌تواند منجر به مرگ، آسیب و یا خسارت شود.

این تعاریف منجر به اصولی می شود که مخاطره پیشرو برای واقعه ناگوار است، مخاطره واقعه بالقوه ای را (یعنی واقعه ناگوار) را تعریف می کند در حالیکه واقعه ناگوار رویداد رخ داده شده است. این بدان معنی است که روابط مستقیمی بین مخاطره و واقعه ناگوار وجود دارد.

Hazard-mishap relationship



مفهوم ارائه شده در شکل این است که مخاطره و واقعه ناگوار دو حالت جداگانه از یک پدیده است که با حالت گذار با هم در ارتباط اند، که باید رخ دهد. می توانید فکر کنید که این حالت ها به عنوان حالت های قبل و بعد است. مخاطره رخداد بالقوه، در یک انتهای طیف است که ممکن است به رخداد واقعی (رخداد ناگوار) در انتهای دیگر طیف براساس حالت گذار تبدیل شود. مثال ملموس آن آب است. آب یک ماهیتی است که می تواند حالت مایع یا یخ زده داشته باشد و حرارت عامل گذاری آن است.

از این نقطه نظر، مخاطره و واقعه ناگوار در دو انتهای مخالف هم هستند. برخی رخدادهای گذار سبب تغییرات از حالت مخاطره شرطی به حالت واقعه ناگوار واقعی می شود. ملاحظه می کنید هر دو حالت تقریباً یکسان است تفاوت در زمان فعلی است که از مبدا به زمان بالقوه آینده به مبدا به رخداد واقعی حاضر تغییر کرده است که خسارت یا آسیب حاصل شده است. مخاطره و واقعه ناگوار یک ماهیت است تنها حالت تغییر کرده است و این تغییر به صورت از حالت فرضیه به واقعیت است.

واقعه ناگوار نتیجه فوری مخاطرات واقعی است.

حالت گذار از مخاطره به واقعه ناگوار بر اساس دو عامل است:

۱- مجموعه ای از اجزای مخاطره

۲- ریسک واقعه ناگوار در درون اجزای مخاطره

اجزای مخاطره مواردی متشکل از مخاطره است و ریسک واقعه ناگوار احتمال واقعه ناگوار رخ داده و شدت حاصله از خسارت ناگوار. عامل احتمال پذیری واقعه ناگوار احتمال اجزای مخاطره در حال رخ دادن و تبدیل به واقعه ناگوار است. عامل شدت واقعه ناگوار پیامد کلی واقعه ناگوار معمولاً بر حسب خسارت حاصله از واقعه ناگوار (یعنی بازده ناخوشایند) است. احتمال و شدت می تواند تعریف شود و برحسب کیفی یا کمی ارزیابی شود. مفهوم اجزای مخاطره پیچیدگی

کمتری در تعریف دارد. مخاطره موجودیتی است که فقط عناصر ضروری و کافی برای بوجود آمدن واقعه ناگوار است. اجزای مخاطره شرایط ضروری برای واقعه ناگوار و نتیجه نهایی یا اثر واقعه ناگوار را تعریف می کند.

مخاطره متشکل از سه جزء اساسی است:

عنصر مخاطره آمیز (HE) Hazardous Element

➤ عنصر مخاطره آمیز منبع اصلی مخاطره آمیز ایجاد کننده نیروی محرکه مخاطره است نظیر منبع

انرژی مخاطره آمیز نظیر مواد منفجره مورد استفاده در سیستم

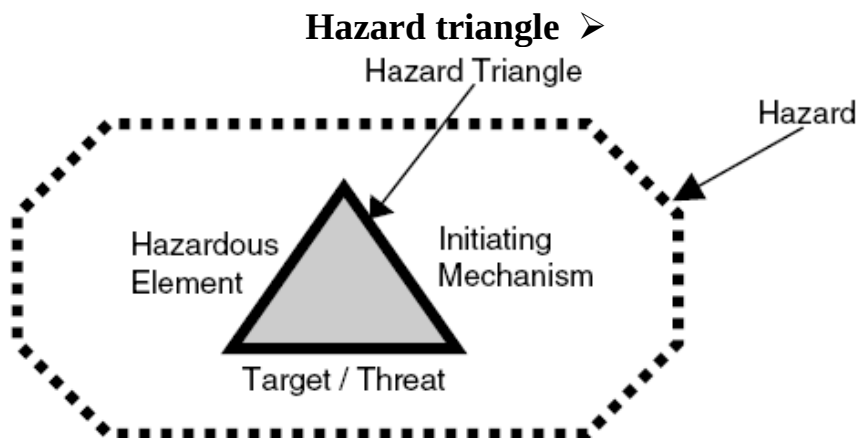
مکانیسم شروع کننده (IM) Initiating Mechanism

➤ مکانیسم شروع کننده رخداد ماشه یا آغازگر مسبب ایجاد مخاطره است.

هدف/تهدید (T/T) Target and Threat

➤ شخص یا چیزی است که برای آسیب و یا صدمه بالارزش است و شدت رخداد ناگوار را توصیف

میکند. هدف، نتیجه واقعه ناگوار و صدمه و خسارت مورد انتظار است. این سه اجزای به مثلث مخاطره معروف اند.



➤ مثلث مخاطره متشکل از سه جزء ضروری است که هر یک از آنها یک ضلع مثلث را شکل می دهند. همه اضلاع مثلث ضروری هستند و برای ایجاد مخاطره مورد نیاز هستند. حذف هر یک از اضلاع مثلث منجر به حذف مخاطره می شود و دیگر واقعه ناگوار رخ نمی دهد (یعنی مثلث ناکامل است). احتمال ضلع مکانیسم آغازگر را کاهش دهید تا احتمال واقعه ناگوار کاهش یابد. عنصر را در ضلع عنصر مخاطره آمیز را کم کنید یا ضلع هدف را کاهش دهید تا شدت واقعه ناگوار کاهش یابد. این جنبه از واقعه مفید است وقتی که تعیین می کنید کجا مخاطره کاهش یابد.

■ جایگاه و هدف شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک

در متن استانداردهای سیستم مدیریت ایمنی مانند OHSAS ۱۸۰۰۱ و همچنین HSE-MS بر انجام شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک تاکید شده است و به عنوان قلب سیستم یاد شده است. طبق این الزامات، سازمان باید بطور مداوم روش اجرایی جهت شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک و تعیین کنترل‌های لازم را ایجاد، اجرا و نگهداری نماید. روش اجرایی شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک باید موارد ذیل را مدنظر قرار دهد:

- ۱- فعالیت‌های روتین و غیر روتین
- ۲- فعالیت‌های کلیه افرادی که به محیط کار دسترسی دارند (شامل پیمانکاران و بازدیدکنندگان)
- ۳- رفتار و قابلیت‌های انسان و سایر عوامل
- ۴- خطرات شناسایی شده که منشأ بیرون از محیط کار دارند و می‌توانند اثر زیان‌آوری بر بهداشت و ایمنی افراد تحت کنترل سازمان بگذارند
- ۵- خطرات ایجاد شده در مجاورت محیط کار بوسیله فعالیت‌های مرتبط با کار تحت کنترل سازمان (جنبه‌های زیست محیطی)
- ۶- زیرساخت، تجهیزات و مواد موجود در محیط کار (تدارک دیده شده توسط سازمان یا سایرین)
- ۷- تغییرات یا تغییرات پیشنهادی در سازمان، فعالیت‌ها و مواد آن
- ۸- اصلاح و تغییر در سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، از جمله تغییرات موقت و اثر آن روی عملیات، فرآیندها و فعالیت‌ها
- ۹- هر گونه الزام قانونی قابل کاربرد در ارتباط با ارزیابی ریسک و اعمال کنترل‌های لازم
- ۱۰- طراحی فضای کار، فرآیندها، نصب‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات، روش‌های اجرایی عملیاتی و سازماندهی کار، از جمله تطبیق با قابلیت‌های انسان
- ۱۱- متدولوژی سازمان برای شناسایی خطر و ارزیابی ریسک باید با توجه به دامنه کاربرد، ماهیت و زمان بندی سازمان تعریف شود تا اطمینان حاصل شود که روش کنشی است تا واکنشی
- ۱۲- شناسایی، اولویت بندی و مستندسازی ریسک‌ها و اعمال اقدامات کنترلی را بطور مناسب فراهم سازد.
- ۱۳- جهت مدیریت تغییرات، سازمان باید خطرات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و ریسک‌های ناشی از آن در خصوص تغییر در سازمان، سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای یا فعالیت‌های آن را، قبل از شروع چنین تغییراتی شناسایی نماید.
- ۱۴- سازمان باید اطمینان حاصل نماید که نتایج این ارزیابی‌ها به هنگام تعیین کنترل‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد.
- ۱۵- سازمان باید نتایج شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک و تعیین اقدامات کنترلی را مدون نماید و به روز نگهدارد.

• کاربردهای ارزیابی ریسک

- بازنگری ایمنی و عملیات برای همه پروژه‌های بزرگ و گران، جهت اطمینان از اینکه ملاحظات مهم طراحی رضایت‌بخش هستند .
- شناسایی و تجزیه و تحلیل خطر در جهت توسعه و اجرای دستور العمل های ایمنی.
- بازنگری خطر و ریسک موجود در روشهای اجرایی، برگه عملیاتی و وظایف بحرانی جهت تعیین تناسب آنها.
- بازنگری ایمنی قبل از شروع بکار جهت اطمینان از اینکه تسهیلات و شرایط جهت انجام عملیات کاری مناسب هستند.

• زمان مناسب برای ارزیابی ریسک

- مناسب ترین زمان جهت شروع ارزیابی ریسک در فاز طراحی می‌باشد .
- با وجود این ارزیابی ریسک مداوم بعنوان اولویت مهم در طول چرخه حیات هر سیستمی می‌باشد .
- ارزیابی ریسک یک پیش نیاز اساسی جهت ایجاد تغییر در محیط کار خواه از لحاظ فیزیکی یا روش اجرایی یا سازمانی می‌باشد.

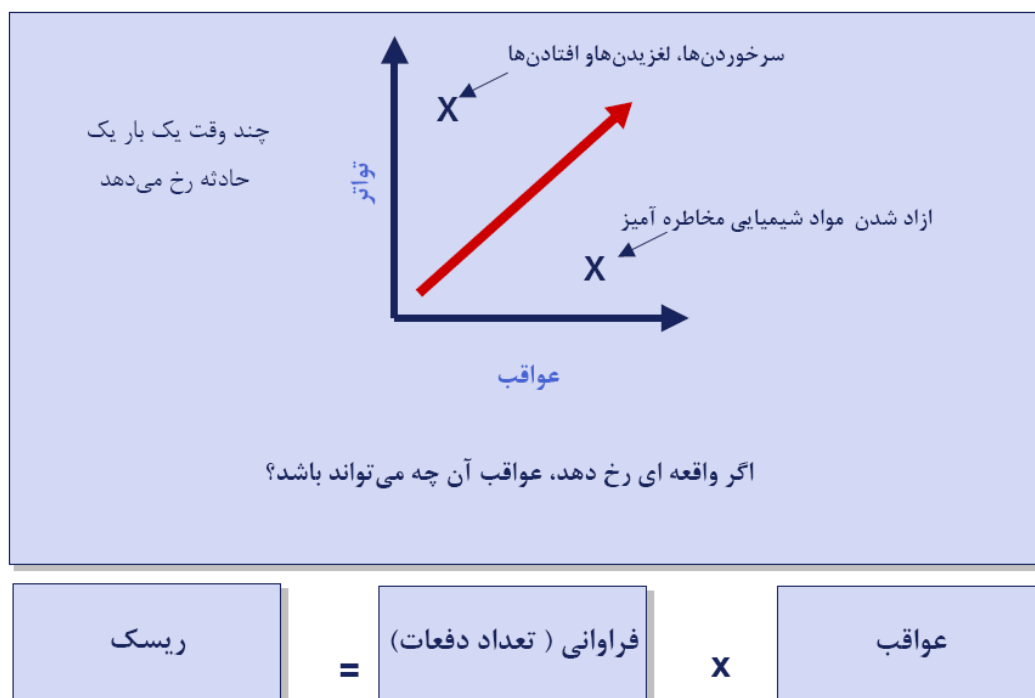
• تعریف ریسک

ریسک عبارتست از احتمالی که مخاطره باعث صدمه و خسارت شود ضربدر شدت آن صدمه یا خسارت. بنابراین ریسک احتمال بالفعل شدن یک خطر است. بصورت ریاضی ریسک را از حاصلضرب احتمال یک واقعه نامطلوب خاص (مانند صدمه جسمانی، حریق و غیره) در پیامد آن واقعه.

$$\text{Risk} = P \times C$$

P احتمال یا تکرار: رخداد یک واقعه نامطلوب معمولاً با احتمال آن در یک دوره مشخص یا فرکانس آن (تعداد وقایع در واحد زمان) اندازه گیری و بیان می شود

C : پیامد واقعه



• آنالیز ریسک Risk Analysis

آنالیز ریسک برآورد کمی ریسک است که بر اساس ارزیابی مهندسی و تکنیکهای ریاضی با برآورد احتمال و پیامد حادثه و ترکیب آنها صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر کاربرد نظاممند اطلاعات موجود برای تعیین تکرار و شدت پیامد وقایع خاص می‌باشد.

• ارزیابی ریسک Risk Assessment

فرآیندی است که نتایج آنالیز ریسک (یعنی ریسکهای برآورد شده) را با رتبه بندی و یا مقایسه آنها با مقادیر هدف (اهداف عملکردی یا الزامات قانونی) برای تصمیم گیری بکار می‌برد. ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که ریسکها قابل قبول هستند یا نه.

• حذف ریسک Risk Elimination

معمولا گزینه پیشنهادی اول حذف ریسک است تا آسیبی ایجاد نگردد. متأسفانه، حذف ریسک همیشه امکان پذیر نیست. به بیان دیگر همه ریسک ها نمی‌توانند حذف شوند.

• اصلاح ریسک Risk Modification

برخی خطرات با کاهش ریسک ذاتی قابل اصلاح هستند. به عنوان مثال می‌توان به ایزوله کردن کمپرسوری که سروصدای زیاد ایجاد می‌کند اشاره کرد. روش دیگر در اصلاح ریسک، به کاربردن اقدامات کنترلی با

استفاده از مقررات، آیین نامه‌ها، روش‌های اجرایی و قوانین امکان پذیر است. آموزش، تعلیم و نظارت همه جانبه از روش‌های ارزشمند اصلاح ریسک به شمار می‌آیند.

• تحمل ریسک Risk Tolerance

مدیران بایستی نسبت به قابل تحمل شدن ریسک، تصمیم بگیرند. گاهی اوقات ما ریسک را اصلاح می‌کنیم به طوریکه به کمتر از حد قابل تحمل می‌رسد و گاهی اوقات به سادگی نمی‌توانیم ریسک را در حد قابل تحمل، اصلاح کنیم. مدیران باید در مورد قابل تحمل بودن ریسک‌ها هوشیار باشند.

• ابلاغ ریسک Risk Communication

عبارتست از ابلاغ نتایج ریسک به مراجع تصمیم‌گیری و مردم. درک ریسک به شدت بر نوع و سطح ریسک قابل قبول موثر است. اعتراضات عمومی بشدت بر تصمیم‌گیریه‌ها تاثیر می‌گذارند لذا اطلاع‌رسانی درباره ریسک باید بعنوان بخش مکمل مدیریت ریسک در نظر گرفته شود.

انتقال ریسک

حتی با بکارگیری بهترین اقدامات جهت اصلاح ریسک در سازمان، درمی‌یابیم که هنوز با ریسک مالی قابل توجهی مواجه هستیم. بیمه یک روش انتقال برخی ریسک‌ها است. روش دیگر انتقال ریسک استفاده از قراردادهای پیمانکاری است. به عنوان مثال می‌توان به استفاده از اتومبیل‌های کرایه‌ای اشاره کرد.

• مدیریت ریسک Risk Management

برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت و کنترل فعالیتها و دارائی‌های سازمان بنحویکه اثرات سوء بر عملکرد و اقتصاد آن در اثر حوادث به حداقل برسد. بطور خلاصه به هر گونه اقدام در راستای کاهش ریسک مدیریت ریسک گفته میشود. ریسکها را نمیتوان بطور کامل حذف کرد اما میتوان به حد قابل قبول یا قابل تحمل کاهش داد. بنابراین هدف مدیریت ریسک ایجاد یک چارچوب نظام مند و مستمر بمنظور شناسایی، ارزیابی، حذف، کنترل، پیشگیری، کاهش و ابلاغ ریسک‌هاست. در فرآیند مدیریت ریسک تصمیمات بر اساس مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی ریسک با معیار هدف و عواملی نظیر قضاوت فنی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی اتخاذ می‌شود.

مدیریت ریسک به عنوان مجموعه‌ای از فعالیتها به همراه استفاده از منابع به منظور کنترل و نظارت بر سیستم مورد مطالعه و با هدف کنترل ریسک و آثار آن به کار می‌رود. مدیریت ریسک به منظور کاهش خطرات بالقوه ناشی از وقوع مخاطرات مرتبط با ریسک‌های منتسب به هر کدام از جنبه‌های مدیریت یک سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ارزیابی ریسک یک فرآیند جمع‌آوری اطلاعات برای اتخاذ تصمیمات علمی و شفاف برای تعیین سطح ریسک مربوط به یک خطر است. درواقع ارزیابی ریسک یک روش ساختار یافته و سیستماتیک برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک برای رتبه‌بندی تصمیمات جهت کاهش ریسک به یک سطح قابل قبول است.

بطور معمول در محیط کار، خطرات بسیار و فراوانی مورد شناسایی قرار می‌گیرند که با توجه به محدودیت منابع و زمان، می‌بایستی ابتدا خطرات مهم‌تر کنترل شده و در مراحل بعدی به سایر خطرات پرداخته شود. از اینرو بایستی از فرآیند ارزیابی ریسک استفاده شود. به عبارت دیگر ارزیابی ریسک به سازمان کمک می‌نماید تا اولویت خود را در مبحث ایمنی به درستی شناسایی نموده و در تخصیص منابع به دقت عمل کند تا بیشترین تاثیر در سیستم مدیریت ایمنی پدیدار شود.

■ تشریح متدولوژی ریسک

محاسبه و اندازه گیری مقدار ریسک:

ریسک همیشه به صورت عددی بیان می‌شود که معمولاً از حاصلضرب احتمال وقوع در پیامد یا شدت واقعه بدست می‌آید. عدد ریسک واحد خاصی ندارد و بنابراین به صورت تنها معنی و مفهومی نخواهد داشت. مثلاً اگر گفته شود که ریسک انجام کار یا فعالیت خاص برابر ۲۰۰ است هیچگونه مفهومی را نمی‌رساند. اما اگر ریسک انجام دو کار مشابه یا انجام یک کار به دو روش مختلف و یا ریسک انجام کارهای متفاوت تعیین شوند، امکان مقایسه اعداد ریسک فراهم شده و بدین ترتیب اهمیت‌ها مشخص می‌گردد.

معیار ارزیابی ریسک

در این روش ارزیابی ریسک براساس چهار عامل زیر صورت می‌گیرد.

۱. تماس (Exposure)

۲. احتمال (Likelihood)

۳. شدت (Severity)

۴. احتمال کشف خطر (Detection)

میزان تماس Exposure

نشان دهنده مدت زمان تماس یا انجام فعالیت یا رویداد، مورد بررسی است.

رتبه	تعریف	تماس E
۱۰	بیش از ۶ ساعت در روز	پیوسته
۶	بین ۴ - ۶ در روز	مکرر
۳	بین ۲ - ۴ ساعت در روز	گاهاً
۲	بین ۱ - ۲ ساعت در روز	منقطع
۱	کمتر از ۱ ساعت در روز	به ندرت

احتمال خطر (تواتر) , Likelihood / Frequency Probability,

نشاندهنده امکان وقوع پیوستن یک خطر در یک دوره زمانی معین است.

رتبه	تعریف	احتمال L
۱	بطور مکرر اتفاق می افتد.	تقریباً قطعی (مکرر)
۰,۶	چندین بار یا غالباً رخ می دهد.	محتمل (اغلب اوقات)
۰,۳	گاهی اوقات رخ می دهد.	ممکن (گاه به گاه)
۰,۱	غیر محتمل است اما امکان دارد و خیلی کم رخ می دهد.	خیلی کم (نا چیز)
۰,۰۵	احتمال آن آنقدر کم است که می توان از آن صرفنظر کرد یا هیچ وقت رخ نمی دهد و غیرمحتمل است.	غیر محتمل (به ندرت)

تعریف	سطح خطر	احتمال خطر
بطور مکرر اتفاق می افتد	A	مکرر
چندین بار یا غالباً رخ می دهد	B	محتمل
گاهی اوقات رخ می دهد	C	گاه به گاه
غیر محتمل است اما امکان دارد و خیلی کم رخ میدهد	D	خیلی کم یا بعید
احتمال آن آنقدر کم است که م ی توان از آن صرفه نظر کرد یا هیچوقت رخ نمی دهد و غیرمحتمل است	E	غیر محتمل (اما امکان دارد)

شدت خطر – Severity

نشاندهنده وسعت و دامنه خسارات و تلفاتی است که در صورت بالفعل درآمدن خطر ایجاد می شود طبقه بندی های شدت عبارتند از:

۱. فاجعه بار، بحرانی، شدید، جدی (طبقه بندی هیئت ایمنی حمل و نقل امریکا)
۲. فاجعه بار، بزرگ، جدی، کوچک (طبقه بندی سازمان فضایی امریکا)
۳. طبقه ۱، طبقه ۲، طبقه ۳، طبقه ۴ (شورای ملی ایمنی امریکا)

پیامد (شدت)	تعریف	رتبه
فاجعه بار	مرگ و میر یا از بین رفتن کل سیستم	۲۰
بحرانی (عمده)	جراحات بیماریهای شغلی شدید، آسیب های شدید به سیستم	۱۰
متوسط	جراحات بیماریهای شغلی نسبتاً شدید، آسیب های نسبتاً شدید به سیستم	۵
خفیف (مرزی)	جراحات، بیماریها جزئی یا آسیب ها نسبتاً کوچک است.	۲
جزئی	جراحات، بیماری یا آسیب به سیستم خیلی کوچک است	۱

نوع خطر	طبقه	تعریف
فاجعه بار	۱	مرگ و میر یا از بین رفتن سیستم
بحرانی	۲	جراحات بیماریهای شغلی شدید، آسیب های شدید به سیستم
مرزی یا حاشیه ای	۳	جراحات، بیماریها جزئی یا آسیب ها نسبتاً کوچک است
جزئی یا قابل چشم پوشی	۴	جراحات، بیماری یا آسیب به سیستم خیلی کوچک است

رتبه ریسک (اولیه) (Risk Score)

حاصلضرب تماس و احتمال و پیامد (شدت) می باشد. که با حروف کوچک نمایش داده می شود و برای ارزیابی اولیه و مقدماتی انجام می گیرد.

یعنی:

$$r.s = E * L * C$$

نرخ احتمال کشف خطر (Detection)

- احتمال کشف نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت / مکانیزم وقوع خطر وجود دارد. به عبارت دیگر احتمال کشف ؛ توانایی پی بردن به خطر قبل از رخداد آن است.
- بررسی فرآیندهای کنترلی استانداردها الزامات و قوانین کار و نحوه اعمال آنها برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید است.

رتبه	قابلیت کشف	معیار: احتمال کشف خطر
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر با لقوه نیست
۹	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۸	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۷	خیلی کم	احتمال خیلی کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۶	کم	احتمال کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۵	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیادی وجود دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود.
۱	تقریباً حتمی	تقریباً به طور حتم با کنترلهای موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود.

- بعد از اندازه گیری رتبه ریسک ($E * L * C$) ؛ حاصل را در احتمال کشف به دست آمده ضرب می کنیم و

سطح واقعی ریسک موبوطه را به دست می آوریم.

$$D * (E * L * S) = \text{سطح واقعی ریسک (D.R.S)}$$

سطح ریسک	فعالیت و برنامه زمانبندی
غیر قابل قبول	تا زمانی که ریسک کاهش نیافته کار نباید آغاز شود. حتی اگر با استفاده از تمامی منابع؛ کاهش ریسک امکان پذیر نباشد فعالیت کاری باید متوقف شود.
نامطلوب	تا زمانی که ریسک کاهش نیافته کار نباید آغاز شود. منابع قابل توجهی باید جهت کاهش میزان ریسک تخصیص داده شود.
قابل قبول - نیاز به تجدید نظر	باید در جهت کاهش ریسک تلاش شود لکن هزینه های صرف شده به دقت بررسی و محدود شوند. اندازه گیری میزان کاهش ریسک می تواند در دوره های زمانی مشخص انجام شود. زمانی که ریسک متوسط در ارتباط با پیامد های صدمه زای شدید است، باید احتمال وقوع آن ریسک به دقت ارزیابی شده و بر اساس آن نیاز به افزایش و بهبود اندازه گیریهای کنترلی بررسی شود.
قابل قبول	کنترل بیشتری نیاز نیست، باید به راه حل مقرون به صرفه توجه شود و همچنین اطمینان حاصل شود که کنترلها برقرار هستند.

ماتریکس ارزیابی خطر

شدت خطر احتمال خطر	فاجعه بار ۱	بحرانی ۲	مرزی ۳	جزئی ۴
مکرر A	۱A	۲A	۳A	۴A
محتمل B	۱B	۲B	۳B	۴B
گاه به گاه C	۱C	۲C	۳C	۴C
خیلی کم یا بعید D	۱D	۲D	۳D	۴D
غیر محتمل (اما امکان دارد) E	۱E	۲E	۳E	۴E

مراحل ارزشیابی و مدیریت ریسک



مراحل ارزشیابی ریسک

- پیش‌بینی ریسک
- شناسایی ریسک
- ارزیابی اولیه ریسک
- اندازه‌گیری ریسک
- ارزشیابی ریسک
- کنترل ریسک

یک ارزیابی ریسک مناسب و کافی بایستی:

- پیامدهای ممکن یک رخداد را تجزیه و تحلیل کند
- ریسک‌های مهم را شناسایی کند شانس وقوع پیامد را ارزیابی نماید
- اساس قضاوت برای قابل تحمل بودن یا قابل تحمل نبودن پیامد باشد
- اطلاعاتی را جهت تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی ارائه نماید

- از جمله اهداف فرایند ارزیابی ریسک، کاهش شدت و تکرار حادثه، حداقل رسانیدن خسارت به اموال و ماشین آلات، تامین شرایط کاری ایمن و سالم، تهیه و تدوین مقررات می‌باشد.
- حذف درد و رنج، شناسایی نیازهای آموزشی، تدوین طرحهای ایمنی، الویت بندی و اختصاص دادن منابع، تهیه مدارک مستند، کاهش خسارت مالی ناشی از توقف عملیات تولیدی از فواید ارزیابی ریسک به شمار می‌آیند.

ارزیابی ریسک چه وقت؟

- مناسب ترین زمان جهت شروع ارزیابی ریسک در فاز طراحی می‌باشد.
- با وجود این ارزیابی ریسک مداوم بعنوان اولویت مهم در طول چرخه حیات هر سیستمی می‌باشد.
- ارزیابی ریسک یک پیش نیاز اساسی جهت ایجاد تغییر در محیط کار خواه از لحاظ فیزیکی یا روش اجرایی یا سازمانی می‌باشد.

ملاحظات برای انجام یک ارزیابی ریسک

قبل از انجام هر ارزیابی ریسک موضوعات زیر بایستی شفاف گردند:

۱. هدف و استفاده نهایی از ارزیابی ریسک
۲. تعریف سیستمی که تجزیه و تحلیل می شود .
۳. دسته بندی نگرانی های اصلی
۴. منابع اطلاعاتی قبلی مورد استفاده
۵. تنگناهای زمانی که در ارزیابی ریسک وجود دارد
۶. افراد مورد نیاز و قابل دسترسی جهت پشتیبانی از ارزیابی ریسک در مراحل مختلف
۷. روشهای بکار گرفته شده

الزامات ارزیابی ریسک :

الزامات زیر در اغلب روش ها عمومی بوده و تعیین کننده کیفیت نتایج ارزیابی ریسک هستند:

۱. وجود رهبر و هماهنگ کننده واجد صلاحیت
۲. تشکیل گروه (تعداد زیاد افراد منجر به مشکلاتی در دستیابی به نتایج می‌گردد)
۳. افراد گروه باید با روش ارزیابی ریسک بکارگرفته شده کاملاً آشنا باشند.
۴. افراد مناسبی که دارای ورودی متمایز نسبت به هم هستند مثل افراد حوزه کار متخصصین فنی
۵. ترسیم سیستم، برگه‌های عملیاتی، روش اجرایی و سوابق قبلی
۶. داشتن دانش سیستم موجود و یا تکنولوژی مربوط به آن

۷. مستند سازی نتایج

۸. سیستم پیگیری

تیم مدیریت ریسک فرایند

۱. نماینده مهندسی ایمنی و بهداشت

- داشتن دانش خوبی در زمینه تجزیه و تحلیل مخاطره/ریسک
- داشتن زمینه قوی در تمامی زمینه های تولید
- مهارت در رهبری تیم و به عنوان رهبر تیم

۲. نماینده واحد مهندسی

- داشتن دانش خوب در عملکردها و استانداردهای طراحی
- داشتن دانش کاری خوب طراحی واحد مورد بررسی
- تجربیات مطلوب مهندسی در طی سالهای کاری

۳. نماینده واحد فن آوری یا R&D

- داشتن دانش خوب در فن آوری فرایند واحد مورد بررسی
- تجربیات مطلوب در طی سالیان کار از فن آوری فرایند

۴. نماینده بی طرف

- مهندس تولید از واحد دیگر ترجیحا از کارخانه دیگر با فرایند مشابه
- تجربه و تخصص مطلوب در جنبه های عملیاتی و فن آوری

۵. نماینده واحد عملیاتی یا تولید

- داشتن دانش خوب و مفصل از طراحی و تولید
- تجربیات تولید در فرایند
- تجربیات تولیدی مطلوب در طی سالیان کار

۶. نماینده تعمیر و نگهداری

- داشتن دانش خوب در شناسایی تجهیزات و دستگاه ها
- تجربیات مطلوب در طی سالیان کار از فن آوری فرایند
- داشتن دانش تعمیر و نگهداری و مشکلات طراحی و تولیدی

۷. علاوه بر اینها با توجه به شرایط ارزیابی باید به تیم این افراد نیز افزوده شود:

۱. مهندس برق
۲. مهندس کنترل فرایند/ ابزار
۳. مهندس پروژه
۴. مهندس مکانیک

مراحل انجام آنالیز ریسک

۱- درک و تعریف خصوصیات فیزیکی و عملکردی سیستم تحت بررسی

اولین مرحله درک و تعریف خصوصیات فیزیکی و عملکردی سیستم تحت بررسی است.

در این مرحله نه تنها به زیر سیستم های اصلی، به عملکردها و اثرات متقابل بین آنها نیز باید توجه کرد. درک سیستم و سطوح تبادل اطلاعات در سیستم، جهت شناسایی خطرات اساسی است. بسیاری از افراد در این مرحله دچار نقص و اشتباه می شوند زیرا فکر می کنند که به حد کافی از کارکرد سیستم آگاهی دارند. چیزی که اهمیت دارد دقیقا این نیست که سیستم چگونه کار می کند، بلکه محیط و شرایط عملکرد آن هم مهم است.

- اصطلاح سیستم بر می گردد به تمامیت یکپارچه چیزی که عملکرد مشخصی را انجام می دهد و شامل سخت افزار، نرم افزار، عوامل انسانی و محیطی است که سیستم در آن کار می کند.
- سیستم ترکیب عمل کننده ای متشکل از انسان، مواد، ابزار، ماشین، نرم افزار، تسهیلات و دستورالعمل ها که برای هدف مشترکی در محیط مشخصی گرد هم آمده اند.

۲- شناسایی خطرات و دلایل پیدایش آنها

دومین مرحله شناسایی خطرات و دلایل پیدایش آنها است.

باید قدم به قدم وارد سیستم شد و تمام چیزهایی که مربوط به خطرات سیستم و زیر سیستم تحت شرایط مختلف است شناسایی کرد. در این مرحله خطرات و وقایع ناخواسته شناسایی می شود و دلایل ایجاد این خطرات مشخص می شود.

خطرات را می توان به هفت دسته کلی تقسیم کرد:

۱. خطرات مربوط به کارخانه و تجهیزات

الف- خطرات مکانیکی ب- خطرات الکتریکی، مولد نیرو، انتقال نیرو و ...

۱. خطرات مربوط به مواد و اجسام
۲. خطرات مربوط به ایستگاه کار
۳. خطرات مربوط به محیط کار
۴. خطرات مربوط به روش‌های کار
۵. خطرات مربوط به سازماندهی کار
۶. انواع دیگر خطر

بطور کل، انواع مخاطرات در محیط کار عبارتند از:

- ۱- مخاطرات ایمنی
- ۲- مخاطرات بهداشتی (بهداشت حرفه ای)
- ۳- مخاطرات زیست محیطی

شناسایی خطرات

اولین و مهمترین مرحله در مدیریت کردن ریسک، شناسایی همه خطراتی است که ما در سازمان با آن مواجه هستیم که روش مطمئنی است تا ما بتوانیم خطراتی را که می‌تواند در صورت عدم کنترل، منتج به خسارت عمده در سازمان گردد را شناسایی کنیم .

برخی از روش‌های شناسایی خطرات را می‌توان در دو فاز به قرار ذیل فهرست کرد. در شناسایی خطرات لازم است دو مرحله زیر طی گردد:

فاز اول شامل شامل تهیه و مطالعه موارد زیر:

۱. لی‌اوت محیط کار Layout of Workplace
۲. نمودار عملیاتی فرایندها Operation Chart
۳. شرح فرایندها Description of process
۴. طبقه‌بندی مشاغل Classification Of Jobs
۵. فهرست مواداولیه – تجهیزات List of Material – Equipments

۶. روش‌ها و برگه‌های عملیاتی Work procedures

فاز دوم شامل استفاده از روش‌هایی برای شناسایی خطرات:

۱. روش بازدید عمومی کارگاه Walking – Talking – Thronging Method
۲. چک لیست Checklist
۳. تجزیه و تحلیل ایمنی مشاغل Job Safety Analysis
۴. گزارش حوادث و رویدادها Accident and Incident Report
۵. گزارش ادعای غرامت شغلی Work Compensation Claim Report
۶. سوابق آماری کمک‌های اولیه First Aid Statistical Report
۷. صورتجلسات کمیته ایمنی و بهداشت Joint Health & Safety Committee Minute
۸. گزارشات بازرسی قبلی Previous Inspection Report
۹. اطلاعات سرپرستان درباره خطرات Foreman Information about Hazard
۱۰. سوابق معاینات پزشکی Medical Examination Records
۱۱. نتایج پایش و اندازه‌گیری Results of Measurement and Monitoring
۱۲. مطالعه خطر و قابلیت بهره‌برداری Hazard & Operability Study (HAZOP)
۱۳. روش چه می‌شود اگر (WIF) What if
۱۴. روش تجزیه و تحلیل درخت خطا Fault Tree Analysis
۱۵. تکنیک تجزیه و تحلیل وظایف بحرانی Critical Task Analysis
۱۶. تکنیک تجزیه و تحلیل خطا و اثرات ناشی از آن FMEA

۳- ارزیابی خطرات

سومین مرحله ارزیابی خطرات است.

وقتی که خطرات و دلایل وقوع آنها شناسایی شدند باید خود خطرات و اثرات آن را ارزیابی و آنالیز کرد. بیشتر روش‌های آنالیز خطرات از نوعی طبقه‌بندی شدت استفاده می‌کنند. این طبقه‌بندی به عنوان یک علامت جهت مقایسه مراتب یک خطر با خطر دیگر به کار گرفته می‌شود. در ارزیابی خطر تعیین شدت خطر، تعیین احتمال وقوع واقعه، تصمیم‌گیری درباره پذیرش ریسک یا حذف و کنترل خطر انجام می‌گیرد.

۴- کنترل مخاطرات و ریسک

چهارمین مرحله آنالیز خطر انجام اقدامات کنترلی و اصلاحی است.

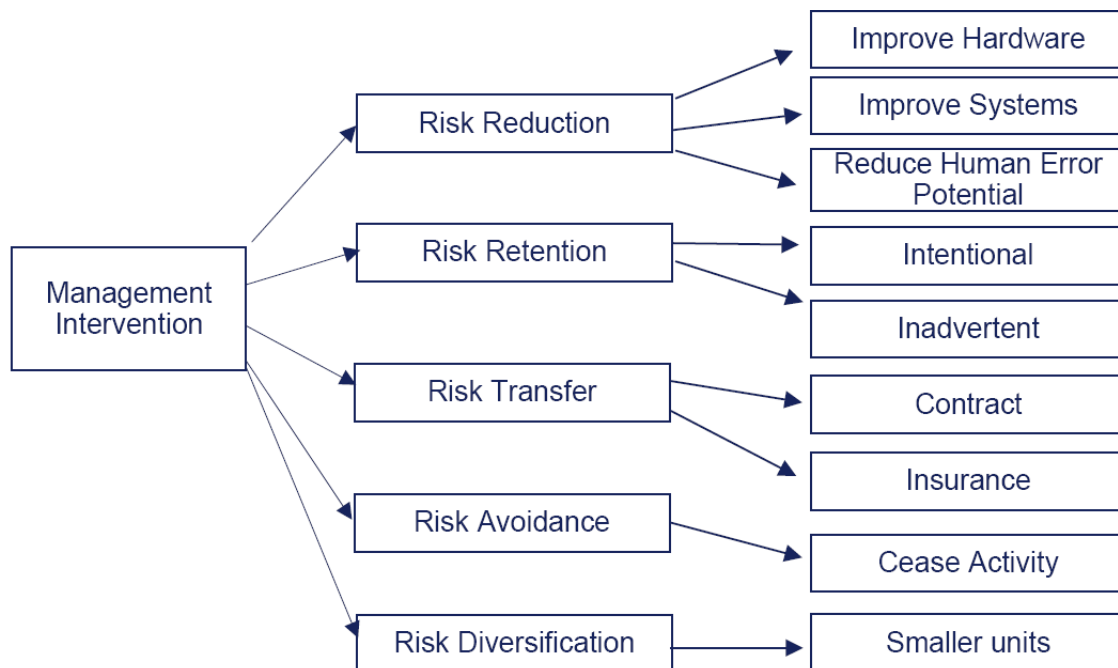
آخرین مرحله ارزشیابی اثربخشی برنامه های کنترلی است.

زمانیکه خطرات شناسایی و ارزیابی شده‌اند، ابزارهای کنترلی مناسب می‌بایست توسعه داده شده و پیاده شوند. فرآیند ارزیابی ریسک با شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌ها سر و کار دارد. ریسک‌هایی که "کنترل شده" هستند به فعالیت‌های مضاعف و جدید نیاز ندارند. اما ریسک‌های "کنترل نشده" نیازمند اقداماتی برای رسیدن آنها به حدود کنترل هستند.

کنترل ریسک، طرحها یا استراتژی‌هایی هستند که ریسکها را تا سطح قابل قبول کاهش می‌دهند. جائیکه سطح ریسک در منطقه شدید، بالا و متوسط قرار گیرد، به اقدامات کنترلی جهت بحداقل رسانیدن یا حذف نگرانی (خطر) نیاز دارند.

اقدامات پیشگیرانه احتمال وقوع یک رویداد را کاهش می‌دهد و بهترین گزینه جهت ریسکهای بالا می‌باشند. اقدامات اضطراری، تاثیر یا شدت رویدادی که اتفاق می‌افتد را کاهش می‌دهد جائیکه نگرانی (خطر) دارای تاثیر بالا و احتمال کم یا متوسط است، اغلب از اقدامات مشروط استفاده می‌کنیم معمولاً اقدامات پیشگیرانه با صرفه‌تر هستند.

انواع دخالت‌های مدیریتی



با توجه به گام‌های شناسایی و ارزیابی مخاطرات، برای کنترل مخاطرات رویکردهای اساسی سه‌گانه زیر وجود دارد که عبارتند از:

- ✓ رویکرد حذف مخاطره (خلاص شدن از آن بطور کامل)
- ✓ کاهش مخاطره (کاهش شدت آن)
- ✓ تخفیف یا سبک کردن مخاطره (کاهش مواجهه با کاهش تدریجی)

بطور کل اقدامات کنترلی در سه حوزه تقسیم بندی میشود:

- کنترل‌های مهندسی
- کنترل‌های اداری و اجرایی
- استفاده از وسایل حفاظت فردی

۲- روشهای آنالیز و مشخص کردن ریسک

انواع روش‌های ارزیابی ریسک

◆ ریسک‌های ایمنی Industrial Risk Assessment

◆ ریسک‌های بهداشت حرفه‌ای Occupational Health Risk Assessment

◆ ریسک‌های زیست‌محیطی Environmental Risk Assessment

◆ ریسک‌های عمومی General Risk Assessment

◆ ریسک‌های مالی Financial Risk Assessment

◆ ریسک‌های قابلیت اعتماد Reliability Risk Assessment

◆

روشهای آنالیز و مشخص کردن ریسک

۱. آنالیز کیفی ریسک: در این روش از کلمات با عبارات توصیفی برای نشان دادن بزرگی پیامدهای ممکن و احتمال رخداد آنها استفاده می‌شود. این مقیاس‌ها را میتوان متناسب با شرایط تهیه کرد و بیان‌های مختلفی را میتوان برای ریسک‌های مختلف بکار برد. این آنالیز اولویت‌ها را برای اهداف مختلف از جمله آنالیزهای بیشتر فراهم می‌کند. این آنالیز بویژه زمانی مفید است که اطلاعات قابل اعتمادی برای روشهای کمی در دسترس نباشد.

۱. What-if analysis

۲. Checklist analysis

۳. What-if/checklist analysis

۴. Hazard and operability study (HAZOP)

۵. Failure mode and effects analysis (FMEA)

۲. آنالیز نیمه کمی ریسک

در آنالیز نیمه کمی ریسک به مقیاسهای کیفی مانند آنچه که در روش کیفی استفاده شد اعداد اختصاص داده می‌شود. هدف یک الویت بندی دقیق تر و کامل تر است ابعاد ریسک بغیر از احتمال و پیامد ممکن است به هدف بستگی داشته باشد. در برخی از موارد در نظر گرفتن مواجهه خیلی مهم است در آنالیز ریسک ایمنی و بهداشتی، مواجهه تعداد دفعاتی است که فرد می‌تواند در واقعه ناخواسته حضور داشته باشد با در نظر گرفتن تکرار وظیفه و تعداد افرادی که آن کار را انجام می‌دهند. مواجهه وقتی مهم است که چند گروه کاری یا وظایف کاری متفاوت مدنظر باشد. در زیر مثالی از یک روش با در نظر گرفتن مواجهه، احتمال و پیامد که یک روش نیمه کمی است ارائه می‌شود.

• عوامل موثر بر انتخاب روش ارزیابی ریسک

- دلیل ارزیابی ریسک
- نوع نتایج مورد نیاز
- نوع منابع دسترس و قابلیت دسترسی به آنها
- پیچیدگی و اندازه ارزیابی ریسک
- نوع فعالیت سیستم
- نوع وقایع مورد نظر
- وسعت نتایج اطلاعاتی مورد نیاز
- میزان تخصص مورد نیاز برای کاربرد روش انتخابی
- اثر پیامدهای بالقوه

تعیین میزان یا سطح ریسک قابل قبول توسط افراد فنی و محاسبین ریسک عملی نمی‌گردد بلکه وظیفه بخش مدیریتی است به عبارت دیگر مدیر ارشد سازمان باید میزان پذیرش ریسک در سازمان را تعیین نماید. میزان ریسک قابل قبول به مسائل مختلفی از جمله مسائل اجتماعی، اقتصادی و توانایی های فنی، زمانی و ... بستگی دارد که در اینجا بطور خلاصه به آنها اشاره می‌شود:

۱- مسائل اجتماعی

امروزه به صورت علمی نظر جامعه را در مورد میزان قابل قبول برای ریسک‌های مختلف جویا می‌شوند و سپس این میزان را معین می‌نمایند. جوامع مختلف فرهنگ‌های مختلفی دارند و درمقابل ریسک‌های گوناگون نکته نظرات متفاوتی دارند و میزان ریسک قابل قبول برای آنها متفاوت است.

۲- مسائل اقتصادی

اگر برای کاهش یک ریسک خاص از نظر اقتصادی، بودجه ای لازم باشد که سازمان امکان تهیه و فراهم کردن آنرا نداشته باشد، نمی تواند سطح پذیرش خود را پائین تر انتخاب کند و اجباراً ریسک بالا را قبول خواهد کرد. سیستم مدیریتی که توانایی های اقتصادی سازمان را به خوبی واقف است، در این مورد تصمیم می‌گیرد که سطح ریسک‌پذیری را پائین بیاورد یا خیر.

۳- توانایی‌های فنی

اگر فرض شود که در کشوری مانند هندوستان توانایی فنی برای تغییر و تعویض تکنولوژی موجود در کارخانه‌ای نظیر بوپال وجود نداشته باشد آن کشور نخواهد توانست سطح ریسک‌پذیری خود را درمورد بکارگیری تکنولوژی موجود در کارخانه کاهش دهد و اجباراً در حدی نگه خواهد داشت که از تکنولوژی قدیمی موجود همچنان استفاده نماید.

همین طور در کشور ما، چنانچه قطعه یا وسیله دستگاهی در دنیا وجود داشته باشد که باعث کاهش ریسک در استفاده از یک محصول خاص شود و کشور ما بدلیل تحریم‌های مختلف نتواند آن قطعه یا وسیله یا دستگاه را تهیه نماید ناچاراً سطح ریسک موجود آن محصول را بدون داشتن آن قطعه خواهد پذیرفت.

۴- توانایی‌های زمانی

هر وقت که زمان لازم برای رسیدن به هدفی کوتاه باشد، وقت نداشته باشیم که راه‌های کم‌خطرتر را جستجو و تحقیق کنیم و سپس تصمیم بگیریم، اجباراً سریعترین راه را انتخاب کرده و تن به ریسک با سطح بالایی خواهیم داد. بنابراین، زمان نیز در تصمیم‌گیری برای انتخاب یا تعیین سطح ریسک‌پذیری بسیار اهمیت دارد.

▪ کنترل ریسک

کنترل ریسک، طرح‌ها یا استراتژی‌هایی هستند که ریسک‌ها را تا سطح قابل قبول کاهش می‌دهند. جایی که سطح ریسک در طبقه بالا قرار گیرد، به اقدامات کنترلی نیاز دارند.

اقدامات کنترلی بایستی در اولویت اول بر پارامتر احتمال اعمال گردد و در مرحله بعد، بر پارامتر شدت تعریف گردد. در برخی موارد، بایستی برای هر دو پارامتر، اقدامات کنترلی تعیین شود.

چگونگی تصمیم‌گیری برای کنترل خطر با توجه به ماتریس ارزیابی ریسک:

هنگامیکه ماتریس برای خطرهای شناخته شده رسم شد و سطح یا میزان ریسک قابل قبول و غیرقابل قبول معین گردید، کلیه خطرهایی که در منطقه غیرقابل قبول ماتریس قرار دارند، باید برای آنها اقدامات کنترلی پیشنهاد گردد تا سیستم مدیریت به تبع آنها تصمیم به اجرا بگیرد.

در مورد هر خطر، معمولاً بیش از یک راه حل برای کنترل یا کاهش ریسک مربوطه پیشنهاد می‌گردد تا دست مدیریت برای تصمیم‌گیری باز باشد و بتواند با توجه به امکانات و توانائی‌های کاری خود در انتخاب یک یا چند راه حل پیشنهادی تصمیم بگیرد.

مهم این است که قبل از اجرای هر اقدام برای کاهش ریسک، باید مجدداً مورد ارزیابی قرار گیرد، تا معلوم شود که میزان کاهش چقدر بوده است و آیا در حد انتظار و قابل قبول است یا خیر؟

پس از اجرای این راه حل ها، شکل ماتریس ریسک تغییر کرده و تعداد خطرهای موجود در بخش ریسک های غیرقابل قبول مرتباً کم می شود.

▪ سلسله مراتب اقدامات کنترلی

برای اتخاذ اقدامات کنترلی برای ریسک‌های غیرقابل قبول، باید به سلسله مراتب اقدامات کنترلی ذیل توجه نمود:

۱- حذف Elimination:

گزینه اول پیشنهادی، عموماً حذف ریسک است تا خطر بطور کامل از بین برود، مانند حذف سرب و آزبست و بنزن از چرخه تولید. اما متأسفانه، حذف ریسک همیشه امکان پذیر نیست و باید پیشنهاد آن در کمیته شناسایی خطرات مطرح و بررسی شود. در صورت عدم امکان حذف، به سراغ گزینه بعدی می‌رویم.

۲- جایگزینی Substitution:

در صورت عدم موفقیت در حذف ریسک، می‌بایستی از روش‌ها، تجهیزات و یا مواد با خطر کمتر را جایگزین نمود. بعنوان مثال جایگزینی بنزن با تولوئن و یا استفاده از برق ۱۱۰ ولت بجای ۲۲۰ ولت.

۳- کنترل‌های مهندسی Engineering controls:

در شرایطی که امکان حذف و یا جایگزینی وجود نداشته باشد، از کنترل‌های مهندسی جهت کنترل ریسک استفاده می‌گردد مانند حفاظ گذاری دستگاه‌ها، سیستم ارتینگ، طراحی و نصب سیستم تهویه موضعی و ...

۴- کنترل‌های مدیریتی (علامت گذاری / هشدارها) Signage/Warnings and/or Administrative controls:

پس از انجام اقدامات فوق‌الذکر، جهت رعایت نکات ایمنی، اقدام به اجرای کنترل‌های مدیریتی می‌گردد، از قبیل نصب علائم هشداردهنده، نصب دستورالعمل‌های ایمنی و نیز برگزاری دوره‌های آموزشی.

۵- تجهیزات حفاظت فردی Personal Protective Equipment:

استفاده از اقلام حفاظت فردی، بعنوان آخرین راه حل توصیه می‌گردد و در شرایطی نیز علاوه بر اجرای اقدامات فوق‌الذکر و در جهت افزایش ضریب ایمنی، بکار گرفته می‌شود.

■ روش های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک :

امروزه استفاده از روشهای شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در صنایع مختلف رو به گسترش است به طوریکه در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع مختلف کیفی و کمی روش و تکنیک ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد این روش ها و تکنیک ها معمولا برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات به کار میرود. عمده روش های موجود ارزیابی ریسک روشهای مناسب جهت ارزیابی خطرات بوده و نتایج آنها را میتوان جهت مدیریت و تصمیم گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدهای آن بدون نگرانی به کار برد، هر یک از صنایع بسته به نیاز خود میتواند از روشهای مذکور بهره لازم را کسب کند. این روشها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایب مختلف میباشد. لذا یکی از وظایف سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت موجود در هر صنعت (HSE) بررسی کلیه روشهای ارزیابی ریسک ها و خطرات و انتخاب روش مناسب جهت اجرا در صنعت و سازمان متبوع خود میباشد. بطور کلی میتوان گفت که از نوع روش استفاده شده در ارزیابی ریسک و عمق ارزیابی آن تا حدی میتوان به توانایی سیستم ایمنی موجود و در نتیجه نحوه مدیریت ایمنی در صنعت مذکور پی برد .

سازمان ها معمولا نیاز به سیستمی دارند که علاوه بر ارزیابی فعالیت ها و فرآیند شان بتواند در خصوص وضعیت ریسک، تعیین معیارهای ریسک قابل تحمل و مشخص نمودن دقیق ریسک دقیق فرآیندهایشان، و... آنان را رهنمون نماید که بسته به پیچیدگی فعالیت هر صنعت نوع سیستمی که بتواند آنان را به هدف مذکور برساند متفاوت است. لذا سازمان ها باید بتوانند از نوع روشهای ارزیابی یکی یا تلفیقی از چند مورد را انتخاب نمایند در برخی از موارد و جهت پاره ای از فرآیندهای حساس به خصوص در صنایع شیمیایی تولید محصولات انفجاری و احتراقی بایستی قبل از تعیین نوع روش کلیه روشها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بهترین روش با توجه به منابع مالی، نیاز به اطلاعات کیفی یا کمی و، محدودیت زمان، محدودیت نیروی انسانی کارآزموده، نوع کاربرد روش شناسایی ریسک را با توجه به مزایا و معایب هر یک از سیستم های مذکور انتخاب نمایند.

اصولا تجزیه و تحلیل سیستمها یک روش با مهارت بالا بوده و بایستی توسط تیم کاملی از کارشناسان که نسبت به سازمان خود شناخت کامل دارند صورت پذیرد انتخاب درست روش شناسایی ریسک به کارایی روش انتخابی و تعیین دقیق ریسک ها می انجامد، همچنین در صورتیکه ریسک هر فرآیند به درستی شناخته شده باشد تعیین ریسک قابل قبول و اقدامات اصلاحی جهت کاهش ریسک ملموس تر است.

روش های کمی

در روش کمی: احتمال وقوع یک حادثه خاص و پیامدهای آن محاسبه یا برآورد میگردد و سپس از معیار عددی بدست آمده برای قضاوت در مورد پذیرفتنی بودن ریسک خطرات استفاده میشود. انجام برآورد عددی مشکل است

و معمولاً می‌بایست با استفاده از برخی جداول خاص با توجه به تکنیک ارزیابی ریسک و وزن‌گذاری، مقادیر کیفی را به مقادیر کمی تبدیل کرد.

• روش‌های کیفی

در روش کیفی مقادیر معمولاً با بکار بردن صفاتی مانند کمتر، بیشتر، متوسط، خطرناک، غیرقابل تحمل و ... بیان میشود و کاربرد آن بیشتر و آسانتر است. ولی در صورتی که خروجی سیستم ارزیابی ریسک کمی باشد برداشت کلیه افراد از شرایط نزدیک‌تر بوده و نتایج آن جهت تصمیم‌گیری مفیدتر خواهد بود. در ذیل به برخی از روش‌های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک بصورت خلاصه اشاره می‌شود.

■ تکنیک تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی Job Safety Analysis

JSA یکی از روشهای پیشگیری از حادثه و آنالیز خطر می‌باشد که دارای سابقه استفاده زیادی می‌باشد و از سال ۱۹۳۰ تا اکنون این تکنیک ساده در صنایع مختلف بکار گرفته می‌شود. این تکنیک یکی از ابزارهای مدیریتی جهت شناسایی و کنترل خطرات می‌باشد.

JSA عبارت است از بررسی سیستماتیک یک شغل به منظور شناسایی خطرات بالقوه آن و تعیین روش کنترلی مناسب.

• ضرورت اجرای JSA:

یکی از مهمترین اهداف اجرای JSA، یافتن رویکردهای اثربخش و کارآ در زمینه ادغام عنصر انسانی با طراحی و عملیات در راستای دستیابی به سطوح بالاتر در زمینه ایمنی، قابلیت اطمینان، بهره‌وری و ... است. فرآیند آنالیز ایمنی شغلی می‌تواند در مراحل طراحی، ارزیابی طراحی سیستم و بروز هر گونه مشکل در زمینه تعامل انسان - سیستم مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری: آنالیز ایمنی شغلی، بررسی شغل است نه شاغل.

JSA، شامل آنالیز وظایف اساسی موجود در شغل برای شناسایی خطرات بالقوه و تعیین راههای ایمن برای انجام آن است.

• نکات کلیدی:

۱- برای اطمینان از همکاری و مشارکت کامل کارکنان، اهداف JSA را بطور کامل برای آنها تشریح نمایید.

۲- کارکنان را مطمئن سازید که هدف JSA ایمن تر نمودن شغل از طریق شناسایی خطرات موجود در آن و ایجاد اصلاحات لازم می باشد .

۳- مطمئن شوید که کارکنان JSA را به عنوان ارزیابی شغل قبول کرده اند نه فرد .

۴- شغل ها را در طی ساعات معمول و شرایط طبیعی کار مورد بررسی قرار دهید . برای مثال اگر بطور روتین ، کار در طول شب انجام می شود JSA را در شب انجام دهید .

• مراحل اجرای JSA

○ **مرحله اول:** انتخاب شغل مورد نظر برای آنالیز:

ایده آل آن است که کلیه مشاغل موجود در هر سازمان مورد مطالعه JSA قرار گیرد . لیکن ، احتمالاً به دلیل وجود محدودیت های مختلف از جمله منابع و زمان ، امکان پذیر نباشد، لذا بایستی مشاغل موجود لیست و با استفاده از پارمترهای ذیل اولویت بندی شوند.

مهمترین فاکتورها در فرآیند اولویت بندی مشاغل جهت اجرای JSA :

۱- آمار حوادث و بیماری ها

۲- غیبت های ناشی از کار

۳- وجود نشانه هایی از مواجهه با عوامل زیان آور

۴- پیامد شدید

۵- مشاغل تغییر یافته

۶- مشاغل غیرروتین

○ **مرحله دوم :** شکستن شغل به وظایف تشکیل دهنده

به طور معمول در هر شغل، فرد وظایف متعددی را به عهده دارد. هریک از این وظایف می تواند دارای خطرات مربوط به خود را داشته باشد.

تقسیم یک شغل به وظایف آن ، مستلزم داشتن دانش کافی و کامل از آن شغل است. اگر وظایف به صورت بسیار کلی و عمومی انتخاب شوند ممکن است عملیات اختصاصی و خطرات مرتبط با آن به فراموشی سپرده شوند.

○ **مرحله سوم :** شناسایی مراحل انجام یک وظیفه

مراحل اجرای وظیفه، به ترتیب اجرای آن شناسایی و ثبت می شود.

برای شناسایی مراحل آن، می توان از نحوه انجام فعالیت توسط اپراتور، فیلم برداری نمود.

○ **مرحله چهارم: شناسایی خطرات بالقوه در هر یک از مراحل**

در هر یک از مراحل انجام یک وظیفه، کلیه خطرات احتمالی شناسایی می گردد.

○ **مرحله پنجم: تعیین اقدامات پیشگیرانه برای کنترل خطرات شناسایی شده**

با رعایت اولویت در اقدامات کنترلی، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه را توصیه می نمائیم.

○ **مرحله ششم: ابلاغ به کارکنان**

مراحل صحیح انجام یک فعالیت به همراه خطرات شناسایی شده و اقدامات کنترلی مورد نیاز، در قالب دستورالعمل

ایمنی، تدوین و به کارکنان ابلاغ می گردد.

نمونه فرم تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی (JSA)

نام واحد	عنوان شغل	وظیفه	تاریخ انجام/بازنگری	بررسی کننده

مراحل انجام کار	خطرات احتمالی	اقدامات کنترلی

• مزایا و محاسن تکنیک JSA

- ۱- شناسایی خطرات مشاغل
- ۲- توسعه بهترین روش انجام کار
- ۳- بهبود کارایی و بهره‌وری
- ۴- آموزش گام به گام انجام یک کار
- ۵- کاهش جراحات و آسیب‌ها ناشی از تلاش بیش از حد
- ۶- تعیین ابزارها و تجهیزات مورد نیاز برای انجام کار
- ۷- مشارکت افراد و امکان استفاده از تجارب آنها
- ۸- مشارکت منجر به مقبولیت می‌شود
- ۹- مقاومت نسبت به موضوع کم می‌شود
- ۱۰- موجب سهولت کار می‌شود
- ۱۱- بر سرعت کار می‌افزاید
- ۱۲- از کارهای تکراری جلوگیری می‌شود
- ۱۳- ضریب خطا در تصمیم‌گیری کاهش می‌یابد
- ۱۴- باعث ایجاد شخصیت مثبت در فرد می‌شود
- ۱۵- باعث صرفه‌جویی در زمان می‌شود
- ۱۶- ...

• نکات مهم در خصوص JSA:

- JSA یک روش شناسایی خطر می‌باشد. جهت ارزیابی ریسک، می‌بایستی از روش دیگر استفاده گردد.
- JSA برای تهیه دستورالعمل‌های ایمنی، بسیار مناسب است.

■ تکنیک ویلیام – فاین William - Fine

در این تکنیک با در نظر گرفتن هزینه ها ، اقدامات اصلاحی برای کنترل خطرات پیشنهاد می گردد. از خصوصیات این روش دخالت دادن هزینه ها جهت بررسی قابل توجیه بودن کنترل ها می باشد.

فاکتورهایی که در این روش استفاده می شوند عبارتند از :

■ میزان شدت (Consequence)

■ میزان احتمال (Probability)

رتبه ریسک

$$R=C*P*E$$

■ میزان تماس (Exposure)

از رتبه ریسک (R) ، جهت اولویت بندی و طبقه بندی ریسک ها استفاده می گردد .

بعد از محاسبه ریسک از فرمول زیر برای میزان هزینه قابل توجیه استفاده می شود .

$$J=R/(CF*DC)$$

J = COST JUSTIFICATION VALUE میزان هزینه قابل توجیه

CF = COST FACTOR ضریب هزینه

DC = DEGREE OF CORRECTION VALUE درجه میزان اصلاح

از فرمول فوق می توان نتیجه گرفت که از تقسیم رتبه ریسک بر حاصل ضرب ضریب هزینه و درجه میزان اصلاح ، می توان قابل توجیه بودن هزینه جهت کاهش ریسک را محاسبه نمود . معیارهای به کار رفته برای تصمیم گیری قراردادی می باشند . برای مثال می توان از حالت زیر استفاده نمود :

هزینه قابل توجیه می باشد	$J > 10$
هزینه قابل توجیه نمی باشد	$J < 10$

با به کارگیری این تکنیک ، نهایتاً " با استفاده از فاکتورهای به دست آمده برای شدت ، احتمال ، و میزان مواجهه با خطر ، عدد ریسک به دست می آید و با استفاده از ضرایب ذکر شده ، توجیه اقتصادی آن مورد بررسی قرار می گیرد .

■ روش تحلیل مقدماتی خطر (Preliminary Hazard Analysis (PHA

این روش برای اولین بار در اوایل دهه ۵۰ میلادی در ایالات متحده آمریکا برای آنالیز ایمنی موشک‌های با پیش برنده مایع بکار گرفته شد. این روش توسط صنایع هوانوردی این کشور بصورت قانونمند در آمده و بوسیله شرکت بوئینگ تحت نام فعلی نامگذاری شد. پس از این کاربرد این تکنیک به صنایع مختلف منجمله صنایع شیمیایی، هسته ای و غیره گسترش یافت.

تحلیل مقدماتی خطر یک روش آنالیز نیمه کمی است که به منظور اهداف زیر صورت می پذیرد:

- شناسایی خطرات بالقوه و رویدادهای اتفاقی که ممکن است به بروز حادثه ای منجر شود.
 - رده بندی رویدادهای شناسایی شده بر حسب ریسک آنها
 - تعیین کنترل های لازم برای خطرات و شناسایی اقدامات اصلاحی
- آنالیز مقدماتی خطر ترجیحاً یک آنالیز اولیه ایمنی بر روی سیستم، محصول یا سازمان بوده و اهداف عمده آن عبارتند از:

- شناسایی عناصر، شرایط خطرناک و علل آنها
- شناسایی اثرات این عناصر و شرایط خطرناک بر روی زیر سیستمها، سیستم، کل پروژه
- طبقه‌بندی سطح شدت هر کدام از عناصر و شرایط خطرناک
- شناسایی اقدامات اصلاحی برای حذف عناصر و شرایط خطرناک یا به حداقل رساندن اثرات آنها داده‌های بدست آمده از PHA یک ورودی مفید و موثر برای سایر فعالیتهای ایمنی در راستای شناسایی موارد ذیل بشمار می‌رود:

- مناطق بالقوه مشکل آفرین مرتبط با بخشهای سخت افزاری، نرم‌افزاری یا فصل مشترک آنها ،
- الزامات دستورالعملی یا طراحی ایمنی ،
- الویت‌بندی فعالیت‌های ایمنی ،
- موارد نیازمند به آزمون ، تجزیه و تحلیل بیشتر یا مطالعات توازن ،

■ تکنیک آنالیز حالات بالقوه شکست و آثار آن

Analysis Failure Modes & Effects (FMEA)

- تاریخچه :
- اولین بار در سال ۱۹۴۹ توسط ارتش امریکا مورد استفاده قرار گرفت .
- اولین کاربرد رسمی این روش در صنایع هوایی امریکا بوده است .
- این روش اولین بار به عنوان ابزاری برای پیشگیری از اشتباهات و خطاهای غیر قابل جبران مطرح گردید .
- این تکنیک امروزه جزء استانداردهای نظامی امریکا می باشد و تحت عنوان MIL-STD-۱۶۲۹ شناخته می شود .
- FMEA یک تکنیک مهندسی به منظور مشخص نمودن و حذف خطاها ، مشکلات و اشتباهات بالقوه موجود سیستم ، فرایند تولید و ارائه خدمات ، قبل از وقوع می باشد .
- این روش می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می گیرد و نیز علل و اثرات مرتبط با آن خطرات را شناسایی و اولویت بندی نماید .

■ مزایای انجام FMEA عبارتند از :

- ۱- ابزار مناسبی جهت پیشگیری از بروز خطرات است .
- ۲- روش مناسب کمی برای ارزیابی ریسک است .
- ۳- روشی مطمئن برای شناسایی خطرات ناشی از دستگاهها، تجهیزات و ماشین آلات می باشد.

■ مراحل انجام FMEA

- ۱- جمع آوری اطلاعات
- ۲- شناسایی خطرات (ایمنی + بهداشت حرفه ای)
- ۳- تعیین اثرات هر خطر
- ۴- تعیین علل هر خطر
- ۵- بررسی اقدامات کنترلی موجود
- ۶- تعیین ضریب شدت

۷- تعیین ضریب احتمال وقوع

۸- تعیین ضریب کشف خطر

۹- محاسبه عدد اولویت ریسک ($RPN = \text{Risk Priority Number}$) = ریسک موجود

۱۰- تصمیم‌گیری در خصوص پذیرش ریسک

۱۱- ارائه اقدامات اصلاحی پیشنهادی برای ریسک‌های غیرقابل قبول

۱۲- محاسبه مجدد $RPN = \text{ریسک باقیمانده}$

FMEA ابزاری است که با کمترین ریسک، برای پیش‌بینی مشکلات و نقص‌ها در مراحل طراحی و یا توسعه فرایندها و خدمات در سازمان به کار می‌رود.

یکی از عوامل موفقیت **FMEA** زمان اجرای آن است. این تکنیک برای آن طرح ریزی شده که "یک اقدام قبل از واقعه باشد" نه "یک تمرین بعد از آشکار شدن مشکلات". به بیانی دیگر، یکی از تفاوت‌های اساسی **FMEA** با سایر تکنیک‌های کیفی این است که **FMEA** یک اقدام کنشی است، نه واکنشی. در بسیاری از موارد وقتی با مشکلی مواجه می‌شویم، ممکن است برای حذف آن اقدامات اصلاحی تعریف و اجرا شود. این اقدامات، واکنشی در برابر آنچه اتفاق افتاده است. درچنین مواردی حذف همیشگی مشکل، به هزینه و منابع زیاد نیاز دارد، زیرا حرکت از وضعیت موجود به سمت شرایط بهینه اینرسی زیادی خواهد داشت، اما در اجرای **FMEA** با پیش‌بینی مشکلات بالقوه و محاسبه میزان ریسک‌پذیری آنها، اقداماتی در جهت حذف و یا کاهش میزان وقوع آنها تعریف و اجرا می‌شود. این برخورد پیشگیرانه کنشی است در برابر آنچه ممکن است در آینده رخ دهد و مسلماً اعمال اقدامات اصلاحی در مراحل اولیه طراحی محصول یا فرایند، هزینه و زمان بسیار کمتری در برخواهد داشت. علاوه بر این، هر تغییری در این مرحله بر روی طراحی محصول یا فرایند براحتی انجام شده و در نتیجه احتمال نیاز به تغییرات بحرانی در آینده را حذف می‌کند یا کاهش خواهد داد.

FMEA اگر درست و به موقع اجرا شود، فرایندی زنده و همیشگی است. یعنی هرزمان که قرار است تغییرات بنیادی در طراحی محصول و یا فرایند تولید (یا مونتاژ) انجام گیرد باید به روز شوند و لذا همواره ابزاری پویاست که در چرخه بهبود مستمر به کار می‌رود.

هدف از اجرای **FMEA** جستجوی تمام مواردی است که باعث شکست یک محصول یا فرایند می‌شود، قبل از اینکه آن محصول به مرحله تولید برسد و یا فرایند آماده تولید شود.

FMEA در هر یک از شرایط زیر اجرا میشود:

۱. در زمان طراحی سیستمی جدید، محصولی جدید و یا فرایندی جدید.

۲. زمانی که قرار است طرح‌های موجود و یا فرایند تولید/مونتاژ

۳. زمانی که فرایندهای تولید و یا مونتاژ و یا یک محصول در محیطی جدید و یا شرایط کاری جدید قرار

میگیرد. Carry Over Designs/Processes.

به منظور تکمیل FMEA تیم باید برای سوالات زیر پاسخ‌های کاملی تهیه کند:

الف- تحت چه شرایطی محصول نمی تواند اهداف و مقاصد طراحی را برآورده سازد و یا نیازهای فرایند تحقق نمی یابد؟

ب- حالات خرابی چه تاثیری بر مشتری خواهند داشت؟

پ- اثر خرابی چه شدتی دارد؟ (عدد شدت)

ت- علل بالقوه خرابی کدامند؟

ث- احتمال وقوع علل خرابی چقدر است؟ (عدد وقوع)

ج- در حال حاضر چه کنترل‌هایی به منظور پیشگیری و یا تشخیص حالات خرابی و علل آن انجام میشود؟

چ- قدرت تشخیص کنترل‌های موجود چه میزان است؟ (عدد تشخیص)

ح- میزان خطر پذیری حالات بالقوه خرابی به ازای علل مختلف چه مقدار است؟ (محاسبه RPN)

منظور از عدد RPN یا Risk Priority Number، نمره اولویت ریسک است.

تشخیص $\times$ وقوع $\times$ شدت = RPN نمره اولویت ریسک

افزایش رقابت، افزایش توقعات و تقاضاهای مکرر مشتری و تغییرات سریع فناوری، باعث افزایش سریع تعهدات

تولید کنندگان امروزی شده است. هر کمبود و انحراف در عملکرد محصول، باعث از دست دادن بازار میشود. این

عوامل موجب شده که امروزه سازمان‌ها به استفاده از این تکنیک روی آورند تا به کمک آن مطمئن شوند

محصولی بی عیب و قابل رقابت روانه بازار میکنند.

نمونه فرم FMEA

نام کارگاه:			نام ارزیابی کننده:			تاریخ ارزیابی:			نام ارزیابی کننده مجدد:			تاریخ ارزیابی مجدد:		
ردیف	تجهیز	خطر	اثرات خطر	علت/علل	اقدامات کنترلی موجود	ارزیابی ۱			اقدامات کنترلی پیشنهادی	ارزیابی ۲				
						ریسک موجود				ریسک مجدد				
						شدت	احتمال	کشف/کنترل		شدت	احتمال	کشف/کنترل		
						RPN				RPN				
۱														
۲														
۳														

شدت و احتمال وقوع شاخص مناسبی را برای تعیین اولویت های خطر فراهم مینماید. هر چه احتمال وقوع کوچک باشد خطر پذیرفتنی تر است. و هرچه در صورت وقوع یک حادثه تبعات آن از نظر مالی و جانی پایین باشد شاخص شدت کمتر بوده و ریسک نهایی نیز کمتر خواهد بود.

در ذیل به برخی اقدامات که از لحاظ اولویت بندی فعالیت ها مهم بوده و در کاهش شدت و احتمال وقوع حادثه مؤثر می باشد اشاره شده است.

▪ تغییر در طراحی

برای کاهش ریسک می بایست با توجه به ارزشمند بودن اصلاح نقص در زمان طراحی، جهت پیشگیری از هزینه های کاذب مالی و جانی اصلاحات لازم در آن زمان و قبل از ورود به سایر مراحل انجام شود و اگر نتوان خطری را در هنگام طراحی حذف نمود باید ریسک ناشی از آن خطر به وسیله گزینه های مختلف تا سطح پذیرفتنی کاهش یابد و با کاهش احتمال وقوع و یا شدت حادثه، با تعریف و اجرایی کردن Action Plan ریسک را کنترل کرد.

▪ استفاده از تجهیزات ایمنی در سیستم

اگر نتوان خطرات را حذف نمود یا ریسک آن ها را کاهش داد بایستی با کاربرد کنترل های مهندسی و ابزارهای ایمنی این خطرات را کنترل و ریسک عملکرد را کاهش داد و بهتر است به این منظور بازرسی دوره ای در کارکرد و نگهداری ابزارهای ایمنی در نظر گرفته شود.

در صورتیکه کنترل ها منجر به کاهش ریسک نگردید باید ابزارهایی به کار گرفت که شرایط خطرناک را شناسایی کرده و با ایجاد علائم مناسب کارکنان را از خطر آگاه کند.

از روشهای کنترل مدیریت، و اجرایی مانند تدوین دستورالعمل ها و آموزش کارکنان بهره برد و لیکن با توجه به اینکه نرخ خطاهای انسانی به عنوان مهم ترین عامل بروز حوادث معمولاً از نرخ وسایل الکترومکانیکی بیشتر است این اقدام کنترلی به عنوان کم اثر ترین و آخرین راه برای کنترل خطرات استفاده میشود.

▪ پذیرش ریسک

بالاخره مقداری از ریسک بایستی پذیرفته شود. که مقدار آن توسط تیم ارزیابی ریسک در هر سازمان مشخص می شود. و سعی می شود با برنامه ریزی و اجرای Action Plan مشخص شده جهت هر ریسک، به سمت ریسک قابل قبول حرکت کنیم.

▪ ارزیابی‌های تکمیلی، بررسی‌های کامل‌تر و کاربرد روش‌های مکمل

معمولاً در کنترل و حذف عوامل حادثه از یک روش خاص به تنهایی استفاده نمی‌شود و با توجه به نتایج ارزیابی از راه‌های مختلف، جهت حل مشکل و بهبود شرایط، استفاده می‌شود.

▪ اجرای اقدامات ایمنی و پیگیری ارزیابی

برنامه‌های ایمنی تلاش دارند تا به نزدیک‌ترین شکل ممکن به قابلیت اعتماد صد در صد دست یابند و پس از اجرایی شدن و با بررسی و ارزیابی خروجی‌ها بصورت مدام اقدامات اصلاحی جهت ارتقاء صورت گیرد.

■ تکنیک HAZOP

- تعریف HAZOP: HAZOP یک روش کیفی برای شناسایی خطرات مرتبط با فرآیند، انسان و ماشین است.
 - HAZOP به کمک کلمات راهنما، انحرافات مربوط به عملکرد پارامترها را شناسایی و مورد تجزیه تحلیل قرار می‌دهد.
 - این تکنیک، شناسایی خطرات را با استفاده از گروه متخصصان و طوفان ذهنی (Brain Storming) شروع می‌کند و در پی کشف علل و اثرات خطرات بالقوه است.
 - بطور کلی چهار نوع HAZOP وجود دارد.
- ۱- HAZOP فرآیند (Process):
- رویه کلی این نوع HAZOP بر مرور فرآیندها و دیاگرام‌های جریان و نحوه استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزات تکیه دارد. سپس سیستم مورد مطالعه را به اجزاء ساده‌تر تقسیم می‌کند و با استفاده از کلمات راهنما سعی در شناسایی انحرافات فرآیند دارد.
- ۲- HAZOP انسانی (Human):
- یک نوع خاص از HAZOP است که بیشتر بر خطاهای انسانی تمرکز دارد (تا خطاهای فنی). این نوع HAZOP بر پایه آنالیز وظایف کاری بنا شده است. اطلاعات ورودی برای این نوع HAZOP رویدادهای کاری، جانمایی ایستگاه کاری و موضوعات مربوط به رابطه انسان و ماشین است. این نوع HAZOP خطاهای زیر را پوشش می‌دهد:
 - خطاهای مربوط به طراحی و نحوه استفاده ابزارآلات و کامپیوترها
 - خطاهای مربوط به تعیین نقش کارگر و صلاحیت کاری آن در سیستم
 - خطاهای مربوط به روابط کاری و انسانی.
- ۳- HAZOP روی‌های (Procedure): این نوع HAZOP رویه‌ها و توالی‌های عملیاتی را مورد بازنگری قرار می‌دهد. HAZOP رویه‌های هم بر خطاهای انسانی و هم بر سیستم‌های فنی تمرکز دارد.
- ۴- HAZOP نرم افزاری (Software):
- این نوع HAZOP برای شناسایی خطاهای ممکن بالقوه در توسعه نرم افزارها کاربرد دارد.

■ اهداف HAZOP:

- اهداف زیر میتوانند مدنظر قرار گیرند.
- شناسایی تمام علل بالقوه ای که در حیطه مورد مطالعه منجر به اثرات مهم ایمنی و عملیاتی شوند.
- تصمیم گیری در مورد اینکه آیا طراحی های موجود این اطمینان را بوجود میآورند که ریسک حاصل از خطرات شناخته شده در سطح قابل قبول قرار دارند یا خیر ؟
- نیل به سطح ریسک قابل قبول.
- بیشینه سازی ارزش تسهیلات در شرکت بوسیله کاهش ریسک فرآیندهای مربوط به سطح قابل قبول و بهبود اثر بخشی عملیاتی.

■ مراحل انجام HAZOP

- ۱- شروع:
- مطمئناً قبل از آغاز HAZOP باید زمینه های مناسب فراهم گردد از جمله:
- الف- تعهد مدیریت عالی به منظور تأمین منابع و حمایت های لازم.
- ب- اعتبار بخشیدن به کار اعضاء گروه HAZOP با شناساندن آنها و دادن اختیارات لازم به گروه.
- ج- حمایت از تصمیمات گروه به منظور اجرای اقدامات پیشنهادی.
- د- در اختیار قراردادن منابع مورد نیاز از جمله نقشه ها، دیاگرام ها، طرح ها و اطلاعات فنی مورد نیاز فرآیند.
- بعد از حصول اطمینان از ایجاد یک زمینه مناسب می بایست مبادرت به تشکیل تیم HAZOP نمود.
- محوریت تیم با رهبر گروه است.
- مطالعه HAZOP نیازمند یک رهبر ورزیده است.
- اعضاء گروه HAZOP :
- اعضاء گروه باید آموزش های لازم را جهت مطالعه HAZOP دیده باشند.
- اعضاء گروه باید توانایی فهم خطرات بالقوه فرآیند و روش های استاندارد آن صنعت را برای کنترل این خطرات داشته باشند.

- حداقل یکی از اعضاء گروه باید مسئول کسب اطلاعات از حوادث گذشته (در تسهیلات مشابه) باشد و موارد ضروری را پیگیری کند.
- بررسی مدارک و اطلاعات فنی در HAZOP:
- مستندات مورد نیاز جهت بررسی شامل موارد زیر می‌شوند:
- شرح عملیات (رویدادها و دیاگرام‌های عملیات)
- شرح استفاده از ابزارها و طرح‌های تجهیزات عملیاتی
- مدارک مربوط به نصب، راه اندازی و نگهداری دستگاه‌ها
- اطلاعات محیط درونی و بیرونی مثل: دما، رطوبت، فشار، وضعیت آب و هوا، سیل خیزی، زلزله خیزی و ...
- بررسی مدارک و اطلاعات فنی در HAZOP:
- رهبر گروه باید اطمینان حاصل کند تمام فرآیندهای حیطه مورد مطالعه از لحاظ اطلاعات فنی بررسی شده‌اند. همچنین باید از معتبر بودن اطلاعات اطمینان حاصل شود و اطلاعات ناقص و غیر معتبر مورد بررسی قرار نگیرد. در صورتیکه قسمتی از فرآیند قرار است که کنار گذاشته شود باید با توافق اعضاء صورت نگیرد و دلایل مربوط به آن ثبت و به مدیریت عالی گزارش شود.
- تقسیم سیستم به قسمت‌های کوچکتر:
- فرآیندها و دستگاه‌ها باید برای بررسی و تجزیه و تحلیل به قسمت‌های کوچکتری تقسیم شوند. این تقسیم‌بندی نباید اعضاء گروه را در به کار بردن کلمات راهنما دچار سردرگمی کند.
- گروه همچنین باید در ریز شدن فرآیندها و فعالیت‌ها با توجه به اهداف و زمان مطالعه تصمیم‌گیری کند. تا مشخص شود تا چه سطح پرداختن به جزئیات مورد نیاز و متناسب با اهداف است.
- انتخاب زیر سیستم:
- با توجه به شناخت رهبر و اعضای گروه از فرآیند، زیرسیستم‌ها بر اساس توالی عملیات و اهمیت فرآیندها انتخاب می‌شوند. هر زیر سیستم باید دقیقاً شناسایی و به همه اعضاء معرفی گردد.
- انتخاب پارامتر:
- پارامترها از آن جهت اهمیت دارند که می‌توان انحرافات آنها را از طراحی تجزیه و تحلیل کنیم. بنابراین باید به دنبال پارامترهای مهم بود. اهمیت پارامترها توسط تجزیه و تحلیل و شناخت اعضاء گروه معین می‌گردد. این پارامترها طبیعتاً در صنایع مختلف متفاوت است.

- گروه باید مجموعه پارامترها را با توافق نظر مستند سازد. برای نمونه در غالب شرکت‌های نفتی و شیمیایی که دارای فرآیندهای پیوسته هستند از پارامترهای زیر استفاده شده است.

Flow (جریان)	Temperature (دما)
Level (سطح)	Viscosity (ویسکوزیته)
Pressure (فشار)	Safety (ایمنی)
Contamination (آلودگی)	Service Failure (خطای)
Instrumentation (نحوه استفاده از ابزار)	Erosion (فرسایش)
Corrosion (خوردگی)	Maintenance (نگهداری)

انتخاب کلمات راهنما: (Guide Word)

- کلمات راهنمای انتخاب شده باید متناسب با پارامترهای مهم فرآیند (مثل جریان، دما، فشار و ...) و همچنین دیگر عملیات سیستم (مثل روشن شدن یا خاموش شدن دستگاه، تست کردن، نگهداری و ...) باشد.

- در ادامه نمونه‌هایی از کلمات راهنما HAZOP فرآیند و انسان و رویه شرح داده می‌شوند:

- کلمات راهنما HAZOP فرآیند:

کلمه راهنما	مفهوم	مثال
Un clear	مبهم-نامبهم	رویه به صورت گیج کننده و مبهم تهیه شده است
Wrong place	هدایت غلط و اشتباه	رویه به خارج از توالی درست و مورد انتظار هدایت شده است.
Wrong Action	فعالیت غلط و اشتباه	رویه تهیه شده فعالیت را اشتباه شرح داده است.
Incorrect Information	اطلاعات نادرست	اطلاعات قبل از انجام فعالیت غلط می باشد.
Omitted	جا انداختن	یکی از قدمهای فعالیت جا افتاده است.
Unsuccessful	ناموفق-بی نتیجه	رویه جوابگوی نیاز اپراتور نیست.
Interference effect From Other (IEFO)	تأثیرات متقابل از دیگران	رویه تداخل با کار دیگران ایجاد می کند.

• کلمات راهنمای HAZOP انسان:

کلمه راهنما	مفهوم	مثال
No/Not	نفی کامل منظور و عمل موردنظر	عدم جریان ماده در لوله
More	افزایش کمی	دمای بیشتر از حد طراحی شده
Less	کاهش کمی	فشار کمتر از حد نرمال
As Well As	افزایش کیفی	همه دریچه‌ها درست بسته شده اند
Part Of	کاهش کیفی	تنها بخشی از سیستم به موقع خاموش شده است.
Reverse	عکس فعالیت مورد انتظار	برگشت جریان زمانی که سیستم خاموش می‌شود.
Than Other	بطور کامل جایگزین شدن	وجود مایع در لوله گاز

• کلمات راهنما برای HAZOP رویه:

کلمه راهنما	مفهوم	مثال
Not/ Done	وظیفه انجام نشده است.	دریچه بسته نشده است.
More Than	وظیفه بیش از حد لازم انجام شده است.	فشار در مقدار بیش تر از طراحی قرار گرفته است.
Less Than	وظیفه کمتر از حد لازم انجام شده است.	پاکسازی با نیتروژن در زمان کوتاهی انجام شده است.
As Well As	وظیفه بیش از حد انتظار انجام شده است.	تمام دریچه‌ها در یک زمان بسته شده است.
Part Of	قسمتی از وظیفه انجام شده است.	تنها دو دریچه از سه دریچه بسته شده است.
Other Than	کار کاملاً متفاوت انجام شده است.	بالا بردن به جای پایین کشیدن آن.
Repeated	دوباره کاری انجام شده است.	افزایش جریان ۲۰ درصد است به جای ۱۰ درصد
Sooner Than	کار زودتر از زمان و یا توالی مقرر انجام شد.	بازکردن درب کوره قبل از تنظیم فشار
Later Than	کار دیرتر از زمان و یا توالی مقرر انجام شده است.	بازکردن لوله آب بعد از روشن کردن دیگ بخار

• مراحل انجام HAZOP

- تعیین انحرافات پارامتر:
- ترکیب هر کلمه راهنما با هر پارامتر یک انحراف را تشکیل میدهد. در واقع منظور انحراف از مقدار طراحی شده است. نکته مهم در اینجا این است که مطمئن شویم طراحی موجود درست است. پس باید با استفاده از مدارک و اطلاعات از قابل قبول بودن طراحی موجود اطمینان حاصل کنیم.
- اثرات باید در اهداف مطالعه **HAZOP** معین شده باشند. اما **HAZOP** یک روش کیفی است و از این بابت کاملاً متکی به تجزیه و دانش اعضاء گروه است.
- در صورتیکه به دلیل اطلاعات ناقص، نتوان راجع به مهم بودن اثرات تصمیم‌گیری کرد باید اقدامات مضاعفی فراهم شود تا این ابهام رفع گردد. این اقدامات می‌بایست مستند شود و از آن گزارش تهیه گردد.
- پیشنهاد اقدام اصلاحی:
- اقدامات اصلاحی باید در جهت رفع علت، کاهش وخامت علت، کاهش بروز علت و رضایتمندی شغلی باشد. همچنین مسئول و زمان بازنگری اقدامات در نظر گرفته شده باید مشخص گردد. این اقدامات به لحاظ اهمیت باید به مدیریت عالی گزارش شوند.
- پایان HAZOP :
- در صورتیکه بررسی ترکیب تمام کلمات راهنما و پارامترها در هر مورد تمام شد به سراغ موارد بعدی می‌رویم.
- اما هیچگاه نباید کار را تمام شده پنداشت. رهبر گروه باید دائماً در پی بهبود مستمر فرآیند **HAZOP** باشد. کامپیوتری کردن تکنیک به منظور دسترسی سریع‌تر و به روزتر اعضاء به اطلاعات، همچنین توجه بیشتر به فعالیت‌های طوفان ذهنی، بکارگیری چک لیست‌های علل ممکن مشکلات، توجه به فاکتورهای انسانی و کمک گرفتن از مدیریت برای تصمیم‌گیری بهتر اقداماتی در جهت بهبود مستمر فرآیند **HAZOP** است.

برگه چک لیست HAZOP

- برگه چک لیست معمولاً بنا به نوع صنعت مورد مطالعه می‌تواند متفاوت باشد. اما نمونه زیر میتواند حالت تقریباً جامعی از چک لیست‌های **HAZOP** باشد.

- نکته مهم: پرکردن چک لیست **HAZOP** باید بصورت افقی صورت گیرد یعنی بعد از تعیین انحراف و اثرات علل آن را مشخص کنیم و برای تک تک علل مطالعه **HAZOP** را کامل کنیم.

جلسات HAZOP

- قبل از تشکیل جلسات می‌بایست ضوابط مربوط به زمان (تواتر)، مکان و شرکت کنندگان معین و در روش اجرایی **HAZOP** قید گردد.
- از اختیارات رهبر گروه این است که در صورتیکه یکی از اعضاء اصلی گروه غایب بود جلسات و حتی مطالعه را به تعویق بیندازد تا زمانی که آن شخص برگردد و یا جایگزینی برای آن در نظر گرفته شود.
- یکی از افراد حاضر در جلسه منشی گروه است که وظایف زیر را به عهده دارد.
- آماده کردن برگه‌های **HAZOP**
- ثبت بحث‌ها در جلسات **HAZOP**
- تدارک پیش نویس گزارش جلسه
- دستور جلسه **HAZOP** می‌تواند به شکل زیر باشد:
- معرفی و شناساندن اعضاء و دیگر شرکت کنندگان
- ارائه مطالبی کلی برای شرکت کنندگان موقت راجع به **HAZOP** و اهداف آن
- بررسی اقدامات اصلاحی گذشته و پیگیری وضعیت آن
- ارائه عملیات یا گره ای که قرار است مورد مطالعه **HAZOP** قرار گیرد.
- آنالیز عملیات با روش بیان شده
- جمع‌بندی موارد ارزیابی شده

گزارش HAZOP:

- کیفیت گزارش **HAZOP** بستگی به مهارت اعضاء دارد. با این حال گزارشات باید بر اساس جلسات **HAZOP** شکل بگیرد. ارائه نتایج و یافته‌های اولیه و توافقات درون گروهی می‌بایست در گزارش قید گردد. قبل از تهیه گزارش نهایی پیش نویس آن به اعضاء داده شود و پس از بازنگری و ارائه توضیحات گزارش نهایی تهیه شود.

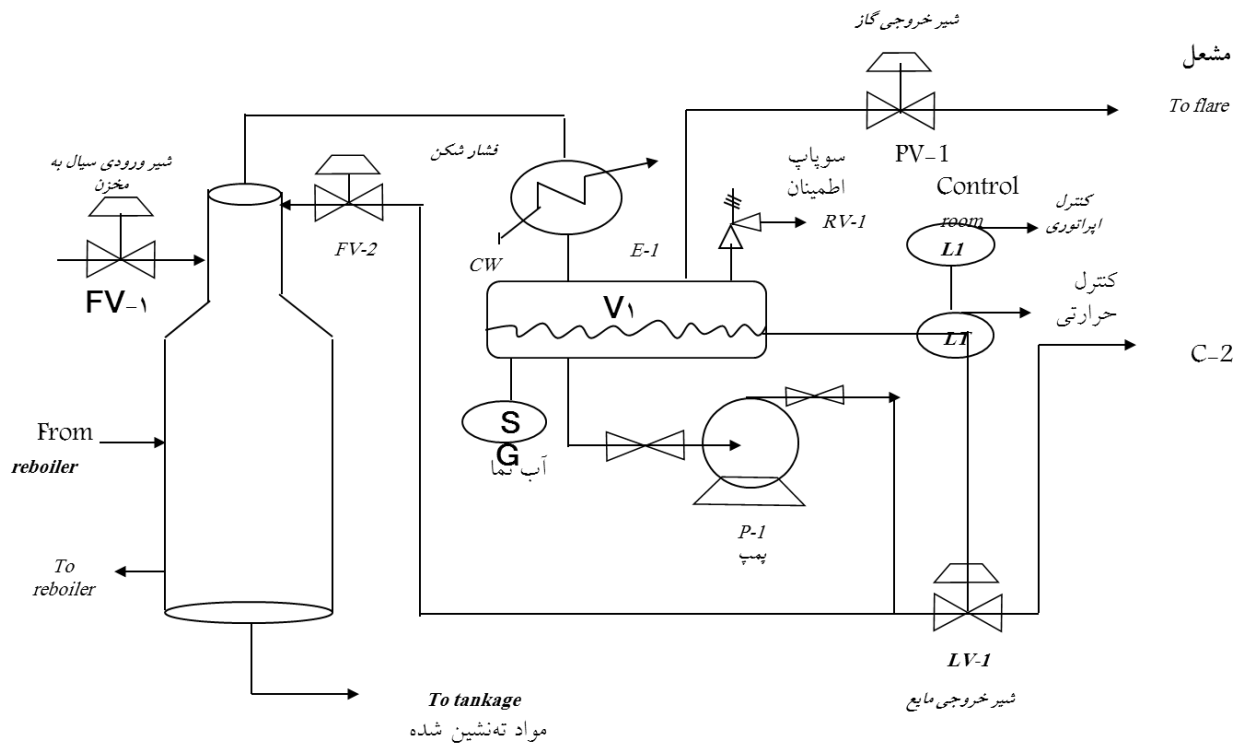
مزایای HAZOP:

- ابتکاری بودن اینکه چه سیستمی را برای مطالعه انتخاب کنیم و روی کدام پارامترها بیشتر تمرکز داشته باشیم نتایج متفاوتی از **HAZOP** را ارائه می‌دهد.
- یک روش تکمیلی به منظور شناسایی همه ریسک‌های ممکن
- استفاده از کلمات راهنما به تقویت طوفان ذهنی کمک زیادی می‌کند.
- تقویت درک نیاز برای روش‌های ایمن کار و آموزش‌های عملی بهتر و اینکه چطور آنها را بیان کنیم.

معایب HAZOP:

- در صورتیکه بخواهیم جزئیات بیشتری را مورد بررسی قرار دهیم زمان زیادی را باید صرف کنیم.
- متکی به دانش افراد
- ماهیت این سیستم ایجاب می‌کند که غالباً افراد متخصص فرآیند در تکمیل جداول **HAZOP** شرکت داشته باشند و اکثر افراد درگیر با کار را اعم از اپراتورها، سرپرستان و کارگران ساده در بر نمی‌گیرد.
- عدم طبقه‌بندی ریسک به دلیل کمی نبودن
- هیچ گونه اولویت‌بندی کمی در این سیستم پیش بینی نشده است. لذا **FMEA** را مدل تکامل یافته‌تر **HAZOP** می‌دانند. تعدد علل و اثرات ممکن است از دقت لازم به علل و اثرات مهم تر بروز خطا بکاهد.

• یک مثال برای HAZOP فرآیند:



شماره مدارك:
تاریخ بررسی:
محل مورد بررسی:
نام شخص بررسی کننده:

کلمه راهنما	انحراف	اثرات و نتایج	علل	اقدامات پیشنهادی و اصلاحی	مسئولیت / تاریخ بازنگری
No	عدم ورود جریان سیال به مخزن C-1	سوختن بویلر	عمل نکردن شیر FV.1	برنامه نت برای شیر FV.1	واحد فنی
More	بالا رفتن فشار در مخزن V-1	انفجار سیستم	عمل نکردن فشار شکن E-1	نصب آلارم حساس به جریان سیال	واحد مهندسی
Other than	وارد شدن مایع به مسیر بخار (مسیری که به طرف مشعل می‌رود)	اختلال در عملکرد مشعل	عمل نکردن سوپاپ اطمینان RV-1	برنامه نت	واحد فنی
No	عدم جریان سیال مایع به سمت مسیر C2	اتلاف انرژی و اختلال در عملکرد سیستم	عمل نکردن پمپ P-1	برنامه نت	واحد فنی
Other than	وارد شدن بخار به مسیر مایع	آسیب رسیدن به پمپ	پسته شدن مسیر سیال مایع	برنامه نت	واحد فنی
No	عدم جریان سیال مایع به سمت مسیر C2	اتلاف انرژی و اختلال در عملکرد سیستم	درست عمل نکردن کنترل اتوماتیک حرارتی LT	برنامه نت	واحد فنی
Other than	وارد شدن بخار به مسیر مایع	آسیب رسیدن به پمپ	درست عمل نکردن ایزاتور LV-1	آموزش صحیح استفاده از ایزاتور با تجربه	واحد آموزش
Other than	وارد شدن بخار به مسیر مایع	آسیب رسیدن به پمپ	عمل نکردن آب نمای SG	برنامه نت	واحد فنی
Other than	وارد شدن بخار به مسیر مایع	آسیب رسیدن به پمپ	کنترل نامناسب توسط ایزاتور	آموزش صحیح	واحد آموزش

- مثال **HAZOP** انسان:

- یک اپراتور کوره را در نظر بگیرید. وظیفه اپراتور تنظیم فشار و حرارت درون کوره است. همچنین اپراتور می بایست بوته حاوی فلز را به میزان یک تن پر کرده و به داخل کوره هدایت نماید. توزین توسط یک باسکول مجاور کوره انجام می گیرد. بعد از مدت ۳۰ دقیقه اپراتور می بایست فشار کوره را تنظیم کرده و بوته را خارج سازد. هدف بررسی انحرافات اپراتور از وظیفه محوله با کمک روش **HAZOP** است.
- شخص مورد مطالعه: اپراتور کوره زمان مورد مطالعه:

کلمه راهنما	انحراف	اثرات و نتایج	علل	اقدامات پیشنهادی و اصلاحی	مسئولیت/ تاریخ بازنگری
More than	وزن فلز درون بوته بیش از یک تن است	ریزش و سر ریز شدن مذاب درون کوره	عدم رعایت اپراتور کالیبره نبودن ترازو	آموزش و توجیه اپراتور برنامه کالیبراسیون دقیق	سرپرست واحد تضمین کیفیت
Less than	وزن فلز درون بوته کمتر از یک تن است	تنها میزان مذاب تولیدی را کاهش می دهد.			
More than	فشار بیش از حد طراحی است	انفجار کوره، سوختگی، مرگ	خطای اپراتور خطای گیج فشار خطای اطلاعات داده شده	برنامه نت نظارت کامل یک متخصص بر کوره	واحد نت واحد مهندسی و طراحی
Sooner than	باز کردن درب کوره قبل از تنظیم فشار	انفجار کوره، سوختگی، مرگ	خطای اپراتور	استفاده از علائم هشداردهنده آموزش اپراتور نظارت کامل	واحد مهندسی

- مثال **HAZOP** رویه: دستورالعمل انبارش بشکه های حاوی تینر به این صورت تهیه شده است:

۱- قرار دادن بشکه روی هم تا سه ردیف

۲- نگهداری بشکه ها در دمای مطلوب

۳- شناسایی بشکه ها بوسیله نوشتن کلمه تینر روی بشکه ها

کلمه راهنما	انحراف	اثرات و نتایج	علل	اقدامات پیشنهادی و اصلاحی	مسئولیت/ تاریخ بازنگری
Omitted	چیدمان بشکه ها نامشخص است (از نظر افقی یا عمودی)	سقوط بشکه، جراحت به انسان	عمودی قرار دادن بشکه ها روی هم	چیدمان افقی و عمودی مشخص شود.	واحد تضمین کیفیت سرپرست انبارها
Un clear	دمای مطلوب مبهم است.	انفجار و آسیب شخصی	نگهداری بشکه ها در انبار مسقف نگهداری بشکه ها در دمای نسبتاً گرم	نگهداری بشکه ها در هوای آزاد و دور از منابع تولید	سرپرست انبارها مدیر کارخانه
Un successful	نمایان نبودن علامت مشخصه بشکه ها	انفجار و آسیب شخصی	کار برد اشتباه عدم تشخیص پرسنل کارخانه	استفاده از علائم هشدار دهنده استفاده از علائم شناسایی مشخص و بارز	واحد آتش نشانی سرپرست انبار