



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 ۱۳۹۹

# 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،

وهر کس انسانی را از مرگ رهایی بخشد، چنان است که گویی همه مردم را زندگی بخشیده است

(سوره مائده آیه ۳۲)

<u>صفحه</u>	<u>فهرست مطالب</u>
۳	مقدمه
۴	مفاهیم ، تعاریف و اصطلاحات
۵	جایگاه شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در ISO 45001
۶	کاربرد شناسایی خطر و ارزیابی ریسک
۷	مزایای مدیریت ریسک
۸	فرآیند مدیریت ریسک
۹	ارتباط و مشاوره
۱۰	دامنه کاربرد، بافت و معیار
۱۱	شناسایی خطرات
۱۵	آنالیز ریسک
۱۷	ارزشیابی ریسک
۱۹	اصلاح ریسک
۲۱	پایش و بازنگری ریسک
۲۱	ثبت و گزارش دهی
۲۲	تکنیک آنالیز ایمنی شغلی (JSA)
۲۶	تکنیک آنالیز حالات بالقوه شکست و آثار آن ( FMEA )
۲۹	تکنیک ویلیام – فاین
۳۲	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 ، تعاریف و اصطلاحات

با توجه به تعاریف متعدد در مراجع مختلف و به منظور ایجاد وحدت رویه و برداشت یکسان از مطالب مندرج در این جزوه آموزشی، سعی شده است تعاریف و اصطلاحات بکار رفته مبتنی بر جدیدترین استاندارد سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای (ISO 45001) باشد.

**خطر (Hazard) :** منبع یا پتانسیل ایجاد جراحت و بیماری.

**مخاطره (Danger) :** قرار گرفتن در معرض یک خطر.

**رویداد (Incident) :** واقعه مرتبط با کار که در آن جراحت ، بیماری یا مرگ اتفاق افتاده یا می توانست رخ بدهد.

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

**شبه حادثه (Near-miss) :** رویدادی است که در آن جراحت ، بیماری یا مرگ رخ ندهد، اما پتانسیل آن را داشته باشد.

**جراحت (Injury) و بیماری (Ill health) :** اثر نامطلوب بر وضعیت فیزیکی (Physical) ، ذهنی (Mental) و

شناختی (Cognitive) یک فرد.

**ریسک (Risk) :** اثر عدم قطعیت.

**ریسک ایمنی و بهداشت حرفه ای (Risk OH&S) :** ترکیب احتمال وقوع یک رویداد خطرناک مرتبط با کار یا

مواجهه و شدت جراحت یا بیماری، که می تواند از رویداد یا مواجهه ناشی شود.

**شناسایی خطر (Hazard Identification) :** فرآیند شناسایی وجود یک خطر و تعیین مشخصات آن

**آنالیز ریسک (Risk Analysis) :** فرآیند تعیین پارامترهای (احتمال و شدت) ریسک و تخمین ریسک.

**ارزشیابی ریسک (Risk Evaluation) :** 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 می باشد یا خیر ؟

**ارزیابی ریسک (Risk Assessment) :** فرآیندی است شامل شناسایی خطر، آنالیز ریسک و ارزشیابی ریسک.

**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.

**ایمنی (Safety) :** میزان یا درجه دور بودن از خطرات و یا در امان بودن از ریسک غیرقابل قبول یک خطر.

## ■ جایگاه شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در ISO 45001

یکی از مهم ترین عناصر و الزامات استاندارد سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای (ISO 45001) ، انجام شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک می باشد و به عنوان قلب سیستم یاد می شود. واژه قلب بدین معنا می باشد که این عنصر به سایر عناصر سیستم ورودی می دهد.

به عنوان مثال یکی از مهم ترین ورودی ها برای فرآیند تدوین اهداف ایمنی و بهداشت حرفه ای، نتایج حاصله از ارزیابی ریسک می باشد و یا در تعیین نیازهای آموزشی کارکنان، افراد در معرض ریسک از اولویت بالاتری قرار دارند.

طبق این الزامات، سازمان باید فرآیندی برای انجام شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک بصورت پیوسته (ongoing) و با رویکرد کنشی (proactive) تدوین و اجرا نماید.

فرآیند شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک باید حداقل موارد ذیل را مدنظر قرار دهد:

### فعالیت های معمول و غیر معمول شامل خطرهای ناشی از :

- ۱) زیرساخت ها ، تجهیزات، مواد و شرایط فیزیکی محیط کار
- ۲) طراحی، تحقیق، توسعه ، بازرسی ، تولید ، مونتاژ ، ساخت ، ارائه خدمات ، نگهداری و تعمیرات.
- ۳) عوامل انسانی
- ۴) چگونگی انجام کار

## ■ کاربرد شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک

مطابق الزامات قانونی و همچنین الزامات استاندارد سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای، انجام شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در کلیه فعالیت ها و فرآیندها در محیط کار الزامی است. علاوه بر این انجام آن در موارد ذیل ضروری می باشد:

- بازنگری ایمنی برای شروع پروژهها جهت اطمینان از رعایت الزامات ایمنی در فاز طراحی.
- شناسایی و تجزیه و تحلیل خطر در جهت تدوین و بازنگری دستورالعمل های ایمنی.
- بازنگری ایمنی قبل از شروع بکار تجهیزات و فرآیند تولید.
- بازنگری الزامات ایمنی به ویژه پس از وقوع رویداد.

## ■ زمان مناسب برای شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک

- مناسب ترین زمان جهت شروع ارزیابی ریسک در فاز طراحی می باشد .
- با وجود این، ارزیابی ریسک مداوم بعنوان اولویت مهم در طول چرخه حیات هر سیستم می باشد.
- ارزیابی ریسک یک پیش نیاز اساسی قبل از انجام هر گونه تغییر در محیط کار، فرآیند، تجهیزات، مواد، روش کار و ... می باشد.

## ■ مدیریت ریسک Risk Management

هدف مدیریت ریسک ایجاد یک چارچوب نظام مند و مستمر بمنظور شناسایی، ارزیابی، حذف و یا کاهش ریسک می باشد. در فرآیند مدیریت ریسک تصمیمات بر اساس مقایسه نتایج حاصل از تعیین ریسک با معیار پذیرش ریسک اتخاذ می شود.

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.

در واقع مدیریت ریسک یک روش ساختار یافته و سیستماتیک برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک برای رتبه بندی و اخذ تصمیمات جهت کاهش ریسک به یک سطح قابل قبول است.

بطور معمول در محیط کار، خطرات بسیار فراوانی مورد شناسایی قرار می‌گیرند که با توجه به محدودیت منابع و زمان، می‌بایستی ابتدا خطرات مهم تر کنترل شده و در مراحل بعدی به سایر خطرات پرداخته شود.

از این رو بایستی از فرآیند مدیریت ریسک استفاده شود. به عبارت دیگر مدیریت 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.

## ■ مزایای مدیریت ریسک:

استفاده از رویکرد کنشی (Proactive) در کنار رویکرد واکنشی (Reactive)

حذف و کاهش ریسک های OH&S

شناسایی نیازهای آموزشی OH&S

ورودی لازم برای تدوین اهداف و برنامه های OH&S

تدوین و بازنگری دستورالعمل های OH&S

حصول اطمینان از رعایت الزامات OH&S در فاز طراحی

تعیین کفایت کنترل های موجود یا طرحریزی شده

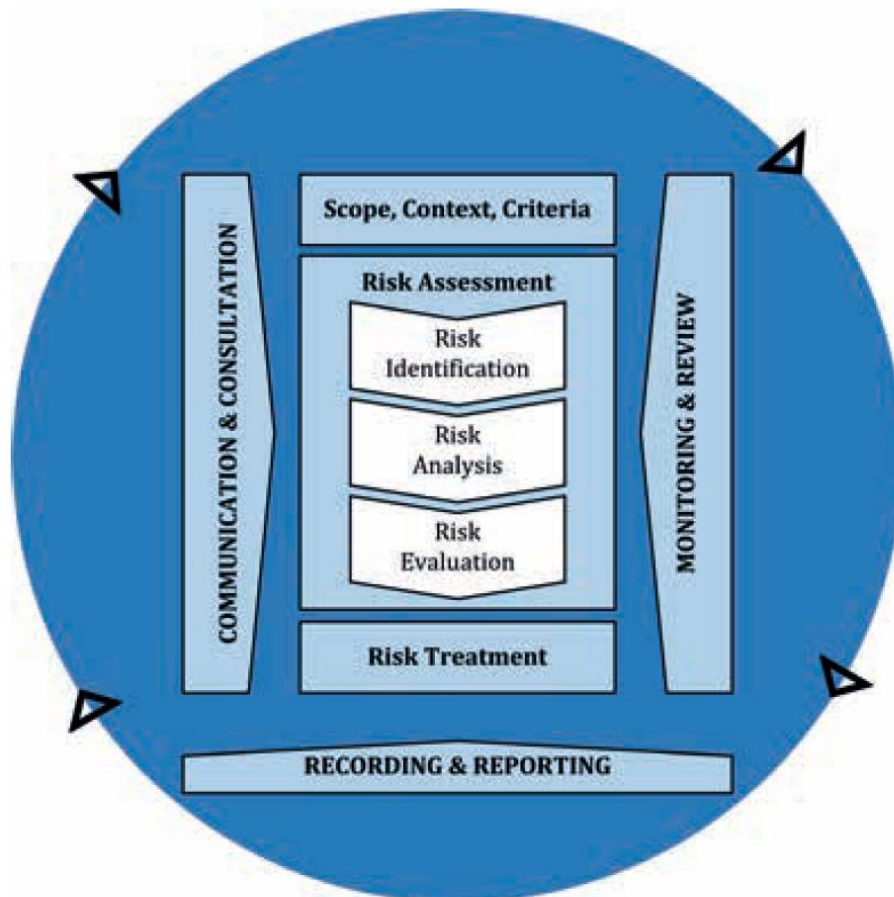
اولویت بندی ریسک ها جهت تخصیص منابع مالی



## ■ فرآیند مدیریت ریسک Risk management process

یکی از جامع ترین الگوها برای فرآیند مدیریت ریسک مندرج در استانداردها و رفرنس های موجود، سند استاندارد مدیریت ریسک **ISO 31000** می باشد. البته باید توجه داشت سند مذکور، ریسک را به مفهوم عام بیان می کند و دامنه شمول آن فقط محدود به حوزه ایمنی و بهداشت حرفه ای نمی باشد.

### Risk management process (based on ISO 31000)



## ۱- ارتباط و مشاوره Communication and Consultation

توصیه می شود ارتباط و مشاوره با ذی نفعان در همه مراحل مدیریت ریسک انجام شود. ارتباط و مشاوره، به منظور دستیابی به اهداف ذیل انجام می شود:

- ❖ گردهم آوردن حوزه های تخصصی مختلف.
- ❖ حصول اطمینان از در نظر گرفتن مناسب دیدگاه های مختلف
- ❖ تامین اطلاعات کافی به منظور تسهیل نظارت بر ریسک و تصمیم سازی
- ❖ ایجاد حس فراگیر بودن و مالکیت در میان افرادی که تحت تاثیر ریسک هستند.

در به منظور دستیابی به نتایج قابل قبول و با کیفیت مطلوب و جلب مشارکت در کلیه سطوح، انجام اقدامات به شرح ذیل ضروری و حیاتی است:

۱. **تشکیل کمیته ریسک:** با توجه به گستردگی مباحث ریسک و بررسی همه جانبه فرآیند، فعالیت، تجهیز و ... ضروری است که کمیته ای با حضور و مشارکت نمایندگان واحدهای مختلف و تاثیرگذار تشکیل شود.
۲. **رهبر:** به منظور هدایت و رهبری کمیته و تجمیع نقطه نظرات افراد حاضر در کمیته، می بایستی یک نفر واجد صلاحیت به عنوان رییس کمیته ریسک تعیین گردد.
۳. **صلاحیت:** اعضای کمیته ریسک باید با روش ارزیابی ریسک بکارگرفته شده کاملاً آشنا باشند.
۴. **تنوع تخصص:** به منظور جامع بودن نتایج حاصله و پوشش کامل موضوعات مرتبط با ریسک، ضروری است افراد با تخصص های مختلف و مرتبط در کمیته حضور و مشارکت داشته باشند.
۵. **مستندسازی:** برای اجرای فرآیند شناسایی خطر و ارزیابی مستلزم تدوین و بکارگیری یک یا چند روش اجرایی، دستورالعمل، فرم، چک لیست و .. می باشد. دبیر کمیته موظف می باشد نتایج حاصله را مستند نموده و نگهداری کند.
۶. **سیستم پیگیری:** ضروری است فرد یا افرادی به عنوان مسئول پیگیری اجرای مصوبات کمیته ریسک تعیین شوند.

## ۲- دامنه کاربرد، بافت و معیار Scope, Context and Criteria

شناخت و درک صحیح از بافت سازمان از الزامات مهم در فرآیند مدیریت ریسک می باشد. در این مرحله باید به موارد ذیل توجه شود تا شناخت کافی از سازمان حاصل شود و فرآیند مدیریت ریسک مطابق با شرایط سازمان، طرحریزی و اجرا گردد:

- ❖ نوع و ماهیت فعالیت و محصولات سازمان
- ❖ پیچیدگی فرآیند
- ❖ دامنه کاربرد مدیریت ریسک
- ❖ نوع ریسک های پیش بینی شده
- ❖ هدف ارزیابی ریسک
- ❖ دغدغه های اصلی سازمان
- ❖ منابع مالی و انسانی در اختیار
- ❖ میزان صلاحیت
- ❖ میزان تخصص مورد نیاز
- ❖ زمان مورد انتظار
- ❖ انتخاب تکنیک های مناسب برای شناسایی خطر و ارزیابی ریسک
- ❖ تعیین معیار پذیرش ریسک
- ❖ نوع نتایج مورد نیاز

## ۳- شناسایی خطرات Hazard identification

مهمترین مرحله در مدیریت ریسک، شناسایی همه خطرانی است که ما در سازمان با آن مواجه هستیم. در این مرحله نایستی از هیچ گونه خطری (صرف نظر از اهمیت آن)، چشم پوشی کرد. تصمیم گیری در خصوص پذیرش ریسک آن یا انجام اقدام کنترلی مضاعف و .... در مراحل بعدی مدیریت ریسک اتفاق می افتد. در این مرحله خطرات و رویدادها شناسایی می شود و دلایل ایجاد این رویدادها نیز باید مشخص شود.

### ▪ منابع بروز خطرات:

در شناسایی خطرات باید به شش گروه از منابع بروز خطرات به شرح ذیل توجه نمود:

۱. خطرات مربوط به تجهیزات و فرآیند
۲. خطرات مربوط به مواد و اجسام
۳. خطرات مربوط به محیط کار
۴. خطرات مربوط به روش های کار
۵. خطرات مربوط به سازماندهی کار
۶. خطرات مربوط به رفتار انسان

### ▪ انواع خطرات:

بر اساس تعریف ارائه شده از خطر، باید خطرات ایمنی و بهداشتی شناسایی شوند:

**(الف) خطرات ایمنی:** خطرانی که منجر به بروز جراحت و یا مرگ می گردند. به منظور ایجاد وحدت رویه و درک

مناسب و همچنین سهولت در نگارش فرم های شناسایی خطر، توصیه می شود خطر و رویداد در کنار یکدیگر آورده شود.

- ❖ کار در ارتفاع ( سقوط )
- ❖ تماس با جریان الکتریسیته ( برق گرفتگی )
- ❖ مایعات / گاز / مواد قابل اشتعال ( حریق )

❖ مواد منفجره / گازهای قابل انفجار / سیلندرها و مخازن تحت فشار ( انفجار )

❖ قسمت های دوار دستگاه (nip points)

❖ قسمت های متحرک دستگاه (پرتاب شدن قطعات)

❖ تردد وسایل حمل و نقل (برخورد و تصادف)

❖ بی نظمی محیط کار (سر خوردن و عدم تعادل)

❖ مواد شیمیایی ( پاشش مواد )

❖ مواد مذاب (پاشش مواد مذاب)

**ب) خطرات بهداشتی:** خطراتی که منجر به بروز بیماری می گردند. خطرات بهداشتی در محیط کار به عوامل

زیان آور محیط کار موسوم هستند و شامل موارد ذیل می باشند:

### ۱- عوامل زیان آور فیزیکی

صدا / ارتعاش / روشنایی / پرتوها / گرما / سرما

### ۲- عوامل زیان آور شیمیایی

گردوغبار / گاز و بخارات / دود / فیوم / میست

### ۳- عوامل زیان آور ارگونومیک

کار یکنواخت و تکراری / جابجایی اجسام / پوسچر نامناسب

### ۴- عوامل زیان آور روانی

نوبتکاری / استرس / بارکاری /

### ۵- عوامل زیان آور بیولوژیک

باکتری / ویروس / قارچ / سایر میکروارگانیسم ها

## ▪ تهیه بانک اطلاعاتی:

در شناسایی خطرات لازم است اطلاعات مورد نیاز حداقل شامل موارد ذیل تهیه و گردآوری شود در اختیار کمیته ریسک برای مطالعه و حضور موثر در جلسات قرار گیرد:

۱. چیدمان 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 مواد اولیه      List of Material
۶. فهرست تجهیزات      List of Equipment
۷. روش‌های اجرایی      Work procedures
۸. گزارش رویدادها      Incident Report
۹. گزارش ادعای غرامت شغلی      Work Compensation Claim Report
۱۰. سوابق آماری کمک‌های اولیه      First Aid Statistical Report
۱۱. سوابق معاینات پزشکی      Medical Examination Records
۱۲. گزارشات بازرسی قبلی      Previous Inspection Report
۱۳. نتایج پایش و اندازه‌گیری      Results of Measurement and Monitoring
۱۴. صورتجلسات کمیته ایمنی و بهداشت      Joint Health & Safety Committee Minute
۱۵. اطلاعات سرپرستان درباره خطرات      Foreman Information about Hazard

## ▪ استفاده از روش شناسایی خطر:

پس از جمع آوری اطلاعات مورد نیاز، بایستی با استفاده از روش اقدام به شناسایی خطرات نمود. امروزه استفاده از روش های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در صنایع مختلف رو به گسترش است به طوری که در حال حاضر روش ها و تکنیک های متنوعی در زمینه شناسایی خطر و ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد. هر یک از این روش ها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایب مختلف و به ویژه دارای کاربرد اختصاصی می باشد. لذا یکی از وظایف مهم سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت موجود در هر سازمان، بررسی روش های موجود و انتخاب روش / روش های مناسب جهت اجرا در سازمان متبوع خود می باشد. بطور کلی می توان گفت که از نوع روش استفاده شده در ارزیابی ریسک، تا حدی می توان به توانایی سیستم ایمنی موجود و در نتیجه نحوه مدیریت ایمنی در سازمان مذکور پی برد . اصولاً تجزیه و تحلیل سیستم ها 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 خطر و ارزیابی ریسک به کارایی روش انتخابی و تعیین دقیق ریسک ها می انجامد ، همچنین در صورتی که ریسک هر فرآیند به درستی شناخته شده باشد، تعیین ریسک قابل قبول و اقدامات اصلاحی جهت کاهش ریسک ملموس تر است. تعدادی از روش ها و تکنیک های رایج در صنایع عبارتند از :

۱. تجزیه و تحلیل ایمنی مشاغل Job Safety Analysis
۲. روش چه می شود اگر (WIF) What if
۳. مطالعه خطر و قابلیت بهره برداری Hazard & Operability Study (HAZOP)
۴. تکنیک تجزیه و تحلیل خطا و اثرات ناشی از آن FMEA
۵. روش تجزیه و تحلیل درخت خطا Fault Tree Analysis
۶. واکاوی درخت واقعه Event Tree Analysis

**۴- آنالیز ریسک****Risk analysis**

وقتی که خطرات، رویدادها و دلایل وقوع آنها شناسایی شدند، باید میزان ریسک ناشی از آن را تعیین نمود و یا به عبارت دیگر تخمین زده شود.

برای تعیین ریسک در اغلب تکنیک ها حداقل از دو پارامتر همیشگی و ثابت استفاده می شود:

**احتمال:** احتمال وقوع یک رویداد خطرناک

**شدت:** میزان آسیب ناشی از وقوع یک رویداد خطرناک

**ریسک:** ترکیب احتمال وقوع یک رویداد خطرناک با میزان شدت ناشی از آن.

در اغلب تکنیک های رایج، برای محاسبه ریسک، حاصل ضرب احتمال و شدت را مدنظر قرار می دهند.

در برخی از تکنیک ها، علاوه بر ضرایب احتمال و شدت، پارامترهای تکمیلی مانند ضریب کشف (Detection) و

ضریب میزان مواجهه (Exposure) و ... را در محاسبه ریسک مدنظر قرار می دهند.

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 هیچ گونه مفهومی را نمی رساند. 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 می گردد.

جدول تعیین ضرایب احتمال، شدت، کشف، مواجهه و ... بصورت قراردادی بوده و در سازمان های مختلف دارای

سطوح متفاوت می باشند. به عبارت دیگر، ۳ سطحی، ۵ سطحی، ۷ سطحی و ۱۰ سطحی وجود دارد. این پارامترها باید

قبل از انجام آنالیز ریسک، مورد توافق اعضای کمیته ریسک قرار گیرد.



ضریب احتمال (نمونه)	
احتمال	ضریب احتمال
حتمی (اجتناب ناپذیر)	۵
بالا (تکراری)	۴
متوسط (موردی)	۳
پائین	۲
بسیار پایین	۱

ضریب شدت (نمونه)	
شدت (وخامت)	ضریب شدت
فوت	۵
نقص عضو یا از کار افتادگی	۴
جراحی یا بیماری شدید به همراه روزهای از دست رفته	۳
جراحی نیازمند کمک های اولیه	۲
جراحی جزئی	۱

ضریب کشف (نمونه)	
شرح	ضریب کشف
تقریباً "بطور حتمی با کنترل های موجود، ردیابی و کشف می گردد"	۱
به احتمال زیاد با کنترل موجود، ردیابی و آشکار می گردد	۲
احتمال متوسط وجود دارد که با کنترل موجود، ردیابی و آشکار شود	۳
احتمال کمی وجود دارد که با کنترل های موجود، ردیابی و آشکار شود	۴
هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود، قادر به کشف نیست	۵

**نکته مهم:** ضرایب کشف در محاسبه ریسک بصورت معکوس عمل می کند، به عبارت دیگر هر چقدر عوامل کشف

خطر در سیستم بیشتر باشد، ضریب کشف کمتر لحاظ شده و در نتیجه میزان ریسک کاهش می یابد.

## ۵- ارزیابی ریسک Risk evaluation

بعد از محاسبه ریسک، وارد مرحله ارزیابی ریسک خواهیم شد. در این مرحله باید عدد ریسک بدست آمده با میزان سطح ریسک قابل قبول سازمان سنجیده شود و در نتیجه تصمیم گرفته شود که آیا ریسک موجود از نظر سازمان پذیرفته است یا خیر؟

یکی از مهم ترین دغدغه ها در سازمان، تعیین معیار پذیرش ریسک (ریسک قابل قبول و ریسک غیرقابل قبول) می باشد.

تعیین معیار سطح پذیرش ریسک در سازمان، توسط افراد فنی و یا مسئولین ایمنی انجام نمی گردد، بلکه یک وظیفه مدیریتی است. به عبارت دیگر، مدیر عامل سازمان باید تصمیم نهایی در رابطه با میزان پذیرش ریسک سازمان را اتخاذ نماید. کمیته ریسک می تواند معایب و مزایای انتخاب هر یک از سطوح مختلف پذیرش ریسک را به مدیرعامل گزارش نماید.

معیار سطح پذیرش ریسک در هر سازمانی می تواند متفاوت با سایر سازمان ها باشد. در ذیل چند نمونه از ماتریس ارزیابی ریسک آورده شده است:

Risk Assessment Matrix								
Consequence	7	7	14	21	28	35	42	49
	6	6	12	18	24	30	36	42
	5	5	10	15	20	25	30	35
	4	4	8	12	16	20	24	28
	3	3	6	9	12	15	18	21
	2	2	4	6	8	10	12	14
	1	1	2	3	4	5	6	7
	Probability of Occurrence							
	1	2	3	4	5	6	7	

		Likelihood				
		Remote	Unlikely	Possible	Likely	Certain
Severity	Fatal	5	10	15	20	25
	Major	4	8	12	16	20
	Lost time	3	6	9	12	15
	Minor	2	4	6	8	10
	Trivial	1	2	3	4	5

## ▪ عوامل تاثیرگذار در تعیین معیار پذیرش ریسک

بطور معمول، در تعیین معیار سطح پذیرش ریسک در هر سازمان، عوامل مختلفی نظیر موارد ذیل موثر می باشد:

### الف) عوامل اجتماعی و فرهنگی

جوامع مختلف، فرهنگ‌های متفاوتی دارند و درمقابل ریسک‌ها، نظرات و واکنش‌های متنوعی دارند و در نتیجه میزان ریسک قابل قبول، برای آنها متفاوت خواهد بود.

### ب) عوامل اقتصادی

برای کاهش ریسک نیازمند تامین منابع مالی می باشد و چنانچه سازمان امکان تهیه و فراهم کردن آن را نداشته باشد ، بدیهی است نمی تواند سطح پذیرش خود را پائین تر انتخاب کند و اجباراً ریسک بالا را قبول خواهد کرد. سیستم مدیریتی که توانایی‌های اقتصادی سازمان را به خوبی واقف است، در این مورد تصمیم می‌گیرد که سطح ریسک‌پذیری را پایین بیاورد یا خیر.

### ج) عوامل فنی

اگر سازمانی توانایی فنی برای تغییر و تعویض تکنولوژی موجود را نداشته باشد، آن سازمان نخواهد توانست سطح ریسک‌پذیری خود را کاهش دهد و اجباراً در حدی نگه خواهد داشت که از تکنولوژی قدیمی موجود همچنان استفاده نماید.

همین طور در کشور ما، چنانچه تجهیز یا دستگاهی در دنیا وجود داشته باشد که باعث کاهش ریسک شود و کشور ما به دلیل تحریم‌های مختلف نتواند آن را تهیه نماید، ناچاراً سطح ریسک موجود را خواهد پذیرفت.

### د) محدودیت زمان

هرگاه که زمان لازم برای رسیدن به هدفی کوتاه باشد و فرصت نداشته باشیم که ریسک کمتر را جستجو و تحقیق کنیم و سپس تصمیم بگیریم ، اجباراً سریع ترین راه را انتخاب کرده و تن به ریسک با سطح بالایی خواهیم داد. این عامل اغلب در فعالیت‌های پروژه ای بیشتر رخ می دهد و مدیر پروژه به دلیل تسریع در انجام و خاتمه پروژه ، ریسک بالاتری را می پذیرد.

**Risk treatment****۶-اصلاح ریسک**

پس از ارزشیابی ریسک، کلیه ریسک هایی که در منطقه غیرقابل قبول ماتریس قرار دارند، باید برای آنها اقدامات کنترلی پیشنهاد گردد تا سیستم مدیریت به تبع آن، تصمیم به اجرا بگیرد.

در مورد هر ریسک، معمولاً بیش از یک راه حل برای کنترل یا کاهش ریسک پیشنهاد می‌گردد تا مدیریت بتواند فرصت انتخاب داشته باشد و بتواند با توجه به امکانات و شرایط کاری در انتخاب یک یا چند راه حل پیشنهادی تصمیم بگیرد.

کنترل ریسک، طرح ها یا استراتژی‌هایی هستند که ریسک ها 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.

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 ریسک 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.

## ۷- پایش و بازنگری ریسک Monitoring and review

مقصود از پایش و بازنگری، حصول اطمینان و بهبود کیفیت و اثربخشی طراحی، پیاده سازی و خروجی های فرآیند است.

توصیه می شود پایش مداوم و بازنگری در تمام مراحل فرآیند انجام شود. پایش و بازنگری شامل طرح ریزی، جمع آوری و تحلیل اطلاعات، ثبت نتایج و ارایه بازخورد است.

با انجام هر گونه تغییر در فرآیند، مواد، تجهیزات، روش کار و ... بایستی ارزیابی ریسک مورد بازنگری قرار گیرد. همچنین پس از وقوع هر گونه رویداد، ارزیابی نیازمند بازنگری می باشد.

## ۸- ثبت و گزارش دهی Recording and reporting

توصیه می شود فرآیند مدیریت ریسک و خروجی های آن از طریق سازوکار مناسب، ثبت و گزارش شود. ثبت و گزارش دهی با اهداف زیر صورت می گیرد:

ابلاغ فعالیت های مدیریت ریسک و خروجی آن

تامین اطلاعات به منظور تصمیم سازی

بهبود فعالیت های مدیریت ریسک

## تکنیک آنالیز ایمنی شغلی Job Safety Analysis

آنالیز ایمنی شغلی (JSA) و یا آنالیز خطرات شغلی (JHA) یکی از روش های رایج و کاربردی می باشد که دارای سابقه استفاده زیادی می باشد و به راحتی در اغلب سازمان ها بکار گرفته می شود.

JSA بر ایمنی شغل تمرکز دارد و JHA بر خطرات شغل تاکید می نماید، به عبارت دیگر تفاوت فاحشی بین این دو وجود ندارد و در اغلب موارد، بجای یکدیگر استفاده می شوند. با توجه به تعریف خطر (Hazard) که شامل جراحت و بیماری می شود، لذا باید در روش مورد استفاده، هم خطرات ایمنی و هم خطرات بهداشتی مدنظر قرار گیرد که در این صورت، تکنیک JHA ارجحیت دارد.

### • کاربرد تکنیک 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 ایمنی است.

فرآیند آنالیز ایمنی شغلی می تواند در مراحل طراحی، ارزیابی طراحی سیستم و بروز هر گونه مشکل در زمینه تعامل انسان - سیستم مورد استفاده قرار گیرد.

از تکنیک JSA می توان در کلیه مشاغل صنعتی، ساختمانی، خدماتی، اداری و ... استفاده نمود.

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

JSA، شامل آنالیز وظایف اساسی موجود در شغل برای شناسایی خطرات و تعیین راه های 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 شرایط واقعی مورد بررسی قرار دهید.
- ۵- مشابه سایر تکنیکها، تشکیل کمیته ریسک الزامی است و حضور سرپرست یا فرد مسئول انجام کار ضروری است.

## ▪ 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 ابتدا لیست مشاغل موجود تهیه شده و با استفاده از پارامترهای ذیل اولویت بندی شوند:

۱- مشاغلی که بیشترین ضریب تکرار حوادث را دارند.

۲- مشاغلی که ضریب شدت بالایی دارند و منجر به فوت و یا از کار افتادگی می شوند.

۳- مشاغلی که احتمال بروز بیماری های خطرناک دارند.

۴- کارهای غیر روتین و موردی

۵- مشاغل بازننگری شده

۶- مشاغلی که سابقه وقوع شبه حادثه در آن وجود دارد.

### 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.

بهتر است نحوه انجام کار مشاهده شود با مشورت فرد شاغل مراحل مختلف انجام کار مشخص شود. همچنین می توان از نحوه انجام فعالیت توسط اپراتور، فیلم برداری نمود و آن را بطور دقیق مورد مطالعه قرار داد.



در ثبت مراحل کاری باید از پرداختن بیش از حد به جزئیات و مراحل غیرضروری اجتناب شود و از سوی دیگر از مراحل اصلی کار غفلت نشود.

ضمناً تمامی مراحل کار باید به ترتیب توالی آن ثبت گردد.

### **مرحله چهارم: شناسایی خطرات در هر یک از مراحل**

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

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

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

لازم است تعیین و ارایه راه حل‌های کنترلی با مشورت و مشارکت کارکنان و سرپرستان واحدهای مربوطه انجام شود.

### **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 می‌گردد.

## **▪ مزایا و محاسن تکنیک JSA**

- ۱- شناسایی خطرات مشاغل
- ۲- توسعه بهترین روش انجام کار
- ۳- آموزش گام به گام انجام کار
- ۴- کاهش جراحات و آسیب‌ها ناشی از تلاش بیش از حد
- ۵- تعیین ابزارها و تجهیزات مورد نیاز برای انجام کار
- ۶- مشارکت افراد و امکان استفاده از تجارب آنها
- ۷- مشارکت منجر به مقبولیت می‌شود
- ۸- مقاومت نسبت به موضوع کم می‌شود
- ۹- موجب سهولت کار می‌شود

۱۰- بر سرعت کار می افزاید

۱۱- از کارهای تکراری جلوگیری می شود

۱۲- ضریب خطا در تصمیم گیری کاهش می یابد

۱۳- باعث ایجاد شخصیت مثبت در فرد می شود

۱۴- باعث صرفه جویی در زمان می شود

۱۵- ...

### ▪ نکات مهم در خصوص JSA:

JSA یک روش شناسایی خطر می باشد .

لیکن چنانچه ارزیابی ریسک ضرورت داشت، می توان پس از انجام مرحله شناسایی خطرات، با اضافه نمودن

معیارهای ارزیابی ریسک به فرم JSA ، ارزیابی ریسک را انجام داد.

JSA برای تدوین و بازنگری دستورالعمل های ایمنی، بسیار مناسب است .

## تکنیک آنالیز حالات بالقوه شکست و آثار آن

### Failure Modes & Effects Analysis

#### (FMEA)

تکنیک FMEA یک روش استقرایی از جزء به کل هست که جهت ارزیابی اثرات حالت های نقص بالقوه بر روی سیستم ها ، اجزاء، وظایف و عملکردها بکار می رود.

- اولین بار در سال ۱۹۴۹ توسط ارتش امریکا مورد استفاده قرار گرفت .
- اولین کاربرد رسمی این روش در صنایع هوافضای ایالات متحده امریکا بوده است .
- این روش اولین بار به عنوان ابزاری برای پیشگیری از اشتباهات و خطاهای غیر قابل جبران مطرح گردید.
- در اواخر دهه ۱۹۷۰ در شرکت خودروسازی فورد استفاده گردید.
- 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 .
- 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 تفاوت های اساسی FMEA با سایر تکنیک ها این است که FMEA یک اقدام کنشی است، نه واکنشی.

- FMEA اگر درست و به موقع اجرا شود، فرایندی زنده و همیشگی است. یعنی هر زمان که قرار است تغییرات بنیادی در طراحی محصول انجام گیرد باید به روز شوند و لذا همواره ابزاری پویاست که در چرخه بهبود مداوم به کار می‌رود.
- هدف از اجرای FMEA جستجوی تمام مواردی است که باعث شکست یک محصول می‌شود، قبل از اینکه آن محصول به مرحله تولید برسد و یافرايند آماده تولید شود.

## ▪ کاربرد FMEA:

روش مطمئن برای شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ناشی از دستگاه‌ها، تجهیزات و ماشین آلات می‌باشد.

## نکته مهم:

از این تکنیک در مباحث کیفیت، ایمنی محصول و قابلیت اطمینان نیز استفاده می‌شود و در حال حاضر در اغلب صنایع خودروسازی و قطعه‌سازی از تکنیک FMEA استفاده می‌کنند تا بتوانند کلیه نقص‌ها و شکست‌های احتمالی که بر کیفیت و عملکرد یک سیستم یا تجهیز اثر می‌گذارد را شناسایی، ارزیابی و در نهایت کنترل نمایند.

چنانچه بخواهیم از تکنیک FMEA در حیطه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای استفاده نماییم، باید رویکرد، مورد بازنگری قرار گرفته و ادبیات و نگرش‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و تعاریف خطر و رویداد و ریسک ایمنی مدنظر قرار گیرد.


## ▪ مراحل انجام FMEA

- ۱- جمع آوری اطلاعات
- ۲- شناسایی خطرات و رویداد ( ایمنی و بهداشت حرفه‌ای )
- ۳- تعیین اثرات
- ۴- تعیین علت/ علل
- ۵- بررسی و ثبت اقدامات کنترلی موجود
- ۶- تعیین ضریب شدت
- ۷- تعیین ضریب احتمال وقوع
- ۸- تعیین ضریب کشف خطر
- ۹- محاسبه عدد اولویت ریسک ( RPN= Risk Priority Number ) = ریسک موجود
- ۱۰- تصمیم گیری / قضاوت (ریسک قابل قبول /ریسک غیرقابل قبول)
- ۱۱- ارائه اقدامات اصلاحی پیشنهادی برای ریسک های غیرقابل قبول
- ۱۲- محاسبه مجدد RPN = ریسک باقیمانده

## تکنیک ویلیام – فاین - William - Fine


در تکنیک ویلیام فاین با استفاده از سه پارامتر احتمال، شدت و میزان مواجهه (تماس)، محاسبه ریسک صورت می پذیرد.

**پارامترهایی که در این روش استفاده می شوند عبارتند از :**

شدت ( Consequence ) 

$$R=C*P*E$$

رتبه ریسک

احتمال ( Probability ) 

تماس / مواجهه ( Exposure ) 

با حاصل ضرب سه پارامتر فوق، رتبه ریسک تعیین می گردد و چنانچه در مقایسه با معیار پذیرش، در محدوده ریسک غیرقابل قبول گیرد، بایستی اقدام اصلاحی تعریف گردد.

برای تعیین ضرایب شدت و احتمال می توان از جداول پیشنهادی قبلی استفاده نمود و برای تعیین ضریب تماس،

جدول (نمونه) ذیل پیشنهاد می گردد:

ضریب تماس / مواجهه (نمونه)	
ضریب تماس	میزان تماس / مواجهه
۵	بطور پیوسته / چند بار در روز
۴	غالباً مکرر / حدود یکبار در روز
۳	گاهی اوقات - بعضی اوقات / یکبار در هفته تا یکبار در ماه
۲	بطور غیر معمول و غیر عادی / یکبار در ماه تا یکبار در سال
۱	به ندرت

در این تکنیک با در نظر گرفتن هزینه‌ها، اقدامات اصلاحی برای کنترل ریسک پیشنهاد می‌گردد. از خصوصیات این روش دخالت دادن هزینه‌ها جهت بررسی قابل توجیه بودن کنترل‌های پیشنهادی است. از رتبه ریسک (R)، جهت اولویت بندی و طبقه بندی ریسک‌ها استفاده می‌گردد. بعد از محاسبه ریسک از فرمول زیر برای میزان هزینه قابل توجیه استفاده می‌شود. از تقسیم رتبه ریسک بر حاصل ضرب ضریب هزینه و درجه میزان اصلاح، می‌توان میزان هزینه قابل توجیه جهت کاهش ریسک را محاسبه نمود.

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

**J = COST JUSTIFICATION VALUE**      میزان هزینه قابل توجیه

**R = Risk**      رتبه ریسک

**CF = COST FACTOR**      ضریب هزینه

**DC = DEGREE OF CORRECTION VALUE**      درجه میزان اصلاح

ضریب هزینه (نمونه)	
فاکتور هزینه (CF)	میزان هزینه (تومان)
۱۰	بیشتر از ۱۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۶	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ تا ۱۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۴	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰ تا ۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	۱۰,۰۰۰,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	۱,۰۰۰,۰۰۰ تا ۱۰,۰۰۰,۰۰۰
۱	۱۰۰,۰۰۰ تا ۱,۰۰۰,۰۰۰
۰,۵	کمتر از ۱۰۰,۰۰۰

درجه میزان اصلاح (نمونه)	
درجه میزان اصلاح (DC)	توصیف کنترل ریسک
۱	۱۰۰٪ حذف می گردد
۲	بیش از ۷۵٪ کاهش می یابد
۳	۵۰٪ تا ۷۵٪ کاهش می یابد
۴	۲۵٪ تا ۵۰٪ کاهش می یابد
۵	کمتر از ۲۵٪ کاهش می یابد

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	$J < 10$



## تکنیک HAZOP

- این روش نخستین بار در سال ۱۹۷۰ توسط صنایع شیمیایی بریتانیا و سپس توسط Kletz به صورت قانونمند درآمد.
- **HAZOP** روشی است برای شناسایی کلیه انحرافات احتمالی از عملیات های مورد انتظار طراحی و کلیه ریسک هایی که ممکن است از این انحرافات ایجاد شود.
- در این روش، با بهره‌جویی از مجموعه‌ای از کلمات راهنما و پارامترهای عملیاتی، اثر تغییرات گوناگون در هر فرایند بررسی می‌شود.
- 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 است.

## اهداف HAZOP

- شناسایی تمام انحرافات بالقوه ای که در حیطه مورد مطالعه منجر به اثرات مهم ایمنی و عملیاتی شوند.
- تصمیم گیری در مورد اینکه آیا طراحی‌های موجود این اطمینان را بوجود می‌آورند که ریسک حاصل از خطرات شناخته شده در سطح قابل قبول قرار دارند یا خیر ؟
- رسیدن به سطح ریسک قابل قبول.

## مراحل انجام HAZOP

مطمئناً قبل از آغاز HAZOP باید زمینه‌های مناسب فراهم گردد از جمله:

- الف- تعهد مدیریت ارشد به منظور تأمین منابع و حمایت‌های 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 نقشه‌ها، دیاگرام‌ها، طرح‌ها و اطلاعات فنی مورد نیاز فرآیند.
- ه - بعد از حصول اطمینان از ایجاد یک زمینه مناسب می‌بایست 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 آموزش‌های لازم را جهت مطالعه HAZOP دیده باشند.
- اعضاء گروه باید توانایی فهم خطرات بالقوه فرآیند و روش‌های استاندارد آن صنعت را برای کنترل این خطرات داشته باشند.

## 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 حیطة مورد مطالعه از لحاظ اطلاعات فنی بررسی شده اند. همچنین باید از معتبر بودن اطلاعات اطمینان حاصل شود و اطلاعات ناقص و غیر معتبر مورد بررسی قرار نگیرد.

## تقسیم سیستم به قسمت‌های کوچکتر

- فرآیندها 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 اعضاء 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. اصطلاحاً این انتخاب به **گروه** یا **Node** موسوم است.

## 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.
- 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.

دما / Temperature / فشار / Pressure / سطح / Level

جریان / Flow / ویسکوزیته / Viscosity / ...

**انتخاب کلمات راهنما (Guide Word)**

کلمات راهنمای انتخاب شده باید متناسب با پارامترهای مهم فرآیند ( مثل جریان، دما، فشار و ....) باشد.

توصیف انحرافات و مثال	کلمات راهنما
فرآیند فیزیکی انجام نمی شود برای مثال جریانی وجود ندارد	هیچ <i>none</i>
خصوصیات فیزیکی مربوطه بیشتر از حدی است که باید باشد برای مثال دبی بیش از حد تعریف شده باشد.	بیش از <i>more than</i>
خصوصیات فیزیکی مربوطه کمتر از حدی است که باید باشد برای مثال درجه حرارت کمتر از حد تعریف شده باشد.	کمتر از <i>less than</i>
موارد دیگری به غیر از موارد تعریف شده وجود دارد برای مثال جریان گاز حاوی قطرات مایع است.	بعلاوه <i>well as as</i>
ترکیب فرآیند متفاوت از ترکیبی است که باید باشد برای مثال بخشی از ذرات بزرگتر از ۲۰۰ میکرون می باشد.	بخشی از <i>part of</i>
فرآیند عکس حالتی که تعریف شده اتفاق می افتد برای مثال جریان سیال معکوس می شود.	برعکس <i>reverse</i>
بعضی اوقات عملیات غیرطبیعی رخ میدهد و برای مثال به جای اینکه سرعت کم شود افزایش می یابد.	بجای اینکه <i>other than</i>

## 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.

## پیشنهاد اقدام اصلاحی

اقدامات اصلاحی باید در جهت رفع علت، کاهش وخامت علت، کاهش بروز علت باشد. همچنین مسئول و زمان بازنگری اقدامات در نظر گرفته شده باید مشخص گردد. این اقدامات به لحاظ اهمیت باید به مدیریت ارشد گزارش شوند.

## پایان HAZOP

در صورت بررسی ترکیب تمام کلمات راهنما و پارامترها در هر گره، فعالیت HAZOP در آن بخش پایان می یابد و در گره بعدی آغاز می شود.

## جلسات HAZOP

- قبل از تشکیل جلسات می بایست 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 اعضای اصلی گروه غایب بود جلسات و حتی مطالعه را به تعویق بیندازد تا زمانیکه 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 فرمهای HAZOP
- ثبت بحثها در جلسات HAZOP
- تدارک پیش نویس گزارش جلسه
- دستور جلسه HAZOP می تواند 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
- جمع بندی 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 یافته های اولیه و توافقات درون گروهی می بایست 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.

## 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.