

# مولفه های ریسک

مدرس: محمد مهدی جعفری



# مفاهیم ارزیابی ریسک و خطر

## تعاریف و اصطلاحات :

### ۱- خطر (Hazard) :

منبع یا وضعیتی که دارای پتانسیل بالقوه آسیب به شکل جراحت، بیماری، خرابی اموال، تخریب محیط کار یا از دست دادن منابع و یا ترکیبی از این موارد است.

منظور از خطرات در سیستم مدیریت HSE شامل :

**الف)** عوامل زیان آور محیط کار Health (عوامل فیزیکی، شیمیایی، ارگونومیک، بیولوژیکی، روانی)

**ب)** خطرات ایمنی Safety (سقوط ابزار و وسایل از ارتفاع، انفجار مواد شیمیایی، حریق و ...)

**ج)** جنبه های زیست محیطی Enviromental aspect

## رویداد (Incident) :

رخداد یا زنجیره ای از رخدادها که موجب آسیب، بیماری و یا صدمه (خسارت) به اموال، محیط زیست یا شخص ثالث می شود یا می توانست بشود .

حادثه Accident

Incident

شبه حادثه Near - miss

## حادثه (Accident) :

اتفاق یا رخداد ناخواسته که منجر به فوت، بیماری، جراحت، خرابی و آلودگی محیط زیست یا از دست دادن سایر منابع / خساراتی دیگر می گردد .

**شبه حادثه (Near-miss) :**

رویدادی غیرمنتظره، برنامه ریزی نشده و ناگهانی که منجر به ایجاد خسارت مالی و جانی نشود .

**شناسایی خطر (Identification Hazard) :**

فرآیند تشخیص وجود یک خطر و مشخص نمودن ویژگیهای آن

**ریسک (Risk) :**

ترکیبی از احتمال وقوع یک حادثه خطرناک و شدت (پیامدهای) ناشی از وقوع آن می باشد .

**ارزیابی ریسک (Risk Assessment) :**

فرآیند کلی برآورد ابعاد و گستردگی ریسک و تصمیم گیری در خصوص قابل تحمل بودن ریسک .

**ریسک قابل تحمل (Tolerable Risk) :**

به ریسکی گفته می شود که میزان آن برای سازمان باتوجه به تعهدات قانونی و خط مشی OH 8S آن قابل قبول باشد .

**پیامدهای زیست محیطی (Enviromevtal Impact) :**

هر تغییری در محیط زیست اعم از مضر یا مفید که کلاً یا جزئاً از فعالیتها، تولیدات یا خدمات یک سازمان منتج می شود .

**جنبه های زیست محیطی ( Enviromevtal Aspect ) :**

بخشی از فعالیت ها، محصولات یا خدمات یک سازمان که بتواند با محیط زیست تأثیر متقابل داشته باشد .

## طرف ذینفع (Interested Party) :

فرد یا گروهی که به عملکرد ایمنی، بهداشت و زیست محیطی یک سازمان مربوط می شود یا از آن تأثیر می پذیرد .

## تشدید (Escalation) :

گسترش یک پیامد خطرناک به تجهیزات یا حوزه های دیگر و در نتیجه افزایش پیامد آن رویداد .

## کاهش (Mitigation) :

محدود کردن آثار ناخوشایند یک رخداد خاص .

## مانع (Barrier):

اقدامی که احتمال تحقق پتانسیل آسیب خطرات را کاهش داده و از پیامدهای ناشی از آن می‌کاهد. توجه کنید که موانع می‌تواند فیزیکی باشد (مواد، وسایل حفاظتی، جداسازی و غیره) یا غیرفیزیکی (رویه‌ها، بازرسی، آموزش، مانور و غیره).



# خطرات

خطر بالقوه چیزی است که به طور بالقوه بتواند موجب ایجاد آسیب از جمله بیماری، آسیب دیدگی، صدمه به اموال، محصولات، خسارت به تولید یا افزایش تعهدات شود.

درک این مفهوم که یک خطر پتانسیل رخ دادن اتفاقی ناخواسته را دارد و خود رخداد واقعی نیست، به درک رویکرد برگزیده شده برای شناسایی خطر و ارزیابی ریسک کمک شایانی می کند. توضیح فوق در مورد خطر بالقوه از این نظر نیز حائز اهمیت است که از کاربرد معانی رایج دیگر مانند خطر بالفعل، شانس یا ریسک دقیقتر می باشد.

- واژه های حاد و مزمن اغلب برای تفاوت قائل شدن میان خطرات بالقوه یا پتانسیل ایجاد آسیب به عنوان نتیجه ای از رخداد‌های نسبتاً کوتاه مدت مانند ریزش نفت، آتش سوزی و انفجار (خطرات حاد) با خطراتی که از رخداد‌های بلند مدت نشأت می گیرند، مانند تخلیه مداوم آلاینده ها و تماس‌های شغلی (خطرات مزمن)، به کار می رود.
- مثالهایی از خطرات حاد عبارتند از هیدروکربن‌های تحت فشار، اشیاء در بلندی، الکتریسیته، وجود کشتی در نزدیکی تأسیسات و غیره.

## **ریسک (Risk)**

ترکیبی از احتمال یک رخداد و پیامدهای آن.

## **تجزیه و تحلیل ریسک (Risk Analysis)**

استفاده از اطلاعات موجود برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک.

**ارزیابی ریسک (Risk Assessment)**  
فرایند کلی تحلیل ریسک و ارزیابی ریسک

**ارزشیابی ریسک (Risk Evaluation)**  
قضاوت در مورد قابل تحمل بودن ریسک بر اساس تحلیل ریسک

**معیار غربالگری (Screening Criteria)**  
هدف یا استانداردی که برای قضاوت در مورد قابل تحمل بودن یک خطر یا اثر شناسایی شده به کار می رود.

عنصر کلیدی در سیستمهای اثربخش مدیریت، رویکرد سیستماتیک به

## شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک

به منظور ایجاد اطلاعات لازم جهت کمک به تصمیم گیری در مورد نیاز به  
اعمال اقدامات کاهش ریسک می باشد.

**اقدامات کاهش ریسک** می بایست شامل :

- ۱- پیشگیری از رویدادها (یعنی کاهش احتمال وقوع)،
- ۲- کنترل رویدادها (یعنی محدود کردن وسعت و طول مدت یک رخداد خطرناک)، و
- ۳- کاهش اثرات (یعنی کاهش پیامدها) باشد.

اقدامات پیشگیرانه از قبیل استفاده از **طراحیهای ذاتاً ایمن تر و تضمین یکپارچگی دارائیها** در صورت امکان می بایست مورد تاکید قرار گیرد. اقدامات خروج از رویداد می بایست بر اساس ارزیابی ریسک پیش بینی شده و با در نظر گرفتن احتمال شکست اقدامات کنترل و اقدامات کاهش ریسک تدوین شوند. الزامات عملکردی و جزئیات اهداف بایستی بر اساس نتایج ارزشیابی در سطوح مناسب تعیین گردد.

## شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک شامل مجموعه ای از مراحل به شرح زیر است:

**الف) مرحله ۱: شناسایی خطر،** بر اساس توجه به عواملی مانند خواص شیمیایی و فیزیکی سیالات در حال انتقال، چیدمان تجهیزات، رویه های عملیات نگهداری و شرایط فراورش، شرایط محیط زیستی و عوامل زیان اور محیط کار در شرایط عادی و غیر عادی در نظر گرفته شده است .

**(ب) مرحله ۲: ارزیابی ریسک،** ناشی از خطرات و توجه به قابلیت تحمل آن برای کارکنان، تسهیلات و محیط زیست. این امر معمولاً شامل شناسایی رخدادهای آغازگر، شناسایی توالی های احتمالی حادثه، برآورد احتمال وقوع توالی های حادثه و ارزیابی پیامدها می باشد. سپس باید براساس معیارهای مناسب وضعیت مورد نظر، قابل قبول بودن ریسک برآورد شده مورد قضاوت قرار گیرد.

**(ج) مرحله ۳: حذف یا کاهش ریسک غیر قابل تحمل** این امر شامل شناسایی فرصتهای کاهش احتمال یا شدت پیامدهای یک حادثه می باشد.



ج) مرحله ۳: (ادامه)

این سه مرحله عمومی در تمام روشها عمومیت دارد. هنگام انتخاب ابزارها و تکنیکهای مناسب شناسایی خطر و ارزیابی ریسک، ماهیت و مقیاس تأسیسات، عمر تأسیسات و وجود تجربه از تأسیسات مشابه می بایست در نظر گرفته شود. میزان تلاشی که به شناسایی خطر و ارزیابی ریسک اختصاص داده شده می بایست بر اساس مقدار مورد انتظار ریسک، جدید بودن کار و هرگونه نقص آگاهی باشد.

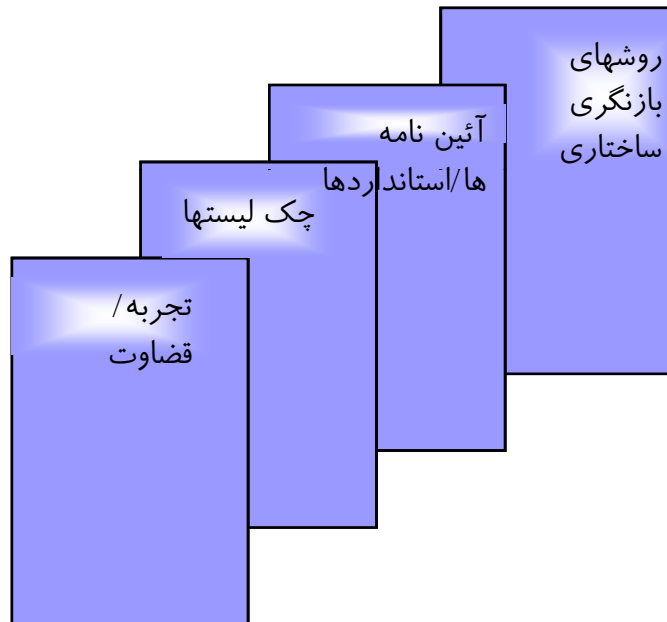
هنگامی که از تکنیکهای بازنگری با ساختاری پیچیده تر استفاده می شود، هنگام ارزیابی اقدامات مورد نیاز کاهش ریسک می بایست **عدم قطعیت** فرضیات به کار رفته مورد توجه قرارگیرد. لازم است عدم قطعیت فرضیات به خوبی مستند شده و به کارکنانی که از نتایج ارزیابی ریسک و خطر استفاده می کنند، اطلاع داده شود تا به تصمیم گیری بهتر کمک کند.

ج) مرحله ۳: (ادامه)

برای تأسیسات یا فعالیتهای جدید شناسایی هر چه زودتر خطرات حائز اهمیت است تا زمان کافی جهت مطالعه و ارزشیابی خطر قبل از تعیین مناسبترین راه حل جهت مدیریت آن وجود داشته باشد. همواره انجام اصلاحات در مراحل اولیه **طراحی پروژه** ساده تر است، چرا که می توان آنها را با کمترین تأثیر بر هزینه و زمانبندی انجام داد. ارزیابیهای ریسک و خطر را می توان برای تسهیلات موجود نیز به کار برد. گاه تغییراتی که ممکن بود در طول طراحی موجه باشد، برای تسهیلات موجود عملی نیست. به عنوان مثال، بهبود جانمایی تسهیلات موجود امکان پذیر نمی باشد. کار مورد نیاز برای انجام اصلاحات در تسهیلات موجود، موجب ریسک اضافی حادثه می شود که لازم است بدان توجه شود.

ج) مرحله ۳: (ادامه)

شکل (۱) رویکردهایی با پیچیدگیهای مختلف را نشان می دهد که می توان از آنها برای ارزیابی ریسک و خطر استفاده کرد .



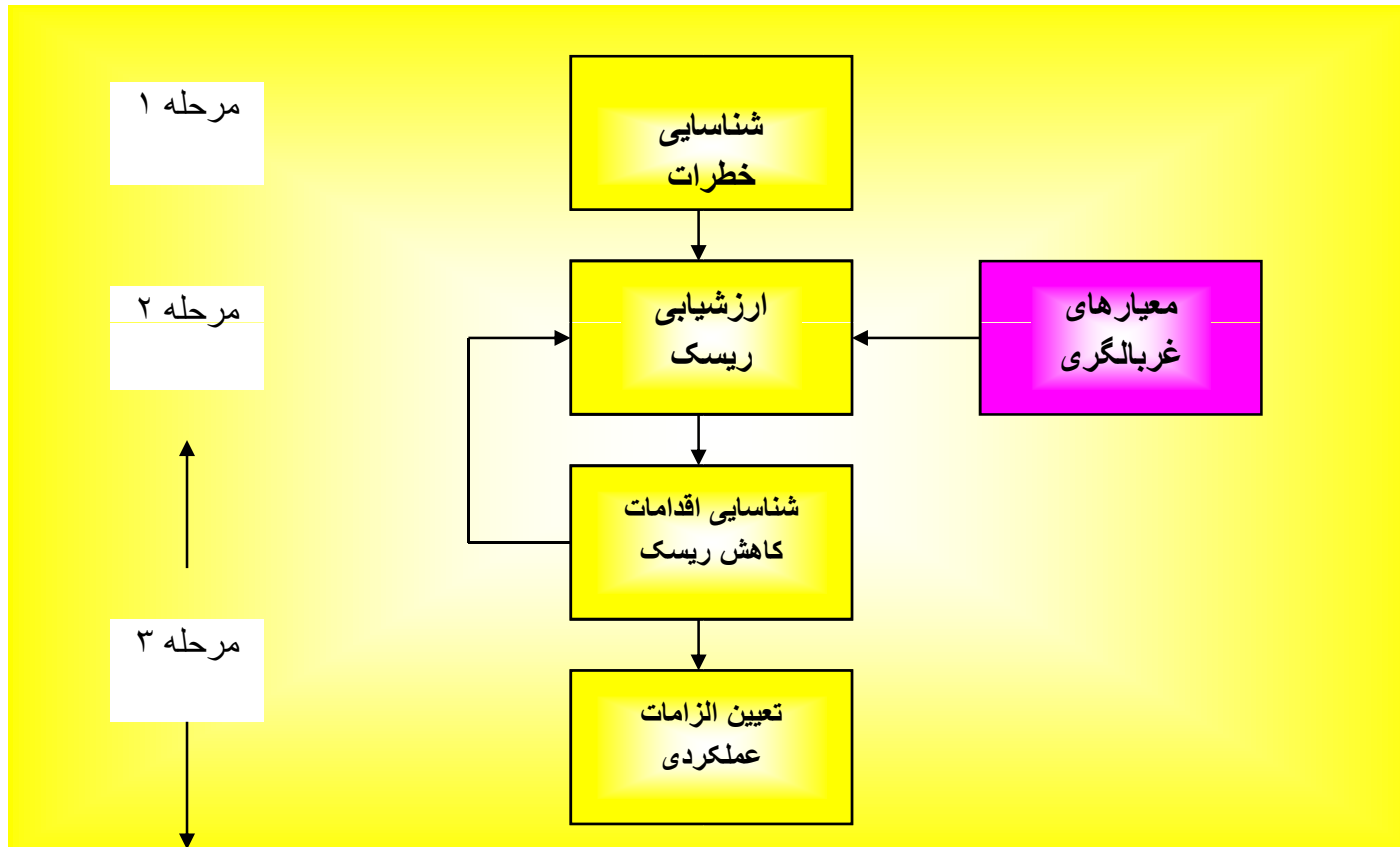
شکل (۱) رویکردهای مختلف به ارزیابی ریسک و خطر

## ج) مرحله ۳: (ادامه)

در بسیاری حالات ممکن است **دانش و تخصص کارکنان با تجربه ای** که از یک رویکرد ساختاری استفاده می کنند، برای مدیریت ریسک کافی باشد. استفاده از **چک لیست** سریع و ساده است و می توان از آنها برای تعیین برآوردن استانداردها و روشهای طراحی و مورد توجه قرار گرفتن خطراتی که قبلاً تشخیص داده شده اند، کمک گرفت.

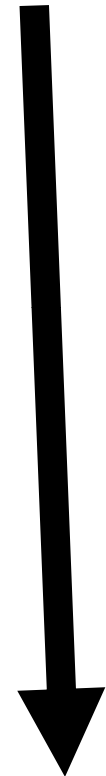
در مواردی که تجربه به دست آمده از صنایع با **استانداردها و آئین نامه ها** تلفیق شده است، می توان از طریق بررسی انطباق با روشهای این استاندارد در طراحی، ساخت، بهره برداری، تعمیر و نگهداری، به سطح بالایی از ایمنی دست یافت. می توان از **تکنیکهای بازنگری ساختاری** برای شناسایی و ارزشیابی خطرات پیش بینی نشده قبلی و رخدادهای ناخواسته ای که در روشهای پیشین به قدر کفایت مورد توجه قرار نگرفته اند، استفاده کرد.

# فرایند مدیریت ریسک

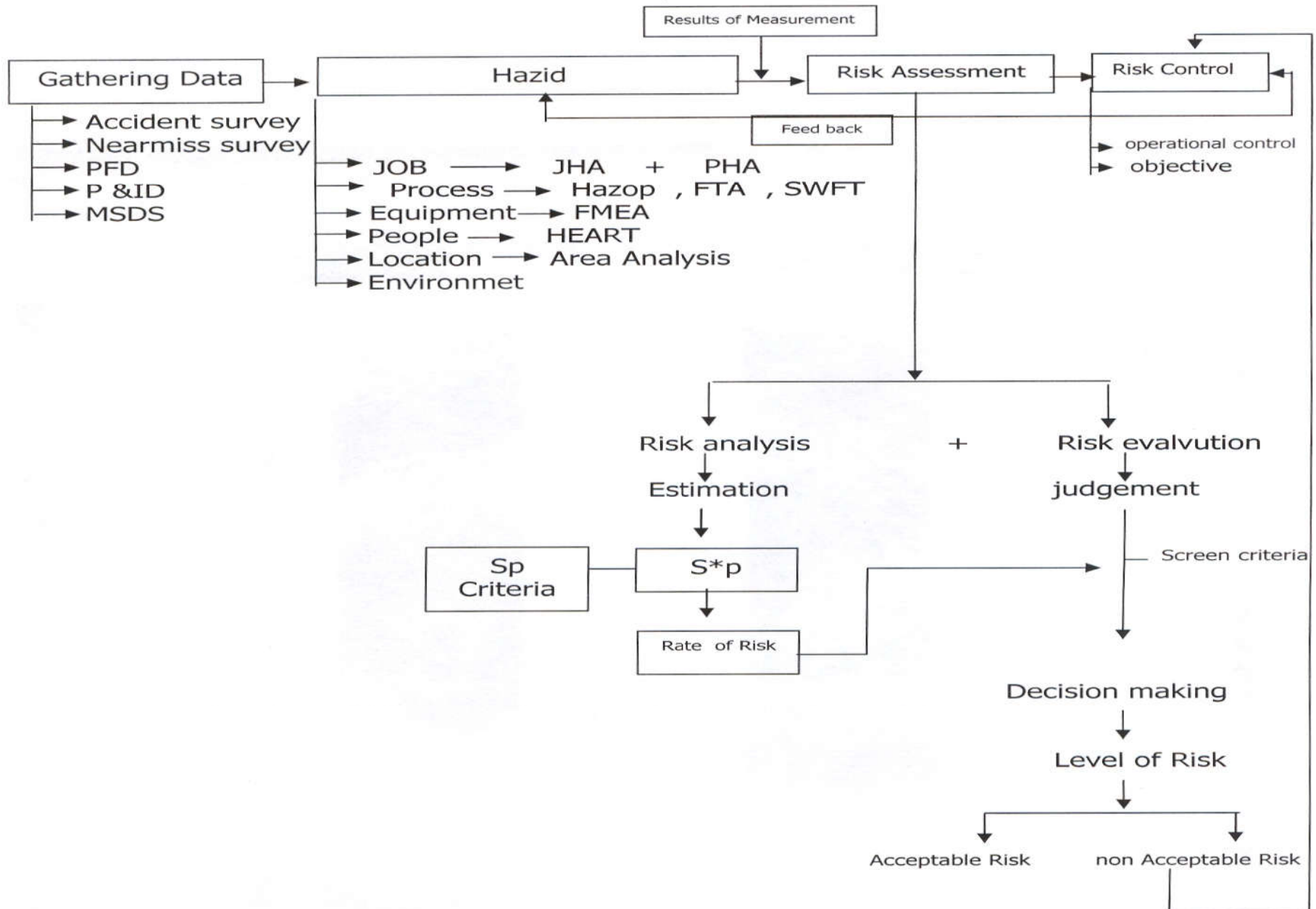


## عمق فرایند شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک

<ul style="list-style-type: none"><li>• Checklist</li><li>• JHA</li><li>• WSS</li></ul>	<b>تکنیک های عمومی</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• HAZOP</li><li>• FTA</li><li>• ETA</li></ul>	<b>تکنیک های میان مرحله ای</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pipeline Risk Assessment</li><li>• Chemical Risk Assessment</li><li>• HEART</li><li>• CREAM</li><li>• PEM</li></ul>	<b>تکنیک های اختصاصی</b>



**methodology of Risk Management can to be shown Following**



# Methodology for Risk Management

- Job JHA
- Location Area analysis
- Process HAZOP
- Equipment FMEA
- People HEART
- Environment EIA,WSS



# روشهای شناسایی خطر و ارزیابی ریسک

## انتخاب روش

سطح و حدود فعالیتهای شناسایی خطر و ارزیابی ریسک بسته به مقیاس و عمر تأسیسات در هنگام انجام فرایند ارزیابی و شناسایی متغیر می باشد.

به عنوان مثال:

◆ تأسیسات پیچیده مانند تسهیلات پیچیده، احتمالاً به مطالعات دقیق برای شناسایی رخدادهای خطرناک مانند آتش سوزی، انفجار، صدمه به سازه ها و غیره نیاز دارند.

## انتخاب روش (ادامه)

◆ برای تأسیسات ساده تر مانند تسهیلات فراورش محدود، می توان به آئین نامه ها و استانداردهای شناخته شده به عنوان مبنای مناسبی که منعکس کننده تجربیات صنعتی در این موارد است، اتکاء کرد.

◆ برای تأسیساتی که تکراری از طراحیهای پیشین هستند، ارزشیابیهای انجام شده برای طرح اولیه می تواند برای تعیین اقدامات مورد نیاز جهت مدیریت رخدادهای خطرناک کافی باشد.

- **HazId** متدولوژی شناسائی خطرات محیط کار

1. نقش تجربه/قضاوت

2. چک لیستها

3. آئین نامه ها و استانداردها

4. روشهای بازنگری ساختاری

## نقش تجربه/قضاوت

در این روش، از تخصص کارکنان مجرب و مناسب برای شناسایی و ارزیابی خطر استفاده می شود. این موضوع به ویژه در مواردی مفید است که فعالیت مورد نظر مشابه فعالیتهای پیشین در همان موقعیتهای مکانی یا سایر مکانها باشد. در این ارتباط، **تجربه عملی کارکنان** در حوزه های عملیاتی و **بازخورد از رخدادهای خطرناک و شبه حوادث** ضروری است. هر چند این رویکرد به تنهایی هنگام کار با تسهیلات و سیستمهای جدید یا ابداعی یا در مواردی که شرایط محلی، تجارب قبلی را بی اعتبار می سازد، کفایت نخواهد کرد.

## چک لیستها

چک لیستها روش سودمندی برای حصول اطمینان از شناسایی و ارزیابی کلیه خطرات و تهدیدات معلوم می باشند، هر چند استفاده از این چک لیستها نباید موجب محدود شدن دامنه هرگونه بازنگری شود. چک لیستها معمولاً از استانداردها و تجارب عملیاتی استخراج می شوند. در نتیجه بر حوزه هایی که پتانسیل اشتباه زیاد است یا مواردی که در گذشته دچار مشکل شده است، تمرکز دارند. استفاده از چک لیستها ساده بوده و در هر مرحله ای دوره عمر پرو



چک لیستها می بایست توسط نیروهای مجرب آشنا به طراحی و عملکرد تسهیلات و رویه ها و استانداردهای شرکتی و صنعت تهیه شود. کارکنان کم تجربه تر می توانند از چک لیستها استفاده کنند، هر چند که اثربخشی تکنیک چک لیست به تجربه تهیه کنندگان آن و تلاش استفاده کنندگان بستگی دارد و قالب خلاقیتی برای شناسایی و ارزشیابی خطرات جدید در مواردی که تجربه وجود ندارد، محسوب نمی شود.

چک لیستها باید به طور منظم و به منظور لحاظ کردن تجربیات جدید شرکت و صنعت شامل نتایج بررسی حوادث یا رویدادها، بازنگری و روزآمد شوند.

دفتر ثبت خطرات حاصل از موارد مشابه قبلی که در برگیرنده سابقه خطرات شناسایی شده برای تأسیسات مورد نظر است، می تواند مبنای مناسبی برای تهیه چک لیست باشد.

چک لیست ممکن است بسته به کاربرد مورد نظر کلی یا جزئی باشد. به منظور سنجش میزان پیروی از رویه های استاندارد و شناسایی جنبه هایی که نیاز به توجه بیشتری دارند، از چک لیستها بایستی آگاهانه استفاده شود. **چک لیست در کل سریعترین و آسانترین روش ارزیابی ریسک و خطر می باشد و در کنترل ریسک ناشی از خطرات شناخته شده و استاندارد بسیار مؤثر است .**

## آئین نامه ها و استانداردها

آئین نامه ها و استانداردها دانش و تجربه گردآمده را منعکس می کنند که بر اساس عملیات انجام شده در سطح شرکت، ملی یا بین المللی جمع آوری شده اند. این مدارک دروس آموخته شده از طراحیهای قبلی، ارزیابیهای خطرات و ریسک و بررسی حوادث و رویدادها را منعکس می کنند. در نتیجه شامل ارزیابی ذاتی خطرات و ریسک می باشند، زیرا خطرات پیشتر شناسایی شده و روشهای استاندارد کنترل و کاهش آنها تعریف شده است .

اطلاعات خطراتی که ممکن است در آئین نامه ها و استانداردها آمده باشد، معمولاً برای نوع خاصی از عملیات کاربرد دارد .



به عنوان مثال طراح یک سیستم تخلیه مخزن تحت فشار می تواند از یک استاندارد در مورد حالت‌های تخلیه که باید مورد توجه قرار گیرند، راهنمایی‌های مفصلی بیابد. در برخی موارد، سازگاری با استانداردهای تجویزی به تنهایی ریسک را به سطح قابل تحمل کاهش می دهد. به طور مشابه، قابل قبول بودن انتشار آلاینده یا تخلیه آن به محیط زیست یا آزاد شدن عوامل مضر برای سلامتی را می توان با مراجعه به استانداردهای کیفیت محیط زیست و حدود تماس شغلی، ارزیابی کرد.

استفاده از چک لیستها بر مبنای الزامات موجود در استانداردها و آئین نامه ها تکنیکی متداول است که در شناسایی میزان انطباق با روشهای استاندارد صنعت و برجسته کردن جنبه هایی که نیاز به بررسی بیشتری دارند، بسیار مؤثر است.

## روشهای بازنگری ساختاری

هرجا که استفاده از ارزیابی ریسک و خطر بر اساس تکنیکهای بازنگری ساختاری **Structural Review Techniques**، مورد نیاز باشد، رهنمودهای زیر می توانند برای انتخاب روش مناسب به کار روند.

شناسایی خطرات اصلی در مراحل اولیه طراحی حائز اهمیت است، چرا که امکان تصمیم گیری جهت کاهش ریسک وجود دارد. برای دستیابی به این هدف استفاده از **HAZID** و **PHA** می تواند مفید باشد. اگر اطلاعات مناسب در دسترس باشد، می توان در این مرحله از **QRA** مقدماتی استفاده کرد و بدین سان به بهینه شدن جانمایی تاسیسات کمک کرد .

تحلیلهای حساسیت که شناسایی پارامترهای مؤثر بر ریسک را امکان پذیر می سازد، اغلب بخشی از چنین ارزیابیهایی می باشند. در مراحل بعدی طراحی، تکنیکهای ارزشیابی مانند FMEA ، FTA ، ETA ، QRA و HAZOP ممکن است مفید باشد.

ارزیابی ریسک و خطر مرتبط با کار و عملیات ساختمانی شامل بازرسی، آزمون و تعمیر و نگهداری به خوبی با استفاده از تکنیکهایی مانند JHA و HAZOP انجام می شود. در حالی که FTA ممکن است گاه در شناسایی توالی ها یا رخدادهایی که می توانند موجب بروز وضعیت های خطرناک شوند، مفید باشد.

## (HAZID) شناسایی خطر

HAZID تکنیکی است برای شناسایی تمامی خطرات بارز مرتبط با فعالیت مورد نظر.

این فرایند در درجهٔ نخست عبارتست از شناسایی تمامی پیامدهای ناخواسته که ممکن است روی دهد و سپس شناسایی خطراتی که در صورت تحقق، سبب ایجاد آن پیامد می شوند. معمول است کلیه خطراتی که منطقاً قابل پیش بینی اند، بدون توجه به بارز بودن یا نبودن ریسک آنها، در فهرست خطرات گنجانده شوند.

پس از تهیه فهرست اولیه خطرات، بارز بودن یا نبودن هر یک مورد ارزیابی بیشتر قرار میگیرند.

در رویکرد ساختاری به منظور شناسایی پیامدهای ناخواسته از طبقه بندی گسترده مانند پیامدهای انسانی، پیامدهای محیط زیستی و پیامدهای اقتصادی استفاده می شود.

سپس هر یک از این طبقه بندیها با توجه به نوع صدمه ایجاد شده به زیر طبقه های دیگر تقسیم می شوند، به عنوان مثال تماس با مواد سمی، تماس با حرارت، فشار بیش از حد، نیروی مکانیکی، تشعشعات، شوک الکتریکی، و غیره. هر چه پیامدهای مورد نظر دقیقتر تعریف شوند، شناسایی خطرات بعداً آسانتر خواهد بود. غالباً به منظور کمک به شناسایی پیامدها و خطرات از دفتر ثبت خطرات های قبلی استفاده می شود. HAZID در فعالیتهای مشابه و

## ۲- شناسایی خطر (ادامه)

• هنگامی که پیامدهای مورد نظر تعریف شدند، تحلیل گر می تواند خطرات سیستمی، فرایندی و کارخانه ای را که در صورت تحقق موجب آن پیامد می شوند، شناسایی کند. روشهای متداول برای شناسایی خطرات شامل تحلیل خواص مواد و شرایط فرایند، بازنگری تجارب سازمانی و صنعتی، تدوین ماتریسهای متعامل و به کارگیری تکنیکهای ارزشیابی خطر مانند درخت خطا یا تحلیل کلی حالات خرابی و اثرات آن می باشد. به منظور اطمینان از فراموش نشدن هیچیک از خطرات قابل پیش بینی، لازم است در این مرحله تا جایی ممکن وسیع فکر شود.

دلایل طبقه بندی یک **خطر** به صورت **غیر بارز** به شرح زیر است:

- تواتر خیلی کم رخدادن مثلاً برخورد ستاره های دنباله دار
- اثر غیر قابل توجه بر سطح ریسک، به عنوان مثال انتشار گاز از یک خط لوله دور از تأسیسات
- ممکن است اثر تحقق یک خطر در خطر دیگری با شدت بیشتر گنجانیده شده باشد.

مهم است که هم فهرست اولیه خطرات و هم دلایل طبقه بندی برخی از آنها به عنوان غیر بارز ثبت شود. بدین ترتیب، در صورت تغییر فرایند یا شرایط عملیات می توان به سادگی خطرات را ارزیابی کرد. پیش از طبقه بندی خطرات به عنوان غیربارز، تمامی ابعاد ریسک (کارکنان، محیط زیست، و دارائیهها) باید به دقت بررسی شود.

## تحلیل مقدماتی خطر (PHA)

PHA تکنیکی تحلیلی است برای شناسایی خطراتی که بدون دقت کافی، موجب بروز یک رخداد خطرناک می شوند. منابع بروز رخداد خطرناک عبارتند از: نفت و گاز تحت فشار زیاد، سایر سیالات در دمای زیاد، اشیاء در ارتفاع (اشیاء بالا برده شده)، اشیاء سرعت دار (هلیکوپتر)، مواد منفجره، مواد رادیواکتیو، سر و صدا، مواد قابل اشتعال، مواد سمی و غیره.

PHA اغلب برای ارزیابی اولیه خطرات یک پروژه که در مراحل اولیه نظری و مهندسی قرار دارد، به کار می رود. PHA به تکمیل جزئیات طراحی نیاز ندارد، اما شناسایی خطرات محتمل را در مراحل اولیه امکان پذیر می سازد و در نتیجه به انتخاب پرمزیت ترین نحوه آرایش تسهیلات و تجهیزات کمک می کند.



## تحلیل مقدماتی خطر (ادامه)

فرایند کلی پذیرفته شده شامل مراحل زیر است:

- الف) تعریف زیر سیستمها و حالات عملیاتی
- ب) شناسایی خطرات مرتبط با زیر سیستم یا عملیات خاص
- ج) تعریف رخداد خطرناک خاص ناشی از تحقق خطر
- د) برآورد احتمال وقوع رخداد و پیامدهای محتمل هر یک از وضعیت های خطرناک و سپس استفاده از مجموعه خاصی از قواعد برای طبقه بندی احتمالات و پیامدها
- ه) شناسایی و ارزشیابی فعالیتهای کاهش احتمال یک رخداد خطرناک یا محدود کردن پیامدها
- و) ارزشیابی اثر متقابل رخدادهای خطرناک مختلف و نیز بررسی آثار شکست با حالات و علل یکسان.

## تحليل مقدماتي خطر (ادامه)

PHA به صورت ساختاری و با استفاده از نوعی جدول انجام می‌گیرد. هر رخداد خطرناک که در ارتباط با زیر سیستم یا عملیات خاص شناسایی شده است، مورد بررسی قرار گرفته و در یک سطر ثبت می‌شود. سپس نوبت به «رتبه ریسک» برای آن رخداد خطرناک یا زیر سیستم یا عملیات خاص می‌رسد.

PHA اغلب با انجام FMEA یا HAZOP های دقیقتر در مرحله بعدی فرایند طراحی دنبال می‌شود.

## ۴- تحلیل خطرات شغلی (JHA)

**Job Hazard Analysis** یک روش کیفی برای ارزیابی ریسکهای مرتبط با یک کار خاص به منظور تصمیم گیری در مورد احتیاطها و تدارکات غیرمترقبه است (اقدامات کنترلی) که برای کاهش ریسک بایستی انجام شود.

هر چند قالب دقیق ارزشیابیها ممکن است از شرکتی به شرکت دیگر متفاوت باشد، اما رویکرد کلی عبارتست از شکستن فعالیت به تعدادی از مراحل منطقی که بایستی برای تکمیل کار انجام گیرند. به منظور شناسایی خطر، پیامدها و ریسکهای مرتبط با هر مرحله خاص و احتیاطها و اقداماتی که در شرایط غیر مترقبه می توان انجام داد، سؤالاتی پرسیده می شود.

به طور نمونه برای هر مرحله از کار می توان از رویکرد زیر استفاده کرد:

● **شناسایی خطرات:** دقیقاً قرار است چه چیزی انجام شود؟ چه موادی به کار گرفته خواهند شد؟ چه ابزارها و تجهیزاتی استفاده خواهند شد؟ کار چه زمانی انجام می گیرد (روز، شب، چه زمانی از سال و غیره)؟ کار در کجا انجام می گیرد (در ارتفاع، در فضای بسته و غیره)؟ این کار چگونه کارکنان، فعالیتها، یا تجهیزات مجاور را تحت تأثیر قرار می دهد؟

● **ارزیابی پیامدهای خطر شناسایی شده :** این ارزیابی معمولاً با استفاده از مقیاس زیاد، متوسط یا کم انجام می گیرد. در این زمینه سؤالات زیر مفیدند: اثر خطر چیست؟ آیا این اثر کوتاه مدت یا بلند مدت است؟ آیا کارکنان یا تجهیزات را تحت تأثیر قرار می دهد؟ می تواند موجب چه مقدار صدمه شود؟ چند نفر ممکن است آسیب ببینند؟ آیا اثر فوری است یا یک تأخیر زمانی دارد که فرار را ممکن می سازد؟

● **ارزیابی احتمال وقوع خطر:** این ارزیابی نیز معمولاً با مقیاس زیاد، متوسط یا کم انجام می شود. در این زمینه سؤالات زیر مفیدند: آیا احتمالاً در هر بار انجام کار خطر ایجاد می شود یا تواتر کمتری دارد (یک مورد در ۱۰ بار، یا ۱۰۰ بار یا یک مورد در کل زمانها)؟ اگر شرایط غیر ایمن ایجاد شود، آیا قطعاً بدترین حالت رخ می دهد؟ آیا مشخصات کار، کارکنانی که آن را انجام می دهند یا تجهیزات مورد استفاده بر این احتمال تأثیر می گذارند؟

● **تعیین ریسک مرتبط با کار:** این ارزیابی هم با مقیاسی از زیاد، متوسط یا کم انجام می شود که با ضرب احتمال وقوع و پیامدها محاسبه می شود و معمولاً با منطق زیر انجام می گیرد: زیاد × زیاد = زیاد، زیاد × متوسط یا متوسط × زیاد = زیاد، زیاد × کم یا کم × زیاد = متوسط، متوسط × متوسط = متوسط، متوسط × کم یا کم × متوسط = متوسط، کم × کم = کم.

● **تعیین موارد احتیاطی:** که می تواند برای حفاظت در برابر ریسکهای شناسایی شده به کار رود. احتیاطها می توانند با انواع سؤالات زیر شناسایی شوند. آیا زمانبندی مجدد کار ریسک را کاهش می دهد؟ آیا می توان فعالیتهای همزمان را جدا کرد؟ آیا ممکن است فعالیتهای فیزیکی احتمال وقوع را کاهش دهند؟

● **ارزیابی ریسکهای باقیمانده:** پس از به کار بستن احتیاطهای قابل انجام، این ارزیابی شامل شناسایی اقدامات در شرایط غیرمترقبه است که در صورت رخ دادن یک وضعیت خطرناک می توانند پیامدها را کاهش دهند. شکل عادی چنین سؤالاتی عبارتست از: «چه می شود اگر...؟»

## تحليل درخت خطا (FTA)

FTA یک تکنیک ارزشیابی است که از آن می توان برای تعیین علل مختلف یک رخداد خطرناک پیش بینی شده، استفاده می شود.

این تکنیک برای شناسایی علل خرابی تجهیزات تدوین شده و در ابتدا به عنوان ابزاری جهت **ارزیابی قابلیت اعتماد و دسترس پذیری** به کار می رفته است.

## تاریخچه

H.R.Watson توسط (Fault Tree Analysis) آنالیز درخت خطا

و به درخواست نیروی هوایی آمریکا Bell در سال ۱۹۶۲ و در آزمایشگاه های تلفن برای مطالعات قابلیت اطمینان و ایمنی سیستم های موشکی بالستیک بین قاره ای . طرحریزی شد .

روش آنها برای تشریح و توصیف تجهیزات داده پردازی و همچنین تجزیه و تحلیل . منطقی خطاهای آن مورد استفاده قرار می گرفت

این روش را مورد بازنگری David Haas بعد از آن مهندسین شرکت بوئینگ از جمله و توسعه داد . امروزه این تکنیک بطور وسیع در آنالیز ایمنی مخصوصاً در سیستم های تولید انرژی هسته ای کاربرد دارد .



## FTA تعریف تکنیک

آنالیز درخت خطا نموداری است تصویری و متشکل از کلیه علل منطقی که می تواند هر یک به تنهایی و یا مجموعاً منجر به یک حادثه نهایی گردد.

: می تواند به شرح زیر باشد ( TOP Event ) مثال هایی از رخداد نهایی

- ۱- جراحی فرد
- ۲- بروز اشکال در تجهیزات
- ۳- نشت گاز سمی و مواد شیمیایی خطرناک
- ۴- توقف در سیستم تولید

درخت خطا مدلی **گرافیکی** است که ترکیبات مختلف:

### **خرابی تجهیزات و خطاهای انسانی**

را که می تواند منجر به وقوع رخداد خطرناک شده و به آن رخداد اصلی (نهایی) می گویند، نمایش می دهد.

نقطه قوت **تکنیک درخت خطا**، قابلیت آن در لحاظ نمودن **خرابیهای سخت افزاری** و **خطاهای انسانی** است.

لذا ارائه واقع گرایانه مراحل هدایت به سوی وقوع رخداد خطرناک را ممکن می سازد. بدین ترتیب رویکردی جامع به شناسایی اقدامات پیشگیرانه و کاهش دهنده فراهم آمده و موجب تمرکز توجه به علل اصلی رخداد خطرناک، اعم از سخت افزاری یا نرم افزاری می شود.

FTA به ویژه برای تحلیل سیستمهای پیچیده و دارای حواشی زیاد بسیار مناسب است. برای سیستمهایی که تنها یک خرابی می تواند منجر به رخداد های خطرناک شود، تکنیکهای با محور تک خرابی مانند تحلیل FMEA یا HAZOP مناسبترند.

به همین علت تحلیل درخت خطا اغلب در وضعیت هایی که تکنیک دیگر ارزشیابی خطا مانند تحلیل HAZOP، به دقت امکان وقوع یک رخداد خطرناک را مشخص کرده است، و بررسی بیشتری مورد نیاز است، به کار می رود.

نتایج تحلیل درخت خطا، نمودار منطق خرابی مبتنی بر دروازه های منطق بولی (یعنی AND, OR) است که توضیح می دهد چگونه ترکیبات متفاوت رخدادها منجر به وضعیت خطرناک می شوند. برای یک کارخانه بزرگ به منظور بررسی مکفی کلیه رخداد های اصلی (نهایی) ممکن است به تعداد زیادی درخت خطا نیاز باشد و لازم است تحلیل گر هنگام انتخاب رخداد های اصلی (نهایی) به خوبی قضاوت نماید .

با بازنگری درختهای خطا می توان :

### ترکیبات متفاوت خرابیها یا عملکردهای ناصحیح

را که موجب رخداد خطرناک می شوند، شناسایی کرد.

ترکیبات مختلف خرابی بسته به نوع و تعداد خرابیهای مورد نیاز جهت بروز رخداد اصلی (نهایی) را می توان به صورت کیفی رتبه بندی کرد. با بررسی لیست ترکیب خرابیها می توان ضعفهای عملیاتی یا طراحی سیستم را شناسایی کرد و با اضافه کردن موانع کافی در جهت بهبود وضعیت ایمنی اقدام نمود.

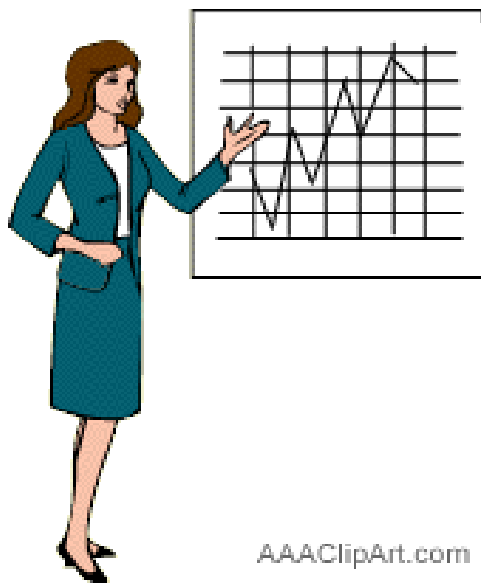
برای تحلیل درخت خطا لازم است درک دقیقی از

چگونگی عملکرد یک کارخانه یا سیستم،  
نقشه های تفصیلی فرایند و رویه ها و  
آگاهی از حالت های خرابی اجزاء و اثرات آنها

**وجود داشته باشد.**

جهت اطمینان از انجام یک ارزشیابی مؤثر و با کیفیت همیشه باید  
از کارکنان مجرب و شایسته استفاده کرد.

وقت و هزینه لازم برای تحلیل درخت خطا به پیچیدگی سیستم و دقت مورد نیاز بستگی دارد. مدلسازی رخداد اصلی (نهایی) مرتبط با یک فرایند ساده با استفاده از یک گروه مجرب به یک روز وقت یا کمتر نیاز دارد. سیستمهای پیچیده و مشکلات بزرگ با رخدادهای تصادفی بالقوه زیاد ممکن است به زمان بیشتری نیاز داشته باشد.



## FTA مزایای

این روش کمکی است به منظور شناسایی مخاطرات در سیستم های پیچیده از این روش می توان برای تجزیه و تحلیل خطاهای انسان و تجهیزات استفاده کرد .

این روش وسیله ای است که تمرکز روی یک عیب را همزمان ( بدون از دست دادن تصویر و نمای کلی خطرات ) انجام می دهد

این روش چشم اندازی را ایجاد می کند که نشان میدهد معایب چگونه می توانند منتج ه عواقب جدی تر و خطرناک شوند

این روش کمی و کیفی است و امکان برآورد های احتمالی یک عیب یا حادثه را فراهم می کند

## FTA معایب

. نیازمند داشتن اطلاعات جامع و تخصصی از سیستم است  
برای سیستم های بزرگ و حجیم به راحتی قابل استفاده نیست  
این روش وقت گیر و نسبتاً مشروح و کلی است  
تکمیل و اجرای این روش نیاز به مدارک مشروح و مستند دارد که  
باید در دسترس باشد



## تحلیل درخت رخداد (ETA)

درخت رخداد روش گرافیکی نشان دادن **نتایج محتمل** از بروز یک رخداد خطرناک ، مانند خرابی تجهیزات یا خطاهای انسانی است.

در ETA پاسخهای سیستم و اپراتورها به رخداد خطرناک تعیین می شود تا بدین ترتیب کلیه نتایج محتمل مشخص شود.

نتیجه ETA مجموعه ای از سناریوهای حاصل از دسته های مختلف خرابیها و خطاهاست. این سناریوها نتایج محتمل حادثه را به صورت توالی رخدادهایی (موفقیت یا شکست عملکردهای ایمنی) که پس از رخداد خطرناک اولیه به وقوع می پیوندند، شرح می دهند.

ETA برای تحلیل فرایندهای پیچیده ای مناسب است که دارای چندین **لایه سیستم ایمنی** یا **رویه های اضطراری** برای واکنش نسبت به رخداد آغازین می باشند.

درخت رخداد برای شناسایی مسیرهای مختلف تشدید که ممکن است در یک فرایند پیچیده به وقوع بپیوندد، به کار می رود.

پس از شناسایی این مسیرهای تشدید می توان ترکیبهای مشخص خرابیها را که منجر به نتایج تعریف شده می شوند، تعیین کرد. با این کار موانع اضافی مورد نیاز برای کاهش احتمال چنین تشدید شناسایی می شود.

نتایج ETA مدل‌های درخت رخداد و موفقیتها یا شکستهای سیستم ایمنی است که منجر به نتیجه تعریف شده می‌شود. توالی حوادث نشان داده شده در درخت رخداد ترکیبات منطقی AND رخدادها را به نمایش می‌گذارد.

در نتیجه جهت تحلیل کیفی تر می‌توان این توالی‌ها را به صورت مدل درخت خطا درآورد. تحلیل گران می‌توانند از این نتایج برای شناسایی ضعفهای طراحی و رویه‌ها استفاده کرده و توصیه‌هایی برای کاهش احتمال و یا پیامدهای حوادث بالقوه مورد مطالعه، ارائه کنند.

استفاده از **ETA** مستلزم آگاهی از رخدادهای آغازین بالقوه (یعنی خرابی تجهیزات یا اختلالات سیستم که بالقوه می توانند موجب حادثه شوند) و آگاهی از عملکرد سیستم ایمنی یا رویه‌های اضطراری است که بالقوه اثرات هر رخداد آغازین را کاهش می دهند.

چنانچه تحلیل گر دانش کافی از سیستم داشته باشد، می تواند به تنهایی **ETA** را انجام دهد. اما اغلب یک گروه ۲ یا ۴ نفره ترجیح دارد. رویکرد گروهی موجب ارتقاء طوفان ذهنی و در نتیجه فراهم آمدن درخت رخداد کاملتری می شود. حداقل یکی از اعضای گروه بایستی با **ETA** آشنا بوده و بقیه از فرایندها آگاهی کافی داشته و تجربه کار با سیستمهای مورد تحلیل را دارا باشند.

## تحلیل خطر و قابلیت بهره برداری (HAZOP)

در تحلیل HAZOP یک گروه چند تخصصی با استفاده از رویکردی سیستماتیک اقدام به شناسایی خطرات و مشکلات قابلیت بهره برداری می نماید که در نتیجه انحراف از محدوده مورد نظر برای شرایط فرایند رخ می دهند. رهبر مجرب گروه به صورت سیستماتیک و با استفاده از مجموعه ای از «لغات راهنما» که برای «پارامترهای فرایند» در مکانهای مجزا یا «نقاط مورد مطالعه» در سیستم فرایند کاربرد دارد، گروه را در مورد طراحی کارخانه راهنمایی می کند. «نقطه مورد مطالعه» ممکن است یک نقطه مجزا در سیستم فرایند یا خط خاصی از خطوط لوله باشد.

به عنوان مثال کلمه راهنمای «بالا» با پارامتر فرایند «سطح» به سؤالاتی می انجامد که به انحرافات محتمل «سطح بالا» از مقدار مورد نظر طراحی مربوط می شود.

گاه رهبر گروه جهت کمک به اعضای گروه به منظور تدوین فهرست انحرافات که در جلسات HAZOP بررسی خواهند شد، از چک لیستها یا تجارب فرایند استفاده می کند.

گروه اثرات هرگونه انحراف در نقطه مورد بحث را تحلیل کرده و علل احتمالی انحراف (مانند خطای اپراتور، مسدود شدن یک جریان خروجی و غیره)، پیامدهای انحراف (مانند ریزش مایع، آلودگی و غیره)، و حفاظهای ایمنی در محل برای جلوگیری از انحراف (مثلاً کنترل سطح، سرریز لوله کشی و غیره) را تعیین می کند.

اگر علتها و پیامدها قابل توجه و حفاظتهای ایمنی ناکافی باشند، جزئیات به گونه ای ثبت می شوند که بتوان اقدامات پیگیری را به خوبی انجام داد. در برخی حالات گروه می تواند یک انحراف با علتی واقعی را شناسایی کند، اما پیامدها قابل تعیین شدن نیستند. در این موارد می توان انجام مطالعات بعدی را جهت تعیین پیامدهای احتمالی توجیه نمود.

نتایج حاصل از تحلیل HAZOP یافته های گروه می باشد که شامل خطرات و مشکلات عملیاتی شناسایی شده، توصیه هایی برای تغییر طراحی، رویه ها و غیره به منظور بهبود سیستم و توصیه هایی برای انجام مطالعات در مواردی است که به علت فقدان اطلاعات نتیجه گیری امکان پذیر نبوده است. رایج است که نتایج مباحثات گروه در مورد علل انحرافات، نتایج آنها و حفاظتهای ایمنی در محل، برای هر نقطه یا بخشی از فرایند، در یک جدول ستونی ثبت شود.

هدف مطالعه HAZOP شناسایی نواحی مشکلات احتمالی و ارائه توصیه هایی برای حل مشکلات مورد نظر است. در نتیجه بسیار حائز اهمیت است که جهت اطمینان از بازنگری توصیه های تحلیل HAZOP و انجام اقدامات توسط کارکنان صلاحیتدار، رویه ها و مسئولیتها به وضوح تعیین گردد.

پیش از انجام تحلیل HAZOP دسترسی به اطلاعات تشریحی در مورد طراحی و عملیات یک فرایند الزامی است. در نتیجه این تحلیل غالباً در مرحله طراحی تفصیلی و پس از تهیه P&ID ها یا در طی اصلاح یا بهره برداری از تسهیلات موجود انجام می گیرد .



تحلیل HAZOP مستلزم داشتن **آگاهی** کافی از فرایند، ابزار دقیق و عملیات طرحریزی شده یا واقعی است. این اطلاعات معمولاً توسط اعضای گروه که در این زمینه ها تخصص دارند، فراهم می‌شود. رهبران آموزش دیده و مجرب بخش اساسی یک تحلیل مؤثر و با کیفیت HAZOP به شمار می‌آیند.

گروههای HAZOP نوعاً از ۵ تا ۷ نفر با تحصلات و تجارب متفاوت در زمینه هایی نظیر مهندسی، بهره برداری، تعمیر و نگهداری، بهداشت، ایمنی و محیط زیست و غیره تشکیل می‌شود. طبیعی است که عضوی از گروه که تحلیل را هدایت می‌کند از دستیاری شخص دیگری که اغلب منشی نامیده می‌شود و نتایج ارزشیابیهای گروه را در هنگام کار ثبت می‌کند، بهره جوید. برای یک قرایند ساده یا در یک بازنگری محدود، گروه می‌تواند از ۳ یا ۴ نفر تشکیل شود، البته در صورتی که آنان وسعت تجربه و مهارت لازم را دارا باشند.

## HAZOP اهداف مطالعه

**اهداف زیر می توانند مدنظر قرار گیرند .**

۱- شناسایی تمام علل بالقوه ای که در حیطه مورد مطالعه منجر به اثرات مهم ایمنی و عملیاتی شوند .

۲- تصمیم گیری در مورد اینکه آیا طراحی های موجود این اطمینان را بوجود می آورند که ریسک حاصل از خطرات شناخته شده در سطح قابل قبول قرار دارند یا خیر ؟

۳- نیل به سطح ریسک قابل قبول

۴- پیشینه سازی ارزش تسهیلات در شرکت بوسیله کاهش ریسک فرایندهای مربوط به سطح قابل قبول و بهبود اثر بخشی عملیاتی .

کاهش هزینه های متاثر از کاهش ریسک فرایندها

۶- ارائه ابزار های مؤثر بر هزینه که سود بخشی عملیات را بهبود دهد .

## HAZOP مزایای

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

## HAZOP معایب

- در صورتی که بخواهیم جزئیات بیشتری را مورد بررسی قرار دهیم زمان زیادی را باید صرف کنیم .

**متکی به دانش افراد -**

ماهیت این سیستم ایجاب می کند که غالباً افراد متخصص فرایند در تکمیل جداول شرکت داشته باشند و اکثر افراد درگیر با کار را اعم از اپراتورها ، سرپرستان HAZOP و کارگران ساده در بر نمی گیرد .

**عدم طبقه بندی ریسک به دلیل کمی نبودن -**

را مدل FMEA هیچ گونه اولویت بندی کمی در این سیستم پیش بینی نشده است . لذا می دانند . تعداد علل و اثرات ممکن است از دقت لازم به HAZOP تکامل یافته تر . علل و اثرات مهم تر بروز خطا بکاهد .

پس از شناسایی خطرات مرتبط با هر کار، شدت وضعیت محتمل خطرناک ارزیابی شده و در تصمیم‌گیری مدیریت ریسک‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اقدامات در شرایط غیرمترقبه برای محدودسازی یک رخداد خطرناک نیز می‌بایست بررسی شده و در ارزیابی ریسک‌های بهداشتی تشریح گردد.

این کار ممکن است شامل پیش‌بینی ترتیبات خاصی از عملیات نجات، تدارک تسهیلات پزشکی اضطراری از جمله پادزهرهای مشخص، عملیات جداسازی و پیش‌بینی‌های مشابه باشد.

غالباً در ارزیابی ریسک‌های بهداشتی از روش جدولی استفاده می‌شود که امکان می‌دهد خطرات شناسایی شده در برابر اقدامات احتیاطی و اضطراری لازم به نمایش درآیند.

به منظور شناسایی ترکیب خطرانی که بایستی مد نظر قرار گیرند، استفاده از روشی که به خوبی سازماندهی شده باشد، می‌تواند مفید واقع شود.

**برگه های اطلاعات ایمنی مواد** در شناسایی خطرات بهداشتی و اقدامات احتیاطی مقتضی هنگام استفاده یا کار با مواد خطرناک و یا انجام عملیات عادی با ریسک ذاتی، ابزارهای مؤثری به شمار می‌آیند. برگه های اطلاعات ایمنی مواد معمولاً بر پایه بهترین اطلاعات موجود مربوط به خطر مورد نظر تهیه می‌شوند و لازم است با افزایش دانش، پیوسته روزآمد شوند.

**برگه های اطلاعات ایمنی مواد** ممکن است توسط سازمانهای ملی یا بین المللی یا توسط شرکتهای تهیه شوند و «چک لیستی» از جنبه های مربوط به ماده یا فرایند یا کار مورد نظر را تشکیل دهند. هر چند شکل دقیق برگه های اطلاعات ایمنی متنوع است، اما داده های کلی زیر معمولاً در آن گنجانده می شود:

- مشخصات مواد، فرایند یا فعالیتی که توسط برگه اطلاعات مربوطه پوشش داده شده است.
- تعریف دامنه مواد یا وضعیتهایی که برگه اطلاعات برای آنها تهیه شده است

خطرات مرتبط با مواد، فرایند یا فعالیت اقدامات احتیاطی که باید اتخاذ شوند.

اقدامات در شرایط غیرمترقبه که می‌بایست برای حفاظت در برابر تحقق احتمالی خطر مورد توجه قرار گیرند.

وضعیت‌های غیر عادی که موجب ایجاد خطرات خاص می‌شوند به عنوان مثال ترکیب ویژه‌ای از مواد شیمیایی، فعالیت‌های همزمان، اثر آب و هوا و غیره



## تحلیل حالات خرابی و آثار آن (FMEA)

- جدولی از تجهیزات سازمان، حالات بالقوه خرابی و اثرات این خرابیها FMEA بر تجهیزات و تسهیلات است. حالت خرابی است چیزی است که سبب خرابی تجهیزات می شود و اثر آن عبارتست از رویداد، پیامد، یا پاسخ سیستم به حالات خرابیهای منفردی که ممکن است روی دهند یا به FMEA خرابی. در علت وقوع حادثه کمک می کنند، شناسایی می شوند.

- برای شناسایی ترکیب خرابیهایی که ممکن است به حادثه منجر FMEA را می توان به همراه سایر تکنیکهای شناسایی FMEA شوند، مناسب نیست. برای تحقیقات ویژه مانند سیستمهای ابزار دقیق ویژه یا HAZOP خطر مانند پیچیده، به کار برد.

هدف از FMEA شناسایی حالات خرابی و اثر هر یک بر سیستم فرایند است.

در فاز طراحی می توان از FMEA برای شناسایی نیاز به سیستمهای حفاظتی اضافی یا بیش از حد مورد نیاز، استفاده کرد.

در طی اصلاح تسهیلات از FMEA می توان برای شناسایی اثرات اصلاحات میدانی بر تجهیزات موجود استفاده کرد. همچنین در طی بهره برداری استفاده از FMEA برای شناسایی خرابیهای منفردی که می تواند موجب حوادث بارز شود، مفید است.

ها ذهنی هستند، استفاده از این تکنیک مستلزم FMEA از آنجا که وجود حداقل دو تحلیل گر است که با فرایند و تجهیزات آشنا باشند.

تحلیل گران مختلف ممکن است بخشهای متفاوت تسهیلات را مورد ارزشیابی قرار دهند.

همانند (FMECA) «تحلیل حالات خرابی، اثرات و بحرانی بودن آنها» است، به استثناء اینکه درجه نسبی (بحرانی بودن) هر یک از FMEA حالات خرابی در تحلیل گنجانده می شود.

## مدلسازی اثرات فیزیکی (PEM)

PEM تکنیکی است که در آن از مدلسازی ریاضی (معمولاً کامپیوتری) برای پیش بینی رفتار فیزیکی در شرایط حادثه استفاده می شود. از PEM به طور گسترده در QRA جهت تخمین کمی ریسک استفاده می شود. در بسیاری از تکنیکهای ارزشیابی دیگر که در آنها از مدلسازی ریاضی برای تخمین پیامدهای یک رخداد خطرناک با تواتر نامشخص یا بسیار تخمینی استفاده می شود، این تکنیک به طور گسترده ای کاربرد دارد.

اثرات فیزیکی زیر نمونه ای از مدل‌های مورد استفاده در ارزشیابی ریسک به شمار می‌آیند:

مدلهایی برای زیرساختار، عرشه و مدولها جهت ارزیابی اثر بارهای متفاوت حادثه‌ای مانند برخورد کشتی، انفجار، شرایط حاد محیطی، سقوط اشیاء و غیره

مدلهایی برای رها شدن هیدروکربن جهت تعیین میزان نشت از سوراخ‌هایی با اندازه‌های متفاوت؛ این مدلها همراه با محاسبات شعله وری (flash) فرایند برای تعیین جرم فازهای مختلف حاصل از نشتی به کار می‌روند.

- مدل‌هایی برای پراکندگی به منظور تعیین پخش گاز خروجی از نشتی
- محاسباتی برای فشار بیش از حد انفجار جهت ارزشیابی فشارهای حاصل از اشتعال نشتی گاز.

دامنه ای از روشها وجود دارند که ساده ترین آنها تخمین بیشتری فشار انفجار بر اساس حجم کل محوطه ای است که ممکن است پر شود. فشار انفجار در نقاط مختلف را می توان به صورت تابعی از زمان به دست آورد و اثر انفجار بر سازه ها و تسهیلات دور را تعیین کرد؛ نتایج مدل فشار بیش از حد انفجار را می توان در برنامه دینامیک سازه جهت ارزیابی اثر انفجار بر سازه به کار برد.

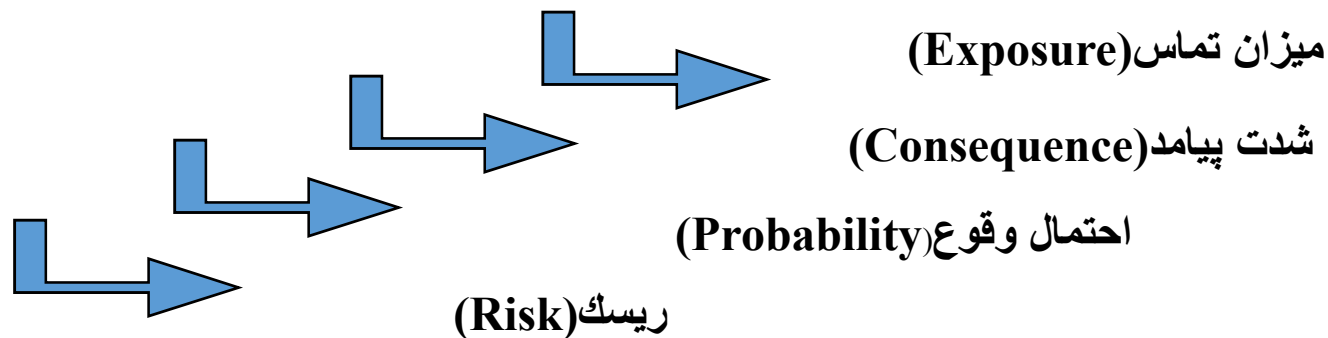
روش

*William fine*

## روش نمونه: *William fine*

در این روش ریسک از حاصل ضرب میزان پیامد (شدت خطر) در میزان تماس در میزان احتمال وقوع خطر به دست می آید:

$$R = P * C * E$$





## ارزشیابی اقدامات کاهش ریسک

رتبه بندی کلی اقدامات کاهش ریسک عبارتست از :

الف) پیشگیری

ب) کشف

ج) کنترل

د) کاهش

ه) پاسخ در شرایط اضطراری

همواره در درجه نخست بایستی توجه ویژه ای به اقدامات کاهش ریسک معطوف شود، چرا که موجب حذف یا کاهش احتمال وقوع رخداد‌های خطرناک می شوند. کاربرد اصول طراحی ذاتاً ایمن تر برای مدیریت ریسک ارجحیت دارد. در طراحی ذاتاً ایمن تر، مفاهیم زیر برای کاهش ریسک به کار می رود:

## ارزشیابی اقدامات کاهش ریسک

● **کاهش**، مانند کاهش موجودیهای خطرناک یا تواتر یا طول مدت تماس

● **جایگزینی**، مانند جایگزین کردن مواد خطرناک با مواد کم خطرتر (اما با توجه به اینکه ممکن است موازنه ای میان ایمنی کارخانه و محصول متنوعتر و مسایل طول عمر وجود داشته باشد).

● **تضعیف**، مانند کاربرد مواد یا فرایندهای خطرناک به گونه ای که پتانسیل خطر آنها کاهش می یابد نظیر جداسازی کارخانه فراوری به بخشهای کوچکتر با استفاده از شیرهای ESD یا فراورش در دما یا فشار کمتر

● **ساده سازی**، مانند ساده کردن طراحی، ساخت و عملیات کارخانه و فرایند و در نتیجه کاهش آمادگی برای ایجاد شکست یا خرابی در تجهیزات، کنترل و افراد.

## ارزشیابی اقدامات کاهش ریسک

اقدامات حفاظتی بایستی پس از ارزیابی اقدامات پیشگیرانهٔ محتمل مد نظر قرار گرفته و با هدف کاهش آثار یک رخداد خطرناک پس از وقوع آن به کار گرفته شود.

اقدامات محدود سازی تشدید یک رخداد خطرناک به همراه اقدامات حفاظت از کارکنان و اقدامات عادی سازی وضعیت را نیز می توان مد نظر قرار داد. سیستمهای کشف آتش و گاز، سیستمهای آتش-آب، حفاظت فعال و فعل پذیر در برابر آتش، پناهگاه موقت، سیستمهای تخلیه محل، تجهیزات و رویه های نظافت و بازیافت نفت، لباسهای محافظ و غیره همگی مثالهایی از **اقدامات حفاظتی** هستند.

عواملی که بر انتخاب اقدامات کاهش ریسک اثر می گذارند، عبارتند از:

- عملی بودن اقدام کاهش ریسک از نظر فنی
- سهم اقدام کاهش ریسک
- هزینه ها و ریسکهای مرتبط با اقدام اجرا شده
- درجهٔ عدم قطعیت ریسک یا تکنیک کاهش ریسک از جمله عوامل انسانی.

**نمونه عملی از اجرای  
فرایند شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک**

هدف از تدوین این روش اجرایی، تشریح نحوه شناسایی مداوم خطرات HSE مربوط به فعالیتها، خدمات و محصولات، ارزیابی ریسک های مربوطه به منظور تعیین اولویت آنها جهت انجام اقدامات کنترلی به منظور کنترل ریسک و رسانیدن آن به پایین ترین حد ممکن AIARP در شرایط عملیاتی نرمال، غیرنرمال و اضطراری برای کلیه افراد، تجهیزات، مواد، محیط کار و شهرت می باشد.

**دامنه کاربرد:**

این روش جهت مدیریت ریسک مربوط به تمام فعالیتها، خدمات و محصولات در شرکت بهره برداری نفت و گاز گچساران کاربرد دارد.

## مسئولیتها:

مسئولیت اجرایی این روش اجرایی برعهده کمیته راهبردی سیستم مدیریت یکپارچه، گروههای اجرایی و اداره ایمنی، بهداشت و محیط زیست HSE شرکت بهره برداری نفت و گاز گچساران می باشد.

گروههای اجرایی و اداره HSE مسئولیت شناسایی خطرات HSE را برعهده دارند.

اداره HSE مسئولیت ارزیابی ریسک خطرات HSE را برعهده دارد.

نماینده مدیریت در سیستم ها مسئولیت تهیه امکانات جانبی برای شناسایی خطرات HSE و ارزیابی ریسک آنها را برعهده دارد.

## روش اجرا:

به منظور شناسایی ریسک های خطر در شرکت بهره برداری نفت و گاز گچساران، گروههای اجرایی متشکل از نمایندگان واحدها و ادارات شرکت بعلاوه نمایندگان HSE تشکیل شده است .

افراد این گروه باتوجه به طبیعت کار اقدام به فهرست بندی از کلیه مواردی که به عنوان خطر می باشند، نموده و آنها را در فرم های شناسایی و ارزیابی ریسک های خطر ثبت و در اختیار واحد مهندسی سیستم ها و بهره وری قرار می دهند تا از صحت وکامل بودن اطلاعات اطمینان حاصل شود. در صورتی که در سازمان تغییرات جدیدی شامل تغییر در دستگاه، تغییر فرآیند و . . . صورت پذیرد گروههای فوق ریسک های خطر جدیدی استخراج نموده و در فرم مذکور ثبت می نمایند .

متدلوژی شرکت در خصوص شناسایی خطرات HSE به شرح ذیل می باشد :

در این روش به منظور شناسایی خطرات و ریسکهای HSE مشاغل از طریق بررسی و مطالعه روی مراحل فرآیند، نوع مواد اولیه و جانبی مورد مصرف در فرآیند، تجهیزات و ماشین آلات، فضا و شرایط محیط کار، نوع محصولات تولیدی و با استفاده از مشاهدات و مصاحبه با افراد آگاه و آشنا به مراحل فرآیند عمل می شود .

**ALARP (As low as reasonably) :**

کاهش ریسک به سطحی قابل قبول (پایین ترین مقدار ممکن) یعنی به کارگیری تمامی امکانات و توان موجود در سازمان برای کاهش ریسک بر اساس اولویت بندی تعیین شد .



شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک شامل مراحل زیر می باشد:

## ۱- شناسایی خطرات :

شناسایی خطرات براساس توجه به عواملی مانند خواص شیمیایی و فیزیکی سیالات در حال انتقال، چیدمان تجهیزات، رویه های عملیات نگهداری و شرایط فرآورش، شرایط زیست محیطی حادومزمن و غیره در نظر گرفته شده اند **روش های شناسایی خطرات مورداستفاده عبارتند از :**

۱- **نقش تجربه و قضاوت :** رویکردی که در آن از تخصص کارکنان مجرب برای شناسایی و ارزیابی خطر HSE استفاده می شود .

۲- **چک لیست ها :** روش سودمندی برای حصول اطمینان از شناسایی و ارزیابی کلیه خطرات HSE معلوم می باشند هرچند استفاده از آنها موجب محدود شدن دامنه هرگونه بازنگری شود . این چک لیست ها توسط نیروهای مجرب آشنا به طراحی و عملکرد تسهیلات و رویه ها و استانداردهای شرکتی و صنعت تهیه می شود .

۳- **تحلیل خطرات شغلی (JHA)** : یک روش کیفی برای ارزیابی ریسک‌های مرتبط با یک کار خاص به منظور تصمیم‌گیری در مورد احتیاطها و تدارکات غیرمترقبه است. (اقدامات کنترلی)

برای کاهش ریسکها بایستی انجام شود، این روش یک روش بازنگری ساختاری است. JHA توسط گروه کوچکی از کارکنانی که آشنایی کامل با تجهیزات، سیستمها و رویه‌های کاری دارند و می‌توانند تحلیل را به صورت منطقی و یا قضاوت صحیح به کار گیرند.

از روشهای دیگر بازنگری برای شناسایی خطرات میتوان **تحلیل خطرو قابلیت بهره برداری (HAZOP)**، تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن FMEA، بررسی جریان پسماند (WASTE STREAM SURVEY) را نام برد.

۴- **شناسایی خطرات مواد** : براساس اطلاعات بدست آمده از اطلاعات ایمنی مواد (MAFRIA(SAFETY DATA SHEET (MSDS)) می‌توان خطرات مربوط به هر ماده شیمیایی اعم از اولیه، بینابینی و محصول را شناسایی نمود.

## ۲- ارزیابی ریسک :

ارزیابی ریسک ناشی از خطرات و توجه به قابلیت تحمل آن برای کارکنان، تسهیلات و محیط زیست .

این امر شامل شناسایی رخدادهای آغازگر، شناسایی توالی های احتمالی حادثه، برآورد احتمال وقوع توالی های حادثه و ارزیابی پیامدها می باشد سپس براساس معیارهای مناسب وضعیت موردنظر، قابل قبول بودن ریسک برآورده شده مورد قضاوت قرارگیرد .

هنگام ارزشیابی ریسک، بایستی توجه کافی به احتمال(یاتواتر)، وقوع رخداد آغازگر و شدت پیامدهای آن صورت گیرد .

براساس ارزیابی ریسک و خطرات به منظور دستیابی به سطح قابل تحملی از ریسک، می بایست در صورت نیاز توصیه هایی به مدیریت در مورد کاهش ریسک ارائه شود .

این توصیه ها می تواند براساس قضاوت تحلیل گر یا با استفاده از معیارهای برگزیده شده توسط شرکت انجام گیرد .

## معیارهای غربالگری :

اهداف یا استانداردهای مورداستفاده جهت قضاوت در مورد قابلیت تحمل خطر یا تأثیر شناسایی شده می باشند .

این معیارها برای قضاوت در مورد بزرگی و آثار آنها استفاده می شود. که به همراه نتایج ارزیابی ریسک مبنایی برای تصمیم گیری در مدیریت ریسک فراهم می آورد .

## روش ارزیابی ریسک (WILLIAM FINE):

### جدول A – طبقه بندی شدت ریسک

امتیاز	شرح شدت ریسک	کد
۱۰۰	مرگ و میر چند نفر – خسارتهای غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات طولانی مدت – خسارت مالی زیاد (بیش از ۱۵۰ میلیون تومان) - اثر بین المللی روی شهرت سازمان- مصرف بیش از حد منابع وانرژی- غلظت بیش از حد آلاینده (۵۰ درصد بیشتر از حد استاندارد)	۱
۵۰	مرگ یک نفر- آسیب منجر به ازکارافتادگی دائم بیش از یک نفر- خسارتهای غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات میان مدت- خسارت مالی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیون تومان- اثر روی شهرت سازمان بصورت ملی- مصرف نسبتاً زیاد منابع وانرژی- غلظت نسبتاً زیاد آلاینده (۳۰ درصد بیشتر از حد استاندارد)	۲
۲۵	آسیب منجر به ازکارافتادگی دائم یک نفر- خسارتهای غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات کوتاه مدت- خسارت مالی بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلیون تومان- اثر روی شهرت سازمان بصورت استانی- مصرف زیاد منابع و انرژی- غلظت زیاد آلاینده (۱۰ درصد بیشتر از حد استاندارد)	۳
۱۵	آسیب طولانی مدت بدون ناتوانی دائمی- خسارتهای قابل جبران زیست محیطی با اثرات طولانی- خسارت مالی بین ۵ تا ۵۰ میلیون تومان- اثر روی شهرت	۴

## روش ارزیابی ریسک (WILLIAM FINE) :

### جدول A – طبقه بندی شدت ریسک

امتیاز	شرح شدت ریسک	کد
۵	آسیب موقتی- خسارتهای قابل جبران زیست محیطی با اثرات کوتاه مدت- خسارت مالی کمتر از ۵ میلیون تومان- اثر روی شهرت سازمان بصورت درون سازمانی- مصرف کم منابع- غلظت آلاینده کمتر از ۵ درصد بیشتر از حد استاندارد	۵
۲	آسیب جزئی نیازمند کمک های اولیه (۳ روز و کمتر)- خسارت مالی کمتر از ۱ میلیون تومان- اثر روی شهرت سازمان بصورت درون واحدی- مصرفی خیلی کم منابع- غلظت آلاینده در حد استاندارد	۶
۱	بدون نیاز به بررسی های بیشتر- خسارتهای مالی قابل صرفه نظر- بدون اثر روی شهرت سازمان- بدون خسارت زیست محیطی- بدون مصرف منابع- غلظت آلاینده کمتر از حد استاندارد	۷

## جدول B – طبقه بندی تماس / فرکانس

امتیاز	شرح میزان تماس و فرکانس	طبقه
۱۰	بطور پیوسته- روزی چندین بار- تماس بیش از ۸ ساعت- انتشار مداوم آلاینده	۱
۶	غالباً هفته ای چندین بار- تماس بین ۶ تا ۸ ساعت- انتشار زیاد آلاینده	۲
۳	گهگاه- ماهی چندین بار- تماس بین ۴ تا ۶ ساعت در روز- انتشار متوسط آلاینده	۳
۲	بطور غیرمعمول- سالی چندین بار- تماس بین ۲ تا ۴ ساعت در روز- انتشار غیرروتین آلاینده	۴
۱	بندرت- چندسال یکبار- تماس بین ۱ تا ۲ ساعت در روز- انتشار کم آلاینده	۵
۰.۵	بطور جزئی- خیلی کم- تماس کمتر از ۱ ساعت در روز- انتشار قابل اغماض آلاینده	۶
۰.۲	بدون تماس، بدون فرکانس وقوع و بدون انتشار آلاینده	۷

جدول C – طبقه بندی احتمال وقوع خطر یا احتمال تأثیر عوامل زیان آور

امتیاز	شرح احتمال وقوع Probability	ردیف
۱۰	اغلب محتمل هستند	۱
۶	شانس وقوع ۵۰/۵۰ است/ امکان دارد	۲
۲	می تواند تصادفی اتفاق بیفتد/ شانس وقوع کمتر از ۵۰ درصد است	۳
۰.۵	احتمالاً تا چندسال بعداز تماس اتفاق نمی افتد اما امکان وقوع دارد	۴
۰.۱	عملاً وقوعش غیرممکن است / هرگز اتفاق نمی افتد	۵



تذکر مهم : موارد ذیل در هنگام برآورد احتمال بایستی در نظر گرفته شود :

وضعیت اقدامات کنترلی مهندسی و اداری موجود در محل

- نقص خدمات مثل الکتریسیته و آب

- اعمال نا ایمن و شرایط نا ایمن

- نقص اجزای دستگاه و ماشین آلات و وسایل ایمنی

- وضعیت تعمیر و نگهداری

- غلظت، میزان و شدت آلاینده

- میزان آموزش و سلامت کارکنان

- میزان مصرف منابع و تخریب محیط زیست

- حفاظت ایجاد شده بوسیله لوازم حفاظت فردی و میزان استفاده از آنها

## امتیاز دهی و اولویت بندی ریسکها :

در این روش براساس جداول طبقه بندی احتمال وقوع، طبقه بندی شدت و طبقه بندی میزان تماس، امتیاز هر ریسک محاسبه می گردد . سپس نتایج حاصل از سه جدول اشاره شده به منظور تعیین رتبه ریسک، طبق فرمول زیر در هم ضرب می گردد :

A = امتیاز حاصل از جدول طبقه بندی شدت پیامد خطر

B = امتیاز حاصل از جدول طبقه بندی میزان تماس با خطرات HSE

C = امتیاز حاصل از جدول طبقه بندی احتمال وقوع خطری با احتمال تأثیر آنها

$$\text{رتبه ریسک} = A * B * C$$

رتبه	اقدامات	سطح ريسك
$200 <$	اصلاحات فوري براي كنترل ريسك موردنياز است	High
91-199	اضطراري- توجهات لازم در اسرع وقت بايستي صورت گيرد .	Middle
$90 <$	خطر نظارت و كنترل مي باشد .	Low

در نهايت باتوجه به ميزان اهميت ريسكها، ابتدا براي ريسكهاي با سطح H اهداف و برنامه هاي كنترلي واقدامات اصلاحي تهيه شده تا به سطح M يا L برسند . سپس براي ريسكهاي با سطح M اهداف و برنامه كنترلي تهيه شده تا به سطح L برسند و پس از رسانيدن خطرات به سطح قابل قبول (سطح L) آنها را تحت كنترل مداوم نگهداري مي كنيم .

**Be Safe , Healthy & Successful.**

