

## آشنایی با مدل های ارزیابی ریسک

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد عمران گرایش سازه

ریسک در تعریف عام، احتمالی است که کنش یا کنش‌وری (یا بی‌کنشی) مشخص منجر به زیان یا بروندادها و پیامدهای ناخوشایند و ناخواسته گردد. تقریباً همه کوشش‌های بشری دربردارنده درجاتی از ریسک است، با این همه برخی از آنها ریسک‌های بیشتری را به همراه دارند. در ادبیات مالی ریسک را می‌توان به صورت رویدادهای غیرمنتظره که معمولاً به صورت تغییر در ارزش دارایی‌ها یا بدهی‌ها می‌باشد، تعریف کرد. بنگاه‌ها در معرض انواع مختلف ریسک قرار دارند که به‌طور کلی می‌توان به دو دسته 'ریسک‌های تجاری' و 'ریسک‌های غیرتجاری' تقسیم کرد.

### ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک

کل ریسک بازار را می‌توان به دو دسته کلی ریسک سیستماتیک و ریسک غیر سیستماتیک تقسیم نمود ریسک غیر سیستماتیک ریسکی است که ناشی از خصوصیات خاص شرکت از جمله نوع محصول ساختار سرمایه سهامداران عمده و غیره می‌باشد. ریسک سیستماتیک ناشی از تحولات کلی بازار و اقتصاد بوده و تنها مختص به شرکت خاصی نمی‌باشد به دیگر بیان ریسک سیستماتیک در اثر حرکت‌های کلی بازار به وجود می‌آید. طبق نظریه‌های پرتفولیو با پرگونه‌سازی سبد سهام می‌توان ریسک غیر سیستماتیک را از میان برد ولیکن ریسک سیستماتیک همچنان باقی می‌ماند. شاخص بتا شاخصی برای اندازه‌گیری هم‌نوایی حرکت یک شرکت با حرکت کل بازار یا شاخصی برای اندازه‌گیری ریسک سیستماتیک است.

### روش‌های اندازه‌گیری ریسک

ریسک عبارت است از احتمال نوسانات آتی نرخ بازدهی. شاخص‌های مختلفی برای تبیین نوسانات مورد استفاده قرار می‌گیرد که بعضی از مهم‌ترین آن‌ها بدین صورت هستند:

۱. دامنه تغییرات
۲. متوسط انحراف خطی (متوسط قدر مطلق انحرافات)
۳. واریانس (متوسط مجذور انحرافات)
۴. انحراف معیار
۵. نیم‌واریانس
۶. نیم انحراف معیار
۷. شاخص بتا
۸. دارایی در خطر (VaR)

ریسک شدت تغییرات بازده سهم در دوره‌های گذشته است که برابر با انحراف معیار آنست.

### ریسک در مهندسی ایمنی

به احتمال به وجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین، ریسک (به انگلیسی: ریسک) گویند. در واقع به شانس یا احتمال اینکه کسی از خطر آسیب ببیند یا اموالی دچار صدمه گردد، ریسک اطلاق می‌شود. رانندگی در جاده یا راه رفتن روی زمین روغنی، ریسک است. آسیب دیدن کمر در اثر بلند کردن بار، ریسک است. کار کردن روی یک داربست در ارتفاع یک ریسک محسوب می‌گردد.<sup>[۱]</sup> در استاندارد ۱۹۹۹ OHSAS 1800، ریسک، ترکیب (یا تابعی) از احتمال و پیامد (های) ناشی از وقوع یک اتفاق خطرناک مشخص می‌باشد.<sup>[۲]</sup>

### ارزیابی ریسک

به فرایند کلی برآورد نمودن میزان ریسک و تصمیم‌گیری در خصوص قابل تحمل بودن ریسک، ارزیابی ریسک گفته می‌شود. به ریسک که میزان آن تا حد قابل تحمل توسط سازمان، با در نظر گرفتن الزامات قانونی و خط مشی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای کاهش

یافته باشد، ریسک قابل تحمل گویند. ارزیابی ریسک به طور سیستماتیک تعیین می کند چه خطراتی در محیط کار هستند و احتمال رخدادن خطر چقدر است و چه آسیبی و با چه شدتی ممکن است، به وجود آید، که خود باعث می شود راه حل های کنترلی شناسایی می شوند و در نتیجه باعث کاهش ریسک و اثراتش می شود؛ لذا ارزیابی ریسک، اطلاعاتی را جهت ایجاد یک سیستم ایمن کار فراهم می کند.<sup>[۱]</sup>

ارزیابی ریسک، مرکز ثقل اهداف مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای است که بر روی حذف و به حداقل رسانیدن ریسک تمرکز دارد.

### بررسی متون روش های مختلف ارزیابی ریسک

مطالعات انجام شده، نشان داده است که در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع مختلف کیفی و کمی روش ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد.

**Aden. S. L. J. Heat** در کتاب اصول بهداشت و ایمنی کار یک فرم ساده از سیستم ارزیابی را ارائه نمود. به طوری که

رتبه بندی خطر با توجه به احتمال خطر و شدت خطر در نظر گرفته می شود.

**Kroner** یک روش ارزیابی مشابهی را طرح ریزی کرد. این ارزیابی شامل درجه بندی ریسک برای خطرات معین با ضرب کردن تکرار و شدت خطر می باشد.

**Willian Fine** ریسک را تابعی از احتمال وقوع خطر، پیامد ناشی از آن و میزان تماس با خطر می داند و ارزیابی ریسک را بر مبنای این سه فاکتور بنا نهاد.

**M.Taok** و همکارانش ارزیابی ریسک را به صورت یک چهار چوب کیفی ساده تعیین کردند که دو پارامتر این چهار چوب، شدت آسیب و احتمال آسیب بود که در آن شدت آسیب خصوصیت ذاتی خطر، مستقل از اقدامات کنترلی بوده و احتمال آسیب، ارزیابی امکان وقوع خطر است که اقدامات کنترلی موجود در آن لحاظ شده است .

**Robert N. Anderes** ارزیابی ریسک را بر مبنای دو عنصر اولیه ریسک یعنی شدت آسیبی که در اثر یک شرایط خطرناک به وجود می آید و احتمال وقوع خطر، بنا نهاده است که احتمال وقوع خطر براساس میزان تماس با خطر، تعداد افرادی که با خطر مواجهند فاکتورهای محیطی و قابلیت اعتماد عملکرد ایمنی تعیین می شود .  
ارزیابی ریسک مطابق الگوی سازمان HSE انگلستان شامل پنج مرحله است:

۱. شناسایی خطرات

۲. چه کسی ممکن است آسیب ببیند و چگونه آسیب می بیند

۳. ارزیابی ریسک ناشی از خطر

۴. ثبت یافته ها

۵. بازنگری ارزیابی

**Rolin Geronsin** ارزیابی ریسک را فرایند برآورد احتمال وقوع یک رویداد و اهمیت یا شدت اثرات زبان آور آن در نظر می گیرد.

**Sue cox** و **Robin Tait** ارزیابی ریسک را در دو بخش تجزیه و تحلیل ریسک و ارزشیابی ریسک را در نظر می گیرند که ما تریس ارزیابی ریسک براساس پیامد و احتمال وقوع خطر استوار است. **Nick w. hurst.** ارزیابی ریسک را در قالب برآورد ریسک و ارزشیابی ریسک مورد مطالعه قرار می دهد به طوری که در برآورد ریسک، بزرگی ریسک و در ارزشیابی، میزان اهمیت ریسک تعیین می شود .

**Miley w. merkhofer , Vinceent T. Covello** فرایند ارزیابی ریسک را شامل ارزیابی آزادسازی (عوامل ریسک)

ارزیابی تماس، ارزیابی پیامد و برآورد ریسک می دانند .

**Harms – Ringdahl Lars** ارزیابی ریسک را تابعی از احتمال وقوع حادثه و پیامد ناشی از آن در نظر می گیرد و آن را به صورت سه دسته ارزیابی غیررسمی، ارزیابی کیفی و ارزیابی کمی تقسیم بندی می کند

**ریسک اعتباری** ریسکی است که از نکول/قصور طرف قرارداد، یا در حالتی کلی‌تر ریسکی است که از «اتفاقی اعتباری» به وجود می‌آید. به‌طور تاریخی این ریسک معمولاً در مورد اوراق قرضه واقع می‌شد، بدین صورت که قرض‌دهنده‌ها از بازپرداخت وامی که به قرض‌گیرنده داده بودند، نگران بودند. به همین خاطر گاهی اوقات ریسک اعتباری را 'ریسک نکول' هم گویند.

ریسک اعتباری از این واقعیت ریشه می‌گیرد که طرف قرارداد، نتواند یا نخواهد تعهدات قرارداد را انجام دهد. تأثیر این ریسک با هزینه جایگزینی وجه نقد ناشی از نکول طرف قرارداد سنجیده می‌شود. ضررهای ناشی از ریسک اعتباری ممکن است قبل از وقوع نکول واقعی طرف قرارداد رخ دهند. به‌طور کلی‌تر ریسک اعتباری را می‌توان به عنوان ضرر محتمل که در اثر یک رخداد اعتباری اتفاق می‌افتد، بیان کرد. رخداد اعتباری زمانی واقعی شود که توانایی طرف قرارداد در تکمیل تعهداتش تغییر کند. ریسک اعتباری یکی از مهم‌ترین عوامل تولید ریسک در بانک‌ها و شرکت‌های مالی است. این ریسک از این جهت ناشی می‌شود که دریافت‌کنندگان تسهیلات توانایی بازپرداخت اقساط بدهی خود را به بانک نداشته باشند.

در اندازه‌گیری ریسک اعتباری، ریسک مشخصه‌ای را باید اندازه گرفت که تعبیرهای مختلفی از آن می‌شود کرد: ریسک نکول، ریسک کاهش رتبه، ریسک نرخ بهره، ریسک تفاوت نرخ بهره.

### اندازه‌گیری ریسک اعتباری

برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری باید به این موارد توجه کرد:

- **احتمال نکول:** احتمال این است که طرف قرارداد در مدت تعیین‌شده در قرارداد، به تمام یا بخشی از تعهدات‌اش، خواسته یا ناخواسته عمل نکند.
- **میزان تعهد اعتباری:** نشان می‌دهد که در زمان نکول، چه مقدار از تعهدات متأثر از نکول قرار می‌گیرد.
- **نرخ باز یافت:** در صورت نکول، چه سهمی از تعهدات ممکن است از راه‌های مختلف مثل وثیقه و ... بازگردد.

### رتبه‌بندی اعتباری

بحثی مهم دیگری که در اندازه‌گیری ریسک اعتباری مطرح می‌شود، رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌هاست. برای سنجش ریسک اعتباری معمولاً شرکت‌ها را بر اساس ریسکی که در قرارداد متوجه بانک می‌کنند مرتب کرده و اصطلاحاً **رتبه‌بندی** می‌کنند. برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری، به هر رتبه احتمال نکولی نسبت می‌دهند. برای رتبه‌بندی اعتباری از مدل‌های مختلفی استفاده می‌شود. مدل‌های لوجیت و پروبیت، تحلیل تفکیک خطی، روش نزدیک‌ترین همسایه‌ها، مدل‌های ساختاری (مثل مدل کی‌ام‌وی) و نهایتاً مدل‌های شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک. این اقدامات معمولاً در شرکت‌ها و موسسات رتبه‌بندی اعتباری در دنیا انجام می‌شوند که در ایران نیز از سال ۱۳۹۶ این شرکت‌ها فعالیت خود را آغاز نمودند.

**ریسک عملیاتی** عموماً ناشی از اشتباهات انسانی یا اتفاقات و خطای تکنیکی تعریف می‌شود. این ریسک شامل تقلب (موقعیتی که معامله‌گرها اطلاعات غلط می‌دهند)، اشتباهات مدیریتی و کاستی کنترل می‌شود. خطای تکنیکی ممکن است ناشی از نقص در اطلاعات\_ردازش معاملات، سیستم‌های جابه‌جایی یا به‌طور کلی هر مشکل دیگری در سطح سازمان روی می‌دهد، باشد. ریسک‌های عملیاتی ممکن است منجر به ریسک‌های اعتباری و بازار شوند. به عنوان مثال یک اشتباه عملیاتی در معامله تجاری مانند عدم انجام جابه‌جایی ممکن است ریسک بازار یا ریسک اعتباری ایجاد کند، زیرا هزینه آن به تغییرات قیمت بازار وابسته است. لذا مدیریت این ریسک نیاز مبرم همه مؤسسات مالی اعم از بانکها، مؤسسات اعتباری، بیمه‌ها و ... میباشد.

بسته خدمات رایزن در زمینه ریسک عملیاتی شامل موارد زیر میباشد:

- . شناسایی سطح مشتری در مدیریت ریسک عملیاتی و تعیین نیازها و اولویتهای
- . تعیین سیاستهای ریسک عملیاتی مطابق با سیاستهای مشتری
- . شناسایی و آنالیز علل ریشه‌های (RCA)
- . شناسایی و تحلیل رویدادها و زیانها
- . طراحی نرمافزار و پیاده‌سازی آن مطابق نیازهای مشتری

. طراحی شاخصهای کلیدی ریسک و چکلیستهای کنترل عملیاتی

تهیه فرایندها و چارچوبهای گزارشگیری بر اساس نیازهای مشتری و با استفاده از نرم‌افزار همه خدمات فوق به صورت گام به گام و با دریافت تأیید مشتری انجام می‌شود. این خدمات میتوانند به صورت کامل توسط رایزن انجام شوند، یا با مشاوره رایزن توسط کارشناسان مشتری انجام گیرند. این خدمات در بسترهای زیر ارائه می‌شوند:

• آموزش

• مشاوره

• پیاده سازی

• تأمین نیروی متخصص

• کنترل کیفیت پروژه‌های در دست اجرا

پیشنهاد رایزن دریافت خدمات فوق به صورت بسته کامل میباشد. ولی در صورت نیاز هر کدام از خدمات به صورت مستقل از هم نیز قابل اجرا می‌باشند. در نتیجه استفاده از خدمات رایزن نه تنها شناسایی و مدیریت ریسکهای عملیاتی فعلی مشتری ممکن می‌شود، بلکه بستری امن برای رشد و توسعه خدمات مشتری در بازارهای رقابتی ایجاد میگردد

**ریسک بازار** در اثر نوسانات قیمت دارایی‌ها در بازار ایجاد می‌شود. اشخاص حقیقی و حقوقی دارایی‌های خود را به صورت‌های مختلف مانند پول نقد، سهام، اوراق قرضه، مسکن، طلا و سایر دارایی‌های با ارزش نگهداری می‌کنند. تمام این دارایی‌ها در معرض تغییرات قیمت قرار دارند، و این نوسانات قیمتی مداوم، عامل اصلی ایجاد ریسک بازار هستند. ریسک بازار که یکی از عوامل اصلی ایجادکننده ریسک می‌باشد، به همراه ریسک اعتباری نقش اصلی را در اکثر ورشکستگی‌ها ایفا می‌کنند. بحران‌های پیاپی و پیوسته مالی ناشی از ریسک مالی که در دو دهه اخیر در مقاطع مختلف در سطح جهان روی داده‌اند، لزوم مدیریت یک‌پارچه و کمی ریسک مالی با تمرکز بر ریسک بازار و ریسک اعتباری را بیش از پیش مطرح ساخته‌اند.

ریسک نرخ ارز یکی از ریسکهای زیر مجموعه ریسک بازار است که به دلیل تغییرات نرخ ارز روی می‌دهد. اهمیت این ریسک هنگامی افزایش می‌یابد که بخش قابل توجهی از پرتفوی شرکت متشکل از یک ارز یا ارزهای گوناگون بر اساس وضعیت بازار (سید ارزی) باشد. حالت دیگری که باعث ایجاد ریسک نرخ ارز می‌شود هنگامی روی می‌دهد که بانک مبادلات ارزی قابل توجهی داشته باشد یا اینکه در مورد بانک‌ها، سپرده‌های ارزی دریافت نموده و همچنین تسهیلات ارزی پرداخت

**ریسک قانونی** (به انگلیسی: **Legal risk**) زمانی مطرح می‌شود که یک معامله از نظر قانونی قابل انجام نباشد. ریسک قانونی در کل با ریسک اعتباری مرتبط است زیرا طرفین معامله در صورت زیان در یک معامله به دنبال بستر قانونی برای زیر سؤال بردن اعتبار معامله می‌گردند.

این ریسک می‌تواند به صورت شکایت سهام‌داران علیه شرکتی که ضررده باشد ظاهر شود. ریسک‌های قانونی از طریق سیاست‌هایی که قسمت حقوقی مؤسسه با مشاوره مدیر ریسک و مدیریت سطح بالا اعمال می‌کند کنترل می‌شود. مؤسسات باید مطمئن باشند قراردادها با طرفین قابلیت اجرا دارد. با این حال وقتی پای زبان‌های بزرگ در میان باشد کشمکش‌های هزینه‌بر به وجود می‌آید زیرا منافع زیادی درگیر است. ریسک قانونی که 'ریسک حقوقی' نیز نامیده می‌شود، یکی از ریسک‌های اثرگذار بر فعالیت شرکت‌ها است. دو عامل مهم در میزان ریسک حقوقی تأثیرگذار هستند. عامل اول ایجادکننده ریسک حقوقی، نوع و ساختار قوانین، روند قانونگذاری، و همچنین تغییرات قوانین می‌باشد. عامل دوم ایجادکننده ریسک حقوقی، روابط حقوقی بین بانک و اشخاص حقیقی و حقوقی مرتبط با بانک می‌باشد.

**ریسک نقدینگی دارایی**

**ریسک نقدینگی دارایی**، که با نام 'ریسک نقدینگی بازار' هم شناخته می‌شود، زمانی ظاهر می‌شود که معامله با قیمت پیش‌بینی شده قابل انجام نباشد (به دلیل تغییر وضعیت نسبت به زمان معامله عادی) این ریسک در بین گونه‌های دارایی‌ها و در زمان وابسته به شرایط بازار تغییر می‌کند. بعضی دارایی‌ها مانند ارزهای اصلی یا اوراق قرضه، بازارهای عمیقی دارند و در اغلب مواقع

به راحتی با نوسان کمی در قیمت، نقد می‌شوند اما این امر در مورد همه دارایی‌ها صادق نیست. در مورد بانک‌ها، ریسک نقدینگی به دلیل کمبود و عدم اطمینان در میزان نقدینگی بانک ایجاد می‌شود. حالت دیگری که باعث افزایش ریسک نقدینگی می‌شود این است که بازارهایی که منابع بانک در آن‌ها قرار دارد دچار کمبود نقدینگی شوند. ریسک نقدینگی با سایر ریسک‌های مالی مختلط است و به همین دلیل سنجش و کنترل آن با دشواری روبرو است. به این ریسک عموماً با نام ریسک نقدشوندگی یاد می‌گردد؛ و در ادبیات مدیریت مالی هر دو ریسک نقدشوندگی و نقدینگی را **liquidity risk** می‌نامند.

### ریسک نقدینگی تأمین مالی

**ریسک نقدینگی تأمین مالی**، که ریسک جریان وجه نقد هم نامیده می‌شود، به عدم توانایی در پرداخت تعهدات برمی‌گردد. این موضوع مخصوصاً برای پرتفوهایی که متوازن شده‌اند و متعهد به پرداخت حاشیه سود به طلب‌کاران هستند معضل مهمی است. در واقع اگر ذخیره وجه نقد کافی نباشد، ممکن است در شرایط سقوط ارزش بازار نیاز به پرداخت وجه نقد وجود داشته باشد که منجر به نقد کردن اجباری پرتفو در قیمت پایین می‌شود. این چرخه ضررها که با حاشیه سود تعهدشده شدیدتر می‌شود، گاهی به مارپیچ مرگ تعبیر می‌شود. ریسک تأمین مالی با برنامه‌ریزی مناسب جریان وجه نقد کنترل می‌شود. محدود کردن شکاف جریان وجه نقد، متنوع کردن و در نظر گرفتن منابع مالی جدیدی برای پر کردن کسری نقدینگی نقش مهمی در کنترل ریسک نقدینگی دارند.

### مدیریت نقدینگی

مدیریت نقدینگی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌هایی است که سیستم بانک‌داری با آن روبرو است. دلیل اصلی این چالش این است که بیشتر منابع بانک‌ها از محل سپرده‌های کوتاه‌مدت تأمین مالی می‌شود. علاوه بر این تسهیلات اعطایی بانک‌ها صرف سرمایه‌گذاری در دارایی‌هایی می‌شود که درجه نقدشوندگی نسبتاً پایینی دارند. وظیفه اصلی بانک ایجاد توازن بین تعهدات کوتاه‌مدت مالی و سرمایه‌گذاری‌های بلند مدت است. نگهداری مقادیر ناکافی نقدینگی بانک را با خطر عدم توانایی در ایفای تعهدات و در نتیجه ورشکستگی قرار می‌دهد. نگهداری مقادیر فراوان نقدینگی، نوع خاصی از تخصیص ناکارآمد منابع است که باعث کاهش نرخ سوددهی بانک به سپرده‌های مردم و در نتیجه از دست دادن بازار می‌شود. مدیریت نقدینگی به معنی توانایی بانک برای ایفای تعهدات مالی خود در طول زمان است. مدیریت نقدینگی در سطوح مختلفی صورت می‌گیرد. اولین نوع مدیریت نقدینگی به صورت روزانه صورت پذیرفته و به صورت متناوب نقدینگی مورد نیاز در روزهای آتی پیش‌بینی می‌شود. دومین نوع مدیریت نقدینگی که مبتنی بر مدیریت جریان نقدینگی است، نقدینگی مورد نیاز را برای فواصل طولانی‌تر شش ماهه تا دو ساله پیش‌بینی می‌کند. سومین نوع مدیریت نقدینگی به بررسی نقدینگی مورد نیاز بانک در شرایط بحرانی می‌پردازد.

### آشنایی با مدل‌های ارزیابی ریسک

نوشته شده در ۲۰:۵۱ ساعت در زونکن مدیریت ریسک توسط محمد یگانه ۰ دیدگاه‌ها

امروزه استفاده از روشهای ارزیابی ریسک در صنایع مختلف رو به گسترش است به طوری که در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع مختلف کیفی و کمی روش ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد این روش‌ها معمولاً برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات به کار می‌رود. عمده روش‌های موجود ارزیابی ریسک روشهای مناسب جهت ارزیابی خطرات بوده و نتایج آنها را میتوان جهت مدیریت و تصمیم‌گیری 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 سیستم‌های ایمنی و بهداشت موجود در هر صنعت (HSE) بررسی کلیه روشهای ارزیابی ریسک‌ها و خطرات و انتخاب روش مناسب جهت اجرا در صنعت و سازمان مطبوع 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. معمولاً سطح ریسک قابل قبول برای هر سازمان یا هر فرد متفاوت بوده و بستگی به منابع مالی و اقتصادی، محدودیت‌های تکنولوژیکی عوامل انسانی مجرب، صلاحدید و تصمیم مدیریت و ریسکهای زمینه‌ای مثل ریسک‌های مخفی دارد. سازمان‌ها معمولاً نیاز به سیستمی دارند که علاوه بر ارزیابی فعالیت‌ها و فرآیندهای شان بتواند در خصوص وضعیت ریسک، تعیین

معیارهای ریسک قابل تحمل و مشخص نمودن دقیق ریسک 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 ریسک که در این مقاله هدف بررسی و مطالعه آنهاست 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 یا کیفی و کمی، محدودیت زمان، محدودیت نیروی انسانی کارآموده، نوع کاربرد روش شناسایی ریسک، مزایا و معایب هر یک از سیستم های مذکور انتخاب نمایند. اصولاً تجزیه تحلیل سیستمها یک روش پر مهارت 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. در این مرحله به ایمنی سیستم ها میپردازیم:

### ایمنی سیستم:

شاخه ای از مهندسی سیستم است که با به کار گیری اصول علمی، مهندسی، و مدیریتی، در پی دستیابی به ایمنی مناسب و کافی، شناسایی به هنگام خطرات و آغاز مقدمات پیش گیری کننده در کل عمر سیستم با در نظر گرفتن محدودیت های بازده، زمان و هزینه است

تاریخچه:

### مفاهیم اولیه ایمنی سیستم:

سیستم مجموعه ای از دستورالعمل ها و تجهیزات که برای انجام یک کار یا مجموعه ای از کارهای معین میباشد عوامل طرح ایمنی:

۱/ برنامه ریزی اولیه: که در این مرحله اهداف کلی و جزئی تعریف میگردد.

۲/ طراحی: برنامه در طراحی جزئی تر شده و نقشه، پارامترها و ویژگی های طراحی تدوین میگردد.

۳/ اجرا: برنامه ها به اجرا در می آیند با توجه به اینکه با هزینه های فراوان همراه است این مرحله خیلی مهم است

۴/ بهره برداری: در این مرحله تلاش های فرآیند سیستم جنبه عملی پیدا خواهد نمود

### ارزیابی سیستم ها و روشهای آن:

عبارتست از به کار بردن اطلاعات در دسترس برای شناسایی خطرات و تخمین ریسک ناشی از آنها برای افراد، جمعیت، دارایی ها یا محیط است.

مراحل ارزیابی سیستم:

دارای سه عنصر اصلی است

الف- شناسایی خطرات

ب- ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده

ج- ارائه پیشنهاد هایی برای اقدامات ایمنی

برنامه ریزی برای انجام وا کاوی ایمنی:

۱/ آنچه باید ارزیابی شود با در نظر گرفتن محدودیت ها و فرضیات

۲/ هدف ارزیابی (یافتن راههایی برای افزایش ایمنی و یا کلی ایمنی)

۳/ انتخاب روش و دستورالعمل

گرد آوری اطلاعات:

طراحی فنی سیستم

نحوه عملکرد

حوادث قبلی

شناسایی خطرات

شناسایی خطرات: هنگامی که یک روش ویژه به کار برده میشود در برخی از خطرات شناسایی شده که ممکن است برخی از خطرات دیگر از نظر دور بمانند شناسایی در ارزیابی بخش اصلی و کشف منابع عمده خطر و عواملی که ممکن است به عنوان آغازگر و چاشنی بروز حادثه عمل میکند باید هدف اصلی باشد.

ارزیابی ریسک:

• کمی

• کیفی

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 لذا روش کیفی کاربرد بیشتری دارد. پیشنهاد اقدامات ایمنی: شدت و احتمال وقوع شاخص مناسبی را برای تعیین اولویت های خطر فراهم مینماید هر چه احتمال وقوع کوچک باشد خطر پذیرفتنی تر است.

هر اندازه از عمر سیستم گذشته باشد انجام تغییرات برای کاهش ریسک آنها پر هزینه تر است مجموعه اقدامات از لحاظ اولویت بندی مهم هستند.

۱- تغییر در طراحی

برای کاهش ریسک 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

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 آنها را کاهش داد و بهتر است بازرسی دوره ای در کارکرد و نگهداری ابزارهای ایمنی در نظر گرفته شود. در صورتیکه کنترل ها منجر به کاهش ریسک نگردیدند باید ابزارهایی به کار گرفت که شرایط خطرناک را شناسایی کرده و با ایجاد علائم مناسب کارکنان را از خطر آگاه کند.

استفاده از روشهای کنترل مدیریت و اجرایی مانند تدوین دستورالعمل ها و آموزش کارکنان بهره باید بردولیکن با توجه به اینکه نرخ خطاهای انسانی به عنوان مهم ترین عامل های بروز حوادث معمولاً از نرخ وسایل الکترومکانیکی بیشتر است این اقدام کنترلی به عنوان مهمترین 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.

ارزیابی های تکمیلی، بررسی های کامل تر، و کاربرد روشهای مکمل

جمع بندی: با جمع بندی نتایج کار پایان خواهد پذیرفت که شامل یک فهرست از خطرات مشاهده شده، پیشنهاداتی برای انجام اقدامات ایمنی و ...

اجرای اقدامات ایمنی و پیگیری ارزیابی

برنامه های ایمنی تلاش دارند تا به نزدیک ترین دز ممکن به قابلیت اعتماد صد در صد دست یابند.

**ارزیابی مقدماتی خطر به روش (Preliminary Hazard Analysis(PHA):**

هدف: شناسایی مناطق بحرانی در سیستم، شناسایی نسبی خطرها و توجه به معیارهای طراحی ایمن است در واقع این روش

شناسایی خطرات اولیه میباید که در آن از تجارب کامل ایمنی موجود استفاده شده و از معایب آن این است که نمیتوان اطمینان حاصل کرد که همه خطرات کشف شده اند.

### فهرست مقدماتی خطر (PHL Preliminary Hazard List) :

شکل ابتدایی و کاملاً تجربی

### روش HAZOP :

این روش کیفی بوده و برای شناسایی ریسک های بسیار خطرناک به کار میرود و همچنین از تیمی متخصص در همه علوم بهره گرفته میشود.

هدف: شناسایی خطرات بالقوه فرآیند که قبل از آن نیز انحراف سیستم از اهداف تعیین شده شناسایی میگردد. این روش برای سیستم های پیچیده مناسب بوده و سخت افزار سیستم را به گونه ای جامع بررسی مینماید نتایج حاصل نیز بسیار مفصل و دقیق هستند.

معایب: وقت گیر بوده و امکان حصول نتیجه در نقص های چند عاملی وجود ندارد. شرح کار: تیم منتخب تلفیق عبارات راهنما (هیچ، بیشتر، کمتر، معکوس) که در مورد فرآیند صادق است و با حالات مختلف و وضعیت های فرآیند (جریان، فشار، دما و...) ارتباط پیدا میکنند. را از طریق طوفان ذهنی بررسی کرده و میتواند انحرافات احتمالی بدترین پیامد را دنبال نماید.

### چه میشود اگر (WHAT IF METHOD) :

در این روش با پرسش نتایج حاصل از وقوع یک رویداد مشخص ریسک ها شناسایی شده و روش های کنترل پیشنهاد میگردد. هدف: شناسایی اثرات رویداد های ناخواسته بر سیستم

ارزیابی ریسک زیر سیستم (Sub System Hazard Analysis) (SSHA):

برای شناسایی خطرات ناشی از طراحی سیستم های بزرگ انجام میگردد. خطاها، نقص ها و تجهیزات، نرم افزارها و خطاهای انسانی به صورت جداگانه یا همراه همدیگر بررسی میشوند. معمولاً این روش با توجه به پیچیدگی زیر سیستم توسط سازنده وسیله مذکور صورت میگردد.

### ارزیابی ریسک به روش SHA System Hazard Analysis :

این روش وضعیت ایمنی کل سیستم را ارزیابی میکند و خروجی و نتایج روش SSHA را جمع بندی میکند.

این روش در واقع ارتباط زیر سیستم ها را از لحاظ موارد ذیل بررسی مینماید.

مطابقت با معیارهای ایمنی

مجموعه ای از رویداد های خطرناک که سبب نقص میشود به شرح ذیل است:

• تغییرات در طراحی

• عملکرد کنترل سیستمی

• عملکرد کنترل انسانی

روش SHA در برگیرنده خطرات کشف شده در SSHA و نیز توصیف این خطرات خواهد بود.

### ارزیابی ریسک به روش SHA&O :

بر خلاف اغلب روشها این روش با هدف: شناسایی و ارزیابی خطرات محیط، کارکنان، و روشهای انجام کار و تجهیزات به کار گرفته شده در سراسر عملکرد سیستم را بررسی می نماید. روش SHA&O خطرات ناشی از انجام فعالیت ها یا وظائف افراد را شناسایی، ثبت و ارزیابی مینماید.

که شامل موارد ذیل میباشد:

• تغییرات برنامه ریزی شده سیستم



- واسطه ها و رابط های تاسیسات و دستگا ه ها
- محیط های برنامه ریزی شده ،وسایل پشتیبانی و دیگر تجهیزات
- توانایی فعالیت ها یا وظائف
- اثرات وظائف هم زمان و محدودیت های آن
- نیازمندیهای سیستم به پرسنل ایمنی و بهداشت
- پتانسیل وقوع رویداد

#### **ارزیابی درخت خطا FTA:**

در این روش یک وضعیت نامطلوب یا بحرانی در نظر گرفته شده سپس با توجه به محیط و عملکرد سیستم همه راه هایی که میتوانند سبب بروز آن وضعیت ناخواسته و نامطلوب شوند جستجو میگردد. در واقع درخت خطا یک مدل تصویری از خطا را فراهم میآورد. FTA یک مدل کیفی است که میتوان آنرا به شکل کمی اجرا نمود.

#### **ارزیابی خطرات نرم افزار SWHA**

این روش خطاهای نرم افزاری را بررسی می نماید شامل:

- خطاهای برنامه نویسان
- خطاهای خصوصیات نادرست نرم افزار ناشی از عدم درک کامل سیستم از عملکرد آن

#### **روش شناسایی کانون خطرات FMEA:**

تمرکز بر نقص هایی است که یک وضعیت غیر قابل اعتماد در سیستم را بوجود میآورد(قابلیت اعتماد دارد). جزء مورد بررسی چگونه میتواند خراب شده و یا از کار بیافتد. نتایج خرابی در سیستم مذکور چگونه خواهد بود.

#### **غفلت مدیریت و درخت ریسک MORT:**

این روش دو مفهوم را موردبررسی قرار میدهد ریسک های پذیرفته شده و سهل انگاری و غفلت در MORT رویداد اصلی همان زیان است

#### **روش ردیابی انرژی و ارزیابی حفاظها ETBA:**

تمرکز بر وجود انرژی در سیستم و موانع موجود برای کنترل انرژی.

#### **روش Aden.S.L.J.Heat:**

یک فرم ساده با توجه به احتمال خطر و شدت خطر.

#### **روش Kroner**

شامل درجه بندی ریسک برای خطرات معین با ضرب شدت در تکرار خطر

#### **روش William Fine**

این روش ریسک را تابعی از احتمال وقوع خطر ،پیامد ناشی از آن ومیزان تماس با خطر میدانند.

#### **روش M.Toak**

برای ارزیابی ریسک چهار عامل شدت آسیب ، احتمال آسیب

## روش Robert N. Anderson

ارزیابی ریسک را بر اساس دو عنصر اولیه ریسک یعنی شدت آسیب و احتمال وقوع یک خطر بنا نهاده است که احتمال وقوع خطر بر اساس میزان تماس با خطر، تعداد افرادی که با خطر مواجهند، فاکتورهای محیطی و قابلیت اعتماد عملکرد ایمنی تعیین مینماید.

## روش یا الگوی سازمان HSE انگلستان

این روش شامل پنج مرحله است:

۱/ شناسایی خطرات

۲/ چه کسی و چگونه ممکن است آسیب ببیند

۳/ ارزیابی ریسک ناشی از خطر

۴/ ثبت یافته ها

۵/ بازنگری ارزیابی

## روش Rolin Geronsin

این روش نیز ارزیابی ریسک را فرآیند برآورد احتمال وقوع یک رویداد و اهمیت یا شدت اثرات زیان آور آن در نظر میگیرند.

روش Robin Tait و Sue Cox

ارزیابی ریسک را در دوبرخشی تجزیه تحلیل ریسک و ارزشیابی ریسک در نظر میگیرند که ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس پیامد و احتمال وقوع خطر استوار است.

## روش Nick w. Hurst

این روش ارزیابی ریسک را در قالب برآورد ریسک و ارزشیابی ریسک مورد مطالعه قرار میدهد بطوریکه در برآورد ریسک، بزرگی ریسک و در ارزشیابی، میزان اهمیت ریسک تعیین میشود.

## روش Milery w. merkhofer, Vincent T. Covello

فرآیند ارزیابی ریسک شامل ارزیابی آزاد سازی (عوامل ریسک) ارزیابی تماس، ارزیابی پیامد و برآورد ریسک میداندند.

## روش Lars Harms – Ringdahl

ارزیابی ریسک را تابعی از احتمال وقوع حادثه و پیامد ناشی از آن در نظر میگیرد و آنرا به صورت سه دسته ارزیابی غیر رسمی، ارزیابی کیفی و ارزشیابی کمی تقسیم بندی میکند.

## ارزیابی مقدماتی خطر به روش (PHA) Preliminary Hazard Analysis:

هدف: شناسایی مناطق بحرانی در سیستم، شناسایی نسبی خطرها و توجه به معیارهای طراحی ایمن است در واقع این روش شناسایی خطرات اولیه میباشد که در آن از تجارب کامل ایمنی موجود استفاده شده و از معایب آن این است که نمی توان اطمینان حاصل کرد که همه خطرات کشف شده اند.

فهرست مقدماتی خطر (PHL) Preliminary Hazard List: شکل ابتدایی و کاملاً تجربی

روش HAZOP: این روش کیفی بوده و برای شناسایی ریسک های بسیار خطرناک به کار میرود و همچنین از تیمی متخصص در همه علوم بهره گرفته می شود.

هدف: شناسایی خطرات بالقوه فرآیند که قبل از آن نیز انحراف سیستم از اهداف تعیین شده شناسایی می گردد .

این روش برای سیستم های پیچیده مناسب بوده و سخت افزار سیستم را به گونه ای جامع بررسی می نماید نتایج حاصل نیز بسیار مفصل و دقیق هستند .

معایب: وقت گیر بوده و امکان حصول نتیجه در نقص های چند عاملی وجود ندارد .

شرح کار: تیم منتخب تلفیق عبارات راهنما (هیچ، بیشتر، کمتر، معکوس) که در مورد فرآیند صادق است و با حالات مختلف و

وضعیت های فرآیند (جریان ، فشار، دما و...) ارتباط پیدا می کند. را از طریق طوفان ذهنی بررسی کرده و می تواند انحرافات احتمالی بدترین پیامد را دنبال نماید .

چه می شود اگر (WHAT IF METHOD): در این روش با پرسش نتایج حاصل از وقوع یک رویداد مشخص ریسک ها شناسایی شده و روش های کنترل پیشنهاد می گردد.

هدف: شناسایی اثرات رویداد های ناخواسته بر سیستم

ارزیابی ریسک زیر سیستم (SSHA (Sub System Hazard Analysis). برای شناسایی خطرات ناشی از طراحی سیستم های بزرگ انجام می گردد. خطاها، نقص ها و تجهیزات، نرم افزارها و خطاهای انسانی به صورت جداگانه یا همراه همدیگر بررسی می شوند. معمولا این روش با توجه به پیچیدگی زیر سیستم توسط سازنده وسیله مذکور صورت می گیرد.

ارزیابی ریسک به روش (SHA (System Hazard Analysis :

این روش وضعیت ایمنی کل سیستم را ارزیابی میکند و خروجی و نتایج روش SSHA را جمع بندی می کند. این روش در واقع ارتباط زیر سیستم ها را از لحاظ موارد ذیل بررسی می نماید.

مجموعه ای از رویدادهای خطرناک که سبب نقص می شود به شرح ذیل است :

- تغییرات در طراحی
- عملکرد کنترل سیستمی
- عملکرد کنترل انسانی
- روش SHA در برگرنده خطرات کشف شده در SSHA و نیز توصیف این خطرات خواهد بود.



انواع روش های ارزیابی ریسک  
ارزیابی ریسک به روش SHA&O :

بر خلاف اغلب روش ها این روش با هدف: شناسایی و ارزیابی خطرات محیط، کارکنان، و روش های انجام کار و تجهیزات به کار گرفته شده در سراسر عملکرد سیستم را بررسی می نماید. روش **SHA&O** خطرات ناشی از انجام فعالیت ها یا وظایف افراد را شناسایی، ثبت و ارزیابی می نماید. که شامل موارد ذیل می باشد :

- تغییرات برنامه ریزی شده سیستم
- واسطه ها و روابط های تاسیسات و دستگاه ها
- محیط های برنامه ریزی شده، وسایل پشتیبانی و دیگر تجهیزات
- توانایی فعالیت ها یا وظایف
- اثرات وظایف هم زمان و محدودیت های آن
- نیازمندی های سیستم به پرسنل ایمنی و بهداشت
- پتانسیل وقوع رویداد

**ارزیابی درخت خطا FTA:** در این روش یک وضعیت نامطلوب یا بحرانی در نظر گرفته شده سپس با توجه به محیط و عملکرد سیستم همه راه هایی که می توانند سبب بروز آن وضعیت ناخواسته و نامطلوب شوند جستجو می گردد. در واقع درخت خطا یک مدل تصویری از خطا را فراهم می آورد. **FTA** یک مدل کیفی است که می توان آنرا به شکل کمی اجرا نمود .

**ارزیابی خطرات نرم افزار SWHA:** این روش خطاهای نرم افزاری را بررسی می نماید شامل :

- خطاهای برنامه نویسان
- خطاهای خصوصیات نادرست نرم افزار ناشی از عدم درک کامل سیستم از عملکرد آن

#### روش شناسایی کانون خطرات FMEA :

تمرکز بر نقص هایی است که یک وضعیت غیر قابل اعتماد در سیستم را بوجود می آورد (قابلیت اعتماد دارد). جزء مورد بررسی چگونه می تواند خراب شده و یا از کار بیافتد. نتایج خرابی در سیستم مذکور چگونه خواهد بود .

**غفلت مدیریت و درخت ریسک MORT:** این روش دو مفهوم را مورد بررسی قرار می دهد نظارت مدیریتی و درخت

مخاطرات (مورت) یک روند تحلیلی برای مشخص کردن دلایل و فاکتورهای تاثیرگذار است. این دستورالعمل به عنوان یک راهنمای عمومی برای استفاده تحقیقی از مورت است اما هرگز جایگزینی برای آموزش مناسب در مورد تحقیق سوانح نمی باشد. هدف این راهنما تریب به استفاده از مورت و ترویج بحث بر روی تحلیل علت ریشه ای است.

**روش ردیابی انرژی و ارزیابی حفاظ ها ETBA:** تمرکز بر وجود انرژی در سیستم و موانع موجود برای کنترل انرژی.

**روش Aden.S.L.J.Heat:** یک فرم ساده با توجه به احتمال خطر و شدت خطر .

**روش Kroner:** شامل درجه بندی ریسک برای خطرات معین با ضرب شدت در تکرار خطر

**روش William Fine:** این روش ریسک را تابعی از احتمال وقوع خطر، پیامد ناشی از آن و میزان تماس با خطر میداند .

در این روش رتبه ریسک از طریق ذیل محاسبه می گردد

$$\text{Risk Factor} = \text{Consequence} \times \text{Exposure} \times \text{Probability}$$

میزان احتمال  $\times$  میزان تماس  $\times$  میزان پیامد = رتبه ریسک

این روش جهت تصمیم گیری اینکه هزینه اصلاح یک خط چقدر قابل توجیه است و چگونه بایستی اصلاح شود بکار میرود. می

توانیم از فرمول زیر جهت محاسبه میزان هزینه قابل توجیه استفاده نمائیم

$$J=R / CF \times DC$$

J=Cost Justification Value  
CF= Cost Factor  
DC=Degree of Correction Value

و براساس درصد کاهش ریسک اقدام اصلاحی تعیین می شود  
Fine پیشنهاد می نماید که اگر  $J < 10$  باشد هزینه قابل توجیه و اگر  $J > 10$  باشد قابل توجیه نیست  
روش **M.Toak**: برای ارزیابی ریسک چهار عامل شدت آسیب، احتمال آسیب شی از آن و میزان تماس با خطر می داند  
روش **Robert N.Anderson**: ارزیابی ریسک را بر اساس دو عنصر اولیه ریسک یعنی شدت آسیب و احتمال وقوع یک  
خطر بنا نهاده است که احتمال وقوع خطر بر اساس میزان تماس با خطر، تعداد افرادی که با خطر مواجهند، فاکتورهای محیطی و  
قابلیت اعتماد عملکرد ایمنی تعیین مینماید  
روش یا الگوی سازمان **HSE انگلستان**: این روش شامل پنج مرحله است:

۱. شناسایی خطرات
  ۲. چه کسی و چگونه ممکن است آسیب ببیند
  ۳. ارزیابی ریسک ناشی از خطر
  ۴. ثبت یافته ها
  ۵. بازنگری ارزیابی
- روش **Rolin Geronsin JHA- Job Hazard Assessment**: یک رویداد و اهمیت یا شدت اثرات زیان آور آن  
در نظر می گیرند. این فرآیند علاوه بر ارزیابی ریسک به تیم اجازه می دهد تا کمترین ریسک های موجود در سیستم را درک  
نمایند و اقدامات کنترلی مناسبی را نیز پیشنهاد می کند.  
شرح روش:
۱. تعیین دامنه کاربرد
  ۲. شناسایی اجزای مورد بررسی از طریق بازرسی محیط کار
  ۳. تکمیل فرم **JHA** که شامل: خطرات ذاتی یا مرتبط با فرآیند، برآورد ریسک صدمه و آسیب، فهرست بندی سیستماتیک  
اقدامات کنترلی مناسب، برآورد ریسک باقیمانده می باشد  
رولین چروسین رویکرد جامعی از ارزیابی ریسک بر اساس خطرات شغلی **JHA** ارائه نموده است.
- روش **Robin Tait و Sue cox**: ارزیابی ریسک را در دو بخش تجزیه تحلیل ریسک و ارزشیابی ریسک در نظر می گیرند که  
ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس پیامد و احتمال وقوع خطر استوار است .
- روش **Nick w.hurst**: این روش ارزیابی ریسک را در قالب برآورد ریسک و ارزشیابی ریسک مورد مطالعه قرار می دهد به  
طوری که در برآورد ریسک، بزرگی ریسک و در ارزشیابی، میزان اهمیت ریسک تعیین می شود.
- روش **Milery w.merkhofer,Vinceent T.Covello**: فرآیند ارزیابی ریسک شامل ارزیابی آزاد سازی (عوامل  
ریسک) ارزیابی تماس، ارزیابی پیامد و برآورد ریسک می دانند.
- روش **Lars Harms – Ringdahl**: ارزیابی ریسک را تابعی از احتمال وقوع حادثه و پیامد ناشی از آن در نظر می گیرد و  
آنها به صورت سه دسته ارزیابی غیر رسمی، ارزیابی کیفی و ارزیابی کمی تقسیم بندی می کند
- ارزیابی مقدماتی خطر به روش (Preliminary Hazard Analysis) PHA:**
- هدف: شناسایی مناطق بحرانی در سیستم، شناسایی نسبی خطرها و توجه به معیارهای طراحی ایمن است در واقع این روش  
شناسایی خطرات اولیه میباشد که در آن از تجارب کامل ایمنی موجود استفاده شده و از معایب آن این است که نمیتوان اطمینان  
حاصل کرد که همه خطرات کشف شده اند.

## روش HAZOP:

این روش کیفی بوده و برای شناسایی ریسک های بسیار خطرناک به کار میرود و همچنین از تیمی متخصص در همه علوم بهره گرفته میشود.

هدف: شناسایی خطرات بالقوه فرآیند که قبل از آن نیز انحراف سیستم از اهداف تعیین شده شناسایی میگردد.  
این روش برای سیستم های پیچیده مناسب بوده و سخت افزار سیستم را به گونه ای جامع بررسی مینماید نتایج حاصل نیز بسیار مفصل و دقیق هستند.

معایب: وقت گیر بوده و امکان حصول نتیجه در نقص های چند عاملی وجود ندارد.  
شرح کار: تیم منتخب تلفیق عبارات راهنما (هیچ، بیشتر، کمتر، معکوس) که در مورد فرآیند صادق است و با حالات مختلف و وضعیت های فرآیند (جریان، فشار، دما و...) ارتباط پیدا میکنند. را از طریق طوفان ذهنی بررسی کرده و میتواند انحرافات احتمالی بدترین پیامد را دنبال نماید.

### چه میشود اگر (WHAT IF METOD):

در این روش با پرسش نتایج حاصل از وقوع یک رویداد مشخص ریسک ها شناسایی شده و روش های کنترل پیشنهاد میگردد.  
هدف: شناسایی اثرات رویداد های ناخواسته بر سیستم

### ارزیابی ریسک زیر سیستم (SSHA (Sub System Hazard Analysis):

برای شناسایی خطرات ناشی از طراحی سیستم های بزرگ انجام میگردد.  
خطاها، نقص ها و تجهیزات، نرم افزارها و خطاهای انسانی به صورت جداگانه یا همراه همدیگر بررسی میشوند.  
معمولا این روش با توجه به پیچیدگی زیر سیستم توسط سازنده وسیله مذکور صورت میگردد.

### ارزیابی ریسک به روش SHA System Hazard Analysis:

این روش وضعیت ایمنی کل سیستم را ارزیابی میکند و خروجی و نتایج روش SSHA را جمع بندی میکند.  
این روش در واقع ارتباط زیر سیستم ها را از لحاظ موارد ذیل بررسی مینماید.

مطابقت با معیارهای ایمنی

مجموعه ای از رویداد های خطرناک که سبب نقص میشود به شرح ذیل است:

• تغییرات در طراحی

• عملکرد کنترل سیستمی

• عملکرد کنترل انسانی

روش SHA در برگیرنده خطرات کشف شده در SSHA و نیز توصیف این خطرات خواهد بود.

### ارزیابی ریسک به روش SHA&O:

بر خلاف اغلب روشها این روش با هدف: شناسایی و ارزیابی خطرات محیط، کارکنان و روشهای انجام کار و تجهیزات به کار گرفته شده در سراسر عملکرد سیستم را بررسی می نماید. روش SHA&O خطرات ناشی از انجام فعالیت ها یا وظائف افراد را شناسایی، ثبت و ارزیابی مینماید.

که شامل موارد ذیل میباشد:

• تغییرات برنامه ریزی شده سیستم

• واسطه ها و روابط های تاسیسات و دستگاه ها

• محیط های برنامه ریزی شده، وسایل پشتیبانی و دیگر تجهیزات

• توانایی فعالیت ها یا وظائف

• اثرات وظائف هم زمان و محدودیت های آن

• نیازمندیهای سیستم به پرسنل ایمنی و بهداشت

• پتانسیل وقوع رویداد

### ارزیابی درخت خطا FTA:

در این روش یک وضعیت نامطلوب یا بحرانی در نظر گرفته شده سپس با توجه به محیط و عملکرد سیستم همه راه هایی که میتوانند سبب بروز آن وضعیت ناخواسته و نامطلوب شوند جستجو میگردد.

در واقع درخت خطا یک مدل تصویری از خطا را فراهم میآورد.

FTA یک مدل کیفی است که میتوان آنرا به شکل کمی اجرا نمود.

### ارزیابی خطرات نرم افزار SWHA:

این روش خطاهای نرم افزاری را بررسی می نماید شامل:

• خطاهای برنامه نویسان

• خطاهای خصوصیات نادرست نرم افزار ناشی از عدم درک کامل سیستم از عملکرد آن

### روش شناسایی کانون خطرات FMEA:

تمرکز بر نقص هایی است که یک وضعیت غیر قابل اعتماد در سیستم را بوجود میآورد (قابلیت اعتماد دارد).

جزء مورد بررسی چگونه میتواند خراب شده و یا از کار بیافتد.

نتایج خرابی در سیستم مذکور چگونه خواهد بود.

### غفلت مدیریت و درخت ریسک MORT:

این روش دو مفهوم را موردبررسی قرار میدهد

نظارت مدیریتی و درخت مخاطرات (مورت) یک روند تحلیلی برای مشخص کردن دلایل و فاکتورهای تاثیرگذار است.. این دستوالعمل به عنوان یک راهنمای عمومی برای استفادهی تحقیقی از مورت است اما هرگز جایگزینی برای آموزش مناسب در مورد تحقیق سوانح نمیباشد. هدف این راهنما ترقیب به استفاده از مورت و ترویج بحث بر روی تحلیل علت ریشه ای است.

### روش ردیابی انرژی و ارزیابی حفاظها ETBA:

تمرکز بر وجود انرژی در سیستم و موانع موجود برای کنترل انرژی.

### روش Aden.S.L.J.Heat:

یک فرم ساده با توجه به احتمال خطر و شدت خطر.

### روش Kroner:

شامل درجه بندی ریسک برای خطرات معین با ضرب شدت در تکرار خطر

### روش William Fine:

این روش ریسک را تابعی از احتمال وقوع خطر، پیامد ناشی از آن و میزان تماس با خطر می داند.

در این روش رتبه ریسک از طریق ذیل محاسبه میگردد

$$\text{Risk Factor} = \text{Consequence} * \text{Exposure} * \text{Probability}$$

میزان احتمال \* میزان تماس \* میزان پیامد = رتبه ریسک

این روش جهت تصمیم گیری اینکه هزینه اصلاح یک خط چقدر قابل توجیه است و چگونه بایستی اصلاح شود بکار میرود میتوانیم

از فرمول زیر جهت محاسبه میزان هزینه قابل توجیه استفاده نمائیم

$$J=R/CF*DC$$

J=Cost Justification Value میزان هزینه قابل توجیه

CF= Cost Factor

DC=Degree of Correction Value درجه میزان اصلاح

و بر اساس درصد کاهش ریسک اقدام اصلاحی تعیین میشود

Fine پیشنهاد مینماید که اگر  $L < 10$  باشد هزینه قابل توجیه و اگر  $L > 10$  باشد قابل توجیه نیست

**روش M.Toak:**

برای ارزیابی ریسک چهار عامل شدت آسیب، احتمال آسیب شی از آن و میزان تماس با خطر میداند

**روش Robert N.Anderson:**

ارزیابی ریسک را بر اساس دو عنصر اولیه ریسک یعنی شدت آسیب و احتمال وقوع یک خطر بنا نهاده است که احتمال وقوع خطر بر اساس میزان تماس با خطر، تعداد افرادی که با خطر مواجهند، فاکتورهای محیطی و قابلیت اعتماد عملکرد ایمنی تعیین می نماید.

**روش یا الگوی سازمان HSE انگلستان:**

این روش شامل پنج مرحله است:

۱. شناسایی خطرات

۲. چه کسی و چگونه ممکن است آسیب ببیند

۳. ارزیابی ریسک ناشی از خطر

۴. ثبت یافته ها

۵. بازنگری ارزیابی

**روش Rolin Geronsin JHA- Job Hazard Assessment:**

پایین روش نیز ارزیابی ریسک را فرآیند برآورد احتمال وقوع یک رویداد و اهمیت یا شدت اثرات زیان آور آن در نظر میگیرند. این فرآیند علاوه بر ارزیابی ریسک به تیم اجازه میدهد تا کمترین ریسک های موجود در سیستم را درک نمایند و اقدامات کنترلی مناسبی را نیز پیشنهاد میکنند.

شرح روش

۱- تعیین دامنه کاربرد

۲- شناسایی اجزای مورد بررسی از طریق بازرسی محیط کار

۳- تکمیل فرم JHA که شامل

رولین چروسین رویکرد جامعی از ارزیابی ریسک بر اساس خطرات شغلی JHA ارائه نموده است.

**روش Robin Tait و Sue cox:**

ارزیابی ریسک را در دویبخش تجزیه تحلیل ریسک و ارزشیابی ریسک در نظر میگیرند که ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس پیامد و احتمال وقوع خطر استوار است.

**روش Nick w.hurst:**

این روش ارزیابی ریسک را در قالب برآورد ریسک و ارزشیابی ریسک مورد مطالعه قرار میدهد بطوریکه در برآورد ریسک، بزرگی ریسک و در ارزشیابی، میزان اهمیت ریسک تعیین می شود.

**روش Milery w.merkhofer, Vincent T.Covello:**

فرآیند ارزیابی ریسک شامل ارزیابی آزاد سازی (عوامل ریسک) ارزیابی تماس، ارزیابی پیامد و برآورد ریسک میداند.

**روش Lars Harms – Ringdahl:**



ارزیابی ریسک را تابعی از احتمال وقوع حادثه و پیامد ناشی از آن در نظر می‌گیرد و آنرا به صورت سه دسته ارزیابی غیر رسمی ، ارزیابی کیفی کمی تقسیم بندی میکند.

#### چکیده

عدم اطمینان محیطی و شدت رقابت سازمانها و مدیران، آنها را با چالشهای متعدد مواجه ساخته است. برای مدیر مؤثر این چالشها، رویکردهای نوین مدیریت و شایستگیهای خاص طرح و توصیه شده است. شناسایی و مدیریت ریسک یکی از رویکردهای جدید است که برای تقویت و ارتقای اثربخشی سازمانها مورد استفاده قرار می گیرد. به طور کلی، ریسک با مفهوم احتمال متحمل زیان و یا عدم اطمینان شناخته می شود که انواع مختلف و طبقه بندیهای متنوع دارد. یکی از این طبقه بندیها ریسک سوداگرانه و ریسک خطرناک است. تمامی اشکال ریسک شامل عناصر مشترکی چون محتوا، فعالیت، شرایط و پیامدها هستند. طبقه بندی دیگر ریسک استراتژیک و ریسک عملیاتی است. مدیریت ریسک به مفهوم سنجش ریسک و سپس اتخاذ راهبردهایی برای مدیریت ریسک دلالت دارد. انواع ریسک ها برحسب احتمال وقوع و تأثیر آنها قابل تقسیم است که نتیجه آن پورتفوی ریسک و اعمال استراتژی‌های مناسب (انتقال، اجتناب، کاهش و پذیرش) است.

#### مقدمه

تحولات عمده در محیط کسب و کار، مثل جهانی شدن کسب و کار و سرعت بالای تغییرات در فناوری، باعث افزایش رقابت و دشواری مدیریت در سازمانها گردیده است. در محیط کسب و کار امروز، مدیریت و کارکنان می بایست توانایی برخورد با روابط درونی و وابستگیهای مبهم و بغرنج میان فناوری، داده ها، وظایف، فعالیتها، فرایندها و افراد را دارا باشند. در چنین محیطهای پیچیده ای سازمانها نیازمند مدیرانی هستند که این پیچیدگیهای ذاتی را در زمان تصمیم گیریهای مهمشان لحاظ و تفکیک کنند. مدیریت ریسک مؤثر که بر مبنای یک اصول مفهومی معتبر قرار دارد، بخش مهمی از این فرایند تصمیم گیری را تشکیل می دهد. در این مقاله این اصول بوسیله شناسایی عناصر اصلی ریسک و بررسی چگونگی تأثیر بالقوه این عناصر در موفقیت سازمانها و چگونگی مقابله و مدیریت ریسک ها مورد بحث قرار می گیرد.

#### حادثه : (ACCIDENT)

عبارتست از یک اتفاق یا واقعه ناخواسته و برنامه ریزی نشده ای که در اثر عوامل و شرایط غیر ایمن به وجود می آید و منجر به صدمات و خسارتهای مالی و جانی و یا هردو با هم میگردد .

حادثه ناشی از کار:

حادثه ناشی از کار عبارتست از حادثه ای که در حین انجام وظیفه و به سبب آن، برای کارگر اتفاق می افتد. مقصود از حین انجام وظیفه، تمامی اوقاتی است که کارگر در کارگاه، موسسات وابسته به ساختمان ها و محوطه آن مشغول کار باشد و یا به دستور کارفرما در خارج از محوطه کارگاه مامور انجام کاری می شود. در ضمن تمام اوقات رفت و آمد بیمه شده از منزل به کارگاه و کارگاه به منزل ، جزو این اوقات محسوب می شود.

#### HAZARD

خطر(بالقوه )

هر گونه منبع با وضعیت بالقوه خسارت خواه به صورت جراحات انسانی یا بیماری، صدمه به اموال و تجهیزات، خسارت به محیط کارگاه و یا ترکیبی از آنها . به عبارت دیگر به شرایطی گفته می شود که در آن امکان صدمه و خسارت جانی و مالی به افراد وجود دارد .

#### DANGER

خطر(بالفعل )

قرار گرفتن در شرایطی که خطر بالقوه به همراه سایر عوامل خطرناک وجود دارد و امکان بروز حادثه در آن حتمی باشد .

#### INCIDENT

رویداد

رویداد (incident) عبارت از یک رخداد یا اتفاق که منجر به یک حادثه (accident) شده و یا استعداد (قابلیت) تبدیل به حادثه را داشته است .

توجه : یک رویداد (incident) که منجر به بیماری، جراحت، صدمه و یا سایر خسارات نشده است را near-misses نیز می‌گویند. کلمه رویداد (incident) شامل این موارد misses-near هم می‌شود  
مدیریت ریسک (رویکردی نوین برای ارتقای اثربخشی سازمانها)  
چکیده

عدم اطمینان محیطی و شدت رقابت سازمانها و مدیران، آنها را با چالشهای متعدد مواجه ساخته است. برای مدیر مؤثر این چالشها، رویکردهای نوین مدیریت و شایستگیهای خاص طرح و توصیه شده است. شناسایی و مدیریت ریسک یکی از رویکردهای جدید است که برای تقویت و ارتقای اثربخشی سازمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی، ریسک با مفهوم احتمال متحمل زیان و یا عدم اطمینان شناخته می‌شود که انواع مختلف و طبقه بندیهای متنوع دارد. یکی از این طبقه بندیها ریسک سوداگرانه و ریسک خطرناک است. تمامی اشکال ریسک شامل عناصر مشترکی چون محتوا، فعالیت، شرایط و پیامدها هستند. طبقه بندی دیگر ریسک استراتژیک و ریسک عملیاتی است. مدیریت ریسک به مفهوم سنجش ریسک و سپس اتخاذ راهبردهایی برای مدیریت ریسک دلالت دارد. انواع ریسک ها برحسب احتمال وقوع و تأثیر آنها قابل تقسیم است که نتیجه آن پورتفوی ریسک و اعمال استراتژی‌های مناسب (انتقال، اجتناب، کاهش و پذیرش) است.

تعریف ریسک و انواع آن

تعریف ریسک:

برای درک طبیعت ریسک، ابتدا باید از تعریف آن آغاز کرد. اگرچه تفاوت‌های فراوانی در چگونگی تعریف ریسک وجود دارد، ولی تعریفی که در ادامه ارائه می‌شود، به‌طور مختصر ماهیت آن را نشان می‌دهد: ریسک یعنی احتمال متحمل شدن زیان .  
این تعریف شامل دو جنبه اصلی از ریسک است:

\* مقدار زیان می‌بایست ممکن باشد؛

\* عدم اطمینان در رابطه با آن زیان نیز می‌بایست وجود داشته باشد.

در اکثر تعاریفی که از ریسک شده است، به‌صورت روشن به دو جنبه آن، یعنی زیان و عدم اطمینان، اشاره شده است. ولی سومین جنبه آن، یعنی انتخاب، معمولاً به‌صورت ضمنی مورد اشاره قرار می‌گیرد که منظور از انتخاب، چگونگی توجه نمودن به آن است. این سه شرط، پایه‌های اساسی ریسک و مبنایی برای بررسی عمیق‌تر آن هستند.  
عناصر اصلی ریسک :

تمامی اشکال ریسک، چه آنها به عنوان ریسک سوداگرانه طبقه بندی شده باشند، چه به عنوان ریسک خطرناک ، شامل عناصر مشترکی هستند که شامل چهار عنصر ذیل است:

۱ - محتوا  
۲ - فعالیت  
۳ - شرایط  
۴ - پیامدها

۱- محتوا : یعنی زمینه، وضعیت، یا محیطی که ریسک در آن منظور شده و مشخص کننده فعالیتها و شرایط مرتبط با آن وضعیت است. به‌عبارت دیگر، محتوا نمایی از تمامی پیامدهای سنجیده شده فراهم می‌سازد. بدون تعیین یک محتوای مناسب، به‌طور قطع نمی‌توان تعیین نمود، کدامین فعالیتها، شرایط و پیامدها می‌بایست در تجزیه و تحلیل ریسک و فعالیت‌های مدیریتی در نظر گرفته شوند. بنابراین، محتوا، مبنایی برای تمامی فعالیت‌های بعدی مدیریت ریسک فراهم می‌کند.  
بعد از ایجاد یک محتوا، عناصر باقی مانده در ریسک به‌طور مناسبی قابل بررسی هستند.

۲- فعالیت : عنصر فعالیت یعنی عمل یا اتفاقی که باعث ریسک می شود. فعالیت، عنصر فعال ریسک است و می بایست با یک یا چندین شرط ویژه برای ظهور ریسک ترکیب شود. تمامی اشکال ریسک با یک فعالیت به وجود می آیند؛ بدون فعالیت، امکان ریسک وجود ندارد.

۳- شرایط : در حالی که فعالیت، عنصر فعال ریسک است، شرایط تشکیل دهنده عنصر منفعل ریسک است. این شرایط تعیین کننده وضعیت جاری یا یک مجموعه از اوضاع و احوال است که می تواند به ریسک منجر شود. شرایط، وقتی با یک فعالیت آغازگر خاص ترکیب می شود، می تواند یک مجموعه از پیامدها یا خروجی ها را تولید کند.

۴- پیامدها: پیامدها، به عنوان آخرین عنصر ریسک، نتایج یا اثرات بالقوه یک فعالیت در ترکیب با یک شرط یا شرایط خاص است. انواع مختلف ریسک:

اصطلاح ریسک بصورت گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد ، بعضی اوقات، یک وضعیت هم فرصت سودآوری و هم امکان بالقوه زیان را فراهم می سازد نماید. ولی در موارد دیگر، فرصت سودآوری وجود ندارد، تنها امکان بالقوه زیان موجود است. بنابراین ریسک می تواند دارای دو نوع تقسیم فرعی دیگر باشد:

\* ریسک سوداگرانه

\* ریسک خطرناک

در شکل شماره یک تفاوت میان این دو مقوله به تصویر کشیده شده است. در ریسک سوداگرانه، شما می توانید یک سودآوری تحقق یافته یا بهبودی در روال شرایط نسبت به وضع موجودتان داشته باشید. و به طور همزمان نیز امکان بالقوه ای برای تجربه یک زیان یا بدتر شدن شرایط نسبت به وضع موجود را داشته باشید. قمار بازی یک مثال از انجام یک ریسک سوداگرانه است. وقتی شما یک شرط بندی انجام می دهید، می بایست احتمال به دست آوردن پول بیشتر در مقابل انتظار از دست دادن میزان شرط بندی تان، مورد ارزیابی قرار دهید. در این مثال، هدف کلی افزایش ثروتتان است، و تمایل شما به سرمایه گذاری در ریسک، به منظور فراهم ساختن یک فرصت سودآورانه است.

در مقابل، ریسک خطرناک فقط یک امکان بالقوه زیان به همراه دارد و هیچ فرصتی برای بهبود روال شرایط فراهم نمی سازد. برای مثال، به چگونگی در نظر گرفتن امنیت، به عنوان یک ریسک خطرناک توجه کنند. فرض کنید که شما نگران محافظت از اشیاء با ارزشی باشید که در خانه نگهداری می شوند. هدف اصلی شما در این مثال، اطمینان از عدم دستبرد به اشیاء موجود در منزل شما بدون اطلاع و اجازه از جانب شماست. بعد از بررسی میزان کیفیت امنیت اشیاء، امکان دارد که شما تصمیم به نصب یک سیستم امنیتی در منزلتان به منظور جلوگیری از ورود دزد و سرقت اشیاء بگیرید. توجه کنید که هدف در این مثال، طبق تعریف، تنها تمرکز ریسک بر روی محدوده امکان بالقوه زیان است. در اکثر شرایط مناسب، شما تنها آنچه را که هم اکنون مالک آن هستید، محافظت می کنید. و هیچ امکان بالقوه ای برای سودآوری وجود ندارد.

در این مثال، شما تمایل به کسب آرامش خاطر به واسطه جلوگیری از عواقب ناخوشایند ورود به منزلتان دارید. هدف شما به عنوان احساس امنیت بیشتر، تعیین کننده شرایطی است که ریسک منظور می شود. بعد از تجزیه و تحلیل شرایط، شما ممکن است تصمیم به نصب یک سیستم امنیتی در منزلتان به منظور ایجاد موانع برای سارقان بگیرید. ممکن است اینگونه استدلال کنید که افزایش امنیت احتمالاً برای شما احساس امنیت بیشتری به ارمغان خواهد آورد و متعاقباً باعث کسب آرامش خاطر می شود که شما به دنبال آن هستید. در این مثال، شما تمایل به سرمایه گذاری مالی در یک سیستم امنیتی به منظور فراهم آوردن یک فرصت احساس امنیت بیشتر برای خود دارید. ریسک امنیتی در این مثال، سوداگرانه است زیرا در این مورد میزان تحمل برای ریسک (به عنوان مثال، مقدار پولی که شما تمایل دارید در یک سیستم امنیتی سرمایه گذاری کنید) با میزان علاقه شما برای تحقق یک فرصت (به عنوان مثال، کسب آرامش خاطر) در توازن است.

بنابراین، ریسک به صورت کاملاً مشخص و روشنی قابل طبقه بندی به عنوان سوداگرانه و خطرناک بر مبنای نوع آن نیست، بلکه بر اساس شرایطی که آن ادراک می شود، قابل دسته بندی است.

تقسیم بندی دیگر ریسک

۱- ریسک استراتژیک

۲- ریسک عملیاتی

البته شاید این عناوین بسته به نوع ریسک، تغییراتی در ظاهر داشته باشند، ولی مفاهیم بنیادی آنها یکسان است.

۱- ریسک استراتژیک

ریسکی است که یک سازمان برای تحقق اهدافش می پذیرد. در مضمون این تعریف امکان بالقوه سودآوری و زیاندهی هر دو وجود دارد، که ریسک استراتژیک را طبیعتاً سوداگرانه می سازد. توجه کنید که چگونه چهار عنصر ریسک برای ریسک استراتژیک به کار برده می شود. برای مثال، شرایطی را فرض کنید که مدیریت ارشد در یک مؤسسه مالی در حال بررسی درباره ورود به یک بازار جدید، مثل بازار بورس است.

از آنجایی که این امر به واسطه فرایند تصمیم گیری به اجرا گذاشته می شود، مدیریت می بایست فرصتها و تهدیدهای بالقوه موجود در آن بازار را بررسی کند.

محتوا در این مثال خاص، بازار بورس است. تمامی فعالیتها، شرایط و پیامدها می بایست در داخل این محتوای خاص در نظر گرفته شوند. فعالیتها در این مثال طیفی از انتخابهای استراتژیک سنجیده شده است. مدیریت تعدادی از انتخابهای قابل پیگیری، شامل چهار مورد زیر را پیش روی دارد :

۱ - تصمیم گرفتن برای ورود فوری به بازار بورس

۲ - انجام اقدام احتیاطی از طریق خرید آزمایشی سهام اندک

۳ - در حال حاضر عملی انجام ندادن، ولی محفوظ نگهداشتن حقوق برای اقدامات آتی

۴ - تصمیم گرفتن برای عدم ورود به بازار بورس

شرایط در این مثال، شامل روندهای جاری و عدم اطمینان نسبت به بازار بورس، از جمله تعداد سهام بالقوه، آنچه که رقبا ممکن است انجام بدهند، و شایستگیهای اصلی سازمان در حال حاضر است.

ترکیب هر فعالیت استراتژیک با روندهای جاری و عدم اطمینان، یک طیفی از پیامدها، یا مجموعه ای از سودآوری و زیاندهی بالقوه برای سازمان تولید می کند. مدیریت درجه نسبی هر فرصت و ریسک ناشی از هر فعالیت استراتژیک را مورد بررسی قرار می دهد. آنها بهترین انتخاب را بر مبنای میزان تحمل ریسک در مقابل میزان تمایل برای به دست آوردن مزایایی از فرصتهای آن، انجام می دهند.

بنابراین، چهار عنصر اصلی ریسک یک ابزار مفید برای تجزیه و درک یک ریسک تجاری استراتژیک فراهم می سازد. این عناصر همچنین در زمان بررسی یک ریسک خطرناک، مثل ریسک عملیاتی، مفید واقع می شود.

۲- ریسک عملیاتی

متأسفانه، تعریف جهان شمولی درباره اصطلاح ریسک عملیاتی وجود ندارد. ریسک عملیاتی، طبق تعریف، ریسک زیان ناشی از عدم کفایت یا نقص فرایندهای داخلی، افراد و سیستم ها یا از وقایع خارجی تعریف می شود.

تعریف دیگری از ریسک عملیاتی نیز موجود است: ریسک عملیاتی، یعنی امکان بالقوه عدم توفیق در دسترسی به اهداف مأموریت. این تعریف شامل زیان (ناکامی در رسیدن به اهداف مأموریت) و عدم اطمینان (احتمال وقوع یا عدم وقوع ناکامی) است. به طور همزمان، این تعریف مناسب برای استفاده در اکثر زمینه های متفاوت است.

مدیران در تمامی سازمانها با ریسک سروکار دارند. تمرکز مدیریت در سطوح بالای سازمان در اکثر اوقات روی طبیعت سوداگرانه ریسک است. مدیریت، ریسک سرمایه گذاری داراییهای سازمانی را در مقابل بازگشت بالقوه آن سرمایه گذاری تعدیل می کند و با ملاحظات استراتژیک، ریسک را در فعالیتهای سازمان و سرمایه گذاریها، مدیریت می کند.

باوجود این، در سطوح عملیاتی یک سازمان، کارکنان و مدیریت طبق معمول تمرکزشان روی مدیریت یک نوع از ریسک خطرناک به نام ریسک عملیاتی است. همچنان که کارکنان و مدیریت فرایندهای کاری را به اجرا در می آورند، ریسک‌های عملیاتی شروع به ظهور می کنند. نقصان موجود در ذات فرایندها می تواند به عدم کارایی و مشکلاتی در خلال عملیات منجر شود که این امر می تواند اثر نامطلوبی بر موفقیت سازمان بگذارد.

به طور خلاصه، اگر چه اشکال مختلفی از ریسک (از جمله، ریسک تجاری، عملیاتی، پروژه ای و امنیتی) وجود دارد، ولی تمامی آنها مبنای مفهومی یکسانی دارند. در عین حال، می توان تفاوت‌های قابل ملاحظه ای میان ملموس انواع مختلف ریسک بر مبنای محتوای درک شده، قائل شد. برای مثال، یک ریسک سوداگرانه، مثل یک ریسک تجاری، خصلتهای منحصر به فردی دارد که آن را از یک ریسک خطرناک، از جمله ریسک عملیاتی، متمایز می سازد.

طبیعت سوداگرانه یک ریسک تجاری هم سودآوری و هم زیان را در پی خواهد داشت، درحالی که ریسک عملیاتی هیچ فرصتی برای سودآوری ایجاد نمی کند. همانگونه که قبلاً گفته شده، تعریف ریسک عملیاتی به کار رفته در این متن چنین می باشد: ریسک عملیاتی، یعنی امکان بالقوه عدم توفیق در دسترسی به اهداف مأموریت.

شکل ۲ چگونگی تعبیر چهار عنصر ریسک را در ریسک عملیاتی نشان می دهد. عبارت موجود در شکل منعکس کننده اصطلاحات رایج و مرسوم در توصیف ریسک عملیاتی است. توجه کنید که مأموریت یک فرایند کار همان محتوایی است که ریسک عملیاتی در آن منظور گردیده است. تعریف مأموریت، نخستین مرحله حیاتی در توصیف ریسک عملیاتی است، زیرا این مرحله اساس تشخیص، شرح و تفسیر ریسک عملیاتی را تشکیل می دهد.

تمامی دیگر عناصر مشخص شده در شکل ۲، در ارتباط با مأموریت یک فرایند کاری بررسی شده است.

جرقه همان عمل یا اتفاقی است که وقتی با آسیب پذیریهایی موجود ترکیب شود، به یک طیفی از زیانهای بالقوه منجر می شود.

آسیب پذیریهایی یعنی عیب و نقصهایی که فرایند را در معرض زیانهایی قرار می دهد؛

ضربه ها به عنوان زیانهای بالقوه ناشی از یک ریسک درک شده، تعریف می شوند.

در ریسک عملیاتی، تمامی زیانها از پیگیری مأموریت حادث شده اند. از آنجایی که این یک ریسک خطرناک است، ریسک عملیاتی امکان بالقوه ای برای زیاندهی فراهم می سازد و هیچ امکان بالقوه ای برای سودآوری ارائه نمی دهد.

یک نوع از شرایط اضافی که می بایست به عنوان عامل برای معادله ریسک عملیاتی در نظر گرفته شود؛ کنترلها است. در شکل ۲ رابطه میان کنترلها و جرقه ها، آسیب پذیریهایی و ضربه ها نشان داده شده است. کنترلها شرایط و وضعیتهایی هستند که محرک یک فرایند به سوی تحقق مأموریتش است. آنها شامل خط مشیها، رویه ها، روال کارها، وضعیتهای ساختارهای سازمانی هستند که به منظور ایجاد یک تضمین معقول و منطقی برای دستیابی به مأموریتها و حذف، کشف و اصلاح حوادث ناخواسته، طراحی گردیده اند.

کنترلها می توانند به روشهای زیر، ریسک را کاهش دهند:

\* حذف یک اتفاق آغازگر یا جرقه ز؛

\* کنترل میزان وقوع یک جرقه یا آغازگر و اجرای برنامه های اقتضایی در زمان مناسب؛

\* کاهش آسیب پذیریهایی؛

\* کاهش ضربه ها یا زیانهای بالقوه.

بنابراین، یک سنجش صحیح از ریسک عملیاتی می بایست شامل اثرات کنترلها علاوه بر چهار عنصر موجود باشد.

معمولاً، افراد راجع به ریسک عملیاتی از اصطلاح تهدید استفاده می کنند. یک تهدید یعنی وضعیت یا اتفاقی که باعث ریسک می شود. یک تهدید ترکیبی از یک جرقه و یک یا چند آسیب پذیری می باشد، زیرا مجموع این دو عنصر مشخص کننده اوضاع و احوالی است که باعث خلق ضرر و زیان بالقوه ای می شود.

مدیریت ریسک

به طور کلی، مدیریت ریسک فرایند سنجش یا ارزیابی ریسک و سپس طرح استراتژی‌هایی برای اداره ریسک است. در مجموع، استراتژی‌های به کار رفته شامل:

حذف یا اجتناب از ریسک،

پذیرش قسمتی یا تمامی پیامدهای یک ریسک خاص هستند.

کاهش اثرات منفی ریسک،

انتقال ریسک به بخشهای دیگر،

مدیریت ریسک سنتی، تمرکزش روی ریسک‌های جلوگیری کننده از علل قانونی و فیزیکی بود (مثل حوادث طبیعی یا آتش سوزیها، تصادفات، مرگ و میر و دادخواهی‌ها).

مدیریت ریسک مالی، از سوی دیگر، تمرکزش روی ریسک‌هایی بود که می‌تواند استفاده از ابزار مالی و تجاری را اداره کند.

مدیریت ریسک ناملموس، تمرکزش روی ریسک‌های مربوط به سرمایه انسانی، مثل ریسک دانش، ریسک روابط و ریسک فرایندهای عملیاتی است. بدون توجه به نوع مدیریت ریسک، تمامی شرکتهای بزرگ دارای تیم‌های مدیریت ریسک هستند و شرکتهای کوچک به صورت غیر رسمی، در صورت عدم وجود نوع رسمی آن، مدیریت ریسک را مورد استفاده قرار می‌دهند.

در مدیریت ریسک مطلوب، یک فرایند اولویت بندی منظور گردیده که بدان طریق ریسک‌هایی با بیشترین زیاندهی و بالاترین احتمال وقوع در ابتدا و ریسک‌هایی با احتمال وقوع کمتر و زیاندهی پایین تر در ادامه مورد رسیدگی قرار می‌گیرند. در عمل، این فرایند ممکن است خیلی مشکل باشد و همچنین در اغلب اوقات ایجاد توازن میان ریسک‌هایی که احتمال وقوع شان بالا و زیاندهی شان پایین و ریسک‌هایی که احتمال وقوع شان پایین و زیاندهی شان بالاست، ممکن است به طور مناسبی مورد رسیدگی قرار نگیرند. در نتیجه می‌توان ریسک‌های موجود در سازمان را از این دو بعد نیز طبقه بندی کرد که در شکل ۳ نشان داده شده است.

مدیریت ریسک ناملموس، یک نوع جدید از ریسک را معرفی می‌کند، ریسکی که احتمال وقوع اش ۱۰۰ درصد است، ولی در سازمانها به خاطر فقدان توانایی تشخیص، نادیده گرفته می‌شود. برای مثال ریسک دانش، زمانی رخ می‌دهد که دانش دارای ضعف و نقص به کار برده شود. ریسک روابط، زمانی رخ می‌دهد که همکاری بی‌اثر و نتیجه‌ای اتفاق افتد. ریسک فرایند عملیاتی، زمانی رخ می‌دهد که عملیات بی‌ثمری اتفاق افتد. این ریسک‌ها به صورت مستقیم بهره‌وری دانش کارکنان را کاهش داده، و باعث نزول مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی، سودآوری، خدمات، کیفیت، شهرت، می‌شود. در واقع مدیریت ریسک ناملموس باعث می‌شود در مدیریت ریسک به واسطه شناسایی و کاهش ریسک‌هایی که عامل نزول بهره‌وری می‌باشند، ارزشهای آنی و مستقیمی خلق شود.

در نتیجه می‌توان مدیریت ریسک را یک وظیفه‌ای شامل فرایندها، روشها، و ابزاری برای اداره ریسک در فعالیتهای سازمانی است. که یک محیط منضبط برای تصمیم‌گیریهای پیش‌تازانه و غیر منفعل در موارد زیر فراهم می‌آورد:

\* ارزیابی پیوسته در مورد آنچه که ایجاد اشکال می‌کند (ریسک)

\* شناسایی ریسک‌های مهم در راستای برخورد با آنها

\* اجرای استراتژی‌های مناسب به منظور اداره نمودن آن ریسک‌ها

پارادایم مدیریت ریسک

پارادایم یا الگوی مدیریت ریسک مجموعه‌ای از وظایف است که به صورت یک سری فعالیتهای پیوسته در سرتاسر چرخه عمر یک سازمان وجود دارند و عبارتند از:

\* شناسایی ریسک‌ها

\* ارزیابی و تحلیل

\* طرح و برنامه ریزی

\* اجرا و پیگیری

\* کنترل و پایش

وظایف پیوسته در مدیریت ریسک: وظایف پیوسته مدیریت ریسک در قسمت پایین معرفی گردیده اند. هر ریسکی به طور طبیعی این وظایف را به طور متوالی طی می کند، ولی فعالیتها به صورت پیوسته، همزمان (مثلاً ریسک‌هایی پیگیری می شوند در حالی که به موازاتش ریسک‌های جدیدی شناسایی و تحلیل می شوند)، و تکراری (مثلاً برنامه کاهنده ای برای یک ریسک ممکن است برای ریسک دیگری مفید باشد) در سر تا سر چرخه حیات یک مأموریت اتفاق می افتند.

\* شناسایی: جستجو و مکان یابی ریسک‌ها، قبل از مشکل ساز شدن آنها.

\* ارزیابی و تحلیل: تبدیل داده های ریسک به اطلاعات تصمیم گیری. ارزیابی میزان اثر، احتمال وقوع و محدوده زمانی ریسک‌ها و طبقه بندی و اولویت بندی ریسک‌ها.

\* طرح و برنامه ریزی: ترجمه اطلاعات ریسک به تصمیم ها و فعالیتها (هم حال و هم آینده) و به کارگیری آن فعالیتها.

\* اجرا و پیگیری: بررسی شاخصهای ریسک و فعالیتهای کاهنده.

\* اجرا و پیگیری: اصلاح انحرافات نسبت به برنامه های کاهنده ریسک.

\* ارتباطات: اطلاعات و بازخورهای بیرونی و درونی از فعالیتهای ریسک، ریسک‌های موجود و ریسک‌های پدید آمده فراهم می‌سازد.

استراتژی مدیریت ریسک

وقتی که ریسک‌ها شناسایی و ارزیابی شدند، تمامی تکنیک‌های اداره ریسک در یک یا چند روش از چهار روش اصلی قرار می گیرند:

\* حذف یا اجتناب از ریسک

\* تحمل کردن ( تحت کنترل در آوردن ) ریسک

\* کاهش سطح ریسک

\* انتقال ریسک

استراتژی حذف یا اجتناب از ریسک:

استراتژی حذف یا اجتناب یعنی از بین بردن ریسک در منبع خطر و یا انجام ندادن فعالیتی که باعث ریسک می‌شود. به عنوان مثال ممکن است که یک فعالیت و کاری مورد چشم پوشی قرار گیرد، تا از مشکلات و دردهای آنها اجتناب شود. مثال پرواز نکردن هواپیما تا از ریسک سرقت و یا سقوط آن اجتناب شود. استراتژی اجتناب به نظر می رسد راه حلی برای تمامی ریسک‌هاست، ولی اجتناب از ریسک همچنین به معنی زیاندهی در مورد سودآوریهایی بالقوه ای است که امکان دارد به واسطه پذیرش آن ریسک حاصل شود. داخل نشدن به یک فعالیت و کار به منظور اجتناب از ریسک، احتمال کسب سودآوری را ضایع می کند. استراتژی تحمل کردن ( تحت کنترل در آوردن ) ریسک:

استراتژی تحمل کردن ، یعنی قبول زیان وقتی که آن رخ می دهد. در واقع خود-تضمینی یا تضمین شخصی در این طبقه جای می گیرد. تحمل کردن ریسک یک استراتژی قابل قبول برای ریسک‌های کوچک است که هزینه حفاظت در مقابل ریسک ممکن است از نظر زمانی بیشتر از کلیه زیانهای حاصله باشد. کلیه ریسک‌هایی که قابل اجتناب و انتقال نیستند، ضرورتاً قابل تحمل کردن هستند. اینها شامل ریسک‌هایی می شود که خیلی بزرگ هستند که یا محافظت در مقابل آن امکان پذیر نیست یا پرداخت هزینه بیمه آن شاید عملی نباشد. در این زمینه، جنگ به خاطر ویژگیهایش و عدم وجود تضمین نسبت به ریسک‌هایش، مثالی مناسبی است. همچنین هر مقداری از زیاندهی بالقوه علاوه بر مقدار تضمین شده، ریسک پذیرفته شده محسوب می شود. همچنین ممکن است این حالت قابل قبول باشد در صورتی که امکان تحقق زیانهای سنگین، کم باشد یا هزینه بیمه کردن برای مقدار پوشش بیشتر، خیلی زیاد باشد به طوری که مانع بزرگی برای اهداف سازمانی ایجاد کند.

استراتژی کاهش ریسک (یا تسکین):

استراتژی کاهش، یعنی به کارگیری شیوه هایی که باعث کاهش شدت زیان می شود. به عنوان مثال می توان به کپسول های آتش نشانی که برای فرونشاندن آتش طراحی گردیده اند، اشاره کرد که ریسک زیان ناشی از آتش را کاهش می دهد. این شیوه ممکن است باعث زیانهای بیشتری بواسطه خسارات ناشی از آب شود و در نتیجه امکان دارد که مناسب نباشد. سیستم هالوژنی جلوگیری کننده از آتش ممکن است آن ریسک را کاهش دهد، ولی هزینه آن امکان دارد، به عنوان یک عامل بازدارنده از انتخاب آن استراتژی جلوگیری کند.

استراتژی انتقال ریسک:

استراتژی انتقال، یعنی موجب شدن اینکه بخش دیگری ریسک را قبول کند، معمولاً بوسیله بستن قرارداد یا انجام اقدامات احتیاطی. بیمه کردن، یک نوع از استراتژی های انتقال ریسک با استفاده از بستن قرارداد است. در موارد دیگر این امر بواسطه قراردادهای کلامی انجام می گیرد که ریسک را به بخشهای دیگر بدون پرداختی بابت حق بیمه، انتقال می دهد. معمولاً بار مسئولیت در میان سازندگان ساختمان یا دیگر سازندگان بدین صورت انتقال می یابد. از سوی دیگر، استفاده از وضعیتهای تعدیل کننده در سرمایه گذاریهای مالی، یک نمونه از چگونگی انجام اقدامات احتیاطی توسط شرکتها، به منظور اداره ریسک از نظر مالی است.

بعضی از روشهای اداره نمودن ریسک، در تمامی طبقات جای می گیرند. پذیرش جمعی ریسک از لحاظ فنی یعنی تحمل ریسک توسط گروه، ولی توزیع آن در کل گروه، یعنی انتقال ریسک در میان افراد عضو در گروه. که این وضعیت متفاوت از بیمه سنتی است، که در آن هیچ حق بیمه ای پیشاپیش میان اعضای گروه مبادله نمی شود، ولی در عوض زیان حاصله به حساب تمام اعضای گروه گذاشته می شود.

شناسایی خطر (Hazard identification)

مدل دو مینو

خطرات توسط اعمال نامن و یا شرایط نامن ایجاد می شوند. خطرات می توانند برای مدت های طولانی وجود داشته باشند بدون اینکه حادثه ای رخ دهد. به نظر می رسد که نوعی چاشنی و یا عبور از یک مرز و یا آستانه سبب می شود که حادثه ای رخ دهد. مثال: ممکن است روزنه ای در کف یک ساختمان برای مدت ها وجود داشته باشد و هر کس به هنگام عبور در اطراف آن قدم بزند و لذا اتفاقی نیافتد. ولی یک روز ممکن است شخص در اثر عجله. متوجه روزنه نشود و قدم در آن بگذارد و در نتیجه پایش آسیب ببیند

آستانه یا چاشنی (Trigger)

مدل پنیر سوئیسی

مدل پنیر سوئیسی به خوبی بیانگر تاثیر سازمان بر بروز خطای انسانی است.

این مدل بوسیله ریزن (reason) پیشنهاد شده است و برخی آن را مدل دومینوی مدرن میدانند.

ریزن در این مدل نشان میدهد که خطای انسانی یک علت بی واسطه در بروز حادثه است. ولی همین علت خود معلول علل دیگر است. در این مدل، هریک از بخشهایی که میتوانند مانع از بروز حادثه شود به شکل یک برش از پنیر سوئیسی میشوند. هر برش دارای حفراتی است که بیانگر نقص های موجود در آن بخش است. هر گاه این لایه ها بگونه ای قرار بگیرند که برخی از این حفره ها بتوانند در یک راستا قرار بگیرند راه بروز حادثه فراهم میشود.

ریزن خطاهایی که مربوط به اپراتور میشود، را خطای فعال می گوید.



هنگام بروز حادثه ، نخستین موضوعی که توجه بررسی کننده را بر می انگیزد ، همین خطا است ولی باید توجه داشت که خطاهای دیگری در سیستم وجود دارد که ممکن است سالها بصورت نهفته باشند و تنها در ترکیب با یکی از خطاهای فعال بروز کنند . این خطاها خطای نهان نامیده میشوند . که در راس همه آنها خطای سازمانی قرار گرفته است

روشهای شناسایی خطر

شش روش را می توان برای شناسایی خطرات بکار برد :

۱ - بررسی وظایف افراد ، روش های انجام کار ، دستورالعمل ها و عملکرد ها

با این روش می توان انحرافات از عملکرد و وظایف را شناسایی و خطرات احتمالی آنرا ردیابی کرد

۲ - بررسی سوابق حوادث که در گذشته رخ داده اند

با تحلیل حوادث رخ داده می توان به عوامل مخاطره آمیز آن پی برد .

۳ - بازرسی کردن ایستگاه ها توسط چک لیست

۴- مشورت کردن با کارکنان ، سرپرستان و عوامل کار - بررسی مشکلات و مسائل

۵- بررسی قوانین و استانداردهای ایمنی و بهداشت کار

۶- قوانین و استانداردهای بین المللی مانند

OHSAS 18001 \_

ISO 14000 \_

OSHA \_

- قوانین و استانداردهای ملی

- قوانین مشاغل سخت و زیان آور

- الزامات داخلی شرکت ها

انواع بازرسی :

۱ - بازرسی غیر رسمی ( Informal Inspection )

۲ - بازرسی رسمی ( Formal Inspection )

بازرسی غیر رسمی

در این نوع بازرسی ، کارکنان و یا سرپرستان هر قسمت در جریان فعالیت های معمول بازرسی را به صورت اتوماتیک انجام می دهند . بسیاری از افراد یاد گرفته اند که در هنگام بازرسی به منظور پیگیری موثرتر ، شرایط غیر استاندارد را در یک دفترچه جیبی یادداشت کنند . با این حال می توان برای اینگونه بازرسی ها بنا به نوع عملیات و وظیفه یک فرم بازرسی غیر رسمی تهیه کرد . در بازرسی غیر رسمی تمایل به برگزیدگان مشکلات خیلی آشکار است و تنها مواردی که در مسیر بازرسی و یا نزدیک آن رخ می دهند در نظر گرفته می شوند . بازرسی غیر رسمی می بایست مکمل بازرسی های رسمی باشد .

بازرسی رسمی (Forma Inspection)

این نوع بازرسی شامل یک بررسی اولیه از تمام نواحی کار است بطوری که هر موردی که سبب افت بالقوه در عملیات میشود مورد توجه بازرس قرار گیرد . بازرسی رسمی اغلب ماهانه و یا دو ماه یکبار انجام می شود. تمام موارد بطور دقیق ثبت و بر اساس میزان ریسک طبقه بندی میشوند .

چگونه بازرسی باید صورت گیرد ؟

۱ - بازرسی باید در جستجوی اقلامی باشد که خارج از محل خود و یا مسیر خود قرار دارند .

۲- باید تمام منطقه را به شکلی اصولی تحت پوشش قرار دهد . ( بهتر است قبل از بازرسی با قدم زدن در محل یک دید اجمالی پیدا کرد ) .

- ۳ - باید هر مورد صریحاً شرح داده شده و موقعیت آن نیز مشخص شود .  
 ۴ - موارد ضروری را سریعاً پیگیری نمایید .  
 ۵ - یک برنامه زمانی معین برای بازرسی و بررسی همه کارها تهیه شود .  
 ۶ - آگاه نمودن سرپرستان از نحوه و هدف بازرسی و زمینه سازی برای همکاری بیشتر آنها .

پارامترهای مورد نظر برای بازرسی عبارتند از :

۱ - محل کار ( work place )

۲ - ماشین آلات ( machines )

۳ - تجهیزات و دستگاه ها ( Equipment )

۴ - مواد ( material )

۵ - کارکنان ( Employees )

۶ - فرایندهای ویژه (Special Process)

۷ - منبع نیرو ( Power Sourec )

ارزیابی ریسک ( Risk Assessment )

تعاریف ارزیابی ریسک ( Risk Assessment )

- ۱ - مطابق با استاندارد Ohsas18001 ریسک معین ، احتمال و نتیجه یک واقعه مخاطره آمیز است .  
 تعریف دیگر ریسک : احتمال وقوع یک حادثه می باشد

$$\text{Event Time} \times \text{Consequence Event} = \text{Consequence Time} = \text{RISK}$$

مثال : به عنوان نمونه حلالهای آتش زا یک خطر هستند که قابلیت اشتعال حلال علت آسیب آنها می باشد .

در این حالت آسیب همان آتش گرفتگی است که خسارت جانی در پی دارد . ریسک مربوط به این خطر بستگی به نحوه استفاده از مایع دارد . همچنین کنترل ها و رویدادها اضطراری که در محل موجود هستند بر ریسک موثر هستند .

اگر در حلال به مقادیر زیاد و در ظرف های درب باز مورد استفاده قرار گیرد و همچنین نزدیک به منابع اشتعال و در یک محیط بدون راه فرار مناسب باشد ، ریسک یک آتش سوزی عظیم که مرگ و آسیب های سخت را به دنبال خواهد داشت ، بسیار بالاست . در صورتیکه مقدار کمی از حلال در ظروف مناسب به دور از منابع قابل اشتعال و در یک محیط با خروجی مناسب استفاده شود ، ریسک حادثه آتش سوزی و صدمات ناشی از آن ( البته اگر آتش سوزی اتفاق بیافتد ) بسیار کاهش می یابد .

ارزیابی ریسک یک فرایند جمع آوری اطلاعات برای گرفتن تصمیمات علمی و شفاف برای تعیین سطح ریسک مربوط به یک خطر است در واقع ارزیابی ریسک تمام جوانب یک روش ساختار یافته و سیستماتیک برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک برای رتبه بندی تصمیمات جهت کاهش ریسک به یک سطح قابل قبول است .

انواع ارزیابی ریسک

در ارزیابی عمومی ریسک تمام جوانب یک فرایند ویژه در این حالت لحاظ می شوند . برای مثال مونتاژ یک قطعه یا عملیات یک جزء از دستگاه ، همه خطرات به انضمام رابطه آنها با محیط اطراف در فرایند استقرار یافته ای ، لحاظ می گردند .

در مواقع عادی ، ارزیابی ریسک شامل رده های از ارزیابی عمومی همه فرآیندهایی می شود که در محل قرار گرفته اند . بنابراین ، اگر خطر خارج از سایت باشد و تمام سایت را در برگیرد . ارزیابی خاص آن خطر ممکن است مناسبتر باشد . مثال هایی از ارزیابی خاص می تواند شامل خروج اضطراری و احتیاجات برای کمکهای اولیه باشد . ارزیابی ریسک سرو صدا و در معرض گازهای سربی قرار گرفتن می تواند نمونه های خاص باشد .

چنانچه عملیاتی مشابه در چند مکان با فرض شرایط ثابت انجام می شود . تنها به یک ارزیابی کامل نیاز است این ارزیابی می تواند برای دیگر عملیات نیز استفاده شود . استانداردهای صنعتی نیز می توانند فرایند ارزیابی را ساده تر کنند . به عنوان مثال در صنایع الکترونیک ، گازهای سیال برای ریه حساسیت زا هستند و استنشاق آنها می تواند تنگی نفس را بدنبال داشته باشد .

مراحل انجام ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک در قالب طرح کلی زیر شروع می شود :

تقسیم کردن عملیات به قسمت های قابل مدیریت

تعیین انواع ارزیابی که می تواند مورد استفاده قرار گیرد ( عمومی ، خاص و یا هر دو )

تخصیص منابع به گروه های ارزیابی

فراهم آوری پایش و بازنگری ارزیابی های تکمیل شده

در این طرح کلی . ارزیابی ریسک در هر فرآیند باید بصورت زیر به زیر مجموعه هایی تقسیم شود . طرح نباید تنها شامل عملیات تکراری که در چارچوب هایی معین انجام می شوند، باشد . بلکه باید عملیاتی همانند نگهداری و تعمیرات را نیز شامل شود .

دیگرام زیر مراحل ارزیابی ریسک رامعرفی می کند .

تعیین وظایف و کارها در ارزیابی ریسک :

مشخص کردن فرآیندها و ارتباط آنها کمک زیادی در شناسایی خطرات خواهد کرد .

مستندات کنترل کیفیت و تولید یک نقطه آغاز خوب برای انجام این کار است . اگر کار در طریقی متفاوت از آن شیوه رایج آن انجام شود . ضروری است که ارزیابی ریسک برای کارها آنچنانکه واقعاً انجام می شود نیز به کار گرفته شود .

تعیین خطرات :

خطرات را می توان به طبقات کلی زیر نیز دسته بندی کرد:

– تجهیزات کار

– ایستگاه کار مانند کف نامسطح ، نور کم

– مواد و اجسام : دود جوشکاری ، گردو غبار

– محیطی مانند درجه دما ( گرما و هم سرما)

\* دستورالعمل ها و رویه های کاری مانند فقدان دستورالعمل تکنیک های جابجایی و انبارش

همه خطرات مرتبط با هر کار یا وظیفه باید تعیین شده و به درستی ثبت شوند . ثبت باید شامل علت آسیب و خود آسیب باشد اشخاص مرتبط با ریسک :

برای تعیین اشخاص مرتبط با ریسک یک خطر ویژه . گروه های نشان داده شده در زیرباید لحاظ شوند .

– کارکنانی که عملاً کار انجام می دهند ( مثل اپراتورهای خط مونتاژ )

– کارکنانی که نزدیک به کار هستند ( مثل مهندسين و سرپرستان )

– دیگر کارکنانی که ممکن است از محل عبور کنند ( مثل کارگران واحدهای دیگر )

– کارکنان دیگر شرکت هایی که ممکن است در محل سهم داشته باشند ( مثل مشتریان ، تامین کنندگان ، نامه رسان ها )

– اعضاء عمومی شرکت و نه لزوماً عضو محل ( مثل کارکنان اداری )

ریسک افراد جوان ( به خاطر بی تجربهگی شان ) و افراد جدید و مادران آبستن محتاج ملاحظه و دقت بیشتر هستند .

برآورد ریسک و طبقه بندی ریسک :

وقتی که خطرات شناسایی شدند باید برآوردی از ریسک های مربوطه صورت گیرد . در برآورد ریسک عموماً به دنبال فاکتورهای زیر پرداخته می شود :

۱ - احتمال اینکه خطرات به آسیب منجر شوند .

۲ - وخامت حادثه

۳- تعداد افرادی که از حادثه متاثر خواهند شد .

تصمیمات متفاوت درباره ریسک ناشی از ایده های متفاوت برای تعیین سطح مقبولیت است. اما بطور کلی ریسک ها را به چهار گروه زیر می توان تقسیم کرد. معیار مشخصی برای طبقه بندی ریسک وجود ندارد . با اینحال کمی کردن ریسک می تواند کمک بزرگی برای دسته بندی ریسک باشد .

۱- ریسک های ناچیز

ریسک هایی که اهمیت چندانی در فرآیند مورد با ارزیابی ندارند و می توان آنها را نادیده گرفت . این ریسک ها به هیچ وجه حاد نیستند و خطرات جانی ندارند . ریسک های عادی برخاسته از خطراتی هستند که اهمیت چندانی ندارند . مانند ریسک گزیدگی توسط یک حشره غیر سمی.

۲ - ریسک های نامعین

در ریسک های نامعین اطلاعات ما برای برآورد ریسک ناکافی است .

این دسته از ریسک ها نیازمند فعالیت هایی برای تعیین چگونگی فراهم آوری اطلاعات مورد نیاز برای رفع ابهام و نامعینی هستند . همه این فعالیت ها به هم متصل می شوند و یک طرح کلی بوجود می آورند .

۳ - ریسک های تحت کنترل

در این حالت کنترل های لازم برای این ریسک های مورد نظر انجام شده و تا زمانیکه شرایط بازنگری ایجاد نشده نیاز به انجام فعالیت تازه ای نیست .

۴- ریسک های خارج از کنترل

برای این دسته از ریسکها باید اقداماتی جهت حذف خطر انجام شود . و در صورت عدم انجام این کار کنترل هایی جهت کاهش ریسک و رساندن نرخ آن تا سطح قابل قبول فراهم شود .

بازنگری ارزیابی ریسک :

بازنگری ارزیابی باید در فواصل معین انجام گردد. همچنین در صورت رخ دادن تغییرات زیر می توان بازنگری در ارزیابی راجهت معتبر بودن آن انجام داد. ارزیابی ها باید تاریخ خاتمه معین داشته باشند .

- تغییر در قوانین

- تغییر در معیارهای کنترل و طبقه بندی

- هر گونه تغییر مشهود در نحوه انجام کار

- رویکرد به تکنولوژی جدید

متدهای ارزیابی ریسک :

۱- رویکرد عمومی

۲- روش Hazard and operability HAZOP

۳- روش FMEA Effect Analysis & Failure Mode

۴- روش Fault Tree Analysis FTA

۵- روش What IF

رویکرد عمومی

در رویکرد عمومی ، ریسک اینگونه تعریف می شود

ریسک = وخامت خطر \* احتمال رخداد خطر

یک مقیاس مشخص برای کمی کردن نرخ ریسک وجود ندارد با این حال می توان از قاعده زیر استفاده کرد .

ردیف	شرح احتمال وقوع ریسک	امتیاز
۱	بروز مدام و پیوسته ریسک	۱۰
۲	با توجه به شرایط احتمال وقوع ۵۰٪ تا ۸۰٪ میباشد	۸
۳	احتمال وقوع پنجاه ، پنجاه میباشد	۶
۴	حداقل سالی یکبار اتفاق میافتد	۴
۵	بصورت غیر عادی و شرایط اضطراری	۲
۶	بندرت ( با توجه به سیستم موجود امکان اتفاق ریسک ضعیف است )	۱
۷	خیلی بندرت ( با توجه به سیستم موجود امکان اتفاق ریسک وجود ندارد )	۰/۵

ردیف	شرح شدت ریسک	امتیاز
۱	مرگ ومیر، توقف عمده فرایندها ، خسارت بالای ۵۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال	۱۰
۲	نقص عضو و ازکارافتادگی دائمی ، خسارت بین ۲۵۰،۰۰۰،۰۰۰ تا ۵۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال	۸
۳	بیماریهای حاد ومهلک ،صدمات شدید، خسارت بین ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ تا ۲۵۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال	۶
۴	بیماریها و صدماتی که منجر به ازکارافتادگی موقت میشوند ، خسارت بین ۲۰،۰۰۰،۰۰۰ تا ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال	۴
۵	صدمات وبیماریهای متوسط ومزمن ، خسارت بین ۵۰۰۰،۰۰۰ تا ۲۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال	۲
۶	صدمات ، آسیبهای خفیف ، خسارات زیر ۵۰۰،۰۰۰ ریال	۱
۷	ایجاد شرایط نامناسب کار ، بدون ایجاد خسارات جانی ومالی	۰/۵

## What if

در سال ۱۹۶۰ یک شکل بهبود یافته آنالیز what-if در صنایع شیمیایی پدید آمد که کاربرد آن در ابتدا شناخت خطرات مرتبط با فرآیندها بود . بعدها نام HAZOP برای آن ( hazard and operability ) انتخاب شد .  
تعریف :

## آنالیز What if

این روش برای شناسایی منابع تولید ریسک و اثرات آن ( به صورت تقریبی ) کاربرد دارد.  
این روش برای محاسبه ریسک های در ارتباط با تغییرات تجهیزات ، رویه های کاربردی و نیروی انسانی مناسب است . جدولی از وقایع ممکن و اثرات آن و همچنین ارزیابی کمی یا کیفی ریسک می تواند نتیجه به کارگیری این روش باشد .  
در آنالیز What if باید به این نکته توجه داشت که این روش غالباً برای تعیین ریسک ها و اثرات ناشی از تغییرات تجهیزات ، انسان و رویه های کاربردی استفاده می شود .

مثال ۱ : در شرکت A برای کنترل و در صورت لزوم تعمیرات اضطراری دیگ بخار از یک نفر متخصص دیگهای بخار استفاده می شود . نوع فرآیند تولید به گونه ای است که دیگ بخار به طور مستمر نیاز به کنترل و یا تعمیرات دارد .  
آنالیز مورد نظر بر روی (( عدم حضور متخصص )) در محل کار صورت می گیرد .  
تغییر : نبود متخصص در محل کار ( به هردلیل از جمله بیماری . مسافرت و ... )  
اگر ( If ) متخصص نباشد .

چه ( What ) اتفاقی می افتد ؟

اثرات : مقدار ریسک :

– ترکیدن دیگ بخار  
– نشت آب به خارج از دیگ  
– خاموش شدن دیگ

زیاد

متوسط

کم

راه حل :

– اضافه کردن نیروهای متخصص

– مدون کردن نحوه تعمیرات و کنترل دیگ بخار

– استفاده از هشدار دهنده های مناسب

H A Z O P

( Hazard And Operability )

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 و تحلیل قرار می دهد

این تکنیک ، شناسایی خطرات را با طوفان ذهنی ( Brain Storming ) شروع می کند و در پی کشف علل و اثرات خطرات بالقوه است .

انواع HAZOP

بطور کلی چهار نوع HAZOP وجود دارد .

۱- HAZOP فرآیند ( Process ) :

این نوع HAZOP برای طراحی کارخانه ها و سیستم های فرآیندهای توسعه داده شده است.

رویه کلی این نوع HAZOP بر مرور فرآیندها و دیاگرام های جریان و نحوه استفاده از دستگاهها و تجهیزات تکیه دارد. سپس سیستم مورد مطالعه را به اجزاء ساده تر تقسیم می کند 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 روابط انسان و ماشین است.

این نوع HAZOP خطاهای زیر را پوشش می دهد..

خطاهای مربوط به طراحی و نحوه استفاده ابزارآلات و کامپیوترها

خطاهای مربوط به تعیین نقش کارگر و صلاحیت کاری آن بر سیستم

خطاهای مربوط به روابط کاری و انسانی

۳- HAZOP رویه ای ( Procedure ) :

این نوع HAZOP رویه ها و توالی های عملیاتی را مورد بازنگری قرار می دهد. HAZOP رویه ای هم بر خطاهای انسانی و هم بر سیستم های فنی تمرکز دارد.

مثالهایی از کاربرد این نوع HAZOP عبارتند از :

برای عملیات جوشکاری و دریل

نصب تجهیزات جدید

نگهداری تسهیلات ( دیوارها ، لوله کشی ها و ... )

عملیات بالابری پیچیده

۴- HAZOP نرم افزاری (Soft ware) :

این نوع HAZOP برای شناسایی خطاهای ممکن بالقوه در توسعه نرم افزارها کاربرد دارد.

اهداف مطالعه HAZOP :

اهداف زیر می توانند مد نظر 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- بیشینه سازی ارزش تسهیلات در شرکت بوسیله کاهش ریسک فرآیندهای مربوط به سطح قابل قبول و بهبود اثر بخشی عملیاتی

۵- کاهش هزینه های متأثر از کاهش ریسک فرآیندها.

۶- ارائه ابزارهای موثر بر هزینه که سود بخشی عملیات را بهبود دهد.

مراحل انجام HAZOP

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 قرار دادن منابع مورد نیاز از جمله نقشه ها ، دیاگرام ها ، طرح ها و اطلاعات فنی مورد نیاز فرایند . 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 و آشنا با دیگر تکنیک ها ی مشابه است .
- رهبر گروه باید توانایی کمک به اعضاء، دیگر تیم جهت درک بهتر اهداف مطالعه HAZOP را داشته باشد.
- برخی از شرایط مورد نیاز جهت تصدی پست رهبر گروه HAZOP
- ۱ - رهبر گروه باید آموزش های لازم جهت هدایت HAZOP را داشته باشد .
  - در صورت امکان صلاحیت رهبر گروه توسط رهبران دیگر گروه های ورزیده مورد تایید قرار گیرد .
  - ۲ - به نوع فرایند مورد مطالعه اشراف کامل داشته باشد .
  - ۳- دارای قدرت کافی برای کنترل و هدایت مبحث و جلسات باشد .
  - ۴- یک سازمان دهنده باشد .
  - ۵- مسئولیت کاری خارج از مطالعه HAZOP نداشته باشد ( تا جایی که ممکن است ) .

اختیارات رهبر گروه :

رهبر گروه باید قدرت تعویض اعضاء گروه را در صورتیکه کارآمدی لازم را ندارند داشته باشد .

رهبر گروه باید قدرت به تعویق انداختن مطالعه را در صورتیکه تیم بطور موثر نتواند مفاد ضروری کار را شناسایی کند ، داشته باشد .

رهبر گروه باید تلاش کند از تمام بخش های فرآیندی مورد مطالعه ، شخصی را در گروه وارد کند .

اعضاء گروه HAZOP

- ۱- اعضاء گروه بايد آموزش هاى لازم را جهت مطالعه HAZOP ديده باشند .
- ۲- اعضاء گروه بايد توانايى فهم خطرات بالقوه فرايند و روش هاى استاندارد آن صنعت را براى كنترل اين خطرات داشته باشند.
- ۳- حداقل يكي از اعضاء گروه بايد مسئول كسب اطلاعات از حوادث گذشته (در تسهيلات مشابه) باشد و موارد ضرورى را پيگيرى كند .

بررسى مدارك و اطلاعات فنى در HAZOP :

مستندات مورد نياز جهت بررسى شامل موارد زير مى شود .

شرح عمليات ( رويدادها و دياگرام هاى عمليات )

شرح استفاده از ابزارها و طرح هاى تجهيزات عملياتى

مدارك مربوط به نصب ، راه اندازى و نگهدارى دستگاه ها

اطلاعات محيط درونى و بيرونى مثل : دما ، رطوبت ، فشار ، وضعيت آب و هوا ، سيل خيزى ، زلزله خيزى و ...

مراحل و شرايط مورد نياز جهت اجراى HAZOP

تعيين اعضاى گروه

بررسى مدارك و اطلاعات فنى در HAZOP

تقسيم سيستم به قسمتهاى كوچكتر

انتخاب زير سيستم

انتخاب پارامتر

انتخاب كلمات راهنما

كلمات راهنما (Guide Word)

كلمات راهنماى انتخاب شده بايد متناسب با پارامترهاى مهم فرآيند ( مثل جريان ، دما ، فشار و.....) و همچنين ديگر عمليات

سيستم ( مثل روشن شدن يا خاموش شدن دستگاه ، تست كردن ، نگهدارى و.....) باشد . قبل از بكار گيرى كلمات راهنما

رهبر گروه بايد اطمينان حاصل كند كه تمام اعضاء گروه به كارآمد بودن و مناسب بودن اين كلمات اعتقاد دارند .

كلمات راهنماى HAZOP فرآيند :

كلمه راهنما	مفهوم	مثال
NO/NOT	نفى كامل منظور و عمل مورد نظر	عدم جريان ماده در لوله
More	افزايش كمى	دمائى بيشتر از حد طراحى شده
Less	كاهش كمى	فشار كمتر از حد نرمال
As Well As	افزايش كيفى	همه دريچه ها درست بسته شده اند
Part Of	كاهش كيفى	تنها بخشى از سيستم به موقع خاموش شده است
Reverse	عكس فعاليت مورد انتظار	برگشت جريان زمانى كه سيستم خاموش مى شود.
Other Than	بطور كامل جايگزين شدن	وجود مابيع در لوله گاز

كلمات راهنماى HAZOP انسان :

كلمه راهنما	مفهوم	مثال
Not/Done	وظيفه انجام نشده است	دريچه بسته نشده است
More Than	وظيفه بيش از حد لازم انجام شده است	فشار در مقدار بيشتر از طراحى قرار گرفته است
Less Than	وظيفه كمتر از حد لازم انجام شده است	پاكسازى با نيتروژن در زمان كوتاهى انجام شده است.
As Well As	وظيفه بيش از حد انتظار انجام شده است	تمام دريچه ها در يك زمان بسته شده است.



تنها دو دریچه از سه دریچه بسته شده است.	قسمتی از وظیفه انجام شده است	Part Of
بالا بردن به جای پایین کشیدن آن.	کار کاملاً متفاوت انجام شده است	Other Than
افزایش جریان ۲۰٪ است بجای ۱۰٪	دوباره کاری انجام شده است	Repeated
باز کردن درب کوره قبل از تنظیم فشار	کار زودتر از زمان و یا توالی مقرر انجام شده است	Sooner Than
باز کردن لوله آب بعد از روشن کردن دیگ بخار	کار دیرتر از زمان و یا توالی مقرر انجام شده است	Later Than

کلمات راهنما برای HAZOP رویه :

کلمه راهنما	مفهوم	مثال
Unclear	مبهم- نا مبهم	رویه بصورت 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 Info	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

تعیین انحرافات پارامتر :

ترکیب هر کلمه راهنما با هر پارامتر یک انحراف را تشکیل می دهد . در واقع منظور انحراف از مقدار طراحی شده است . نکته مهم در اینجا این است که مطمئن شویم طراحی موجود درست است . پس باید از مدارک و اطلاعات از قابل قبول بودن طراحی موجود اطمینان حاصل کنیم .

- تجزیه و تحلیل اثرات بالقوه ناشی از انحراف:

اینکه چه اثراتی را باید مورد توجه قرار داد یک بحث بسیار جدی است . این اثرات باید در اهداف مطالعه HAZOP معین شده باشند . اما بهتر است این فرصت را از خودمان نگیریم و تنها به ایمنی توجه نکنیم . چه بسا با گسترش دادن تجزیه و تحلیل اثرات انحراف بتوان کیفیت محصول و نحوه انجام کار و عملیات را نیز بهبود بخشید و فواید آن بتواند مشکلات ایمنی را نیز در جهت رفع آن تحت تاثیر قرار دهد .

پایان HAZOP :

در صورتیکه بررسی ترکیب تمام کلمات راهنما و پارامترها در هر مورد تمام شد به سراغ موارد بعدی می رویم .

اما هیچگاه نباید کار را تمام شده پنداشت . رهبر گروه باید دائماً در پی بهبود مستمر فرایند HAZOP باشد . کامپیوتری کردن تکنیک به منظور دسترسی سریع تر و به روزتر اعضاء به اطلاعات ، همچنین توجه بیشتر به فعالیت های طوفان ذهنی ، بکارگیری چک لیست های علل ممکن مشکلات ، توجه به فاکتورهای انسانی و کمک گرفتن از مدیریت برای تصمیم گیری بهتر اقداماتی د رجتهت بهبود مستمر فرآیند HAZOP است .

برگه چک لیست HAZOP

برگه چک لیست معمولاً بنا به نوع صنعت مورد مطالعه می تواند متفاوت باشد . اما نمونه صفحه های بعد می تواند حالت تقریباً جامعی از چک لیست های 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

یکی از افراد حاضر در جلسه منشی گروه است. که وظایف زیر را بعهده دارد.

۱ - آماده کردن برگه های HAZOP

۲ - ثبت بحث ها در جلسات HAZOP

۳ - تدارک پیش نویس ها گزارش جلسه

دستور جلسه HAZOP می تواند به شکل زیر باشد.

۱ - معرفی و شناساندن اعضاء و دیگر شرکت کنندگان

۲ - ارائه مطالبی کلی برای شرکت کنندگان موقت راجع به HAZOP و اهداف آن

۳ - بررسی اقدامات اصلاحی گذشته و پیگیری وضعیت آن

۴ - ارائه عملیات یا گره ای که قرار است مورد مطالعه HAZOP قرار بگیرد.

۵ - آنالیز عملیات با روش بیان شده

۶ - جمع بندی موارد مورد بحث

#### 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 می دهد.

یک روش تکمیلی به منظور شناسائی همه خطرات ممکن

استفاده از کلمات راهنما به تقویت طوفان ذهنی کمک زیادی می کند

تقویت درک نیاز برای روشهای ایمن کار و آموزش های 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 می کند که غالباً افراد متخصص فرآیند در تکمیل جداول HAZOP شرکت داشته باشند و اکثر افراد

درگیر با کار را اعم از اپراتور، سرپرستان و کارگران ساده در بر نمی گیرد.

عدم طبقه بندی ریسک به دلیل کمی نبودن

هیچ گونه اولویت بندی کمی در این سیستم پیش بینی نشده است. لذا FMEA را مدل تکامل یافته تر HAZOP می دانند. تعدد

علل و اثرات ممکن است از دقت لازم به علل و اثرات مهم تر بروز خطا بکاهد.

مثال HAZOP:

طرح ارائه شده مربوط به یک سیستم جداکننده بخار از مایع می باشد که در قسمت خروجی بخار به سمت Flare و مایع به

سمت Column C-2 می رود.

سیال از طریق شیر FV-1 وارد مخزن C-1 می گردد و از طریق یک مسیر رفت و برگشت به طرف Reboiler رفته و دمای آن بالا می رود. بخار اشباع بعد از گذشتن از فشار شکن E-1 وارد مخزن V-1 گشته و مقداری از آن به مایع تبدیل می گردد . بخار موجود در مخزن از طریق شیر PV-1 به سمت Flare رفته و مایع موجود توسط پمپ P-1 ، پمپاژ شده و به دو مسیر تقسیم میشود . مسیر اول از طریق شیر FV-2 مایع را برای بالا بردن مجدد دما وارد مخزن C-1 می کند و مسیر بعدی از طریق شیر LV-1 که این شیر از Control Room توسط کنترلرهای LT،LI کنترل می شود و به طرف C-2 Column راه می یابد . همچنین یک سوپاپ اطمینان RV-1 برای جلوگیری از افزایش فشار مخزن V-1 تعبیه شده است .

### Example System for HAZOP Analysis

	Other Than	No	Other Than	More	No	کلمه راهنما
	وارد شدن	عدم جریان سیال	به مسیر بخار	بالارفتن	عدم وجود	
	بخار به	مایع به سمت مسیر	(مسیری که به	فشار در	جریان	انحراف
	مسیر مایع	C-2	طرف مشعل می	مخزن V-1	سیال به	مخزن C-1
			رود)			
شماره	آسیب	اتلاف انرژی، اختلال	اختلال در	انفجار	سوختن	اثرات و نتایج
مدرک :	رساندن به	در عملکرد سیستم	عملکرد مشعل	سیستم	بوپلر	
	درست عمل نکردن	عمل نکردن	عمل نکردن	عمل نکردن	عمل نکردن	
قسمت	عمل نکردن کنترل اتوماتیک	عمل نکردن پمپ	فشار شکن	شیر FV.1	شیر FV.1	
مورد	آبنمای SG حرارتی LT	P-1	E-1	قطع شدن	قطع شدن	
مطالعه	کنترل	بسته شدن مسیر	عمل نکردن	جریان	علل	
	نامناسب	سیال مایع	سوپاپ	سیال		
	اپراتور L-1	اطمینان	سوپاپ	سیال		
	عمل نکردن شیر	RV-1	اطمینان	ورودی		
	LV-1					
	برنامه نت	برنامه نت	برنامه نت	برنامه نت	برنامه نت	
	آموزش صحیح	آموزش صحیح	نصب آلارم	برای شیر	برنامه نت	
	استفاده از اپراتور با	تجربه	حساس به	اقدامات	برنامه نت	
زمان	صحیح	تجربه	فشار	نصب آلارم	پیشنهادی و	
مطالعه	برنامه نت	برنامه نت	برنامه نت	اصلاحی	اصلاحی	
	برنامه نت	برنامه نت	برنامه نت	جریان	جریان	
	سیال	سیال	سیال	سیال	سیال	
	واحد فنی	واحد فنی	واحد فنی	واحد فنی	واحد فنی	
	واحد مهندسی	واحد فنی	واحد فنی	واحد فنی	واحد فنی	

واحد واحد واحد واحد  
آموزش مهندسی مهندسی مهندسی مسئولیت/تاریخ

## F M E A ( Effect Analysis & Failure Mode )

تاریخچه FMEA :

FMEA تکنیکی است که برای اولین بار در ارتش آمریکا مورد استفاده قرار گرفته است. استانداردهای نظامی MIL-P-1629 با عنوان ( روش آنالیز عیب ، تاثیرات مربوط و میزان اهمیت آن ) در نهم نوامبر ۱۹۴۹ انتشار یافت. در غالب این استاندارد خطاها یا اشکالات پیش آمده به لحاظ تاثیر گذاری آنها در هدف غایی و میزان ایمنی پرسنل / تجهیزات طبقه بندی می شود. اولین کاربرد رسمی این تجزیه و تحلیل تحت عنوان FMEA در صنایع هوا فضای ایالات متحده آمریکا استفاده شد. در واقع در آن زمان FEMA به عنوان یک نوآوری و ابتکار برای پیشگیری از اشتباهات و خطاهای جبران ناپذیری مطرح گردید که وقوع هر یک از آنها باعث خسارات هنگفت و اتلاف سرمایه فوق العاده زیاد می گردید.

تعریف FMEA

تعریف کلی :

تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن FMEA نامیده شد. FMEA یک تکنیک مهندسی است که به منظور مشخص کردن و حذف خطاها، مشکلات و اشتباهات بالقوه موجود در سیستم ، فرآیند تولید و ارائه خدمت ، قبل از وقوع ، در نزد مشتری ، به کار برده می شود.

تعریف خاص :

FMEA در ارزیابی ریسک روش تحلیلی است که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه بندی کند.

مراحل انجام FMEA :

روش کلی FMEA بصورت نمودار صفحه بعد می باشد

جدول زیر یک الگوی پیشنهادی برای اندازه گیری و ارزیابی شدت و وخامت خطر ارائه می دهد.

رتبه	شدت اثر	مشخصه
۱۰	خطرناک ، بدون هشدار	وخامت تاسف بار است مثل خطر مرگ، تخریب کامل در اثر زلزله و ...
۹	خطرناک ، با هشدار	وخامت تاسف بار است اما همراه با هشدار است
۸	خیلی زیاد	وخامت جبران ناپذیر است ، عدم توانایی انجام وظیفه اصلی ، از دست دادن یک عضو بدن
۷	زیاد	وخامت زیاد است همانند آتش گرفتن تجهیزات - سوختگی بدن
۶	متوسط	وخامت زیاد است ولی قابل جبران است . مثل سوختگی موضعی، آسیب های مقطعی
۵	کم	وخامت کم است. مانند ضرب دیدگی ، مسمومیت خفیف غذایی
۴	خیلی کم	وخامت خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می کنند - نشت جزئی گاز
۳	اثرات جزئی	اثر جزئی بر جا می گذارد مثل خراش دست به هنگام تراش کاری
۲	خیلی جزئی	اثر خیلی جزئی دارد
۱	هیچ	بدون اثر

جدول زیر یک الگوی پیشنهادی برای اندازه گیری و ارزیابی احتمال وقوع خطر(رخداد) ارائه می دهد.

احتمال رخداد خطر نرخ های احتمالی خطر رتبه بندی

۱۰	۱ در ۲ یا بیش از آن	بسیار بالا - خطر تقریباً اجتناب ناپذیر است
۹	۱ در ۳	
۸	۱ در ۸	بالا : خطرهای تکراری
۷	۱ در ۲۰	
۶	۱ در ۸۰	
۵	۱ در ۴۰۰	متوسط : خطرهای موردی
۴	۱ در ۲۰۰۰	
۳	۱ در ۱۵۰۰۰	پایین : خطرهای نسبتاً نادر
۲	۱ در ۱۵۰۰۰	
۱	کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰۰	بعید : خطر غیر محتمل است،

جدول زیر یک الگوی پیشنهادی برای اندازه گیری و ارزیابی نرخ احتمال کشف خطر ارائه می دهد.

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

محاسبه RPN یا عدد اولویت ریسک ( Risk priority number )

عدد اولویت ریسک حاصل ضرب سه عدد وخامت ( S ) رخداد ( O ) و احتمال ( D ) است .

$$RPN = S \times O \times D$$

عدد اولویت ریسک عددی بین ۱ و ۱۰۰۰ خواهد بود .

برای اعداد ریسک بالا ، کار گروهی باید به جهت پایین آوردن این اعداد از طریق اقدام اصلاحی صورت پذیرد

آیا اصلاح نیاز است ؟ : در این مرحله خطرات را براساس عدد اولویت ریسک رتبه بندی می کنیم .

براساس نظر تیم FMEA یک حد PRN در نظر می گیریم . به عنوان مثال برای سطح اطمینان ۹۰٪ حد به شرح زیر بدست می آید .

$$1000 - 900 = 100 \quad 1000 \times 90\% = 900$$

سپس خطراتی که RPN بالای ۱۰۰ دارند و در واقع نیاز به اصلاح دارند را مشخص می کنیم .

توجه : برای خطراتی که دارای حداقل یک عدد ۱۰ هستند نیز باید اقدام اصلاحی در نظر گرفته شود.

اقدامات اصلاحی و پیشنهادی :

این اقدامات باید در جهت اهداف زیر وضع و انجام گردند :

الف - حذف علل ریشه ای خطر

ب - کاهش وخامت اثر خطر

ج - افزایش احتمال کشف خطر در فرآیند

د - افزایش رضایت کاری کارکنان از وضعیت ایمنی و بهداشت کاری

تعیین مسئولیتها و وظایف :

سازمان باید مسئول هریک از اقدامات اصلاحی را مشخص و ثبت نماید نتایج اقدامات انجام شده باید به گروه FMEA گزارش شده و صحنه گذاری شوند .

تصحیح فرآیند طبق اقدامات اصلاحی :

اقدامات باید به طور مؤثر پیاده شده و این نکته در نظر گرفته شود که باید این اقدامات نیز ارزیابی شود.

بعنوان مثال حذف یک ماده آتش زا از حلالها و جایگزینی یک ماده سمی مخاطرات جدیدی را بدنبال دارد که باید آنها نیز به همین ترتیب تجزیه و تحلیل شوند .

بعد از انجام اقدامات اصلاحی دوباره باید عدد RPN محاسبه گردد.

توجه : در محاسبه عدد RPN باید توجه داشت که تعیین اعداد نرخ رخداد ، وخامت و کشف می بایست بر اساس نوع فعالیت

سازمان تعیین و تثبیت شود . عمدتاً برای خطراتی که نرخ وخامت و رخداد بالای ۷ دارند می بایست اقدام اصلاحی در نظر گرفته شود .

تیم FMEA

FMEA کارآمد به کار گروهی واقعی نیاز دارد . تئوری که باعث می شود از ساختار گروهی به جای فردی استفاده شود ، اشتراک مساعی است . از دیدگاه FMEA، گروه زیر بنای بهبود است .

گروه مشکلات را در محیط کار تعیین می کنند . اهداف را مشخص و پیشنهاد می کنند . تکنیک ها یا تحلیل های مناسب را پیشنهاد و فراهم می سازند و بر اساس موافقت جمع تصمیم گیری می کنند .

کلیه اعضاء گروه صرفنظر از تخصصشان ، باید با فرآیند حل مشکلات که عبارت از موارد زیر است . آشنا باشند .

بیان مشکل

تحلیل علت ریشه ای

حل بر اساس واقعیت

اجرا

ارزیابی

توجه : گروه FMEA پیشنهادی بین ۵ تا ۹ نفر می باشد

انواع FMEA

۱- FMEA سیستم : به منظور تحلیل سیستم و زیر سیستم ها در مراحل آغازین طراحی مورد استفاده قرار می گیرد .

FMEA شامل واکنش های بین سیستم ها و عناصر سیستم می گردد .

۲- FMEA طراحی : به منظور ارزیابی محصولات قبل از اینکه برای تولید آماده شوند از FMEA طراحی استفاده می شود .

FMEA طراحی بر عوامل خطایی که بر اثر نقص طراحی ایجاد می شود تاکید دارد .

۳- FMEA فرآیند : جهت تحلیل فرآیندهای ساخت و مونتاژ استفاده می شود .

FMEA فرآیند بر عوامل خطای ناشی از نقص های فرآیند یا مونتاژ تاکید دارد .

۴ - FMEA خدمت : به منظور ارزیابی خدمت قبل از ارائه به مشتری ، استفاده می شود FMEA خدمت بر عوامل خطای ( وظایف ، اشتباهات ، خطاها ) ناشی از کاستی های فرآیند یا سیستم تاکید دارد .

مزایای FMEA

FMEA - یک ابزار پیشگیری از خطرات است .

- یک روش مناسب کمی برای ارزیابی ریسک است .

- یک روش مطمئن برای پیش بینی مشکلات و تشخیص مؤثرترین و کم هزینه ترین راه حل های پیشگیری است .

مثال : بررسی خطرات بالقوه در یک ایستگاه میکس رنگ :

در این ایستگاه مواد اولیه شیمیایی به صورت سنتی وارد پاتیل میکس می گردد . مواد در بشکه و حلبهای ۲۵ کیلویی است .

بشکه ها توسط جرثقیل سقفی در هوا معلق می شود و با هدایت اپراتور مواد آن درون پاتیل ریخته می شود .

F T A

( Fault Tree Anlysis)

تاریخچه FTA:

آنالیز درخت خطا ( Fault Tree Analysis ) توسط H.R. Watson در سال ۱۹۶۲ و در آزمایشگاه های تلفن Bell و به درخواست نیروی هوایی آمریکا برای مطالعات قابلیت اطمینان و ایمنی سیستم های موشکی بالستیک بین قاره ای طرح ریزی شد .

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

بعد از آن مهندسين شرکت بوئینگ از جمله David Haasl این روش را مورد بازنگری و توسعه داد .

امروزه این تکنیک بطور وسیع در آنالیز ایمنی مخصوصاً در سیستم های تولید انرژی هسته ای کاربرد دارد.

تعریف :

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 .

مثال هایی از حادثه نهایی ( Top Event ) می تواند به شرح زیر باشد :

۱ - جراحی فرد

۲ - بروز اشکال در تجهیزات

۳ - نشت گاز سمی و مواد شیمیایی خطرناک

۴ - توقف در سیستم تولید

مراحل انجام کار :

آماده سازی :

قبل از شروع به کار پیش شرط هایی باید جهت تجزیه و تحلیل ایمنی تعریف شود .

بدلیل اینکه ترسیم نمودار عیب یابی شامل تجزیه و تحلیل مفصل سیستم بوده و مجموعه وسیعی از فرضیات مورد نیاز می

باشد . ابتدا باید انواع معایبی که می توانند رخ دهند را لیست نموده و در مورد حذف معایبی که از اهمیت خاصی برخوردار نیستند تصمیم گرفت .

انتخاب حادثه نهایی:

اولین گام در ترسیم نمودار عیب یابی انتخاب حادثه نامطلوبی است که باید تجزیه و تحلیل گردد و هدف ، جلوگیری از وقوع آن

می باشد . به همین دلیل باید به درستی تعریف شود .

جمع بندی علل محرز شده:

هنگام ترسیم نمودار عیب یابی می بایست از دانش موجود در زمینه علل خرابی و عیب منجر به حادثه بهره جست . اگر بررسی های اولیه از معایبی که می توانند بروز نمایند بعمل آید تسریع در اجرای تجزیه و تحلیل پدید می آید . در این راستا می توان از نتایج تجزیه و تحلیل انحراف ها یا Hazop ( بررسی مخاطرات بالقوه در فرآیندهای صنعتی ) نیز بهره جست . این مطالب می تواند در ترسیم قسمتی از نمودار مورد استفاده قرار گیرد . پس از این مرحله یک فهرست از معایبی که می توانند در رخداد حادثه نهایی مؤثر باشد بدست خواهد آمد .

ترسیم نمودار عیب یابی :

ترسیم نمودار عیب یابی از حادثه نهایی یعنی از بالا به پایین شروع می شود . در ترسیم نمودار عیب یابی از علائمی استفاده می شود که برخی از آنها را در زیر شرح خواهیم داد .

الف : نماد AND ( )

نماد AND برای بیان حالتی استفاده می شود که رویداد خروجی در زمانی اتفاق می افتد که فقط و فقط باید همه رویدادهای ورودی اتفاق بیافتد .

ب - نماد OR: ( )

نماد OR برای بیان حالتی استفاده می شود که رویداد خروجی در زمانی رخ دهد که حداقل یکی از رویدادهای ورودی رخ دهند.

ج - نماد NOT ( )

نماد NOT برای بیان حالتی استفاده می شود که خروجی زمانی اتفاق می افتد که رویداد ورودی اتفاق نیافتد .

د - نماد رویداد اساسی ( )

یک رویداد اساسی ، رویدادی است که دیگر نتوان آنرا تجزیه نمود به عبارت دیگر این رویداد در پائین ترین سطح یک درخت قرار دارد و مسیر درخت به آن محدود می شود . این رویدادها می توانند خطاهای سخت افزاری ، فیزیکی . نرم افزاری ، شیمیایی ، خطاهای انسانی ، خطاهای سیستم و غیره باشند .

ه - رویداد نیمه تمام ( )

رویداد نیمه تمام یا توسعه نیافته رویدادی است که تجزیه بعدی آن در بهبود درک مساله نقشی نداشته باشد و یا اینکه در تحلیل فعلی نیاز به تجزیه آن نباشد . این رویداد شبیه رویداد اساسی است ولی نماد آن متفاوت است . علت تفاوت این شکل با رویداد اساسی در این است که ممکن است رویداد توسعه نیافته در تحلیل های آینده توسعه داده شود .

و - رویداد میانی ( )

این رویداد معرف رویدادی است که در اثر خروجی نمادهای منطقی رخ می دهد . در واقع عیب منتج از یک نقص اساسی تر است.

ز - نقص شرطی ( )

این نقص می تواند بصورت عادی و طبیعی رخ دهد .

ک - نمادهای انتقال: ( )

نمادهای انتقال جهت متصل کردن نواحی جداگانه یک درخت خطا استفاده می شوند . توجه شود که دو نماد انتقال وجود دارد . نوع اول زمانی است که تمام درخت رویداد در یک صفحه قرار نگیرد تا تحلیل گر بخواهد قسمتی از آن را در جای دیگری نمایش دهد . در اینصورت نماد انتقال به خارج را باید بکار برد . زمانیکه در صفحه مورد نظر بخواهند ادامه درخت رویداد را ارائه نمایند باید ابتدا نماد انتقال به داخل استفاده شود .

اولین گام این است که بررسی نماییم آیا حادثه نهایی از بیش از یک راه مستقل می تواند رخ دهد یا نه ؟



اگر چنین باشد از دروازه OR استفاده نموده و نمودار را تقسیم بندی کرده و تجزیه و تحلیل به همین نحو از بالا به پایین ادامه خواهد یافت در اینجاست که باید به علل اساسی تر توجه نموده و می توان فهرست اولیه معایب که از قبل تهیه شده است نیز بهره جست .

بازنگری - تکمیل و آزمایش نمودار

ترسیم نمودار عیب یابی یک فرآیند سعی و خطا است و بهینه سازی آن در طی مراحل مختلفی باید صورت گیرد که در این راستا یکسری قوانین تجربی برای ادامه کار پیش بینی شده است . لازم به توضیح است که اعلام پایان کار بسیار مشکل است . در واقع نباید به هیچ وجه علل مهم بروز نقایص را نادیده انگاشت .

اولین کاری که باید انجام شود این است که ببینیم آیا تمام نکات در فهرست اولیه معایب که قبلاً تهیه شده است مدنظر قرار گرفته اند یا نه ؟

ارزیابی :

پس از ترسیم و تکمیل نمودار باید آن را مورد ارزیابی قرار داده و پس از تأیید مورد بهره برداری قرار گیرد . بستگی به نوع هدف از تجزیه و تحلیل ، شماری از مراحل مختلف را می توان در این مرحله گنجانید .

الف - ارزیابی مستقیم حادثه نهایی :

نمودار ، تصویر فشرده ای است که می تواند از طرق مختلف منجر به حادثه نهایی شود . و همچنین تصویری از موانع موجود ( توابع ایمنی ) را در اختیار می گذارد . و نیز نشان می دهد که بعضی از نقایص و خطاها می توانند بصورت مستقیم به حادثه نهایی ختم شوند .

ب - تهیه فهرست کوچکترین زیر مجموعه ها :

زیر مجموعه ، شامل مجموعه ای از حوادث اساسی است که می تواند به حادثه نهایی منتج گردند .

کوچکترین زیر مجموعه ها ، زیر مجموعه ای است که خود زیر مجموعه دیگری ندارد . ( حادثه اساسی )

ج - رده بندی رویدادهای اساسی :

از روی رویدادهای اساسی می توان احتمال رخداد حادثه را محاسبه نمود . داشتن اطلاعاتی در مورد احتمالات وقوع حادثه اولیه و یا برآورد آنها تسریع در کار می شود .

قواعد تجربی برای ترسیم F.T :

در هنگام ترسیم نمودار عیب یابی می توان قواعد تجربی زیر را مورد استفاده قرار داد .

۱ - با در نظر گرفتن نواقص قابل قبول و واقعی کار کنید .

۲ - یک نقص را به حادثه دیگری که بیشتر واقعی و قابل قبول است بسط دهید .

۳ - یک حادثه را به نقایص جزئی تر تقسیم کنید . ( از دروازه های OR استفاده نمایید . )

۴ - عللی را که با تاثیر متقابل بر هم باعث بروز حادثه می شوند را شناسایی کنید . ( دروازه های AND )

۵ - علت آغاز کننده حادثه را به فقدان یک عامل ایمنی ربط دهید .

۶ - بطور مکرر زیر گروه ایجاد کنید .

۷ - برای هر دروازه عنوان مشخص قائل شوید .

۸ - فرضیات باید صحیح باشند و بر اساس پیش داوری نباشند .

۹ - بصورت منطقی فکر کنید و بصورت ساختاری و اصولی عمل کنید و علت و معلول را از هم تفکیک کنید .

۱۰ - گهگاه منطق نمودار را هنگام ترسیم کنترل کنید . از نقایص اولیه زیرین شروع کنید و فرض کنید که همه آنها اتفاق افتاده

اند . ببینید چه اتفاقی در بر دارد ؟

مزایای FTA :

- ۱- این روش کمکی است به منظور شناسایی مخاطرات در سیستمهای پیچیده
  - ۲- از این روش می توان برای تجزیه و تحلیل خطاهای انسان و تجهیزات استفاده کرد .
  - ۳- این روش وسیله ای است که تمرکز روی یک عیب را همزمان ( بدون از دست دادن تصویر و نمای کلی خطرات ) انجام می دهد .
  - ۴- این روش چشم اندازی را ایجاد می کند که نشان می دهد معایب چگونه می توانند منتج به عواقب جدی تر و خطرناک تر شوند .
  - ۵- این روش کمی و کیفی است و امکان برآوردهای احتمالی یک عیب یا حادثه را فراهم می کند .
- معایب FTA :

- ۱- نیازمند داشتن اطلاعات جامع و تخصصی از سیستم است .
  - ۲- برای سیستم های بزرگ و حجیم به راحتی قابل استفاده نیست .
  - ۳- این روش وقت گیر و نسبتاً مشروح و کلی است .
  - ۴- تکمیل و اجرای این روش نیاز به مدارک مشروح و مستند دارد که باید در دسترس باشد .
- تحلیل کمی درخت خطا :
- در تحلیل کمی درخت خطا احتمال و فرکانس حوادث نهایی و رویدادهای نامطلوب محاسبه می شود. همچنین احتمال وقوع هر کدام از رویدادهای اساسی مورد بررسی قرا می گیرد .
- برای انجام این تحلیل، اطلاعات مربوط به قابلیت اطمینان از قبیل احتمال خطا ، نرخ خطا ، نرخ تعمیر و غیره نیاز می باشد .
- اطلاعات مربوط به رویدادهای اساسی از تحلیل کیفی بدست می آیند. در تحلیل درخت خطا به علت آنکه تحلیل بر روی خطر ( یا خطا ) صورت می پذیرد از مقادیر عدم قابلیت اطمینان و عدم قابلیت در دسترس بودن استفاده می شود .
- بررسی کمی احتمال رخ دادن حادثه نهایی در درخت خطا به طور ساده به دو صورت انجام می گیرد .
- در راه اول از جبر بول و ساختار منطقی درخت خطا برای ترکیب رویدادهای اساسی استفاده می شود و در روش دوم از قواعد احتمال و ساختار منطقی درخت خطا برای ترکیب و الحاق رویدادهای اساسی استفاده می شود
- مثال :

حادثه یا نقص نهایی در اینجا روشن نشدن لامپ می باشد این بدلیل عدم جریان برق از لامپ می باشد که می تواند بدلیل خرابی خود لامپ باشد و یا اینکه هیچ جریان برقی به آن وصل نباشد . جریان برق فقط در صورت ساقط شدن هر دو واحد تغذیه برق و باطری قطع می گردد . نمودار شامل سه نقص اساسی و سه عیب توسعه نیافته است .

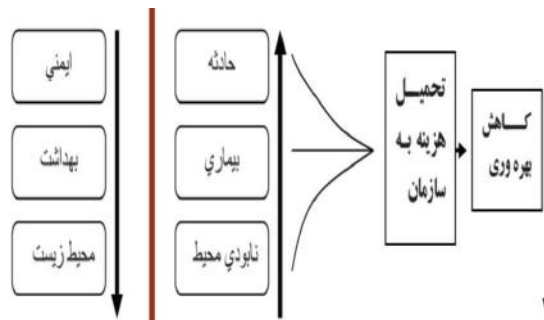
معیوب بودن فیوز می تواند بعلت فرسودگی و یا علل دیگر باشد اما این امکان هم وجود دارد که فیوز **over load** کرده باشد ( بار زیادی از مدار عبور کرده باشد ) که می تواند در نتیجه ایجاد یک اتصال کوتاه موقتی در مدار متصل به لامپ اتفاق افتاده باشد . به همین صورت در مورد اینکه چرا جریان از واحد تولید برق یا باطری تامین نمی شود می توان بررسی ها را ادامه داد.

شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک (PPT)

اهمیت رعایت ایمنی و بهداشت کار:

۱. دیدگاه انسانی
  ۲. دیدگاه اجتماعی
  ۳. دیدگاه اقتصادی
- هزینه های مستقیم و غیر مستقیم
  - سرمایه گذاری در ایمنی

- بهروری
- توسعه پایدار



رابطه ایمنی و کاهش بهره‌وری

مهمترین موضوع مورد توجه مدیران در حوادث **هزینه** می باشد .

### سیر تحولات ایمنی

۱. ایمنی سیستم: ایمنی صنعتی
۲. سیستم‌های مدیریتی: S 18001&OHS
۳. ایمنی مبتنی بر رفتار: فرهنگ ایمنی

### ایمنی یعنی:

- میزان رهایی از خطر
- میزان در امان بودن از خطر
- میزان رهایی از شرایط مخاطره آمیز
- ایمنی به معنی امن و امنیت و رعایت اصول و مقرراتی است جهت رهایی از ایجاد شرایط مخاطره آمیز برای حفظ نیروی انسانی و تاسیسات.

### مخاطره (Hazard):

شرایطی که دارای پتانسیل رساندن صدمه و آسیب به افراد، تجهیزات، ساختمان‌ها، از بین بردن مواد و محیط زیست باشد. خطر منبعی برای آسیب‌های بالقوه یا شرایطی که منجر به مشکل، جراحت یا بیماری شود می باشد.

### خطر (Danger):

- بیان کننده در معرض قرار گرفتن نسبی با یک مخاطره یا بالفعل شدن مخاطرات است.
  - قرار گرفتن در شرایطی که پتانسیل آسیب‌رسانی در آن شرایط بالفعل است.
- ایمنی متضاد Danger است و هدف آن حذف خطرات بالفعل موجود در محیط می باشد.

### رویداد Incident:

اتفاقی غیر معمول یا غیر منتظره که هم باعث ایجاد عوارض زیر شده و هم پتانسیل این کار را داراست:

- آسیب خطرناک به کارکنان
- صدمه مهم به اموال
- اثر نامطلوب محیطی
- وقفه عمده در عملیات‌های فرآیند
- حادثه (Accident)
- شبه حادثه (Near miss)

- توقف عملیات (Operational interruption)

حادثه، اتفاقی است که در آن اموال صدمه دیده، مواد از بین می روند، اثر نامطلوب بر محیط وارد شده یا ضایعه انسانی (آسیب یا مرگ) اتفاق می افتد.

“Accidents are not due to lack of knowledge, but failure to use the knowledge we have.”

شبه حادثه، اتفاقی است که اگر شرایط تا حدی متفاوت باشد، در آن یک حادثه (یعنی صدمه به اموال، از بین رفتن مواد، اثر محیطی یا تلفات انسانی) یا توقف در عملیات می تواند به نتایج قابل قبول منجر شود.

توقف عملیات، اتفاقی است که در آن سرعت یا کیفیت تولید به شکل جدی آسیب ببیند.

وجود ارتباط مستقیم بین تعداد شبه حوادث با آسیب های وارده به افراد و تجهیزات

ارتباط مستقیم بین تعداد شبه حوادث با آسیب های وارده به افراد و تجهیزات

### ریسک Risk

ترکیب (یا تابعی) از احتمال و پیامد(های) ناشی از وقوع یک اتفاق خطرناک مشخص و یا مواجهه و شدت جراحت یا بیماری، که می تواند باعث رویداد یا مواجهه گردد .

- احتمال به وجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین

- احتمال وقوع یک پیامد

- شانس آسیب ناشی از خطر

- مثل شانس آسیب دیدن یا رانندگی در جاده، کار کردن روی داربست، راه رفتن روی زمین لغزنده و ...

ارزیابی ریسک **Assessment Risk**: 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 ؟

ریسک قابل قبول (Risk Acceptable):

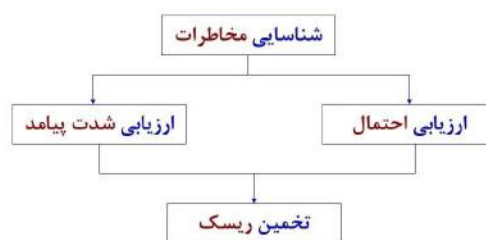
ریسکی که میزان آن تا حد قابل قبول توسط سازمان بوده و با در نظر گرفتن الزامات قانونی و خط مشی بهداشتی و ایمنی پایین می آید.

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 می گیرد. تجزیه و تحلیل مخاطره برای تعیین ریسک سیستم، اهمیت مخاطرات و ایجاد اقدامات طراحی که مخاطرات شناسایی حذف یا کاهش یابند انجام می گیرد.

### سطح ریسک قابل قبول

معمولا سطح ریسک قابل قبول برای هر سازمان یا هر فرد متفاوت بوده و بستگی به منابع مالی و اقتصادی، محدودیت های تکنولوژیکی عوامل انسانی مجرب، صلاحدید و تصمیم مدیریت و ریسکهای زمینه ای مثل ریسک های مخفی دارد.

ساختار اساسی ارزیابی ریسک



ساختار اساسی ارزیابی ریسک

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

## انواع مخاطرات Hazards Types

### Hazards Substances

- ۱. Flammable
- ۲. Explosive
- ۳. Toxic
- ۴. Irritant
- ۵. Corrosive

توضیحات و تعاریفات کلی از اصطلاحات در ارزیابی ریسک بیان شد ادامه مطلب که شامل موضوعات زیر است را با دانلود فایل پیوستی مشاهده کنید.

- انواع تئوری های ارزیابی ریسک
- جایگاه و هدف شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک
- کاربردهای ارزیابی ریسک
- ترمینولوژی ریسک
- معیارهای ارزیابی ریسک و خطر
- مراحل ارزشیابی و مدیریت ریسک
- الزامات و ملاحظات در ارزیابی ریسک
- تیم مدیریت ریسک فرایند
- مراحل آنالیز ریسک
- کنترل ریسک
- انواع روش های ارزیابی ریسک
- آنالیز ایمنی شغلی JSA
- نمونه ارزیابی ریسک به روش JSA
- ارزیابی ریسک به روش ویلیام فاین William Fine
- تجزیه و تحلیل مقدماتی خطر PHA
- ارزیابی ریسک به روش FMEA

۱. چرا این اتفاق افتاد؟ (پنج چرا)

- علل مستقیم
- علل کمکی
- علل ریشه ای

۲. چگونه باید از وقوع مجدد این حادثه جلوگیری کرد؟

۳. آیا می توان دلایلی مشترکی برای همه حوادث پیدا کرد؟

دلایل مشترک حوادث

- رفتار نا ایمن (عمدی، سهوی)
- شرایط نا ایمن (محیط)

سه عامل کلیدی هر مطالعه ریسکی و حتی هر بهبودی

- مدل یا الگوی ذهنی
- مدل یا الگوی رفتاری
- محیط

ایمنی (Safety) میزان دوری از خطر – ایمنی یک کمیت نسبی است.

خطر بالقوه (Hazard): شرایطی که دارای پتانسیل صدمه به افراد، خسارت به تجهیزات و ساختمانها، از بین بردن مواد یا کاهش قدرت و کارایی در اجرای یک عمل از قبل تعیین شده می باشد.

خطر بالفعل (Danger): بیان کننده قرار گرفتن نسبی در معرض یک خطر بالقوه می باشد.

حادثه (Accident): یک رویداد یا واقعه برنامه ریزی نشده و بعضاً آسیب رسان و خسارت وارد کننده است که انجام، پیشرفت یا ادامه کار را به صورت طبیعی مختل ساخته و همواره در اثر یک عمل یا انجام کار غیرایمن یا در اثر شرایط غیرایمن و یا ترکیبی از این دو به وقوع می پیوندد.

شبه حادثه NEAR MISS: رخدادی نامطلوب با نتایجی قابل چشم پوشی ولی مستعد صدمه رساندن، بیماری، خسارت، نابودی، آلودگی یا تمام آنها.

تعریف حادثه: یک واقعه که نتیجه آن به زخمی شدن، مرگ یا صدمه به افراد، خسارت یا از بین رفتن اموال، صدمه به محیط زیست، توقف یا تاخیر در بهره وری بیانجامد نتیجه یک حادثه در هر یک از زمینه های فوق میتواند از ملایم تا فاجعه گسترش داشته باشد

### رایج ترین علل وقوع حوادث

#### اعمال نایمن با ۸۸ درصد

- سهل انگاری و بی احتیاطی
- قصور در انجام وظیفه
- کار با ماشین با سرعت غیر مجاز
- تنظیم و تعمیر دستگاه در حین کار
- شوخی در هنگام کار
- عدم استفاده از وسایل استحضافی انفرادی
- نقص جسمانی
- خستگی مفرط
- نقص روانی و شخصیتی
- از کار انداختن طرح های ایمنی
- بکارگیری تجهیزات معیوب یا نایمن
- کار کردن به شیوه نا امن مثل بلند کردن نایمن بار تماس با مواد خطرناک یا قرار گرفتن زیر بارهای معلق
- حرکات خطرناک مثل دویدن، توقف ناگهانی، پرت کردن اشیاء و غیره دخالت در کار دیگران

#### عوامل محیطی

الف) عوامل مکانیکی شامل: (استفاده از دستگاه های بدون حفاظ یا دارای حفاظ ناقص، نقص فنی تجهیزات، ابزار یا ماشین آلات)

ب) عوامل فیزیکی: شامل نور و روشنایی، سر و صدا، ارتعاش، گرما، سرما، الکتریسیته، تشعشعات یونیزاسیون و غیر یونیزاسیون...

ج) عوامل ارگونومیکی: عدم تطابق فرد با ماشین و کار

د) عوامل بیولوژیکی: وجود آلاینده های بیولوژیکی در محیط کار، میکروب ها و انگل ها

ه) عوامل شیمیایی شامل دود، گرد و غبار، گازها و بخارات سمی، مواد قابل اشتعال و انفجار و سوزاننده و خورنده  
 ز) عامل روانی: افسردگی و غیره

### شرایط ناایمن

- عدم آموزش کارگر توسط کارفرما
- عدم نظارت کارفرما بر کار کارگر
- عدم در اختیار قرار دادن وسایل و امکانات حفاظتی
- صدور دستور غلط توسط مافوق

محدوده مطالعه این دوره:

قبل از حادثه: شناسایی مخاطرات با روش هایی چون هازوپ با هدف پیشگیری از وقوع حوادث (در واقع ارزیابی لایه های حفاظتی) بعد از حادثه: برآورد ابعاد حوادث در قالب ارزیابی کمی ریسک با اهدافی چون طرح های جانمایی، جایابی، مباحث پدافند غیرعامل، مدیریت بحران و ... به منظور کنترل پیامد حوادث

تعداد حوادث	علت وقوع حوادث
۲۰۲	وسایل بی حفاظ
۱۴۷	وسایل معیوب
۲۵۹۶	بی احتیاطی
۶	نور ناقص
۱۳	تهویه مطلوب
۱۰	لباس خطرناک
۴۰	فقدان اطلاعات
۱۸	عدم آموزش
۱۶۰	عدم استفاده از وسایل حفاظتی
۳۰۸	عدم رعایت مقررات ایمنی
۲۲	ازدحام و بی نظمی تجهیزات
۱۰۷۸	سایر عوامل
۴۶۰۰	جمع کل

آتش: اثر آتش بر روی بدن سوختن پوست می باشد که این تأثیر بستگی به تشعشع رسیده و زمان مواجهه دارد. به عنوان مثال پوست انرژی گرمایی  $10^2 \text{ kW/m}^2$  را برای تقریباً ۵ ثانیه و  $30 \text{ kW/m}^2$  را فقط برای ۰,۴ ثانیه تحمل می کند. تاثیرات ناشی از تشعشع آتش

پیامدها	میزان تشعشع ( $\text{kW/m}^2$ )
تابش آفتاب	۰,۵
حد آستانه درد به گونه ای که شخص توانایی فرار را دارد	۴
رسیدن این سطح تشعشع به انسان موجب آسیب شدید می شود و اگر ۲۰ تیم نجات نرسد موجب مرگ می شود	۲۰
تشعشع بیشتر از این مقدار برای آسیب رساندن به تجهیزات کافی است و در صورت رسیدن این سطح تشعشع به انسان، موجب مرگ آنی می شود	۳۷,۵

- روش **What-If** + نمونه
- روش **PHL** + نمونه
- روش **(SSHA) Subsystem Hazard Analysis wigs**
- روش **(SHA) Operating and Support Hazard Analysis wigs&O**
- روش **System Hazard Analysis (SHA)**
- روش **(HHA) Health Hazard Assessment**
- روش **HAZOP** + نمونه

در روش کیفی ارزیابی ریسک، تلاش بر این است که از یک نگرش کیفی برای برآورد پیامد، تکرارپذیری حوادث و در نهایت ارزیابی ریسک آنها استفاده شود که از این رویکرد تحت عنوان «ارزیابی کیفی ریسک» نام برده می شود. همانطور که از نام این دسته از روش ها مشخص است، معیار تصمیم گیری در خصوص سطح احتمال و شدت، بر مبنای بازه های تعیین شده در جداول مخصوص است که در هر سازمان بطور جداگانه قابل تدوین است. در این روش از ابزار سودمندی به عنوان ماتریس ریسک در راستای ارزیابی نتایج استفاده می شود. با توجه به نوع فعالیتهای سازمان و درجه مخاطرات و حساسیت های موجود، ماتریس های مورد نظر می تواند ۳ تایی و بیشتر باشد. در ادامه ریسک کیفی را تعیین نمود. در این ماتریس با توجه به تکرارپذیری و شدت پیامد هر حادثه (سناریو)، یک خانه در ماتریس مدنظر به آن سناریو اختصاص می یابد که موقعیت این خانه سطح ریسک کیفی حادثه تحت بررسی را برآورد می کند. در نهایت با توجه به پیامد و تکرارپذیری کیفی در نظر گرفته شده می توان نسبت به تعیین سطح ریسک اقدام نموده و با دقت به تعریف در نظر گرفته شده برای این سطح ریسک وضعیت جاری را ارزیابی کرد (تعریف سطح ریسک، متناسب با مرجع مورد استفاده متفاوت است). یکی از بهترین ماتریس های ریسک توسط شرکت **DNV** به صنعت ارائه شده است (شکل ۱). این ماتریس از یک سطر و یک ستون اصلی تشکیل شده است. ستون اصلی ماتریس ریسک، میزان تکرارپذیری سناریوی حوادث رو تعیین می کند و سطر اصلی آن مشخص کننده شدت آن حادثه می باشد. با توجه به میزان تکرارپذیری حوادث، سناریوها به پنج کلاس مختلف تقسیم می شوند. به طوری که از سناریوهایی که مکرراً اتفاق می افتند شروع شده و به



آنهایی که بسیار به ندرت رخ می دهند، ختم می شوند. شدت هر سناریو نیز براساس میزان اثرات نامطلوب بر پرسنل به شش کلاس از (K1 تا K6) طبقه بندی می گردد. به این ترتیب با تعیین این دو مشخصه یک خانه از ماتریس ریسک به هر سناریو تعلق می گیرد. با آگاهی از میزان تکرارپذیری و تعداد تلفات ناشی از رخ دادن سناریوی مورد ارزیابی می توان با استفاده از ماتریس ریسک مکان و موقعیت آن را مشخص نمود. ارزیابی ریسک به عنوان روشی پرکاربرد در جهت مدیریت ابزارهای مؤثر در ایمنی به منظور کاهش ریسک ناشی از حوادث مختلف شناسایی شده است. به کارگیری معیارهایی که می توان از آنها جهت رساندن ریسک تا سطحی قابل قبول استفاده کرد همواره مورد توجه صنایع مختلف بوده است. روش FMEA یکی از روش های متداول ارزیابی ریسک در صنایع می باشد که در آن خطاهای ممکن در طول پروژه شناسایی و میزان ریسک آن محاسبه می شود. این میزان ریسک از برآیند سه عامل احتمال وقوع، احتمال کشف و پیامد هر خطر به دست می آید. عملیات های صنعتی شامل فرآیندهای گسترده ای همچون حفاری، جوشکاری، برشکاری، سندبلاست، hot tap و... می باشد. در ارزیابی کلیه خطرات ممکن در هر فعالیت به طور جداگانه ای مورد بررسی قرار می گیرد و میزان ریسک هر عامل شکستی با توجه به میزان احتمال و پیامد آن محاسبه می شود که در صورت غیر قابل قبول بودن یک ریسک اقدامات اصلاحی پیشنهاد می شود. این ارزیابی ریسک به وسیله نرم افزار PHA.Pro 6 انجام می شود.

پیامد	K1	K2	K3	K4	K5	K6	
تکرار پذیری	مراقبت پزشکی	از کار افتادگی	تعداد تلفات				فاجعه آمیز
			1	2-10	>10		
$10^{-1} > F_5$							
$10^{-2} < F_4 < 10^{-1}$						ریسک بالا	
$10^{-3} < F_3 < 10^{-2}$						ریسک متوسط	
$10^{-4} < F_2 < 10^{-3}$						ریسک پایین	
$F_1 < 10^{-4}$							

ماتریس ریسک ارائه شده توسط شرکت DNV

شکل ۱: ماتریس ارائه شده توسط شرکت DNV

در این روش ماتریس ریسک، به سه قسمت اصلی تقسیم می شود. قسمتی که با رنگ تیره و سایه مشبک مشخص شده است. بخش ریسک بالا نام دارد. هر سناریویی که در این بخش قرار بگیرد، خطرناک بوده و باید به عنوان یک وضعیت اضطراری و مهم برای کاهش ریسک آن اقدام صورت گیرد. خانه های با رنگ زرد و بدون سایه وسط ماتریس بخش ریسک متوسط می باشند و در صورتی که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد باید برای کاهش آن ریسک اقدام نمود. خانه های با رنگ سبز و هاشور پایین ماتریس بخش ریسک پایین می باشد و نشان دهنده ی ریسک قابل قبول در آن سناریو است. در ادامه به معرفی برخی از روش های کیفی ارزیابی ریسک می پردازیم:

### روش Checklist

چک لیست های راهنما، روش سودمندی برای حصول اطمینان از شناسایی و ارزیابی کلیه خطرات سلامت، ایمنی و محیط زیست می باشند، هر چند استفاده از این چک لیست ها نباید موجب محدود شدن دامنه هرگونه بازرسی شود. چک لیست ها 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. چک لیست ها توسط نیروهای مجرب آشنا به طراحی و عملکردها و رویه ها و استانداردهای سازمانی تهیه میشوند. چک لیست ها به طور منظم و به منظور لحاظ کردن تجربیات جدید شامل نتایج بررسی حوادث یا رویدادها، بازنگری و به روزآوری شده و ممکن است بسته به کاربرد مورد نظر کلی یا جزئی باشد. بعنوان مثال جدول ۱ یکی از چک لیست های مورد استفاده در شناسایی مخاطرات محیط کار است. البته چک لیست مورد استفاده برای شناسایی مخاطرات باید متناسب با نوع فعالیت سازمان باشد تا بتواند با صرف کمترین زمان و هزینه به هدف خود دست یابد. در مرحله اول چک لیست زیر در قالب سوالات کلی طرح گردیده و در مرحله بعد همین سوالات در قالب سوالاتی با پاسخ بله اخیر تدوین می گردد تا تعداد سوالات بدون کاربرد به حداقل خود برسد. سوالات با پاسخ بله خیر باید به گونه ای طرح شوند که پاسخ مطلوب (وضعیت ایمن) همواره «بله» باشد.

جدول ۱: برخی از سوالات برای اجرای مرحله اولیه Checklist

عنوان فعالیت
محل انجام کار
روش انجام کار:

الف) خطراتی در توسط مواد در طول فرآیند ایجاد می شود.

ریسک پس از استفاده از ابزارهای کنترلی کم / متوسط / زیاد	ابزارهای کنترلی پیشنهادی	ریسک فعلی کم / متوسط / زیاد	خطرات و نام موادی که خطرات را ایجاد می کنند

ارزیابی ریسک باید بر اساس مبنا و معیار تعیین شده توسط سازمان باشد. در صورتی که ابزارهای کنترلی، ریسک را تا حد پایین کاهش دهند، ارزیابی ریسک تمام شده، و اگر همچنان ریسک بالا یا متوسط باشد لیست های زیر باید تکمیل گردد.

ب) افراد چگونه در معرض تماس با مواد هستند؟

خوردن	تنفس	چشم	جذب پوستی	پوست

پ) ابزارهای کنترلی مهندسی

کنترل های مهندسی که برای انجام کار مورد نیاز است در این جدول درج می گردد.

ت) لوازم حفاظت فردی

لوازم حفاظت فردی که برای انجام کار مورد نیاز است از قبیل کفش ایمنی، دستکش ایمنی، حفاظ صورت و ... در این جدول درج می گردد.

ث) پایش سلامتی افراد

آیا پایش های دوره ای سلامتی برای انجام کار مورد نیاز است؟	بله	خیر
آیا پایش بیولوژیکی علاوه بر پایش سلامتی دوره های مورد نیاز است؟	بله	خیر

ج) آموزش

آموزش هایی که قبل و حین کار باید برای کارکنان به منظور انجام صحیح کار برگزار گردد در این جدول درج می گردد.

چ) نظارت

چه سیستم / سیستم های نظارتی برای انجام بی خطر کار مورد نیاز است؟

ح) ویژگی های اولیه کارکنان

کارکنانی که برای انجام کار تعیین و انتخاب می شوند باید چه ویژگی هایی داشته باشند؟

خ) روش های واکنش در شرایط اضطراری

همانطور که از ماهیت روش مشخص است، قدرت روش چک لیست به جامعیت تدوین و سهولت تکمیل آن است. هر خطری که در چک لیست بدان اشاره نشده باشد، قطعاً در مراحل ارزیابی ریسک مد نظر قرار نخواهد گرفت.

### روش What-If

در تاریخ دوم اکتبر سال ۱۹۹۸، یک آنالیز خطر «What-if؟» روی ابزار سی وی دی ABC جهت تعیین پتانسیل انحراف طراحی سیستم که می تواند سبب افزایش ریسک خطر شود، انجام شد. این روش آنالیز خطر توسط انجمن مهندسی شیمی امریکا (AIChE) در راهنمای پروسه ی ارزیابی خطر مورد بحث قرار گرفته است. در این آنالیز، در مورد طراحی یا قصد انجام عملیات سیستم بحث شده است و سوالات (که عموماً با «چه می شود اگر؟» شروع می شدند) درباره ی انحرافات احتمالی از هدف طراحی پرسیده شده، و عواقب بالقوه هر کدام از انحرافات مورد بحث و ارزیابی قرار گرفته اند. البته ساختار سوالات مطرح شده است با توجه به سلاقی فردی مطالعه کنندگان متفاوت باشد. تکنیک آنالیز What if روشی برای آنالیز خطراتی است که به طور مستقیم از اسمشان مشخص هستند. در استفاده از آنالیز What if، تیم یک سوال در قالب What if مطرح می کند. برای مثال «چه می شود اگر آب سرد کننده ی محفظه متوقف شود؟». سپس تیم شروع به تعیین کردن خروجی این سوال خواهند شد (با فرض اینکه هیچ محافظی وجود نداشته باشد). در مورد این نمونه سوالات خروجی می تواند بیش از حد داغ شدن محفظه، سوختن المنت، فرآیند بد و غیره باشد. از این به بعد تیم به تعیین این شرایط می پردازند که سیستم ها و محافظ هایی برای جلوگیری از این حوادث موجود باشند. دوباره با در نظر گرفتن این نمونه سوال، محافظ می تواند این کار را انجام دهد، «جریان آب خنک کننده زمانی که به زیر XX برسد فرآیند را متوقف می کند» یا «قفل امنیتی دمای بیش از حد زمانی که دما به XX درجه سلسیوس برسد منبع حرارتی محفظه را خاموش می کند». همانطور که می توان دید، این تکنیک تمرین خیلی کمی را می طلبد و می تواند به صورت رسمی یا غیر رسمی توسط گروه های کوچک یا بزرگ انجام شود.

### گردآوری تیم

همان قدر که تکنیک آنالیز خطر مهم است، تیم آنالیز کننده نیز به همان مقدار اهمیت دارد. در روش What if، تیم باید با تجهیزات و سیستم های آن آشنا باشند. چون این روش بر اساس سوالات مطرح شده توسط تیم است و تاثیر آنالیز به کیفیت سوالات مطرح شده توسط تیم بستگی دارد. تیم باید خطرات اصلی دستگاه ها را بداند، مثل خطرات محتمل و تاثیر شناسایی تک خطاهایی که می تواند به یک ریسک خطر منجر شوند. چون جامعیت و کیفیت آنالیز خطر بسیار به تیم بستگی دارد، گردآوری تیم با تجربه ها و زمینه های کاری مختلف می تواند بسیار تعیین کننده باشد. همچنین تمام قواعد بحرانی باید ارائه شوند. برخی از تمرین های تکنیکی که باید ارائه شود شامل این موارد است: مهندسی برق، مهندسی شیمی یا فرآیند و مهندسی مکانیک یا سازه. مهندسی تاسیسات نباید نادیده گرفته شود. اغلب، تیم های طراحی درک کمی از اینکه چه اتفاقی بعد از نصب می افتد دارند.

### انتخاب تسهیل کننده

تسهیل کننده می تواند خروجی آنالیز خطر را دیکته کند. یک تسهیل کننده که سازماندهی نداند، نمی تواند گروه را در مسیر نگه دارد یا نمی تواند تیم را به یک پایان موفقیت آمیز برساند. یک تسهیل کننده باید مکانیزم تکنیک آنالیز خطر انتخاب شده و

همچنین تیم را بشناسد. تسهیل کننده باید اجازه همکاری را به شرکت کنندگان داده، و زمانی که نیاز است بتواند شرکت کننده را از تیم خارج کرده و در مجموع یک مربی خوب باشد. در هر حالت، انتخاب صحیح تسهیل کننده کلید موفقیت آنالیز است.

### ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای تعیین اندازه کمی و کیفی خطرات و بررسی پیامدهای بالقوه ناشی از حوادث احتمالی بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط است. در حقیقت از این طریق میزان کارآمدی روشهای کنترلی موجود مشخص شده و دادههای باارزشی برای تصمیمگیری در زمینه کاهش ریسک، خطرات، بهسازی سیستمهای کنترلی و برنامه ریزی برای واکنش به آنها فراهم میشود. ارزیابی ریسک، فرآیندی است که نیازمند تجربه، تخصص و دقت بالا بوده و میبایست در قالب کار تیمی و با بهره گیری از توان کارشناسان انجام پذیرد. این فعالیت تیمی نیز زمانی به نتیجه دلخواه دست خواهد یافت که تیم ارزیاب، علاوه بر برخورداری از تجربه و تخصص لازم، از زبان مشترکی نیز در درک مفاهیم و روشهای مورد استفاده برخوردار باشند. امروزه متداولترین و جامعترین روش های ارزیابی خطر شامل FMEA, What if, PHA, HAZOP, FTA, ... می باشند. با توجه به بالا بودن حجم فعالیت ها و در نتیجه بالا بودن میزان خطرات بالقوه موجود در پروژه ها میبایستی ارزیابی های خطر را با تکنیکی کاربردی و در کوتاهترین زمان با راندمان مطلوب ارائه نمود.

### FMEA

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) یک ابزار نظام یافته بر پایه کار گروهی است که در تعریف شناسایی ارزیابی پیشگیری حذف یا کنترل حالات خطا و اثرات بالقوه آن در یک سیستم فرایند طرح یا خدمت به کار گرفته می شود؛ پیش از آنکه محصول یا خدمت به دست مشتری برسد. به بیان دیگر FMEA یک روش تحلیلی در ارزیابی ریسک است که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده هایی که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و ارزیابی کند.

روش FMEA یکی از روشهای تجربه شده و بسیار مفید برای شناسایی طبقه بندی تجزیه و تحلیل خرابیها و ارزیابی مخاطرات و ریسکهای ناشی از آنهاست. به کمک این روش می توان خرابیها را ریشه یابی و از بروز آنها جلوگیری نمود.

### تاریخچه FMEA

روش FMEA برای اولین بار در ارتش آمریکا مورد استفاده قرار گرفته است. استاندارد نظامی MIL – STD – 1629 با عنوان (روش آنالیز عیب، تأثیرات مربوط و میزان اهمیت آن) در نهم نوامبر ۱۹۴۹ انتشار یافت. در قالب این استاندارد خطاها یا اشکالات پیش آمده به تأثیرگذاری آنها در هدف غایی و میزان ایمنی پرسنل / تجهیزات طبقه بندی می شوند.

### انواع FMEA

از زمانی که FMEA در دهه ۶۰ توسعه یافته است ۳ نوع کلی از آن پدید آمده است :

۱- DFMEA: به منظور ارزیابی محصولات قبل از اینکه برای تولید آماده شوند. از FMEA طراحی استفاده می شود.

DFMEA بر عوامل خطایی که بر اثر نقص طراحی ایجاد می شوند، تأکید دارد.

۲- PFMEA: جهت تحلیل فرآیندهای ساخت و مونتاژ استفاده می شود. PFMEA بر عوامل خطای ناشی از نقص های فرآیند یا مونتاژ تأکید دارد .

۳- SFMEA: به منظور تحلیل سیستم و زیر سیستم ها در مراحل آغازین طراحی مورد استفاده قرار می گیرد. SFMEA شامل واکنش های بین سیستم ها و عناصر سیستم می گردد.

### نگرش تولید بی نقص

شرکت IBM، عظیم ترین شرکت کامپیوتری آمریکا برای نخستین بار تصمیم گرفت بعنوان طرح آزمایشی برخی از قطعات خود را از ژاپن تأمین کند. این شرکت پذیرش محموله را به داشتن حداکثر سه معیوب در هر ده هزار قطعه شرط کرده بود. محموله ها همراه یادداشت زیر به آمریکا رسید :

“ما ژاپنی ها تا بحال زمان زیادی را صرف کرده ایم ولی تاکنون نتوانسته ایم از کار داد و ستد شما آمریکایی ها سر در بیاوریم، با این وجود ۳ قطعه معیوب همراه هر ۱۰ هزار قطعه بطور جداگانه بسته بندی و ارسال داشته ایم، امیدواریم مقبول افتد .”

## تاریخچه FMEA

روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن سابقه ۴۰ ساله دارد. استفاده از (Failure mode and effect analysis) (FMEA) برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ در صنایع هوا و فضای آمریکا جهت ساخت سفینه آپولو ۱۱ در ناسا آمریکا مشاهده شده است و پس از آن در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ برای موسسات اتمی بکار رفت. ضمن اینکه از سال ۱۹۷۷ به بعد برای صنایع خودروسازی نیز بکار گرفته شد. از سال ۲۰۰۰ تا کنون این روش یکی از پرکاربردترین روش های ارزیابی ریسک در تمامی صنایع می باشد.

## آشنایی با FMEA

در FMEA سه موضوع مهم را باید در نظر گرفت:

- Occurance احتمال وقوع
- Severity شدت خطر
- Detect احتمال کشف

۱. **احتمال وقوع:** احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکستها نسبت به تعداد انجام فرآیند.
۲. **شدت خطر:** ارزیابی و سنجش نتیجه شکست (البته اگر به وقوع بپیوندد). شدت ، یک مقیاس ارزیابی است که جدی بودن اثر یک شکست را در صورت ایجاد آن تعریف می کند .
۳. **تشخیص:** احتمال تشخیص شکست قبل از آن که اثر وقوع آن مشخص شود. ارزش یا رتبه تشخیص وابسته به جریان کنترل است. تشخیص ، توانائی کنترل برای یافتن علت و مکانیزم شکست هاست .

## محاسبه RPN (risk priority number)

نمره اولویت خطرپذیری: ( شدت - وقوع - تشخیص)

با توجه به اطلاعاتی که از فرآیند و یا محصول داریم ، خطر را بر اساس سه عامل مذکور درجه بندی می کنیم . این طبقه بندی از ۱ تا ۱۰ (پایین به بالا ) می باشد. اگر درجات این سه عامل را در یکدیگر ضرب کنیم نمره اولویت خطرپذیری برای هر الگوی شکست بالقوه و آثار آن بدست می آید .آن دسته از الگوهای شکست که دارای نمره PRN بالاتری هستند ، می بایستی علت آن به سرعت بررسی شود.

## تشریح مراحل انجام کار

قبل از توضیحات در ویدیو زیر مراحل انجام کار ارزیابی ریسک به روش fmea را بیان شده است که در بیمارستان است. در سایر صنایع هم به همین صورت می باشد.

۱. **جمع آوری اطلاعات مربوط به فرایند:** دستگاه یا مکانی که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود باید کاملاً شناسایی و نحوه فعالیتها و فرایندها به دقت بررسی شود.
۲. **تعیین خطرات بالقوه:** تمام خطراتی محیطی ، تجهیزاتی ، مواد ، انسانی و ... که ایمنی را تهدید می کند باید در نظر گرفته شود .
۳. **بررسی اثرات هر خطر:** اثرات احتمالی هستند که خطر بر ایمنی افراد می گذارند. اثرات خطرمانند آتش سوزی، مسمومیت ، شکستگی و ...
۴. **تعیین علل خطر:** شناخت کافی از دستگاه یا فعالیت مورد نظر مورد ارزیابی می تواند کمک فراوانی برای شناسایی علل بوجود آمدن خطر باشد.

۵. تعیین شدت وقوع (نرخ وخامت): شدت یا وخامت خطر فقط در مورد « اثر » آن در نظر گرفته می شود. برای شدت خطر ، شاخص های کمی وجود دارد که بر حسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان می گردد.
۶. احتمال وقوع: احتمال وقوع ، مشخص می کند که یک علت یا مکانیزم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می دهد. احتمال رخداد بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده می شود. بررسی سوابق و مدارک گذشته بسیار مفید است.
۷. نرخ احتمال کشف خطر: احتمال کشف نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت یا مکانیزم وقوع خطر وجود دارد. عبارت دیگر احتمال کشف ، توانایی پی بردن به خطر قبل از رخداد آن است.

### نحوه محاسبه RPN (نمره اولویت خطر پذیری)

این نمره حاصل ضرب سه عدد وخامت (S) احتمال وقوع (O) و احتمال کشف (D) است.

$$RPN = Detection \times Occurance \times Severity$$

عدد RPN بدست آمده را به طور معمول عدد اولویت ریسک می نامند. ناگفته پیداست که حاصل نهایی محاسبات عددی بین ۱ و ۱۰۰۰ خواهد بود.

### فرم اولیه FMEA

۱. نام دستگاه : ۲. مسئول دستگاه : ۳. درگیری قسمتهای دیگر : ۴. محصول : ۵.
- تاریخ شروع تحلیل : ۶. تاریخ بازبینی مجدد :

RPN	اقدامات پیشنهادی	درجه شناسایی (D)	روشهای شناسایی	احتمال وقوع (O)	علل شکست بالقوه	شدت اثر (S)	اثر شکست بالقوه	حالت شکست بالقوه	جزء دستگاه

### جدول شدت خطر

رتبه	شدت اثر	شرح
۱۰	خطرناک - بدون هشدار	وخامت تاسف بار مثل خطر مرگ ، تخریب کامل
۹	خطرناک - با هشدار	وخامت تاسف بار اما همراه با هشدار است
۸	خیلی زیاد	وخامت جبران ناپذیر است - عدم توانایی انجام وظیفه اصلی

از دست دادن یک عضو بدن ۷ زیاد وخامت زیاد همانند آتش گرفتن تجهیزات سوختگی بدن ۶ متوسط وخامت کم است مانند ضرب دیدگی ، مسمومیت خفیف غذایی ۵ کم وخامت خیلی کم مانند ضرب دیدگی ، مسمومیت خفیف غذای ۴ خیلی کم وخامت خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می کنند

نشست جزئی گاز ۳ اثرات جزئی بر جا می گذارد مثل خراش دست هنگام تراشکاری ۲ خیلی جزئی دارد ۱ هیچ یا بدون اثر

### جدول احتمال کشف

رتبه	قابلیت کشف	معیار : احتمال کشف خطر
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه 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	احتمالی 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 کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد وجود دارد
۱	تقریباً حتمی	تقریباً بطور حتم با کنترلهای موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود.

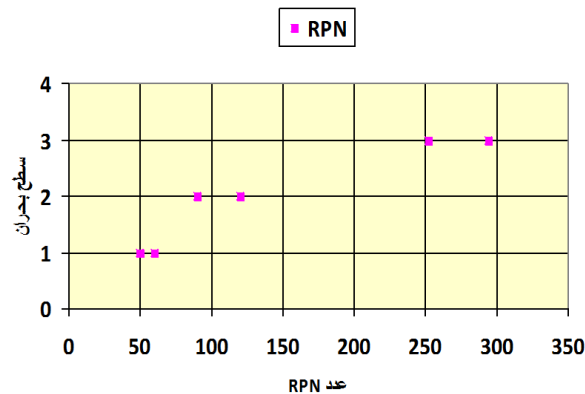
### جدول احتمال وقوع

رتبه	نرخ های احتمالی خطر	احتمال رخداد خطر
	در ۲ یا بیش از آن	بسیار زیاد - خطر تقریباً اجتناب ناپذیر است

- امتیاز ۹ زیاد - خطرهای تکراری ۱ در ۸ مورد
- امتیاز ۷ متوسط - خطرهای مورد ۱ در ۸۰ مورد
- امتیاز ۴ کم - خطرهای نسبتاً نادر ۱ در ۱۵۰۰۰
- امتیاز ۲ بعید - خطر نامحتمل است

### تعیین سطح ریسک قابل قبول

در روش استفاده شده در این تحقیق برای میزان سطح ریسک قابل قبول از عدد معیار ریسک استفاده گردیده است . معیار ریسک شاخصی برای جداسازی میزان ریسک قابل قبول و غیر قابل قبول می باشد . خطایی که عدد RPN آن بالاتر از معیار ریسک باشد غیر قابل قبول و اگر پایین تر از معیار ریسک باشد قابل قبول خواهد بود . برای تعیین میزان معیار ریسک بدین صورت عمل می شود که برای هر جزء دستگاه بر اساس عدد RPN و سطح بحران آن جزء ، نموداری نقطه ای ترسیم می شود . با توجه به نمودار، اولین نقطه ای که در سطح بحران ۳ قرار می گیرد معیار ریسک برای دستگاه می باشد .



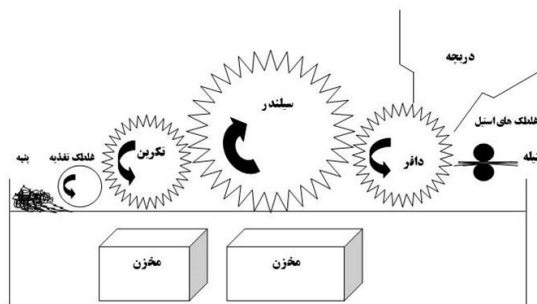
### تعریف سطوح بحرانی

- **سطح ۱:** سطح عادی که در آن هر سه فاکتور عدد RPN دارای عددی کمتر از ۶ می باشند و یا اینکه عدد RPN پایین است و نیاز به اقدامات پیشگیرانه احساس نمی شود.
- **سطح ۲:** سطح نیمه بحرانی که در آن حداکثر یک فاکتور از سه فاکتور عدد RPN دارای مقادیری بالاتر از ۶ است ولی عدد RPN پایین است. در اینصورت ارزیابی اقدامات پیشگیرانه ضروری است.
- **سطح ۳:** سطح بحرانی که در آن حداقل دو فاکتور از سه فاکتور عدد RPN دارای مقادیر بالاتر از ۶ باشند و عدد RPN نیز بالا می باشد. مسلم است که این سطح نیاز به اقدامات پیشگیرانه فوری دارد.

### توجه به تمامی فاکتورهای FMEA

- نکته قابل بحث در استفاده از FMEA توجه به اهمیت نسبی رتبه های شدت، احتمال وقوع و قابلیت ردیابی مخاطرات می باشد. جهت درک بهتر مساله، برای مثال در دو حالت خرابی مختلف که رتبه های شدت خرابی، احتمال وقوع و میزان ردیابی ۲،۱،۶ و ۲،۳،۲ باشد  $RPN=12$  است، در حالیکه میزان شدت خطر در این دو حالت تفاوت زیادی دارد.

### بخش عملی تحقیق (آشنایی با دستگاه کاردینگ)



شکل ۱ - نمای دستگاه کاردینگ

### آشنایی با دستگاه کاردینگ

### تجزیه و تحلیل دستگاه کاردینگ به منظور استفاده از روش FMEA

مراحل انجام این تحقیق به صورت کلی به شرح زیر می باشد:

۱. مشخص کردن سیستم و نحوه عملکرد آن
- ابتدا سیستم کلی که شامل سالن ریسندگی، کارگران و ... می باشد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



۲. جمع آوری اطلاعات از طریق:  
 صحبت با افراد مطلع و مسئول و اپراتور دستگاه  
 استفاده از روش طوفان فکری برای آشنایی با نحوه عملکرد و ریسک های مربوط به دستگاه  
 استفاده از منابع علمی همچون مقالات، کتب و اینترنت
۳. تعیین خطاها، علل بروز خطاها و آثار ناشی از آنها
۴. امتیازدهی به سه فاکتور رخداد، وخامت و احتمال کشف
۵. محاسبه RPN
۶. تهیه پیشنهادات و دستورالعمل جهت ارائه به مسئولین شرکت

فرم ۳ - برگه کار FMEA تکمیل شده

۱. نام دستگاه:		کاربرد:		۴. محصول:		الیاف پنبه				
۲. مهندس ارزیابی ریسک:		۳. تاریخ بازبینی مجدد:		۵. تاریخ انجام ارزیابی:						
جزء دستگاه	حالت شکست بالقوه	اثر شکست بالقوه	شدت اثر (S)	علل شکست بالقوه	احتمال وقوع (O)	روشهای شناسایی	درجه شناسایی (D)	اقدامات پیشنهادی	RPN	سطح بحران
علطک تعدیه	از جا درآمدن عططک - فشار بیش از حد	آسیب به دست کارگر و توقف و آسیب دستگاه	۷	سرعت زیاد چرخش - فقدان وسیله مناسب برای هدایت پنبه به زیر عططک و استفاده از دست	۷	سمعی و بصری	۶	استفاده از ابزار آلات مناسب به جای دست کارگر - کنترل سرعت چرخش	۲۹۴	۳
تکرین	هرز شدن و ساییدگی سوزن ها - عدم کارکرد مناسب به دلیل از کار افتادگی - گیرایش	آسیب تجهیزاتی - آسیب انسانی	۵	سرعت زیاد چرخش - عدم رسیدگی و بازدید به موقع دستگاه - خاموش نکردن دستگاه هنگام تمیز کردن مخازن	۶	سمعی و بصری	۲	بازدید دوره ای دستگاه - تنظیم سرعت چرخش - خاموش کردن دستگاه هنگام تخلیه مخزن	۶۰	۶
سیلندر	هرز شدن و ساییدگی سوزن ها - عدم کارکرد مناسب به دلیل از کارافتادگی - گیرایش	آسیب تجهیزاتی - آسیب انسانی	۵	سرعت زیاد چرخش - عدم رسیدگی و بازدید به موقع دستگاه - خاموش نکردن دستگاه هنگام تمیز کردن مخازن	۵	سمعی و بصری	۲	بازدید دوره ای دستگاه - تنظیم سرعت چرخش - خاموش کردن دستگاه هنگام تخلیه مخزن	۵۰	۶

برگه کار FMEA

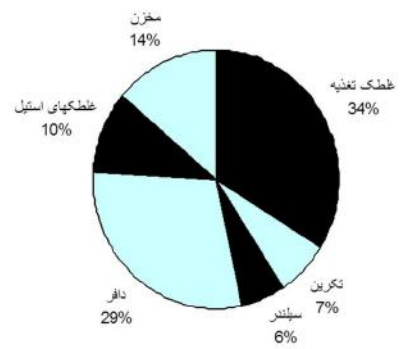
۱. نام دستگاه : کاربردینگ										
۲. مهندس ارزیابی ریسک :										
۳. تاریخ بازبینی مجدد :										
۴. محصول : الیاف پنبه										
۵. تاریخ انجام ارزیابی :										
جزء دستگاه	حالت شکست بالقوه	اثر شکست بالقوه	شدت اثر (S)	عامل شکست بالقوه	احتمال وقوع (O)	روشهای شناسایی	درجه شناسایی (D)	اقدامات پیشنهادی	RPN	سطح بحران
دافر	هرز شدن و ساییدگی سوزن ها - عدم کارکرد مناسب به دلیل از کار افتادگی - گیرایش	آسیب تجهیزاتی - آسیب انسانی	۶	خاموش نکردن دستگاه هنگام تمیز کردن - عدم استفاده از علائم هشداردهنده و interlock - عدم رسیدگی و بازدید به موقع دستگاه	۷	سمعی و بصری	۶	استفاده از برس به جای دست برای تمیز کردن - خاموش کردن دستگاه هنگام تمیز نمودن - بازدید دوره ای دستگاه	۲۵۲	۳
علطکهای استیل	جابجایی و تعبیر فاصله بین علطکها - از جا در آمدن علطکها	له شدگی دست کارگر	۵	عدم استفاده از وسیله مناسب برای دریافت فتنه ها	۶	سمعی و بصری	۳	استفاده از وسیله ای همچون آب پاش به جای دست	۹۰	۲
مخزن	ایراد ساختاری	آسیب تجهیزاتی - آسیب انسانی	۵	تمیز کردن مخزن هنگام روشن بودن دستگاه - استفاده از دست به جای استفاده از وسیله ای مناسب	۸	سمعی و بصری	۳	خاموش کردن دستگاه هنگام تمیز نمودن مخزن - استفاده از ابزار مناسب به جای دست	۱۲۰	۲

### کاربرگ دوم fmea

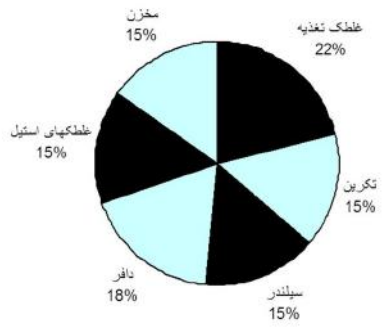
### دیگرام معیار ریسک و اعداد RPN

- برای تعیین عدد معیار ریسک ( سطح قابل قبول ریسک) در این تحقیق به این ترتیب عمل شده است که پس از محاسبه RPN برای تمامی زیر سیستم ها، نموداری نقطه ای بر اساس دو فاکتور سطح بحران و عدد RPN ترسیم شد که در این نمودار علاوه بر مشخص شدن اعداد RPN، تعداد خطاهای موجود در هر سطح نیز نشان داده شده اند .
- باتوجه به نمودار، اولین نقطه ای که در سطح ۳ قرار می گیرد مشخص کننده معیار ریسک می باشد که در اینجا عدد ۲۵۲ به عنوان مرز ریسک های قابل قبول و غیر قابل قبول تعیین شده است.

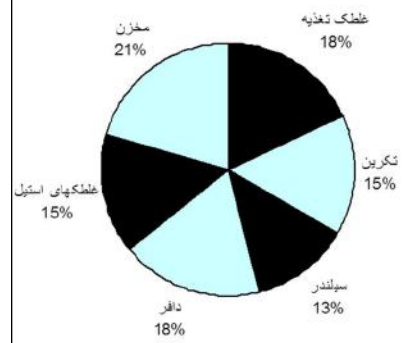
بر اساس عدد RPN



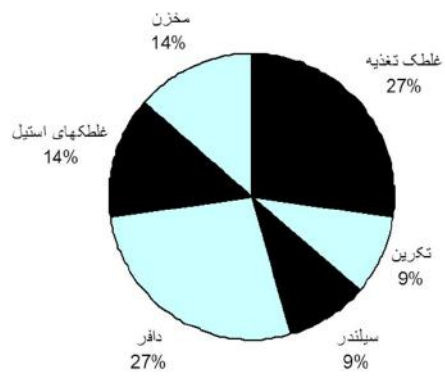
بر اساس شدت ریسک

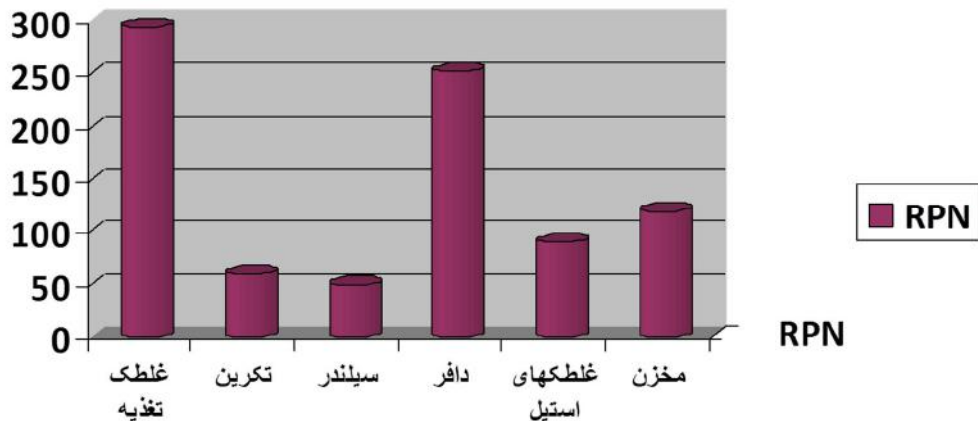


بر اساس احتمال وقوع



بر اساس احتمال کشف





### اقدامات اصلاحی و پیشنهادات

اقدامات اصلاحی مزبور در جهت کاهش نمره عوامل شدت اثر، احتمال وقوع و شناسایی خطا صورت می پذیرد. در صورتیکه امکان حذف وقوع خطا میسر باشد این اقدام پیش از هر اقدام دیگری توصیه می گردد. در عین حال حداقل واکنش ممکن در برابر یک خطا ایجاد امکانی برای شناسایی بهتر خطا می باشد.

در نتیجه اقدامات اصلاحی به ترتیب زیر توصیه می گردند:

۱. انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت حذف احتمال وقوع
۲. انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت کاهش شدت
۳. انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت کاهش احتمال وقوع
۴. انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت افزایش امکان شناسایی و آشکارسازی خطا قبل از تحویل محصول به مشتری
۵. انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت افزایش امکان شناسایی و آشکارسازی خطا در زمان استفاده از محصول توسط مشتری

مشتری

### پیشنهادات

۱. نصب و استقرار جعبه وسائل کمک های اولیه به تعداد کافی در قسمتهای مختلف سالن و آموزش کمک های اولیه به یکی از افراد سالن ریسندگی که همیشه در سالن حضور دارد.
  ۲. تهیه و نصب تابلوهای هشدار دهنده و آموزشی در مجاورت دستگاه
  ۳. آموزش به سایر افراد تا در هنگام کار با اپراتور دستگاه کاردینگ صحبت نکنند
  ۴. تاکید بر تمیز نمودن دستگاه پس از پایان هر روز کاری
  ۵. عدم استفاده از لباس گشاد و آستین دار
  ۶. الزام کارگر به استفاده از ابزار آلات مناسب به جای دست
  ۷. خاموش کردن دستگاه هنگام تمیز نمودن مخزن استفاده از وسیله ای همچون آب پاش به جای دست برای قسمت غلطکهای استیل
  ۸. استفاده از حفاظ برای قسمت دریچه
  ۹. استفاده از برس به جای دست برای تمیز کردن دافر
- بعد از اینکه اقدام اصلاحی مشخص گردید فرد یا بخشی از سازمان باید مسئولیت اجرای آن را به عهده بگیرد. نام فرد مربوطه و حداکثر زمانی که باید اقدام لازم انجام شود باید ثبت گردد .

- پس از انجام اقدامات فوق و پس از مدت زمان معین، ارزیابی مجدد از ریسک ها انجام می شود تا مشخص گردد که اجرای اقدامات اصلاحی در جهت کاهش ریسک ها مفید بوده است یا خیر.

## References

۱. میر سراجی ، شبنم و همکاران . مقاله تجزیه و تحلیل خطا و آثار ناشی از آن در کارگاه ماشین ابزار از طریق تعیین سطح بحران ، ۱۳۸۶ ،
۲. افضل آبادی ، محمد حسین و همکاران . آنالیز خطر در شرکت فولاد آلیاژی ایران با استفاده از روش FMEA ، اولین کنفرانس بین المللی جایگاه HSE در سازمانها - اصفهان ۱۳۸۶
۳. امیری ، شهرام . FMEA و بکارگیری آن در یک واحد صنعتی ، پایان نامه فوق لیسانس مهندسی صنایع ، دانشگاه تهران ، ۱۳۷۷
۴. عبدالشاه ، محمد . کاربرد تکنیک تجزیه و تحلیل عوامل شکست ( FMEA ) در ایمنی کار با ماشین های تزریق پلاستیک ، اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE ، اسفند ۸۴

ارزیابی ریسک به روش hazop یکی از روشهای ارزیابی ریسک کیفی است. ارزیابی ریسک به روش hazop در صنایع فرایندی به خصوص نفت گاز و پتروشیمی استفاده میشود. جهت معرفی ارزیابی ریسک به روش hazop در این مقاله سعی شده توضیحات اساسی بیان شود. ( لازم به ذکر است که در یک سازمان ممکن است از چندین روش ارزیابی ریسک استفاده شود و الزاما داشتن یک روش ارزیابی ریسک ضروری نیست و به ماهیت کار بستگی دارد.)

### Hazop به چه معناست؟

Hazop مخفف عبارت hazard and operability study به معنای خطر و قابلیت عملیات است. ( جهت آشنایی با تعریف خطر به جزوه آموزشی در لینک رجوع کنید.) قابلیت اعتماد در صنایع با ریسک بالا اهمیت شایانی دارد. چرا که هر نوع ایراد تجهیزات منجر به حوادث فاجعه بار میشود.

سیستم ارزیابی ریسک به روش hazop شامل بررسی ساختارمند محصول یا فرایند و یا سیستم طرح ریزی شده میباشد. ریسک هایی که در ارزیابی ریسک به روش hazop استخراج میشود دربرگیرنده افراد، تجهیزات، محیط زیست و نیز اهداف سازمان است. (در روش jsa و jha ریسکهای مربوط به اهداف سازمان بررسی نمیشود.)

### ارزیابی ریسک به روش hazop چگونه صورت میگیرد؟

در hazop با استفاده از یک دسته کلمات راهنما تمامی راه های محقق نشدن هدف کشف میشود. مانند سایر روشهای ارزیابی ریسک این روش نیز به صورت گروهی و طی چندین جلسه برگزار میشود. ورودی ارزیابی ریسک hazop تمامی اطلاعات و نقشه ها و حتی روشهای اجرایی است که شامل یک بخش از یک سیستم باشد. بررسی فرایندهای یک اداره و حتی یک چارت سازمانی نیز میتواند وظایف hazop در فضای سیستمی باشد. برای بررسی یک سیستم میتوان از کلمات راهنمای hazop استفاده کرد و یا برای سیستم تعدادی کلمات جدید تعریف نمود.

### مراحل hazop

- ۱- مشخص کردن یک نفر مسئول اطمینان از انجام کامل hazop و تفویض اختیار
- ۲- مشخص کردن اهداف و دامنه
- ۳- ایجاد واژه های کلیدی و یا استفاده از واژه های موجود
- ۴- تشکیل تیم hazop
- ۵- جمع آوری مستندات

۶- تقسیم سیستم به زیر سیستم ها

۷- انجام ارزیابی و تصمیم گیری کاهش ریسک ها

تفاوت ارزیابی ریسک به روش hazop و fmea

در hazop از نامطلوب شدن شرایط و عملیات شروع کرده و به نقص تجهیزات می‌رسیم. در حالیکه در fmea از خرابی تجهیزات آغاز می‌کنیم و به پیامدهای آن می‌رسیم.

### کاربردهای مختلف hazop

به علت ماهیت روش hazop در سیستم های نرم افزاری و مکانیکی و الکتریکی و به طور کلی در هر موردی که انحراف از حالت ایده آل قابل بررسی باشد امکان استفاده دارد.

### تیم تدوینگران و ارزیابی ریسک به روش hazop

تیم تدوینگران با دانش تخصصی به کمک مجموعه شما تیم ارزیابی ریسک تشکیل میدهد و در سرتاسر ارزیابی ریسکتان شما را راهنمایی میکند. انجام ارزیابی ریسک مستلزم شرکت افراد متخصص مجموعه است و انجام کامل آن توسط شخص بیرونی منجر به از دست رفتن برخی از ریسک های احتمالی میشود. تیم تدوینگران به عنوان مشاور شما را در این امر هدایت خواهد کرد.

### راهنمای انجام مطالعات HAZOP

نوشته شده در ۱۵:۲۳ ساعت در زونکن مدیریت ریسک توسط محمد یگانه ۰ دیدگاهها

مقدمه :

شناسایی ، تجزیه ، تحلیل و ارزیابی مخاطرات بالقوه فرآیندها یکی از الزامات نظام مدیریت بهداشت ، ایمنی ، محیط زیست در شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران می باشد که جهت شناسایی خطرات فرآیندها از روش HAZOP استفاده می گردد . بنابراین ، با توجه به جایگاه مطالعه HAZOP و توانمندیهای این روش در پیاده سازی مدیریت ریسک ، این مطالعه نقش اساسی در تعیین سناریوهای حادثه دارد . لذا ، در کنار ارزیابی کفایت سیستم های حفاظتی و ایمنی در پیشگیری از وقوع حادثه و یا کاستن از ابعاد و اثرات آن ، مشخص کردن زنجیره وقایعی که تحقق آنها منجر به بروز حادثه می گردد ، و اهداف انجام مطالعه HAZOP در رویکرد نظام مدیریت بهداشت ، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی تلقی می گردد . بدین ترتیب سند حاضر جهت حفظ یکپارچگی در نظام مدیریت بهداشت ، ایمنی و محیط زیست در خصوص انجام مطالعات HAZOP و ارائه نتایج مؤثر و کار در کلیه مجتمع های پتروشیمی تهیه گردیده است . به علاوه ، در مجموعه ممیزی های ایمنی انجام شده در شرکت ملی صنایع پتروشیمی بعنوان معیاری به منظور میزان انطباق مطالعات با شرایط استاندارد مورد ارزیابی فنی قرار خواهد گرفت .

### ۱- اهداف انجام مطالعات HAZOP

مطالعات HAZOP در سه مرحله طراحی ، راه اندازی و بهره برداری مورد استفاده قرار می گیرند . با توجه به ماهیت متفاوت مراحل سه گانه فوق ، تفاوت هایی نیز میان روش های انجام مطالعه در هر کدام از مراحل فوق وجود دارد . صرف نظر از تفاوت های موجود ، آنچه که در هر سه مرحله می بایست مدنظر قرار گیرد ، جهت گیری و محوریت مطالعات است . در این راستا ، مطالعات HAZOP انجام شده می بایست اهداف زیر را دنبال نمایند :

- شناسایی نقاط خطر آفرین در چرخه فرآیند و نقش تجهیزات واحد در ایجاد عوامل بروز حادثه و گسترش عواقب آن
- تشخیص لایه های مختلف دفاعی تعبیه شده در قالب سیستم های حفاظتی و ایمنی و نیز دستورالعمل های مختلف بهره برداری ، حفاظت و نگهداری و غیره جهت جلوگیری از شروع زنجیره تکوین حادثه ، مراحل تکوین حادثه و یا کاهش عواقب آن
- تشخیص پیامد های ناشی از بروز انحراف پارامترهای فرآیندی و طبقه بندی آنها در گروه عوامل ریسک

- ارائه راهکارهای لازم در تقویت و تکمیل سیستم های حفاظتی / ایمنی و دستورالعمل های مختلف و مرتبط موجود

## ۲- مسئولیت ها

- در سیستم مدیریت HAZOP ، ناظر پروژه مسئول نظارت بر انجام صحیح مطالعات است به نحوی که به اهداف پروژه دست یابند .
- ناظر طرح می بایست نه تنها آشنایی کافی به نحوه اجرای مطالعات HAZOP داشته باشد ، بلکه با آشنایی کافی از سایر روش های شناسایی خطر و ریسک اطمینان حاصل نماید که اهداف علمی و اجرایی طرح محقق خواهد گردید .
- ناظر در خصوص انحراف پروژه از روند اجرایی تعیین شده و یا عدم صحت موارد بررسی های لازم را انجام دهد .

## ۳- تیم مطالعاتی

- مطالعات HAZOP می بایست توسط شخص / اشخاص ثالث (حقیقی / حقوقی) انجام گیرد .
- تیم اجرایی مطالعات HAZOP به دو گروه (برحسب مسئولیت ها و تخصص ها) تقسیم می گردد : گروه مجری طرح و گروه همکاران صنعتی
- گروه مجری طرح شامل رهبر گروه (Leader) و منشی گروه مطالعات و تیم فنی (Scribe) می گردد.
- گروه همکاران صنعتی از بخش های زیر (هر کدام یک نفر) تشکیل می شود :

همکاران دائم (که حضورشان در تمام جلسات ضروری است)

۱ . کارشناس بهره برداری

۲ . کارشناس فرآیند

۳ . کارشناس برق و ابزار دقیق

۴ . کارشناس ایمنی

همکاران غیر دائم (که حضورشان بر حسب نیاز در بعضی جلسات ضروری است)

- کارشناس مکانیک و ماشین آلات

- کارشناس تعمیرات ، حفاظت و نگهداری

- در صورت عدم حضور هر کدام از همکاران دائم صنعتی جلسات مطالعه HAZOP نباید برگزار گردد .

- توصیه می شود رئیس واحد مورد مطالعه نیز به عنوان عضو تیم (گروه همکاران صنعتی) فعالیت نماید .

- تعداد نفرات تیم بین ۴ تا ۸ نفر (در صورت حضور همکاران غیر دائم صنعتی) می باشد .

## ۴- نحوه اجرا

### ۴-۱- موارد کلی

- کل سیستم مورد مطالعه خطرات به روش HAZOP می بایست به زیر سیستم های مشخص تقسیم و کد بندی گردد و شرایط عملیاتی هر کدام ثبت و به روز نگهداری شود . سند حاوی این اطلاعات می بایست به صورت مستقل تحت کنترل واحدهای مهندسی فرآیند و HSE قرار گیرد .
- مطالعه HAZOP می بایست به نحوی صورت گیرد که بتوان از نتایج آن در انجام مطالعات ریسک و ارزیابی کمی بهره گرفت .
- سناریوهای حادثه در هر کدام از طبقه بندی پیامدهای مطرح در مطالعات ریسک ارائه شوند .

### ۴-۲- جدول HAZOP

- کلیه جداول مطالعه HAZOP باید با فرمت زیر تهیه و با جزئیات کامل در قالب ضمیمه گزارش مطالعه HAZOP ارائه گردد .

تاریخ: (۲-۲-۴) شماره برگه: (۳-۲-۴) شماره گره: (۴-۲-۴)

واحد: (۵-۲-۴) سیستم: (۶-۲-۴)

تجهیزات گره: (۷-۲-۴) شماره گره خروجی: (۹-۲-۴)

شماره گره ورودی: (۸-۲-۴)

ردیف	پارامتر (۳-۴)	انحراف (۴-۴)	علت (۵-۴)	پیامد (۶-۴)	تمهیدات موجود حفاظتی (۷-۴)	تمهیدات پیشنهادی (۸-۴)
------	---------------	--------------	-----------	-------------	----------------------------	------------------------

- تاریخ: تاریخ انجام و برگزاری جلسه ای که جدول فوق در آن به بحث گذاشته و نتیجه گیری شده است.
- شماره برگه: شماره برگه جدول HAZOP در مجموعه جداول ارائه شده است در صورتیکه برگه حاضر دنباله جدول بررسی گره مورد نظر باشد شماره برگه مشابه ذکر و با قید «(ادامه)» تکمیل گردد.
- شماره گره: شماره و یا نامی که برای گره مورد بررسی در نظر گرفته شده و گره مذکور را از بقیه گره ها متمایز می کند.
- واحد: نام واحد عملیاتی که مطالعه HAZOP برای آن صورت می گیرد.
- سیستم: قسمتی از واحد عملیاتی که وظیفه خاصی را به عهده داشته و گره مورد بررسی زیر مجموعه ای از آن محسوب می شود.
- تجهیزات گره: لیست تجهیزاتی که در گره مورد بررسی قرار دارند.
- شماره گره ورودی: شماره و یا نام گره (یا گره هایی) که در نقشه ID&P و یا دیاگرام جریان (Flow diagram) در مسیر ورودی (Upstream) مورد بررسی قرار گرفته اند.
- شماره گره خروجی: شماره و یا نام گره (یا گره هایی) که در نقشه ID&P و یا دیاگرام جریان در مسیر خروجی (Downstream) گره مورد بررسی قرار گرفته اند.
- شرکت کنندگان در جلسه بررسی: نام افرادی که در جلسه بررسی گره مورد نظر حضور داشته اند.
- ورودی های مختلف در ستون های جدول باید بنحوی شماره گذاری (کد بندی) شوند که رجوع به آنها آسان گردیده و تناظر متقابل بین ورودی ها در سطر و ستون ها برقرار گردد.

### ۳-۴- پارامتر (PARAMETER)

- کلیه پارامترهایی که معرف فرآیند، کیفیت و چگونگی بهره برداری و انحراف آنها از دستورالعمل های موجود، حفاظت و نگهداری، رفتار و خطای انسانی، ناکارآمدی و عملکرد و عوامل مؤثر و ... می بایست مدنظر قرار گیرد.
- فاکتورهای مرتبط با نقش، رفتار و خطای انسانی (به ویژه اپراتور) می بایست حتما به عنوان پارامتر مورد بررسی قرار گیرند.
- فاکتورهای مؤثر در مراحل مختلف بهره برداری، حفاظت و نگهداری، تست و ... که در قالب دستورالعمل های مربوطه در اختیار قرار دارند، می بایست مورد بررسی قرار گیرند.
- در صورتی که گره های معرفی شده شامل تجهیزات مختلف باشند، پارامترهای مطرح می بایست به طور مجزا و به روشنی برای هر کدام از آنها اعمال شده و بررسی گردند.



- لیست پارامترهایی که در طول مطالعه مورد استفاده قرار می گیرند و تناظر آنها با هر کدام از تجهیزات مورد ارجاع در گره ها ، می بایست در بخش «روش اجرا» در متن گزارش HAZOP لیست شده و مورد بحث قرار گیرند .

#### ۴-۴- انحراف (DEVIATION)

فاصله های ایجاد شده از اهداف طراحی هستند که توسط کاربرد سیستماتیک کلمات راهنما بر روی پارامترهای فرآیندی مشخص می گردند . برای مثال کاربرد کلمات راهنمایی چون کاهش ، افزایش و غیره ب روی پارامترهای فرآیندی فشار ، دما و غیره لیستی از انحرافات همچون کاهش فشار ، افزایش فشار ، کاهش دما ، افزایش دما و غیره را بوجود می آورد که تیم مطالعاتی برای بررسی در رابطه با هر کدام از گره ها مورد استفاده قرار خواهد داد .

- انحراف فرآیندی که از تجمع پارامتر (بند ۳-۴) و کلمه راهنما حاصل می شوند می بایست در بخش «روش اجرا» و در متن گزارش HAZOP بطور مجزا لیست شده و نحوه بکارگیری آنها مورد بحث قرار گیرد .
- چنانچه انحرافات مطرح به طور مجزا در ارتباط با هر کدام از تجهیزات گره قابل اطلاق باشد ، این انحرافات برای هر کدام از تجهیزات گره می بایست مورد بحث و بررسی قرار گیرند .

#### • کلمات راهنما (Guide Word)

کلمات ساده ای هستند که برای تبیین کمی یا کیفی اهداف طراحی در جریان مباحثه پیرامون تعیین مخاطرات در مطالعات HAZOP نقش محوری دارند . کلمات راهنمای متناسب با هر کدام از پارامترها در جدول صفحه بعد لیست شده و ضمن ارائه تعاریف هر کدام ، نحوه بکار گیری آنها نیز مورد بحث قرار می گیرند .

توضیح	معنی	کلمه راهنما
به هیچ بخشی از تمایل طراحی نخواهیم رسید اما اتفاق دیگری نیز روی نخواهد داد	عدم دستیابی به تمایل طراحی	No/None
قابل کاربرد جهت کمیت هایی نظیر دبی و دما ، همچنین فعالیت هایی مانند حرارت و واکنش می باشد .	کاهش کمی	(Less/Low
قابل کاربرد جهت کمیت هایی نظیر دبی و دما ، همچنین فعالیت هایی مانند حرارت و واکنش می باشد .	افزایش کمی	(More/High
به تمام تمایل طراحی خواهیم رسید ، اما فعالیت دیگری نیز اضافه خواهد شد .	افزایش کیفی	As Well As
تنها به بخشی از تمایل طراحی خواهیم رسید .	کاهش کیفی	Part Of
قابل کاربرد جهت فعالیت هایی نظیر جریان معکوس یا واکنش شیمیایی معکوس می باشد .	متضاد تمایل طراحی	Reverse
به هیچ بخشی از تمایل طراحی نخواهیم رسید و اتفاق متفاوتی روی خواهد داد .	جایگزینی کامل	Other than
فعالیتی زودتر یا دیرتر روی دهد .	افزایش / کاهش زمان	Sooner/Later
به مقادیر طراحی رسیده ایم اما چیزی اضافه تر وجود دارد .	افزایش مقدار	Also

Fluctuation	نوسانات	تنها در بخشی از زمان به تمایل طراحی رسیده ایم .
Early	زودتر از	زمان رسیدن به شرایط طراحی بیش از اندازه زود است .
Late	دیرتر از	زمان رسیدن به شرایط طراحی بیش از اندازه دیر است .

#### ۵-۴- علت ها (CAUSES)

دلایل انحرافات را که ممکن است به وقوع بپیوندد تشکیل می دهند . هنگامی که مشخص گردید انحرافی خاص علت قابل توجهی دارد ، این انحراف به عنوان انحرافی معنی دار مورد بررسی قرار می گیرد . این علت ها می توانند شامل از کار افتادگی تجهیزات ، خطاهای انسانی ، حالت های پیش بینی نشده فرآیندی مانند تغییر در ترکیب مواد و موانع خارجی همچون قطع برق و موارد دیگر نیز گردد .

- تمام علل ایجاد کننده انحرافات چه آنهایی که در **downstream, upstream** و یا توسط هر تجهیز در گره ایجاد شده یا می شوند می بایست مورد بررسی قرار گیرند .
- علل مطرح می بایست در گروه های مختلف زیر دسته بندی شوند :
- خرابی ، نا کارآیی (Failures) و در سرویس قرار نداشتن تجهیزات
- نقش ، رفتار و خطای انسانی
- عوامل خارجی از جمله وقایع و حوادث طبیعی
- ایرادات و نا کارآیی روش ها و دستورالعمل ها ( بهره برداری ، حفاظت و نگهداری ، تست ، ... )
- انحرافات در پارامترهای فرآیندی همچون فشار ، دما ، غلظت ، خواص و ...
- جزئیات و تعاریف هر کدام از گروه های فوق می بایست در بخش «روش اجرا» در متن گزارش به طور مجزا لیست شده و مورد بحث قرار گیرند .

#### ۶-۴- پیامدها (CONSEQUENCES)

همان نتیجه حاصل از بوجود آمدن انحرافات مانند رها سازی مواد سمی به محیط می باشد . معمولا عواقب با از کار افتادن سیستم های فعال حفاظتی همراه هستند . عواقب کم اهمیت که با اهداف مطالعه غیر مربوطند، شامل این تعریف نمی شوند .

- پیامدهایی که در ستون مربوط در جدول HAZOP ارائه می شوند می بایست به دو گروه پیامدهای میانه و پیامدهای نهایی تقسیم شوند .
- پیامدهای میانه ناشی از بروز انحرافات شامل
- تغییرات در پارامترهای فرآیندی که در تجمیع اطلاعات در ستون های دوم و سوم جدول مطرح می شوند
- از سرویس خارج شدن (یا از سرویس خارج کردن) تجهیزات
- کاهش تولید و یا کیفیت محصول
- نا کارآیی و کاهش عملکرد تجهیزات و سیستم ها و ...
- پیامدهای نهایی به پیامدهایی از گروه «فاکتور ریسک» اطلاق می گردد .
- فاکتورهای ریسک به صورت کلی شامل صدمه به مردم ، پرسنل و محیط زیست بوده و بنابراین پیامدهایی چون کاهش کیفیت محصول ، توقف و یا کاهش تولید جزء فاکتورهای ریسک محسوب نمی شوند .
- صدمه به تجهیزات اساسی که موجب اختلال قابل توجه در امر تولید و تحمیل هزینه های سنگین برای مجتمع می شود
- هر چند از فاکتورهای ریسک (در رویکرد سیستم مدیریت HSE) نمی باشد اما می بایست مورد بررسی قرار گیرد .
- فاکتورهای ریسک در گروه ایمنی شامل موارد ذیل می گردند :

- صدمه به مردم و پرسنل
- آتش سوزی و انفجار
- رها سازی مواد قابل اشتعال و انفجار
- فاکتورهای ریسک در گروه بهداشت شامل موارد ذیل میگردند:
- رها سازی مواد شیمیایی و سمی
- سر و صدا
- برای سهولت در تشخیص پیامد هر انحراف، علاوه بر ارائه لیست پیامدهای مختلف (میان و نهایی) در جدول HAZOP و در ستون مربوطه، در صورت وجود پیامدها از گروه فاکتورهای ریسک، کدهای مربوط به آنها در ستون پیامد قید گردد.

#### ۴-۷- تمهیدات حفاظتی موجود (SAFEGUARDS)

- آن دسته از سیستمهای تعبیه شده و دستورالعمل های کنترلی حفاظتی را در بر می گیرد که از بوجود آمدن علل انحراف جلوگیری نموده و یا عواقب بروز انحرافات را از بین برده و یا تا حد قابل قبولی کاهش دهند.
- تمهیدات حفاظتی (و ایمنی) موجود می بایست بر مبنای تعریف معمول از « سیستم های حفاظتی و ایمنی » مشخص گردند.
  - لایه های مختلف حفاظتی و ایمنی (به صورت تجهیز، دستورالعمل و نیز نقش و رفتار انسانی) می بایست به ترتیب عکس العمل آنها به انحراف به وجود آمده و عواقب زنجیره ای آنها در ستون مربوطه لیست شوند.
  - لایه های مختلف حفاظتی و ایمنی می بایست از جهت جلوگیری از تحقق فاکتورهای ریسک و یا کاهش ابعاد آنها مورد بررسی قرار گیرند.

#### ۴-۸- تمهیدات پیشنهادی (RECOMMENDATIONS)

شامل پیشنهادهای در تغییر طراحی و یا دستورالعمل ها می گردد که همچون تمهیدات حفاظتی از وقوع علل و یا اثر پذیری عواقب جلوگیری نمایند. پیشنهاد جهت انجام مطالعات تکمیلی زمانیکه ارائه تغییر در طراحی و یا دستورالعمل میسر نباشد نیز شامل این موارد می گردد.

- تمهیدات پیشنهادی می بایست در درجه اول در جهت تقویت و رفع کمبود و نواقص تمهیدات حفاظتی موجود («سیستم های حفاظتی و ایمنی») و یا کاهش ابعاد پیامد انحراف ارائه شوند.
- تمهیدات پیشنهادی جهت بهبود عملیات، افزایش بهره وری، بازدهی، بهبود کیفیت و افزایش محصول و ... نیز ارائه شوند لکن توجه اصلی می بایست به عوامل و فاکتورهای ریسک معطوف شده باشند.

#### ۴-۹- گره بندی

- در تعیین گره های مطالعاتی HAZOP روشی یکسان، یکنواخت و تعریف شده مورد استفاده قرار گیرد.
- نقش تجهیزات اصلی در هر گروه (Node) می بایست به روشنی مشخص و ارائه گردد.
- محدوده گره های تعیین شده می بایست به وضوح مشخص شده و در گزارش قید گردد.
- چنانچه تجهیزات مختلف و متعددی در گره تعریف شده قرار گرفته اند (گره مرکب)، انحرافات مورد بررسی برای هر گره می بایست در هر کدام از تجهیزات گره به تفکیک مورد بحث و بررسی قرار گیرند.

#### ۴-۱۰- استفاده از نقشه های ID&P

- جهت انجام مطالعات HAZOP از نقشه های ID&P بروز شده و منطبق بر شرایط فیزیکی موجود واحد استفاده شود.
- در صورت به روز نبودن نقشه های ID&P و عدم انطباق آن با شرایط فیزیکی موجود واحد، به روز کردن نقشه ها می بایست قبل از شروع مطالعات HAZOP صورت پذیرفته و نتایج در اختیار تیم مطالعات HAZOP قرار داده شود.

- در صورت آگاهی مجری از به روز نبودن بعضی نقشه های ID&P و یا تشخیص اشتباهاتی در این نقشه ها در جریان انجام مطالعه، روند مطالعه می بایست موقتاً متوقف و پس از تصحیح آنها مجدداً ادامه یابد.
- نسخه های تصحیح شده نقشه های ID&P که مطالعات بر اساس آنها ادامه یافته و تکمیل شده است می بایست مشخصاً به گزارش ضمیمه گردند.
- لزوم به روز کردن نقشه های ID&P و تهیه نقشه های جدید تایید شده توسط اداره مهندسی بر اساس نقشه های تصحیح و ضمیمه شده به گزارش، می بایست در قالب نتایج مطالعه ارائه و تاکید گردد.
- از پیش فرض های مختلف به ویژه در خصوص برنامه های موجود و وعده های مدیریت برای تکمیل و به روز سازی نقشه های ID&P می بایست اجتناب شده و مطالعات منحصرأ بر مبنای نقشه ها و تجهیزات و سیستم های نصب شده موجود صورت پذیرد.

## ۵- تدوین گزارش

### ۵-۱- موارد کلی

- گزارش نهایی می بایست منطبق با استانداردهای علمی بین المللی، دارای فصول و بخشهای مختلف بوده و مطابق با آنها تهیه گردد.
- گزارش نهایی می بایست حداقل در سه نسخه به صورت مکتوب (Hardcopy) و نیز در قالب یک فایل الکترونیکی تهیه و ارائه گردد.

### ۵-۲- ساختار گزارش

گزارش نهایی مطالعه HAZOP می بایست قسمت های زیر را شامل شود:

- مقدمه
  - اطلاعات عمومی
  - لیست افراد گروه اجرایی (شامل مدرک تحصیلی و سمت هر شخص)
  - تعاریف
- تعاریف ارائه شده (با ذکر منابع معتبر علمی) می بایست حداقل موارد زیر را شامل گردند:
- ریسک و تفاوت آن با خطر
  - سیستم های حفاظتی و ایمنی
  - عواقب و پیامدها
  - انحراف فرآیندی
  - پیشنهادهای ارائه شده توسط مطالعات HAZOP
  - سیستم ها و فرآیندهای مورد بحث
  - حادثه
  - روش اجرا
  - معرفی واحد مورد مطالعه
  - نتایج
  - جمع بندی
  - منابع و مرجع
  - ضمائم

- جداول HAZOP

- نقشه های ID&P

- سایر توضیحات

### ۳-۵- زبان گزارش

- گزارش نهایی ترجیحاً به زبان فارسی تهیه گردد.
- استفاده از لغات تخصصی انگلیسی به صورتی که به معنی و مفهوم جمله ضرری نرساند، بلامانع است.
- تمام موارد گزارش به زبان فارسی (از جمله عنوان جداول و اشکال) می بایست به زبان فارسی نوشته شود. در خصوص لغات تخصصی و در صورتی که ترجمه ای مناسب از آنها به زبان فارسی وجود ندارد، می توان از کلمات انگلیسی استفاده نمود.
- در صورت استفاده از لغات انگلیسی در گزارش، توضیح تکمیلی تحت عنوان واژه نامه گزارش (Glossery) ارائه گردد.
- به منظور طرح و روش اجرایی و نتایج بدست آمده از مطالعات صورت گرفته در مجامع بین المللی و امکان نقد و بررسی آن توسط کارشناسان خارجی، تهیه گزارش به زبان انگلیسی توصیه می گردد. در صورت نیاز به تهیه این گزارش، موضوع می بایست در قرارداد لحاظ گردد.

### ۴-۵- فهرست و صفحه گذاری

- منطبق بر استانداردهای بین المللی، گزارش می بایست دارای فهرست بوده و صفحه گذاری شده به نحوی که دسترسی و ارجاع به کلیه صفحات و مطالب ارائه شده در ساده ترین شکل و کوتاهترین زمان میسر شده باشد.

### ۶- استفاده از نرم افزار

- مسئولیت استفاده نا صحیح از نرم افزار و ارائه نتایج نادرست و خارج از فرمت های قابل قبول به عهده مجری می باشد.
- استفاده از نرم افزار تنها در مستند سازی (Documentation) مطالعات HAZOP بکارگرفته می شود و لذا معرف درجه کیفیت انجام مطالعات نخواهند بود. به عبارت دیگر استفاده از نرم افزار نقطه مثبتی در انجام مطالعه تلقی نمی گردد.
- استفاده از نرم افزار نباید مانع از هدایت و انجام مطالعه و نیز نحوه ارائه نتایج آن بر اساس موارد مطرح در این دستورالعمل باشد.

### ۷- انجام و به روز کردن نتایج مطالعات HAZOP

- در کلیه طرح های اجرایی مطالعات HAZOP می بایست در مرحله طراحی توسط شخص حقیقی/حقوقی ثالث (Third Party) و با حضور نماینده / نمایندگان طرح انجام پذیرد.
- مطالعات HAZOP در پایان مرحله ساخت و با تکمیل واحد می بایست علاوه بر تامین دیدگاههای فرآیندی و تولید، نقطه نظرات مدیریت سیستم HSE در رابطه با سلامت مردم، پرسنل، محیط زیست و ایمنی عملیاتی را نیز پیاده سازی نماید.
- مطالعات HAZOP در مراحل و شرایط زیر می بایست تکرار گردیده و نتایج موجود حاصله از مطالعات قبلی به روز گردند:
- در پایان مرحله راه اندازی آزمایشی (Test Run) واحد
- در مرحله بهره برداری و پس از انجام تغییرات اساسی در طراحی و یا دستورالعمل ها و روش های بهره برداری (Major Modifications)

- در صورت عدم توانایی در کاهش میزان ریسک و هدایت عملیات در محدوده ریسک قابل تحمل علیرغم به کارگیری روش های معمول عملیاتی و تعمیر و نگهداری
- در زمانی که واحد در حال بهره برداری می باشد بر اساس پیشنهادات موجود، مطالعات HAZOP هر چهار سال یکبار تکرار گردد.
- مطالعات HAZOP موضوع بند ۷-۳ می بایست بر محور سلامت مردم، پرسنل، محیط زیست و ایمنی عملیاتی استوار بوده، نقطه نظرات سیستم مدیریت HSE را تامین نماید.

ارزیابی ریسک JSA چیست؟

### تعریف jsa:

آنالیز کیفی ایمنی یک شغل، روش و نوع انجام کار، تشخیص خطرات و پتانسیل حوادث که ممکن است در طول انجام کار اتفاق بیا افتد. تعیین و اختصاص دادن ابزار و سیستمهایی برای کاهش و کنترل ریسک ها شامل شرح و نتیجه حوادث و آنالیز ایمنی شغلی یک ریسک رنکینگ از برخی خطرات شناسایی شده و پتانسیل حوادث می باشد.

### نامهای دیگر JSA

JHA: Job Hazard Analysis

SJA: Safe Job Analysis

THA: Task Hazard Analysis

### JSA برای کدام شغل ها انجام می شود؟

شغل هایی که در آنها حوادث و یا شبه حوادث رخ داده است. شغل هایی که در آنها موارد خطر کاملاً عمومی و شناخته شده نیست و راههای مقابله با این خطرات شناخته شده نیست. شغل هایی که در آنها یکسری کارگر جدید با یکدیگر کار می کنند. شغل هایی که در آنها نیاز است چندین نفر با هم به صورت مشارکتی کار کنند و نیاز به هماهنگی بین آنها دارد. ابزار یا روشهای جدید کاری که در حال معرفی هستند.

### Purpose of JSA

#### مقصود از JSA چیست ؟

مقصود از JSA تشخیص و ارزیابی خطراتی است که ممکن است در طول طراحی- روش اجرایی و ابزار آلات یک شغل دیده نشود. تغییر پرسنل یا روش. توسعه از اولین باری که کار انجام شده است. اولین هدف از انجام آنالیز ایمنی شغلی پیدا کردن راه ایمن برای انجام کار یا پیدا کردن راه جایگزین است.

### JSA Execution

#### اجرای JSA

JSA توسط تیمی شامل کارگران (کسانی که واقعا این کار را انجام می دهند) یا در آینده انجام خواهند داد. سوپر وایزرها، کارکنان ایمنی و تخصصهای مختلف اگر نیاز باشد. نتایج بدست آمده در یک جدول ویا فرم کامپیوتری ثبت می شود.

### JSA Procedure

#### روش کار JSA

JSA به صورت نرمال و عمومی شامل موارد زیر می شود :

- پیش نیاز آنالیز ایمنی شغلی
- تفکیک یک شغل به مراحل مختلف
- تشخیص خطرات ، موقعیت های خطرناک ، کارهای خطرناک انجام شده در هر مرحله از کار
- تعیین ابزار و کنترل های لازم برای قسمتهای که خطر آن شناسایی شده است
- خلاصه کردن و پیگیری نتایج حاصل شده
- دو مورد اخیر در همه انجام نمی شود

---

## JSA Prerequisites

### پیش نیاز JSA

- تشکیل تیم JSA
- انتخاب یک شغل برای آنالیز
- جمع آوری پیش زمینه های لازم و ضروری
- انتخاب یک جدول مناسب برای ثبت JSA TEAM
- یک سرپرست تیم که صلاحیت و تجربه در این روش را داشته باشد
- یک منشی که موارد را ثبت نماید ( این کار میتواند توسط سرپرست گروه نیز انجام شود .
- اعضای تیم شامل ۲ تا ۱۰ نفر برای جمع آوری تجربه و علم مورد نیاز برای شغلی که آنالیز می شود تهیه نمایند و روش اجرایی و ابزار مرتبط

---

## TEM – (JSA 2)

تیم باید حداقل شامل دو نفر از کارگرانی باشد که با این شغل آشنا هستند و متوجه باشند که کمک آنها در این فعالیت باعث شناسایی خطرات و به حداقل رساندن آنها می شود. اعضای تیم JSA باید وظیفه کاریشان را قبل از حضور در جلسه آنالیز ایمنی بدانند. اعضای تیم JSA باید روش اجرایی و ابزار مرتبط برای شغلی که آنالیز می شود تهیه نمایند. پرسنل با آگاهی و تخصص باید به این جلسه دعوت شود

---

## Job Selecting the

### انتخاب شغل

شغلهایی با بدترین آمار حوادث ، دارای اولویت هستند و در مرحله اول باید آنالیز شوند. ضریب تکرار حوادث : شغلهایی که ضریب تکرار حوادث بالایی دارند. و حادثه مرتب تکرار می شود دارای اولویت هستند. ضریب شدت : شغلهایی که حوادث در آنها ضریب شدت بالایی دارد یعنی باعث بروز LTI و درمان پزشکی می شوند باید آنالیز شود. پتانسیل حوادث : شغلهایی با پتانسیل خطر شدید مثل کارهایی نظیر بلند کردن تجهیزات سنگین شغلهای جدید : شغلهایی که همیشه انجام نمی شود و یا تغییر پیدا کرده دارای اولویت برای آنالیز هستند. شغلی همیشه : شغل هایی با خطرات ذاتی که کارگران در معرض آن قرار دارند

---

## Description Job

### تشریح شغل

اطلاعات زیر برای انجام آنالیز یک شغل باید تهیه شود. خلاصه ای از شغل و هدف از انجام آن. بازدید مقدماتی از شغل و محل توسط

سرپرست گروه و این گزارش میتواند با عکس و فیلم تکمیل شود. یک لیستی از آموزشهای مورد نیاز، دستیابی به محل، کار با ابزار، خودروها، کار در بلندی و... یک لیستی از نیازمندیها و وسایل استحفاظی توصیه شده

---

## Information Background

### اطلاعات پیش زمینه

قبل از انجام آنالیز ایمنی شغلی، جمع آوری این اطلاعات ضروری است. مصاحبه، مذكره نوشتن پروسه و روش اجرایی کتاب و مرجع بازدید از مراحل مختلف کار با بینی حوادث و اتفاقات گذشته

---

## into Basic Steps Separate the Job

### ۱- تفکیک کار به مراحل پایه

شغل باید به قسمتهای پشت سر هم با رعایت توالی تقسیم شود. در ارزیابی باید از موارد نارسا یا بیش از اندازه پرهیز کرد ( برای بیشتر شغلها ۱۰ STEP) کفایت می نماید  
مراحل باید شامل ابتدا تا انتها باشد. هر قسمت باید شامل کارهایی که انجام می شود باشد نه کارهایی که باید انجام شود تعریف  
مراحل با فعلهایی مانند نصب، بلند کردن، باز کردن، پر کردن مکان و جدا کردن بین مراحل کار با چند کارگر تا اطمینان از درستی مراحل حاصل شود

---

## Into Basic Steps Separate the Job

### ۲- تفکیک کار به مراحل پایه

برای تفکیک کار به مراحل گوناگون، روش سودمند مشاهده چگونگی انجام کار استانتخاب کارگران توانا، حرفه ای، و کسانی که مایل به همکاری در این فعالیت هستند برای مشاهده مشاهده کار دیگر کارگران برای مقایسه اختلافها به خصوص اگر در شیفتهای دیگر باشند JSA چه سودهایی دارد توزیع اینکه مشاهده کارگران در حال کار ثبت تصویر تعیین مراحل پایه با استفاده از سوالهای زیر با کدام مرحله کار شروع می شود مرحله پایه بعدی چیست

---

## into Basic Steps Separate the Job

### ۳- تفکیک کار به مراحل پایه

همچنین ما کارهای زیر را علاوه بر مشاهده انجام دهیم گفتگو در مورد شیوه انجام کار چندین نفر از کسانی این شغل را انجام در مشاهده وارد شوند به یاد آوری و چک کردن روش کسانی که آنالیز کار خود را انجام میدهند کار خود را بیاد بیاورند

---

## Identification Hazard

### شناسایی خطر

همچنین ما کارهای زیر را علاوه بر مشاهده انجام دهیم JSA باید این سوالات را در طول شناسایی خطرات بپرسد چه چیزی میتواند به سمت خطا برود نتیجه این خطاها چیست آن چگونه اتفاق می افتد ممکن است عوامل دیگری در این بخش وارد شود چگونه این خطرات اتفاق می افتد سطح ایمنی چقدر است باید چک شود تا اندازه گیری ها JSA اجرایی باشد طرح ایمنی شناسایی شد، و آنها متوجه بشوند با درگیر شدن در کار برای شناسایی خطر ها، سودمند است تا از یکسری چک لیست ها بهره بگیریم

---

## Identification Hazard

### ۲- شناسایی خطر

در شناسایی خطر حداقل به موارد زیر باید رسیدگی شود آیا چیزهایی برای ضربه زدن متقابل یا آسیب رساندن وجود دارد آیا



چیزهایی برای گیر افتادن کسی بین آنها وجود دارد آیا پتانسیل خطر لیز خوردن و افتادن وجود دارد آیا خطر سقوط از سطحی به سطح دیگر و یا در همان سطح وجود دارد. ممکن است عوامل دیگری در این بخش وارد شود چگونه این خطرات اتفاق می افتد آیا خطر کشیدن ، هل دادن و یا خمش ، چرخش وجود دارد. آیا خطر محیطی برای ایمنی و سلامتی افراد وجود دارد آیا خطر تجمع موادی نظیر گازهای سمی ، بخار و یا بخار فلزی و یا گرد و غبار وجود دارد آیا خطر وجود مواد آتش زا ، انفجاری و یا برق وجود دارد

---

## Solutions Develop

### ایجاد یا توسعه راه حل ها

روشهای پیشنهاد شده برای کنترل خطرات باید لیست شود. روشهای مهندسی و مدیریتی برای ایزوله کردن خطرات به استفاده از وسایل حفاظت فردی ترجیح داده می شود. پیدا کردن راههای جدید برای انجام شغل تغییر موقعیت های فیزیکی که خطر ایجاد می کند بازمینی روش اجرایی و روش کاربالاتر بردن آموزش قبل از انجام کار افزایش نظارت و سرپرستی در حین کار اجرای کنترل های اداری زمانی که نمیتوان عامل خطر را با روشهای مهندسی حذف کرد اختصاص امکانات تجهیزات فردی

---

## Conclusions

### منافع انجام JSA

شناسایی واقعی و پتانسیل خطراتی که در شغل وجود دارد و کمک برای اینکه چگونه این خطر را مدیریت کنیم دادن آموزش های فردی به افراد در مورد حفاظت ایمنی موثر آماده کردن پلانهایی برای سرپرستی ایمنی دادن اطلاعات ایمنی به کارگران جدید دادن دستورالعمل برای کارهای غیر معمول بررسی روش اجرایی شغل بعد از رخ دادن حادثه مطالعه روش کار برای بهبود های امکان پذیر شناسایی حفاظتهای مورد نیاز برای محللهای مورد نیاز آموزش سرپرستان برای سرپرستی ایمنی افزایش ارتباط و درگیری کارگران با مسائل و روشهای ایمنی مشارکت کارگران در ایجاد روش های اجرایی ایمنی مثبت در مورد ایمنی

### JSA Repeating the

#### تکرار آنالیز ایمنی شغلی

اگر هرگونه تغییری در مواد اولیه ، ابزار روش ها بوجود آمد آنالیز ایمنی شغلی باید تکرار شود. اگر حادثه مهمی در یک شغل بوجود آمد. آنالیز ایمنی شغلی کمک میکند برای پیدا کردن علت حادثه و راههای جلوگیری از حوادث آینده آنالیز ایمنی شغلی باید به صورت دوره ای انجام شود. این راه ما را مطمئن می سازد که کارگران از روشهای درست انجام کار پیروی می کنند

#### دوره ارزیابی ریسک به روش HAZOP

این دوره در طی دو روز برگزار شده است و کسانی که واقعا در محیط های کار پر خطر قرار دارند و نیاز به ارزیابی ریسک به روش HAZOP دارند می توانند از آموزش کاربردی که در این پاورپوینت توضیح داده شده است استفاده کنند.

موضوعات دوره HAZOP به شرح زیر است:

۱. تعریف ریسک
۲. ماتریس ریسک
۳. مدیریت ریسک
۴. مدیریت ریسک کی باید انجام شود؟
۵. چرخه منتخب مدیریت ریسک
۶. انواع روش های شناسایی خطرات
۷. اهداف استفاده از روش HAZOP

۸. دلایل فراگیر شدن روش HAZOP

۹. نقطه ضعف HAZOP

۱۰. مراحل انجام HAZOP

۱۱. انواع روشهای HAZOP

۱۲. شرایط جلسه و گروه HAZOP

۱۳. گزارش اولیه و نهایی HAZOP

۱۴. نرم افزار PHA-pro + نمونه عملی

این مطلب برورسانی شد و ۰ تا ۱۰۰ ارزیابی ریسک به روش HAZOP پیوست شد:

#### الف - مقدمه

با توجه به اهمیت فراوان ایمنی سیستم در فرایند تولید محصولات و همچنین تأمین ایمنی پرسنل، تجهیزات، محیط عملیاتی و سایر اموال، لازم است تا تعداد خطرات موجود در روند تولید یک محصول با استفاده از یک سری تکنیک هایی که هدف آنها شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات چه بصورت کیفی و چه بصورت کمی می باشد، به حداقل ممکن برسد. در محیطهای تولیدی که با خط مشی ایمنی سیستم عجین شده اند، الزامات ذکر شده برای کنترل خطرات از فاز ایده و مفهوم سیستم تا فاز کنار گذاری سیستم یا عبارتی فاز انهدام یا دفع، جریان دارد. لذا در راستای تکمیل ادامه مباحث ایمنی سیستم قصد آن داریم تا یکی از تکنیک های مهم در تجزیه و تحلیل خطرات، را معرفی و مورد بحث قرار دهیم.

#### ب- معرفی تکنیک مطالعه خطر و قابلیت عملیات (HAZOP)

##### ب-۱ تاریخچه

تکنیک HAZOP یا HAZOPS نخستین بار در اواسط دهه ۷۰ میلادی توسط مهندسين شرکت صنایع شیمیایی ICI در انگلستان بر اساس تکنیکی که بنام آزمایش بحرانی معروف بود، معرفی شد و پس از آن توسط آقای T. A. Kletz، بصورت قانونمند و امروزی در آمد. اساساً تکنیک HAZOP که ماهیتی آینده نگر و مبتنی بر پیشگیری قبل از وقوع دارد، در مقابل متد استفاده از چک لیست که مبتنی بر فلسفه گذشته نگر می باشد، مطرح گردید. هر چند که تکنیک HAZOP برای اولین بار بمنظور شناسایی و ارزیابی خطرات فرایندی معرفی و بکار گرفته شد ولی با گذشت زمان و معرفی توانمندی های دیگر آن، به سایر صنایع نیز گسترش یافت.

##### ب-۲ تعریف

کلمه HAZOP، برگرفته از سه حرف اول کلمه Hazard به مفهوم خطر و دو حرف اول Operability، به معنی قابلیت عملیات، می باشد. در زیر چند تعریف از HAZOP ارائه می گردد:

- HAZOP روشی سیستماتیک و کیفی است که بر اساس استفاده از کلمات کلیدی، اجرا می شود.
- HAZOP یک روش خلاقانه برای حل مشکلات با ریشه ایمنی و عملیاتی است که بر پایه فعالیتهای یک تیم چند تخصصی، قرار دارد.
- HAZOP تکنیک شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات می باشد که بر پایه نگرش سیستمی بوده و بر این اصل استوار است که سیستم زمانی ایمن است که کلیه پارامترهای عملیاتی آن نظیر دما، فشار، مقدار جریان و ... در حالت طبیعی خود قرار داشته باشند. با توجه به تعریف اخیر، برای موفقیت آمیز بودن نتایج HAZOP، شناسایی دقیق سیستم تحت مطالعه، تعیین کلیه پارامترهای عملیاتی و حدود طبیعی و قابل قبول آنها هم در شرایط اضطراری و هم در شرایط طبیعی و با در نظر گرفتن تغییرات قابل تحمل، از اهمیت حیاتی برخوردار می باشد.

## ۱- انواع HAZOP

بر اساس هدف مورد نظر، می توان HAZOP را در چهار دسته طبقه بندی نمود:

۱. HAZOP فرایندی: این نوع مطالعه برای ارزیابی خطرات در سیستم های فرایندی بکار می رود و کاربردی ترین روش HAZOP، محسوب می گردد. که به آن خواهیم پرداخت.
۲. HAZOP انسانی: یکی از اختصاصی ترین انواع HAZOP ها بشمار می رود که اساساً بر روی خطاهای انسانی و نقش آنها در کاهش قابلیت اطمینان سیستمها متمرکز می گردد. خطاهای انسانی به بخشی از رفتارهای فرد اطلاق می گردد که از حدود قوانین و استانداردها تخطی نماید.
۳. HAZOP دستورالعملی: در این نوع HAZOP که در پاره ای از اوقات از آن به عنوان مطالعه عملیات ایمنی ( safety operation) نیز یاد می شود، دستورالعمل ها یا به عبارت دیگر شرح توالی و روند عملیات مورد مطالعه و بازنگری قرار می گیرد.
۴. HAZOP نرم افزاری: نوع دیگری از HAZOP های ویژه می باشد که به منظور شناسایی خطاهای احتمالی در طراحی و توسعه یک نرم افزار، بکار می روند.

## ۲- توصیف کلی

تکنیک HAZOP، خطرات و مشکلات عملیاتی را شناسایی می نماید و مفهوم اصلی آن این است که، چطور می شود ماشین آلات، تجهیزات یا سیستم، از هدف اصلی طراحی، منحرف گشته و انتظارات طراح را برآورده نکنند. اگر در فرایند شناسایی مشکلات در طول انجام مطالعه HAZOP، راه حلی که واضح و معلوم باشد، ارائه گردید، بعنوان قسمتی از نتایج بدست آمده از HAZOP ثبت می گردد. ولی باید توجه داشته باشیم که، بدنبال راه حل هایی که زیاد واضح نیستند، نباشیم، چرا که هدف اصلی برای انجام HAZOP شناسایی مشکلات مربوط به فرایند یا سیستم می باشد. هر چند مطالعه HAZOP به منظور تکمیل روش ها و شیوه های مبتنی بر تجربه، هنگامی که با یک طرح جدید یا یک تکنولوژی جدید سر و کار داریم، توسعه داده می شود، علی رغم این، موارد استفاده از آن تقریباً به تمام فازهای عمر یک دستگاه یا سیستم، گسترش داده می شود. مطالعه HAZOP بر این اصل استوار است که در آن، چندین کارشناس یا متخصص، با تخصص های مختلف می توانند با هم تعامل داشته و خطرات بیشتری را نسبت به مواقعی که به طور انفرادی و مجزا، کار می کنند، شناسایی نموده و نتایج بدست آمده از این تعامل را با هم ترکیب و تلفیق نمایند.

## ۳- مفهوم

مفهوم HAZOP، بازنگری سیستم، طی یک سری از نشست ها و جلسات است که در طی آن یک تیم چند تخصصه، طراحی سیستم را با یک شیوه خاصی که به طوفان ذهنی معروف است، و با استفاده از کلمات کلیدی که با یک ساختار ویژه ای تهیه شده اند و همچنین با تجربه ای که رهبر تیم در این مورد دارد، مورد توجه و مطالعه قرار می دهند.

نخستین مزیت این طوفان ذهنی این است که قوه تخیل افراد را تحریک می نماید تا نظراتی را جهت شناسایی خطرات بالقوه در سیستم، ارائه نماید. این خلاقیت های بدست آمده، از تعامل بین اعضای تیم و تجربیات مختلف و گوناگون آنها منتج می گردد. اجرای درست و موفقیت آمیز این کار مستلزم آنست که تمام اعضای تیم در آن مشارکت داشته باشند. در این مورد کمیت، کیفیت را ایجاد می نماید و اعضای تیم باید از انتقاد و خورده گیری نسبت به یکدیگر جلوگیری نمایند تا اینکه، اعضای تیم در ارائه پیشنهادات و نظرات خود مردد نگردند.

تیم روی قسمت های مختلف طرح به نوبت تمرکز ایجاد می نماید که به آن قسمت ها گره های مطالعه (Study Nodes) گفته می شود. در هر یک از این گره های مطالعه، انحراف از پارامترهای فرایند، با استفاده از کلمات کلیدی، مورد بررسی قرار می گیرد. کلمات کلیدی جهت اطمینان از اینکه طراحی با هر روش ممکن و قابل تصویری مورد بررسی قرار گیرد، استفاده می شوند. بنابراین

تیم باید تعداد نسبتاً زیادی از انحرافات را شناسایی نموده و هر یک از آنها را مورد ملاحظه قرار دهد و پس از آن بتواند علت های عمده و بالقوه را به همراه پیامدهای ناشی از آن مشخص نماید.

#### ۴- زمان انجام

بهترین زمان برای انجام HAZOP، زمانی است که طراحی، نسبتاً قطعی شده باشد. (فاز طراحی). در این مرحله، طراحی به نحو کاملاً خوبی مشخص و تشریح شده و این اجازه را به طراح می دهد که پاسخ های با مفهوم و معنی داری را به سؤالات بوجود آمده در HAZOP ارائه نماید. همچنین، در این فاز هنوز امکان تغییر در طراحی بدون اینکه هزینه قابل توجهی در پی داشته باشد، وجود دارد. HAZOP، می تواند در هر فازی بعد از طراحی نیز انجام گیرد. بطور مثال، بسیاری از کارخانجات با ماشین آلات و تجهیزات قدیمی از نظر کنترلی و سیستم های آن، تجهیز و ارتقاء یافته و بهینه تر شده اند. در HAZOP، بین راه های انحراف و فلسفه طراحی سیستم کنترلی متداول برای رساندن انحرافات به صفر، یک ارتباط طبیعی وجود دارد. بنابراین، خیلی مؤثر و مفید خواهد بود که به محض آنکه طراحی مجدد سیستم کنترلی قطعی گردید، ماشین آلات یا تجهیزات کارخانه را، مورد مطالعه مجدد قرار دهیم. موفقیت در HAZOP، به چندین عامل بستگی دارد:

- تکمیل بودن و دقیق بودن نقشه ها و سایر اطلاعات و داده هایی که بعنوان پایه و اساس مطالعه مورد استفاده قرار می گیرند.
- مهارت های فنی و بینش و بصیرت تیم
- توانایی تیم برای استفاده از این روش به عنوان یک وسیله کمکی برای تحریک قوه تخیل و تصور خود نسبت به انحرافات ممکن، علل بوجود آمدن این انحرافات و پیامدهای ناشی از آن
- توانایی تیم برای تمرکز روی خطرات جدی تری که شناسایی شده اند.

این فرایند سیستماتیک و نظام مند بوده و تعریف برخی از اصطلاحات مورد استفاده در آن مفید خواهد بود:

#### ۵- اصطلاحات مورد استفاده در HAZOP

۱-۵- Study Nodes (گره های مطالعاتی): قسمت ها، موقعیت ها و محل هایی بر روی خط لوله و نقشه های تجهیزات و دستورالعمل ها هستند که در تک تک آنها، پارامترهای فرایند از نظر انحرافات ممکن مورد بررسی قرار می گیرند.

۲-۵- Intention (خواسته و هدف): بدان معناست که در صورت عدم وجود انحراف در گره مطالعاتی، انتظار می رود ماشین آلات و دستگاه ها، چگونه عمل نمایند (حد انتظارات و خواسته های طراحی از عملکرد سیستم مورد نظر).

۳-۵- Deviation (انحراف): انحراف به معنی دور شدن و فاصله گرفتن پارامتر فرایند از حد انتظارات و خواسته های طراحی و یا خارج شدن از محدوده قابل قبول می باشد که بصورت سیستماتیک و با بکارگیری کلمات کلیدی کشف می گردد.

انحرافات = پارامترهای فرایند + لغات کلیدی

۴-۵- causes (علت ها): دلایل ممکن برای بوجود آمدن انحراف را گویند. زمانی که مشخص گردد یک انحراف دارای یک علت موثقی می باشد، باید آنرا به عنوان یک انحراف معنی دار تلقی نمود. این علت ها می توانند نقص های سخت افزاری، خطاهای انسانی، حالت یا وضعیت غیر قابل پیش بینی در فرایند (بطور مثال تغییر ساختار و ترکیب)، اختلالات خارجی (بطور مثال افت انرژی و توان) و ... باشند.

۵-۵- Consequences (پیامدها): نتایج حاصل از وقوع انحرافات. بطور مثال آزاد شدن گازهای قابل اشتعال یا سمی.

۶-۵- Guide words (کلمات کلیدی یا راهنما): کلمات ساده ای هستند که برای کمی یا کیفی نشان دادن خواسته و هدف طراحی، به منظور هدایت و تحریک فرایند طوفان ذهنی (برانگیختن قوه تخیل تیم) و پس از آن کشف انحرافات بکار برده می شوند. در جدول زیر کلمات کلیدی معمول که اغلب در HAZOP مورد استفاده قرار می گیرند، نشان داده شده است. هر کلمه کلیدی با توجه به محل یا نقطه ای از دستگاه یا ماشین یا گره مطالعاتی که تحت بررسی قرار دارد انتخاب می شود و می تواند در محل یا نقطه دیگر یا دستگاه و گره مطالعاتی دیگر متفاوت باشد.

جدول ۵-۶-۱- چند مثال از ترکیب کلمات کلیدی با پارامترها و بوجود آمدن انحراف

انحراف	پارامتر	کلمات کلیدی (راهنما)
NO FLOW	FLOW (جریان)	NO
HIGH PRESSURE	PRESSURE (فشار)	MORE
TWO PHASE	ONE PHASE	AS WELL AS
MAINTENANCE	OPERATION	OTHER THAN

این کلمات کلیدی را می توان هم با پارامترهای عمومی مثل واکنش، انتقال و ... و هم با پارامترهای ویژه ای مانند فشار، دما و ... بکار برد.

جدول ۵-۶-۲ تعدادی از کلمات کلیدی مورد استفاده در تکنیک HAZOP

معنی و مفهوم	کلمات کلیدی
عدم انجام پارامتر یا عدم وجود آن	NO
کاهش کمی در اندازه و یا میزان طراحی شده (حد قابل قبول) پارامتر	LESS
افزایش کمی در اندازه و میزان طراحی شده (حد قابل قبول) پارامتر	MORE
کاهش کیفی- بجای کل پارامتر تنها قسمتی از آن وجود دارد	PART OF
افزایش کیفی- موارد دیگری بجز پارامتر تعریف شده وجود دارد	AS WELL AS
وقوع پارامتر در جهت عکس هدف طراحی	REVERSE
تعویض (جایگزینی) کامل پارامتر	OTHER THAN
وظیفه زودتر از موعد مشخص انجام می شود (وقتی زمان مطرح باشد)	EARLY
وظیفه دیرتر از موعد مشخص انجام می شود	LATE
وظیفه در طول توالی خود قبل از موعد مشخص انجام می شود	BEFORE
وظیفه در طول توالی خود بعد از موعد مشخص انجام می شود	AFTER

با پارامترهای عمومی و کلی یاد شده، معمولاً برای هر کلمه کلیدی، انحراف معنی داری بوجود می آید. علاوه بر آن غیر معمول نمی باشد که با بکارگیری یک کلمه کلیدی، بیش از یک انحراف داشته باشیم بطور مثال **more reaction** هم می تواند بدان مفهوم باشد که واکنش با سرعت بالایی انجام گرفته و هم اینکه مقدار زیادی از محصول بوجود آمده است.

با استفاده از پارامترهای خاصی، ممکن است انجام برخی از اصلاحات و تغییرات در کلمات کلیدی، ضروری بنظر آید. علاوه بر آن، پیدا نمودن برخی از انحرافات عمده و بالقوه که بوسیله محدودیت های فیزیکی، رفع یا حذف گردیده اند، غیر معمول می باشد. بطور مثال، اگر هدف و خواسته طراحی از نظر فشار و دما، مورد ملاحظه قرار گرفته باشد، ممکن است تنها کلمات کلیدی **more** یا **less** باشند که در این مورد، استفاده شوند.

یادآوری: برخی دیگر از اصلاحات و تغییرات مورد نیاز برای کلمات کلیدی عبارتند از:

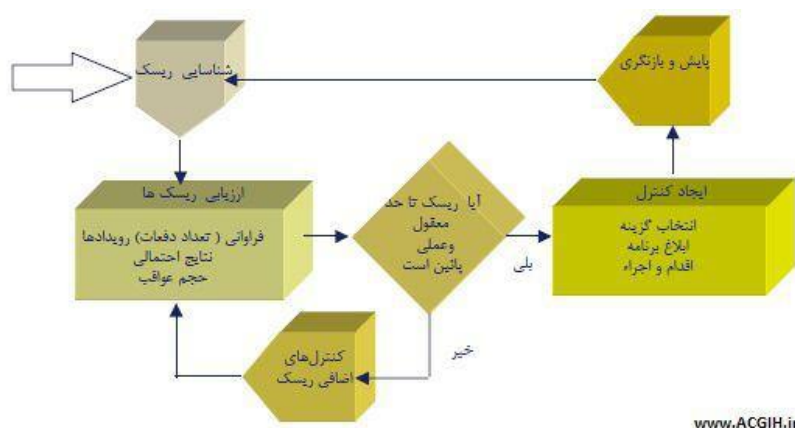
- **OTHER THAN** بجای **SOONER** یا **LATER**، هنگامی که زمان را مورد ملاحظه قرار می دهیم.
- **OTHER THAN** بجای **WHERE ELSE** هنگامی که وضعیت، منابع یا هدفی را مورد ملاحظه قرار می دهیم.
- **LESS** یا **MORE** بجای **HIGHER** , **LOWER** هنگامی که ارتفاع، دما یا فشار را مورد ملاحظه قرار می دهیم.
- **ALSO**، هنگامیکه هدف یا خواسته طراحی برآورده شده ولی موارد دیگری از جمله فعالیت های وابسته هم به همراه آن، به چشم بخورد. یا بوقوع بپیوندد. بطور مثال، **ALSO FLOW** این نکته را بیان می دارد که غیر از جریان اصلی مواد یا ماده دیگری هم جریان پیدا می کند.

جدول ۵-۶-۳- مثال های کاربردی از کلمات کلیدی

کلمات کلیدی	معنی	مثال
NO	هیچ / نه	دریچه باز نمی شود
MORE	بیشتر	فشار بیش از حد طراحی
LESS	کمتر	جریان کمتر از حد معمول
PART OF	بخشی از	بجای سه دریچه ، دو دریچه مسدود می شود
AS WELL AS	بعلاوه	دریچه دیگری نیز همزمان بسته می شود
REVERSE	معکوس	پس زدن جریان در هنگام خاموش شدن سیستم یا جریان خلاف جهت طراحی
OTHER THAN	بجای اینکه	جریان مایعات در خط لوله بجای گاز
EARLY	زودتر	دریچه مخزن قبل از کاهش فشار آن باز می شود
LATE	دیرتر	کنترل ماده رادیو اکتیو پس از ورود به مخزن صورت می گیرد

هنگامی که به یک هدف طراحی که شامل مجموعه ای پیچیده از پارامترهای مربوط به سیستم مورد نظر می باشد، می پردازیم، بطور مثال، دما، سرعت، واکنش، ترکیب یا فشار، ممکن است بهتر باشد که کل کلمات کلیدی را به همان ترتیب و توالی که در جداول بالا ذکر گردید برای هر پارامتری بصورت مجزا و تک تک بکار ببریم تا اینکه هر یک از کلمات کلیدی را یکی بعد از دیگری در مورد همه پارامترها بکار گیریم. همچنین هنگامی که کلمات کلیدی را در یک جمله بکار می بریم، ممکن است بهتر باشد که همه آنها را به همان ترتیب و توالی که ذکر شد برای هر عبارت یا کلمه ای، بصورت مجزا بکار ببریم و در این کار از قسمت کلیدی که فعالیت را تشریح می نماید (معمولاً فعل ها یا قیدها) شروع کنیم. این قسمت های جمله معمولاً به برخی از اثرات روی پارامترهای فرایند، مربوط می شوند. بطور مثال در جمله اپراتور جریان A را به راه می اندازد یا شروع می کند هنگامی که فشار به B می رسد کلمات کلیدی که بکار خواهند رفت عبارت بود از :

- جریان (MORE LESS) A.NO
  - وقتی که فشار به B می رسد (LATER, SOONER و ...)
- ۶- خط مشی ها و رهنمودهایی برای استفاده از دستورالعمل ها



چرخه فرایند hazop

مفاهیم ارائه شده در بالا، در چهارچوب مراحل زیر انجام می شوند: (مراحل انجام HAZOP)

- ۱-۶- تعریف اهداف کلی، مقاصد و دامنه کاربرد مطالعه
  - ۲-۶- انتخاب تیم
  - ۳-۶- آمادگی و تمهیدات لازم برای انجام مطالعه
  - ۴-۶- انجام بازنگری تیمی
  - ۵-۶- ثبت نتایج
- تشخیص این که برخی از این مراحل می توانند همزمان اتفاق بیفتند، خیلی مهم است. بطور مثال تیم مورد نظر، طراحی را بازنگری می کند یافته ها و نتایج را ثبت می نماید و بطور مستمر این نتایج را پیگیری می نماید. البته ذیلاً مراحل ذکر شده در بالا را بصورت جداگانه مورد بررسی قرار خواهیم داد:

۱. disposal
۲. Hazard And Operability study
۳. Brain storming
۴. رویکرد HAZOP
۵. عضو تیم HAZOP

۶. مسئول ثبت سوابق HAZOP

۷. رهبر HAZOP

۸. مدیر راه اندازی مطالعه HAZOP

### حوزه کاربرد این آموزش

این راهنما برای کمک به شما برای ایفای نقش کامل خود در مطالعه HAZOP به عنوان یک عضو گروه، مسئول ثبت سوابق HAZOP یا رهبر، تهیه شده است. در عین حال، در این راهنما توضیح داده می شود که شما به عنوان یک مدیر که مطالعه HAZOP را راه اندازی میکنید، باید انتظار کدام نتایج را داشته باشید.

این دوره درسی به طور گام به گام توضیح می دهد چگونه تکنیک ها عمل نموده و در مورد هر نقش راهنمایی لازم را داده تا بتوان بهترین نتایج را با همکاری و تشریح مساعی به دست آورد. آمادگی برای این کار بسیار مهم است و پیشنهاد می گردد که شما شروع خوبی داشته باشید.



یک تکنیک گروهی است که جهت شناسایی مخاطرات و احتمال وقوع آن به کار می رود. آن را می توان در کارخانجات فرآوری در حال کار و کارخانجاتی که در مراحل مختلف طراحی قرار دارند، بکاربرد.

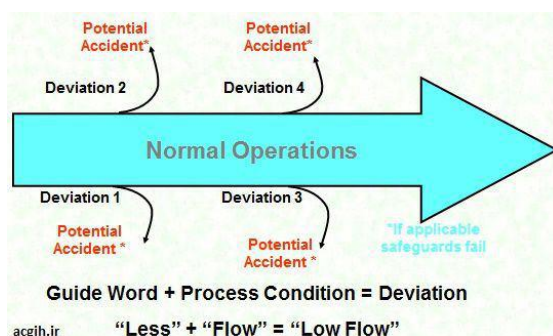


شناسایی مخاطره در اولین گام ، فرآیند منظمی است که هدف آن بهبود مدیریت ریسک می باشد.  
( **HAZard and OPerability study** )

- روش قانونمند شناسایی خطرات فرایند و تعیین اثرات آنها روی سیستم
- مناسب برای صنایع شیمیایی و سیستم های پیچیده
- برای کلیه مراحل عمر سیستم مفید است ولی در مرحله طراحی مفیدتر است.
- تمرکز روی انحرافات سیستم دارد یعنی به دنبال انحرافات سیستم است.



- روش شناسایی و ارزیابی مشکلاتی است که می تواند ریسکی را به افراد, محیط زیست و یا تجهیزات تحمیل کرده و یا از اثر بخشی عملیات جلوگیری کند.
- روش سیستماتیک و کیفی است که بر اساس استفاده از کلمات کلیدی قرار دارد.
- روش خلاقانه برای حل مشکلات با ریشه ایمنی و عملیاتی است که بر پایه فعالیت های یک تیم چند تخصصی قرار دارد.
- تکنیک شناسایی, ارزیابی و کنترل خطرات بر پایه نگرش سیستمی است که بر اصل زیر استوار می باشد: سیستم زمانی ایمنی است که کلیه پارامترهای عملیاتی آن نظیر فشار, درجه حرارت, میزان جریان و ... در حالت طبیعی قرار داشته باشد.
- یک بررسی نظام مند بوسیله یک تیم تحت مدیریت رهبر آموزش دیده از اهداف طراحی یک سیستم یا یک بخش جدید یا موجود برای شناسایی خطرات, عملیات بد یا کارکرد بد بخش های مختلف درون یک سیستم و پیامدهای آن بر روی سیستم و محیط آن.



## انواع hazop

- هزآپ فرایندی: پرکاربردترین نوع هزآپ است
- هزآپ انسانی: یکی از اختصاصی ترین انواع این تکنیک بشمار می رود. که اساسا بر روی خطاهای انسانی و نقش آنها در کاهش قابلیت اطمینان سیستم های خودکار, اصلاح شرایط ناایمن و تلاش در راستای کنترل خطاهای عناصر محیطی, سخت افزاری و موادی سیستم های ایمنی, عنصر انسانی این نوع سیستم ها که وظیفه راهبری و کنترلی را برعهده دارند بعنوان بحرانی ترین عنصر مطرح گردیده است که می تواند با اعمال نا ایمن و خطاهای انسانی سیستم را تا حد شرایط بحرانی پیش ببرد. خطاهای انسانی به بخشی از رفتارهای فرد اطلاق می شود که از حدود قوانین و استاندارد ها تخطی می نماید.
- هزآپ دستوراتعملی: شرح توالی عملیات ها مورد بررسی قرار می گیرد
- هزآپ نرم افزاری: برای شناسایی خطاهای احتمالی در طراحی و توسعه یک نرم افزار بکار می رود.

برای مشاهده ادامه مطلب فایل پیوستی را دانلود کنید.

### انواع خطاها

### مراحل اجرای هزآپ

### وظایف رهبر و یا رئیس تیم HAZOP

### وظایف دبیر تیم HAZOP

### کلمات کلیدی در اجرای هزآپ

### نمونه کاربرد هزآپ

### مزایا HAZOP

### معایب HAZOP

### آشنایی با مفاهیم و ضرورت های شناسایی خطر و ارزیابی ریسک در سیستم ها

### شناسایی روش های متداول خطر و ارزیابی ریسک

- آشنایی با نحوه استفاده از اطلاعات منتج از ارزیابی های انجام شده بمنظور اعمال نگرش پیشگیرانه و کنترل پیشاپیش مخاطرات و کاهش ریسک در سیستم ها
- محتویات دوره:

- حوادث عمده جهان
- تعاریف و اصطلاحات
- روشهای کنترل خطرات
- کاربرد ارزیابی ریسک
- انواع ریسک های سازمانی
- تکنیک های شناسایی خطرات
- تکنیک های ارزیابی ریسک
  - روش کامل ارزیابی ریسک به روش what if
  - روش کامل ارزیابی ریسک به روش Hazop
  - روش کامل ارزیابی ریسک به روش jsa
  - ارزیابی ریسک به روش BS 8800:1996
  - ارزیابی ریسک به روش William fine
  - ارزیابی ریسک به روش MIL-STD 882B
  - ارزیابی ریسک به روش John Green

Risk = Probability x Severity

شدت X احتمال = ریسک

مهمترین دلایل عمده مطرح شدن شناسائی و ارزیابی ریسک در مقوله ایمنی

۱. علاج واقعه قبل از وقوع (پیشگیری)
  ۲. سود آوری
  ۳. ضریب ایمنی (باقی ماندن در بازار ایمنی)
  ۴. پاسخ دار بودن هیئت مدیره به سهام داران آن
  ۵. کمک در تصمیم گیری
  ۶. پیروی از وظایف قانونی در جلوگیری از خطرات
  ۷. کمک به شناسائی اولویت ها
  ۸. اتخاذ راهکارهای مناسب و موثر برای برطرف کردن خطرات بالقوه
  ۹. اطمینان از اینکه کلیه فعالیت ها مورد بررسی قرار گرفته اند
  ۱۰. وجدان کاری
- سه عامل پایه ای بر حسب اولویت:
- ۱- شناخت ← خطرات را شناسایی کنید
  - ۲- ارزیابی ← تدابیر پیشگیرانه و کاهش دهنده را مشخص کنید
  - ۳- کنترل ← برنامه چاره جوئی در صورت رخداد حادثه را تهیه نمائید
- نمونه هایی از روش های ارزیابی:
۱. چک لیست ها

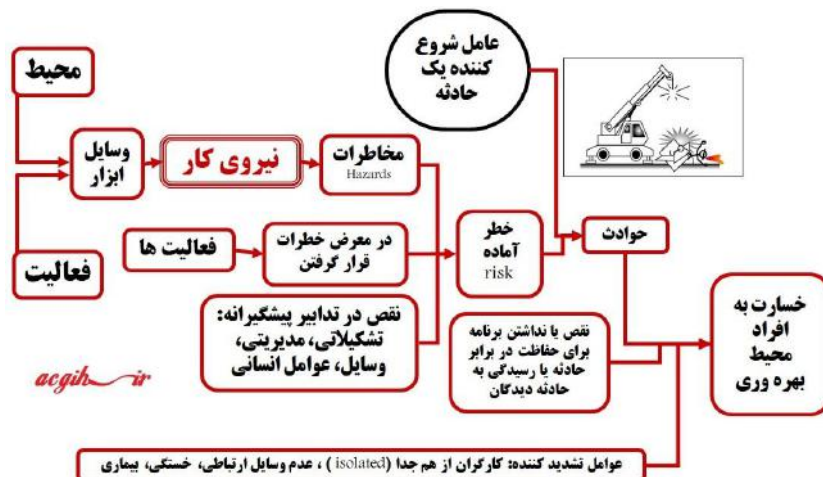
۲. Hazop
۳. گیت های لاجیک Fault tree
۴. Safety reviews
۵. ...
- Independent Protection Layer: (عوامل مستقل در کاهش ریسک ، لایه های دفاعی)
۱. ضخامت ها و لایه های مخازن و ... توسط طراح
۲. کنترل کننده ها CCR-LCS
۳. آلارم ها
۴. Shut Down ها
۵. Safety ولوها برای سیالات و گازها از جمله : رایچر دیسک ها (درصد خطای کمتر – جهت عملیات Shut Down و خطرناک بودن عملیات – جامدات را جذب نمی کند احتمال چوکینگ کمتر)
۶. Physical Protection (PPE)
۷. (On Site) Emergency Response
۸. (Off Site) Emergency Response

روش های کنترل :

۱. روش (engineering) سخت افزاری مثل اضافه نمودن ولو
  ۲. روش Administrative نرم افزاری مثلا زدن تگ روی دستگاه
- برای تمام فعالیت ها در حوزه کنترل و ساخت و ساز می باشند، بخصوص فعالیت هایی که در زمره کارهای عادی و روزمره نیستند یک ارزیابی خطر باید بعمل آید.
- اغلب کارها در پالایشگاه از طریق اجازه کار (PTW= Permit To Work) انجام می گیرد و این در حقیقت خود یک ارزیابی خطر و کنترل آن می باشد. معینا کارهایی هم که دارای اجازه کار هستند بنا به گوناگونی طبیعت آنها حتما باید مورد ارزیابی قرار گیرند تا اقدامات پیشگیری و رفع موارد نایمن در مورد آنها صورت گیرد.

اهداف عمده

۱. پیروی از قانون کار ۲. پیروی از خط مشی شرکت جهت پیشگیری خطرات و کاهش حوادث



نمونه ای از نمودار ایجاد حوادث

## خطرات مهمی که از انجام کار ناشی می شوند

انجام بعضی فعالیت ها ممکن است باعث خطراتی شوند که احتیاج به چاره جویی دارند مانند کار در ارتفاع، راه اندازی یک ژنراتور جدید، یا حفاری در منطقه ای سست. خطرات کوچک و ناچیز که در فعالیت های مستمر روزانه پیش میاید قابل چشم پوشی می باشند. چاره جویی ها، مناسب با طبیعت کار در نظر گرفته می شود تا اثرات مثبت خود را ظاهر سازند. برای مثال هر کجا لازم باشد دستورالعمل های کار تغییر پیدا می کند یا وسایل جدید را برای دراز مدت بکار گرفته می شود، اولویت یکی بعد از دیگری مشخص می گردند و مجریان کار با چشم باز می دانند که چه نوع تمهیداتی را با چه اولویتی باید در نظر بگیرند تا کار سالم و ایمن انجام گیرد.

## ارزیابی در عمل

ارزیابی در عمل به معنای شناسایی خطرات موجود و برآورد وسعت دامنه این خطرات در انجام یک کار معین می باشد که نتیجه آن به اقدامات پیشگیرانه و تصحیح اعمال نایمن می انجامد.

این ارزیابی باید باید کلیه عملیات کم و بیش شبیه به هم را پوشش دهد.

در محیط های کاری پر جنب و جوش، جایی که نوع فعالیت ها مرتب تغییر میکند یا خود کار مرتب در حال پیشرفت است، مثلا در سایت های ساختمانی، ارزیابی باید بر روی مجموعه وسیعی از خطرات که تمام زمینه های کاری را در بر بگیرد تمرکز پیدا کند. برنامه ریزی های کاری با جزئیات تعریف شوند و آموزش لازم به کارکنان داده شود بطوریکه این خطرات هر زمان که پیش آیند کنترل شوند.

مثال های دیگری که میتوان در این زمینه آورد عبارتند از آماده سازی سایت، برپایی دستگاه ها، کابل کشی، عملیات قبل از راه اندازی، راه اندازی و ...

## فواید ارزیابی:

۱. کمک در تصمیم گیری
۲. اطمینان از پاسخگویی به انتظارات شرکت برای پیشگیری از حوادث
۳. پیروی از وظایف قانونی در جلوگیری از خطرات
۴. کمک به شناسایی اولویت ها
۵. اتخاذ راهکارهای مناسب و موثر برای برطرف کردن خطرات بالقوه
۶. اطمینان از اینکه کلیه فعالیت ها مورد بررسی قرار گرفته اند
۷. دخالت دادن مستقیم کارگرانی که درگیر کار هستند در به اجرا گذاشتن کلیه راهکارهای اتخاذ شده

## برای انجام یک ارزیابی مناسب و کافی موارد زیر را تماما اجرا کنید

- تمام خطرات در کار مورد نظر را شناسایی کنید سپس آنها را مورد ارزیابی قرار دهید. در این مورد باید کلیه قوانین و مقررات را در نظر بگیرید
- آنچه را که یافت شده است ثبت کنید
- آن گروه از افراد را که در معرض این خطرات بالقوه قرار می گیرند معین نمایید. دیگر گروه ها را که ممکن است در معرض خطر قرار گیرند شناسایی نمایید مانند بازدیدکنندگان، پیمانکاران، مردم عادی و غیره
- اقدامات ایمنی موجود را مورد ارزیابی قرار دهید. اگر کافی نیستند اقدامات جدید را طرح ریزی کنید. این اقدامات شامل آموزش و دادن اطلاعات نیز می باشد.

## ارزیابی مناسب و کافی

خطرات تازه و یا دیده نشده را کشف نموده و یاد داشت نمایید. نتیجه منطقی را در صورت بروز حدس بزنید و ثبت نمایید.

مشخص نمائید چه اطلاعاتی لازم است به کارکنانی که سلامتی یا ایمنی آنها به خطر میافتد بدهید. احتیاطات و فوریت های لازم را به آنها گوشزد نمائید.

از هر ارزیابی برنامه کاری تهیه نمائید و در آن اطلاعاتی راجع به اقدامات لازم ایمنی بدهید. اولویت ها را معین کنید و یک برنامه زمانی مطابق با واقع تهیه نمائید.

ارزیابی باید تا آنجا که ممکن است نزدیک به محل انجام کار باشد. قسمتی از این ارزیابی باید بوسیله خود کسانی که درگیر کار هستند با تکنیک های هر چه ساده تر انجام پذیرد

### مدیریت ارزیابی خطر

مدیریت سایت افرادی با تجربه را برای فراگیری تکنیک های ارزیابی انتخاب می نماید و این افراد نیز به نوبه خود پس از آشنایی با تکنیک ها رهبری تیم هایی را که برای ارزیابی خطرات کارهای بخصوص تشکیل می شود به عهده می گیرند. این افراد شامل درخواست کنندگان کار، مامورین ایمنی و انجام دهندگان کار می باشند که در پوشش اجازه کار فعالیت می نمایند. علاوه بر آن کارکنان، کارکنان پیمانکار که کارهای اجرایی می کند، اپراتورهای سایت که تجربه و معلومات کافی برای شناسایی خطرات در واحد یا محوطه سرپرستی خود را دارند کاندیدهای خوبی برای شرکت در این تیم می باشند. هدف درازمدت ما شرکت دادن سرپرستان اجرائی کار در ارزیابی خطرات می باشد

### خطرات

خطرات بی شمارند و راه های شناسایی آنها هم زیاد.

فرد یا تیم تعلیم دیده ارزیابی، با وسعت اطلاعات خود باید آنها را شناسائی و راه های جلوگیری را ارائه نماید. در لیست زیر تعدادی از این خطرات نام برده شده اند که ممکن است در ارزیابی های خود به آنها احتیاج داشته باشیم.

۱- سقوط از ارتفاع	۱۶- مسمومیت
۲- زمین خوردن	۱۷- ذخیره شدن انرژی
۳- صدمات ماشینی	۱۸- تماس با حرارت و سرما
۴- آتش	۱۹- بلند کردن بار
۵- الکتریسته ساکن	۲۰- رادیوگرافی
۶- ارتعاشات	۲۱- انفجار
۷- تغییرات جوی	۲۲- هوای فشرده
۸- بارها، اشیاء انباشته روی هم	۲۳- مواد شیمیایی
۹- روشنایی	۲۴- نظافت محیط
۱۰- سقوط اشیاء از ارتفاع	۲۵- سر و صدا

۱۱- حمل بار دستی	۲۶- تشعشعات
۱۲- کار با وسایل نقلیه و ساختمانی	۲۷- ابزار دستی
۱۳- برق	۲۸- نظم و نظافت کارگاهی
۱۴- انتشار گاز	۲۹- مواد نفتی
۱۵- سولفید هیدروژن (S <sub>2</sub> H)	۳۰- حلال ها

پروژه های متعددی وجود داشته اند که با وجود برخورداری از وجهه و اعتبار فراوان، ناگهان دچار بحران های شدید شده اند و شکست های جبران ناپذیری را تجربه نموده اند. صرف نظر از علت بروز چنین شکست هایی در پروژه های مختلف، یک سوال در مورد همه آن ها مطرح می شود: آیا مدیران این پروژه ها بروز چنین مشکلاتی را پیش بینی کرده بودند؟ به عبارت دیگر آیا برنامه برای شناسایی و مدیریت تهدیدهای داخلی و خارجی متوجه سازمان نداشته اند؟ راه حل اصلی و راهکار اجرایی مدیران پروژه ها برای شناسایی تهدیدها و ارزیابی اثرات نامطلوب آن ها در راستای پیشگیری از بروز مشکلات و کاهش پیامد های احتمالی، بهره گیری از یک برنامه جامع مدیریت ریسک است. به گونه ای که این موضوع به عنوان یکی از پارامترهای اصلی در مرحله برنامه ریزی و اجرای پروژه ها تلقی می شود. از این رو، با توجه به اهمیت و ضرورت بحث مدیریت ریسک در محیط های پروژه ای در این مقاله به معرفی اجمالی مدیریت ریسک و مفاهیم مطرح در آن پرداخته شده است.

فهرست:

۱. ریسک های پروژه
۲. مدیریت ریسک (Reactive)
۳. انواع ریسک
۴. شناسایی ریسک
۵. کاهش، پایش و مدیریت ریسک
۶. ریسک در ارتباط با ساینز محصول
۷. ریسک در ارتباط با اثرات کسب و کار
۸. ریسک در ارتباط با مشتری
۹. ریسک در ارتباط با Process Maturity
- ریسک های تکنولوژی
- ریسک های کارکنان و افراد
- فرم ثبت ریسک
- اجزاء ریسک
- Risk Projection
- جدول ریسک (Risk Table)
- طبقه بندی نوع ریسک
- ساخت جدول ریسک
- پالایش ریسک

برگه اطلاعات ریسک

کاهش، پایش و مدیریت ریسک

مراحل Risk Management

ریسک مهم و روش‌های جلوگیری

**آمار حوادث ناشی از کار و هزینه های آن :**

**مرگ سالانه ۲,۷۸ میلیون کارگر در جهان به علت حوادث شغلی**

مطابق با آمار منتشره از سوی سازمان بین‌المللی کار، سالانه ۲,۷۸ میلیون کارگر به علت حوادث شغلی و بیماری‌های شغلی جان خود را از دست می‌دهند و ۳۷۴ میلیون کارگر دیگر نیز از حوادث شغلی غیر کشنده رنج می‌برند.

گذشته از هزینه‌های اقتصادی، هزینه‌های نامشهودی نیز وجود دارد که به طور کامل در این ارقام دیده نشده است که شامل رنج بی‌حد و حصر انسانی ناشی از وقوع حوادث و بیماری‌های ناشی از کار در محیط‌های کاری است و قابل ذکر است که این مشکلات با به کار بستن موازین بهداشت حرفه‌ای در محیط کار قابل پیشگیری است.

بروز حوادث و بیماری‌های ناشی از کار که منجر به مرگ، از کارافتادگی موقت یا دائم و معلولیت افراد می‌شود، از یک طرف کارگر و خانواده اش را متضرر کرده و از سوی دیگر سبب وارد شدن آسیب‌های جبران ناپذیری به بدنه اقتصاد جامعه خواهد شد. نقش ایمنی و بهداشت حرفه‌ای تنها به محیط کار ختم نمی‌شود و اثرات و پیامدهای آن بر سلامت کل جامعه تأثیر می‌گذارد.

**تأمین سلامت شغلی در محیط کار، به طور مستقیم ارتباط مثبتی با افزایش تولید ناخالص ملی دارد. سازمان بین‌المللی کار، هشدار داده است مرگ هر نیروی کار، به طور مستقیم به اقتصاد هر کشور آسیب می‌زند و با مرگ هر کارگر، حدود ۷۵۰۰ روز کاری نیز از بین می‌رود.**

براساس آمارهای این سازمان بین‌المللی، **حدود ۴ تا ۵ درصد تولید ناخالص داخلی کشورها صرف هزینه‌های حوادث و بیماری‌های ناشی از کار می‌شود.** بر این اساس امروزه اقتصاددانان نیروی انسانی را به عنوان یک ثروت ملی دانسته و اعتقاد دارند که با نیروی انسانی باید مانند سرمایه رفتار کرد؛ چرا که نیروی کار سالم، عامل توسعه هر کشور است. اگر به هر دلیلی سلامت محیط کار آسیب ببیند، در آن صورت همه اعضای جامعه متضرر خواهند شد.

**ارزیابی ریسک:**

ارزیابی ریسک، ابزاری قدرتمند برای پیشگیری از بروز حوادث می‌باشد. صنایع پیشرفت کرده اند، تکنولوژی‌ها به روز شده اند و به دنبال آن جنس حوادث نیز دستخوش تغییر شده است. لذا اینکه فکر کنیم هنوز می‌توانیم با تکیه بر استراتژی‌های قدیمی کنترل حوادث، از بروز خسارت جلوگیری کنیم، بسیار ساده لوحانه خواهد بود. در گذشته برای بریدن و قطعه قطعه کردن چوب از ضربات تبر استفاده می‌شد که به علت سادگی کار، ارزیابی ریسک ساده‌ای هم داشت و در ذهن فرد انجام می‌شد و یا برای صاف کردن سطح یک فلز از پتک استفاده می‌کردند. امروز آن ابزار دستی جای خود را به تجهیزات هوشمند اتوماتیک داده اند و به دنبال آن ارزیابی ریسک بروز تر و حرفه‌ای تری را طلب می‌کند. حوادث ناشی از زدن ضربه پتک به انگشتان دست، به بریدن و قطع انگشتان تبدیل شده است. شاید تکرارپذیری حوادث نسبت به گذشته کمتر شده باشد، اما بطور حتم شدت آن‌ها افزایش یافته است. بنابراین چاره‌ای نداریم جز اینکه به موازات پیشرفت تکنولوژی، روش‌های ایمن انجام کارها را نیز به روز کرده و از تکنیک‌های پیشرفته‌تر و ابداعی استفاده کنیم. ارزیابی ریسک، فرآیندی است که بوسیله آن می‌توان تعادل را میان پیشرفت تکنولوژی و به روز شدن روش‌های ایمن انجام کارها، برقرار کرده و از پدید آمدن حوادث با شدت بالا جلوگیری بعمل آورد.

ارزیابی ریسک یک فرآیند مدیریتی است. در واقع ارزیابی ریسک فرآیندی است که بطور عام بعنوان ابزاری جهت شناسایی خطرات و کنترل ریسک آن‌ها در محیط کار و به حداقل رساندن پیامدهای ناشی از رخداد حوادث مرتبط با خطرات، بکار می‌رود.

**فرایند ارزیابی ریسک :**

اگر با کارشناسان حوزه ایمنی صحبت کرده باشید و همچنین با مطالعه کتب موجود، متوجه می شوید که تفکر غالب در اجرای فرآیند ارزیابی ریسک به این شکل می باشد؛

- ۱- شناسایی فعالیت ها
- ۲- شناسایی خطرات
- ۳- تعیین احتمال و شدت
- ۴- محاسبه ریسک
- ۵- پذیرش / عدم پذیرش
- ۶- اقدام
- ۷- بازنگری

این تفکر اگرچه غلط نیست و فرآیند ارزیابی ریسک را هم تا حد قابل قبولی توصیف می کند، اما بعنوان یک ارزیابی ریسک عمومی شناخته می شود.

در ارزیابی ریسک عمومی، شما می بایست هر نوع فعالیتی که در دامنه مورد بررسی شما انجام می گیرد را شناسایی کنید. این فعالیت ها می توانند ساده ( مثل جا به جا کردن نامه های اداری)، یا پیچیده ( مانند عملیات جوشکاری در ارتفاع ۶۸ متری) باشند. در مرحله بعد، باید با استفاده از تکنیک های مختلف از جمله مصاحبه، مشاهده، چک لیست، PHA, FMEA, HAZOP, JHA و...، خطرات مرتبط با هر فعالیت را استخراج کرده و دسته بندی کنید. توجه داشته باشید که شناسایی خطرات بیشتر، نشان از عمق و دقت بیشتر بررسی ها دارد.

تعریف شبه حادثه: یک رویداد (Incident) که منجر به بیماری، جراحت، صدمه و یا سایر خسارات نشده است را Near-Miss می گویند.

#### از گذشته ها بیاموزیم

در سال ۱۹۹۷ در انفجار پالایشگاه نفت کشور هندوستان که منجر به کشته شدن ۶۰ نفر از کارکنان و انتشار و سوختن بیش از ۱۰۰۰۰ تن محصولات نفتی مختلف گردید مشخص شد که تعداد زیادی از گزارشات دریافتی مربوط به خوردگی و نشت خطوط انتقال محصولات نفتی توجهی نشده بود. یک نتیجه گیری فوری: شناسایی و رفع کامل شبه حوادث بهترین روش پیشگیری از حوادث بزرگ و در واقع بهبود وضعیت H.S.E هر شرکت می باشد. شناسایی شبه حوادث پتانسیل لازم برای کاهش توالی حوادث در ریسک های H.S.E را در یک شرکت ایجاد می کند.

#### فرایند مدیریت شبه حادثه:

۱. شناسایی (تشخیص شبه حادثه)
۲. افشاء (گزارش دهی)
۳. اولویت بندی و طبقه بندی
۴. توزیع Distribution
۵. تحلیل علل ریشه ای
۶. شناسایی راه حل ها
۷. انتشار و ارسال به مجریان
۸. خاتمه دادن

شبه حادثه و دامنه تعاریف:

۱. شرایط نا ایمن unsafe condition
۲. رفتار نا ایمن unsafe behavior



۳. جراحات و حوادث خفیف که پتانسیل جدی تر شدن دارند.

۴. حوادثی که می توانست اتفاق بیافتد اما نیافتاد .

۵. حوادثی که منجر به آسیب به تجهیزات شود.

۶. حوادثی که حفاظ های ایمنی را به چالش بکشاند.

۷. حوادثی که اثرات زیست محیطی و بهداشتی قابل توجهی داشته باشند.

Anomaly: معادل فارسی آن را می توان عامل بالقوه آسیب رسان تعریف کرد و به شرایط و یا اعمال نا ایمن گفته می شود که پتانسیل ایجاد یک حادثه را در بر داشته باشد. به عبارت دیگر Anomaly یک فاکتور حادثه محسوب می شود که در اغلب موارد در صورت جمع شدن با یک یا چند عامل دیگر منجر به وقوع حادثه می گردد. باید در نظر داشت تشخیص، گزارش کردن و برطرف کردن عوامل بالقوه و به خیر گذشته فاکتورهای ایجاد حادثه را به میزان قابل توجهی در محل کار پایین می آورد و نتیجه سطح خطری که کارکنان با آن مواجه هستند بطور چشمگیری بهبود یافته و نهایتاً ایمنی شرایط کار، افراد و محیط بالا می رود. سعی در تشخیص، گزارش و برطرف کردن موارد نا ایمن از جمله وظایف اصلی تمامی همکاران می باشد و انتظار می رود تمام افراد شاغل در شرکت در تمام سطوح حداقل یک Near-Misses و Anomaly در روز گزارش نمایند.

### اهمیت توجه به شبه حوادث:

همه می دانیم که تعداد حوادث جزئی از حوادث عمده و تعداد حوادث جدی از حوادث مرگبار زیادتر است. این موضوع توسط برخی محققین مورد پژوهش قرار گرفته است تاکنون در ایران تحقیق جامعی در این خصوص صورت نگرفته است.

قطعاً تعداد حوادث مرگبار با تعداد حوادث جدی همبستگی قوی دارد. این مطلب به این دلیل است که فقط یک تغییر جزئی در شرایط کاری لازم است تا یک حادثه جدی به یک حادثه مرگبار تبدیل شود. تعداد حوادث جدی نیز به همین دلیل به تعداد حوادث جزئی مربوط است وقتی تعداد حوادث جزئی زیاد می شود احتمال وقوع حوادث جدی نیز به همان نسبت ازدیاد می یابد و هرگاه آمار شبه حوادث به سطح معینی برسد احتمال وقوع یک حادثه مرگبار به شدت بالا می رود. شبه حوادث باید به اندازه حوادث جدی، مهم تلقی شوند. ما باید شبه حوادث را به عنوان هشدار و زنگ خطر تلقی کنیم. اگر بتوانیم جلوی حوادث کوچک و به خیر گذشته را بگیریم از بوجود آمدن حوادث جدی منجر به نقص عضو و فوت و صدمات مالی سنگین جلوگیری می کنیم. تعداد زیادی از کارگران دچار حوادث ناشی از ریزش های جزئی و در نتیجه زخمهای سطحی می شوند ولی بندرت شخص دچار شکستگی پا و سر می شود و بسیار به ندرت کسی در سانحه ای مرگبار قرار می گیرد. غالباً اتفاق می افتد که ریزش سقف تونل که کارگر را به صورت جزئی زخمی می کند به اندازه همان ریزشی است که او را می کشد. همچنین بدیهی است که تعداد زیادی از کارگران از همین شرایط ریزش مصالح داخل تونل، جان سالم به در می برند و در حقیقت دچار شبه حوادث می شوند. قبل از اینکه شخص مجروح شود احتمالاً به دفعات ممکن است دچار ترس از شبه حادثه شده باشند. بنابراین در ساختار حوادث، در زیر حوادث جزئی، شبه حوادث قرار دارند. اگرچه در مورد شبه حوادث آماری در دسترس نیست ولی بازرس از مشاهده آنها درسهای زیادی را فرا میگیرد، اگر دیده شود که در یک عادت کرده اند، می توان پیش بینی کرد که در آن کارگاه سطح ایمنی پایین است و حوادث مهمی رخ خواهد داد. اگر بلافاصله پس از وقوع یک شبه حادثه، عملیات اصلاحی انجام گیرد، قطعاً سطح ایمنی در حد قابل توجهی بالا خواهد رفت. همچنین در بالای حوادث مرگبار و با فراوانی کمتر، حوادث کلی یا فجایع قرار دارند که در آنها افراد زیادی صدمه می بینند. اگر چه احتمال وقوع فجایع کم است ولی این مطلب باید در نظر باشد که اینگونه حوادث از ترکیب شرایط خطرناک موجود و یک سری اشتباهات زنجیره ای به وقوع می پیوندد. احتمال وقوع فجایع در محیط هایی که تعداد شبه حوادث و حوادث جزئی آن زیاد است، بالاست. شدت یک حادثه به احتمالات (شانس) وابسته است. هر چه تعداد شبه حوادث و یا حوادث جزئی که یک کارگر دچار آنها می شود بیشتر باشد، احتمال مرگ وی طی یک حادثه نیز بیشتر است. برای کم کردن تعداد حوادث مرگبار به کاهش تعداد شبه حوادث، ضروری است.

### آنالیز ایمنی شغلی

## آنالیز ایمنی شغلی چیست؟

تعریف: آنالیز کیفی ایمنی یک شغل، روش و نوع انجام کار، تشخیص خطرات و پتانسیل حوادث که ممکن است در طول انجام کار اتفاق بیافتد. تعیین و اختصاص دادن ابزار و سیستم هایی برای کاهش و کنترل ریسکها شامل شرح و نتیجه حوادث و آنالیز ایمنی شغلی یک ریسک رنکینگ از برخی خطرات شناسایی شده و پتانسیل حوادث می باشد.

نامهای دیگر JSA

Job Hazard Analysis :JHA

Safe Job Analysis :SJA

Task Hazard Analysis :THA

## JSA برای کدام شغل ها انجام میشود؟

- شغلهایی که در آنها حوادث و یا شبهه حوادث رخ داده است.
- شغلهایی که در آنها موارد خطر کاملاً عمومی و شناخته شده نیست و راههای مقابله با این خطرات شناخته شده نیست.
- شغل هایی که در آنها یکسری کارگر جدید با یکدیگر کار می کنند .
- شغل هایی که در آنها نیاز است چندین نفر با هم به صورت مشارکتی کار کنند و نیاز به هماهنگی بین آنها دارد .
- ابزار یا روشهای جدید کاری که در حال معرفی هستند.

## مقصود از JSA چیست؟ (Purpose of JSA)

- مقصود از JSA تشخیص و ارزیابی خطراتی است که ممکن است در طول طراحی- روش اجرایی و ابزارآلات یک شغل دیده نشود .
- تغییر پرسنل یا روش.
- توسعه از اولین باری که کار انجام شده است .
- اولین هدف از انجام آنالیز ایمنی شغلی پیدا کردن راه ایمن برای انجام کار یا پیدا کردن راه جایگزین است.

## JSA Execution

JSA توسط تیمی شامل کارگران (کسانی که واقعاً این کار را انجام میدهند) یا در آینده انجام خواهند داد. سوپروایزرها، کارکنان ایمنی و تخصص های مختلف اگر نیاز باشد. نتایج بدست آمده در یک جدول و یا فرم کامپیوتری ثبت می شود.

JSA به صورت نرمال و عمومی شامل موارد زیر می شود :

۱. پیش نیاز آنالیز ایمنی شغلی
۲. تفکیک یک شغل به مراحل مختلف
۳. تشخیص خطرات، موقعیت های خطرناک، کارهای خطرناک انجام شده در هر مرحله از کار
۴. تعیین ابزار و کنترل های لازم برای قسمت های که خطر آن شناسایی شده است
۵. خلاصه کردن و پیگیری نتایج حاصل شده

شماره ۴ و ۵ در همه انجام نمی شود

## JSA Prerequisites

۱. تشکیل تیم JSA
۲. انتخاب یک شغل برای آنالیز
۳. جمع آوری پیش زمینه های لازم و ضروری
۴. انتخاب یک جدول مناسب برای ثبت

JSA TEAM: یک سرپرست تیم که صلاحیت و تجربه در این روش را داشته باشد

یک منشی که موارد را ثبت نماید (این کار می تواند توسط سرپرست گروه نیز انجام شود . اعضای تیم شامل ۲ تا ۱۰ نفر برای جمع آوری تجربه و علم مورد نیاز) برای شغلی که آنالیز می شود تهیه نمایند

### روش اجرایی و ابزار مرتبط:

تیم باید حداقل شامل دو نفر از کارگرانی باشد که با این شغل آشنا هستند و متوجه باشند که کمک آنها در این فعالیت باعث شناسایی خطرات و به حداقل رساندن آنها می شود/ اعضای تیم JSA باید وظیفه کاریشان را قبل از حضور در جلسه آنالیز ایمنی بدانند/ اعضای تیم JSA باید روش اجرایی و ابزار مرتبط برای شغلی که آنالیز می شود تهیه نمایند / پرسنل با آگاهی و تخصص باید به این جلسه دعوت شود

**Selecting the Job:** شغل هایی با بدترین آمار حوادث ، دارای اولویت هستند و در مرحله اول باید آنالیز شوند

ضریب تکرار حوادث: شغل هایی که ضریب تکرار حوادث بالایی دارند. و حادثه مرتب تکرار می شود دارای اولویت هستند. ضریب شدت : شغل هایی که حوادث در آنها ضریب شدت بالایی دارد یعنی باعث بروز LTI و درمان پزشکی می شوند باید آنالیز شود.

پتانسیل حوادث : شغل هایی با پتانسیل خطر شدید مثل کارهایی نظیر بلند کردن تجهیزات سنگین

شغل های جدید : شغل هایی که همیشه انجام نمی شود و یا تغییر پیدا کرده دارای اولویت برای آنالیز هستند

شغلی همیشگی : شغل هایی با خطرات ذاتی که کارگران در معرض آن قرار دارند

**ایمنی صنعتی:** مجموعه ای از تدابیر، اصول و مقرراتی که با بکار گرفتن آنها می توان نیروی انسانی و سرمایه را در برابر خطرات گوناگون در محیط های صنعتی به گونه ای موثر و کارا حفظ کرد.

**خطر بالقوه (HAZARD):** به منبع یا وضعیتی گفته می شود که دارای پتانسیل آسیب به شکل جراحات انسانی یا بیماری، خرابی اموال و تخریب محیط کار یا ترکیبی از این موارد باشد.

**رویداد یا INCIDENT:** عبارت است از یک رخداد یا اتفاقی که منجر به یک حادثه می شود و یا پتانسیل منجر شدن به حادثه را دارد.

**حادثه یا ACCIDENT:** حادثه عبارت است از یک اتفاق یا رویداد ناخواسته که ممکن است به مرگ، بیماری، جراحات، صدمه و یا سایر خسارات (loss) می شود.

**شبه حادثه NEAR MISS:** به اتفاقی که در آن هیچگونه بیماری، جراحات، خرابی و یا زیانی حادث نشده باشد شبه حادثه گفته می شود.

**ریسک RISK:** ترکیبی از احتمال و پیامد (های) ناشی از وقوع یک رویداد خطرناک است.

**ایمنی SAFETY:** راهایی یا دوری از ریسک غیر قابل قبول (منجر به آسیب) را ایمنی گویند.

**شناسایی خطر HAZARD IDENTIFICATION:** فرایند شناسایی وجود یک خطر یا عامل زیان آور و تعیین مشخصات آن را شناسایی خطر می گویند.

**ارزیابی ریسک RISK ASSESSMENT:** فرایند تخمین ابعاد یک ریسک و اتخاذ تصمیم در مورد اینکه آیا ریسک قابل تحمل است یا خیر؟

**ریسک قابل تحمل TOLERABLE RISK:** ریسکی که آنچنان کاهش یافته است که برای سازمان از جنبه های قانونی و خط مشی قابل تحمل است.

PET

### Project Evaluation Tree)

مقدمه:

یکی از تکنیک های بسیار جدید در ارزیابی خطرهای موجود در محیط کار ، آنالیز درخت ارزیابی پروژه PET می باشد . این طرح به صورت کلی، اقتباسی از برنامه های توسعه یافته در فرماندهی هوایی نیروی هوای آمریکا در سال ۱۹۸۸ (TAC) است . البته اساس

کارانجمن ایمنی TAC، بی‌گیری و مدیریت و پیاده‌سازی درخت ریسک MORT و انجام آموزش‌های پایه‌ای برای چند سال بوده است. جدول MORT همانند ابزاری در دست محققان حوادث با ارزش بسیاری داشت. این مطلب به نظر می‌رسید که افراد ذیصلاح تمایل به استفاده هرچه بیشتر این تکنیک در بیشتر حوادث ناگواری که قبلاً در مورد آن‌ها تحقیق به عمل آمده بود شدند. بنابراین یک ابزار مناسب جهت استفاده در انواع MORT و رسیدن به اهداف آن بود اما کسی که می‌خواست سریع و به سادگی این تکنیک را یاد بگیرد تا از آن بهره بگیرد باید درخواست خود را به نیروی هوایی اعلام می‌کرد تا تنها توسط مأمورین تحقیق حوادث انتخاب می‌شد. اما زمانی فرا رسید که این برنامه در سیستم تجزیه و تحلیل، حفاظت از حوادث ناگوار جنگلی - نظامی (COMPAS) رشد یافت. که این تکنیک در دو جدول آنالیزی آورده شده؛ یکی در جدول که اساساً COMPAS A است که بخش بزرگ و مثبت آن درخت نمایشگر فراگیر در قسمت‌های سازماندهی شده در انواع شاخه‌های TAC بود؛ از پای درآمدن سازمانی و بعد از آن از پای درآمدن افراد، فرایند‌ها و وسایل و سخت‌افزارها برای بخش‌های مخصوص سازمان دهی شده بود. در جدول COMPAS B درخت تحلیلی شامل ارزیابی معیارها برای به کار بسته شدن در جمعیت و منافع کارکنان و فرایند‌ها و یا وسایل و شناسایی سخت‌افزارها یا اقدام انتخاب شده برای ارزیابی در جدول A می‌بود که می‌توانست همانند بازرسی از یک حادثه و تحقیق در آن یا ابزارهای مربوط به آمادگی عملیاتی استفاده شود.

در سال ۱۹۸۹ مفهوم کلی؟ برنامه‌های یکپارچه و جامعی در دوره‌های شغلی در نیروهای هوایی آمریکا بود و جدول COMPAS B برای استفاده‌های عمومی همانند درخت ارزیابی پروژه PET تجدید نظر شده بود. یک سال بعد PET توسط NASA در مرکز فضای جانسون معرفی شد. به طوریکه انجمن ایمنی کنگره‌های ملی رادر شیکاگو برای دانشجویان مهندسی امنی در دانشگاه هاستون برگزار کرد؛ هم چنین مهندسیین توانا در زمینه ایمنی نیروی زمینی آمریکا در بنزدا (Bethesda) کنفرانس‌هایی را تشکیل دادند که در سال ۱۹۹۰ PET مشمول دوره‌های ضمن خدمت برای پرسنل Nevada Test Site می‌شد درخت ارزیابی پروژه، درخت تحلیلی است که اصولاً همانند نمودارهای مقایسه‌ای استفاده می‌شود. این نمودارها به صورت کلیه مانند روش مدیریت در خطاهای سهوی و درخت ریسک می‌باشد، این نمودارهای مربوط به PET اگرچه تعداد کمی از ۲۰۰ علائم حوادث را در برمی‌گیرد اما هیچ یک از موارد قابل تعمیم دادن نمی‌باشد: نمودار MORT تقریباً ۱۵۰۰ علائم حوادث و چندین حوادث متعدد در حمل و نقل با قابلیت تعمیم به حوادث مشابه و شکست در drafting را در بر می‌گیرد.

نمودار PET به سه شاخه اصلی تقسیم می‌شود:

۱- شیوه‌ها یا روش‌ها

۲- پرسنل یا کارمندان

۳- وسایل و سخت‌افزارها

Self-tailoring (خود ارتباطی) در این تکنیک برای نمونه‌های از یک بازرسی، حوادث ناگوار یا به کاربردن آنالیز نه تنها در چند روش - کارکنان - وسایل و یا بخش‌های سخت‌افزاری در نمودار PET می‌تواند برای بخش‌های مربوط نسبتاً سریع به کار برده شود که در یک وضعیت چند گانه از چندین روش تکرار شده است که از نکات لازم و قابل توجه در این تکنیک است. پس یک تجزیه و تحلیل کامل اساسی ارائه می‌شود. با قراردادن کنارهم نمودار MORT, PET Mini-MORT بدن هیچ تناقضی با داده‌های دریافتی توسط افراد و بدون تجزیه MORT قبلی یا آموزشی با هریک از دیگر نمودارها بیشترین سازگاری را دارد. بعلاوه هدف از مواد آورده شده بوسیله نویسنده در این کتاب تنها تشکیل مرجع قابل دسترسی برای PET می‌باشد.

"هدف PET"

هدف PET تهیه نمونه‌ای است از روش‌های مؤثر برای کاربرد ر یک ارزیابی کامل یا آنالیز پروژه یا عملیات می‌باشد. PET بهترین ابزار برای کسی که آنالیز خطر و یا آنالیز حوادث را انجام می‌دهد می‌باشد. البته PET می‌تواند یک بازبینی ارزشمند را به عنوان یک ابزار بازرسی انجام دهد. چنانچه اطلاعات مناسبی در دست باشد آنالیز PET می‌تواند کار بر را در آنالیز خطرات اولیه و آنالیز خطر زیرشاخه‌های و آنالیز خطر سیستم رایاری دهد.

ورودی های لازم :

در آنالیز PET اجزای اطلاعات در فرایند ها - افراد کارکنان - وسایل و سخت افزارها لازم می باشد. علاوه بر راه کارها، اسناد مهمی که در دست مسئولین وجود دارد و مربوط به فرایندها و محصولات و نحوه ساخت می شود و بازنگری ها و اسناد مربوط به بروز رسانی لازم می باشد. حتی شرح کامل نحوه انجام کارها، جدول سازمانی و سوابق آموزشی - اسناد مربوطه به دوره های آموزشی - سنجش های جسمانی - مصاحبه ها و دیگر داده ها لازم است. باید توجه داشت حتماً نقشه کارگاه - مشخصات مربوطه و تهیه اطلاعاتی که ممکن است برای ارزیابی وسایل و تجهیزات لازم بشود و بایگانی اسناد - پروژه ها و سیستم های ایمنی اقدام به عمل آید .

ارزیابی درخت تجزیه و تحلیل خطای سیستم یا پروژه مخصوصاً اگر شاخه های اصلی؛ شامل فرایند های کارکنان و وسایل و سخت افزارها باشد می تواند بسیار مفید واقع شود .

رویکردهای کلی:

به طور اساسی، نمودار PET تنها چک لیست گرافیکی است. روش کلی کار برای شناسایی هر فرایندی به صورت فردی و یا سازمانی و یابخشی از تجهیزات برای انجام آنالیز می باشد و استفاده از سیستم منحصر به فردی برای هر شاخه از درخت PET به منظور ایجاد ارتباط با به کار بردن PET در جهت ارزیابی هر یک از بخش های سیستم وجود دارد .

در PET کدهای رنگی وجود دارد که به شرح زیر معرفی می شود: استفاده از رنگ قرمز برای ارزیابی عنوان هایی با تاثیر کمتر از مساوی یا حد مورد انتظار LTA، رنگ سبز برای بخش های مساوی یا حد مورد انتظار و رنگ مشکی برای عنوان های شاخه ای از نمودار PET که در پروژه های مخصوص یا در حال ارزیابی می باشد و رنگ آبی برای نشان دادن نوحی ورودی های نارسانا که در تصمیم گیری صحیح به کمک می کند، به کار می رود (این سیستم کد گذاری رنگی شبیه به سیستم مورد استفاده در نمودار Mini-MORT, MORT می باشد). نمودار PET از همان ابتدای شروع کار ابزاری برای راهنمایی آنالیزگر مورد استفاده قرار می گیرد. مخصوصاً اطلاعاتی نظیر بخش های شناسایی شده که کمتر از حد مورد انتظارند و به رنگ قرمز مشخص شده اند در کاربرد آنالیزگر انتقال می یابد و به کاربر کمک شایانی می کند. این کاربرد شبیه به دیگر کاربرگ های آنالیز خطر برای پیگیری و آماده کردن خلاصه آنالیز استفاده میشود. برای دستیابی به نتایج دلخواه در اجرای آنالیز PET به طور کلی باید به این مطلب توجه کرد که در هنگام اجرای عملیاتی نظیر تجزیه و تحلیل خطرات و حوادث و تجدید نظرها دقت بیشتری انجام شود چراکه کیفیت اطلاعات ورودی در تفاوت نتایج بسیار بستگی دارد. برای مثال در آنالیز خطرات عملیاتی باید گفت: تنها فرایند هایی که ارزیابی شده اند نگهداری و بازرسی می شوند و دستورالعمل ها تنها برای سخت افزارها و یا لوازم اصلی در طراحی صادر می شوند و انتخاب موارد لازم و آموزش کافی به افرادی که اپراتورها و کارمندان را ارزیابی می کنند ضروری می باشد بررسی و تحقیق حوادث هم چنان آزمون مناسبی برای فرایندی خاص یا فرد درگیر با حادثه می باشد. بازرسی ها یا بازنگری هادر مواردی که نتایج آنها تنها یک شاخه از درخت PET را شامل شود. برای مثال میتوان از شاخه ای که مربوط به فرایند ها می باشد رابدون این که متکی به درخت باشد برای انجام ممیزی استفاده نمود. ابتدا باید همانند دیگر آنالیزها هدف آنالیز و قواعد کلی آن را تعریف کرد. سپس باید اطلاعات ورودی را گردآوری کرد. و نسبت به فرایند ها و وسایل و تجهیزات و سازماندهی نمودو با روش معینی سیستم مورد استفاده را برای راهنمایی کاربر PET و در ارزیابی معرفی نمود. نکته قابل توجه این است که باید از جداول PET که ممکن است دوباره لازم شود کپی های متعددی تهیه کرد و تمام برگه های کار آنالیز PET که شامل همه موارد ارزیابی شده میشود برای شرح خلاصه آنالیز استفاده نمود. از آنجاکه ممکن است در تجزیه و تحلیل حوادث و دیگر اطلاعات ورودی به صورت تدریجی آماده شود باید از همان شروع کار آنالیز PET اطلاعات را زود به زود بروز رسانی نمود تا همانند اطلاعات جدیدی در نمودار قابل دسترس باشد. استفاده از جدول PET همانند یک راهنما در سازماندهی تحقیق های انجام شده در حوادث و جمع آوری مدارک عمل می کند.

## REFERENCES

Buys, J. R. 1977. Standardization Guide for Construction and Use of MORT-Type Analytical Trees. ERDA 76-45/8; SSDC-8. Idaho Falls, ID: Energy Research and

Development Administration.  
Johnson, William G. 1973. MORT, the Management Oversight and Risk Tree.  
Washington, DC: U.S. Atomic Energy Commission.  
Johnson, William G. 1980. MORT Safety Assurance Systems. New York: Marcel Dekker.

واژه MORT مخفف عبارت "Management Oversight and Risk Tree" می باشد که به معنای تجزیه و تحلیل پیش مدیریت و درخت ریسک می باشد. روش پیش مدیریت و نمودار درختی ریسک MORT، تکنیک تحلیلی برای شناسایی بی توجهی های مربوط به امنیت، خطاها و یا از قلم افتادگی هایی است که به رخداد حوادث منجر می شود. MORT، عمدتاً ابزار تحلیلی- واکنشی برای بررسی حوادث می باشد اما می تواند برای ارزیابی مؤثر و کنترل خطرات مورد استفاده قرار گیرد. تحلیل MORT جهت طراحی و شناسایی همه عوامل سببی استفاده می شود که به رویداد نامطلوب یا حادثه منجر می شود. آنالیز MORT، از ساختار درت گونه و منطقی و قواعد روش آنالیز درخت خطا (FTA)، به همراه تلفیق برخی نمادهای جدید، استفاده می کند. این بدان معنی است که MORT نیز همچون روش FTA می تواند برای محاسبه احتمال ریسک استفاده شود. آنالیز MORT یک نقطه تصمیم گیری را در ارزیابی برنامه ایمنی، برای جایی که طراحی یا تغییر مورد نیاز است، فراهم می کند. در این گزارش ابتدا به پیشینه و تاریخچه طراحی و اجرای روش MORT اشاره می شود و سپس نظریه و اهداف این روش مطرح می گردد و در ادامه واژه های متداول مورد استفاده در جدول های تحلیل MORT و اشکال شماتیک قراردادی و تعریف رنگ های مورد استفاده در دیاگرام MORT بیان می شوند و سپس داده های مورد نیاز و روش و شیوه تحلیل حوادث با استفاده از روش مذکور توضیح داده می شود و در پایان معایب و محاسن روش MORT مورد بررسی قرار می گیرد.

#### مقدمه:

تکنیک MORT، تحلیلی تحت سیستم طراحی نوع تحلیل خطر (SD-HAT) قرار می گیرد. شکل کوچکتر و ساده تر MORT توسعه یافته است که به عنوان MORT کوچک به آن اشاره می شود. تکنیک MORT، ابزار تحلیل علت ریشه ای می باشد که متدولوژی سیستماتیکی برای برنامه ریزی، سازمان دهی و انجام بررسی جامع و مفصل حادثه یا رویدادها ارائه می شود. این تکنیک برای شناسایی معیارهای کنترل طراحی ویژه و عوامل سیستم مدیریتی استفاده می شود که کمتر از حد کافی (LTA) هستند و لازم است برای پیشگیری از رخداد مجدد حادثه یا جلوگیری از رویداد نامطلوب اصلاح شود. کانون اصلی توجه MORT به بی توجه ها، خطاها و یا از قلم افتادگی ها جهت تعیین آنچه در سیستم مدیریتی معیوب است می باشد. تحلیل MORT، توانایی انجام تحلیل های مفصل دلایل اصلی که منجر به حادثه و رویداد نامطلوب می شود، می باشد. با ردیابی منطقی و موشکافانه، انرژی در داخل و خارج سیستم جریان می یابد، تحلیل MORT، تحلیل تمام معیار برای هر نوع انرژی خاص را ایجاد می کند. میزان کامل بودن به انضباط شخصی و توانایی تحلیلگر جهت پی گیری منطقی جریانات و موانع در سیستم بستگی دارد. تحلیلگر می تواند تحلیل MORT را با آموزش مناسب خود فراگیرد و در آن متبحر شود. تحلیلگر می بایست توانایی درک مفاهیم جریان انرژی را داشته باشد، برای این کار حداقل دانش ابتدایی رفتارهای هر یک از انواع انرژی پایه و اساس لازم می باشد. توانایی شناسایی منطقی منابع انرژی و جریانات انرژی در سیستم ها، مهارتی ضروری می باشد. توانایی مرئی سازی رهایی انرژی و تبادل انرژی یا تأثیرات تغییر شکل، مهارت مفید دیگری می باشد. از آنجا که تحلیل MORT بر مبنای شکل توسعه یافته FTA می باشد، تکنیک FTA به تنهایی می تواند به عنوان جایگزینی برای تحلیل MORT بکار رود. نسخه متراکم MORT، به نام مینی MORT نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد. تمرکز اصلی تکنیک MORT بر روی اشتباهات، خطاها و غفلت ها و همچنین تعیین جزء شکست خورده در سیستم مدیریت است. آنالیز MORT برای تمام انواع سیستم ها و تجهیزات، با پوشش آنالیز معین برای سیستم ها، زیر سیستم ها، دستورالعمل ها، محیط و خطاهای انسانی، قابل اجراست. کاربرد عمده MORT، بررسی رویداد ناگوار برای شناسایی تمامی فاکتورهای علی ریشه ای و تضمین اینکه اقدامات اصلاحی کافی هستند، می باشد. استفاده از MORT برای برنامه امنیت سیستم کلی توصیه نمی شود زیرا پیچیده است، زمان بر است و از نظر سایز بی در و پیکر است و درک آن مشکل می باشد. تکنیک های

تحلیل خطر دیگر در دسترس هستند که نتایج را به طور مؤثرتر و کارآمدتر ارائه می کنند. MORT می تواند برای بررسی حادثه یا رویداد مورد استفاده قرار گیرد، اما FTA درک آسانتری دارد و کارآمد نیز می باشد.

### تاریخچه تکنیک MORT:

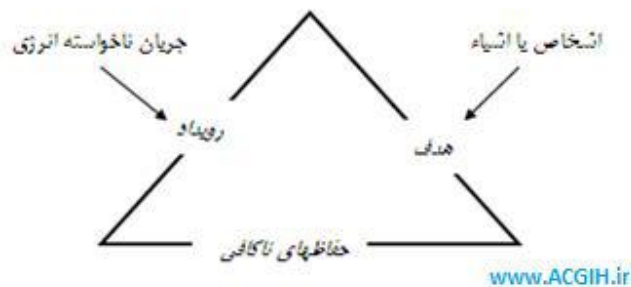
تکنیک تحلیل MORT توسط بیل جانسون (W. G.B. Johnson) از کمپانی هسته ای ایروجت در حدود سال ۱۹۷۰ توسعه یافت. کار توسعه تحت حمایت مالی سازمان توسعه و پژوهش انرژی (واحد انرژی، کمیسیون انرژی اتمی سابق) در لابراتوار مهندسی مالی Idaho انجام شد. در واقع بیل جانسون MORT را به عنوان قسمتی از نگرش کلی خودش به ایمنی سیستم و تلاش های ایمنی سیستم در دپارتمان انرژی آمریکا توسعه داد. تحلیل MORT بر مبنای جریانهای انرژی خطرناک و موانع امنیتی که این جریانها را کاهش می دهد پیش بینی می شود. در طول دو دهه گذشته یعنی از زمانی که بیل جانسون چارت MORT را ایجاد نمود تغییرات و اصلاحاتی در این شیوه بوجود آمده که توسط مرکز توسعه ایمنی سیستم در آمریکا انجام شده است. تا قبل از سال ۱۹۸۳ اولین رده وقایع بعد از حادثه در طرف فاکتورهای کنترل خاص چارت در زیر حادثه قرار داشتند. این شکل بندی با مثل حادثه هماهنگ است و همچنین با تعریف رویداد به معنی یک جریان انرژی ناخواسته با پیامدهای ناگوار، همخوانی دارد.

### ردیابی انرژی و تجزیه تحلیل حفاظ ها (ETBA)

ETBA یک تکنیک نسبتاً جدید است که بر پایه برخی از اصول پایش مدیریتی و درخت ریسک (MORT) بنا نهاده شده است. که یک رویداد را به صورت یک جریان انرژی ناخواسته تعریف می کند. یک حادثه زمانی بوجود می آید که یک جریان انرژی ناخواسته تولید شده و بدلیل عدم حفاظ کافی در مسیران به اهداف مختلفی برخورد نموده و باعث صدمه به افراد و یا ایجاد خسارت مالی می گردد. شکل ۱-۱۲ بنابراین جریان ناخواسته انرژی باعث ایجاد یک رویداد شده و اگر نتایج این رویداد نامطلوب باشد حادثه ایجاد می شود

### مفهوم حفاظهای انرژی

تکنیک ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظها که به عنوان ابزاری جهت تجزیه و تحلیل اصولی علل حوادث مورد استفاده قرار می گیرد در اصل از تکنیک پایش مدیریتی و درخت ریسک منتج شده است. در روش mort معمولاً چند عامل به عنوان علل وقوع حادثه مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و خود حادثه نیز بصورت رها شدن جریان ناخواسته ای از انرژی که در اثر نا مناسب بودن حفاظها بوقوع می پیوندد تعریف می شود. در منابع علمی دیگر نیز بر تعریف فوق از حادثه تاکید شده است بعنوان مثال استفن بیان میکند که حادثه بدلیل فقدان و یا نا مناسب بودن موانع و کنترلها و انتقال ناخواسته انرژی رخ می دهد. با توجه به مطالب فوق می توان گفت که حوادث معمولاً بدنبال اشتباهات انجام شده در برنامه ریزیها یا خطاهای عملیاتی که خود نتیجه نهایی ناتوانی در نشان دادن واکنشهای مناسب در برابر تغییرات فاکتورهای انسانی یا محیطی است بوقوع می پیوندد. از طرف دیگر ناتوانی در نشان دادن عکس العملهای مناسب در برابر اینگونه تغییرات برنامه ریزی نشده مستقیماً به برز شرایط و اعمال نا ایمن منجر شده که شرایط و اعمال نا ایمن نیز باعث ایجاد جریان ناخواسته ای از انرژی می شود که اگر موانع و حفاظهای مناسب برای کنترل اینگونه انرژیهای ناخواسته پیش بینی نشده باشد بدون شک نتایج ناخواسته ای (پیامدهای آن) ایجاد خواهد شد. اضلاع مثلث حادثه که در واقع در برنامه MORT مورد بحث می باشد شامل جریان انرژی ناخواسته حفاظ ها و موانع در مسیر عبور ایم جریان که جهت پیشگیری و کنترل مناسب نیستند و اهداف آسیب پذیر (انسان و اشیاء) در مسیر این انرژی می باشد. روش ETBA بر این اساس استوار بوده و به صورت سیستماتیک ارتباط بین این سه فاکتور را با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد.



شکل ۱-۱۲: مثلث حادثه

### مزایای استفاده از روش ETBA:

از عمده ترین نقاط قوت روش ETBA، می توان به مواردی از قبیل، توانایی در به حداقل رساندن خطرات ارائه یک روند نظام مند به منظور تجزیه و تحلیل خطرات موشکافی این روش در ردیابی انرژی و سازگاری آن با دیگر روش های تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم اشاره نمود. این تکنیک برای هر گونه سیستم ساده یا پیچیده مناسب بوده و روش نظام مند، مداوم و موثر برای کشف خطرات در یک سیستم جدید می باشد. همچنین، برای بررسی سیستم های موجود که در گذشته با جدیت تجزیه و تحلیل نشده اند نیز مناسب است. این تکنیک را می توان در هنگامی که جزئیات بیشتری به منظور تجزیه و تحلیل موانع لازم باشد به کار برد. در ضمن روش مزبور بر پایه مدل انرژی قرار داشته و همچنین روشی است که برای بررسی مفصل تر خطراتی که با استفاده از روش تجزیه و تحلیل موانع شناسایی شده اند به کار خواهد رفت. ساده ترین توضیح مدل انرژی در این تکنیک، اینگونه است که حوادث در اثر انتقال ناخواسته شکل های مختلف انرژی از یک منبع به یک ساختار حساس ایجاد می شوند. هیدن در سال ۱۹۷۵ ده استراتژی کنترل جهت مدیریت انرژی پیشنهاد نمود که به مدل هیدن معروف است و ویژگی مهم مدل هیدن این است که انرژی را به عنوان علت بالقوه حوادث مورد توجه قرار داده و در این راستا مجموعه ای از استراتژی های کنترل را ارائه می نماید که به روش های مختلفی، قابل اجرا می باشند.

در این مدل حوادثی ناشی از انتقال ناخواسته جریان مواد را نیز می توان به طریقی مشابه بررسی نمود. از آنجا که در این نوع حوادث انتقال انرژی قابل ملاحظه ای روی نمی دهد با جایگزین کردن ساده واژه انرژی با واژه ماده می توان ده استراتژی هایدن را برای این نوع حوادث نیز به کار برد.

مدل انرژی سه مزیت مشخص دارد:

این اطمینان فراهم می شود که همه اقدامات پیشگیرانه ممکن قابل شناسایی است. در استفاده از این مدل سه خط مشی اصلی جهت کنترل اولویت بندی می شود. به طوریکه خط مشی های رده اول مواردی هستند که در منبع انرژی اعمال می شوند. اگر امکان حذف خطر یا رساندن آن به سطح قابل قبول در منبع وجود نداشت هباید موانعی مثل حفاظ های ثابت بین منبع و اهداف آسیب پذیر توصیه خواهند شد. نهایتا اقداماتی که بر روی اهداف آسیب پذیر انجام می شود مثل استفاده از تجهیزات حفاظت فردی که به عنوان آخرین راهکار توصیه می شود.

امکان پیشگویی پیامدهای ناشی از حوادث را فراهم می کند زیرا بعد از رها شدن ناخواسته انرژی، سلسله مراتب بروز حادثه، اساسا از قوانین فیزیکی تبعیت نموده و تا حد زیادی پیامدها به مقدار انرژی رها شده بستگی دارد.

امکان شناسایی خطرات را فراهم می کند. پیشنهادات هیدن در زمینه پیشگیری از بروز حوادث، تحت عنوان خط مشی های ده گانه، به قرار زیر است. در این استراتژی از سیستم اره گرد و همچنین میست های روغن حاصل از گل حفاری به عنوان مثال استفاده می شود: پیشگیری از ایجاد یا تولید انرژی (حذف استفاده از ابزار گرد با بکار بردن قطعات بریده شده چوب و حذف نفت در گل حفاری، با استفاده از گل پایه با آب) اصلاح سطح برخورد جهت کاستن از آسیب های وارده (اصلاح دندانه های اره و استفاده از روغن با سمیت کمتر) کاهش بزرگی انرژی (محدود کردن سرعت چرخش اره و کاهش سطح تبخیر روغن)



پیشگیری از رها سازی انرژی (طراحی دکمه خاموش و روشن برای جلوگیری از روشن شدن تصادفی اره) کاهش سرعت و توزیع فضای رها سازی انرژی (نصب دکمه توقف اضطراری بر روی اره و استفاده تهویه به منظور کاهش توزیع بخارات روغن) ایجاد فاصله مکانی یا زمانی با محل آزاد شدن انرژی (استفاده از ماشین اره خودکار و کنترل از راه دور) قرار دادن یک مانع بین منبع انرژی و اهداف آسیب پذیر (حفاظ گذاری ماشین آلات و استفاده از پرده های هوا) مقاوم سازی اهداف آسیب پذیر در برابر انتقال انرژی (عینک حفاظتی و ماسک های تنفسی) بررسی و ارزشیابی سریع چگونگی رویداد حادثه در جلوگیری از ادامه با گسترش آن (کمک های اولیه) انجام اقدامات اضطراری، پس از وقوع حادثه و انجام اقدامات طولانی مدت به منظور مرمت و باز توانی (مثل دوش های شستشوی چشم، باز توانی افراد، باز سازی اماکن و...)

تکنیک BA&ET اختصاصا برای تمرکز بر روی چهار پارامتر زیر طراحی شده است:

۱. منبع یا منابع انرژی در سیستم
  ۲. متناسب بودن موانع موجود در مسیر انرژیها
  ۳. تعامل عامل انسانی یا سیستم
  ۴. بررسی اهداف نهایی انرژی ناخواسته یا کنترل نشده (اهداف نهایی ممکن است افراد یا اشیا باشد)
- ETBA** یک فرایند تجزیه و تحلیل سیستم مدار است که با تمرکز روی حضور انرژی در سیستم و موانع موجود برای کنترل آن به شناسایی خطرات کمک می کند. این روش، درک عمیقی از منابع و انرژی هایی که ممکن است، منجر به زیان ناشی از حوادث شوند فراهم می کند.

**تکنیک**: ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل موانع به عنوان ابزاری جهت تجزیه و تحلیل اصولی علل حوادث نیز مورد استفاده قرار می گیرد. این تکنیک، در اصل از تکنیک پایش مدیریتی و درخت ریسک (MORT) منتج شده است در روش MORT معمولا چند عامل به عنوان علل وقوع حادثه، مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند (در بالا بدان اشاره گردید) و خود حادثه نیز به صورت رها شدن جریان ناخواسته انرژی که در اثر نامناسب بودن حفاظ ها به وقوع می پیوندد تعریف می شود.

بر اساس این تعریف اجزای اصلی یک حادثه عبارتند از:

- جریان انرژی یا شرایط محیطی که ایجاد آسیب می کند.
  - افراد یا اشیاء حساس که ممکن است در اثر جریان انرژی یا شرایط محیطی آسیب ببینند ..
  - نقص یا کاستی در موانع و کنترلهایی که برای جداسازی هدف ها از انرژی با شرایط نامناسب طراحی شده اند.
- روبرای وقوع حادثه، وجود چهار عامل بالا الزامی است و حتی اگر یکی از این شرایط برقرار نباشد حادثه رخ نخواهد داد. تکنیک ETBA می تواند با شناسایی احتمالات (عدم قطعیت)، از بروز حوادث جلوگیری کند.
- انرژی، قابلیت فیزیکی برای انجام کار است. بنابراین برای عملکرد، ضروری می باشد. عامل عمده و فزاینده پیشرفت جوامع بشری، استفاده از انرژی است. انتقال ناخواسته انرژی، حاصل عبور انرژی از موانع و مواجهه هدف با این انرژی است. از دیدگاه علمی، رها شدن انرژی همان تغییر شکل انرژی از شکلی به شکل دیگر است که از این لحاظ، شبیه خود فرآیند است با این تفاوت که در رها شدن انرژی، تغییر شکل ها برنامه ریزی نشده و غالبا نامطلوبند. چگونه رها شدن انرژی، بسته به نوع انرژی متفاوت است.
- مواردی از انرژی ها و چگونگی رها شدن آنها عبارتند از:
- انرژی مکانیکی (برخورد با وسایل نقلیه، فرو ریختن ساختارهای موقت یا دائم، ارتعاش و جرقه)،
  - انرژی فشار (رها شدن پودرها به صورت نشست از منافذ ظرف، رها شدن مایعات در اثر شکستگی هیدرولیکی ظرف تحت فشار، رها شدن بخارات مایع شده به صورت فروپاشی ظرف)،
  - انرژی گرمایی (رها شدن مایعات داغ، رها شدن گازهای داغ، رها شدن مواد سرد)، انرژی شیمیایی (واکنش های ناخواسته، احتراق خودبخود).

شکل ۲-۱۳ چک لیست انرژی مورد استفاده در ETBA را نشان می دهد. همان گونه که پیش از این بیان شد ، گام نخست در اجرای تکنیک ETBA، شناسایی منابع انرژی است . از این رو مراجع معتبر ، انواع انرژی را به گروههای مختلف، دسته بندی کرده اند این انرژی ها عبارتند از : انرژی جنبشی ، انرژی شیمیایی، انرژی بیولوژیک، انرژی گرمایی، انرژی الکتریکی و انرژی تابشی یون ساز و غیر یون ساز. همچنین ، انرژی هایی که با ایجاد تداخل در مبادله عادی انرژی، آسیب و جراحت ایجاد می کنند مثل شرایط محیطی نیز باید مد نظر قرار بگیرد . پس از اینکه منبع انرژی در سیستم شناسایی شد ، کار انجام شده به وسیله انرژی، ردیابی و برای هر منبع انرژی، هدف ها شناسایی می شوند.

سپس انشعابات انرژی از آن نقطه ردیابی میشوند .پس از آن موانع فیزیکی یا (عملیاتی) موجود در مسیر انرژی شناسایی میشوند تا بتوان تعیین کرد که چه تغییراتی در این موانع، رخ داده یا ممکن است ایجاد شود.

به طور خلاصه موارد کاربرد ETBA عبارتند از :

- شناسایی خطرات در مرحله طراحی سیستم .
- کمک به تکمیل سناریوی حادثه ،پس از وقوع حادثه
- بررسی وضعیت ایمنی یک سیستم پیش از راه اندازی آن
- تصمیم گیری برای خرید یک دستگاه یا سیستم جدید

و نهایتاً تجزیه و تحلیل وضعیت ایمنی یک سیستم در حال کار و ایجاد اصلاحات مطالعات مختلفی در خصوص ETBA در جهان صورت گرفته است و این روش را به عنوان یک تکنیک مفید در بررسی ایمنی سیستم و شناسایی خطرات آن معرفی نموده اند: از جمله :

در یک تحقیق که توسط وزارت انرژی آمریکا در سال ۱۹۹۰ صورت گرفت از این روش جهت بررسی علل حوادث و ارائه راهکارهای لازم جهت بررسی علل حوادث و ارائه راهکارهای لازم جهت جلوگیری از وقوع آن استفاده گردید. Ludwih Banner از این روش به کرات جهت ارزیابی صنایع در آمریکا استفاده نموده است . سازمان های مختلف دیگر از قبیل سازمان ناسا نیز این تکنیک را در مطالعات خود بکار برده اند . البته نتایج اکثر مطالعات صورت گرفته به صورت WTBA در دنیا در دسترس نیست این بدان دلیل است که اطلاعات مزبور در شرکت ها محرمانه بوده ولذا در اختیار عموم قرار نگرفته است .

در ایران نیز چند کار پژوهشی در قالب پایان نامه در این خصوص انجام شده است . در سال ۱۳۸۲ مطالعه ای به صورت موردی در واحد ایزوماکس پالایشگاه تهران و بخش های مرتبط با آن اجرا گردید . نتایج بدست آمده شامل شناسایی ۱۲ نوع انرژی مختلف و ۲۸ زیر گروه بود که تعداد آنها بالغ بر ۵۲ عدد جدول کار می باشد . در این مطالعه علاوه بر تعیین نوع انرژی ، کنترل کننده موجود ، اهداف آسیب پذیر مثبت به انرژی ، عدد ریسک ، ارزیابی کارآیی کنترل کننده ها ، پیشنهاداتی (نظیر اصلاح سیستم ثبت گزارش، بعنوان یک پارامتر کلیدی در ارزیابی ریسک ، تغییرات نرم افزاری و سخت افزاری در طراحی تجهیزات ) نیز برای کاهش سطح ریسک تا حد قابل قبول ارائه شد. در نهایت از آن پژوهش این نتیجه استنباط گردید که این روش در صنایع مختلف قابل اجرا بوده و در شناسایی خطرات و حوادثی که در پی آنها ممکن است پیش آید بسیار مفید و موثر می باشد.

مطالعه دیگر نیز در شرکت خودروسازی به روش ردیابی انرژی و واکاوی حفاظها (ETBA) همچنین در واحد رنگ کاری این صنعت بوسیله این روش مورد ارزیابی قرار گرفت . این مطالعه نشان داد در سالن مذکور ، دو دسته خطرات یا انرژی ها از نظر اجرای راهکارهای کنترل در اولویت قرار دارند ، دسته ی اول انرژی هایی که به طور مکرر موجب بروز حادثه در سالن می شوند و گزارش حوادث آنها در واحد ایمنی همان صنعت موجود است . یافته های این پژوهش پیشنهاد می کند یک نظام جامع بر پایه ی یکی از روشهای شناسایی خطر برای مدیریت ریسک های انسانی ، تجهیزاتی ، تولید و محصول برقرار گردد و دوره های آموزشی نیز برای پرسنل برگزار شود.

**هدف ETBA:**

این تکنیک تحلیلی می تواند برای کمک در آماده سازی لیست مقدماتی خطر (PHL) ، تجزیه و تحلیل مقدماتی خطر (PHA) تجزیه و تحلیل خطرات زیر سیستم (SSHA) و یا تجزیه و تحلیل خطرات سیستم (SHA) مورد استفاده قرار گیرد. ETBA ممکن است در اجرای تجزیه و تحلیل خطر (OHA) و تجزیه و تحلیل حادثه و موارد دیگری از این دست مفید باشد.

### داده ها و اطلاعات ورودی مورد نیاز:

از نیازهای ابتدایی برای اجرای ETBA تهیه نقشه های پروژه، ترسیم نمودار عملیاتی و کروکی چیدمان ماشین آلات و تسهیلات و تاسیسات می باشد. میزان جزئیات مورد نیاز بستگی به هدف تجزیه و تحلیل دارد. تهیه و رسم شمای اولیه و خلاصه ای از پروژه ممکن است به منظور تهیه لیست مقدماتی خطر (PHL) کافی باشد. ولی برای آنالیز مقدماتی خطر (PHA) و تجزیه و تحلیل خطرات سیستم و زیر سیستم به جزئیات بیشتری نیاز است. درختان تحلیلی، روش های اجرایی مربوط به تعمیرات و نگهداری و عملیات (اگر در دسترس باشد) و نقشه های سایت پروژه نیز می توانند در اجرای ETBA مفید باشند.

### روند کلی اجرای ETBA:

اولین گام در اجرای ETBA شناسایی انواع انرژی های مرتبط با پروژه یا فرایند می باشد. سپس برای هر کدام از انواع جریان انرژی باید محل هایی را که منشا ایجاد انرژی بوده مشخص نمود و همچنین باید مسیرهای جریان انرژی را در طول فرایند ردیابی نمود. در مرحله بعد حفاظ ها و موانع موجود در مسیر جریان انرژی شناسایی و ارزیابی شده و اهداف آسیب پذیر نسبت به آزاد شدن ناخواسته جریان انرژی چنانچه موانع قادر به ایجاد حفاظت کافی نباشد نیز مشخص می شوند. بدنبال آن باید ریسک مربوط به آزاد شدن ناخواسته هر کدام از جریان های انرژی تعیین گردیده که این ریسک تحت عنوان کد ارزیابی ریسک (RAC) بیان خواهد شد.

در نهایت به منظور ارتقاء کلی سطح ایمنی فرایند باید اقدامات کنترل و راهکارهای اصلاحی جهت ریسکهای غیر قابل قبول پیشنهاد شده و در صورت نیاز به تجزیه و تحلیل بیشتر آنالیز سیستم و زیر سیستم پرداخته شود.

### دستور العمل اجرای ETBA:

جمع آوری مدارک و منابع مورد نیاز که عبارتند از: کدها استانداردها و مقررات مورد نیاز، استفاده از کمک مشاوران، اطلاعات و منابع آموزشی، نمونه هایی از ETBA که در پروژه های مشابه کاربرد داشته است، تجزیه و تحلیل های دیگر، نتایج PHL که در پروژه تهیه گردیده و همچنین موارد دیگری که ممکن است در اجرای DTBA موثر باشد. لیست انواع انرژی که می تواند در ارتباط با یک پروژه وجود داشته باشد عبارتند از:

امواج صوتی، خوردگی، الکتریسیته، پرتوهای ذره ای و الکترومغناطیس، مواد قابل انفجار، مواد قابل اشتعال، انرژی جنبشی طولی، انرژی جنبشی چرخشی، حجم، وزن، ارتفاع، انرژی هسته ای، فشار، فاصله، گرما (به جز گرمای تابشی)، گرمای تابشی، سموم بیماریزا. جدول ETBA بر اساس شکل ۲-۱۲ برای انواع انرژی تکمیل می شود به منظور تهیه این فرم می توان از جداول تجزیه و تحلیل که در روش های PHL, OHA, SSHA, SHA قبلا توضیح داده شده است استفاده نمود. در مواردی ممکن است نیاز باشد تا برگه کار ETBA را بتوان به برگه کار PHA (یا آنالیزهای دیگر) تبدیل نمود بسته به نوع تجزیه و تحلیل و پیچیدگی پروژه ممکن است گزارش تجزیه و تحلیل مستقیما از روی برگه کار ETBA آماده شده و چنانچه در قسمتی از گزارش برگه کار ETBA نیز وجود داشته مناسب تر می باشد. ایجاد برگه کار PHA (و یا حتی دیگر آنالیزها) از روی برگه کار ETBA نسبتا ساده می باشد زیرا ستون مقدار محل انرژی در فرم ETBA می تواند با ستون رویداد خطرناک در برگه کاری PHA جایجا شود (شکل ۲-۸) همچنین ستون حفاظها در برگه کاری ETBA با ستون فاکتورهای سببی در PHA و همچنین ستون اهداف نیز با ستون اثرات بر سیستم جایجا گردد. رویدادهای خطرناک معمولا در ارتباط با انرژی بوده، فاکتورهای سببی مستلزم خطا در حفاظها می باشد و اثرات بر سیستم، توسط هدف و یا محل برخورد جریان انرژی ناخواسته تعیین می شود.

### برگه کاری:

ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظ ها

برنامه / سیستم : مهندس: تاریخ: صفحه : ... از ...

شماره نقشه	مقدار و نوع انرژی	اهداف بالقوه آسیب پذیر	کنترل‌های موجودی	سطح ریسک	ارزیابی اثر بخشی کنترل‌ها	کنترل‌های پیشنهادی	سطح ریسک کنترل شده	استاندارد های مورد استفاده

عنوان:

در این قسمت نام و شماره پرونده وارد می شود . همچنین نام تحلیل گر و نوع انرژی که در این برگه مورد ردیابی قرار می گیرد نیز نوشته شده و همچنین محل یا قسمتی که در پروژه شناسایی شده و نمودار آن تهیه گردیده است شماره آن ثبت می گردد لازم به ذکر است که تهیه و ترسیم نمودارهای عملیاتی قسمتی از گزارش کار بوده که می بایست به منظور تجزیه و تحلیل آماده و در دسترس باشد .

**ستون شماره ۱ مقدار و محل انرژی :** ماهیت انرژی را توصیف می نماید و مقدار آن ممکن است با کمیت هایی از قبیل ولتاژ، وات ، فشار ، سرعت جریان ، اندازه مخزن ، سرعت ، وزن بیان شود . محل آن نیز با عباراتی توضیح داده می شود(مثل : در قسمت جنوبی اتاق شماره ۱۳۷ در گوشه سمت راست نمودار ۲۲۲ ، در قسمت بیرونی برق شماره ۲) و یا به صورت کدبندی شده (A1,A2,A3) و همچنین با نشان دادن بر روی نمودارها نیز می تواند ارائه گردد.

**ستون ۲ حفاظ ها :** موانع فیزیکی و یا رویه ای را برای کنترل یا محدود کردن هر جریان انرژی ناخواسته در مکان مشخص شده بیان می نماید بطور مثال به منظور حفاظهای الکتریکی می توان انواع عایق های سیم کانال ، داکت ، دیوارها ، حفاظ های حصار ، و انواع موانع فلزی را نام برد . قطع کننده های مدار نقص اتصال زمین (GFCI) رله های دیفرانسیل و فیوزها انواع وسایل حفاظتی الکتریکی هستند که در شرایط اضافه جریان و ولتاژ خطرناک محافظت لازم را بعمل می آورند . بعلاوه حفاظن برق می تواند از طریق علائم هشداردهنده و نصب قفل خارجی همراه با هشدارهای مخصوص نیز در امکان مخصوص تامین گردد .

**ستون ۳ اهداف :** در این ستون لیست اشیاء و اشخاصی که در یک محل خاص می توانند در مسیر عبور جریان انرژی ناخواسته قرار گیرند ارائه می شود . در صورت امکان تعداد افراد در معرض و یا حجم اشیاء مورد نظر نیز بیان خواهد شد ضمناً سایر سیستم ها و زیر سیستم هایی را که می توانند تحت تاثیر جریان انرژی ناخواسته قرار گیرند نیز شناسایی خواهند شد.

**ستون ۴ RAC :** در این ستون کد ارزیابی ریسک (RAC) مرتبط با این نوع انرژی ناخواسته را وارد کنید . برای هر کدام از اهداف این اقدام را بعمل آورید .

**ستون ۵ توضیحات / ارزیابی حفاظ ها :** توضیحاتی در خصوص مناسب بودن حفاظ های موجود در برابر خطرات بالقوه ناشی از جریان ناخواسته انرژی ارائه می شود البته این موضوع به کدها ، استانداردها و قوانین مربوطه بستگی دارد.

**ستون ۶ اقدامات اصلاحی :** در این ستوان انواع توصیه ها و پیشنهادات به منظور ایمن نمودن پروژه ارائه می شود . این اقدامات می تواند شامل برنامه هایی از قبیل عوض کردن نوع انرژی و مسیر آن ، کاهش سطح انرژی ، بهینه سازی حفاظ ها ، افزایش موانع اضافی، تغییر مسیر اهداف و یا مقاوم تر نمودن هدفها می باشد این اقدامات به منظور بهبود وضعیت RAC مورد نیاز بوده و بر روی ریسکهای قابل قبول نیز تاثیر گذار خواهد بود .

در ادامه نمونه ای از مطالب ETBA انجام شده در یکی از صنایع کشور ارائه شده است .

## خلاصه:

ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظها یکی از تکنیکهای موثر در ارزیابی ایمنی سیستم‌ها محسوب می‌شود که می‌توان از آن در تجربه و تحلیل مناسب بودن کنترلرها و حفاظهای موجود یا طراحی شده با توجه به مواجهه با ریسک خطر استفاده نمود. تکنیک BA&ET در ردیابی جریان انرژی در سیستم برای تعیین فاکتورها علتی که ممکن است به بروز یک حادثه یا ضایعه کمک کند بسیار مفید است. BA&ET همچنین می‌تواند برای ارزیابی کنترلرهای موجود در راستای تعیین ارزش و اهمیت آنها در جلوگیری از یک جریان ناخواسته انرژی مورد استفاده قرار گیرد و نهایتاً اینکه BA&ET یکی از ابزارهای اساسی در تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم‌ها بوده که نه تنها می‌تواند مناسب بودن موانع خطر و کنترلرها را مستند سازی کند بلکه قادر است آن دسته از جریان‌های انرژی درون سیستم را بعنوان خطرات بالقوه که ممکن است در فاز آن دسته از جریان‌های انرژی درون سیستم را بعنوان خطرات ریسک بالقوه که ممکن است در فاز ایده یا انرژی یا طراحی پروژه فراموش شده باشد را شناسایی نماید

### چک لیست انرژی‌های ETBA

برای هر ارزیابی ریسک که بخواهید با روش ETBA انجام بدهید باید کلیه انرژی‌های که در کارخانه، کارگاه یا محیط کار وجود دارد از طریق برگه کاری (چک لیست) مشخص کنید و سپس هر یک از این انرژی‌ها رو وارد جدول می‌کنید و عدد ریسک مربوط به آن انرژی را تعیین کنید. برای مثال در صورتی که سیستم ما رو باز باشد و در محیط بیرون باشد ما می‌توانیم انرژی‌های شرایط جوی (گرم، سرما، باد، باران و برف و ...) را به آن نسبت دهیم و تاثیر این انرژی را بر روی انسان، محیط و تجهیزات بررسی میکنیم. بعضی از انرژی‌ها به طور مثال فقط به تجهیزات آسیب می‌رسانند که در این صورت ما این انرژی را فقط برای تجهیزات در نظر می‌گیریم. برای درک بهتر به دو مثال زیر توجه کنید:

در مثال بالا می‌بینید که انرژی ریسک کاهش بیش از حد سطح در مخزن هم محصول (تجهیزات) و هم به محیط زیست مضر است. و برای هر کدام به صورت جداگانه عدد ریسک را مشخص می‌کنیم.

در ردیف اول باید نام انرژی را مشخص کنیم که برای اولیه جابجایی فشار حجم و انرژی جنبشی و نوع (۴-۷) را زدیم که این انرژی را با توجه به چک لیست انرژی ETBA دادیم. لیست این انرژی‌ها به شرح زیر است. در صورتی که از هر کدام از این ستون‌ها سوال دارید می‌توانید در نظرات بیان کنید.

نام انرژی	مقدار و نوع انرژی	اهداف القوه	نحوه اثر	کنترل‌های موجودی	سطح ریسک اولیه	کنترل‌های پیشنهادی	سطح ریسک ثانویه
جابجایی فشار حجم و انرژی جنبشی (4-7)	ریسک کاهش بیش از حد سطح در مخزن	محصول	آتش سوزی، از کار افتادن دستگاه	فشار سنج‌های پایین و بالای مخازن، Level gauges	B3	پایش و اندازه‌گیری مداوم، تست تجهیزات جهت صحت از کارکرد آنها، تهیه دستورالعمل ایمنی و آموزش افراد	3C
		محیط زیست	الودگی محیطی		3C		
انرژی جنبشی و چرخشی (3-3)	ریسک پار مانده شهر رهگشی Drain Valve	انسان	سوختگی در اثر ایجاد حریق، خفگی بر اثر نشت گاز C3 یا C4	شیرهای ایمنی، دماسنج، شیرهای کنترل دستی فشار سنج‌های حساس به کاهش فشار	2C	نظارت و بررسی Safety valve Control Valve نصب سیستم اعلام و اطفاء حریق	4C
		تجهیزات	احتراق، انفجار، از کار افتادن دستگاه‌ها		2C		4D
		محیط زیست	آلودگی محیط و هوا		2C		3D

### چک لیست انرژی‌های ETBA

## ۱- انرژی الکتریکی ۱-۱ جریان های

مستقیم/جریان های متناوب

۲-۱ انرژی الکتریکی ذخیره شده/تخلیه الکتریکی

۳-۱ انتشارات الکترو مغناطیسی/ پالسهای رادیو فرکانس

۴-۱ ولتاژ القایی/ جریان های القایی

۵-۱ ولتاژ کنترل/ جریان های کنترل

۶-۱ مبدل های الکترومغناطیسی

## ۲- انرژی پتانسل

۱-۲ قرار داشتن انسان ها در ارتفاع

۲-۲ قرار داشتن جسم در ارتفاع

۳-۲ اشیاء معلق

۴-۲ بنای در حال ویرانی

۵-۲ بلند کردن بار، حمل و نقل و کار با مواد

۶-۲ فنرها و اشیاء تحت تنش

۷-۲ سطوح شیب دار

۸-۲ سطوح لغزنده

## ۳- انرژی جنبشی و چرخشی

۱-۳ ماشین های گردنده و گریز از مرکز

۲-۳ چرخ دنده ها و چرخ ها

۳-۳ فنرهای چرخان، پرده های ملخی

۴-۳ اجزای انتقال قدرت، غاتکها یا سیلندرها

## ۴- انرژی جنبشی خطی

۱-۴ اجسام پرتاب شده، گلوله ها و ...

۲-۴ پیستون ها و اجزای در حال حرکت

۳-۴ قیچی ها و پرسها

۴-۴ وسایل نقلیه و تجهیزات در حال حرکت

## ۵- انرژی گرمایی ۵-۱ مواد مذاب یا مواد

در حال سوختن

۲-۵ تشعشع حرارتی

۳-۵ هدایت گرمایی

۴-۵ جابجایی هوا گرما منبسط شونده

۵-۵ چرخش حرارتی

۶-۵ بخار، واکنش شیمیایی گرمازا

۶- انرژی پرتو دهی

۱-۶ پرتوهای یونیزان (الفای، بتا و گاما)

۲-۶ پرتوهای غیر یونیزان (IR,UV و

مرئی)

## ۷- جابجایی فشار حجم و انرژی جنبشی

۱-۷ انفجار یا ترکیدگی در اثر فشار بیش از حد

۲-۷ ایجاد خلاء

۳-۷ ریختن مایع

۴-۷ افزایش حجم سیابات/فوران سیالات

۵-۷ جابجایی هوای تهویه

۶-۷ اشیاء فنری که در حال باز شدن هستند

۷-۷ گود برداری، حفاری، حرکت زمین

## ۸- مواد شیمیایی

۱-۸ مواد خفکان آور و بیهوش کننده

۲-۸ مواد خورنده

۳-۸ حلال ها و روان کننده ها

۴-۸ مواد غیر قابل ترکیب، مواد تجزیه ناپذیر

۵-۸ مواد دفع شده، پس مانده، قابل انفجار، قابل احتراق

۶-۸ مواد اشتعال پذیر، اکسید شدنی قابل پلی مریزاسیون، سمی، سرطانزا، زباله و

آلاینده های آب و خاک

۷-۸ گرد و غبار، فیوم ها و گازها و بخارات بیماریزا

## ۹- صدا و ارتعاش ۹-۱ صدا

۲-۹ ارتعاش

۱۰-۱ انرژی های زیرزمینی

۱۰-۱ زمین لرزه

۱۰-۲ نشست زمین، جریان های

آب زیر زمینی

۱۰-۳ اثرسول ها، گرد و

غبار، ذرات و میست ها

۱۰-۴ نور، افتاب، هوا (گرم، سرد،

وارونه)

## ۱۱- انرژی های جوی

۱۱-۱ سرعت، شدت و جهت باد

۱۱-۲ باران (گرم، سرد، منجمد)،

باران اسیدی

۱۱-۳ برف، تگرگ، برف و باران

۱۱-۴ رعد وبرق و نیروهای

الکترواستاتیک

## ۱۲- موجودات زنده

۱۲-۱ کنش و واکنش میان

انسان ها

۱۲-۲ کنش و واکنش میان

موجودات با گونه های دیگر

۱۲-۳ فعالیت های حیاتی

گیاهان

## ۱۳- متفرقه

۱۳-۱ قرار داشتن تجهیزات در

محل نامناسب

۱۳-۲ پیچیدگی دستگاه ها و

تجهیزات

۱۳-۳ قرار دادن افراد در پوسچر

نامناسب، کار استاتیک

## ردیابی انرژی و تجزیه تحلیل حفاظ ها ETBA

ETBA یک تکنیک نسبتاً جدید است که بر پایه برخی از اصول پایش مدیریتی و درخت ریسک (MORT) بنا نهاده شده است. که یک رویداد را به صورت یک جریان انرژی ناخواسته تعریف می کند. یک حادثه زمانی بوجود می آید که یک جریان انرژی ناخواسته تولید شده و بدلیل عدم حفاظ کافی در مسیران به اهداف مختلفی برخورد نموده و باعث صدمه به افراد و یا ایجاد خسارت مالی می گردد. بنابراین جریان ناخواسته انرژی باعث ایجاد یک رویداد شده و اگر نتایج این رویداد نامطلوب باشد حادثه ایجاد می شود.

حتماً بعد از خواندن این مطلب مقاله دیگری به عنوان ارزیابی ریسک به روش ETBA را مطالعه کنید چون تکمیل کننده این مطلب می باشد

### مفهوم حفاظ های انرژی

تکنیک ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظها که به عنوان ابزاری جهت تجزیه و تحلیل اصولی علل حوادث مورد استفاده قرار می گیرد در اصل از تکنیک پایش مدیریتی و درخت ریسک منتج شده است. در روش mort معمولاً چند عامل به عنوان علل وقوع حادثه مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و خود حادثه نیز بصورت رها شدن جریان ناخواسته ای از انرژی که در اثر نا مناسب بودن حفاظ ها بوقوع می پیوندد تعریف می شود. در منابع علمی دیگر نیز بر تعریف فوق از حادثه تأکید شده است بعنوان مثال استفن بیان می کند که حادثه بدلیل فقدان و یا نا مناسب بودن موانع و کنترل ها و انتقال ناخواسته انرژی رخ می دهد. با توجه به مطالب فوق می توان گفت که حوادث معمولاً بدنبال اشتباهات انجام شده در برنامه ریزی ها یا خطاهای عملیاتی که خود نتیجه نهایی ناتوانی در نشان دادن واکنش های مناسب در برابر تغییرات فاکتور های انسانی یا محیطی است بوقوع می پیوندند. از طرف دیگر ناتوانی در نشان دادن عکس العمل های مناسب در برابر این گونه تغییرات برنامه ریزی نشده مستقیماً به برز شرایط و اعمال نا ایمن منجر شده که شرایط و اعمال نا ایمن نیز باعث ایجاد جریان ناخواسته ای از انرژی می شود که اگر موانع و حفاظ های مناسب برای کنترل اینگونه انرژیهای ناخواسته پیش بینی نشده باشد بدون شک نتایج ناخواسته ای (پیامدهای آن) ایجاد خواهد شد.

اضلاع مثلث حادثه که در واقع در برنامه MORT مورد بحث می باشد شامل جریان انرژی ناخواسته حفاظ ها و موانع در مسیر عبور ایم جریان که جهت پیشگیری و کنترل مناسب نیستند و اهداف آسیب پذیر (انسان و اشیاء) در مسیر این انرژی می باشد. روش ETBA بر این اساس استوار بوده و به صورت سیستماتیک ارتباط بین این سه فاکتور را با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد.

### مزایای استفاده از روش ETBA:

از عمده ترین نقاط قوت روش ETBA، می توان به مواردی از قبیل، توانایی در به حداقل رساندن خطرات ارائه یک روند نظام مند به منظور تجزیه و تحلیل خطرات موشکافی این روش در ردیابی انرژی و سازگاری آن با دیگر روش های تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم اشاره نمود. این تکنیک برای هر گونه سیستم ساده یا پیچیده مناسب بوده و روش نظام مند، مداوم و موثر برای کشف خطرات در یک سیستم جدید می باشد. همچنین، برای بررسی سیستم های موجود که در گذشته با جدیت تجزیه و تحلیل نشده اند نیز مناسب است. این تکنیک را می توان در هنگامی که جزئیات بیشتری به منظور تجزیه و تحلیل موانع لازم باشد به کار برد. در ضمن روش مزبور بر پایه مدل انرژی قرار داشته و همچنین روشی است که برای بررسی مفصل تر خطراتی که با استفاده از روش تجزیه و تحلیل موانع شناسایی شده اند به کار خواهد رفت.

ساده ترین توضیح مدل انرژی در این تکنیک، اینگونه است که حوادث در اثر انتقال ناخواسته شکل های مختلف انرژی از یک منبع به یک ساختار حساس ایجاد می شوند. هیدن در سال ۱۹۷۵ ده استراتژی کنترل جهت مدیریت انرژی پیشنهاد نمود که به مدل هیدن معروف است ویژگی مهم مدل هیدن این است که انرژی را به عنوان علت بالقوه حوادث مورد توجه قرار داده و در این راستا مجموعه ای از استراتژی های کنترل را ارائه می نماید که به روش های مختلفی، قابل اجرا می باشند.

در این مدل حوادثی ناشی از انتقال ناخواسته جریان مواد را نیز می توان به طریقی مشابه بررسی نمود. از آنجا که در این نوع حوادث انتقال انرژی قابل ملاحظه ای روی نمی دهد با جایگزین کردن ساده واژه انرژی با واژه ماده می توان ده استراتژی هایدن را برای این نوع حوادث نیز به کار برد.

مدل انرژی سه مزیت مشخص دارد :

۱. این اطمینان فراهم می شود که همه اقدامات پیشگیرانه ممکن قابل شناسایی است. در استفاده از این مدل سه خط مشی اصلی جهت کنترل اولیت بندی می شود. به طوری که خط مشی های رده اول مواردی هستند که در منبع انرژی اعمال می شوند. اگر امکان حذف خطر یا رساندن آن به سطح قابل قبول در منبع وجود نداشته باشد موانعی مثل حفاظ های ثابت بین منبع و اهداف آسیب پذیر توصیه خواهند شد. نهایتاً اقداماتی که بر روی اهداف آسیب پذیر انجام می شود مثل استفاده از تجهیزات حفاظت فردی که به عنوان آخرین راهکار توصیه می شود.
۲. امکان پیشگویی پیامدهای ناشی از حوادث را فراهم می کند زیرا بعد از رها شدن ناخواسته انرژی، سلسله مراتب بروز حادثه، اساساً از قوانین فیزیکی تبعیت نموده و تا حد زیادی پیامدها به مقدار انرژی رها شده بستگی دارد.
۳. امکان شناسایی خطرات را فراهم می کند.

پیشنهادات هیدن در زمینه پیشگیری از بروز حوادث، تحت عنوان خط مشی های ده گانه، به قرار زیر است. در این استراتژی از سیستم اره گرد و همچنین میست های روغن حاصل از گل حفاری به عنوان مثال استفاده می شود:

۱. پیشگیری از ایجاد یا تولید انرژی (حذف استفاده از ابزار گرد با بکار بردن قطعات بریده شده چوب و حذف نفت در گل حفاری، با استفاده از گل پایه با آب)
  ۲. اصلاح سطح برخورد جهت کاستن از آسیب های وارده (اصلاح دندانده های اره و استفاده از روغن با سمیت کمتر)
  ۳. کاهش بزرگی انرژی (محدود کردن سرعت چرخش اره و کاهش سطح تبخیر روغن)
  ۴. پیشگیری از رها سازی انرژی (طراحی دکمه خاموش و روشن برای جلوگیری از روشن شدن تصادفی اره)
  ۵. کاهش سرعت و توزیع فضای رها سازی انرژی (نصب دکمه توقف اضطراری بر روی اره و استفاده تهبویه به منظور کاهش توزیع بخارات روغن)
  ۶. ایجاد فاصله مکانی یا زمانی با محل آزاد شدن انرژی (استفاده از ماشین اره خودکار و کنترل از راه دور)
  ۷. قرار دادن یک مانع بین منبع انرژی و اهداف آسیب پذیر (حفاظ گذاری ماشین آلات و استفاده از پرده های هوا)
  ۸. مقاوم سازی اهداف آسیب پذیر در برابر انتقال انرژی (عینک حفاظتی و ماسک های تنفسی)
  ۹. بررسی و ارزشیابی سریع چگونگی رویداد حادثه در جلوگیری از ادامه با گسترش آن (کمک های اولیه)
- انجام اقدامات اضطراری، پس از وقوع حادثه و انجام اقدامات طولانی مدت به منظور مرمت و بازتوانی (مثل دوش های شستشوی چشم، بازتوانی افراد، بازسازی اماکن و ...)

تکنیک BA&ET اختصاصاً برای تمرکز بر روی چهار پارامتر زیر طراحی شده است:

۱. منبع یا منابع انرژی در سیستم
  ۲. متناسب بودن موانع موجود در مسیر انرژی ها
  ۳. تعامل عامل انسانی یا سیستم
  ۴. بررسی اهداف نهایی انرژی ناخواسته یا کنترل نشده (اهداف نهایی ممکن است افراد یا اشیا باشد)
- ETBA یک فرایند تجزیه و تحلیل سیستم مدار است که با تمرکز روی حضور انرژی در سیستم و موانع موجود برای کنترل آن به شناسایی خطرات کمک می کند. این روش، درک عمیقی از منابع و انرژی هایی که ممکن است، منجر به زیان ناشی از حوادث شوند فراهم می کند.



تکنیک: ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل موانع به عنوان ابزاری جهت تجزیه و تحلیل اصولی علل حوادث نیز مورد استفاده قرار می گیرد. این تکنیک، در اصل از تکنیک پایش مدیریتی و درخت ریسک (MORT) منتج شده است در روش MORT معمولاً چند عامل به عنوان علل وقوع حادثه، مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند (در بالا بدان اشاره گردید) و خود حادثه نیز به صورت رها شدن جریان ناخواسته انرژی که در اثر نامناسب بودن حفاظ ها به وقوع می پیوندد تعریف می شود.

بر اساس این تعریف اجزای اصلی یک حادثه عبارتند از:

۱. جریان انرژی یا شرایط محیطی که ایجاد آسیب می کند.
  ۲. افراد یا اشیاء حساس که ممکن است در اثر جریان انرژی یا شرایط محیطی آسیب ببینند.
  ۳. نقص یا کاستی در موانع و کنترلهایی که برای جداسازی هدف ها از انرژی با شرایط نامناسب طراحی شده اند.
- برای وقوع حادثه، وجود چهار عامل بالا الزامی است و حتی اگر یکی از این شرایط برقرار نباشد حادثه رخ نخواهد داد. تکنیک ETBA می تواند با شناسایی احتمالات (عدم قطعیت)، از بروز حوادث جلوگیری کند.
- انرژی، قابلیت فیزیکی برای انجام کار است. بنابراین برای عملکرد، ضروری می باشد. عامل عمده و فزاینده پیشرفت جوامع بشری، استفاده از انرژی است. انتقال ناخواسته انرژی، حاصل عبور انرژی از موانع و مواجهه هدف با این انرژی است. از دیدگاه علمی، رها شدن انرژی همان تغییر شکل انرژی از شکلی به شکل دیگر است که از این لحاظ، شبیه خود فرآیند است با این تفاوت که در رها شدن انرژی، تغییر شکل ها برنامه ریزی نشده و غالباً نامطلوبند. چگونه رها شدن انرژی، بسته به نوع انرژی متفاوت است. مواردی از انرژی ها و چگونگی رها شدن آنها عبارتند از:

- انرژی مکانیکی (برخورد با وسایل نقلیه، فرو ریختن ساختارهای موقت یا دائم، ارتعاش و جرقه)
  - انرژی فشار (رها شدن پودرها به صورت نشت از منافذ ظرف، رها شدن مایعات در اثر شکستگی هیدرولیکی ظرف تحت فشار، رها شدن بخارات مایع شده به صورت فروپاشی ظرف)
  - انرژی گرمایی (رها شدن مایعات داغ، رها شدن گازهای داغ، رها شدن مواد سرد)
  - انرژی شیمیایی (واکنش های ناخواسته، احتراق خود به خود).
- شکل ۲-۱۳ چک لیست انرژی مورد استفاده در ETBA را نشان می دهد. همان گونه که پیش از این بیان شد، گام نخست در اجرای تکنیک ETBA، شناسایی منابع انرژی است. از این رو مراجع معتبر، انواع انرژی را به گروه های مختلف، دسته بندی کرده اند این انرژی ها عبارتند از: انرژی جنبشی، انرژی شیمیایی، انرژی بولوتیک، انرژی گرمایی، انرژی الکتریکی و انرژی تابشی یون ساز و غیر یون ساز. همچنین، انرژی هایی که با ایجاد تداخل در مبادله عادی انرژی، آسیب و جراحت ایجاد می کنند مثل شرایط محیطی نیز باید مد نظر قرار بگیرد. پس از اینکه منبع انرژی در سیستم شناسایی شد، کار انجام شده به وسیله انرژی، ردیابی و برای هر منبع انرژی، هدف ها شناسایی می شوند.

سیس انشعابات انرژی از آن نقطه ردیابی می شوند. پس از آن موانع فیزیکی یا (عملیاتی) موجود در مسیر انرژی شناسایی می شوند تا بتوان تعیین کرد که چه تغییراتی در این موانع، رخ داده یا ممکن است ایجاد شود.

به طور خلاصه موارد کاربرد ETBA عبارتند از :

۱. شناسایی خطرات در مرحله طراحی سیستم .
  ۲. کمک به تکمیل سناریوی حادثه ،پس از وقوع حادثه
  ۳. بررسی وضعیت ایمنی یک سیستم پیش از راه اندازی آن
  ۴. تصمیم گیری برای خرید یک دستگاه یا سیستم جدید
- و نهایتاً تجزیه و تحلیل وضعیت ایمنی یک سیستم در حال کار و ایجاد اصلاحات
- مطالعات مختلفی در خصوص ETBA در جهان صورت گرفته است و این روش را به عنوان یک تکنیک مفید در بررسی ایمنی سیستم و شناسایی خطرات آن معرفی نموده اند؛ از جمله :

در یک تحقیق که توسط وزارت انرژی آمریکا در سال ۱۹۹۰ صورت گرفت از این روش جهت بررسی علل حوادث و ارائه راهکارهای لازم جهت بررسی علل حوادث و ارائه راهکارهای لازم جهت جلوگیری از وقوع آن استفاده گردید. Ludwih Banner از این روش به کرات جهت ارزیابی صنایع در آمریکا استفاده نموده است. سازمان های مختلف دیگر از قبیل سازمان ناسا نیز این تکنیک را در مطالعات خود بکار برده اند. البته نتایج اکثر مطالعات صورت گرفته به صورت WTBA در دنیا در دسترس نیست این بدان دلیل است که اطلاعات مزبور در شرکت ها محرمانه بوده و لذا در اختیار عموم قرار نگرفته است .

### حتما بخوانید: چک لیست انرژی های ETBA

در ایران نیز چند کار پژوهشی در قالب پایان نامه در این خصوص انجام شده است. در سال ۱۳۸۲ مطالعه ای به صورت موردی در واحد ایزوماکس پالایشگاه تهران و بخش های مرتبط با آن اجرا گردید . نتایج بدست آمده شامل شناسایی ۱۲ نوع انرژی مختلف و ۲۸ زیر گروه بود که تعداد آنها بالغ بر ۵۲ عدد جدول کار می باشد. در این مطالعه علاوه بر تعیین نوع انرژی، کنترل کننده موجود، اهداف آسیب پذیر مثبت به انرژی، عدد ریسک، ارزیابی کارایی کنترل کننده ها، پیشنهاداتی (نظیر اصلاح سیستم ثبت گزارش، بعنوان یک پارامتر کلیدی در ارزیابی ریسک، تغییرات نرم افزاری و سخت افزاری در طراحی تجهیزات) نیز برای کاهش سطح ریسک تا حد قابل قبول ارائه شد. در نهایت از آن پژوهش این نتیجه استنباط گردید که این روش در صنایع مختلف قابل اجرا بوده و در شناسایی خطرات و حوادثی که در پی آنها ممکن است پیش آید بسیار مفید و موثر می باشد.

مطالعه دیگر نیز در شرکت خودروسازی به روش ردیابی انرژی و واکاوی حفاظ ها (ETBA) همچنین در واحد رنگ کاری این صنعت بوسیله این روش مورد ارزیابی قرار گرفت. این مطالعه نشان داد در سالن مذکور، دو دسته خطرات یا انرژی ها از نظر اجرای راهکارهای کنترل در اولویت قرار دارند، دسته اول انرژی هایی که به طور مکرر موجب بروز حادثه در سالن می شوند و گزارش حوادث آنها در واحد ایمنی همان صنعت موجود است. یافته های این پژوهش پیشنهاد می کند یک نظام جامع بر پایه ی یکی از روش های شناسایی خطر برای مدیریت ریسک های انسانی، تجهیزاتی، تولید و محصول برقرار گردد و دوره های آموزشی نیز برای پرسنل برگزار شود.

### هدف ETBA:

این تکنیک تحلیلی می تواند برای کمک در آماده سازی لیست مقدماتی خطر (PHL)، تجزیه و تحلیل مقدماتی خطر (PHA) تجزیه و تحلیل خطرات زیر سیستم (SSHA) و یا تجزیه و تحلیل خطرات سیستم (SHA) مورد استفاده قرار گیرد. ETBA ممکن است در اجرای تجزیه و تحلیل خطر (OHA) و تجزیه و تحلیل حادثه و موارد دیگری از این دست مفید باشد. داده ها و اطلاعات ورودی مورد نیاز:

از نیازهای ابتدایی برای اجرای ETBA تهیه نقشه های پروژه، ترسیم نمودار عملیاتی و کروکی چیدمان ماشین آلات و تسهیلات و تاسیسات می باشد. میزان جزئیات مورد نیاز بستگی به هدف تجزیه و تحلیل دارد. تهیه و رسم شمای اولیه و خلاصه ای از پروژه ممکن است به منظور تهیه لیست مقدماتی خطر (PHL) کافی باشد. ولی برای آنالیز مقدماتی خطر (PHA) و تجزیه و تحلیل خطرات سیستم و زیر سیستم به جزئیات بیشتری نیاز است. درختان تحلیلی، روش های اجرایی مربوط به تعمیرات و نگهداری و عملیات (اگر در دسترس باشد) و نقشه های سایت پروژه نیز می توانند در اجرای ETBA مفید باشند.

### روند کلی اجرای ETBA

اولین گام در اجرای ETBA شناسایی انواع انرژی های مرتبط با پروژه یا فرایند می باشد. سپس برای هر کدام از انواع جریان انرژی باید محل هایی را که منشا ایجاد انرژی بوده مشخص نمود و همچنین باید مسیرهای جریان انرژی را در طول فرایند ردیابی نمود. در مرحله بعد حفاظ ها و موانع موجود در مسیر جریان انرژی شناسایی و ارزیابی شده و اهداف آسیب پذیر نسبت به آزاد شدن ناخواسته جریان انرژی چنانچه موانع قادر به ایجاد حفاظت کافی نباشد نیز مشخص می شوند. بدنبال آن باید ریسک مربوط به آزاد

شدن ناخواسته هر کدام از جریان های انرژی تعیین گردیده که این ریسک تحت عنوان کد ارزیابی ریسک (RAC) بیان خواهد شد

در نهایت به منظور ارتقاء کلی سطح ایمنی فرایند باید اقدامات کنترل و راهکارهای اصلاحی جهت ریسکهای غیر قابل قبول پیشنهاد شده و در صورت نیاز به تجزیه و تحلیل بیشتر آنالیز سیستم و زیر سیستم پرداخته شود .

### دستور العمل اجرای ETBA:

جمع آوری مدارک و منابع مورد نیاز که عبارتند از: کدها استانداردها و مقررات مورد نیاز، استفاده از کمک مشاوران، اطلاعات و منابع آموزشی، نمونه هایی از ETBA که در پروژه های مشابه کاربرد داشته است، تجزیه و تحلیل های دیگر، نتایج PHL که در پروژه تهیه گردیده و همچنین موارد دیگری که ممکن است در اجرای DTBA موثر باشد.

لیست انواع انرژی که می تواند در ارتباط با یک پروژه وجود داشته باشد عبارتند از:

امواج صوتی، خوردگی، الکتریسیته، پرتوهای ذره ای و الکترومغناطیس، مواد قابل انفجار، مواد قابل اشتعال، انرژی جنبشی طولی، انرژی جنبشی چرخشی، حجم، وزن، ارتفاع، انرژی هسته ای، فشار، فاصله، گرما (به جز گرمای تابشی)، گرمای تابشی، سموم بیماریزا

جدول ETBA برای انواع انرژی تکمیل می شود به منظور تهیه این فرم می توان از جداول تجزیه و تحلیل که در روش های SHA ,SSHA ,OHA ,PHL, قبلا توضیح داده شده است استفاده نمود.

در مواردی ممکن است نیاز باشد تا برگه کار ETBA را بتوان به برگه کار PHA (یا آنالیزهای دیگر) تبدیل نمود بسته به نوع تجزیه و تحلیل و پیچیدگی پروژه ممکن است گزارش تجزیه و تحلیل مستقیما از روی برگه کار ETBA آماده شده و چنانچه در قسمتی از گزارش برگه کار ETBA نیز وجود داشته مناسب تر می باشد. ایجاد برگه کار PHA (و یا حتی دیگر آنالیزها) از روی برگه کار ETBA نسبتا ساده می باشد زیرا ستون مقدار محل انرژی در فرم ETBA می تواند با ستون رویداد خطرناک در برگه کار PHA جایجا شود (شکل ۲-۸) همچنین ستون حفاظ ها در برگه کار ETBA با ستون فاکتورهای سببی در PHA و همچنین ستون اهداف نیز با ستون اثرات بر سیستم جایجا گردد . رویدادهای خطرناک معمولا در ارتباط با انرژی بوده ، فاکتورهای سببی مستلزم خطا در حفاظها می باشد و اثرات بر سیستم، توسط هدف و یا محل برخورد جریان انرژی ناخواسته تعیین می شود.

### عنوان:

در این قسمت نام و شماره پرونده وارد می شود. همچنین نام تحلیل گر و نوع انرژی که در این برگه مورد ردیابی قرار می گیرد نیز نوشته شده و همچنین محل یا قسمتی که در پروژه شناسایی شده و نمودار آن تهیه گردیده است شماره آن ثبت می گردد لازم به ذکر است که تهیه و ترسیم نمودارهای عملیاتی قسمتی از گزارش کار بوده که می بایست به منظور تجزیه و تحلیل آماده و در دسترس باشد.

### ستون شماره ۱

مقدار و محل انرژی: ماهیت انرژی را توصیف می نماید و مقدار آن ممکن است با کمیت هایی از قبیل ولتاژ، وات، فشار، سرعت جریان، اندازه مخزن، سرعت، وزن بیان شود. محل آن نیز با عباراتی توضیح داده می شود (مثل: در قسمت جنوبی اتاق شماره ۱۳۷ در گوشه سمت راست نمودار ۲۲۲، در قسمت بیرونی برق شماره ۲) و یا به صورت کدبندی شده (A1,A2,A3) و همچنین با نشان دادن بر روی نمودارها نیز می تواند ارائه گردد.

### ستون ۲

حفاظ ها: موانع فیزیکی و یا رویه ای را برای کنترل یا محدود کردن هر جریان انرژی ناخواسته در مکان مشخص شده بیان می نماید بطور مثال به منظور حفاظهای الکتریکی می توان انواع عایق های سیم کانال، داکت، دیورها، حفاظ های حصار، و انواع موانع فلزی را نام برد. قطع کننده های مدار نقص اتصال زمین (GFCI) رله های دیفرانسیل و فیوزها انواع وسایل حفاظتی الکتریکی هستند

که در شرایط اضافه جریان و ولتاژ خطرناک محافظت لازم را بعمل می آورند. بعلاوه حفاظن برق می تواند از طریق علائم هشداردهنده و نصب قفل خارجی همراه با هشدارهای مخصوص نیز در امکان مخصوص تامین گردد.

### ستون ۳

اهداف: در این ستون لیست اشیاء و اشخاصی که در یک محل خاص می توانند در مسیر عبور جریان انرژی ناخواسته قرار گیرند ارائه می شود. در صورت امکان تعداد افراد در معرض و یا حجم اشیاء مورد نظر نیز بیان خواهد شد ضمناً سایر سیستم ها و زیر سیستم هایی را که می توانند تحت تاثیر جریان انرژی ناخواسته قرار گیرند نیز شناسایی خواهند شد.

### ستون ۴

RAC: در این ستون کد ارزیابی ریسک (RAC) مرتبط با این نوع انرژی ناخواسته را وارد کنید. برای هر کدام از اهداف این اقدام را بعمل آورید.

### ستون ۵

توضیحات / ارزیابی حفاظ ها: توضیحاتی در خصوص مناسب بودن حفاظ های موجود در برابر خطرات بالقوه ناشی از جریان ناخواسته انرژی ارائه می شود البته این موضوع به کدها، استانداردها و قوانین مربوطه بستگی دارد.

### ستون ۶

اقدامات اصلاحی: در این ستون انواع توصیه ها و پیشنهادات به منظور ایمن نمودن پروژه ارائه می شود. این اقدامات می تواند شامل برنامه هایی از قبیل عوض کردن نوع انرژی و مسیر آن، کاهش سطح انرژی، بهینه سازی حفاظ ها، افزایش موانع اضافی، تغییر مسیر اهداف و یا مقاوم تر نمودن هدف ها می باشد این اقدامات به منظور بهبود وضعیت RAC مورد نیاز بوده و بر روی ریسک های قابل قبول نیز تاثیر گذار خواهد بود.

در ادامه نمونه ای از مطالب ETBA انجام شده در یکی از صنایع کشور ارائه شده است .

### خلاصه:

ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظ ها یکی از تکنیک های موثر در ارزیابی ایمنی سیستم ها محسوب می شود که می توان از آن در تجربه و تحلیل مناسب بودن کنترل ها و حفاظ های موجود یا طراحی شده با توجه به مواجهه با ریسک خطر استفاده نمود. تکنیک BA&ET در ردیابی جریان انرژی در سیستم برای تعیین فاکتورها علتی که ممکن است به بروز یک حادثه یا ضایعه کمک کند بسیار مفید است. BA&ET همچنین می تواند برای ارزیابی کنترل های موجود در راستای تعیین ارزش و اهمیت آنها در جلوگیری از یک جریان ناخواسته انرژی مورد استفاده قرار گیرد و نهایتاً اینکه BA&ET یکی از ابزارهای اساسی در تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم ها بوده که نه تنها می تواند مناسب بودن موانع خطر و کنترلها را مستند سازی کند بلکه قادر است آن دسته از جریان های انرژی درون سیستم را بعنوان خطرات بالقوه که ممکن است در فاز آن دسته از جریان های انرژی درون سیستم را بعنوان خطرات ریسک بالقوه که ممکن است در فاز ایده یا انرژی یا طراحی پروژه فراموش شده باشد را شناسایی نماید.

انواع مدل های ارزیابی ریسک

ارزیابی مقدماتی خطر به روش PHA (Preliminary Hazard Analysis):

هدف: شناسایی مناطق بحرانی در سیستم، شناسایی نسبی خطرها و توجه به معیارهای طراحی ایمن است در واقع این روش شناسایی خطرات اولیه میباشد که در آن از تجارب کامل ایمنی موجود استفاده شده و از معایب آن این است که نمیتوان اطمینان حاصل کرد که همه خطرات کشف شده اند.

فهرست مقدماتی خطر (PHL) (Preliminary Hazard List) :

شکل ابتدایی و کاملاً تجربی

روش HAZOP: این روش کیفی بوده و برای شناسایی ریسک های بسیار خطرناک به کار میرود و همچنین از تیمی متخصص در همه علوم بهره گرفته میشود.

هدف: شناسایی خطرات بالقوه فرآیند که قبل از آن نیز انحراف سیستم از اهداف تعیین شده شناسایی می‌گردد. این روش برای سیستم‌های پیچیده مناسب بوده و سخت‌افزار سیستم را به گونه‌ای جامع بررسی مینماید نتایج حاصل نیز بسیار مفصل و دقیق هستند.

معایب: وقت‌گیر بوده و امکان حصول نتیجه در نقص‌های چند عاملی وجود ندارد. شرح کار: تیم منتخب تلفیق عبارات راهنما (هیچ، بیشتر، کمتر، معکوس) که در مورد فرآیند صادق است و با حالات مختلف و وضعیت‌های فرآیند (جریان، فشار، دما و...) ارتباط پیدا می‌کند. را از طریق طوفان ذهنی بررسی کرده و میتواند انحرافات احتمالی بدترین پیامد را دنبال نماید.

چه میشود اگر (WHAT IF METHOD): در این روش با پرسش نتایج حاصل از وقوع یک رویداد مشخص ریسک‌ها شناسایی شده و روش‌های کنترل پیشنهاد می‌گردد.

هدف: شناسایی اثرات رویداد‌های ناخواسته بر سیستم

ارزیابی ریسک زیر سیستم (SSHA (Sub System Hazard Analysis):

برای شناسایی خطرات ناشی از طراحی سیستم‌های بزرگ انجام می‌گردد.

خطاها، نقص‌ها و تجهیزات، نرم‌افزارها و خطاهای انسانی به صورت جداگانه یا همراه همدیگر بررسی میشوند. معمولاً این روش با توجه به پیچیدگی زیر سیستم توسط سازنده وسیله مذکور صورت می‌گیرد.

ارزیابی ریسک به روش SHA System Hazard Analysis :

این روش وضعیت ایمنی کل سیستم را ارزیابی میکند و خروجی و نتایج روش SSHA را جمع بندی میکند.

این روش در واقع ارتباط زیر سیستم‌ها را از لحاظ موارد ذیل بررسی مینماید.

مطابقت با معیارهای ایمنی

مجموعه‌ای از رویداد‌های خطرناک که سبب نقص میشود به شرح ذیل است:

• تغییرات در طراحی

• عملکرد کنترل سیستمی

• عملکرد کنترل انسانی

روش SHA در برگیرنده خطرات کشف شده در SSHA و نیز توصیف این خطرات خواهد بود

ارزیابی ریسک به روش SHA&O :

بر خلاف اغلب روش‌ها این روش با هدف: شناسایی و ارزیابی خطرات محیط، کارکنان، و روش‌های انجام کار و تجهیزات به کار گرفته شده در سراسر عملکرد سیستم را بررسی می‌نماید. روش SHA&O خطرات ناشی از انجام فعالیت‌ها یا وظائف افراد را شناسایی، ثبت و ارزیابی مینماید.

که شامل موارد ذیل میباشد:

• تغییرات برنامه ریزی شده سیستم

• واسطه‌ها و روابط‌های تاسیسات و دستگاه‌ها

• محیط‌های برنامه ریزی شده، وسایل پشتیبانی و دیگر تجهیزات

• توانایی فعالیت‌ها یا وظائف

• اثرات وظائف هم‌زمان و محدودیت‌های آن

• نیازمندی‌های سیستم به پرسنل ایمنی و بهداشت

• پتانسیل وقوع رویداد

ارزیابی درخت خطا FTA: در این روش یک وضعیت نامطلوب یا بحرانی در نظر گرفته شده سپس با توجه به محیط و عملکرد سیستم همه راه هایی که میتوانند سبب بروز آن وضعیت ناخواسته و نامطلوب شوند جستجو میگردد.

در واقع درخت خطا یک مدل تصویری از خطا را فراهم میآورد.

FTA یک مدل کیفی است که میتوان آنرا به شکل کمی اجرا نمود.

ارزیابی خطرات نرم افزار SWHA این روش خطاهای نرم افزاری را بررسی می نماید شامل:

• خطاهای برنامه نویسان

• خطاهای خصوصیات نادرست نرم افزار ناشی از عدم درک کامل سیستم از عملکرد آن

روش شناسایی کانون خطرات FMEA:

تمرکز بر نقص هایی است که یک وضعیت غیر قابل اعتماد در سیستم را بوجود میآورد (قابلیت اعتماد دارد).

جزء مورد بررسی چگونه میتواند خراب شده و یا از کار بیافتد.

نتایج خرابی در سیستم مذکور چگونه خواهد بود.

غفلت مدیریت و درخت ریسک MORT: این روش دو مفهوم را مورد بررسی قرار میدهد

نظارت مدیریتی و درخت مخاطرات (مورت) یک روند تحلیلی برای مشخص کردن دلایل و فاکتورهای تاثیرگذار است. این

دستورالعمل به عنوان یک راهنمای عمومی برای استفادهی تحقیقی از مورت است اما هرگز جایگزینی برای آموزش مناسب در

مورد تحقیق سوانح نمیباشد. هدف این راهنما ترقیب به استفاده از مورت و ترویج بحث بر روی تحلیل علت ریشه ای است.

روش ردیابی انرژی و ارزیابی حفاظها ETBA: تمرکز بر وجود انرژی در سیستم و موانع موجود برای کنترل انرژی.

روش Aden.S.L.J.Heat: یک فرم ساده با توجه به احتمال خطر و شدت خطر.

روش Kroner شامل درجه بندی ریسک برای خطرات معین با ضرب شدت در تکرار خطر

روش William Fine

این روش ریسک را تابعی از احتمال وقوع خطر، پیامد ناشی از آن و میزان تماس با خطر میدانند.

در این روش رتبه ریسک از طریق ذیل محاسبه میگردد

$$\text{Risk Factor} = \text{Consequence} * \text{Exposure} * \text{Probability}$$

میزان احتمال \* میزان تماس \* میزان پیامد = رتبه ریسک

این روش جهت تصمیم گیری اینکه هزینه اصلاح یک خط چقدر قابل توجیه است و چگونه بایستی اصلاح شود بکار میرود میتوانیم

از فرمول زیر جهت محاسبه میزان هزینه قابل توجیه استفاده نمائیم

$$J=R/CF*DC$$

J=Cost Justification Value میزان هزینه قابل توجیه

CF= Cost Factor

DC=Degree of Correction Value درجه میزان اصلاح

و بر اساس درصد کاهش ریسک اقدام اصلاحی تعیین میشود

Fine پیشنهاد مینماید که اگر  $J < 10$  باشد هزینه قابل توجیه و اگر  $J > 10$  باشد قابل توجیه نیست

روش M.Toak برای ارزیابی ریسک چهار عامل شدت آسیب، احتمال آسیب شی از آن و میزان تماس با خطر میدانند

روش M.Toak برای ارزیابی ریسک چهار عامل شدت آسیب، احتمال آسیب

روش Robert N.Anderson ارزیابی ریسک را بر اساس دو عنصر اولیه ریسک یعنی شدت آسیب و احتمال وقوع یک خطر بنا

نهاده است که احتمال وقوع خطر بر اساس میزان تماس با خطر، تعداد افراد بکه با خطر مواجهند، فاکتورهای محیطی و قابلیت

اعتماد عملکرد ایمنی تعیین مینماید

روش یا الگوی سازمان HSE انگلستان

این روش شامل پنج مرحله است:

۱. شناسایی خطرات
۲. چه کسی و چگونه ممکن است آسیب ببیند
۳. ارزیابی ریسک ناشی از خطر
۴. ثبت یافته ها
۵. بازنگری ارزیابی

روش Rolin Geronsin JHA- Job Hazard Assessment این روش نیز ارزیابی ریسک را فرآیند برآورد احتمال وقوع یک رویداد و اهمیت یا شدت اثرات زیان آور آن در نظر میگیرند.

این فرآیند علاوه بر ارزیابی ریسک به تیم اجازه میدهد تا کمترین ریسک های موجود در سیستم را درک نمایند و اقدامات کنترلی مناسبی را نیز پیشنهاد میکند.

شرح روش

۱- تعیین دامنه کاربرد

۲- شناسایی اجزای مورد بررسی از طریق بازرسی محیط کار

۳- تکمیل فرم JHA که شامل

خطرات ذاتی یا مرتبط با فرآیند

برآورد ریسک صدمه و آسیب

فهرست بندی سیستماتیک اقدامات کنترلی مناسب

برآورد ریسک باقیمانده

میباشد

رولین چروسین رویکرد جامعی از ارزیابی ریسک بر اساس خطرات شغلی JHA ارائه نموده است.

روش Robin Tait و Sue cox

ارزیابی ریسک را در دوبخش تجزیه تحلیل ریسک و ارزشیابی ریسک در نظر میگیرند که ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس پیامد و احتمال وقوع خطر استوار است.

روش Nick w.hurst

این روش ارزیابی ریسک را در قالب برآورد ریسک و ارزشیابی ریسک مورد مطالعه قرار میدهد بطوریکه در برآورد ریسک، بزرگی ریسک و در ارزشیابی، میزان اهمیت ریسک تعیین میشود.

روش Milery w.merkhofer, Vincent T.Covello

فرآیند ارزیابی ریسک شامل ارزیابی آزاد سازی (عوامل ریسک) ارزیابی تماس، ارزیابی پیامد و برآورد ریسک میدانند.

روش Lars Harms – Ringdahl ارزیابی ریسک را تابعی از احتمال وقوع حادثه و پیامد ناشی از آن در نظر میگیرد و آنرا به صورت سه دسته ارزیابی غیر رسمی، ارزیابی کیفی و ارزشیابی کمی تقسیم بندی میکنند

بناام خدا

# ارزیابی و مدیریت ریسک

مؤلف: دکتر ایرج محمدفام



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
4	مقدمه
5	فصل اول: شناسایی خطر
6	اهداف آموزشی
7	مفاهیم
8	تاریخچه ایمنی
9	فرایند ایمنی سیستم
10	معیارهای ایمنی سیستم
12	اولویتها در ایمنی سیستم
13	بررسی کمی ریسک
14	اصول مدیریت
14	تعهدات مدیریت
15	پرسش های پایان فصل
16	فصل دوم: روشهای آنالیز خطرات
17	اهداف آموزشی
20	تکنیکهای مورد استفاده در ایمنی سیستم
22	تجزیه و تحلیل چه می شود اگر؟
23	حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FM&EA)
23	اجرای FM&EA
24	شناسایی سیستم، کارکردها و اجزای آن
24	شناسایی حالات نقص اجزاء و علل آنها
26	بررسی حالت نقص اجزاء
27	بحث، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات
27	ارائه آنالیز نتایج آن
28	گزارش FM&EA

29	حالات شکست و آنالیز بحرانیت
30	آنالیز درخت خطا
32	آنالیز درخت خطا
32	نمادهای مورد استفاده در تکنیک FTA
35	الف) تجزیه و تحلیل کیفی درخت خطا
36	ب) تجزیه و تحلیل کمی درخت خطا
37	مطالعه عملیات و خطر (Hazop)
37	تعریف Hazop
38	زمان اجرای Hazop
39	کلمات کلیدی مورد استفاده در تکنیک Hazop
40	آنالیز خطرات عملیات و پشتیبانی
42	خطاهای انسانی
43	زمان اجرای O&SHA
44	پرسش های پایان فصل
45	منابع

## مقدمه:

داشتن زندگی عاری از خطر آرزو و هدف همه مردم در همه اعصار بوده است زیرا میل به ایمنی و امنیت بخش تفکیک ناپذیری از ماهیت همه انسانها می باشد. از طرفی دیگر بشر همواره در تلاش برای بهبود زندگی و راحتی بیشتر بوده و در این راه سعی کرده است با ایجاد تغییر در طبیعت، متغیرهای آن را بخدمت خود درآورد که در این راه همراه با دستیابی به مواد، تجهیزات، دستگاهها و عبارتی ساده تر بخدمت گرفتن فن آوری نوین و غیره با خطرات بیشتر و همچنین جدیدتری نیز مواجه گردیده است.

در گذشته برنامه های ایمنی معمولاً بر اساس یک فلسفه بعد از واقعه به بررسی و کنترل حوادث می پرداختند بدین معنی که مهندسی ایمنی بعد از وقوع یک حادثه وارد عمل شده و سعی می کرد که با انجام تحقیقات لازم علل بروز حادثه را مشخص و از نتایج حاصله بعنوان پایه ای برای پیشگیری از وقوع حوادث مشابه استفاده کند. این نوع فعالیتهای ایمنی منفعل دو عیب عمده داشت؛ اول اینکه بایستی حادثه ای رخ می داد تا مهندسی ایمنی بتواند وارد عمل شود که این امر باعث تحمیل هزینه های زیادی می شد و عیب دیگر آن ناتوانی در شناسایی حوادث قابل قبول و قابل پیشگیری بود، بعنوان مثال در طول جنگ جهانی اول حوادث منجر به سقوط هواپیماها که بدلیل نقص ساختاری یا نقص در موتور هواپیما بوقوع می پیوست غیر قابل پیشگیری تلقی می شدند.

با توسعه سیستم های حساس و پیچیده بویژه ساخت و انبار کلاهکهای اتمی این ایده قوت گرفت که برای بررسی وضعیت ایمنی سیستمها دیگر نمی توان به حوادث اجازه وقوع داد لذا سعی گردید که روشهایی برای آنالیز حوادث ابداع شود که بتوانند پتانسیل وقوع خطر را قبل از عملیات یک سیستم شناسایی کنند و نتیجه این تلاشها باعث شد که امروزه ایمنی سیستم بر اساس یک برنامه طرح ریزی شده، دارای نظم، سازماندهی شده و در قالب یک فرایند قبل از - واقعه در آید که بر پایه روش آنالیز - کنترل قرار دارد در فلسفه امروزی ایمنی سیستم تأکید بر روی سطح قابل قبول از ایمنی در فاز طراحی و قبل از تولید و ارزیابی خطرات سیستم قبل از تحمیل خسارات می باشد.

قلب ایمنی سیستم، آنالیز خطر است؛ یک فرایند مؤثر آنالیز خطر در طول عمر سیستم ستون و چهارچوبی خواهد بود که کل اجزاء بدنه برنامه ایمنی سیستم بر روی آن استوار خواهد شد. البته بایستی در نظر داشت که ایمنی سیستم تنها آنالیز نقص نیست زیرا خطر یک اصطلاح جامع تر از نقص است که شامل ریسک خسارات و جراحات نیز می شود،

لازم بذکر است که کاربرد درست ایمنی سیستم نیازمند بکارگیری دقیق روشهای مهندسی به همراه کنترلهای مدیریتی لازم جهت اطمینان از کاربرد دقیق و اقتصادی آنهاست لذا فعالیتهای ایمنی سیستم را می توان در دو دسته کلی فعالیتهای مهندسی و فعالیتهای مدیریتی تقسیم بندی کرد که در این جزوه ضمن تشریح فعالیتهای مهندسی ایمنی در قالب مدیریت ریسک تعدادی از تکنیکهای معمول مورد استفاده در آن نیز بتفصیل مورد بحث قرار خواهند گرفت.

# فصل اول: شناسایی خطر

## اهداف آموزشی:

۱. آشنا ساختن شرکت کنندگان با مفاهیم و اصول پایه ای ایمنی

۲. تشریح تاریخچه ایمنی
۳. بیان فرایند ایمنی سیستم
۴. آشنا ساختن شرکت کنندگان با ریسک و نحوه محاسبه آن
۵. تشریح اولویتهای کنترلی در رویکرد ایمنی مدرن

**مفاهیم:**

به منظور درک صحیح ایمنی که در این جزوه از آن صحبت می شود در ابتدا مفاهیم و اصول اساسی ایمنی تعریف می شود:

**ایمنی:** در فرهنگ لغات اصطلاح ایمنی به معنی امنیت، آسایش، سلامتی و... آمده است و از نظر تعریف عبارتست از میزان یا درجه فرار از خطر. ایمنی کامل یعنی مصونیت در برابر هر نوع آسیب، جراحت و نابودی که با توجه به تغییرپذیری ذاتی انسان و غیرقابل پیش بینی بودن کامل اعمال و رفتار او و همچنین علل دیگر بنظر می رسد که هیچگاه ایمنی صددرصد حتی برای یک دوره کوتاه مدت نیز وجود نداشته باشد به همین علت کارشناسان امر معمولاً بجای کلمه ایمنی از اصطلاحاتی نظیر پیشرفت ایمنی، ارتقاء ایمنی و ایمن تر و غیره استفاده می کنند.

**سیستم:** عبارتست از مجموعه افراد، تجهیزات، قوانین، روشها و دستورالعملها که به منظور اجرای یک فعالیت معین در یک محیط خاص کنار یکدیگر قرار می گیرند.

**خطر:** به شرایطی اطلاق می شود که دارای پتانسیل رساندن آسیب و صدمه به کارکنان، خسارات به وسایل، تجهیزات، ساختمانها و از بین بردن مواد یا کاهش قدرت کارائی در اجرای یک عمل از قبل تعیین شده باشد.

**شدت خطر:** عبارتست از یک توصیف طبقه بندی شده از سطح خطرات بر اساس پتانسیل واقعی یا مشاهده شده آنها در ایجاد جراحت، صدمه و یا آسیب.

**احتمال خطر:** عبارتست از امکان بروز شرایط خاص در یک وضعیت معین یا محیط کاری.

**حادثه:** واقعه برنامه ریزی نشده و بعضاً صدمه آفرین یا خسارت رسان که انجام، پیشرفت یا ادامه طبیعی یک فعالیت یا کار را مختل می سازد و همواره در اثر یک عمل یا کار نایمن یا شرایط نایمن و یا ترکیبی از آن دو به وقوع می پیوندد.

**حوادث به خیر گذشته یا شبه حادثه:** رویدادهای هستند که هرچند می توانند باعث صدمه و یا جراحت شوند ولی به موارد فوق منجر نمی شوند.

**ریسک:** عبارتست از بزرگی خطر بر حسب احتمال وقوع و شدت آن.

**شکست یا نقص:** عدم توانایی یک جزء، وسیله یا سیستم در اجرای عملکرد مورد انتظار و یا انجام یک عمل یا فعل ناخواسته توسط آن را نقص یا شکست گویند به عنوان مثال بصدا در نیامدن زنگ اعلام آتش سوزی در موقع حریق و یا بصدا در آمدن آن در مواقع غیر ضروری هر دو نقص محسوب می شوند.

**قابلیت اعتماد:** عبارت از حد اطمینانی است که یک محصول یا سیستم می تواند کارکرد معین خود را تحت شرایط عملیاتی و محیطی از پیش تعریف شده برای یک مدت معین انجام دهد.

### تاریخچه ایمنی:

سیر تحول علوم انسانی از عصر شکار به عصر انقلاب صنعتی هر چند که به بهره وری روزافزون انسان از منابع خدادادی منتهی شد ولی از بعد دیگر او را با معضلات جدیدتری نیز مواجه ساخت زیرا انسانها با روند رو به رشد خود برای تأمین نیازهای خود شروع به کشف و اختراع وسایل جدید و بکارگیری تکنولوژیهای جدیدتری نمودند که مجموع این تلاشها به افزایش سریع و روزافزون آنها در ایجاد و سرعت بخشیدن به تغییرات دلخواه انجامید ولی این پیشرفتهای به همان نسبت اثرات مثبت، به تأثیرات منفی نیز منجر گردید. زیرا همین تغییرات خود، عوامل پیش بینی نشده ای را بدنبال داشتند که باعث بروز آسیب، صدمه و خسارات مختلف گردیدند. در جدول شماره ۱ نمونه ها از پیشرفتهای تکنولوژیکی به همراه پاره ای از پیامدهای منفی آنها ارائه شده است.

جدول شماره ۱: پیامدهای سوء ناشی از پیشرفتهای تکنولوژی

پیامد منفی	پیشرفت
سوختگی ها، آتش سوزیهای ویرانگر	آتش
بریدگیها و صدمات ناخواسته	ابزارهای برنده
آلودگی هوا	سوختهای فسیلی
افزایش شدیدحوادث مرگبار	سیستم حمل و نقل سریع
مسمومیت زنجیره غذایی	آفت کشها
مواد سرطانزا	نگهدارنده های غذا
پرتوهای یونساز	انرژی هسته ای



در سالیان اخیر اثرات سوء توسعه های تکنولوژیکی بحران آفرین شده است که حتی روند رو به رشد انسان در زمینه فن آوریهای نوین شدیداً زیر سوال رفته است بطوریکه امروزه این سوال بکرات از طرف اندیشمندان مطرح می شود که: آیا ما قربانی فرایند توسعه نشده ایم.

آنالیز حوادث فاجعه بار دهه های اخیر نشانگر موارد زیر است:

۱. در بسیاری از مواقع پیامدهای بروز حوادث از چنان بعدی برخوردار می شوند که حتی امکان تصور جبران خسارت وارده به دارائیهها وجود ندارد.
۲. ثابت شده است که یکی از عوامل اصلی مؤثر در افزایش بهره وری در کنار کاهش هزینه حوادث و بیماری توجه به سلامتی جسمانی و روانی افراد درگیر در سیستم از طریق معاینات بدو استخدام، دوره ای و کنترل عوامل زیان آور فیزیکی، شیمیایی، روانی و بیولوژیکی می باشد.
۳. حوادث یاد شده همواره در اثر ترکیبی از عوامل مختلف بوجود می آیند که نبود یک تفکر جامع نگر و غفلت از یک عامل می تواند کلیه تلاشهای انجام شده برای کنترل حوادث را بی اثر سازد.

با توجه به مطالب یاد شده و نظر به حرکت شتابان کشورمان در زمینه توسعه و صنعتی شدن در زمینه مقابله با حوادث صنعتی و کنترل پیامدهای مختلف آن منجمله خسارات اقتصادی، انسانی، اجتماعی، زیست محیطی و ... توجه به موارد زیر حائز اهمیت است:

۱. استفاده از فلسفه پیشگیرنده در کنترل ریسک خطرات (ایمنی سیستم)
۲. بکار گیری رویکرد سیستمی
۳. انسان محوری

### فرایند ایمنی سیستم

اساس فرایند ایمنی سیستم عبارتست از کسب اطمینان از اینکه شغل یا وظیفه در ایمن ترین شکل خود و بدون وجود ریسک غیر قابل قبول از جراحات و صدمات انجام می گیرد. این فرایند آینده نگر در محیط های کاری یعنی جائیکه افراد، روشهای عملیاتی، تجهیزات، مواد و محیط بصورت فاکتورهای مکمل هم می توانند ایمنی و انجام موفقیت آمیز شغل یا وظیفه را تحت تأثیر قرار دهند انجام می گیرد. هر کدام از فاکتورهای فوق ممکن است در طول انجام وظیفه منشأ درجه ای از ریسک خطر برای افراد و تجهیزات باشد برای مثال در محیط های کاری،

افراد ممکن است برای خود و دیگران مخاطره آمیز باشند؛ بی توجهی، عدم دریافت آموزشهای مناسب، شوخیهای بیجا، خستگی، فشارهای روحی، استفاده غلط از مواد و ابزارها، مشکلات خصوصی (خانوادگی، مالی و...) جزء عوامل انسانی هستند که می توانند در کارآیی مطلوب و مناسب افراد اثر سوء بگذارند. تجهیزات و وسایل نیز ممکن است حتی با وجود استفاده صحیح مخاطره آمیز باشند همچنین روشهای عملیاتی غلط یا نامناسب می تواند برای جریان عملیات و انجام وظیفه خطر آفرین باشند. بنابراین با توجه به مطالب یاد شده لازم است که فرایند ایمنی سیستم در راستای تعیین انواع خطرات بالقوه ای که ممکن است در هر شغلی وجود داشته باشد به هر کدام از فاکتورهای چهار گانه یاد شده توجهات کافی را مبذول دارد.

ایمنی سیستم نیازمند شناسایی بموقع و ارزیابی پیامدهای خطرات مربوط به عملیات یاد شده قبل از بروز تلفات و ضایعات است بعنوان نمونه در مثال قبلی برای جابجایی ایمن مواد شیمیایی خطرناک لازم است که خطرات موجود قبل از تبدیل به حادثه شناسایی شده و در مرحله بعدی کاملاً حذف و یا تا حد رسیدن به سطح قابل قبولی از ریسک کنترل شوند، بعبارت دیگر روش پرواز - تکمیل - پرواز یا تکنیکهای بعد از وقوع در فرایند ایمنی سیستم جایگاهی نداشته و در مقابل مفهوم ایمنی سیستم برای کنترل خطرات نیازمند بکارگیری تکنیکهای قبل از وقوع می باشد.

## معیارهای ایمنی سیستم

### شدت خطر

شدت خطر نشاندهنده وسعت و دامنه خسارات و تلفاتی است که در صورت بالفعل در آمدن خطر ایجاد خواهد شد. طبقه بندی شدت خطر می تواند بر اساس تعداد طبقات، نامگذاری آنها، اهداف و منظور هر طبقه، اصول طبقه بندی و غیره متفاوت باشد

یکی از طبقه بندیهای شدت خطر در سال ۱۹۸۴ در استانداردهای نظامی آمریکا (۸۸۲۱۳ - MIL-STD) ارائه شده که در آن خطرات از نظر شدت به چهار گروه فاجعه بار، بحرانی، مرزی و جزئی طبقه بندی شده اند. هر چند که استاندارد اخیر در ابتدا برای ارزیابی سیستمهای نظامی ارائه شده بود ولی امروزه از آن برای طیف وسیعی از صنایع که اصول ایمنی سیستم در آنها بکار گرفته می شود نیز استفاده می گردد. سیستم یاد شده که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است یک معیار کیفی از شدت نسبی پیامدهای احتمالی شرایط مخاطره آمیز ارائه می کند.

بکارگیری تکنیک طبقه بندی شدت، در ارزیابی شرایط ایمنی سیستم از اهمیت بسزایی برخوردار است زیرا با اختصاص طبقات مختلف سیستم و شکستهای احتمالی می توان شرایط موجود را بهتر ارزیابی کرده و در نتیجه اقدامات کنترلی را اولویت بندی نمود.

جدول شماره ۲: طبقه بندی شدت حادثه

تعریف	طبقه	نوع خطر
مرگ و میر یا از بین رفتن سیستم	۱	فاجعه بار
جراحات، بیماریهای شغلی یا آسیبهای وارده به سیستم شدید است.	۲	بحرانی
جراحات، بیماریهای شغلی یا آسیبهای وارده به سیستم کوچک است.	۳	مرزی
جراحات، بیماریهای شغلی یا آسیبهای وارده به سیستم خیلی کوچک است.	۴	جزئی

لازم به یادآوری است که علاوه بر تعداد طبقات و نام آنها، تعاریف هر طبقه نیز ممکن است در کشورها، ایالات و حتی در صنایع مختلف یک کشور بسیار متفاوت از هم باشد که این امر به سیاستهای ایمنی هر کشور، ایالت و یا صنعت بستگی خواهد داشت بعنوان مثال ممکن است در کشور یا صنعتی تحمیل  $N$  دلار خسارت یک حادثه فاجعه بار تلقی شود در حالیکه حادثه یاد شده در کشور یا صنعت دیگر از نوع بحرانی قلمداد شود.

### احتمال خطر

فاکتور احتمال خطر نشاندهنده امکان بالفعل در آمدن یک خطر در یک دوره زمانی معین است. طبقه بندی خطرات بر اساس احتمال وقوع نیز ممکن بسیار متعدد باشد، طبقه بندی ارائه شده در جدول شماره ۳ نشانگر یک تقسیم بندی کیفی از احتمال نسبی وقوع یک حادثه در اثر خطرات کنترل نشده است (B ۸۸۲ - MIL-STD)، همچنین با استفاده از این جدول می توان براساس میزان احتمال وقوع حوادث به اهمیت آنها پی برد لازم به ذکر است که در طبقه بندیهای مشابه می توان احتمال وقوع حوادث را به شکل کمی نیز تعریف کرد بعنوان مثال حوادثی را از نوع مکرر نامید که حداقل یکبار در هر هفته یا ماه و غیره بر حسب ماهیت سیستم رخ می دهند.

جدول شماره ۳: سطح احتمال وقوع خطر

توصیف خطر	سطح خطر	احتمال وقوع
بطور مکرر اتفاق می افتد	A	مکرر ( $x > 10^{-1}$ )
در طول عمر یک سیستم چندین بار رخ می دهد	B	محتمل ( $10^{-2} > x > 10^{-1}$ )
گاهگاهی در طول عمر سیستم رخ می دهد	C	گاه به گاه ( $10^{-3} > x > 10^{-2}$ )
احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم خیلی کم است	D	خیلی کم ( $10^{-4} > x > 10^{-3}$ )
احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم آنقدر پائین است که می توان آن را در حد صفر فرض کرد	E	غیر محتمل ( $x > 10^{-4}$ )

### ماتریکس ریسک خطر

جدول شماره ۴ یک نمونه از ماتریس ریسک خطر را نشان می دهد که برای فراهم کردن یک ابزار مؤثر جهت تخمین سطح قابل قبول درجه ریسک، عناصر جداول شدت و احتمال خطر را در هم ادغام کرده است. با ایجاد یک سیستم سنجش دو کاراکنتری برای وقوع ریسک بر حسب شدت و احتمال خطر می توان ریسک را بر اساس درجه مقبولیت طبقه بندی و ارزیابی کرد.

جدول شماره ۴: ماتریس ارزیابی ریسک

شدت 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 (D)	۱D	۲D	۳D	۴D
غیر محتمل (E)	۱E	۲E	۳E	۴E

جدول شماره ۵: معیارهای تصمیم گیری بر اساس شاخص ریسک

طبقه بندی ریسک	معیار ریسک
۱A , ۱B , ۱C , ۲A , ۲B , ۳A	غیر قابل قبول
۱D , ۲C , ۲D , ۳B , ۳C	نامطلوب
۱E , ۲E , ۳D , ۳E , ۴A , ۴B	قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر
۴C , ۴D , ۴E	قابل قبول بدون نیاز به تجدید نظر

### اولویتها در ایمنی سیستم

استفاده از روش اولویت بندی برای برطرف کردن ضرورت‌های ایمنی سیستم و کنترل خطرات شناخته شده بی شباهت به کاربرد آن برای سایر مسایل ایمنی صنعتی نیست. اولویتها در ایمنی سیستم شامل پنج مرحله به شرح زیر است:

۱. طراحی ایمن (بطوریکه ریسکها به حداقل ممکن تقلیل یابند)
۲. تعیین تدابیر ایمنی
۳. فراهم کردن وسایل هشدار دهنده
۴. گسترش و بهبود دستورالعمل‌های عملیاتی و آموزشها
۵. پذیرش ریسک

### بررسی کمی ریسک

در همه بحث‌های مدیریت ریسک و بررسی آن لازم است که پارامترهای پذیرش کمی ریسک مورد توجه قرار گیرد. بر اساس نظریات ریچارد. ای. اولسون در سیستم‌های با ریسک بالا تمایل زیادی به اعتماد پذیری کامل به احتمالات آماری وجود دارد زیرا بنظر می‌رسد که استفاده از عدد یک راه آسان برای اندازه گیری ایمنی و احتمال بروز نقص یا حادثه باشد ولی لازم است قبل از تلاش برای چنین اندازه گیری‌هایی، محدودیتها و اصول اساسی چنین روشها به همراه تجربیات قبلی مهندسی بخوبی شناخته شده و پارامترهای کمی پذیرش بطور کامل تعریف شده و قابل پیش بینی، اثبات پذیر و مهمتر از همه مفید باشد بدین معنی که براحتی قابل تبدیل به معیارهای طراحی باشند. از طرف دیگر این امکان وجود دارد که تجزیه و تحلیل گر ایمنی سیستم و مدیریت آن آنقدر به روشهای آماری علاقمند شوند که شیوه‌های بسیار راحت و مهم دیگر برای بیان مسئله را فراموش کنند.

همانطوریکه اشاره شد در طراحی بسیاری از سیستم‌های با ریسک بالا نظیر صنایع هسته‌ای، صنایع پیشرفته نظامی، و غیره اغلب تمایل زیادی وجود دارد که برای ارزیابی خطر تنها به تجزیه و تحلیل آماری بسنده شود زیرا بر اساس نتایج آماری (حتی اگر کاملاً واقعی هم نباشند) می

توان وضعیت ایمنی را راحت تر تفسیر کرد هرچند که ممکن است ناآگاهانه با تعیین غلط حدود مدل برای مقبولیت احتمال ریسک دچار اشتباه شد برای نمونه به مثال زیر توجه کنید:

فرض کنید در یک برنامه ای با ریسک بالا ریسکهای با احتمال وقوع  $10^{-42}$  و کمتر قابل قبول باشد برای نشان دادن غیرعملی بودن این حد، سطح ریسک بر اساس یک مثال با استفاده از اسکناسهای یکصد ریالی مورد بررسی قرار می گیرد؛ اگر ضخامت یک اسکناس یکصد ریالی سه هزارم اینچ باشد احتمال انتخاب یک اسکناس یکصد ریالی از یک بسته با ضخامت سه اینچ یا یکصد هزار ریال برابر  $1 \times 10^{-3}$  خواهد بود ضخامت یکصد میلیون ریال اسکناس یک صد ریالی برابر ۲۵۰ فوت می باشد و شانس انتخاب همان اسکناس از میان این توده برابر  $1 \times 10^{-6}$  یا یک در میلیون خواهد بود. شانس انتخاب یک در تریلیون ( $1 \times 10^{-12}$ ) توده ای از اسکناس یکصد ریالی به ارتفاع ۴۷۰۰ مایل ایجاد خواهد کرد و اگر احتمال این مثال برابر  $1 \times 10^{-42}$  باشد طول اسکناس یکصد ریالی شاید در مجموعه راه شیری نیز ننگجد و رویدادی با احتمال وقوع  $1 \times 10^{-42}$  شاید در طول حیات جهان یکبار نیز رخ ندهد لذا لازم است که اهداف ایمنی به شکلی واقعی و قابل دسترسی تعیین شوند بطوریکه مدیریت قادر باشد براساس داده های قابل فهم تصمیمات درست و عاقلانه اتخاذ نماید.

### اصول مدیریت

- بر اساس نظریات Olson، مدیریت ریسک شامل دوازده اصل کلی پذیرفته شده است که عبارتند از:
۱. کلیه فعالیتهای انسانی که در آنها از وسایل و تجهیزات فنی استفاده می شود مستلزم حدودی از عناصر ریسک است.
  ۲. از هر خطر شناسایی شده نباید هراسید زیرا همه خطرات قابل کنترل هستند.
  ۳. باید به مشکلات با دیدی صحیح و مناسب نگریست.
  ۴. ریسکها باید طبقه بندی شده و ارزیابی آنها بر اساس دانش، تجارب و همچنین نیازهای کارخانه باشد.
  ۵. کلیه مقررات و اصول موجود در کارخانه و عناصر سازمانی آن بایستی طوری طرح ریزی شوند که از یک فلسفه واحد تبعیت کنند.
  ۶. عملیات سیستم همواره با درجه ای از ریسک همراه است، یک تجزیه و تحلیل خوب بر ضرورت کاهش وقوع حوادث تأکید خواهد کرد.

۷. آنالیز ایمنی سیستم و ارزیابی ریسک مغایرتی با کنترل‌های مناسب و صحیح فنی و مهندسی ندارد.
۸. تعیین دقیق اهداف و پارامترهای بررسی ریسک بسیار مهمتر از یافتن روشهای استاندارد شده معمول برای حل مشکلات است.
۹. برای برطرف کردن مشکلات و مسایل ایمنی فقط یک بهترین راه حل وجود ندارد و تعداد متنوعی از روشها موجود هستند که اجرای هر کدام از آنها ممکن است درجه ای از ریسک را کاهش دهد.
۱۰. برای اطلاع و استفاده از انواع متدهای دستیابی به اهداف خاص ایمنی بهترین و مؤثرترین راه مشاوره با یک طراح است.
۱۱. در عمل رسیدن به ایمنی کامل امکانپذیر نیست.
۱۲. در برنامه ریزی و طراحی سیستم هیچ مشکل ایمنی وجود ندارد و تنها مشکلات مهندسی و مدیریتی هستند که در صورت حل نشدن می توانند منجر به بروز حادثه شوند.

### تعهدات مدیریت

- ایمنی سیستم بدون تعهدات کامل و اصولی مدیریت و همچنین بدون وجود اطمینان و اعتماد دو طرفه بین مدیریت کارخانه و مدیریت ایمنی سیستم قابل دسترسی نخواهد بود بدین شکل که از یک طرف بایستی مدیران رده بالا مطمئن باشند که مسایل ایمنی توسط افراد مطلع، وارد و آگاه انجام می شود و از طرف دیگر مدیر ایمنی سیستم نیز باید از حمایت کامل مدیریت کارخانه خاطر جمع باشد همچنین لازم است که شاغلین محیهای کاری نیز بخوبی از وظایف کادر ایمنی و همچنین حمایتهای مدیریت کارخانه از واحد یاد شده در راستای اجرای وظایف محوله آگاه باشند. بعلاوه وجود نهادی که در نهایت حد قابل قبول بودن ریسک، عناصر سازمانی درگیر، خروجیهای مورد نیاز و اقدامات لازم بر روی خروجیها را تعیین نماید الزامی خواهد بود.
- بر طبق پیشنهاد اولسون برای مدیریت مؤثر ریسک لازم است که مدیریت سازمان:
- ۱- بخواهد که کلیه شاغلین و همچنین سازمانهای پیمانکار در مدیریت برنامه ایمنی سیستم همکاری کنند.
  - ۲- مطمئن شود که ساختار سازمانی مدیریت ایمنی سیستم طوریکه که آنها از قدرت و انعطاف پذیری سازمانی برای کارآیی مؤثر برخوردار هستند.
  - ۳- مطمئن شود که ریسکهای قابل قبول و غیر قابل قبول بر اساس سیاستهای شرکت بخوبی تعریف شده و مستند سازی گردیده اند بطوریکه تصمیم گیرندگان از ریسکهای موجود در هنگام کار سیستم آگاهند.

۴- بررسی ریسک حادثه را بعنوان بخشی از هر برنامه ارزیابی یا تجدید نظر و همچنین مرحله ای از تمامی مراحل مهم تصمیم گیری الزامی سازد.

بدون کسب اطمینانهای فوق بعنوان حداقل تعهد مدیریت سازمانی تلاشهای ایمنی موفقیت آمیز نخواهد بود همچنین لازم است که مدیریت علاوه بر تأمین منابع مورد نیاز و تعهدات لازم برای رسیدن به اهداف ایمنی سیستم، آماده قبول نتایج فرایند ایمنی سیستم نیز باشد و اطمینان حاصل کند که تصمیمات متخذه بر اساس کلیه اطلاعات موجود صورت می گیرد.

### پرسش های پایان فصل:

۱. حوادث به خیر گذشته یا شبه حوادث را تعریف و در باره ضرورت آنالیز آنها بحث کنید.
۲. برای محاسبه شدت و احتمال ریسک چگونه عمل می کنید.
۳. اولویتهای کنترلی در رویکرد ایمنی مدرن را نام ببرید.
۴. بر روی اصول مدیریت ریسک بر اساس نظریه اولسون بحث کنید.





## فصل دوم: روشهای آنالیز خطرات

**اهداف آموزشی:**

۱. آشنا ساختن شرکت کنندگان با اهمیت ارزیابی ایمنی در چرخه عمر سیستم
۲. تشریح توانمندیهای تکنیک What if Analysis در آنالیز ایمنی سیستم ها
۳. تشریح توانمندیهای تکنیک FMEA در آنالیز ایمنی سیستم ها
۴. تشریح توانمندیهای تکنیک FTA در آنالیز ایمنی سیستم ها
۵. تشریح توانمندیهای تکنیک HAZOP در آنالیز ایمنی سیستم ها
۶. تشریح توانمندیهای تکنیک OSHA در آنالیز ایمنی سیستم ها

روند توسعه سریع فن آوریهای مدرن که با بکارگیری انرژیهای نوین همراه بوده است باعث گردیده که در کنار افزایش قدرت، سرعت و دقت، نسل بشر با معضلات جدیدتری نیز مواجه گردد. یکی از مهمترین مشکلات فراروی بشر در دنیای امروزی عدم مطابقت های احتمالی در فرایند تولید محصولات جدید و یا ارائه خدمات نوین است که می تواند محصول تولیدی را از حیث انتفاع خارج و حتی آن را به عامل تخریبی شدیدی تبدیل کند، فرایند تولید را مختل سازد، به تلفات انسانی منتهی گردد، باعث آلودگی محیط زیست شود و... بدیهی است با توجه به کیفیت و کمیت انرژیهای نهان و بکار گرفته شده در سیستم ها و محصولات تولیدی وجود یک عیب و یا نقص جزئی می تواند به پیامدی فاجعه بار منتهی شود.

با توجه به مطالب یاد شده و به منظور مقابله با مشکلات فوق، علم ایمنی در طول تاریخ شکل گیری خود مراحل مختلفی را طی کرده است. این علم با توجه به تعریف خود یعنی علم حفاظت از دارائیهها از بدو تاریخ همواره همراه با انسان بوده است. هر چند که برای سده های طولانی بدلیل پائین بودن ماهیت تهدید کنندگی خطرات موجود بصورت پاسیو و منفعل عمل کرده است. با معرفی انرژیهای جدید و گسترش سریع فن آوریهای مدرن و پیچیده و از آنجائیکه پیامدهای حوادث بطور روزافزونی بزرگتر گردید علم ایمنی در یک تغییر رویکرد آشکار از حالت منفعل به حالتی اکتیو و پیشگیرنده تبدیل و بعنوان علم ایمنی سیستم مطرح

گردیده است. بدیهی است از آنجائیکه تحت هیچ شرایطی امکان به صفر رساندن حوادث در هیچ زمان و محیطی عملی نیست در ایمنی سیستمی تحقیقات حادثه که بر پایه علم ایمنی کلاسیک قرار دارد نیز از جایگاه خاص خود برخوردار بوده است.

در فلسفه امروزی، ایمنی سیستم با رویکردی پیشگیرنده و در قالبی سیستماتیک مورد توجه قرار گرفته و سعی می شود که با استفاده از ابزارهای مختلف کلیه عدم مطابقت ها قبل از بالفعل در آمدن شناسایی و کنترل گردد. با این مقدمه علم ایمنی سیستم بشکل زیر تعریف می گردد:

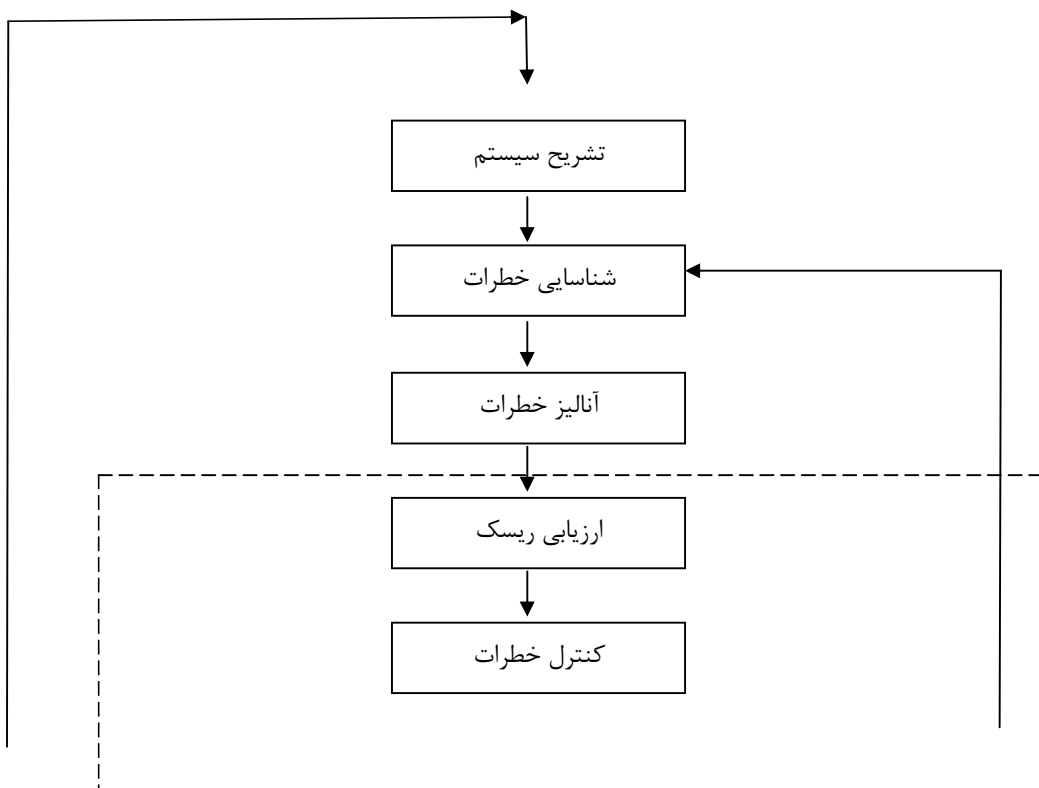
**ایمنی سیستم عبارت است از بکار گیری مهارت‌های مهندسی و مدیریتی ویژه در قالبی سیستماتیک و آینده نگر به منظور شناسایی و کنترل خطرات موجود در طول عمر یک پروژه، برنامه یا فعالیت.**

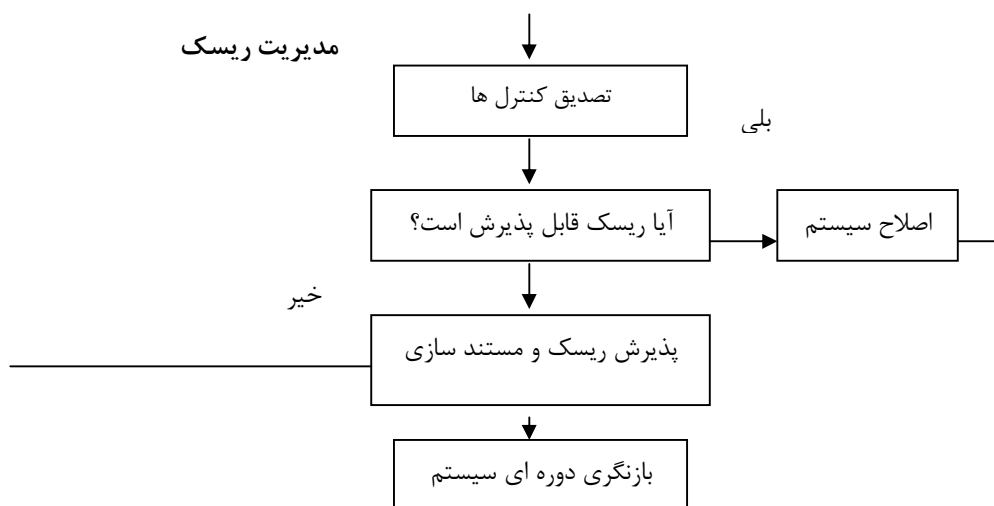
همانگونه که از تعریف فوق بر می آید ایمنی سیستم دارای مشخصه های زیر است:  
 ۱. استفاده از علم ایمنی سیستم نیازمند کسب مهارت در تکنیک‌های مختلف مهندسی و مدیریتی است.

۲. نگاه فلسفه ایمنی سیستم یک نگاه جامع و همه جانبه نگر است.

۳. علم ایمنی سیستم بر اساس یک فلسفه پیشگیرنده بنا نهاده شده است.

۴. در علم ایمنی سیستم تاکید بر بکارگیری اصول علمی کنترل خطر در طول چرخه عمر سیستم از مرحله قبل از تولد آن تا پس از مرگ سیستم است.





شکل شماره ۳: فرایند آنالیز ایمنی سیستم

در فلسفه امروزی ایمنی سیستم تأکید بر روی سطح قابل قبول ایمنی در فازهای اولیه عمر سیستم یعنی فازهای ایده و تفکر، طراحی و قبل از تولید یا عملیات واقعی محصول یا سیستم و ارزیابی خطرات سیستم قبل از تحمیل خسارات می باشد. برای اینکه سیستم بطور ایمن مراحل ساخت، آزمایش، عملیات و نگهداری را طی کند لازم است که خطرات موجود در آن حذف شده یا تا رسیدن به سطح قابل قبول کنترل شوند در این حالت لازم است که فعالیتهای تصحیحی نیز از قبل مشخص شده باشند. کاربرد درست ایمنی سیستم نیازمند بکارگیری دقیق روشهای مهندسی به همراه کنترلهای مدیریتی لازم جهت اطمینان از کاربرد دقیق و اقتصادی آن است. با توجه به مطالب یاد شده مهندسی ایمنی سیستم یک بخش حیاتی از فرایند طراحی، راهبری و نگهداری است که بایستی بر روی سیستم یا محصول اجرا گردد.

لازم بذکر است که در میان فازهای مختلف عمر سیستم فاز طراحی از دیدگاه فلسفه ایمنی سیستم بسیار حیاتی است. در این فاز هر چند که بدلیل کمبود داده های لازم، یافته های حاصل نیز در حد کیفی خواهند بود ولی انجام ارزیابیهای ایمنی در این مراحل از چند بعد زیر حائز اهمیت است:

- یک ارزیابی منطقی از نقاط ضعف سیستم را در زمان مناسب فراهم می آورد.

- یک روش ارزیابی ایمنی اکتیو و پیشگیرانه را در مقابل روشهای پاسیو ارائه می نماید
- اطلاعات لازم برای تصمیم گیری در مورد تخصیص منابع و اولویت بندی فعالیتها جهت پائین آوردن ریسک تا حدود قابل قبول را در اختیار مدیریت قرار می دهد.
- یک تشریح و بازنگری نسبتاً سریع از مهمترین ریسکهای مربوط به سیستم فراهم می کند.
- هزینه های اجرای مطالعات در این مراحل بسیار پائین می باشد.
- بکارگیری اقدامات اصلاحی پیشنهادی بسیار مقرون بصرفه بوده و به همین دلیل براحتی مورد پذیرش مدیریت قرار می گیرد.

با توجه به مطالب فوق مشخص می شود که از دیدگاه ایمنی سیستم اولین و در عین حال اساسی ترین فاز در تولید و نگهداری یک محصول ایمن، فاز ایده و تفکر است که یافته های حاصل از این مرحله خود پایه ای برای ادامه ارزیابیهای سیستماتیک ایمنی در فازهای بعدی عمر سیستم/ پروژه/ محصول و غیره خواهد بود.

با توجه به اهمیت بکارگیری و پیاده سازی اصول ایمنی سیستم، در فصول بعدی تعدادی از تکنیکهای مورد استفاده در آن مرور خواهد شد.

### تکنیکهای مورد استفاده در ایمنی سیستم

برای آنالیز ایمنی سیستم ها تکنیک های بسیار زیادی معرفی شده است که هر کدام از نقاط قوت و ضعف خاص خود برخوردار می باشند. تکنیکهای موجود که تعداد آنها از عدد ۱۰۰ تجاوز می کند را می توان از دیدگاههای مختلف طبقه بندی کرد. برای مثال تعدادی از این تکنیکها کاربرد مدیریتی و تعدادی دیگر کاربرد مهندسی دارند هر چند که در اغلب آنها سیستم مورد مطالعه از هر دو دیدگاه یاد شده ارزیابی می گردد. هم چنین تکنیکها را می توان از نظر تناسب آنها از نظر چرخه عمر سیستم نیز تقسیم بندی کرد. برای مثال در حالیکه روشهای نظیر لیست مقدماتی خطر (PHL) یا آنالیز مقدماتی خطر (PHA) ابزاری مناسب برای ارزیابی سیستم در فازهای اولیه محسوب می شوند بکارگیری تکنیک آنالیز علل معمول (CCA) بدلیل نیاز به اطلاعات جامع جهت تکمیل آن در فازهای ابتدائی قابل توصیه نخواهد بود. علاوه بر این انواعی از تکنیکها از ماهیتی استقرائی و تعدادی دیگر از نوع قیاسی می باشند. برای مثال روش آنالیز درخت رویداد (ETA) برای آنالیز از ساختار کل به جزء استفاده می کند در صورتیکه این ساختار در روش حالات شکست و آنالیز اثرات (FM&EA) از نوع جزء به کل است. علاوه بر این روشهای نظیر آنالیز درخت خطا (FTA) امکان کمی سازی نتایج را فراهم می سازد ولی تکنیکهای نظیر آنالیز خطرات خطا (FHA) از توانمندیهای یاد شده برخوردار نمی باشد. از تفاوتها دیگر روشهای مورد بحث می توان به تناسب آنها با توجه به سیستم مورد مطالعه اشاره کرد. برای

نمونه روش آنالیز جریان پنهان (SCA) یک متد اختصاصی برای سیستم های الکترونیکی بوده ولی در روش خطرات عملیات و پشتیبانی (O&SHA) تاکید اصلی بر روی انسان و تعامل او با سیستم است. همانگونه که ملاحظه شد برای آنالیز ایمنی سیستم می توان از تکنیکهای مختلفی استفاده کرد که انتخاب اشتباه روش با توجه به فاز عملیاتی، مأموریت سیستم، ماهیت کار، اهداف مطالعه و... علاوه بر اینکه قادر نخواهد بود اطلاعات مفیدی ارائه کند می تواند با دادن اطلاعات غلط و یا ناقص به گمراهی محقق بیانجامد.

از مهمترین روشهای آنالیز می توان به موارد زیر اشاره کرد که تعدادی از آنها به اختصار

تشریح می شود:

۱. Cause-Consequence Analysis(CCA)
۲. Change Analysis(CA)
۳. Chemical Process Quantitative Risk Analysis (CPQRA)
۴. Common Cause Analysis(CCA)
۵. Energy Trace and Barrier Analysis (ETBA)
۶. Event Tree Analysis (ETA)
۷. Failure Modes And Effects Analysis (FMEA)
۸. Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis (FMECA)
۹. Fault Hazard Analysis(FHA)
۱۰. Fault Tree Analysis (FTA)
۱۱. Hazard and Operability Study (HAZOP)
۱۲. Health Hazard Assessment (HHA)
۱۳. Human Error Analysis(HFA)
۱۴. Human Reliability Analysis (HRA)
۱۵. Job Safety Analysis(JSA)
۱۶. Management Oversight and Risk Tree (MORT)
۱۷. Operating and Support Hazard Analysis (OSHA)
۱۸. Preliminary Hazard Analysis (PHA)
۱۹. Preliminary Hazard List(PHL)
۲۰. Probabilistic Risk Assessment (PRA)
۲۱. Root Cause Analysis(RCA)
۲۲. Software Failure Modes and Effects Analysis (SFMEA)
۲۳. Technique for Human Error Prediction (THERP)
۲۴. What-If Analysis

### تجزیه و تحلیل چه می شود اگر؟

در ایمنی فرایند روش "What If Analysis?" و استفاده از چک لیستهای ایمنی دو ابزار جداگانه تلقی می شوند اما در حال حاضر این دو روش بصورت مکمل هم مورد استفاده قرار می گیرند البته این امر به این معنی نیست که از روشهای یاد شده نتوان بطور مجزا استفاده کرد زیرا هر دو روش بعنوان ابزارهای تجزیه و تحلیل ایمنی پذیرفته شده اند که در این بخش تنها روش "What If Analysis?" تشریح خواهد شد.

نام واقعی روش "چه می شود اگر؟" از عبارت "اگر این امر رخ دهد پیامدهای آن چه خواهد شد" مشتق شده و هدف اصلی از اجرای آن، اعمال توجه و تمرکز به اثرات رویدادهای ناخواسته بر روی سیستم می باشد. اساس این روش آنالیز طرح سوالاتی که با عبارت ساده "چه می شود اگر...؟" و یافتن پاسخهای واقعی و دقیق آنها قرار دارد. در صورتیکه تکنیک توسط افراد با تجربه و دارای دانش کافی از سیستم اجرا شود می تواند یک ابزار بسیار مفید در تجزیه و تحلیل ایمنی سیستمها باشد.

این تکنیک همانند روش HAZOP برای ارزیابی انحرافات احتمالی فرایند از حدود استاندارد طراحی شده و لذا همان اطلاعاتی که برای اجرای HAZOP مورد نیاز می باشند برای اجرای این تکنیک نیز ضروری خواهد بود. روند اجرای روش "What If Analysis?" به شکل زیر است:

الف) تعیین حیطه مطالعه و تعریف اهداف اصلی

ب) انتخاب تیم عملیاتی

ج) اجرای مطالعه با طرح سوالات "چه می شود اگر...؟" و یافتن پاسخهای مناسب

د) مستند سازی نتایج

و) پیگیری فعالیتهای انجام شده در راستای کنترل خطرات شناسایی شده

قبل از اجرای روش "What If Analysis?"، بر اساس اهداف مطالعه سطوح مختلف کارکردی تعریف شده و بعبارت دیگر برای تمرکز بیشتر و بهتر، سیستم به بخشهای کوچکتری تقسیم می شود و سپس مجموعه سوالات برای هر سطح کارکردی مطرح می گردد. برای شناسایی راحتتر خطرات موجود در سیستم می توان از چک لیستهای ایمنی مختلفی نیز استفاده کرد. همچنین از این چک لیستها می توان بعنوان پایه ای برای طرح سوالات "What If Analysis?" نیز سود برد. برای تسریع کار لازم است همزمان با طرح سوالات و یافتن جوابهای آنها نتایج بدست آمده نیز مستند سازی شوند.

بعضی از سوالاتی که ممکن است در جریان مطالعه "What If Analysis?" مطرح شوند عبارتند از:

الف) چه اتفاقی خواهد افتاد اگر عملیات اختلاط بطور کامل صورت نپذیرد؟

ب) چه اتفاقی رخ می دهد اگر دمای عملیات از دمای محیط تجاوز کند؟

ج) چه اتفاقی خواهد افتاد اگر پمپ A از کار بیافتد؟

د) اپراتور از چه دستورالعملی استفاده خواهد کرد اگر فشار بیش از حد باشد؟

**حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FM&EA)**



FM&EA<sup>۲</sup> که امروزه یکی از آشناترین تکنیکهای تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم هاست برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۵۰ میلادی بوسیله مهندسين قابلیت اعتماد جهت ارزیابی ایمنی سیستمهای نظامی پایه گذاری و بعد از آن استفاده از این روش بسرعت گسترش یافت بطوریکه در ایالات متحده آمریکا و فرانسه از آن بترتیب برای ارزیابی ایمنی هواپیماهای کنکورده و ایرباس استفاده شد. بدنبال حادثه تری مایل آیلند، کاربرد این تکنیک به ارزیابی ایمنی صنایع هسته ای نیز توسعه یافت. این تکنیک که اساساً یک تجزیه و تحلیل کیفی است سیستم یا زیر سیستمها را برای شناسایی نقصهای احتمالی کلیه اجزای آن را بررسی کرده و تلاش می کند که اثرات نقصهای احتمالی را بر روی سایر بخشهای سیستم ارزیابی کند. اگرچه لازم است FM&EA در مراحل اولیه عمر محصول بالاخص در فاز طراحی و بر اساس داده های دقیق موجود انجام شود ولی در صورت نیاز، تجزیه و تحلیل گر ایمنی سیستم می تواند از این ابزار برای شناسایی و ارزیابی نقصهای اجزاء در سراسر عمر محصول یا سیستم استفاده کند.

### اجرای FM&EA

FM&EA یک روش استقرایی<sup>۳</sup> (رسیدن از جزء به کل) بوده که برای مطالعه سیستماتیک نقصهای اجزاء یک سیستم و اثرات احتمالی آنها بکار می رود. بطور کلی اهداف یک مطالعه FM&EA عبارتند از:

- شناسایی حالات نقص مهم که قابلیت اطمینان<sup>۴</sup>، قابلیت دسترسی<sup>۵</sup>، نگهداشت پذیری<sup>۶</sup> و بطور کلی ایمنی سیستم را تحت تأثیر قرار می دهند.
- تعیین اثرات حالات مختلف نقص اجزاء یک سیستم بر روی کارکردهای مختلف همان سیستم.

اجرای FM&EA دارای چهار مرحله زیر است:

- ۱- شناسایی سیستم، کارکردها و اجزای آن
- ۲- شناسایی حالات نقص اجزاء و علل آنها
- ۳- بررسی اثرات نقصهای شناسایی شده
- ۴- بحث و نتیجه گیری و ارائه راه حلها و پیشنهادات کنترلی و اصلاحی

### شناسایی سیستم، کارکردها و اجزای آن

۲ - Failure Mode and Effect Analysis (FM&EA)

۳ - Inductive Method

۴ - Reliability

۵ - Maintainability

۶ - Availability

در این روش نیز بایستی همانند سایر روشهای دیگر قبل از هر چیزی سیستم و کارکردهای آن بخوبی تعریف شده و حالات عملیاتی مختلف آن مشخص شود. علاوه بر موارد یاد شده داشتن اطلاعات زیر نیز ضروری خواهد بود:

- کارکردهای اصلی سیستم
- محدودیتهای کارکردی سیستم با توجه به کل سیستم و هر کدام از اجزای آن
- خصوصیات محیطی که سیستم در آن کار می کند
- اطلاعات فوق را می توان از طریق منابع زیر کسب کرد:
- نقشه طرح
- طرحواره سیستم
- نمودار کارکردی
- تشریح سیستم
- داده های سازنده سیستم و اجزای آن
- داده های حاصل از سایر آنالیز های قبلی انجام شده از سیستم (در صورت وجود)

### شناسایی حالات نقص اجزاء و علل آنها

در این مرحله لازم است حالات نقص اجزاء در کلیه حالات عملیاتی سیستم مشخص شود. قابل ذکر است که حالت نقص هر جزء بصورت اثراتی که نقص بر اساس آن مشخص می شود تعریف می گردد. مرحله مشخص کردن حالات نقص بایستی بطور کامل، جامع و دقیق صورت پذیرد زیرا آنالیز اصلی بر اساس آن انجام خواهد شد. بنابراین در اولین مرحله حالات نقص احتمالی یا بالقوه شناسایی شده و همزمان با آن علل احتمالی هر حالت نقص نیز مشخص می شود. باید توجه داشت که تمیز دادن بین حالات نقص و علت نقص همیشه راحت نیست و این امر شاید اولین مشکل در اجرای FM&EA باشد برای تسهیل در افتراق بین حالات و علت نقص می توان حالات نقص را بصورت اثرات علت نقص بر روی کارکرد جزء تعریف کرد.

لازم به یادآوری است که مشخص کردن همه علل احتمالی یک حالت نقص غیرممکن بوده ولی بسیار دشوار است. برای شناسایی حالات نقص می توان از پیشنهادات زیر استفاده کرد:

- ۱- اگر جزء قبلاً در سیستم تحت مطالعه یا سیستمهای دیگر مورد استفاده قرار گرفته باشد تجارب عملیاتی، تست و نگهداری آن می تواند راهگشا باشد.
- ۲- اگر جزء برای اولین بار طراحی شده و سابقه استفاده نداشته باشد می توان آن را با اجزایی که از نظر طرح یا کارکرد مشابه هستند مقایسه و از نتایج تجزیه و تحلیل قابلیت اعتماد جزء استفاده کرد.

برای تسهیل مرحله شناسایی حالات نقص می توان از طبقه بندی زیر که بعضی از حالات نقص مهم را نشان می دهد نیز استفاده کرد:

- پیش از موعد عمل کردن
- عمل نکردن در موعد معین
- متوقف نشدن در موعد معین
- بروز نقص در طول عملیات

بنابراین تجزیه و تحلیل گر بایستی حداقل چهار حالت احتمالی نقص فوق را مد نظر داشته باشد. همچنین برای شناسایی حالات نقص می توان از حالات نقص عمومی که در جدول شماره ۶ ارائه شده است نیز استفاده کرد. البته لازم است که حالات نقص برای کلیه مراحل عملیاتی سیستم بطور مجزا تعیین شود، بعنوان مثال ممکن است باز بودن یک دریچه برای یک وضعیت سیستم، نقص و برای وضعیت دیگر حالت طبیعی باشد. برای درک بهتر و راحتتر موضوع در بخش زیر حالات نقص یک موتور پمپ ارائه شده است:

- ۱- نقص در روشن شدن
- ۲- نقص در خاموش شدن
- ۳- کمتر بودن میزان جریان پمپ از حد مورد نیاز (نقص در طول عملیات)
- ۴- کمتر بودن فشار تخلیه پمپ از حد ضروری (نقص در طول عملیات)
- ۵- روشن شدن ناخواسته
- ۶- نشت خارجی

جدول شماره ۶: حالات نقص عمومی

ردیف	نقص	ردیف	نقص
۱	نقصهای ساختاری (ترکیدن)	۱۶	نقص در خاموش کردن
۲	از کار افتادن و خرابی فیزیکی	۱۷	نقص در روشن کردن

۳	ارتعاش	۱۸	نقص در راه انداختن
۴	ناتوانی در ماندن در وضعیت دلخواه	۱۹	پیش از موعد عمل کردن
۵	نقص در باز کردن	۲۰	دیرتر از موعد عمل کردن
۶	نقص در بستن	۲۱	ورودی اشتباه (بیش از حد)
۷	بطور اشتباه باز شدن	۲۲	ورودی اشتباه (کمتر از حد)
۸	بطور اشتباه بسته شدن	۲۳	خروجی اشتباه (بیش از حد)
۹	نشست داخلی	۲۴	خروجی اشتباه (کمتر از حد)
۱۰	نشست خارجی	۲۵	فقدان ورودی
۱۱	عمل کردن ناخواسته	۲۶	فقدان خروجی
۱۲	عمل کردن نامنظم	۲۷	اتصال کوتاه (الکتریکی)
۱۳	نشان دادن غلط	۲۸	باز بودن مدار (الکتریکی)
۱۴	جریان محدود شده	۲۹	نشست (الکتریکی)
۱۵	بکار گماری غلط	۳۰	غیره

### بررسی حالت نقص اجزاء

در این مرحله اثرات هر حالت نقص بطور قانونمند روی کارکرد سیستم و همچنین روی اجزاء آن تعیین و بررسی می شود، این اثرات با فرض اینکه تنها یک حالت نقص وجود داشته و سایر اجزاء در حالت طبیعی کار می کنند بطور کامل تشریح می شوند. مطالعه اثرات با مد نظر قرار دادن متغیرهای مهم سیستم و تغییرات آنها آسانتر می شود. در مواقعی ممکن است مدلسازی پدیده های فیزیکی و یا دعوت از متخصصین برای مشخص کردن اثرات احتمالی تحت شرایط خاص الزامی باشد.

### بحث، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

پس از انجام مراحل سه گانه فوق تجزیه و تحلیل گر سیستم قادر خواهد شد که در راستای اهداف مطالعه بحث و نتیجه گیری را انجام داده و پیشنهادات و راه حل های احتمالی را ارائه کند. نتایج این مرحله می تواند بسیار جالب باشد که تعدادی از آنها عبارتند از:

۱- اطمینان از اینکه کلیه حالات نقص قابل تصور و اثرات آنها بر روی عملیات سیستم از مرحله طراحی بررسی شده اند.

۲- تهیه لیستی از حالات نقص بر اساس شدت اثرات آنها بر روی کارکرد سیستم

۳- شناسایی نقص های ثانویه<sup>۷</sup> و افزونگی های<sup>۸</sup> لازم

۴- طراحی و سایل و تدابیر خاص (آلارمها، تستهای دوره ای و...) جهت شناسایی حالات نقص

و نحوه ارزیابی آنها

۵- طراحی روشهای نگهداری مطابق با هر حالت نقص و در نتیجه مطالعه و بررسی قابلیت

نگهداری سیستم

### ارائه آنالیز نتایج آن

برای نشان دادن مراحل آنالیز FM&EA و نتایج آن از برگه های کار مختلفی استفاده می

شود که بسته به نوع مطالعه و وسعت آن در پاره ای از موارد باهم دیگر تفاوتی دارند. در

شکل های زیر نمونه های از برگه کار ارائه شده است:

برگه کار FM&EA									
تکمیل کننده:					نام سیستم:				
تأیید کننده:					تاریخ:				
تشریح مختصر سیستم:									
ردیف	جزء	حالت نقص	علت نقص	اثرات نقص	شدت نقص	ردیابی	نرخ نقص	احتمال ردیابی	اقدامات کنترلی

شکل ۱: نمونه ای از برگه کار FM&EA

۷- Secondary Failure

۸- Redundancy

سیستم: تکمیل کننده: تأید کننده:		محل اجراء: تاریخ: ص ... از ص.....:							
تشریح مختصر سیستم:									
ردیف	جزء	حالت	اثر	علل	کنترل‌های	ریسک	اقدامات	ریسک	مسئولیت اجراء و
		نقص	نقص	نقص	موجود	اولیه	پیشنهادی	ثانویه	تاریخ اتمام

شکل ۲: نمونه ای از برگه کار FM&EA

### گزارش FM&EA

پس از تکمیل برگه کار FM&EA داده های حاصل از تجزیه و تحلیل به فرمهای گزارش که حداقل شامل بخشهای زیر می باشد منتقل می شوند:

#### اطلاعات مقدمه ای:

این بخش از گزارش شامل تشریح اهداف مطالعه، محدودیتهای موجود در اجرای آن و متدولوژی می باشد.

#### تعاریف:

در این قسمت آن دسته از کلمات و اصطلاحاتی که در بین پرسنل ایمنی متداول نیست، تعریف و تشریح می شود.

#### توصیف سیستم:

گزارش FM&EA بایستی شامل اطلاعات توصیفی دقیق در باره سیستم یا زیرسیستم های مورد مطالعه نظیر وظیفه یا وظایف سیستم و روابط دقیق بین اجزای آن، شرایط محیطی، نقش اپراتورها در سیستم و غیره باشد. در صورتیکه FM&EA برای یک سیستم در حال کار اجرا می شود بیان تاریخچه دقیق سیستم از ابتدای طراحی تا حال حاضر و تشریح مشکلات ایمنی گزارش شده مستند از سیستم در مراحل قبلی نیز ضروری خواهد بود. لازم به ذکر است که ارائه اطلاعات توصیفی بیش از حد بویژه در مواردی که ارتباطی با اهداف مطالعه نداشته باشد تنها بر مشکلات مطالعه خواهد افزود.

#### بررسی بحرانیت:

در این قسمت از گزارش میزان بحرانی بودن عمل سیستم، زیر سیستم یا اجزاء تشریح می شود. این بخش از بررسی معمولاً بر اساس بعضی از معیارهای از پیش تعیین شده که مورد

موافقت مدیریت نیز می باشد صورت می گیرد. در ارزیابی یک سیستم با استفاده از تکنیک FM&EA، بحرانیّت عبارت است از بیان اهمیت اثرات احتمالی نقص بر روی سیستم. اثرات احتمالی نقص ممکن است باعث تحمیل اثرات سوء بر روی افراد (مرگ، جراحات وخیم، بیماری و...)، سایر تجهیزات و خود سیستم بشود. در این قسمت همچنین لازم است در راستای ارائه راه حلها و پیشنهادات کنترلی که در بخشهای بعدی ارائه می شود دلیل یا دلایل پذیرش یا رد ریسکها نیز بطور دقیق ذکر شود.

### لیست اسناد و مدارک:

جهت تکمیل FM&EA، تجزیه و تحلیل گر معمولاً نیازمند مرور کلی و ارائه کلیه مدارک و اسناد مرتبط با سیستم تحت مطالعه می باشد. در این بخش لیست اسناد، مدارک، نقشه ها و شکل‌های شماتیک سیستم به همراه اسناد فروشنده، سازنده و غیره ارائه شده و استانداردهای مورد استفاده بررسی می شوند.

### بخش داده ها:

کلیه داده های مورد استفاده در اجرا و تکمیل FM&EA به همراه کلیه داده های که در ارائه تجزیه و تحلیل نهایی از آنها استفاده می شود بایستی در گزارش نهایی FM&EA آورده شود. این داده ها می تواند شامل عکسهای از سیستم، زیر سیستم یا بعضی از اجزای مورد مطالعه، نقشه جانمایی، شمای الکتریکی و برگه کار FM&EA باشد.

### حالات شکست و آنالیز بحرانیّت<sup>9</sup>

FM&CEA یکی از روشهای مشتق شده از تکنیک FM&EA است که علاوه بر تعیین اثرات حالات شکست، سطح بحرانیّت آنها را نیز ارزیابی می کند. سازمان هوا فضای ملی آمریکا<sup>۱۰</sup> NASA از این تکنیک بطور گسترده ای بویژه در طراحی مدل ماهواره ها استفاده می کند. از این روش همچنین در سایر حیطه های صنعتی نیز استفاده شده است برای مثال می توان به مطالعات انجام شده در کارخانه تویوتای ژاپن اشاره کرد.

FM&CEA اساساً از دو بخش تشکیل شده است:

FM&EA -

- تجزیه و تحلیل سطح بحرانیّت به منظور تعیین شدت و احتمال وقوع برای هر حالت

نقص

۹- Failure Mode and Criticality Effect Analysis(FM&CEA)

۱۰- National Airspace Administration(NASA)

برای تخمین شدت حالات مختلف نقص، شدت پیامدها و اثرات آن، هر حالت نقص بر اساس جداول خاص مورد بررسی قرار گرفته و به هر حالت یک شدت خاص اختصاص می یابد و احتمال وقوع حالات نقص بر اساس نرخ نقص های آنها که در برگه کار FM&CEA از قبل تعیین شده مشخص می گردد (جدول شماره ۷ و ناگفته پیداست اثراتی که از شدت و احتمال وقوع بالاتری برخوردار باشد حساستر بوده و حذف یا کاهش آنها از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود.

جدول شماره ۷: مثالی از درجه بحرانیت

احتمال شدت	بسیار پائین	پائین	متوسط	بالا
طبقه ۱ (اثرات کوچک)				
طبقه ۲ (اثرات بزرگ)				
طبقه ۳ (اثرات بحرانی)				
طبقه ۴ (اثرات فاجعه بار)				

### آنالیز درخت خطا

تجزیه و تحلیل درخت خطا<sup>۱۱</sup> یا روش درخت علت<sup>۱۲</sup> برای اولین بار در سال ۱۹۶۱ - ۱۹۶۲ در آزمایشگاههای تلفن بل بوجود آمد و سپس توسط آقای واتسون جهت تعیین و بهبود قابلیت اطمینان سیستم کنترل موشکهای قاره پیما توسعه یافت. این تکنیک در سالهای بعد توسط شرکت هواپیمایی بوئینگ گسترش یافته و بصورت قانونمند در آمد، اولین مقاله در باره آن در سال ۱۹۶۵ در سمپوزیوم ایمنی سیستم ها که توسط دانشگاه واشنگتن و شرکت بوئینگ برپا شده بود ارائه گردید.

از سال ۱۹۶۵ استفاده از تکنیک FTA به صنایع مختلف نظیر هوافضا، هسته ای، شیمیایی و غیره گسترش یافت و از آن بطور گسترده ای جهت تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی و ایمنی سیستمها استفاده شد.

تکنیک تجزیه و تحلیل خطا یا روش درخت علت بعنوان یکی از قویترین ابزارهای تجزیه و تحلیل فرایند ایمنی سیستم بویژه در هنگام ارزیابی سیستمهای بسیار پیچیده و دقیق محسوب می

۱۱ - Fault Tree Analysis (FTA)

۱۲ - Cause Tree Method (CTM)



شود. بدلیل استفاده از روش قیاسی<sup>۱۳</sup> (رسیدن از کل به جزء) در این متد، بسیاری از تجزیه و تحلیل گره‌های ایمنی سیستم، بکارگیری روش FTA را در بررسی حالات احتمالی مختلف که می‌توانند منجر به بروز رویدادهای مطلوب یا نامطلوب در سطح سیستم شوند بسیار مفید می‌دانند.

هرچند که FTA بعنوان یک ابزار مقدماتی در تجزیه و تحلیل خطاهای موجود در یک سیستم و یا در طول یک فرایند عمل می‌کند ولی بایستی در نظر داشت که از این تکنیک می‌توان در ارزیابی فعالیتهای لازم جهت رسیدن به یک رویداد مطلوب و مورد نظر نظیر<sup>۱۴</sup> عدم وقوع حادثه X نیز استفاده کرد. با ساخت درخت خطا که نشان دهنده کلیه رویدادهای لازم برای وقوع رویداد اصلی خواهد بود تجزیه و تحلیل گر می‌تواند از آن برای تشکیل پایه‌های یک برنامه پیشگیری از بروز حوادث صنعتی نیز استفاده کند. در این جزوه هر دو نوع کاربرد FTA (یعنی ارزیابی رویداد های مطلوب یا مثبت و نامطلوب یا منفی) با استفاده از مثالهای مناسب مورد بحث قرار خواهد گرفت.

تکنیک FTA در بررسی ایمنی سیستم بصورت یک روش سازمان یافته، دقیق و چند سوئگر عمل می‌کند؛ سازمان یافته از این نظر که هر رویدادی را با توجه به نوع رویداد، عملکرد و جایگاه آن در سیستم یا فرایند ارزیابی می‌کند، دقیق به این دلیل که ارتباط و نقش رویدادها را بصورت تکی یا ترکیبی از آنها در وقوع رویداد اصلی مورد بررسی قرار می‌دهد و چند سوئگر از این جهت که تجزیه و تحلیل گر را قادر می‌سازد که اثرات بالقوه رویدادهای احتمالی موجود در ساختمان درخت خطا بر روی رویداد اصلی را ارزیابی کند.

بدلیل انعطاف پذیریهای موجود در تکنیک FTA از این روش در مرحله طراحی از عمر سیستم نیز استفاده می‌شود، FTA قادر است که نقصهای بالقوه در طی فاز طراحی را پیش بینی کرده و تغییرات و تصحیحات ضروری را مشخص سازد از این روش همچنین می‌توان در طول فاز عملیاتی نیز برای تعیین ماهیت رویدادهای مطلوب یا نامطلوب ناشی از فعالیت سیستم استفاده کرد.

تجزیه و تحلیل درخت خطا ممکن است بدنبال اجرای یک برنامه PHA یا FM&EA صورت گیرد هرچند که هیچکدام از آنها پیش نیازی برای FTA محسوب نمی‌شوند.

قبل از بحث در باره درخت خطا ذکر این نکته ضروری است که اگر برای دو رویداد دو تجزیه و تحلیل گر دو درخت خطا طراحی نمایند لزومی ندارد که درختهای خطای حاصله بخصوص در سیستمهای پیچیده کاملاً شبیه هم باشند ولی در صورت انجام تجزیه و تحلیل کیفی و کمی بایستی نتایج حاصله مشابه هم باشند.

## آنالیز درخت خطا

اولین گام در آنالیز درخت خطا شناخت کامل و دقیق سیستم است. اطلاعات دقیق و جزئی در باره کلیه اجزاء سیستم، اثرات متقابل فیزیکی و کارکردی مابین اجزاء و شرایط طبیعی و غیرطبیعی آنها را می توان از منابع مختلفی نظیر بررسی نقشه ها، نمودارها، لیست اسامی اجزاء، دستورالعملهای عملیاتی، روشهای تعمیر و نگهداری، مصاحبه با کارکنان، متخصصین و غیره بدست آورد بعلاوه مقایسه سیستم با سیستمهای مشابه نیز می تواند اطلاعات مفید دیگری را تأمین کند. اطلاعات مورد نیاز در آنالیز درخت خطا می تواند شامل موارد زیر باشد:

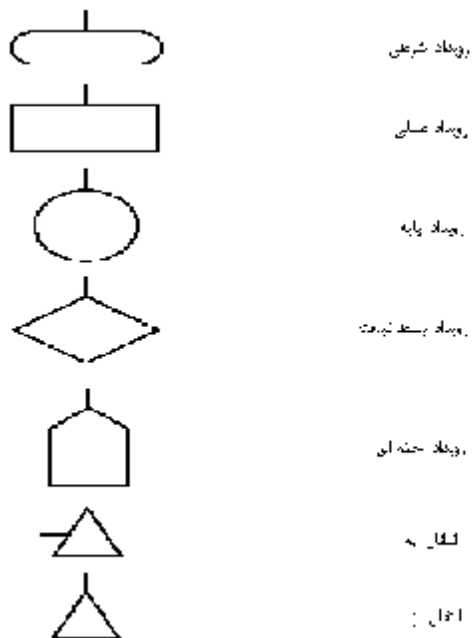
- لیست کامل کلیه اجزاء سیستم
- عمل و وظیفه هر جزء
- وضعیت اولیه هر جزء (نظیر باز یا بسته بودن دریچه های فن و...)
- شرایط طبیعی محیطی و عملیاتی هر جزء (دما، فشار، استرسهای مکانیکی، ارتعاشات و...)
- شرایط غیرطبیعی و عملیاتی هر جزء در شرایط اضطراری و بروز حوادث
- حالات نقص هر جزء
- ارتباط نقص اجزاء با یکدیگر
- تداخل کارکردی جزء با سایر اجزاء
- وظیفه اپراتورها
- روشهای عملیاتی، تعمیر و نگهداری و...
- کنترلهای کامپیوتری
- و...

قابل ذکر است که در صورتیکه رویداد اصلی درخت خطا یک رویداد مثبت و مطلوب باشد توصیه می شود که بجای عبارت درخت خطا از عبارت درخت علت استفاده شود.

## نمادهای مورد استفاده در تکنیک FTA

در ساخت درخت خطا از نمادهای مختلفی استفاده می شود که تجزیه و تحلیل گر را قادر می سازد نوع رویداد ها وهمچنین ارتباط آنها با همدیگر را بصورت تصویری نشان دهد در شکل زیر نمادهای اصلی مورد استفاده در تکنیک FTA نشان داده شده است با درک معانی،

مفاهیم و کاربرد های ویژه نمادها که در شکل زیر بیان شده است ساخت درخت خطا ساده تر و راحتتر خواهد شد.



شکل ۴: تعدادی از نمادهای مورد استفاده در ساخت درخت خطا

مفاهیم بعضی از اصطلاحات معمول در تکنیک FTA بشرح زیر می باشد:

**رویداد اصلی**<sup>۱۴</sup>: عبارت است از رویدادی که در بالاترین نقطه درخت خطا جای می گیرد و علل بوجود آورنده آن شناسایی و تجزیه و تحلیل می گردد. رویداد اصلی در هر درخت خطا منحصر بفرد بوده و می تواند یک حادثه (انفجار، رها شدن گازهای سمی و...)، از کار افتادن سیستم، بدکارکردن آن (عدم کارآیی مورد انتظار) و یا یک رویداد مطلوب باشد. بعبارت ساده تر می توان گفت که رویداد اصلی رویدادی است که تجزیه و تحلیل بدنبال یافتن علل و راههای بوقوع پیوستن آن است.

**رویداد میانی**<sup>۱۵</sup>: هر رویدادی در ساختمان درخت خطا به استثنای رویداد اصلی که مورد تجزیه و تحلیل بیشتر قرار گرفته و علل بوجود آورنده آن تعیین می گردد رویداد میانی نامیده می شود.

۱۴ - Top event

۱۵ - Intermediate event

**رویداد پایانی**<sup>16</sup>: رویداد پایانی که ممکن است تحت عناوینی نظیر رویدادهای انتهایی یا اولیه نیز خوانده شود رویدادی است که نمی توان علل بوجود آورنده آن را تعیین کرد. رویدادهای پایانی به سه گروه زیر طبقه بندی می شوند:

**رویداد پایانی پایه ای**<sup>17</sup>: هر رویدادی در سطح جزء که قابل تشریح بیشتر نباشد را رویداد پایه ای گویند رویدادهای خارجی نظیر سیل، گردوباد، زلزله و... که ایمنی سیستم را تهدید می کنند از نوع رویداد پایه ای محسوب می شوند.

**رویداد پایانی بسط نیافته**<sup>18</sup>: رویدادی است هر چند می تواند مورد تجزیه و تحلیل بیشتر قرار بگیرد ولی این امر بنا بدلایلی صورت نمی گیرد.

**رویداد پایانی خانه ای**<sup>19</sup>: نوع خاصی از رویداد پایانی است که در تجزیه و تحلیل درخت خطا در دو حالت "روشن" یا "خاموش" بکار گرفته می شود. احتمال رویداد خانه ای در حالت روشن و خاموش بترتیب برابر یک و صفر می باشد. رویداد خانه ای ممکن است رویداد کلیدی، طبیعی و ماشه ای نیز خوانده شود.

**دروازه "یا"**<sup>20</sup>: این دروازه برای نشان دادن این حالت که برای وقوع رویداد خروجی رخ دادن یکی از رویداد های خروجی کافی می باشد بکار گرفته می شود. رویداد خروجی ممکن است رویداد میانی یا اصلی بوده و رویدادهای ورودی نیز می توانند رویداد میانی، پایانی و یا ترکیبی از آنها باشد.

**دروازه "و"**<sup>21</sup>: این دروازه به این معنی است که وقوع رویداد خروجی مستلزم رخ دادن کلیه رویدادهای ورودی است. رویداد خروجی می تواند رویداد اصلی یا میانی بوده و رویداد ورودی نیز ممکن است رویداد میانی، پایانی و یا ترکیبی از آنها باشد.

**برش**<sup>22</sup>: ترکیبی از رویدادهای پایانی است که می توانند باعث بروز رویداد اصلی بشوند، رویداد اصلی ممکن است بیش از یک برش داشته باشد.

**برش حداقل**<sup>23</sup>: به کوچکترین زیر مجموعه برش که برای وقوع رویداد اصلی لازم و کافی باشد برش حداقل گویند.

**نمادهای انتقال**<sup>24</sup>: زمانیکه تجزیه و تحلیل گر درخت خطا در حین کار بر روی یک شاخه درخت خطا به مرحله ای برسد که از آن به بعد در شاخه دیگری از آن درخت خطا نیز تکرار شده باشد

۱۶ - Terminal event

۱۷ - Basic event

۱۸ - Undeveloped event

۱۹ - House event

۲۰ - OR Gate

۲۱ - AND Gate

۲۲ - Cut Set

۲۳ - Minimal Cut Set

می تواند آن را به شاخه یاد شده منتقل و کار خود را در شاخه جدید به پایان برساند که برای این عمل از نمادهای انتقال استفاده می شود، از این نمادها همچنین برای نشان دادن ادامه کار در صفحات بعد بویژه در درخت خطای سیستمهای بزرگ و پیچیده که در یک صفحه جای نمی گیرند نیز استفاده می شود.

تکنیک تجزیه و تحلیل درخت خطا شامل سه مرحله زیر است:

۱- ساخت درخت خطا<sup>۲۵</sup>

۲- تجزیه و تحلیل کیفی درخت خطا<sup>۲۶</sup>

۳- تجزیه و تحلیل کمی درخت خطا<sup>۲۷</sup>

با توجه به اهداف مطالعه ممکن است هر کدام از مراحل فوق به تنهایی و یا همراه یکدیگر صورت گیرد.

تجزیه و تحلیل درخت خطا ممکن است بصورت کیفی، کمی و یا هر دو شکل صورت گیرد:

#### الف) تجزیه و تحلیل کیفی درخت خطا

مهمترین روشهای تجزیه و تحلیل کیفی درخت خطا عبارتند از:

الف - ۱) رده بندی کیفی برشهای حداقل

الف - ۲) رده بندی کیفی رویدادهای پایانی

#### الف - ۱) رده بندی کیفی برشهای حداقل

هر یک از برشهای حداقل نمایانگر یک راه احتمالی برای وقوع رویداد اصلی می باشند بدین ترتیب که با رخ دادن رویدادهای که در یک برش حداقل قرار دارند رویداد اصلی بوجود خواهد آمد، بنابراین تجزیه و تحلیل آنها ارزیابی اهمیت هر یک از راههای احتمالی بروز رویداد اصلی خواهد بود.

تعداد رویدادهای پایانی موجود در یک برش حداقل طبقه آن برش نام دارد، در صورتیکه احتمال وقوع رویدادهای پایانی تقریباً یکسان بوده و وقوع آنها مستقل از هم باشد برشهای حداقل کم طبقه مهمتر از نوع پر طبقه خواهد بود.

لازم به ذکر است که دو رویدادی را مستقل از هم می گویند که نتیجه وقوع یکی بر نتیجه وقوع دیگری هیچ اثری نداشته باشد.

۲۴ - Transfer Symbols

۲۵ - Fault Tree Construction

۲۶ - Qualitative Fault Tree Analysis

۲۷- Quantitative Fault Tree Analysis

رده بندی برشهای حداقل نسبت به رده بندی رویدادهای پایانی از اهمیت کمتری برخوردار است.

## الف - 2) رده بندی کیفی رویدادهای پایانی

رده بندی کیفی رویدادهای پایانی بر حسب اهمیت آنها در ایجاد رویداد اصلی ممکن است بر اساس برشهای حداقل و به شرح زیر صورت گیرد:

۱- رویدادهای پایانی موجود در برشهای حداقل کم طبقه معمولاً مهمتر از آنهایی هستند که در برشهای حداقل پر طبقه قرار دارند.

۲- اگر دو رویداد پایانی تنها در برشهای حداقل  $n$  طبقه وجود داشته باشند آن رویدادی که به تعداد دفعات بیشتری در برشهای حداقل یاد شده تکرار گردیده است از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. دو اصل فوق در صورتی معتبر خواهد بود که احتمال وقوع رویدادهای پایانی یکسان بوده و از نظر آماری مستقل از هم باشند

## ب) تجزیه و تحلیل کمی درخت خطا

از روابط احتمالاتی موجود بین رویدادهای ورودی و خروجی و همچنین دروازه های  $W$  و  $Y$  می توان بشکل زیر برای محاسبه احتمال وقوع رویدادهای میانی و در نتیجه رویداد اصلی استفاده کرد. مهمترین روشهای تجزیه و تحلیل کمی درخت خطا عبارتند از:

ب - 1) تجزیه و تحلیل کمی دروازه  $W$

ب - 2) تجزیه و تحلیل کمی دروازه  $Y$

## ب - 3) رده بندی کمی رویدادهای پایانی

در صورت کوچک بودن سیستم تحت مطالعه یا انجام کامپیوتری تجزیه و تحلیل درخت خطا که امکان تعیین کلیه برشهای حداقل وجود دارد برای تعیین نقش رویدادهای پایانی در کمک به وقوع اصلی می توان از فرمول پیشنهادی VESELY - FUSSELL بشرح زیر استفاده کرد:

$$I_A = \sum U_a / \sum U_a$$

$I_A$ : اهمیت رویداد پایانی  $A$  در ایجاد رویداد اصلی

$\sum U_a$ : حاصل جمع احتمال وقوع برشهای حداقلی که رویداد  $A$  در آنها وجود دارد

$U_s$ : احتمال وقوع رویداد اصلی

در صورتیکه در درخت خطای بنا به هر دلیلی امکان تغییر برشهای حداقل وجود نداشته باشد اهمیت رویدادهای پایانی با توجه به احتمال وقوع و همچنین نوع دروازه بین آنها و رویداد اصلی تعیین خواهد شد. بطور کلی با افزایش تعداد دروازه های "و" بین رویداد های پایانی و رویداد اصلی، نقش رویداد پایانی در وقوع رویداد اصلی کاهش خواهد یافت زیرا وجود دروازه "و" به این معنی است که رویداد مورد نظر برای رسیدن به رویداد اصلی نیازمند وقوع رویداد یا رویدادهای دیگری نیز می باشد که حاصل ضرب احتمال وقوع دو یا چند رویداد همواره کوچکتر از احتمال وقوع هر کدام از آنها خواهد شد، اما تعداد دروازه های "یا" از تأثیر رویداد پایانی در کمک بوقوع رویداد اصلی نخواهد کاست.

### مطالعه عملیات و خطر (Hazop)<sup>۲۸</sup>

تولید و عملیات مربوط به هر چیزی، نیازمند الزامات و پیش نیازهای است که قصور از هر کدام از آنها می تواند به بروز پیامدهای ناخواسته ای در قالب جراحات تولید کنندگان، کاربران، آسیب به فرآیندها و محصولات تولیدی و سایر دارائیهای با اهمیت بیانجامد. در یک شرکت با خط مشی ایمنی سیستم، الزامات یاد شده از مرحله قبل از تولد سیستم یعنی فاز ایده و تفکر شروع شده و تا پایان فاز کنار گذاشتن سیستم (فاز انهدام یا دفع) ادامه می یابد. در پایان هر مرحله لازم است در راستای اصلاح سیستم و بهبود مداوم آن برپایه یافته های حاصل از ارزیابیهای انجام شده، فرآیند تصمیم گیری مبتنی بر چرخه دمینگ (طرح ریزی، انجام، کنترل و اجراء) به مرحله اجراء گذاشته شود.

تکنیک مطالعه عملیات و خطر بعنوان یکی از پرکاربردترین تکنیکهای کیفی است که با دیدی سیستماتیک به ارزیابی ایمنی سیستم های فرآیندی می پردازد.

تکنیک Hazop برای اولین بار در سالهای ۱۹۷۰ بر اساس تکنیکی که آزمایش بحرانی خوانده می شود توسط صنایع شیمیایی سلطنتی بریتانیای کبیر معرفی و سپس توسط T.A.Kletz بصورت قانونمند درآمد. اساساً تکنیک Hazop که ماهیتی آینده نگر و مبتنی بر پیشگیری قبل از وقوع دارد بعنوان واکنشی به استفاده از متد چک لیست که مبتنی بر فلسفه گذشته نگر است بود. هر چند که تکنیک Hazop اولین بار بمنظور شناسایی و ارزیابی خطرات فرآیندی معرفی و بکار گرفته شد ولی در ادامه کاربرد آن با معرفی توانمندیهای دیگر آن به سایر صنایع نیز گسترش یافت.

### تعریف Hazop

کلمه Hazop برگرفته از سه حرف اولیه کلمه Hazop به مفهوم خطر و دو حرف اولیه Operability به معنی قابلیت عملیات می باشد. تکنیک Hazop را می توان بشرح زیر تعریف کرد:

- Hazop تکنیک شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات برپایه نگرش سیستمی است و بر پایه این اصل استوار است که: سیستم زمانی ایمن است که کلیه پارامترهای عملیاتی آن نظیر فشار، درجه حرارت، میزان جریان و غیره در حالت طبیعی قرار داشته باشد. با توجه به تعریف اخیر، برای موفقیت آمیز بودن نتایج Hazop، شناسایی دقیق سیستم تحت مطالعه، تعیین کلیه پارامترهای عملیاتی و حدود طبیعی و قابل قبول آنها آنهم در شرایط طبیعی و اضطراری و با در نظر داشتن تغییرات قابل تحمل از اهمیت حیاتی برخوردار است.

بنابراین به اختصار می توان گفت هدف از اجرای مطالعه Hazop شناسایی خطرات بالقوه و مشکلات عملیاتی است که ممکن است در اثر انحراف پارامترهای عملیاتی از شرایط طرح شده در سیستم های جدید یا اصلاح شده رخ دهد.

### زمان اجرای Hazop

هر چند که می توان مطالعه Hazop را در کلیه فازهای عمر یک سیستم انجام داد ولی اجراء و استفاده از یافته های آن در فاز طراحی بسیار مفیدتر بوده و نتایج آن از قابلیت اجرائی بیشتری برخوردار خواهد بود. هر چند که ممکن است در منابع مختلف مراحل اجراء متفاوتی برای Hazop بیان شده باشد ولی مراحل اصلی عبارتند از:

۱- تعیین عمق کار و اهداف یک مطالعه

۲- انتخاب تیم عملیاتی

۳- انتخاب حیطة مطالعه

۴- اجراء Hazop

### کلمات کلیدی مورد استفاده در تکنیک Hazop

معمولترین کلمات کلیدی مورد استفاده در ارزیابیهای ایمنی با استفاده از تکنیک Hazop عبارتند از:

جدول شماره ۸: تعدادی از کلمات کلیدی مورد استفاده در تکنیک Hazop

مفهوم	کلمه کلیدی
پارامتر مورد نظر انجام نمی شود. وجود ندارد	هیچ (No/Not)
پارامتر مورد نظر کمتر و یا پائین تر از حد طبیعی است - کاهش کمی	کمتر از (Less than)



پارامتر بالاتر و بیشتر از حد استاندارد است - افزایش کمی موارد دیگری به غیر از پارامتر تعریف شده وجود دارد - افزایش کیفی بجای کل پارامتر مورد تنها قسمتی از آن وجود دارد - کاهش کیفی پارامتر عکس حالتی که تعریف شده است اتفاق می افتد نوع پارامتر جابجا شده و عوض می شود.	بیش از (Morethan) بعلاوه (As well As) بخشی از (Part of) معکوس (Reverse) بجای اینکه (Other than)
--	---

هنگامیکه در جریان ارزیابی (زمان) نیز حائز اهمیت باشد ممکن است از کلمات کلیدی زیر استفاده شود:

مفهوم	کلمه کلیدی
وظیفه زودتر از موعد مقرر انجام می گیرد	زودتر (Early)
وظیفه دیرتر از موعد مقرر انجام می گیرد	دیرتر (Late)
وظیفه در طول توالی خود قبل از موعد مقرر انجام می شود	قبل از (Before)
وظیفه در طول توالی خود بعد از موعد مقرر انجام می شود.	بعد از (After)

درانتخاب کلمات کلیدی توجه به موارد زیر ضروری است:

- کلمات کلیدی باید متناسب و هماهنگ با سیستم موجود باشد.
- کلمات کلیدی باید متناسب و هماهنگ با خصوصیات طراحی سیستم باشد.
- ممکن است برای یک پارامتر خاص همه کلمات کلیدی قابل استفاده نباشد. بعنوان نمونه برای پارامتر سرعت یک موتور الکتریکی نمی توان از کلمات کلیدی بعلاوه و بخشی از استفاده کرد، همچنین برای جریان داده نمی توان از کلمه کلیدی کمتر استفاده کرد زیرا مفهوم آن با کلمه کلیدی در بخشی از پوشش داده می شود.
- عموماً کلمات کلیدی توسط رهبر تیم انتخاب شده و پس از تفسیر مفاهیم آنها بر اساس خصوصیات طراحی سیستم برای استفاده در اختیار اعضای تیم قرار می گیرد.
- مراحل مختلف Hazop فرایندی عبارت است از:
  - بازنگری دیاگرامهای جریان مربوط به فرایند مورد مطالعه
  - تقسیم سیستم به زیر سیستم های متناسب
  - بکارگیری کلمات کلیدی به پارامترهای مختلف موجود در فرآیند به منظور شناسایی انحرافات احتمالی

- یافتن نتایج و مستند کردن آنها

و نهایتاً اینکه:

- Hazop یک متد ساختاری طوفان مفری برای آنالیز ریسک است.

- Hazop می تواند در اشکال مختلف بر اساس عناصر تشکیل دهنده سیستم های ایمنی

اجراء شود.

- هماهنگی خوبی با سایر متدهای آنالیز ریسک دارد.

- توانمندیهای آن توسط سازمانهای نظیر وزارت دفاع آمریکا، شرکت موتورولا و طیف

وسعی از شرکتهای شیمیایی به اثبات رسیده است.

### آنالیز خطرات عملیات و پشتیبانی

آنالیز خطرات عملیات و پشتیبانی<sup>۴۹</sup> یک تکنیک تجزیه و تحلیل ایمنی سیستم است که اساساً بر روی خطرات مرتبط یا ایجاد شده توسط انسان یا وظایف دخیل در عملیات سیستم متمرکز می شود. این تکنیک ممکن است تحت عنوان آنالیز خطرات عملیاتی<sup>۳۰</sup> نیز خوانده شود.

اهداف اصلی استفاده از تکنیک عبارت است از:

۱- شناسایی کلیه خطرات احتمالی در طول عملیات سیستم که ماهیتاً برای افراد مخاطره آمیز بوده و عملیاتی که در آنها بروز یک خطای انسانی برای افراد و همچنین تجهیزات مخاطره آمیز می باشد.

۲- ارائه پیشنهاداتی در راستای کاهش ریسک در کلیه مراحل انجام وظیفه یا عملیات که از طریق دستورالعمل های مکتوب کنترل می شوند.

بعبارت ساده تر O&SHA شامل یک مرور تجزیه و تحلیلی از اسناد کنترل کننده جهت اطمینان از حذف مخاطرات یا کنترل آنها بوده که در این راه عملکرد انسان (عوامل انسانی) و ارتباط آن با مخاطرات مرتبط با شغل بطور دقیق مورد ارزیابی قرار می گیرد بنابراین در روش O&SHA توجه اصلی به سیستمهای عملیاتی و نگهداری است تا خود اجزاء سیستم.

O&SHA آندسته از کارکردهای عملیاتی را که ممکن است ماهیتاً برای افراد خطرناک بوده و همچنین شرایطی که در آن خطاهای انسانی می توانند برای افراد یا تجهیزات مخاطره آمیز باشند را مورد بررسی قرار می دهد بنابراین با این تفاسیر علم ارگونومی (مطالعه علمی ارتباط بین افراد، شغل و محیط کار) یک عنصر اساسی در مطالعات O&SHA خواهد بود.

۴۹ - Operational and Support Hazard Analysis (O&SHA)

۳۰ - Operational Hazard Analysis (OHA)

انسانها معمولاً بنحوی در ساخت و بهره برداری از اغلب سیستمها دخیل بوده و کاملاً مشخص شده است که خطاهای انسانی یک عامل مهم (چه بصورت عامل اصلی و چه عامل کمک کننده) در بروز بسیاری از حوادث می باشد بنابر این نقش انسانها یک فاکتور و عامل حساس و بحرانی در تجزیه و تحلیل ایمنی سیستمها می باشد.

در جدول شماره ۹ لیست خطاهای معمول که اغلب نتیجه خطای عنصر انسانی سیستم است ارائه شده است.

جدول شماره ۹: خطاهای انسانی که سیستم را تحت تأثیر می دهند

خطاهای معمول انسانی	
انجام ندادن یک عمل لازم انجام یک عمل غیر ضروری ناتوانی در تشخیص یک عمل ضروری پاسخ نامناسب (زود، دیر، غلط) خطای نگهداری	اپراتور
فقدان آگاهی و شناخت از خطرات طرح عدم اطلاع کافی از ضرورت‌های طراحی در زمینه وظایف تکراری طرح نیازمند پاسخ سریع اپراتور برای تشخیص و بر طرف کردن خطر است طرح ارائه شده نیازمند عمل سریع اپراتور و محاسبات پیچیده است در طرح ارائه شده نیازمندیهای سنسور خارج از دامنه عمل فرد است طرح ارائه شده نیازمند توجه مداوم اپراتور است طرح ارائه شده ایجاب می کند که اپراتور در یک محیط نامساعد کار کند طرح ارائه شده نیازمند فعالیت فیزیکی و برقراری ارتباط بطور همزمان است طراحی و تهیه ابزارهای نامناسب تهیه دستورالعملهای مکتوب نامناسب یا غلط	طراح
ارائه آموزشهای نامناسب یا غلط برنامه ریزی غیر واقعی تولید و فراوری	مدیر

اطلاعات ارائه شده در این جدول وظیفه و نقش مهم طراحی را در کاهش احتمال خطاهای انسانی که بروز آنها در هنگام بهره برداری از سیستم مشکلات بیشتر و پیچیده تری بدنبال خواهد داشت نشان می دهد. بنابر این لازم است که طراح بتواند کلیه نتایج احتمالی ناشی از یک خطای انسانی را پیش بینی کرده و با آنالیز دقیق آن سیستم را بنحوی طراحی کند که نتایج نهایی خطاهای انسانی وخیم و بحرانی نباشد. از آنجائیکه در بعضی مواقع بخشی از رفتارهای انسانی قابل پیش بینی است تجزیه و تحلیل گر لازم است که در هنگام ارزیابی سیستم انسان - ماشین عوامل یاد شده را نیز مورد توجه قرار دهد. برای مثال شاغلین معمولاً روشها و تکنیکهای را ترجیح می دهند که دارای خصوصیات زیر باشد:

- الف) نیازمند حداقل تلاشهای فیزیکی و روانی هستند
- ب) برای انجام یک وظیفه به صرف زمان کمتری نیاز دارند
- ج) ناراحتی های حاصل از انجام آن بسیار اندک می باشد
- د) یکنواختی و خستگی کمتری ایجاد می کنند.

### خطاهای انسانی

هر عمل یا فعالیتی که از حدود مجاز تعریف شده توسط سیستم خارج شود<sup>۳۱</sup> خطای انسانی<sup>۳۲</sup> نامیده می شود. علل عمده خطاهای انسانی را می توان به چهار گروه زیر طبقه بندی کرده و با تکنیک O&SHA ارزیابی کرد:

- ۱- فیزیکی
- ۲- ضرورت های فضای کار
- ۳- محیطی
- ۴- محدودیت عملکرد انسان

دربخش زیر برای درک بهتر و راحتتر هر کدام از طبقات چهار گانه خود به بخشهای کوچکتر تقسیم شده اند. با تعیین و بررسی هر کدام از علل فوق در مورد یک فعالیت یا یک وظیفه خاص تجزیه و تحلیل گر قادر خواهد شد که اصول طراحی و متدهای کنترلی را برای پیشگیری از بروز یا کاهش احتمال خطاهای انسانی پیشنهاد کند (جدول شماره ۱۰).

جدول شماره ۱۰: خصوصیات خطاهای انسانی معمول

توصیف	علل خطای انسانی
داده های نامناسب آنتروپومتریکی، محدودیتهای کنترلها و حفاظها شامل نوع، جهت، عملیات کور و غیره نارسائی در طراحی تجهیزات و سخت افزار	فیزیکی
وضعیت اپراتور نسبت به فعالیتی که انجام می دهد نیازمندیهای وظیفه - فضای نامناسب برای کار محدودیتهای ورود و خروج به محیط کار جداسازی نامناسب وظایف از همدیگر وظایف فوق العاده سنگین	ضرورتهای فضای کار
نامناسب بودن: روشنایی شرایط جوی تراز صدا لرزش و ارتعاش درجه حرارت	محیطی
تمرکزهای طولانی استرسهای جسمانی و روحی استراحتهای نامناسب بیماریها ناراحتی و اندوه	محدودیتهای عملکرد انسان

### زمان اجرای O&SHA

بدلیل اهمیت زیاد عامل انسانی و لزوم کاهش ریسک جراحات وارده به افراد لازم است O&SHA در اولین مرحله از عمر محصول و در دیرترین حالت قبل از استفاده و بهره برداری از سیستم انجام گیرد. البته بایستی توجه داشت که این امر همیشه عملی نیست زیرا طراحی محصول یا سیستم معمولاً قبل از تعریف و تعیین دستورالعملهای عملیاتی و نگهداری صورت می گیرد. در بسیاری از مواقع لازم است که O&SHA در انتهای فاز ساخت و قبل از اولین استفاده تکمیل شود. تعیین زمان دقیق اجرای O&SHA بطور کامل به سیستم یا محصول نهایی مطلوب و قابل قبول بستگی خواهد داشت. بطور مثال در بسیاری از موارد محصول نهایی نوع جدید یا

اصلاح شده ای از محصول قبلی است. امروزه اجرای تکنیک O&SHA در کل چرخه عمر سیستم انجام می گیرد بنابراین لازم است که دستورالعملهای کاری مختلف، آموزشهای عملیاتی و روشها و دستورات نگهداری از قبل وجود داشته باشد. از طرف دیگر اگر یک محصول یا سیستم شکل اصلاح شده یا مدرن محصول یا سیستم قبلی باشد کاربرد نهایی محصول مشابه حالت تعریف شده قبلی خواهد بود و لذا O&SHA را می توان در همان مراحل اولیه فرایند انجام داد.

برای اجرای درست و دقیق یک مطالعه O&SHA لازم است که تجزیه و تحلیل گر شناخت کامل و دقیقی از سیستم بدست آورد، به کلیه اطلاعات مرتبط با طراحی دسترسی داشته باشد، دیگرامهای تسلسل عملیاتی، تسلسل کارکردی، جانمایی پانل تجهیزات (در صورت وجود) و همچنین سایر نقشه ها را مورد بررسی قرار دهد و مقررات، قوانین و استانداردهای کارآیی را ارزیابی کند. لیست مقدماتی خطر، آنالیز مقدماتی خطر و آنالیز خطرات سیستم انجام شده می توانند منابع خوبی برای کسب اطلاعات مستند از سیستم مورد مطالعه در هنگام اجرای O&SHA باشند. همانطوریکه قبلاً نیز عنوان گردید یکی از اهداف اولیه O&SHA، آنالیز روشهای نگهداری و مدارک عملیاتی برای کنترل یا حذف خطرات می باشد بنابراین بررسی اسناد یاد شده نیز الزامی خواهد بود. علاوه بر موارد یاد شده بررسی داده های عملکرد عملیاتی، خصوصیات و مشخصات اختصاصی وسایل، اطلاعات مربوط به افراد شاغل در قسمتهای بهره برداری و نگهداری سیستم (آموزش مهارتها، تعداد افراد درگیر، ابعاد سازمان و غیره)، ضروری می باشد. پس از شناسایی و ارزیابی کامل کلیه خطرات مرتبط یا ایجاد شده بوسیله هر کدام از عوامل یادشده می توان به تکمیل برگه کار O&SHA اقدام کرد.

گزارش نهایی O&SHA بایستی شامل شرح کاملی از سیستم یا محصول، دستورالعملها، سازمانها یا افراد مسئول کارهای نگهداری و عملیاتی باشد بخش اصلی این گزارش را یافته های کلیدی تجزیه و تحلیل و پیشنهادات و توصیه های ارائه شده جهت کنترل خطرات تشکیل خواهد داد. معمولاً یک برنامه زمان بندی شده که نشانگر زمان اجرای مطالعات بعدی O&SHA است به همراه برگه کار تکمیل شده O&SHA ضمیمه گزارش نهایی خواهد بود.

بکارگیری مناسب تکنیک O&SHA علاوه بر اینکه نقش سیستم را مشخص کرده و ابزارهای کنترلی برای خطرات ایجاد شده در اثر تعامل انسان با سیستم را ارائه می کند می تواند تمامی افراد و تجهیزاتی که در طول عملیات در دامنه خطرات قرار دارند را شناسایی کرده و ضرورتهای احتیاطی و هشداردهنده را ارزیابی کند همچنین در یک مطالعه O&SHA تکمیل شده نیاز به مهارتهای ویژه یا ضرورت آموزش های بیشتر نیز شناسایی خواهد شد.

۱. اهمیت ارزیابی ایمنی در فازهای مختلف چرخه عمر سیستمها را تشریح کنید.
۲. حادثه نشت یک ماده شیمیایی را با استفاده از تکنیک FTA آنالیز کنید.
۳. ایمنی یک مخزن تحت فشار با استفاده از تکنیک HAZOP آنالیز نمائید.
۴. ایمنی یک موتور همزن را با استفاده از تکنیک FMEA بررسی کنید.

### منابع:

۱. محمدفام ایرج. مهندسی ایمنی. همدان: انتشارات فن آوران. ۱۳۸۳.
۲. محمدفام ایرج. تکنیکهای ایمنی: مطالعه عملیات و خطر. همدان: انتشارات فن آوران. ۱۳۸۴.
۳. محمدفام ایرج. تکنیکهای ایمنی: آنالیز مقدماتی خطر. همدان: انتشارات فن آوران. ۱۳۸۴.
۴. محمدفام ایرج. تکنیکهای ایمنی: آنالیز درخت خطا مطالعه عملیات و خطر. همدان: انتشارات فن آوران. ۱۳۸۴.
۵. Kohn, JP, Friend, MA, Winterberger, CA,. Fundamentals of Occupational Safety and Health. Rockville, MD: Government Institutes, Inc. ۱۹۹۶.
۶. Manuele, FA,. In Safety through Design, Ed.Christensen, W.C and Manuele, F.A., Chicago: NSC Press. ۱۹۹۹.
۷. Hammer, W.: "Handbook of System and Product Safety;" Prentice-Hall, Inc.; ۱۹۷۲.
۸. Malasky, S.W.; "System Safety: Technology and Application;" Garland STPM Press; ۱۹۸۲.
۹. Roland, H.E. and Moriarty, B.; "System Safety Engineering and Management;" John Wiley & Sons; ۲nd Edition; ۱۹۹۰.
۱۰. Jeffrey W. Vincoli. Basic Guide to System Safety. Van Nostrand Reinhold; Hard cover; ۱۹۹۳.
۱۱. MIL-STD-۸۸۲C. System Safety Program Requirements. The most frequently cited military contract requirements document related to the practice of system safety. Soft cover; large format. ۱۹۹۳.