

بسم الله الرحمن الرحيم

دوره آموزش تخصصی ارزیابی اثرات زیست محیطی EIA

بسته آموزشی دهم

آشنایی با تکنیک ها و روش های ارزیابی ریسک

موضوع آموزش : آشنایی با روش ها تکنیک ها و اصول ارزیابی ریسک زیست محیطی

هدف از موضوع آموزش : بیان اصول ، مبانی ، روش ها و تکنیکهای ارزیابی ریسک زیست محیطی شامل ،  
مروری بر روش های آنالیز و ارزیابی ریسک در محیط زیست و تشریح برخی از تکنیک های تجزیه و تحلیل  
ریسک زیست محیطی

## جزوه درسی آشنایی با تکنیک ها و روش های ارزیابی ریسک زیست محیطی

### تعریف مدیریت ریسک

مدیریت ریسک، فرآیند سیستماتیک شناسایی، آنالیز و پاسخگویی به ریسک پروژه می باشد، که در پی افزایش و به حداکثر رساندن احتمال و پیامدهای حوادث مطلوب و به حداقل رساندن احتمال و عواقب اتفاقات نامطلوب و با اثر منفی بر روی اهداف پروژه است.

مدیریت ریسک یعنی استفاده از مهارت های افراد و یا گروهها به منظور حصول اطمینان از شناسایی تمام ریسکها، اندازه گیری و اجرای آنها در پروژه است.

در غالب اوقات، ریسک معرف اثر منفی بر پروژه تلقی می گردد؛ در صورتی که ریسک می تواند دریچه ای بر فرصتها، توسعه، بهبود و یا تفکر جدید نیز باشد. ریسک پروژه حادثه یا شرایط نامطمئنی است که اگر اتفاق بیفتد دارا اثر مثبت یا منفی بر پروژه است. نمودار ۲-۴ فرآیند کلی ارزیابی و مدیریت ریسک را نمایش می دهد.

### انتظارات مدیریت HSE در فرآیند ارزیابی و مدیریت

شناسایی و تحلیل

- محیط زیست، اعتبار سازمان، پرسنل، دارایی و تجهیزات در معرض چه خطرات بالقوه ای قرار دارند؟

ارزشیابی و ارزیابی

- عوامل ریشه ای و پیامدهای آنها چیست؟
- احتمال و شدت اثر آنها چگونه است؟
- آیا ریسکها در حد قابل قبول هستند؟

پیشگیری

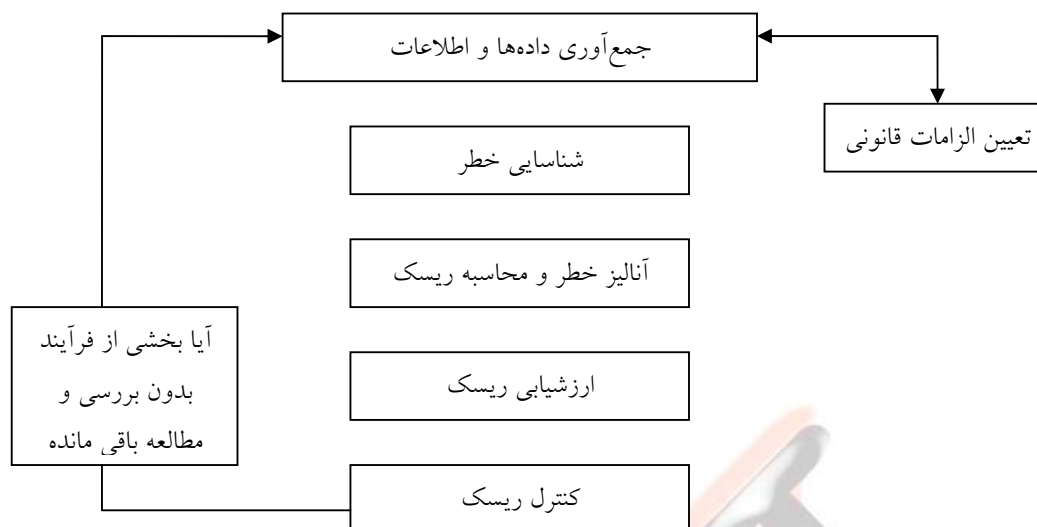
- آیا امکان پیشگیری وجود دارد؟
- آیا می توان از روشهای جدید برای پیشگیری استفاده کرد؟

حذف یا کاهش

- آیا می توان علل ریشه ای را حذف کرد؟
- آیا به سامانه های کنترلی جدید احتیاج داریم؟

بازیابی

- آیا پتانسیل اثرات و پیامدهای را می توان کاهش داد؟
- آیا اقدامات کنترلی به انجام رسیده کافی هستند؟



نمودار (۲-۴): فرآیند کلی ارزیابی و مدیریت ریسک

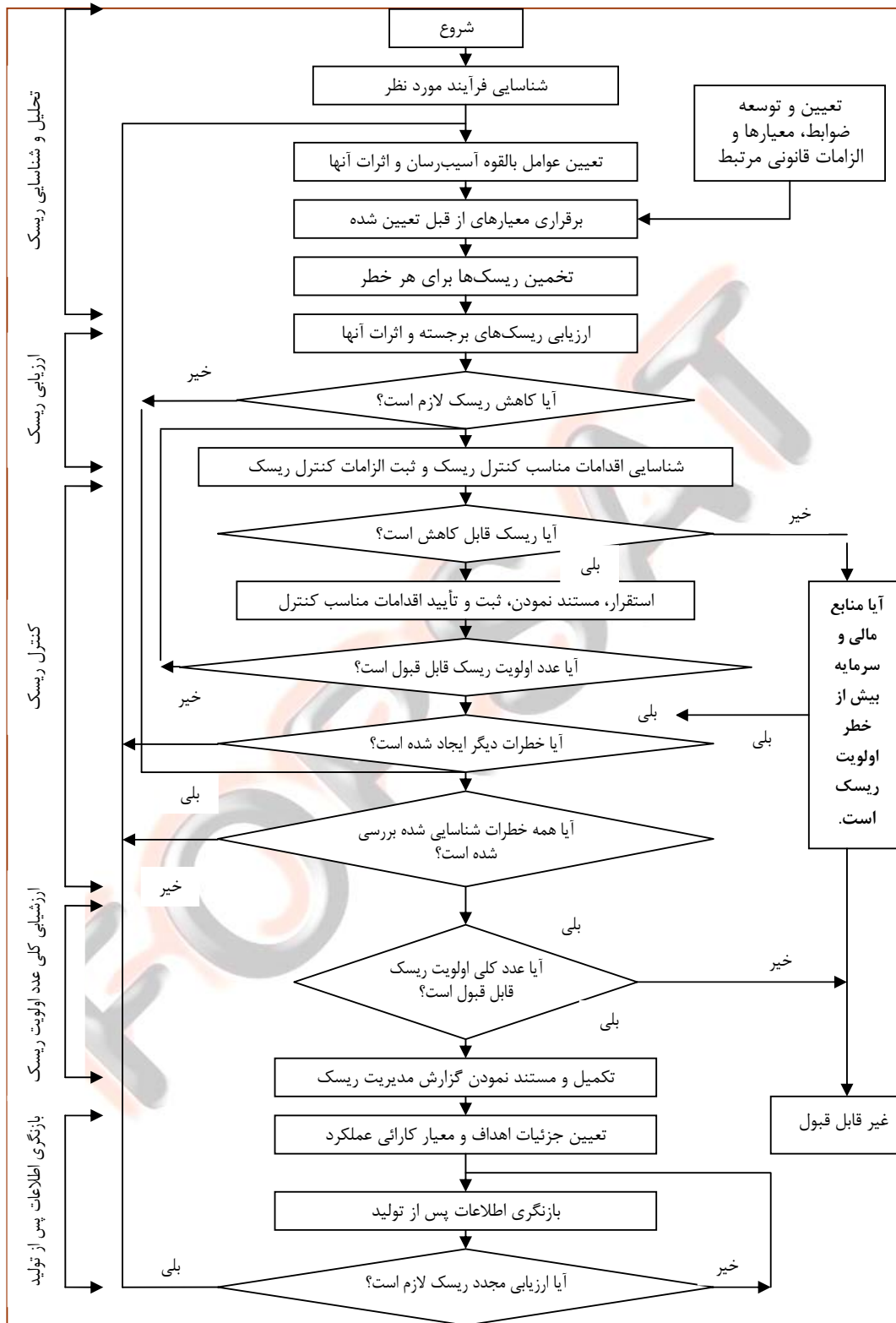
### اصطلاحاتی در مدیریت ریسک

- رویداد ریسک : رخداد‌های گسسته با اثرات مثبت و یا منفی بر پروژه .
  - شناسایی ریسک : تعیین ریسک‌های محتمل که بر پروژه اثرگذارند و مستندسازی ویژگی‌های هر یک از آنها.
  - کمی کردن ریسک : ارزیابی ریسک‌ها و تبادل آنها به منظور ارزیابی محدوده نتایج پروژه .
  - توسعه واکنش به ریسک : عکس‌العمل نسبت به تغییرات ریسک در طول دوره پروژه .
- بسیاری از پروژه‌ها که فرض می‌شود تحت کنترل هستند، با ریسک به عنوان رخدادی شناخته نشده روبرو گردیده و کوشش می‌کنند آن را کنترل کنند. اکثر پروژه‌ها چنین رخدادهایی را به خوبی از سر می‌گذرانند ولی با یک تلاش جامع مدیریت ریسک، رویدادهای ریسک قبل از وقوع شناسایی و کنترل می‌گردند و یا برنامه‌ای تهیه می‌شود که در میزان وقوع این رویدادها با آنها مقابله شود.
- با در نظر گرفتن این مفاهیم پایه‌ای امکان مقابله با ریسک به وجود می‌آید لذا ابتدا باید نسبت به شناسایی ریسک‌های محتمل پروژه اقدام کرد، این کار با دسته‌بندی ساختار کارها و با پرسش چند سوال از خود و یا اعضای گروه پروژه، امکان‌پذیر است. مثلاً: در موقع نیاز به منبع یا منابعی که در دسترس نیستند چه اتفاقی خواهد افتاد؟ اگر کنترلی در مورد مؤلفه‌ای که بر پروژه اثرگذار است نداشته باشیم چه اتفاقی می‌افتد؟ بدترین سناریو چیست؟ چه چیزی باعث آن می‌گردد؟ چه قدر وقوع این اتفاق محتمل است؟ و عواقب آن چیست؟

### فرآیند مدیریت ریسک

- ۱- شناسایی و تعیین ریسک
- ۲- ارزیابی ریسک
- ۳- تجزیه و تحلیل ریسک
- ۴- واکنش به ریسک
- ۵- کنترل واکنش به ریسک

نمودار ۳-۴، جزئیات کامل فرآیند مدیریت ریسک را نمایش می‌دهد.

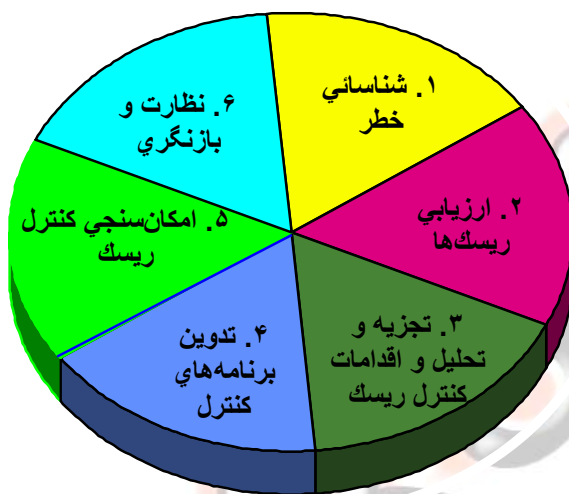


نمودار (۳-۴) : جزئیات کامل فرآیند مدیریت ریسک

## فرآیند مدیریت ریسک عملیاتی<sup>۱</sup>

در مدل دیگری از مدیریت ریسک در مناطق عملیاتی، اصول پایه‌ای شش گانه زیر را برای مدیریت ریسک عملیاتی به کار می‌برند؛ این گام‌های شش گانه عبارتند از :

- ۱- شناسایی خطر
- ۲- ارزیابی ریسک‌ها
- ۳- تجزیه و تحلیل و اقدامات کنترل ریسک
- ۴- تدوین برنامه‌های کنترل
- ۵- امکان‌سنجی کنترل ریسک
- ۶- نظارت و بازنگری



نمودار ۴-۴- گام‌های شش گانه فرآیند مدیریت ریسک عملیاتی

### برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

برنامه‌ریزی مدیریت ریسک فرآیندی است که در طی آن تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی مدیریت ریسک در خصوص فعالیت‌های یک پروژه صورت می‌گیرد. برنامه‌ریزی برای فرآیندهای مدیریت ریسک حائز اهمیت است، و باید اطمینان حاصل شود که سطح، نوع و شفافیت مدیریت اعمال شده، با ریسک و اهمیت پروژه برای سازمان متناسب است.

### ورودی برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

- چارت پروژه
- سیاست‌های سازمانی مدیریت ریسک
- مسئولیت‌ها و نقش‌های تعیین شده
- پذیرش ریسک ذینفعان
- الگو برای برنامه‌ریزی مدیریت ریسک سازمان
- ساختار تقسیم کار (WBS)

<sup>1</sup> - ORMP : Operational Risk Management Process

## ابزارها و تکنیک‌های برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

تیم‌های پروژه، جلسات برنامه‌ریزی برگزار می‌کنند تا برنامه مدیریت ریسک را تعمیم و توسعه دهند. حاضران جلسه شامل: مدیر پروژه، راهبران تیم پروژه، افرادی از درون سازمان که مسئولیت مدیریت برنامه‌ریزی ریسک و فعالیت اجرایی دارند، ذینفعان عمده و کسانی هستند که ضرورت حضور آنها ایجاب می‌کند. در این جلسه حاضران، الگوهای مدیریت ریسک و دیگر داده‌های مناسب را مورد استفاده قرار می‌دهند.

### خروجی مرحله برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

(How)	- متدولوژی
(Who)	نقش‌ها و مسئولیت‌ها
(When)	- زمانبندی
(Risk Assessment Scales)	- ثبت و تفسیر
(When to Initiate Action)	- حدود مجاز
(How to Report)	- قالب‌های گزارش‌دهی

### فرآیند شناسایی و تعیین ریسک

شناسایی ریسک، تعیین ریسک‌های احتمالی مؤثر در پروژه و تعیین مشخصه‌های هر یک از آنها و مستندسازی می‌باشد. انجام شناسایی ریسک پروژه منوط به زمان خاصی از اجرا نیست، بلکه اجرای این فرآیند می‌بایستی بطور ضابطه‌مند و در طول اجرای پروژه باشد. در این فرآیند می‌بایستی ریسک‌های داخلی و خارجی توأمان مورد توجه قرار گیرند، ریسک‌های خارجی مانند تغییر بازار با جریانات حکومتی، اغلب خارج از کنترل می‌باشد. در پروژه‌ها، در شناسایی ریسک به همان اندازه که فرصت‌ها (یا پیامدهای مثبت) مورد شناسایی قرار می‌گیرند، تهدیدها (یا پیامدهای منفی) نیز مورد توجه می‌باشند. با ارجاع این فرآیند از یک طرف با بررسی کامل علت‌ها (که می‌باید اتفاق افتند)، معلول‌ها (که پیامد تحقق علت‌ها هستند) نیز مشخص می‌شوند. از طرفی با بررسی کامل معلول‌ها (پیامد تحقق علت‌ها)، نحوه جلوگیری از پیامدهای ناخوشایند و همچنین نحوه تحقق و بروز پیامدهای خوشایند شناسایی و تعیین می‌گردند.

### ورودی فرآیند شناسایی ریسک

- ✓ برنامه مدیریت
- ✓ خروجی‌های برنامه‌ریزی پروژه
- ✓ مقوله‌های ریسک
- ✓ اطلاعات قبلی

## تکنیک‌های جمع‌آوری اطلاعات

- ✓ بازبینی مستندات
- ✓ تکنیک‌های جمع‌آوری اطلاعات
- ۱- یورش فکری (طوفان ذهنی)
- ۲- تکنیک دلفی
- ۳- مصاحبه
- ۴- تجزیه و تحلیل SWOT<sup>۲</sup>

- ✓ چک لیست‌ها
- ✓ آنالیز فرضیات
- ✓ تکنیک‌های ترسیمی

## گام‌های اساسی ارزیابی و مدیریت ریسک

- تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان
  - ارزیابی عوامل بالقوه آسیب‌رسان برجسته و اثرات آنها
  - مستندسازی عوامل و به کارگیری الزامات قانونی
  - تعیین جزئیات اهداف و معیار کارایی عملکرد
  - تعیین و ارزیابی اقدامات کاهش ریسک
  - اعمال اقدامات انتخابی برای کاهش ریسک به شکل ۴-۱ و نمودار ۴-۱ رجوع شود.
- تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان و تأثیرات آن همچنین بطور مشخص نیازمند به بکارگیری سامانه مدیریت و سازوکارهای تخصصی نظیر روش HAZOP، روش تجزیه و تحلیل درخت خطا (FTA)، روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و تأثیرات آن (FMEA) و حتی ارزیابی اثرات محیط زیست (EIA) و مشارکت کارکنان باتجربه خاص در مدیریت ریسک، موضوعات HSE و همچنین طراحی و عملیات دارد. عوامل بالقوه آسیب‌رسان و تأثیرات آن را می‌توان از طریق «لیست کنترلی» و «شکار عوامل بالقوه آسیب‌رسان» بطور غیر رسمی و در سایت‌های عملیاتی تعیین نمود. مشارکت کارکنان عملیاتی در یک چنین فعالیتهایی می‌باید مورد تأکید و تشویق قرار گیرد، زیرا این بهترین روشی است که می‌تواند در زمینه بالا بردن درک و آگاهی کارکنان نسبت به تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان و تأثیرات آنها در حیطه فعالیتشان را فراهم می‌نماید. تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان در مراحل اولیه و قبل از طراحی و توسعه تأسیسات، تجهیزات و فرآیندها به انجام می‌رسد. این امر فرصت طراحی تجهیزات، سامانه‌ها و عملکرد منطبق بر HSE را قبل از راه‌اندازی و قدرت انتخاب معیارهای مختلف برای پیشبرد، کاهش و ارزیابی ریسک را فراهم می‌نماید. این در حالی است که در یک سازمان در حال فعالیت این امر مشکل و به سختی امکان‌پذیر است. در یک سازمان در حال فعالیت تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان و تأثیر آنها بر حفظ و بهبود کارایی عملکرد HSE می‌باید بصورت پیوسته به انجام رسد. با توجه به ماهیت متفاوت موضوعات بهداشت، ایمنی و محیط زیست عوامل بالقوه آسیب‌رسان و ارزیابی ریسک بروز تعارضات و تفاوت‌هایی محتمل به نظر می‌رسد.

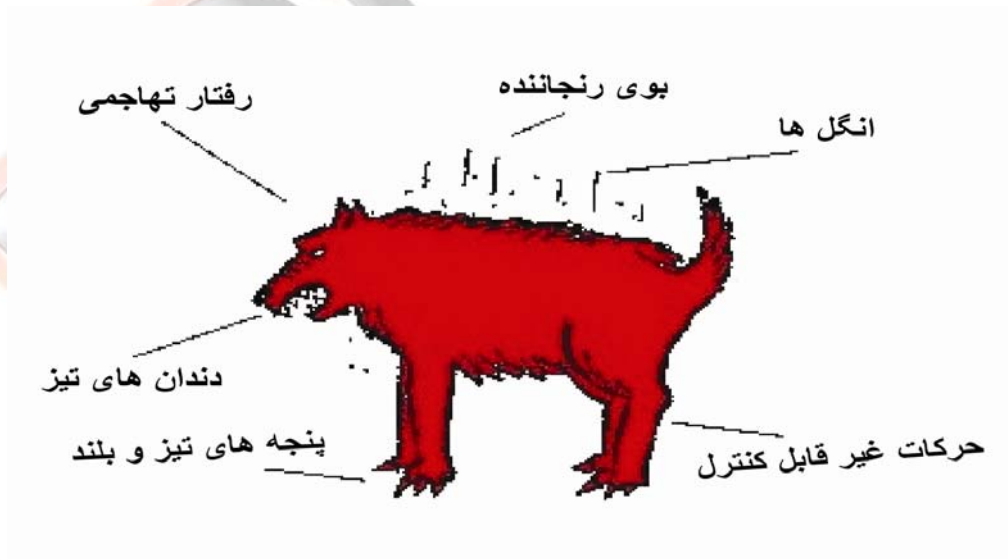
<sup>2</sup> - SWOT : Strength, Weakness, Opportunity, Threat

به هر صورت، رویدادهای نهایی یا عوامل بالقوه آسیب‌رسان در دو زمینه ایمنی و محیط زیست به موازات یکدیگر می‌باشند. جدول ۴-۱ رابطه بین انواع تأثیرات و محیط‌های پذیرنده را نشان می‌دهد:

جدول (۴-۱): رابطه بین انواع تأثیرات و محیط پذیرنده

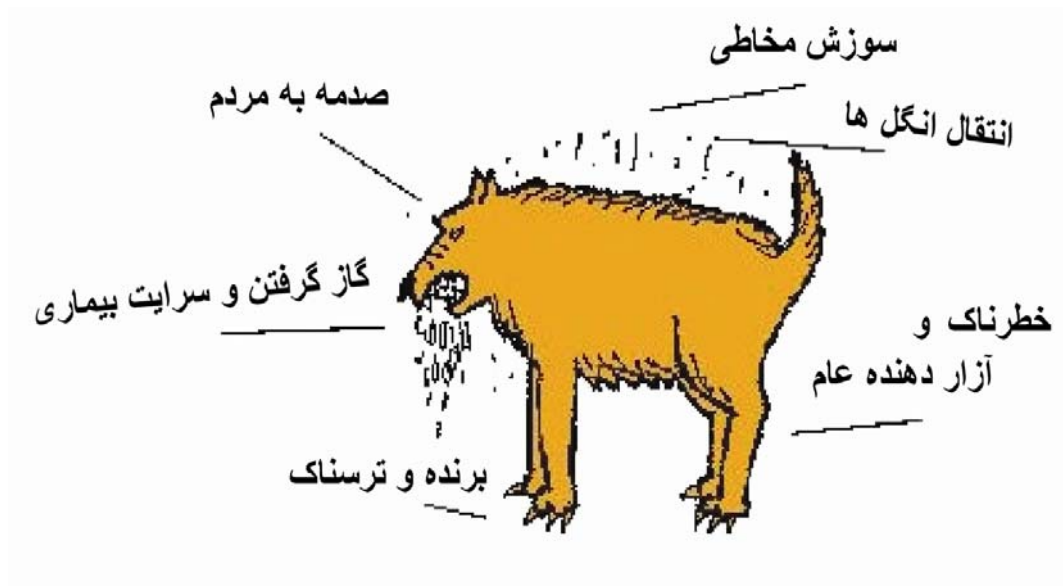
ایمنی و بهداشت	محیط زیست	زمینه تأثیر تأثیر
تماسهای حرفه‌ای	تخلیه به محیط‌زیست بصورت آرام و پیوسته	مزمّن
حریق / انفجار	نشت نفت	حاد

پیش از پرداختن به موضوع عوامل خطر، انواع و تأثیرات آن، به منظور درک بهتر از موضوع شناسایی خطر، ارزیابی ریسک و کنترل آن اشکال (۴-۲)، (۴-۳) و (۴-۴) به ترتیب این مفاهیم را در واژگان آسان‌تری نمایش می‌دهند.

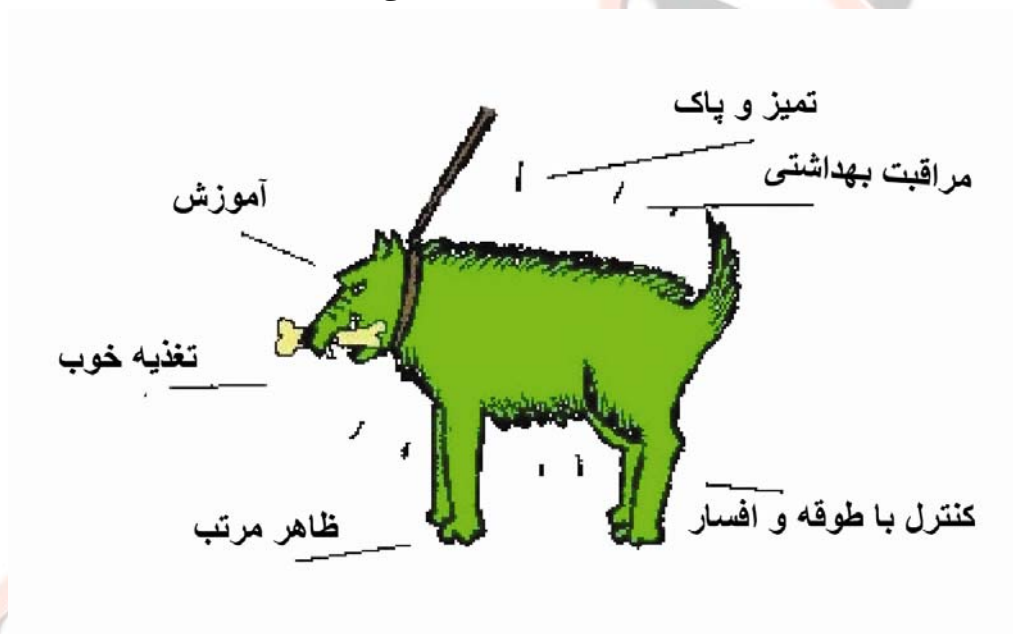


شکل (۴-۲): شناسایی خطر





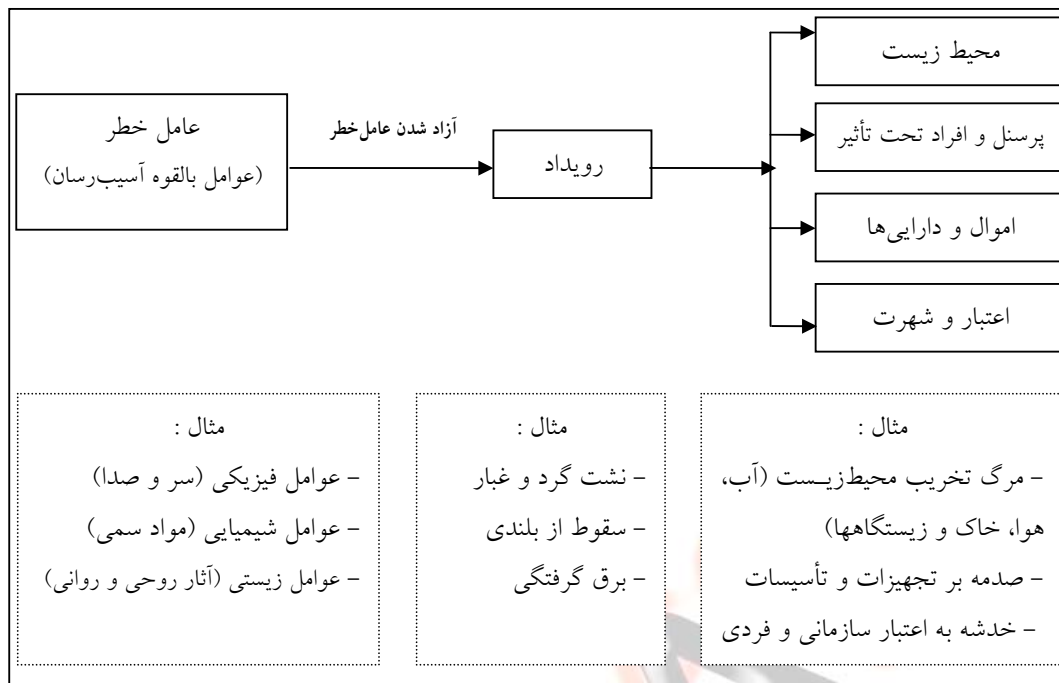
شکل (۳-۴): ارزیابی ریسک



شکل (۴-۴): کنترل ریسک

در بند ۲-۴ از استاندارد سامانه بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) این طور تصریح شده است: «سازمان می‌باید روشهای اجرایی لازم برای ارزیابی ریسک و تأثیرات ناشی از عوامل بالقوه آسیب‌رسان تعیین شده را با معیارهای انتخاب ریسک بارز و با در نظر گرفتن احتمال وقوع و شدت اثرات آن بر: کارکنان، محیط زیست و دارایی‌ها تهیه و مدون نماید».

نمودار ۴-۵ چگونگی فرآیند وقوع حادثه را از عامل خطر تا پیامدهای آن بر پذیرنده خطر نمایش می‌دهد.



نمودار (۴-۵) : فرآیند وقوع حوادث

### ● عوامل زیان آور محیط کار:

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| ✓ عوامل فیزیکی زیان آور    | ✓ عوامل فیزیکی زیان آور   |
| ✓ عوامل ارگونومیک زیان آور | ✓ عوامل مکانیکی زیان آور  |
| ✓ عوامل روانی زیان آور     | ✓ عوامل بیولوژیک زیان آور |

خطرات را می‌توان به هفت دسته کلی تقسیم کرد:

#### ۱- خطرات مربوط به کارخانه و تجهیزات:

- الف- خطرات مکانیکی
- ب - خطرات الکتریکی، مولد نیرو، انتقال نیرو و ...
- ج- خطرات تشعشع، سروصدا، لرزش و حرارتی

#### ۲- خطرات مربوط به مواد و اجسام:

- الف - خطرات حریق و انفجار
- ب - مواد ذاتاً خطرناک

#### ۳- خطرات مربوط به ایستگاه کار

#### ۴- خطرات مربوط به محیط کار

#### ۵- خطرات مربوط به روشهای کار

#### ۶- خطرات مربوط به سازماندهی کار

#### ۷- انواع دیگر خطر

● انواع خطرات ماشین آلات:

- ✓ خطرات مکانیکی
- ✓ خطرات ناشی از ارتعاش
- ✓ خطرات ناشی از ارتعاش
- ✓ خطرات ناشی از مواد و اجسام
- ✓ خطرات الکتریکی
- ✓ خطرات ناشی از صدا
- ✓ خطرات ناشی از تشعشع
- ✓ خطرات ناشی از عدم رعایت اصول ارگونومیک

✓ خطرات مرکب

● مثال‌های هر دسته از خطرات:

۱- خطرات مربوط به کارخانه و تجهیزات

الف - خطرات مکانیکی		ب - خطرات انتقال نیرو ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- حمل و نقل ماشینی</li> <li>- بالابرها</li> <li>- کارهای ساختمانی</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- اتاقک‌های گاز</li> <li>- دیگ بخار</li> <li>- روشنایی محوطه</li> </ul>	
ج - خطرات تشعشع، سروصدا و ...			
خطرات تشعشع	خطرات سروصدا	خطرات لرزش	خطرات حرارت
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تابش‌های یونی:</li> <li>- اشعه X</li> <li>- اشعه <math>\alpha, \beta</math></li> <li>- نوترون‌ها</li> <li>• تابش‌های غیر یونی:</li> <li>- امواج رادیویی</li> <li>- لیزر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دریل پنیوماتیک</li> <li>• عملیات کارخانه‌ای</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دریل پنیوماتیک</li> <li>• عملیات کارخانه‌ای</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سطح داغ</li> <li>• شعله جوشکاری</li> </ul>

۲- خطرات مربوط به مواد و اجسام

الف - خطرات آتش‌سوزی / انفجار			
خطرات احتراق	مواد آتش‌زا	مواد اکسید کننده	خطرات گرد و خاک
<ul style="list-style-type: none"> <li>جعبه کاغذ</li> <li>- گریس</li> <li>- منیزیم</li> <li>- فوم پلاستیکی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بنزین</li> <li>- منوکسید کربن</li> <li>- متانول</li> <li>- تینر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- پرمنگنات پتاسیم</li> <li>- اسید نیتریک</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- غبار کک</li> <li>- خاک چوب</li> <li>- پودر آلومینیم</li> <li>- فلوئور</li> </ul>
ب- مواد ذاتاً خطرناک			
مواد خورنده	ذرات قابل انفجار	دود	بخار
<ul style="list-style-type: none"> <li>- اسید سولفوریک</li> <li>- سود سوزآور</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- بنزین</li> <li>- استون</li> </ul>
			گازها
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- مونوکسید کربن</li> <li>- سولفید هیدروژن</li> </ul>

### ۳- خطرات مربوط به ایستگاه کاری

خطرات انبارش	انسداد	کار در ارتفاع	دسترسی‌ها
- قفسه‌ها - انبارش در ارتفاع - ریزش	- جلوآمدگی قسمتهایی از ماشین - جانمایی بد	- سقف شکننده - لبه‌های شکننده - کار روی نردبان	- رفت و آمد / لغزندگی - کف ناهموار - کف روغنی - ورودی‌های : - قفل درب‌ها - اندازه خروجی‌ها

### ۴- خطرات مربوط به محیط کار

تهویه	فضاهای بسته	دما	نور
- بخارات - گرد و غبار - دود سیگار	- کار در تانک - سیلو - کوره - درون معدن	- کارهای داخلی : کار در کنار کوره سردخانه کارهای خارجی : - آب و هوای گرم - آب و هوای سرد - کار در رودخانه، برف و ...	- نور شدید - کمبود نور - نور جوشکاری

### ۵- خطرات مربوط به روش‌های کار

موضوع	حرکات تکراری	حمل و نقل دستی
- کار در وضعیت نشسته - کار در وضعیت سر بالا - کار در سطح ناهموار	- تایپ کردن - کار در خطوط تولید و مونتاژ	- بالا بردن - پایین آوردن - حمل کردن - کشیدن - هول دادن

### ۶- خطرات مربوط به سازمان

ماهیت کار	قراردادها
- کار خسته کننده - استرس - فقدان کنترل کار	- استفاده از مواد زیان‌آور - جوشکاری - فرآیندهای بخارزایی - انباشتن مواد زیان‌آور

## ۷- دیگر انواع خطر

خطرهای طبیعی	انسان	حمل حیوانات
- رعد و برق - زمین‌لرزه	- حملات جانی و نزاع - بازدید مشتری - بازدید عمومی	- مار - عقرب - سگ - و ...

در تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان و تأثیرات آن مشخص کردن افرادی که در معرض ریسک قرار دارند و میزان حساسیت یا آسیب‌پذیری آنها در برابر مخاطرات خاص بسیار حائز اهمیت است. در مخزن شماره (۱-۴) مشخص کردن افراد در معرض ریسک را شرح داده شده است.

الزام
<p>■ مشخص کنید که چه افرادی، با چه میزان آسیب‌پذیری و به چه تعداد در معرض هریک از مخاطرات قرار دارند.</p>
چگونه
<p>■ گروه‌هایی را که در معرض مخاطره قرار دارند و از جمله، آنهایی که در جریان عادی کار در محل حضور ندارند را مشخص کنید (این گروه‌ها ممکن است شامل اپراتورها، تمیزکنندگان، کارکنان تعمیر و نگهداری، پیمانکاران و بازدیدکنندگان می‌باشند).</p> <p>■ احتمال قرار گرفتن در معرض مخاطرات مستقیم و غیر مستقیم را بررسی کنید (مثلاً آیا تنها یک اپراتور مشخص در معرض مخاطره قرار دارد یا کارگران مجاور نیز در معرض آنها هستند).</p> <p>■ آسیب‌پذیری گروه‌های در معرض مخاطرات را مشخص کنید (افرادی مثل بزرگسالان سالم، افرادی با عارضه قلبی، زنان باردار، زنان دارای کودکان شیرخوار و جوانان).</p> <p>■ تعداد افرادی که در معرض مخاطرات قرار دارند و درصد روزهای کاری که هر گروه از کارمندان در معرض مخاطرات قرار می‌گیرند را برآورد کنید.</p> <p>- تعداد افرادی که در معرض مخاطرات قرار دارند.</p> <p>- طول زمان قرار گرفتن در معرض مخاطرات (مثل مستمر، ساعت، روز، هر از گاهی).</p>

مخزن (۱-۴) : الزام و چگونگی مشخص کردن افراد در معرض ریسک

مخزن شماره ۲-۴ به بررسی برخی هزینه‌های حوادث و آسیب‌های جانی و مالی کارفرمایان و پیمانکاران می‌پردازد

نسبت تقریبی هزینه‌های مستقیم به غیرمستقیم یک رویداد ۱ به ۱۰ دلار است.

- اغلب هزینه‌های غیر مستقیم حوادث به طور کامل مشمول بیمه نمی‌شود. حتی در بخش دولتی به طور متوسط ۱/۳ درصد از پیامدهای غیر مستقیم توسط بیمه‌ها تأمین می‌شود این رقم در بخش صنعت به حدود ۱/۸ - ۱/۳۶ درصد از هزینه‌های غیر مستقیم رویدادها می‌رسد که توسط بیمه‌ها پوشش داده می‌شوند.

- غالباً تصور می‌شود که هرگونه خسارت مالی تحت پوشش بیمه است لیکن وقتی بر اثر تکرار حوادث در محیط‌های صنعتی مکرراً از بیمه‌نامه‌ها استفاده می‌شود بیمه نیز از اجرای تعهدات خود شانه خالی می‌کند.

- هزینه حوادث و آسیب‌های جانی و مالی برای کارفرمایان انگلیسی سالانه بین ۳/۹ تا ۷/۹ میلیارد پوند می‌باشد که بین ۱۰ میلیون تا ۳/۷ میلیون پوند آن به خسارات مالی اختصاص دارد.

- هزینه‌های بیمه نشده حاصل از یک آسیب جسمی که باعث غیبت فرد در محیط کار می‌شود در سال ۲۰۰۳ بطور متوسط ۲/۲۳۴ برآورد گردیده که این مبلغ برای صدمات جدی می‌تواند تا ۱۹۰۰۰۰ پوند افزایش یابد.

مخزن (۲-۴): برخی سوابق هزینه حوادث و آسیب‌های جانی و مالی کارفرمایان و پیمانکاران

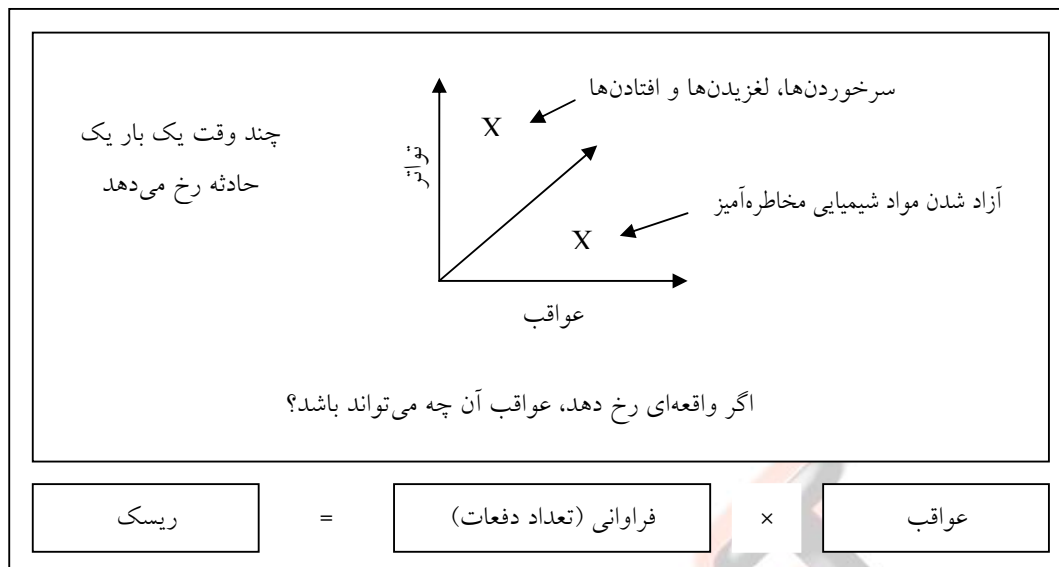
ارزیابی ریسک یک ابزار مهم برای کنترل و کاهش هزینه‌های بیمه نشده ناشی از خسارات جانی و مالی است که می‌تواند بسیار بارز باشد. شکل ۴-۵ هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم حوادث و محیط کار را نمایش می‌دهد.



شکل (۴-۵) : کوه یخ

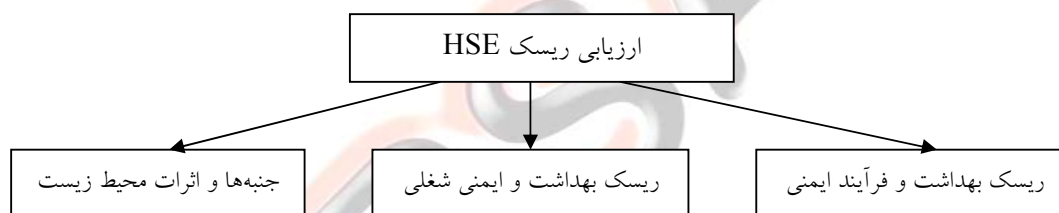
### مزایای ارزیابی ریسک

- ✓ یک رویکرد سیستماتیک برای رتبه‌بندی ریسک‌ها و تصمیم‌گیری است.
- ✓ ابزاری توانمند است که هزینه کردن در سازمانها و صنایع را هوشمندانه‌تر می‌سازد.
- ✓ فرآیندی موثر در جهت بهبود مستمر سازمان است که کاهش ریسک را تا سطح قابل قبول مدیریت می‌کند.
- ریسک ترکیبی از دو بعد یک مخاطره می‌باشد: احتمال وقوع پیش‌بینی شده و شدت بالقوه عواقب یک واقعه ناخواسته است.
- ریسک ترکیبی از دو بعد یک مخاطره می‌باشد: احتمال وقوع پیش‌بینی شده و شدت بالقوه عواقب یک واقعه ناخواسته است.



نمودار (۴-۵): تابع محاسبه ریسک بر حسب عواقب و فراوانی

ارزیابی ریسک HSE خود دارای سه جزء قابل تفکیک است:



در ارزیابی ریسک سامانه HSE اهم اقدامات انجام شده ناشی از اذعان و هماهنگ نمودن ارزیابی ریسک اجزاء سازنده آن است. لیکن همانند سایر مطالعات ارزیابی ریسک در شروع این مطالعه نیز مهمترین اقدام معمول «شناسایی جنبه‌ها و اثرات بارز محیط زیستی»<sup>۳</sup> است. این مرحله شامل اطلاعات ورودی شامل اطلاعات محیطی، فعالیتهای فرآیند تحت مطالعه و محصولات یا تأثیرات ناشی از فرآیند است. در جدول شماره ۲-۴ نمونه‌ای از ماتریس شناسایی جنبه‌ها و اثرات بارز محیط زیستی ارائه شده است.

جدول شماره (۲-۴): نمونه‌ای از ماتریس جنبه‌ها و اثرات بارز محیط زیستی

فعالیت‌ها <sup>۴</sup>	جنبه‌ها <sup>۵</sup>	اثرات <sup>۶</sup>
جابجایی مواد زاید خطرناک	احتمال وقوع حادثه یا نشت مواد	آلودگی‌های محیط زیست
مصرف سموم شیمیایی کشاورزی	پراکنش سموم در محیط	آلودگی آب، خاک و هوا

<sup>3</sup> - Identifying Significant Environmental Aspects and Impacts

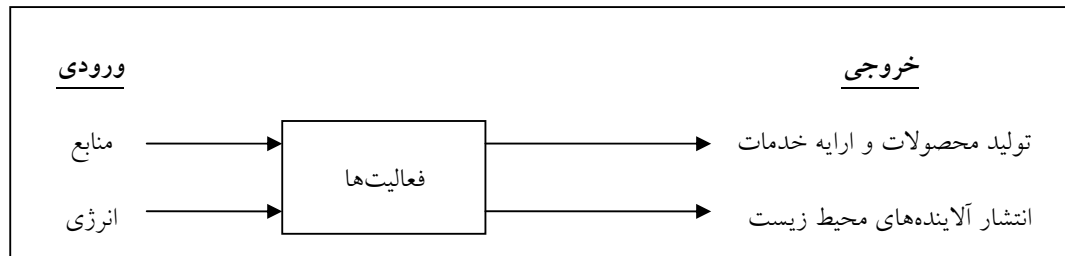
<sup>4</sup> - Activities

<sup>5</sup> - Aspects

<sup>6</sup> - Impacts



ارتباط بین ورودی و خروجی (جنبه‌های محیطی و اثرات) در دیاگرام ۴-۱ نمایش داده شده است:



دیاگرام (۴-۱): ارتباط بین ورودی و خروجی (جنبه‌های محیطی و اثرات)

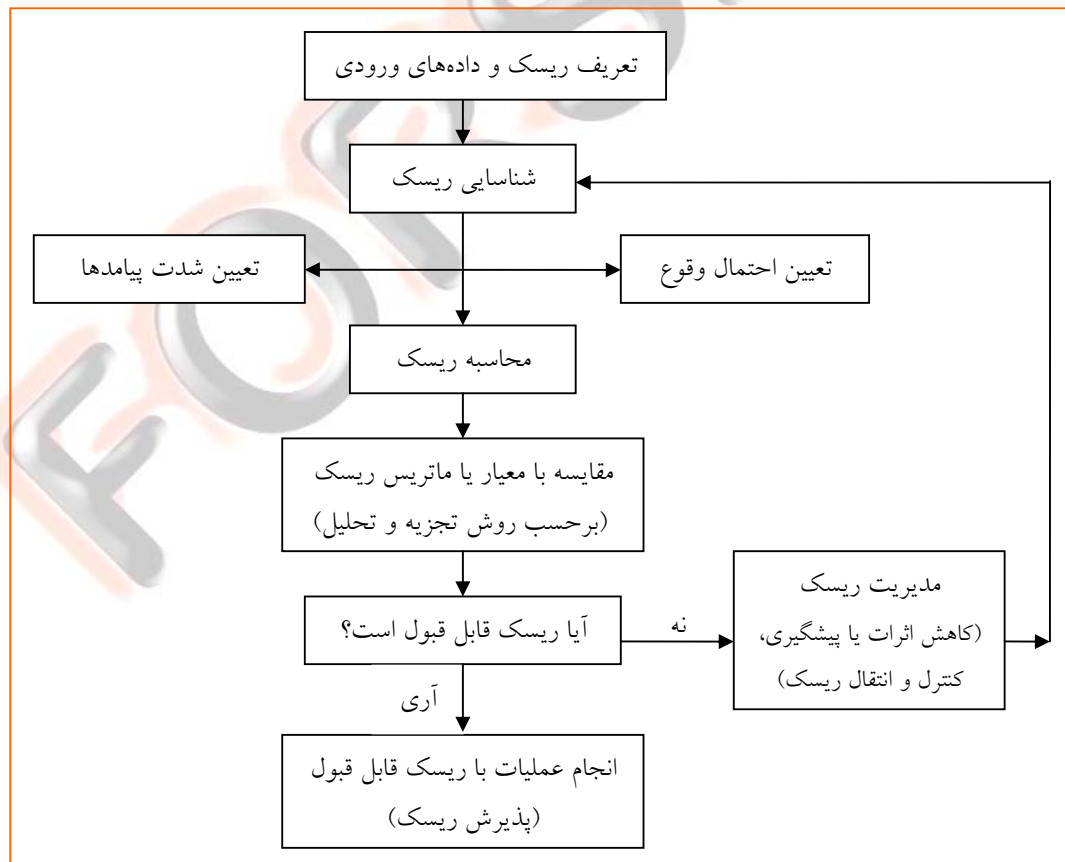
در این دیاگرام فعالیتها می‌توانند شامل یکی از اقدامات ذیل گردند:

طراحی - تأمین مواد اولیه و تجهیزات - انتقال فناوری - مصرف یا تزریق کاتالیزورها و یا تسهیل‌گرها به فرآیند - حمل و نقل - توزیع - مصرف - بازیافت یا استفاده مجدد - دفع مواد زاید یا باقی‌مانده محصول.

### فرآیند متداول ارزیابی

### ریسک

فرآیند متداول ارزیابی ریسک با توجه به مفاهیم و رویکردهای توضیح داده شده به شرح نمودار ۴-۶ است.



نمودار (۴-۶): فرآیند متداول ارزیابی ریسک

- Cause Consequence Analysis.
- Checklist.
- Environmental Risk Assessment (ERA).
- Environmental Failure Modes & Effects Analysis (EFMEA).
- Event Tree Analysis.
- Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).
- Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (FMECA).
- Fault Tree Analysis (FTA).
- Hazard and Operability Analysis (HAZOP).
- Indexing System.
- Human Reliability.
- Preliminary Hazard Analysis (PHA).
- Relative Ranking.
- Safety Review.
- What If / Checklist Analysis.
- What If Analysis.
- William fine Method.

#### نکات مهم در خصوص انتخاب تکنیک مناسب ارزیابی ریسک :

- ✓ انتخاب تکنیک بر عهده سازمان است.
- ✓ روش ارزیابی ریسک باید متناسب با نوع فعالیتها و ریسکهای سازمان باشد.
- ✓ روش ارزیابی ریسک باید قادر به تفکیک ریسکها به دو گروه کنترل شده / نشده باشد.
- ✓ روش ارزیابی ریسک نیازمندیهای تسهیلات و نیازمندیهای آموزشی را برای مهار ریسکها معین نماید.
- ✓ در برخی استانداردها مثل OHSAS 18000 الزامی به برآورد کمی ریسک نیست.
- ✓ در شناسایی خطرات به تغییرات احتمالی در کار اعم از تغییر ابزار، تغییر زمان کار (شیفت کاری)، تغییر مکان و ... توجه کنید.
- ✓ چنانچه عامل خطری از قلم بیفتد، قطعاً ریسکهایی در ارزیابی از نظر دور خواهد ماند.
- ✓ ریسکهایی که دارای الزامات قانونی هستند، برآورد کمی آنها لزومی ندارد.
- ✓ ریسکهایی که قابل اندازه‌گیری هستند به منظور برآورد کمی ریسک مرتبط می‌باید حتماً از نتایج اندازه‌گیری استفاده نماید.

#### انواع تقسیم‌بندی‌های روشهای ارزیابی ریسک:

##### الف) تقسیم‌بندی روشهای ارزیابی ریسک به قیاسی<sup>۷</sup> و استقرایی<sup>۸</sup>

در روشهای قیاسی نحوه ترکیب شکست‌های اجزاء خطاهای انسانی، و نرم‌افزاری و شرایط نامساعد محیطی که منجر به بروز حادثه و یا شکست سامانه می‌گردند شناسایی و ارزیابی می‌شوند (حرکت از کل به جزء). روشهای استقرایی شکست یک جزء را در نظر گرفته و در تحلیل‌های بعدی وقایعی را شناسایی می‌کنند که این شکست می‌تواند باعث وقوع آنها شود. (حرکت از جزء به کل)

<sup>7</sup> - Deductive Methods

<sup>8</sup> - Inductive Methods

- ب) تقسیم‌بندی روشهای ارزیابی ریسک به تکنیکهای کیفی، نیمه کمی و کمی
- ✓ برای انجام ارزیابی ریسک طیفی از تکنیک‌ها وجود دارد، که می‌توانند ماهیتی کمی یا کیفی داشته باشند.
  - ✓ ارزیابی ریسک کیفی ساده بوسیله انجام قضاوت‌های آگاهانه در مورد یک فعالیت بخصوص صورت می‌پذیرد.
  - ✓ ارزیابی‌های ساختار یافته کیفی حالتی ذهنی (غیر عینی) داشته و بر اساس قضاوت‌های شخصی صورت می‌گیرد و بوسیله مشاهدات تصمیم یافته پشتیبانی می‌شود.
  - ✓ پیامدها و فراوانی (تعداد دفعات) نوعاً بر یک پایه تقریبی (مانند پایین، وسط یا بالا) تخمین زده می‌شوند.
  - ✓ رتبه‌بندی و امتیازبندی ریسک بر همین اساس انجام می‌شود.
  - ✓ ارزیابی‌های کمی، بر پایه اطلاعاتی شناخته شده یا محاسبه شده، تخمین عینی زده و عددی از ریسک مورد نظر ارائه می‌کند.
  - ✓ ارزیابی کمی ریسک (QRA) نام عمومی اینگونه ارزیابی‌هاست.
  - ✓ داده‌های مورد استفاده برای ارزیابی‌های کمی ریسک شامل نرخ حالات خرابی تجهیزات، مشخصه‌های مواد، شرایط اطلاعات درباره داخل و خارج سایت و محاسبه شدت عواقب حادثه نیز می‌گردد.

#### روش کیفی محاسبه ریسک

شدت حادثه احتمال وقوع	شدت کم	شدید	بسیار شدید
بسیار نامحتمل	ریسک جزئی	ریسک قابل تحمل	ریسک متوسط
نامحتمل	ریسک قابل تحمل	ریسک متوسط	ریسک قابل توجه
محتمل	ریسک متوسط	ریسک قابل توجه	ریسک غیرقابل تحمل

#### برنامه‌های پیشنهادی روش کیفی

سطح ریسک	فعالیت و برنامه زمانبندی
جزیی	نیازی به عمل و همچنین نگهداری سوابق نیست.
قابل تحمل	کنترل بیشتری نیاز نیست. باید به راه حل مقرون به صرفه توجه شود و همچنین اطمینان حاصل شود که کنترل‌ها برقرار هستند.
متوسط	باید در جهت کاهش ریسک تلاش شود، لیکن هزینه‌های صرف شده بدقت بررسی و محدود شوند. اندازه‌گیری میزان کاهش ریسک می‌تواند در دوره‌های زمانی مشخص انجام شود. زمانی که ریسک متوسط در ارتباط با پیامدهای بسیار شدید است، باید احتمال وقوع آن ریسک بدقت ارزیابی شده و بر اساس آن نیاز به افزایش و بهبود اندازه‌گیری‌های کنترلی بررسی شود.
قابل توجه	تا زمانی که ریسک کاهش نیافته کار نباید آغاز شود منابع قابل توجهی باید جهت کاهش میزان ریسک تخصیص داده شوند.
غیرقابل تحمل	تا زمانی که ریسک کاهش نیافته کار نباید آغاز شود. اگر حتی با استفاده از تمامی منابع، کاهش ریسک امکان‌پذیر نباشد؛ فعالیت کاری باید متوقف شود.

ارزیابی ریسک با استفاده از یک روش مناسب باید انجام شود.  
ماتریس ریسک ابزار ساختار یافته ساده‌ای است، برای ارزیابی ریسک

### ماتریس ریسک

- احتمال و شدت حادثه هر مخاطره را برآورد کنید.  
- تعداد نقاط در این مقیاس را مشخص کنید (سه نقطه در مثال مشخص شده اند):  
شدت می‌تواند مهلک، بزرگ و کوچک باشد.  
احتمال می‌تواند نادر، تصادفی و زیاد باشد.  
- از یک ماتریس استفاده کنید تا نوع ریسکی که در یک حادثه بروز می‌کند را مشخص کنید (بالا، متوسط و پایین).  
- با ارائه تعاریف دقیق‌تر برای هر مقیاس می‌توان دقت را افزایش داد اما ممکن است باعث طولانی‌تر شدن بحث شود و اغلب مقیاس نهایی ریسک را تغییر نمی‌دهد.

### مثال

شدت و قاع مخاطره آمیز:	مهلک	●	●	●
	بزرگ	○	○	●
	کوچک	○	○	○

۱ مورد در ماه  
۱ مورد در سال  
۱ مورد در ۱۰ سال  
کمتر از یک مورد در ۱۰۰ سال

نادر تصادفی زیاد

احتمالی وقایع مخاطره آمیز

ریسک پایین

ریسک متوسط

ریسک بالا

قضاوت آگاهانه

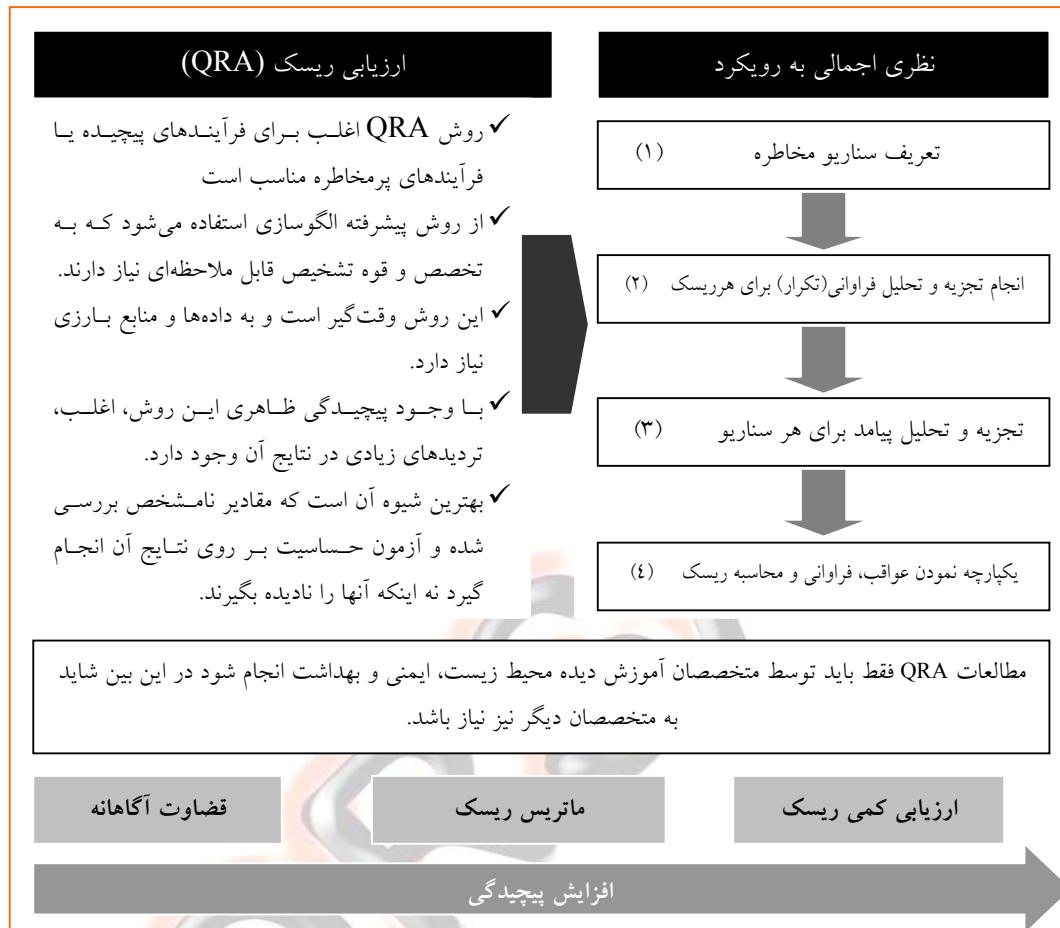
ماتریس ریسک

ارزیابی کمی ریسک

➔ افزایش پیچیدگی

مخزن (۴-۵): ماتریس ریسک در ارزیابی کمی ریسک

ارزیابی کمی ریسک (QRA) یک روش پیچیده‌ای است که ریسک را بر اساس حقایق و داده‌های تاریخی محاسبه می‌کند.



مخزن (۷-۴): تحلیل اجمالی ارزیابی کمی ریسک

برای آنکه بتوان سطحی مناسب از ارزیابی ریسک انتخاب کرد، انجام یک ارزیابی ساده و اولیه در مورد مخاطرات ضرورت دارد.

■ مقیاس مخاطرات بشکل بارزی با یکدیگر متفاوت است.

■ ابزار و تکنیک‌های مورد استفاده در ارزیابی ریسک، می‌باید با این هدف گزینش شوند که مقیاس صحیحی از مخاطرات را منعکس سازند.

■ بنابراین گزینش ابزار و تکنیک‌های مناسب ارزیابی ریسک، مستلزم یک قضاوت اولیه در ارتباط با مقیاس ریسک است.

■ یک ارزیابی اولیه ریسک باید با استفاده از ساده‌ترین ابزار انجام گیرد.

■ یک شخص مجرب و با تجربه باید توانایی داشته باشد که مقیاس مخاطرات شناسایی شده را بصورت کم، متوسط و یا بالا دسته‌بندی نماید.

■ اگر در خلال ارزیابی اولیه ریسک ملاحظه شد، که برای تشخیص مخاطره نیاز به تحقیق بیشتری است باید از ابزار و فنون پیشرفته‌تری برای هدایت و پیشبرد ارزیابی اولیه ریسک استفاده کرد.

مخزن (۴-۸) : ارزیابی ساده و اولیه (مخاطرات اولین گام مؤثر در ارزیابی ریسک)

وقتی که مخاطرات دسته‌بندی شد، می‌توان به منظور شناسایی ابزارها و تکنیک‌های مناسب برای انجام ارزیابی ریسک از جدول ذیل استفاده کرد :

تکنیک‌های مناسب ارزیابی ریسک			مثال	معیار مخاطره
تصمیم‌گیری	ارزیابی ریسک	شناسایی مخاطره		
بهترین شیوه	قضاوت آگاهانه	چک لیست بازرسی	شورای محل کار یا نگهداری محل	پایین
برگزیدن ماتریس ریسک	ماتریس ریسک	تجزیه و تحلیل کار یا ماشین‌آلات	مخاطرات مربوط به تجهیزات یا ماشین‌آلات	متوسط
اصل ALARP	ارزیابی کمی ریسک	HAZOP	فرآیندهای پتروشیمی	بالا



مخزن (۹-۴) : تناسب مخاطرات با تکنیک‌های مناسب ارزیابی ریسک

نتایج مطالعات ارزیابی ریسک همیشه نمی‌توانند به روز شوند، از همین روی ضرورت دارد تا به صورت دوره‌ای مورد بازنگری قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که ارزیابی مربوطه هنوز از ارزش و اعتبار لازم برخوردار بوده و کنترل کافی بر روی ریسک‌ها وجود دارد.

الزامات
<p>ارزیابی ریسک می‌باید هر از چند گاهی مورد بازنگری قرار گیرد، این کار یا در راستای حصول اطمینان از مقاصد مربوط به طرح یا برنامه‌ریزی است، و یا به عنوان بخشی از فرآیند مدیریت تغییر صورت می‌پذیرد.</p>

چگونه
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ بازنگری ادواری ارزیابی ریسک باعث می‌شود : <ul style="list-style-type: none"> <li>- این امر رویت‌پذیری ریسک‌های بارز را حفظ کرده، و شانس آنرا فراهم می‌آورد تا از مؤثر و کارآمد باقی ماندن کنترل‌ها اطمینان حاصل کنیم.</li> <li>- همچنین ارزیابی ریسک سبب می‌شود، در فرآیند طرح و برنامه‌ریزی برای کسب و تجارت مربوطه، بویژه برای طرح و برنامه‌ریزی برای مدیریت ایمنی، و در حین تعیین اهداف کلان و اهداف خرد یک منبع کارگشا و مؤثر باشد.</li> </ul> </li> <li>■ اگر تغییر بارزی در برنامه‌ریزی سازمان رخ نماید می‌باید در نتایج ارزیابی ریسک بازنگری گردد و اگر لازم است در شیوه و انجام آن تجدید نظر شود: <ul style="list-style-type: none"> <li>- یک تغییر بارز مثل، تغییر در تجهیزات ساخت و تولید، کارمندان یا روشهای اجرایی در فعالیتها و عملیات است که ممکن است نمود و شمای ریسک موجود در یک فعالیت یا کارگاه را تغییر دهد.</li> <li>- تعیین چگونگی تأثیرپذیری ریسکهای موجود از تغییرات پیشنهادی، و در صورت لزوم، انجام اقدامات بیشتر برای کاهش ریسکها ضروری می‌باشد.</li> <li>- ارزیابی ریسکها همچنین بایستی به تصمیمات مربوط به مدیریت تغییر آگاهی بخشند (مثلاً اینکه چه نوعی از تجهیزات جدید بهنگام انتخاب ارجحیت دارد).</li> </ul> </li> </ul>

مخزن (۱۰-۴) : الزام و چگونگی بازنگری دوره‌ای ارزیابی ریسک

### مستندسازی ارزیابی ریسک

به طور کلی چارچوب استاندارد برای مستندسازی نتایج ارزیابی ریسک وجود ندارد؛ اما سندی که به این منظور استفاده می‌شود باید شامل اطلاعاتی از جمله ریسکهای موجود، اطلاعات کمی مربوط به ریسکها جهت تعیین وسعت ریسک و طرح عملیاتی برای مواجهه با ریسک باشد.

ریسک رویدادهای مختلف را می‌توان براساس «معیار انتخاب» تعیین نمود. اینگونه معیارها غالباً یکدسته از ملاحظات یا مقادیر بوده و می‌توان آنها را بصورت کمی بیان نمود. هنگام تخمین احتمال یک رویداد ممکن است موارد عدم اطمینان زیادی نیز دیده شود. برای شدت نتایج اگر تماس بالقوه آسیب‌رسان رخ داده باشد می‌توان به راحتی و با دقت آن را تعریف نمود. این مدل دو عاملی را می‌توان برای ارزیابی ریسکهای حاد ایمنی و یا محیط زیستی در ازای یک واقعه معین (مثل نشت نفت) به کار برد. نیاز ارزیابی اثرات مزمن بر محیط زیست در



سایتهای عملیاتی و اجرایی شرکت به انجام رسد. به منظور مجاسبه اثرات برخی از رویدادها که بطور مرتب یا پیوسته و عمدی انجام می‌گیرند (نظیر تخلیه برون ریز یا عملیات فلر نمودن گاز) موارد ذیل را بگیرید. برای یک چنین اثراتی:

ریسک = شدت نتایج = مدت تماس × میزان زیان آوری  
(مثل: سمیت، برهم زدن زیستگاههای مختلف)

بطور مشابه، در ارزیابی ریسکهای بهداشتی نیز احتمال برخی میزان تماسها می‌تواند صددرصد باشد. بنابراین:

ریسک = شدت نتایج = میزان تماس × زیان آوری  
(مثل: سمیت)

با انجام کنترلهای نظارتی، بازرسیهای محیط زیستی، برنامه‌های بازبینی بهداشتی و یا مطالعات فراگیر (در سازمان یا خارج از سازمان) می‌توان چگونگی تماس با عوامل بالقوه آسیب‌رسان بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی و تأثیرات مزمن را تعیین نمود، و نیاز به انجام اقدامات کاهش ریسک را تعیین کرد. عوامل زیان‌رسان (عواملی که امکان ایجاد تأثیرات سوء بصورت مزمن و یا حاد بر سلامت انسان داشته باشد) شامل مواد شیمیایی، (نظیر: سولفید هیدروژن، گازهای هیدروکربنها، حلالها و مواد پوششی و...)، مواد بیولوژیکی (نظیر: موجودات زنده بیماری‌زا و...) و عوامل فیزیکی (نظیر: تابشهای یونیزه، تنش‌هایی گرمایی و سرمایی، گردوغبار، سروصدا، ارتعاش و...) و عوامل ارگونومیکی (نظیر: طرح تجهیزات و اثرات انجام حرکتهای تکراری) در کنار روش کار می‌باید مورد توجه قرار گیرد.

#### نتایج ارزیابی ریسک بصورت رسمی سبب تسهیل موارد ذیل می‌گردد:

✓ ارزیابی امکان‌سنجی یک فعالیت پیشنهادی، براساس انطباق با معیارهای انتخابی از پیش تعیین شده.

✓ تعیین نیاز به اقدامات ویژه برای پیشگیری، کاهش یا بازیابی.

✓ تعیین عملیات مجاز (نظیر عملیات همزمان).

✓ تعیین الزامات پایش (نظیر پایش تماس با مواد شیمیایی و برون ریزهای فرآیند)

✓ اولویت‌بندی فرصتهای مربوط به بهبود.

لازمه ارزیابی ریسک در سامانه HSE داشتن اطلاعاتی در زمینه احتمالات مربوط به یک رویداد معین و یا ماهیت و شدت نتایج احتمالی آن می‌باشد.

## منابع تأمین این اطلاعات عبارتند از:

- دانش و تجربه مدیران و متخصصین HSE در درون سازمان؛
- ضریب تکرار و شکست اعلام شده در پایگاههای اطلاعاتی موجود در صنعت؛
- نتایج تحقیقات انجام پذیرفته توسط گروههای دیگر در زمینههای تحت بررسی؛
- استانداردها، کدهای عملیاتی سازمانی، ملی و بین‌المللی.
- کدهای عملیاتی و راهنمای موجود در صنعت و انجمن‌های تجاری، واحدهای پژوهش و توسعه که با هدف تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان و تأثیرات آنها و ارزیابی و کاهش ریسکهای مربوط به آنها تهیه شده است.
- بازنگری دوره‌ای اهداف و معیارهای کارآیی اجرا و گسترش مستمر سامانه مدیریت HSE تأییدی است بر تعهد شرکت برای بهبود و اجرای HSE، در این بین کمی نمودن و همراه نمودن یک برنامه زمانبندی معین برای متقاعد ساختن مدیران بسیار حائز اهمیت می‌باشد. اهداف و معیارهای اجرای HSE باید با مدنظر قرار دادن عملکرد گذشته و تأثیر تغییر شرایط بیرونی و درونی سازمان تعیین شوند.
- مقاصد و معیارهای کارایی و اجرای سامانه HSE در راستای اهداف راهبردی سازمان، می‌باید با مشارکت فعال کسانی که در دستیابی آنها مسئولیت دارند، توسعه داده شود. «معیار اجرا» بیانگر استانداردی است که یک فعالیت یا یک عنصر سامانه می‌باید بر اساس آن انجام گیرد، و می‌توان آن را در سطوح مختلف سامانه مدیریت HSE به کار برد. بعنوان مثال: علاوه بر تعیین سطح قابل قبول برای خروجی‌ها یا پارامترهای سامانه (نظیر: کیفیت برون ریز، میزان برون‌ریز، سطح تماس شغلی، ضریب تکرار آسیب‌های ناتوان کننده، مواد زائد و...). این گونه معیارها را می‌توان برای تعیین تکرار و ماهیت وظایفی که در ذیل می‌آید. نیز به کار برد:

✓ سرویس و نگهداری کارخانه؛

✓ ممیزی‌ها و بررسی‌های مجدد سامانه مدیریت HSE؛

✓ ارزیابی نیازهای آموزشی؛

✓ تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان و نحوه تأثیر آنها و ارزیابی ریسک‌های مربوطه؛

✓ آزمودن طرحهای مقابله با وضعیت اضطراری؛

✓ آزمودن توقف اضطراری تولید و سامانه‌های پیشگیری از انفجار؛

✓ آزمودن سامانه‌های اعلام و اطفاء حریق و همچنین آژیر هشدار؛

✓ پایش فرآیند و برون ریزهای آن.

بعنوان مبنایی برای کنترل و پایش و اندازه‌گیری «کارایی اجرا»، معیار انتخاب شده باید به راحتی قابل اندازه‌گیری بوده و به روشنی و صراحت مستند شود. معیار کارآیی اجرا باید حداقل خواسته‌های طرح شده در استانداردهای مربوطه را تأمین نماید. و در صورت عدم وجود قوانین خاص، می‌توان حدودی را برای آنها تعیین نمود تا نتایج قابل قبولی به دست آید. مراتبی از اهداف HSE و اهداف راهبردی سازمان (نظیر: حداقل نمودن تأثیرات سوء ناشی از اثرات HSE) در کل سازمان و بسیار جزئی‌تر در اهداف بخشی (نظیر: افزایش اثربخشی استفاده از انرژی به یک حد از پیش تعیین شده) و بعنوان یک معیار کارآیی خاص باید تهیه گردد.

در اقدامات کاهش و کنترل ریسک می‌توان، ریسکها و تأثیرات سوء بر HSE را به روشهای مختلف کاهش داد، که اهم آنها عبارتند از:

✓ پیشگیری نمودن از وقایع مزمن و حاد؛

✓ کاهش سطح تماس (از طریق کاهش غلظت / زمان تماس) کارکنان با عوامل شیمیایی زیان‌آور که بطور

- روزمره در محیط کار وجود دارند؛
- ✓ کاهش ورود برون ریزها و مواد زاید به محیط زیست.
- روش اجرایی برای تأمین این مقصود می‌باید تهیه گردد تا:**
- ✓ اقدامات لازم برای پیشگیری و تخفیف اثرات فعالیتهای خاص، محصولاتی و خدماتی که شامل ریسکهای بالقوه HSE می‌باشند، تعیین گردد.
  - ✓ با ارزیابی مجدد فعالیتهای اطمینان می‌یابیم که اقدامهای پیشنهادی به کاهش ریسک منجر شده یا اهداف مرتبط به آن حاصل شده است.
  - ✓ اعمال مستند نمودن و ارتباط با اقدامات کاهش ریسک موقتی و دائمی کارکنان و همچنین پایش اثربخشی آنها به درستی انجام گیرد.
  - ✓ توسعه اقدامات مربوطه نظیر طرحهای مقابله با وضعیت اضطراری برای رهایی از واقعه و تخفیف تأثیرات آنها به اجرا در آید.
  - ✓ تعیین عوامل بالقوه آسیب‌رسان ناشی از اقدامات پیشگیری تخفیف و ترمیم انجام گیرد.
  - ✓ در صورت فقدان ارزیابی، امکان پذیرش ریسک و تأثیرات مربوط به نتایج واقعه در مقابل معیارهای انتخاب از پیش تعیین شده به انجام رسد.
- البته، به تناسب ماهیت، احتمال وقوع و شدت ریسک و اثرات سوء بر HSE (اثرات سوء حاد و مزمن ناشی از عملیات روزمره یا غیر روزمره)، اقدامات متفاوتی برای کاهش ریسک می‌توان انجام داد. این اقدامات پیشگیرانه به منظور ممانعت از وقوع عوامل بالقوه آسیب‌رسان طرح می‌گردند و برای انجام این اقدامات بعضاً نیاز به سخت‌افزار خاص برای کنترل عملیات مخاطره‌آمیز و حفظ یکپارچگی تجهیزات می‌باشد. نظیر:
- ✓ پیشگیری کننده از انفجار؛
  - ✓ سامانه‌های آزادسازی فشار؛
  - ✓ وسایل و تجهیزات حفاظت فردی؛
  - ✓ سامانه‌های حراستی (حفاظتی).
- علاوه بر آن می‌باید توجه داشت که اقدامات ساختاری و ایجاد نظامهای کاری مانند آنچه در ذیل می‌آید نیز برای دستیابی به این اهداف بسیار حایز اهمیت هستند:
- ✓ طراحی بر اساس اصول ایمن‌سازی؛
  - ✓ اطمینان از کیفیت، رویه‌های سرویس، نگهداری و بازرسی؛
  - ✓ روش انجام کار ایمن؛
  - ✓ نظام پروانه کار؛
  - ✓ رعایت طرحهای مهندسی فاکتورهای انسانی؛
  - ✓ تهیه دستورالعملهای کاری صریح و قابل درک برای مخاطبین؛
  - ✓ اجرای درمانهای پیشگیرانه پزشکی نظیر واکسیناسیون / ایمن‌سازی؛
  - ✓ اجرای برنامه‌های مبارزه با مواد مخدر و الکل.
- علاوه بر موارد فوق، می‌باید اقداماتی نیز برای تخفیف یا کاهش اثرات سوء در شرایطی که اقدامات انجام یافته برای پیشگیری با مشکل روبرو می‌شود (مختل می‌شود) پیش‌بینی کرد.

این اقدامات می‌تواند شامل موارد ذیل باشد:

- ✓ سامانه‌های کنترل سوخت؛
- ✓ ایجاد دیوارهای محافظ؛
- ✓ تعبیه مخازن ثانویه برای آلاینده‌ها؛
- ✓ سامانه‌های حفاظت از حریق؛
- سامانه‌های آشکارساز دود، آتش و گاز.

برای تفسیر نتایج ارزیابی ریسک، جهت تصمیم‌گیری در خصوص نیاز به کنترل‌های بیشتر، از چند ابزار می‌توان کمک گرفت.

### نکات مهم در زمینه کنترل ریسک

● کلیه ریسک‌های خارج از کنترل می‌باید تا قبل از ممیزی مراجع صادر کننده گواهینامه تحت کنترل در آیند. بدین منظور باید :

- ✓ توجه کافی به قابلیت ریسک و اقدامات کنترل ریسک برای مهار آن معطوف شود.
- ✓ کنترل ریسک همراه با اقدامات کنترلی در محل کار (Safe Workplace Controls) انجام شود.
- ✓ کنترل ریسک با اقدامات کنترلی بر انسان (Safe Person Controls) به انجام رسد.
- ✓ اقدامات کنترل ریسک در خصوص محیط‌های کار به صورت ذیل صورت پذیرد :

\* حذف / جایگزینی خطر

\* کاهش خطر

\* کاهش مجاورت یا سطح تماس.

✓ اقدامات کنترل ریسک در خصوص انسان می‌تواند روشهای پیشنهادی زیر انجام شود:

\* آموزش، آگاهی و تنویر افکار عمومی

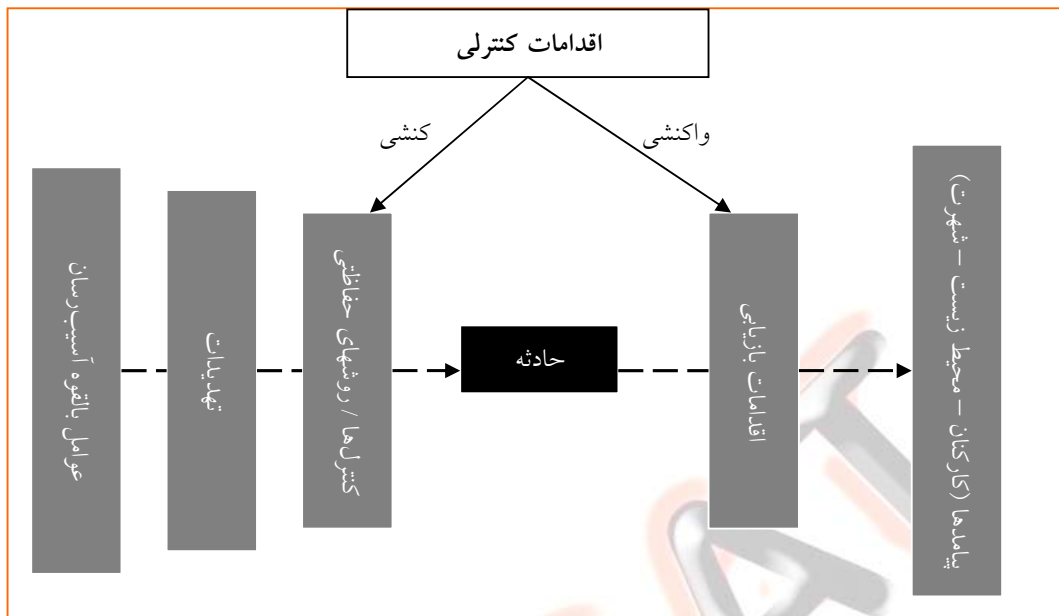
\* نظارت

\* ایمن‌سازی روشهای کار

\* استفاده از تجهیزات حفاظت فردی

● توجه داشته باشید ممکن است برخی ریسکها علی‌رغم قرار گرفتن در محدوده کنترل شده به دلیل شرایط محیطی، سیاستهای سازمان و یا مقادیر برخی پارامترهای مندرج در برآورد ریسک، خارج از کنترل معرفی شوند (برای دوره زمانی محدود یا نامحدود).

## اقدامات کنترلی: Control Measures



نمودار (۴-۷): اقدامات کنترلی از نوع کنشی و واکنشی

### روش سلسله مراتبی برای اقدامات کنترلی

حذف
جانشین‌سازی: مواد یا فرآیندهای با خطر کمتر
حداقل کردن موجودی یا ذخایر خطرات موجود
اقدامات مهندسی در منبع مثل اتوماسیون و محصور کردن جزئی، جابجائی مکانیکی، روشهای پیشگیرانه و تهویه
کنترل‌های اداری مثل رویه‌های کار ایمن، گردش کاری و ضبط و ربط خوب در محل کار
رویه‌های پرسنلی مثل نظافت مناسب، انتشارات، اطلاعات و آموزش
تجهیزات حفاظت فردی

مخزن (۴-۱۵): روش سلسله مراتبی برای اقدامات کنترلی

### ✘ کنترل‌های Pro – Active

- \* وسایل حفاظتی تجهیزات
- \* رنگها و پوشش‌ها
- \* بازدارنده‌های خوردگی
- \* فنس تأسیسات
- \* شیرهای اطمینان و تخلیه
- \* سویچ‌های قطع اضطراری
- \* روشهای اجرایی و دستورالعمل‌های عملیاتی
- \* آلامها (نشانزدها)
- \* جایگزینی مواد خطرناک با مواد مناسب
- \* و .....

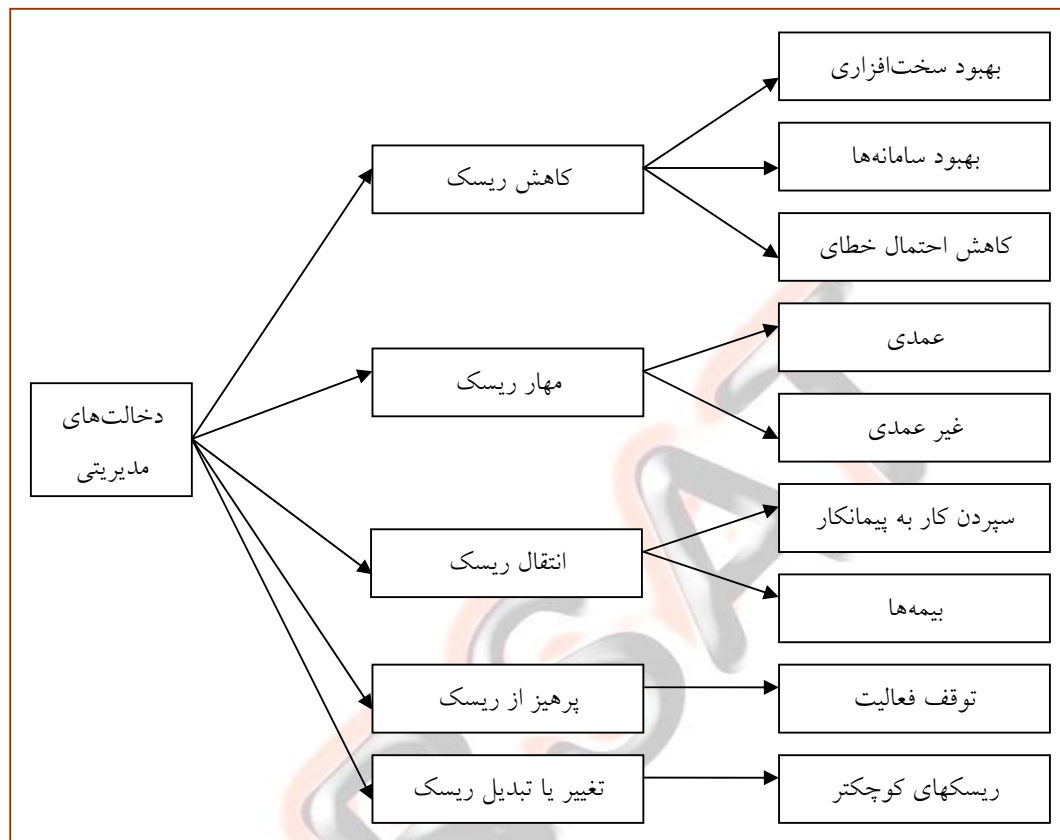
مخزن (۴-۱۶) : انواع کنترل‌های کشف وقایع

### ✘ کنترل‌های Re – Active

- \* آلام‌های نشت گاز - دود و حریق
- \* سامانه‌های از کاراندازی اضطراری
- \* سامانه‌های آتش‌نشانی
- \* طرح‌های واکنش در شرایط اضطراری
- \* طرح‌های از سرگیری فعالیت‌های کاری
- \* سامانه‌های نشت‌یاب
- \* ایزوله‌کننده‌ها
- \* و .....

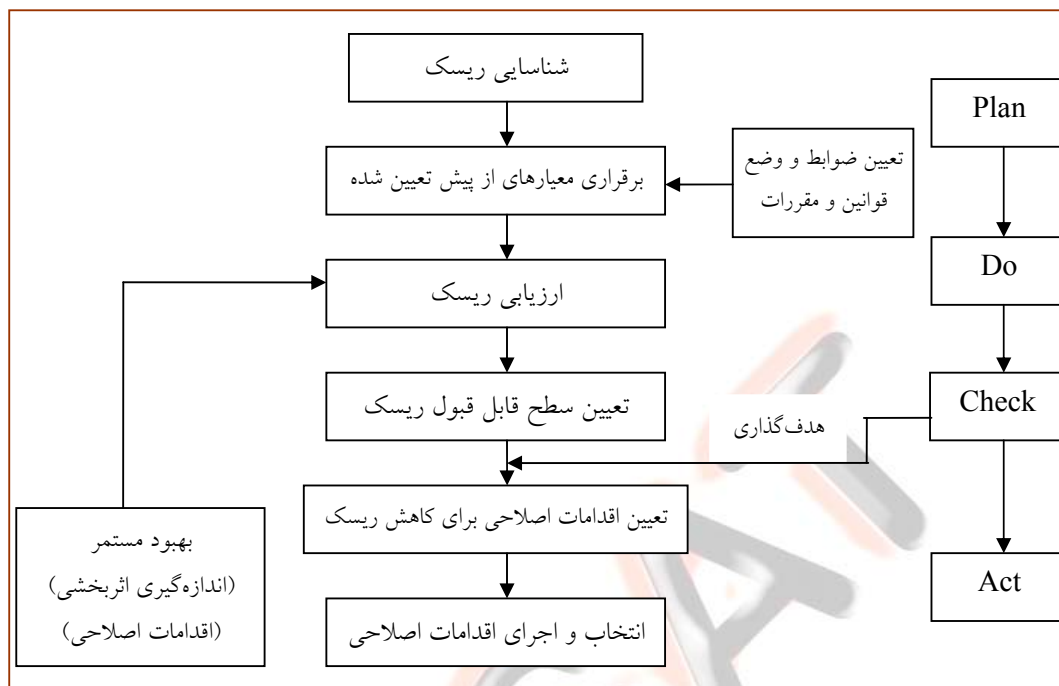
مخزن (۴-۱۷) : انواع کنترل‌های واکنش‌پذیر به خطر

چارچوب مدیریت ریسک انواعی از اقدامات مدیریتی را فراهم می‌کند که بصورت منسجم باید ارزیابی شوند.



نمودار (۸-۴) : اقدامات مدیریتی در چارچوب مدیریت ریسک

## مدل پیشنهادی برای مدیریت ریسک



نمودار (۹-۴) : مدل پیشنهادی برای مدیریت ریسک

مشکلات و محدودیتهای معمول در مدیریت ریسک:

- ✓ انجام امور سطحی و بدون برنامه‌ریزی ارزیابی ریسک.
- ✓ ندیدن خطرات و ناچیز شمردن ریسکهای مربوطه .

استانداردها و دستورالعمل‌های اجرایی ارزیابی و مدیریت ریسک:

- American Institute of Chemical Engineers. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis and Hazard Evaluation Procedures.
- OSHA 29 CFR 1910-119
- PSM of Highly Hazardous Chemicals.
- Nuclear Regulatory Commission (NRC)
- NURE G/CR – 2815 – Probabilistic Safety Analysis Procedures Guide.
- EPA Risk Management Plan (RMP)
- ANSI / ISA 84-01-1996
- Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industries.
- SEMI .
- S10 Safety Guideline for Risk Assessment.
- S14 Safety Guide for Fire Assessment and Mitigation for Semiconductor Manufacturing Equipment. EN1050.
- Safety of Machinery – Principles for Risk Assessment.



- ANSI B11. TR3-2000.
- Risk Assessment and Risk Reduction A Guide to Estimate, Evaluate, Evaluate and Reduce Risks Associated With Machine Tools.
- International Code Council (ICC).
- Performance Code for Buildings and Facilities
- NFPA 551 (Proposed).
- Guide for Evaluation of Fire Risk Assessments.
- International Sematech.
- Hazards Analysis Guid: A Reference Manual for Analyzing Safety Hazards on Semiconductor Manufacturing Equipment.
- Semiconductor Safety Association (Europe) Risk Assessment for Semiconductor Manufacture.
- IEC 61508
- Functional Safety of Electrical / Electronic / Programmable Electronics Related Systems.

FORSSAT

## ارزیابی و مدیریت ریسک

### ۱- ارزیابی و مدیریت ریسک :

سازمانها ، معمولا با روشهای مختلفی عوامل بالقوه آسیب رسان (Hazard) را بر فعالیت ها ، محصولات و خدمات خود شناسایی و تاثیرات ناشی از آنها بررسی می کنند . مشارکت کارکنان عملیاتی بهترین روشی است که زمینه بالا بردن درک و آگاهی بیشتر آنان را نسبت به شناسایی عوامل بالقوه آسیب رسان و تاثیرات آنها در حیطه فعالیتشان فراهم می نماید . [۱]

بهر حال گام های اساسی مدیریت عوامل بالقوه آسیب رسان (مطابق شکل ۱) عبارتند از :

\*شناسایی \*ارزیابی \*پیشگیری \*کنترل \*بازیابی

### شکل ۱- گام های اساسی مدیریت عوامل بالقوه آسیب رسان



از آنجائیکه شناسایی و تعیین عوامل بالقوه آسیب رسان و ارزیابی از مهمترین مراحل این فرایند بوده و بکار گیری روش صحیح و دقیق می تواند ما را در مدیریت عوامل بالقوه آسیب رسان و در نهایت ارزیابی و مدیریت ریسک یاری نماید ، ضمن تشریح مفاهیم اساسی ، برای حصول اطمینان از یکپارچگی (Integration) سیستم مدیریت HSE ، روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست (FMEA) مورد بحث قرار می گیرد . [۶]

### ۲- تعیین عوامل بالقوه آسیب رسان :

تعیین عوامل بالقوه آسیب رسان و تاثیرات آنها به طور مشخص نیاز به بکار گیری مدیریت و سازو کارهای تخصصی است که تجزیه و تحلیل شکست و تاثیرات (FMEA) به دلیل نقش پیش گیرنده آن ، تاثیرات مثبتی برنتایج نهایی و برایندهای یک سازمان خواهد داشت .

## شکل ۲ - اعمال اقدامات انتخابی برای کاهش ریسک



شکل ۲ فرایند برقراری یک روش نظام دار برای عوامل بالقوه آسیب رسان و تاثیرات ناشی از آن را برای اعمال اقدامات انتخابی جهت کاهش ریسک را نمایش میدهد که معمولاً این الگو در سیستم مدیریت HSE در ارزیابی و مدیریت ریسک بکار می رود. [۷]

### ۳- ارزیابی :

ارزیابی ریسک های ناشی از عوامل بالقوه آسیب رسان تعیین شده هر چند که پیچیده باشد ساز و کارهای بکار گرفته شده باید شدت نتایج و احتمال وقوع رویداد بالقوه را در نظر بگیرد.

**ریسک = احتمال وقوع \* شدت نتیجه**

ریسک رویدادهای مختلف را بر اساس " معیار انتخاب " و اثرات آن بر پذیرنده باید در نظر گرفت. برای یک چنین اثراتی در ارزیابی اثرات مزمن بر محیط زیست ناشی از عملیات ناشی در سایت یک شرکت به صورت

**ریسک = شدت نتایج = مدت تماس \* میزان زیان آوری**

( نظیر : سمیت ، بر هم زدن زیستگاهها ی مختلف )

و در ارزیابی ریسک بهداشتی احتمال برخی مراتب تماس که می تواند ۱۰۰٪ باشد به صورت

## ریسک = شدت نتایج = میزان تماس \* زیان آوری (نظیر : سمیت)

لازمه انجام ریسک های HSE داشتن اطلاعاتی در زمینه احتمالات مربوط به یک رویداد معین و یا طبیعت و شدت نتایج احتمالی آن می باشد .

### ۴- روشهای تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن (FMEA) :

روشی سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از وقوع مشکل و کاهش ریسک در محصول و فرایند آن می باشد . این روش باعث کاهش مبالغ زیادی از هزینه ها در مراحل اولیه توسعه گردیده و در نتیجه فرایندی قوی و خلل نا پذیر است که هرگز با بحران های بی موقع روبرو نمی شود و نیاز به اصلاح مجدد ندارد .  
در سال ۱۹۶۰ مسائل ایمنی در صنعت هوا - فضا انگیزه اجرای FMEA (Failure Mode & Effect Analysis) [۴] در این صنعت گردید . چندی بعد این روش به عنوان ابزاری کلیدی در افزایش ایمنی فرایند های صنایع شیمی ، نفت و گاز و پتروشیمی مطرح شد . از گذشته تا حال هدف از ایمنی در FMEA پیشگیری از تصادفات و اتفاقات می باشد  
برای مثال یک سازنده موتور هواپیما ، روش FMEA را در خطوط مونتاژ تولید خود بکار گرفت و گروه FMEA را از افراد مختلفی که در دیگر بخشهای کارخانه فعالیت داشتند ، تشکیل داد .

### نتیجه مثال :

- گروه FMEA با شناسایی مهمترین عامل شکست در فرایند از بروز مجدد آن جلوگیری کرد .
- نقایض داخلی به میزان ۳/۱ در صد کاهش یافت و مشکلات گذشته به طور کلی از بین رفت .
- شرکت سازنده ، ۶۰۰۰ دلار در هزینه های سربار هر ماه صرفه جویی کرد .

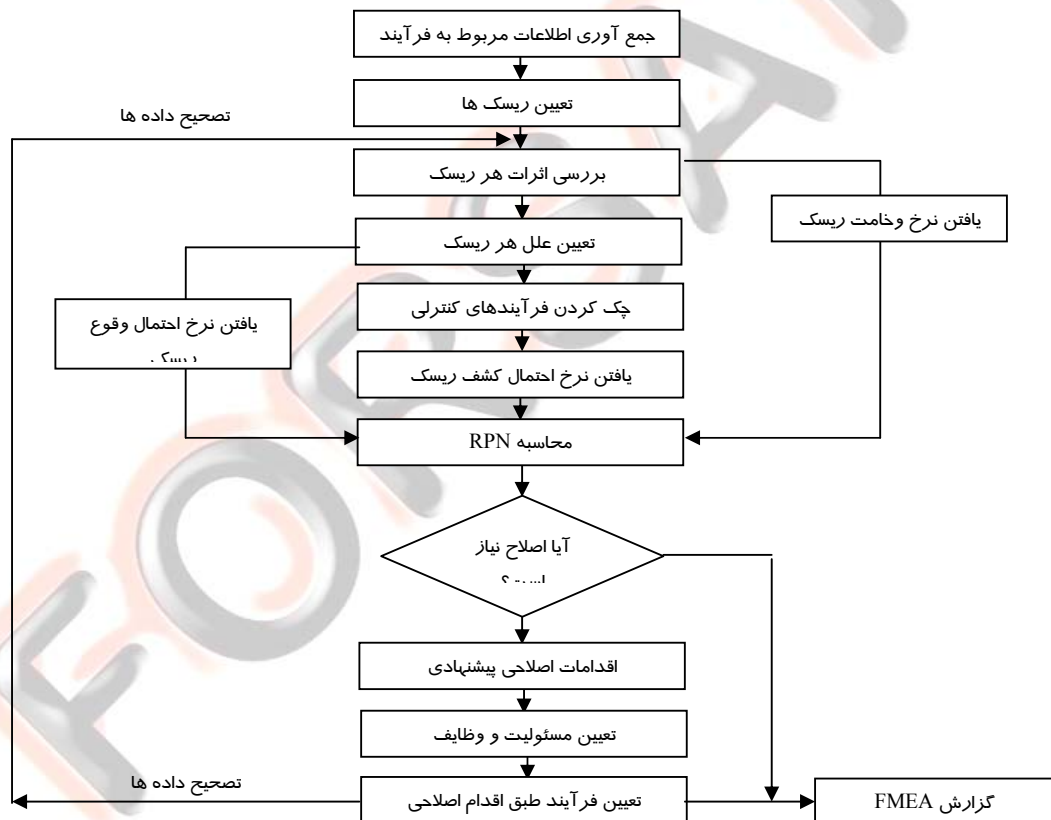
هدف از FMEA جستجوی تمامی مواردی است که باعث شکست یک فرایند و یا محصول می شود ، زمانی که یک سیستم در چارچوب استاندارد ها نباشد ، کارایی خود را به نحو احسن انجام ندهد و یا بد عمل کند شکست محصول اتفاق می افتد و سیستم در خطر ریسک قرار می گیرد .  
فرایند FMEA در مرحله اول راهی است برای شناسایی شکست ؛ آثار آن و خطرات یا زیان هایی که در یک فرایند و یا محصول وجود خواهد داشت و در مرحله دوم راهی است برای کاهش و یا حذف کلی ریسک شکستها و ریسک ها .

### ۵- ارزیابی خطر پذیری ریسک :

خطر یا زیان یک شکست و آثار آن به سه عامل بستگی دارد :

- شدت : ارزیابی و سنجش نتیجه شکست (البته اگر به وقوع بپیوندد)
- وقوع : احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکست ها
- بازبایی : احتمال بازبایی خطر پیش از وقوع شکست امکان پذیر است .

## نمودار ۱ - فرایند انجام FMEA



الگوی شکست بالقوه و آثار آن بر اساس سه عامل مذکور از ۱ تا ۱۰ (پایین به بالا) برای هر یک طبقه بندی می شود که از ضرب سه عامل نمره اولویت ریسک برای هر الگوی شکست بالقوه و آثار آن بدست می آید، آن دسته از الگوهای شکست که دارای بالاترین نمره RPN (Risk Priority Number) هستند، [۴] می بایستی در درجه اول بررسی شوند. اگر شدت طبقه ای ۹ یا ۱۰ باشد صرف نظر از RPN می بایست علت آن بررسی شود. [۵]

## ۶- ده گام یک FMEA:

انواع FMEA اعم از محصول /طراحی و یا فرایند ۱۰ گام ذیل را پس از بخش کاربرگه FMEA طی می کنند:

### کار برگه FMEA:

اطلاعات این برگه به عنوان یک وسیله ارتباط عالی مطرح است و به افراد گروه در زمینه آشنایی با حدود آزادی، نقش ها و مسئولیت هایشان قبل از شروع پروژه کمک موثری خواهد کرد.

### شکل ۳- کاربرگه شروع فعالیت گروه FMEA

شماره FMEA :	تاریخ شروع :
تاریخ پایان:	
اعضای گروه :	
رهبری گروه :	
۱. آیا در همه بخشها نماینده FMEA وجود دارد؟	بله خیر
اقدام :	
۲. آیا در گروه های فرایند و یا محصول افرادی با سطوح علمی مختلف وجود دارند؟	بله خیر
اقدام :	
۳. آیا مشتری در فرایند نقشی دارد؟	بله خیر
اقدام :	
۴. چه کسی صورت جلسات را ثبت و مدارک را تهیه می کند؟	
حدود آزادی گروه FMEA	
۵. گروه ، مسئولیت کدام جنبه از FMEA را بر عهده دارد؟	انجام طرح های اصلاحی
ارائه پیشنهاد برای توسعه و بهبود	تجزیه و تحلیل FMEA
۶. میزان بودجه FMEA چه قدر است؟	

۷. آیا زمان مشخص برای انجام پروژه وجود دارد

۸. آیا افراد گروه محدودیت زمانی دارند؟

۹. دستورالعمل گسترش حدود و آزادی های گروه چیست؟

۱۰. حوزه FMEA چیست؟

۱۱. نتایج FMEA چگونه به دیگران ابلاغ میشود؟ (تعریف مشخص از فرایند یا محصول)

### گام اول : دوره مرور فرایند

برای اطمینان از اینکه همه اعضا ، شناخت یکسانی از فرایند و وظیفه خود دارند گروه باید یک نقشه مهندسی از محصول و یا نمودار جریان گردش امور را در اختیار افراد قرار دهند .

### گام دوم : ایجاد طوفان ذهنی (برخورد افکار ) برای شناسایی الگوی شکست بالقوه

پس از شناخت درست همه افراد گروه از فرایند و یا محصول (برخورد افکار)آنگاه یک جلسه طوفان ذهنی در مورد الگوی شکست بالقوه ای که فرایند صنعتی و یا کیفیت محصول را تهدید می کند برگزار می شود .عناصر ، محصول و یا فرایند اعم از انسان (مشتری) ، روشها ، تجهیزات ، مواد و محیط تمرکز کرده می توانند فهرست کاملی از الگوهای شکست بالقوه را شامل شوند .

از آنجائیکه بسیاری از الگوهای شکست همگون هستند ، بعضی از آنها باید با هم ترکیب شوند . در شکل شماره ۴ هر بخش از فرایند یا قسمتی از یک محصول و عملکرد ویژه آن مشخص شده و الگوهای شکست بالقوه نیز ارائه شده است .

## شکل ۴- کاربرگ تجزیه و تحلیل الگوی شکست بالقوه

محصول/فرایند: دستگاه اطفای حریق  
 گروه FMEA: گروه دستگاه اطفای حریق  
 نام رهبر گروه: کوین (Kevin)  
 شماره FMEA: ۰۱۹  
 تاریخ شروع تحلیل: ۵/۳  
 تاریخ باز بینی مجدد:  
 صفحه ۱ از ۱

نتیجه اقدامات					فرایند FMEA									
RPN	بازیابی	وقوع	شدت	اقدامات انجام شده	مسئول و تکمیل کننده	اقدامات پیشنهاد شده	RPN	بازیابی	کنترل های کنونی	وقوع	علل شکست بالقوه	شدت	الگوی شکست بالقوه	قطعه و عملکرد آن

### گام سوم: فهرست کردن آثار بالقوه هر الگوی شکست

با فهرست نویسی الگوهای شکست بالقوه بر روی فرم جمع آوری اطلاعات، افراد گروه با مرور مجدد، آثار بالقوه آن را نیز در صورت بروز شناسایی می کنند. این مرحله باید به صورت کامل انجام شود. و بهتر است به فرایند به صورت شرطی (اگر - آنگاه) نگاه کرد. یعنی اگر شکست بوجود آید آنگاه اثرات آن چیست؟ گامهای ۴ تا ۶ تعیین کننده درجه شدت وقوع و بازیابی خطر ریسک می باشد که از اهمیت خاصی برخوردارند.

### گام چهارم: اختصاص یک درجه شدت برای هر اثر

درجه بندی شدت، در واقع ارزیابی جدی آثار شکست در صورت وقوع آن می باشد. ارزیابی شدت هر اثر بر اساس آگاهی و خبرگی افراد گروه انجام می شود، چرا که برای ارزیابی شدت اثر، تجربه ای از گذشته وجود ندارد. اگر برای هر الگوی شکست بالقوه چندین اثر وجود دارد، هر اثر باید دارای درجه خودش باشد.



جدول شماره ۱ مقیاس درجه شدت را بر حسب اثر به طور موردی در مورد محصول نشان می دهد .

### جدول ۱ - مقیاس درجه شدت

درجه تأثیر	اثر	ملاحظات
۱۰	خطرناک	هر شکست باعث نارضایتی مشتری و یا کارمند می شود .
۹	جدی	شکست با عدم رعایت قوانین دولتی همراه است .
۸	خیلی زیاد	شکست ، باعث بد کار کردن دستگاه می شود و آن را غیر قابل استفاده می کند .
۷	زیاد	مشتریان به صورت بسیار محسوسی ناراضی خواهند شد .
۶	متوسط	شکست باعث بدکار کردن محصول و یا زیر مجموعه های آن می شود .
۵	کم	نارضایتی مشتریان تأثیر محسوسی در سیستم و یا محصولات خواهند داشت .
۴	خیلی کم	با کمی تغییر در محصول یا فرایند می توان بر شکست غالب شد .
۳	جزیی	شکست باعث ایجاد دردسر برای مشتری می شود . ولی او می تواند بر فرایند یا محصول غالب شود .
۲	خیلی جزیی	شکست ممکن است برای مشتری محسوس نباشد .
۱	هیچ	شکست به نظر مشتری نمی آید ، اما هیچ تأثیری بر محصول و یا فرایند ندارد .

#### گام پنجم : اختصاص یک درجه وقوع برای هر الگوی شکست

بهترین روش سنجش درجه وقوع شکست ، استفاده از داده های فرایندی است که در قالب یک جدول اطلاعاتی ، قابلیت فرایند را نشان دهد . زمانی که داده های واقعی یک شکست وجود ندارد ، افراد بایستی بالاترین درجه وقوع شکست را در نظر بگیرند .

#### گام ششم : اختصاص یک درجه بازیابی برای هر الگوی شکست بالقوه و یا اثر آن

درجه بازیابی ، نشان دهنده احتمال وقوع یک شکست و تأثیر آن می باشد . توجه به این نکته هم ضروری است که اگر کنترل های جاری موجود نباشد احتمال بازیابی بسیار کم است . در نتیجه بهتر است که در ابتدا فهرستی از کنترل های جاری برای تمامی شکست ها و آثار آن تهیه و سپس درجه بازیابی را تعیین کنیم .

گام هفتم: اختصاص نمره اولویت خطر پذیری (RPN) برای هر الگوی شکست

نمره اولویت پذیری با ضرب کردن درجه شدت و درجه وقوع و درجه بازیابی در یکدیگر بدست می آید :

$$RPN = S * O * D$$

مجموع اعداد اولویت خطر پذیری ، از مجموع تمامی اعداد اولویت خطر پذیری به دست می آید . این عدد به تنهایی معنا ندارد ، زیرا هر FMEA شامل اعداد مختلف از الگوی شکست و آثار آن می باشد ، اما فایده آن زمانی مشخص می شود که در زمان تحلیل مجدد ، از RPN نهایی به عنوان محک بر ضد RPN اولیه استفاده می شود .

جدول شماره ۲ ارزیابی وقوع شکست را بر حسب درجه تاثیر و اثر نشان می دهد .

جدول ۲- ارزیابی وقوع شکست

درجه تاثیر	اثر	ملاحظات
۱۰	خیلی زیاد : وقوع خطا حتمی است.	بیش از یک وقوع در یک روز و یا بیش از ۳ واقعه در ۱۰ بار .
۹		هر ۳ یا ۴ روز یک واقعه یا احتمال ۳ واقعه در ۱۰ بار.
۸	زیاد:تعداد زیادی خطا به وقوع می پیوندد.	یک واقعه در ماه و یا یک واقعه در ۱۰۰ بار.
۷		یک واقعه در ماه و یا یک واقعه در ۱۰۰ بار .
۶	متوسط: هر از چند گاهی احتمال شکست وجود دارد .	هر سه ماه یک بار یک واقعه یا ۳ واقعه در ۱۰۰۰ بار.
۵		هر ۶ ماه تا یک سال یک واقعه یا یک واقعه در هر ۱۰۰۰۰ بار .
۴		در هر سال یک واقعه و یا ۶ واقعه در ۱۰۰۰۰ بار .
۳	کم: تعداد خطاها بسیار کم است .	هر یک تا ۳ سال یک واقعه یا ۶ واقعه در ۱۰ میلیون بار.
۲		هر ۳ تا ۵ سال یک واقعه یا ۲ واقعه در یک بیلیون بار .
۱	تقریبا هرگز : وقوع شکست بعید است .	یک واقعه در بیش از ۵ سال و یا بیش از ۲ واقعه در یک بیلیون بار .

جدول ۳- معیار ارزیابی وقوع

درجه تاثیر	اثر	ملاحظات
۱۰	نا معلومی مطلق	محصول بازرسی نشده و یا عیبی که بر اثر شکست به وجود آمده بازرایی نشده است .
۹	خیلی جزئی	محصول ، بر اساس درجه مقبولیت کیفی و نقشه های نمونه بردا ری ، بازرسی و آزاد شده است .
۸	جزئی	محصول ، براساس اینکه هیچ عیبی در نمونه آن وجود ندارد تایید شده است .
۷	خیلی کم (پایین)	محصول ۱۰۰ درصد با دست (بدون دستگاه ) بازرسی شده است .
۶	کم (پایین)	محصول ۱۰۰ در صد با دست بازرسی شده و از روش ارجاع محصول و دیگر روشهای جلوگیری از اشتباه در این زمینه استفاده شده است .
۵	متوسط (میانه )	از SPC در این فرایند استفاده شده و محصول نهایی بازرسی شده است .
۴	متوسط بالا	از SPC استفاده شده و بلافاصله نسبت به رفع موقعیتهای خارج از کنترل اقدام شده است .
۳	بالا	یک برنامه ریزی موثر SPC همراه با فرایندی که قابلیت آن بیش از ۳۳/۱ می باشد ، صورت گرفته است.
۲	خیلی بالا	محصول ۱۰۰ در صد توسط ماشین ( به صورت خودکار ) بازرسی می شود .
۱	تقریبا مطمئن	عیب کاملا مشخص و بازرسی ۱۰۰ در صد خود کار است . این دستگاه ها مرتبا تعمیر و نگهداری می شوند .

جداول شماره های ۳ و ۴ ارزیابی وقوع شکست و معیار ارزیابی وقوع را بر حسب درجه تاثیر و اثر نشان می دهند

گام هشتم : تشخیص اولویت های الگوهای شکست برای هر اقدام لازم

در این مرحله می توان الگوهای شکست را اولویت بندی کرد . اولویت بندی از بالاترین نمره RPN به پایین ترین نمره صورت می گیرد .

### گام نهم : اقدام لازم برای حذف یا کاهش الگوهای شکست بالقوه دارای خطر پذیری بالا

برای حذف و یا کاهش الگوی شکست بالقوه با خطر پذیری بالا می بایستی از روشهای اصولی حل مشکلات استفاده کرد . در وضعیت مطلوب ، الگوی شکست به کلی از بین می رود . نمونه بارز این امر را در شرکتهای نفتی ، سازندگان خودرو و سازندگان پمپ می توان مشاهده کرد . از زمانی که مقرر شد بنزین بدون سرب در خودروها مصرف شود فعالیت گروهی این شرکتها آغاز شد . برای این منظور دهانه باک خودروهایی که بنزین بدون سرب مصرف می کردند آن قدر کوچک شد که فقط سر لوله بنزین بدون سرب وارد آن شود . وقتی الگوی شکست کاملا از بین رفت و درجه وقوع آن به صفر رسید ، عدد RPN نیز خواه نا خواه صفر شد . بهترین روش بهینه دسازى ، کاهش احتمال وقوع شکست می باشد زیرا با کاهش این احتمال نیاز به روش های باز پرسى نیز کم خواهد شد .

جدول شماره ۴ فهرستی از اقدامات لازم برای کاهش شدت وقوع بازرسی را توضیح می دهد .

#### جدول ۴ - اقدامات مشخص برای کاهش وقوع نقص ها

شدت	وقوع	بازیابی
وسائل ایمنی شخص ( مثال : کلاه ایمنی ، پوشش صورت ، دستکش های که سوراخ و پاره نمی شوند ، بلند و پوشش کنار شیشه ایمنی )	بالا بردن Cpk توسط طراحی آزمایش و تغییر در ابزار .	کنترل آماری فرایند برای نظارت بر فرایند و شناسایی آن در صورتی که از کنترل خارج شود .
ایست های ایمنی ، خاموشی برق و ایمنی به دلیل فوریت .	تمرکز بر بهبود مستمر و حل مشکلات .	کسب اطمینان از اینکه ابزارهای اندازه گیری صحیح کار میکنند و به طور مرتب میزان میشوند .
استفاده از مواردی مانع شیشه های ایمنی که اگر بیفتند باعث جراحت نمی شوند .	کاربرد ساز و کارهایی که یک محصول و یا فرایند با استفاده از آنها فعالیت خود را آغاز می کند . برای مثال بعضی از ماشینهای چمن زنی دسته ای دارند که فقط با فشار دادن آن ، دستگاه کار می کند .	استفاده از کدهای شکل مانند و طارنگی که کارکرد خوب و یا بد کار کردن یک قطعه را به کارگر گوشزد کنند .

## گام دهم : محاسبه RPN پس از کاهش و یا از بین بردن آثار الگوهای شکست بالقوه

در هر فرایند که طی آن اقداماتی در زمینه شکست ها انجام شود ، کاهش زیادی در RPN اولیه نیز ایجاد می شود . در غیر اینصورت اقدام انجام شده ، شدت ، احتمال وقوع و یا بازیابی را نیز کاهش نمی دهد . RPN بدست آمده را می توان بر روی نمودار با RPN اولیه مقایسه کرد . به این ترتیب ، تمامی RPN های قبل و بعد از فرایند و یا محصول می توانند با یکدیگر مقایسه و تفاوت بین آنها نمایان شود . پس از اجرای FMEA حدود ۵۰ درصد کاهش در مجموع RPN ها ایجاد می شود . این عدد همواره ثابت نیست و مقدار آن به گروه FMEA و نوع فعالیت های سازمان بستگی دارد . [۵]

از آنجا که الگوهای شکست بالقوه همواره وجود دارند ، هر سازمان باید از حد و مرز خطر پذیری خود آگاه باشد البته میزان خطر پذیری به سیاستهای هر سازمان و حدود جدی بودن شکست بستگی دارد . جدول شماره پنج نمونه کاربرگ تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن را برای فرایند دستگاه اطفای حریق به صورت نمونه موردی نمایش می دهد .

جدول ۵: کاربرگه تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن

نتیجه اقدامات					فرایند FMEA										
RPN	بازیابی	وقوع	شدت	اقدامات انجام شده	مسئول و تکمیل کننده	اقدامات پیشنهاد شده	RPN	بازیابی	کنترل های کنونی	وقوع	علل شکست بالقوه	شدت	آثار بالقوه شکست	الگوی شکست بالقوه	نام قطعه
۱۲۰	۰۶	۰۲	۱۰	استفاده از شلنگ غیر حساس به حرارت	Kevin ۴/۱	استفاده از شلنگ غیر حساس به حرارت	۳۰۰	۰۰۶	مواد بسته بندی پوشش دار	۰۵	در معرض گرما و سرما	۱۰	گرفتگی شلنگ	ترکها	شلنگ
۱۶۰	۰۴	۰۵	۰۸	نصب حفاظ روی شلنگ برای جلوگیری از سوراخ شدن آن	k.c. ۴/۱۵	استفاده از محافظ بر روی شلنگ	۲۵۶	۰۴	عدم استفاده از اشیای برنده در زمان کار شیلنگ	۰۸	خسارت به شلنگ زمان ساخت	۰۸	فشار کم تخلیه	سوراخها	
۱۸۰	۰۳	۰۶	۱۰	تدوین دستور العمل های جدید برای ساخت دستگاه	Tyler 3/15		۱۸۰	۰۳	آزمایش بازرسی شلنگ و فشار هوا	۰۶	وجود جسم خارجی در آن	۱۰	عدم تخلیه	گرفتگی	
۱۲۰	۰۲	۰۶	۱۰				۱۲۰	۰۲	بررسی موجودی رنگ توسط رایانه	۰۶	کمبود رنگ	۱۰	ضعیف شدن ماده و ترکیب در اثر زنگ زدگی	رنگ نابرابر	محفظه
۱۸۰	۰۶	۰۳	۱۰	تدوین دستور العمل های جدید برای ساخت دستگاه	Tyler 3/15	جلوگیری از خشک شدن رنگ بر روی دستگاه	۳۶۰	۰۴	بررسی مرتب دهانه دستگاه رنگ کننده	۰۹	گرفتگی دستگاه اسپری رنگ در محل	۱۰			
۱۸۰	۰۶	۰۳	۱۰	استفاده از دستگاه مخصوص برای جابجایی محفظه	Kevin ۴/۱	طراحی یک دستگاه مخصوص برای جابجایی محفظه	۶۰۰	۰۶	قرار دادن پوشال بر روی زمین	۱۰	افتادن در محفظه	۱۰	ضعیف بودن فلز و انفجار احتمالی	فرورفتگی محفظه	
۴۸	۰۲	۰۳	۰۸				۴۸	۰۲	قرار دادن استاندارد مخصوص	۰۳	تغییر در نوع چسب	۰۸	لیز خوردن محفظه	عدم نصب صحیح بر چسب	
۱۴۰	۰۴	۰۵	۰۷				۱۴۰	۰۴	کنترل آب و هوا در کارخانه	۰۵	رطوبت زیاد	۰۷	خوانا نبودن دستورات		
۶۴	۰۲	۰۴	۰۸	تحويل کار به کسی که آن را بهتر انجام می دهد .	shane 4/1	بازرسی ۱۰۰در صد دستگاههای آماده تحويل برای جلوگیری	۳۵۰	۰۵	بازرسی اتفاقی دستگاه	۰۷	درست میزان نشدن دستگاه تشخیص	۱۰	پر شدن زیاد از حد محفظه	تشخیص نا صحیح	دستگاه تشخیص دهنده شارژ

						از لبریز نشدن					شارژ			
۹۶	۰۴	۰۳	۰۸				۹۶	۰۴	بازرسی اندازه سوزن	۰۳	ضعیف بودن	۰۸	بد کار کردن دستگاه شارژ	شکستگی کریستال
۱۴۰	۰۲	۰۷	۱۰				۱۴۰	۰۲	بازرسی اندازه سوزن	۰۷	افتادن سوزن بدلیل کوچکی بیش از حد	۱۰	بخالی شدن محفظه در اثر خارج شدن تدریجی مواد	عدم وجود سوزن ایمنی
۴۰	۰۱	۰۱	۱۰	استفاده تهیه کننده از ماده زینک	Kevin 4/1	تغییر به ماده ضد زنگ	۴۵۰	۰۹	استفاده از مواد ضد زنگ	۰۵	زنگ زدگی دسته	۱۰	عدم توانایی مصرف کننده	کار نکردن دسته
مجموع RPN های حاصله							۴/۳۲۲	مجموع RPN ها قبل از اقدامات						
۱/۶۳۳														

با توجه به اینکه ارزیابی عملکرد فرایند مدیریت ریسک از الزامات سازمان ها و سیستمهای مدیریت HSE میباشد لذا شناسایی دقیق این شاخص های کلیدی باید با روش و اصول مشخصی انجام پذیرد تا ضمن به حداقل رساندن آثار بالقوه شکست ، ریسک کمتری را به تبع آن مجموعه متحمل شود. [۷]

#### ۷- نتیجه گیری :

تعریف فرایند و استفاده از روش سیستماتیک تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن (FMEA) در شناسایی موثر و صحیح کنترل های جاری به طور کامل در سیستم عمل کرده و سازمان ها و صنایع با استفاده از این ابزار میتوانند ضمن صرفه جویی های اقتصادی و شناخت شاخص های کلیدی عملکرد HSE نسبت به بهبود آنها اقدام نمایند .

نتایج ارزیابی ریسک به صورت FMEA سبب تسهیل موارد ذیل نیز می گردد :

- ارزیابی امکان سنجی یک فعالیت پیشنهادی براساس انطباق با معیارهای انتخاب از پیش تعیین شده.
- اولویت بندی فرصت های مربوط به بهبود
- تعیین الزامات پایش نظیر پایش تماس با مواد شیمیایی و برون ریزهای فرایند .
- تعیین عملیات مجاز مانند عملیات همزمان
- تعیین نیاز به اقدامات ویژه برای پیشگیری ، کاهش یا بازیابی