

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

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

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

مقدمه

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

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

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

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

■ مفاهیم و تعاریف و اصطلاحات:

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

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

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

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

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

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

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

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

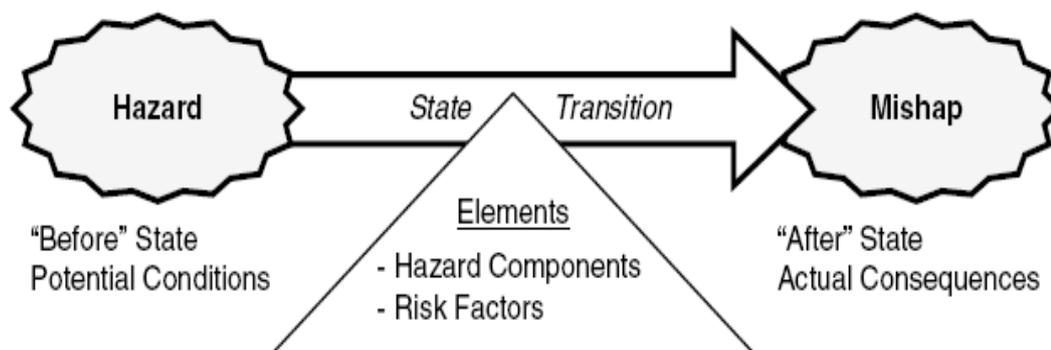
به منظور طراحی ایمن، مخاطرات باید حذف شوند یا کاهش یابند. شناسایی مخاطره عملکرد حیاتی ایمنی سیستم است. بنابراین درک درست و درک تئوری مخاطره حیاتی است. تجزیه و تحلیل مخاطره پایه اصولی ایمنی سیستم است. تجزیه و تحلیل مخاطره برای شناسایی مخاطرات، اثرات و عوامل علی مخاطره انجام می گیرد. تجزیه و تحلیل مخاطره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

تئوری مخاطره

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

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

Hazard-mishap relationship



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

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

واقعه ناگوار نتیجه فوری مخاطرات واقعی است.

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

۱- مجموعه ای از اجزای مخاطره

۲- ریسک واقعه ناگوار در درون اجزای مخاطره

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

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

مخاطره متشکل از سه جزء اساسی است:

عنصر مخاطره آمیز (HE) Hazardous Element

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

انرژی مخاطره آمیز نظیر مواد منفجره مورد استفاده در سیستم

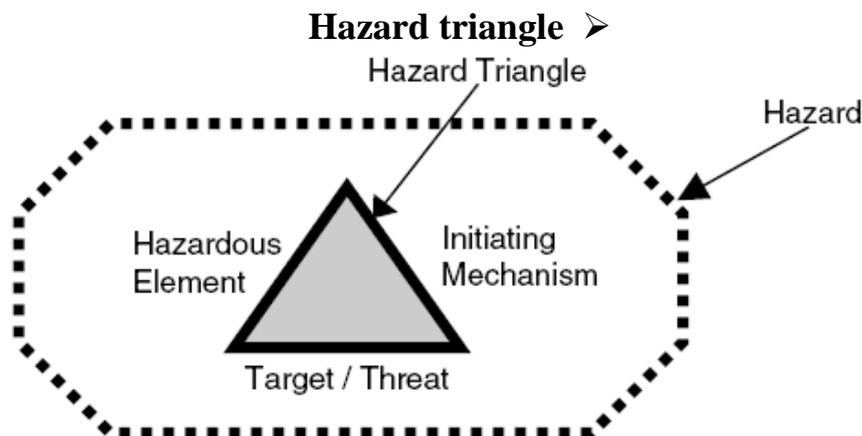
مکانیسم شروع کننده (IM) Initiating Mechanism

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

هدف/تهدید (T/T) Target and Threat

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

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



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

■ جایگاه و هدف شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک

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

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

• کاربردهای ارزیابی ریسک

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

• زمان مناسب برای ارزیابی ریسک

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

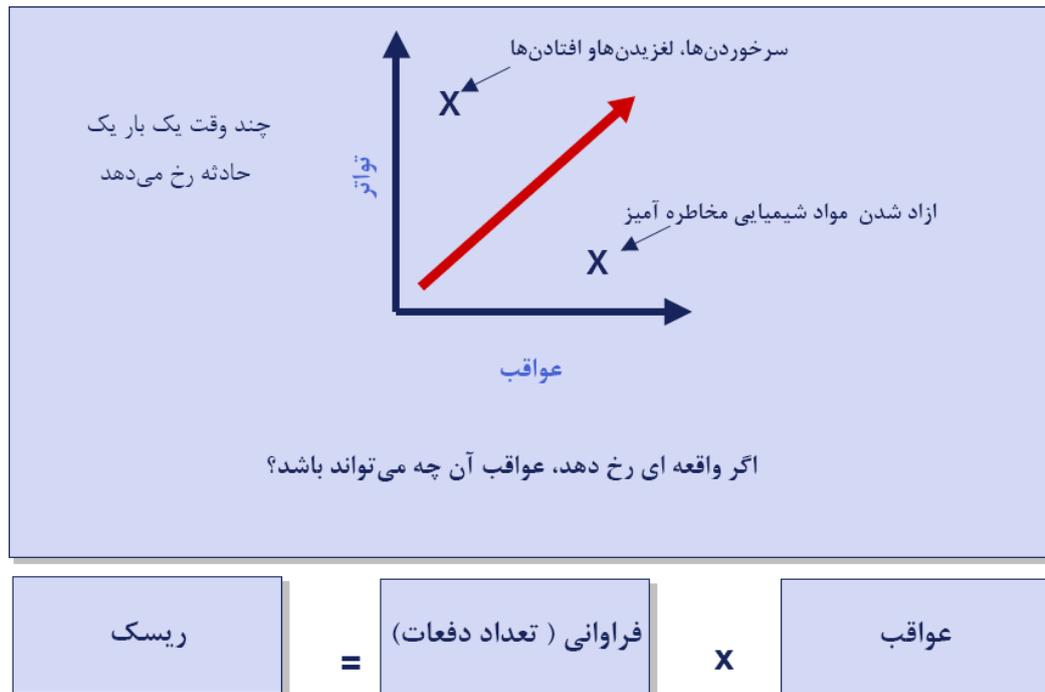
• تعریف ریسک

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

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

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

C : پیامد واقعه



• آنالیز ریسک Risk Analysis

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

• ارزیابی ریسک Risk Assessment

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

• حذف ریسک Risk Elimination

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

• اصلاح ریسک Risk Modification

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

استفاده از مقررات، آیین نامه ها، روش های اجرایی و قوانین امکان پذیر است. آموزش، تعلیم و نظارت همه جانبه از روش های ارزشمند اصلاح ریسک به شمار می آیند.

• تحمل ریسک Risk Tolerance

مدیران بایستی نسبت به قابل تحمل شدن ریسک، تصمیم بگیرند. گاهی اوقات ما ریسک را اصلاح می کنیم به طوریکه به کمتر از حد قابل تحمل می رسد و گاهی اوقات به سادگی نمی توانیم ریسک را در حد قابل تحمل، اصلاح کنیم. مدیران باید در مورد قابل تحمل بودن ریسک ها هوشیار باشند.

• ابلاغ ریسک Risk Communication

عبارتست از ابلاغ نتایج ریسک به مراجع تصمیم گیری و مردم. درک ریسک به شدت بر نوع و سطح ریسک قابل قبول موثر است. اعتراضات عمومی بشدت بر تصمیم گیریها تاثیر می گذارند لذا اطلاع رسانی درباره ریسک باید بعنوان بخش مکمل مدیریت ریسک در نظر گرفته شود.

انتقال ریسک

حتی با بکارگیری بهترین اقدامات جهت اصلاح ریسک در سازمان، درمی یابیم که هنوز با ریسک مالی قابل توجهی مواجه هستیم. بیمه یک روش انتقال برخی ریسک ها است. روش دیگر انتقال ریسک استفاده از قراردادهای پیمانکاری است. به عنوان مثال می توان به استفاده از اتومبیل های کرایه ای اشاره کرد.

• مدیریت ریسک Risk Management

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

مدیریت ریسک به عنوان مجموعه ای از فعالیتها به همراه استفاده از منابع به منظور کنترل و نظارت بر سیستم مورد مطالعه و با هدف کنترل ریسک و آثار آن به کار می رود. مدیریت ریسک به منظور کاهش خطرات بالقوه ناشی از وقوع مخاطرات مرتبط با ریسک های منتسب به هر کدام از جنبه های مدیریت یک سیستم مورد استفاده قرار می گیرد.

ارزیابی ریسک یک فرآیند جمع آوری اطلاعات برای اتخاذ تصمیمات علمی و شفاف برای تعیین سطح ریسک مربوط به یک خطر است. در واقع ارزیابی ریسک 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.

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

■ تشریح متدولوژی ریسک

محاسبه و اندازه گیری مقدار ریسک:

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

معیار ارزیابی ریسک

در این روش ارزیابی ریسک براساس چهار عامل زیر صورت می گیرد.

۱. تماس (Exposure)

۲. احتمال (Likelihood)

۳. شدت (Severity)

۴. احتمال کشف خطر (Detection)

میزان تماس Exposure

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

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

احتمال خطر (تواتر) , Likelihood / Frequency Probability,

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

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

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

شدت خطر – Severity

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

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

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

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

رتبه ریسک (اولیه) (Risk Score)

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

یعنی:

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

نرخ احتمال کشف خطر (Detection)

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

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

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

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

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

ماتریکس ارزیابی خطر

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

مراحل ارزشیابی و مدیریت ریسک



مراحل ارزشیابی ریسک

- پیش بینی ریسک
- شناسایی ریسک
- ارزیابی اولیه ریسک
- اندازه گیری ریسک
- ارزشیابی ریسک
- کنترل ریسک

یک ارزیابی ریسک مناسب و کافی بایستی:

- پیامدهای ممکن یک رخداد را تجزیه و تحلیل کند
- ریسک های مهم را شناسایی کند شانس وقوع پیامد را ارزیابی نماید
- اساس قضاوت برای قابل تحمل بودن یا قابل تحمل نبودن پیامد باشد
- اطلاعاتی را جهت تصمیم گیری و اولویت بندی ارائه نماید

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

ارزیابی ریسک چه وقت؟

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

ملاحظات برای انجام یک ارزیابی ریسک

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

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

الزامات ارزیابی ریسک :

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

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

۷. مستند سازی نتایج

۸. سیستم پیگیری

تیم مدیریت ریسک فرایند

۱. نماینده مهندسی ایمنی و بهداشت

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

۲. نماینده واحد مهندسی

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

۳. نماینده واحد فن آوری یا R&D

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

۴. نماینده بی طرف

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

۵. نماینده واحد عملیاتی یا تولید

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

۶. نماینده تعمیر و نگهداری

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

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

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

مراحل انجام آنالیز ریسک

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

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

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

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

۲- شناسایی خطرات و دلایل پیدایش آنها

دومین مرحله شناسایی خطرات و دلایل پیدایش آنها است.

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

خطرات را می توان به هفت دسته کلی تقسیم کرد:

۱. خطرات مربوط به کارخانه و تجهیزات

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

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

بطور کل، انواع مخاطرات در محیط کار عبارتند از:

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

شناسایی خطرات

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

برخی از روش های شناسایی خطرات را می توان در دو فاز به قرار ذیل فهرست کرد. در شناسایی خطرات لازم است دو مرحله زیر طی گردد:

فاز اول شامل شامل تهیه و مطالعه موارد زیر:

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

۶. روش‌ها و برگه‌های عملیاتی Work procedures

فاز دوم شامل استفاده از روشهایی برای شناسایی خطرات:

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

۳- ارزیابی خطرات

سومین مرحله ارزیابی خطرات است.

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

۴- کنترل مخاطرات و ریسک

چهارمین مرحله آنالیز خطر انجام اقدامات کنترلی و اصلاحی است.

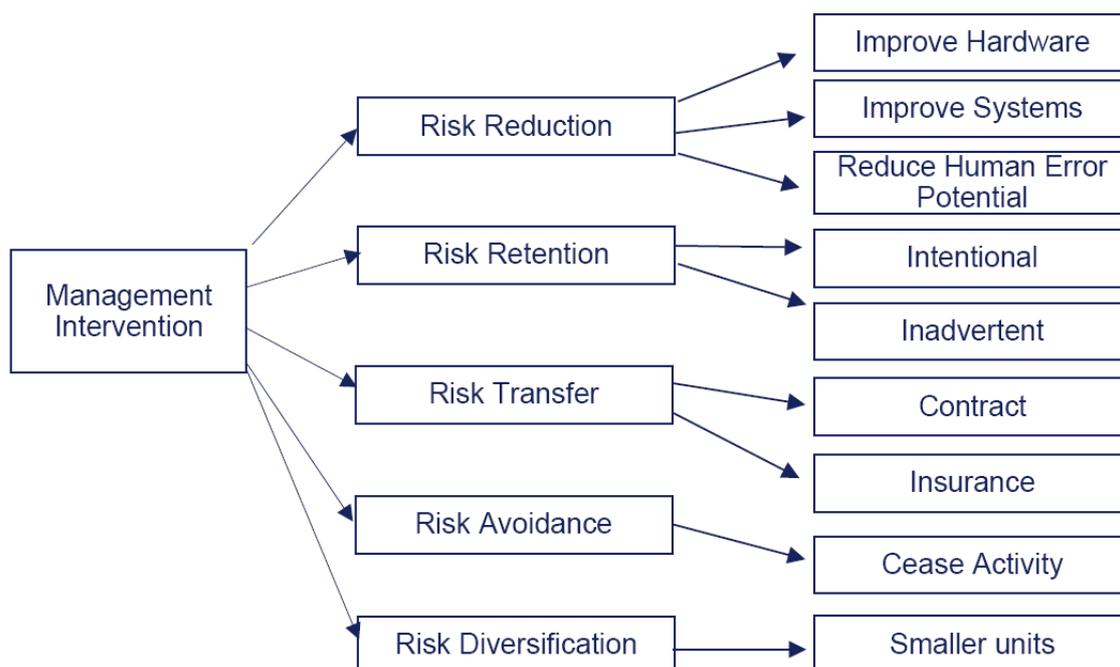
آخرین مرحله ارزشیابی اثربخشی برنامه های کنترلی است.

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

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

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

انواع دخالت های مدیریتی



با توجه به گام های شناسایی و ارزیابی مخاطرات، برای کنترل مخاطرات رویکردهای اساسی سه گانه زیر وجود دارد که عبارتند از:

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

بطور کل اقدامات کنترلی در سه حوزه تقسیم بندی میشود:

- کنترل های مهندسی
- کنترل های اداری و اجرایی
- استفاده از وسایل حفاظت فردی

۲- روشهای آنالیز و مشخص کردن ریسک

انواع روش های ارزیابی ریسک

◆ ریسک های ایمنی Industrial Risk Assessment

◆ ریسک های بهداشت حرفه ای Occupational Health Risk Assessment

◆ ریسک‌های زیست‌محیطی Environmental Risk Assessment

◆ ریسک‌های عمومی General Risk Assessment

◆ ریسک‌های مالی Financial Risk Assessment

◆ ریسک‌های قابلیت اعتماد Reliability Risk Assessment

◆

روشهای آنالیز و مشخص کردن ریسک

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

۱. What-if analysis

۲. Checklist analysis

۳. What-if/checklist analysis

۴. Hazard and operability study (HAZOP)

۵. Failure mode and effects analysis (FMEA)

۲. آنالیز نیمه کمی ریسک

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

• عوامل موثر بر انتخاب روش ارزیابی ریسک

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

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

۱- مسایل اجتماعی

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

۲- مسایل اقتصادی

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

۳- توانایی‌های فنی

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

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

۴- توانایی‌های زمانی

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

▪ کنترل ریسک

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

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

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

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

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

مهم این است که قبل از اجرای هر اقدام برای کاهش ریسک ، باید مجدداً مورد ارزیابی قرار گیرد، تا معلوم شود که میزان کاهش چقدر بوده است و آیا در حد انتظار و قابل قبول است یا خیر؟
پس از اجرای این راه حل ها ، شکل ماتریس ریسک تغییر کرده و تعداد خطرهای موجود در بخش ریسک های غیرقابل قبول مرتباً کم می شود.

▪ سلسله مراتب اقدامات کنترلی

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

۱- حذف Elimination :

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

۲- جایگزینی Substitution :

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

۳- کنترل های مهندسی Engineering controls :

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

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

پس از انجام اقدامات فوق الذکر ، جهت رعایت نکات ایمنی ، اقدام به اجرای کنترل های مدیریتی می گردد، از قبیل نصب علائم هشداردهنده ، نصب دستورالعمل های ایمنی و نیز برگزاری دوره های آموزشی.

۵- تجهیزات حفاظت فردی Personal Protective Equipment :

استفاده از اقلام حفاظت فردی ، بعنوان آخرین راه حل توصیه می گردد و در شرایطی نیز علاوه بر اجرای اقدامات فوق الذکر و در جهت افزایش ضریب ایمنی ، بکار گرفته می شود.

■ روش های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک :

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

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

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

• روش های کمی

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

و معمولاً می بایست با استفاده از برخی جداول خاص با توجه به تکنیک ارزیابی ریسک و وزن گذاری، مقادیر کیفی را به مقادیر کمی تبدیل کرد.

• روش های کیفی

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

■ تکنیک تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی Job Safety Analysis

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

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

• ضرورت اجرای JSA:

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

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

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

• نکات کلیدی:

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

- ۲- کارکنان را مطمئن سازید که هدف JSA ایمن تر نمودن شغل از طریق شناسایی خطرات موجود در آن و ایجاد اصلاحات لازم می باشد .
- ۳- مطمئن شوید که کارکنان JSA را به عنوان ارزیابی شغل قبول کرده اند نه فرد .
- ۴- شغل ها را در طی ساعات معمول و شرایط طبیعی کار مورد بررسی قرار دهید . برای مثال اگر بطور روتین ، کار در طول شب انجام می شود JSA را در شب انجام دهید .

• مراحل اجرای JSA

○ مرحله اول: انتخاب شغل مورد نظر برای آنالیز:

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

مهمترین فاکتورها در فرآیند اولویت بندی مشاغل جهت اجرای JSA :

- ۱- آمار حوادث و بیماری ها
- ۲- غیبت های ناشی از کار
- ۳- وجود نشانه هایی از مواجهه با عوامل زیان آور
- ۴- پیامد شدید
- ۵- مشاغل تغییر یافته
- ۶- مشاغل غیرروتین

○ مرحله دوم : شکستن شغل به وظایف تشکیل دهنده

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

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

○ مرحله سوم : شناسایی مراحل انجام یک وظیفه

مراحل اجرای وظیفه، به ترتیب اجرای آن شناسایی و ثبت می شود.
برای شناسایی مراحل آن، می توان از نحوه انجام فعالیت توسط اپراتور، فیلم برداری نمود.

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

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

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

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

○ **مرحله ششم:** ابلاغ به کارکنان

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

ایمنی، تدوین و به کارکنان ابلاغ می گردد.

نمونه فرم تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی (JSA)

نام واحد	عنوان شغل	وظیفه	تاریخ انجام/بازنگری	بررسی کننده

مراحل انجام کار	خطرات احتمالی	اقدامات کنترلی

• مزایا و محاسن تکنیک JSA

- ۱- شناسایی خطرات مشاغل
- ۲- توسعه بهترین روش انجام کار
- ۳- بهبود کارایی و بهره وری
- ۴- آموزش گام به گام انجام یک کار
- ۵- کاهش جراحات و آسیب ها ناشی از تلاش بیش از حد
- ۶- تعیین ابزارها و تجهیزات مورد نیاز برای انجام کار
- ۷- مشارکت افراد و امکان استفاده از تجارب آنها
- ۸- مشارکت منجر به مقبولیت می شود
- ۹- مقاومت نسبت به موضوع کم می شود
- ۱۰- موجب سهولت کار می شود
- ۱۱- بر سرعت کار می افزاید
- ۱۲- از کارهای تکراری جلوگیری می شود
- ۱۳- ضریب خطا در تصمیم گیری کاهش می یابد
- ۱۴- باعث ایجاد شخصیت مثبت در فرد می شود
- ۱۵- باعث صرفه جویی در زمان می شود
- ۱۶- ...

• نکات مهم در خصوص JSA:

- JSA یک روش شناسایی خطر می باشد . جهت ارزیابی ریسک ، می بایستی از روش دیگر استفاده گردد .
- JSA برای تهیه دستورالعمل های ایمنی، بسیار مناسب است .

■ تکنیک ویلیام – فاین William - Fine

در این تکنیک با در نظر گرفتن هزینه‌ها، اقدامات اصلاحی برای کنترل خطرات پیشنهاد می‌گردد. از خصوصیات این روش دخالت دادن هزینه‌ها جهت بررسی قابل توجیه بودن کنترل‌ها می‌باشد.

فاکتورهایی که در این روش استفاده می‌شوند عبارتند از:

■ میزان شدت (Consequence)

رتبه ریسک	$R=C*P*E$
-----------	-----------

■ میزان احتمال (Probability)

■ میزان تماس (Exposure)

از رتبه ریسک (R)، جهت اولویت بندی و طبقه بندی ریسک‌ها استفاده می‌گردد.

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

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

J = COST JUSTIFICATION VALUE میزان هزینه قابل توجیه

CF = COST FACTOR ضریب هزینه

DC = DEGREE OF CORRECTION VALUE درجه میزان اصلاح

از فرمول فوق می‌توان نتیجه گرفت که از تقسیم رتبه ریسک بر حاصل ضرب ضریب هزینه و درجه میزان اصلاح

، می‌توان قابل توجیه بودن هزینه جهت کاهش ریسک را محاسبه نمود. معیارهای به کار رفته برای تصمیم‌گیری

قراردادی می‌باشند. برای مثال می‌توان از حالت زیر استفاده نمود:

هزینه قابل توجیه می‌باشد	$J > 10$
هزینه قابل توجیه نمی‌باشد	$J < 10$

با به کارگیری این تکنیک، نهایتاً "با استفاده از فاکتورهای به دست آمده برای شدت، احتمال، و میزان مواجهه با

خطر، عدد ریسک به دست می‌آید و با استفاده از ضرایب ذکر شده، توجیه اقتصادی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

■ روش تحلیل مقدماتی خطر (Preliminary Hazard Analysis (PHA)

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

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

- شناسایی خطرات بالقوه و رویدادهای اتفاقی که ممکن است به بروز حادثه ای منجر شود.

- رده بندی رویدادهای شناسایی شده بر حسب ریسک آنها

- تعیین کنترل های لازم برای خطرات و شناسایی اقدامات اصلاحی

آنالیز مقدماتی خطر ترجیحاً یک آنالیز اولیه ایمنی بر روی سیستم، محصول یا سازمان بوده و اهداف عمده آن عبارتند از:

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

- مناطق بالقوه مشکل آفرین مرتبط با بخشهای سخت افزاری، نرم افزاری یا فصل مشترک آنها ،
- الزامات دستورالعملی یا طراحی ایمنی ،
- الویت بندی فعالیت های ایمنی ،
- موارد نیازمند به آزمون ، تجزیه و تحلیل بیشتر یا مطالعات توازن ،

■ تکنیک آنالیز حالات بالقوه شکست و آثار آن

Analysis Failure Modes & Effects (FMEA)

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

■ مزایای انجام FMEA عبارتند از :

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

■ مراحل انجام FMEA

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

۷- تعیین ضریب احتمال وقوع

۸- تعیین ضریب کشف خطر

۹- محاسبه عدد اولویت ریسک ($RPN = Risk Priority Number$) = ریسک موجود

۱۰- تصمیم گیری در خصوص پذیرش ریسک

۱۱- ارائه اقدامات اصلاحی پیشنهادی برای ریسک های غیرقابل قبول

۱۲- محاسبه مجدد $RPN =$ ریسک باقیمانده

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

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

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

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

FMEA در هر یک از شرایط زیر اجرا میشود:

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

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

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

میگیرد. Carry Over Designs/Processes.

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

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

ب- حالات خرابی چه تاثیری بر مشتری خواهند داشت؟

پ- اثر خرابی چه شدتی دارد؟ (عدد شدت)

ت- علل بالقوه خرابی کدامند؟

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

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

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

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

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

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

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

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

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

محصولی بی عیب و قابل رقابت روانه بازار میکنند.

نمونه فرم FMEA

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

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

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

▪ تغییر در طراحی

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

▪ استفاده از تجهیزات ایمنی در سیستم

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

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

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

▪ پذیرش ریسک

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

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

معمولا در کنترل و حذف عوامل حادثه از یک روش خاص به تنهایی استفاده نمی شود و با توجه به نتایج ارزیابی از راههای مختلف ، جهت حل مشکل و بهبود شرایط ، استفاده می شود .

▪ اجرای اقدامات ایمنی و پیگیری ارزیابی

برنامه های ایمنی تلاش دارند تا به نزدیک ترین شکل ممکن به قابلیت اعتماد صد در صد دست یابند و پس از اجرایی شدن و با بررسی و ارزیابی خروجی ها بصورت مدام اقدامات اصلاحی جهت ارتقاء صورت گیرد .

■ تکنیک HAZOP

- تعریف HAZOP: HAZOP یک روش کیفی برای شناسایی خطرات مرتبط با فرآیند، انسان و ماشین است.
 - HAZOP به کمک کلمات راهنما، انحرافات مربوط به عملکرد پارامترها را شناسایی و مورد تجزیه تحلیل قرار می دهد .
 - این تکنیک، شناسایی خطرات را با استفاده از گروه متخصصان و طوفان ذهنی (Brain Storming) شروع می کند و در پی کشف علل و اثرات خطرات بالقوه است.
 - بطور کلی چهار نوع HAZOP وجود دارد.
- ۱- HAZOP فرآیند (Process):
- رویه کلی این نوع HAZOP بر مرور فرآیندها و دیگرامهای 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 رابطه انسان و ماشین است. این نوع HAZOP خطاهای زیر را پوشش میدهد:
 - خطاهای مربوط به طراحی و نحوه استفاده ابزارآلات و کامپیوترها
 - خطاهای مربوط به تعیین نقش کارگر و صلاحیت کاری آن در سیستم
 - خطاهای مربوط به روابط کاری و انسانی.
- ۳- HAZOP رویه های (Procedure): این نوع HAZOP رویه ها و توالی های عملیاتی را مورد بازنگری قرار میدهد. HAZOP رویه های هم بر خطاهای انسانی و هم بر سیستم های فنی تمرکز دارد.
- ۴- HAZOP نرم افزاری (Software)
- این نوع HAZOP برای شناسایی خطاهای ممکن بالقوه در توسعه نرم افزارها کاربرد دارد.

■ اهداف HAZOP:

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

■ مراحل انجام HAZOP

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

• اعضاء گروه HAZOP :

- اعضاء گروه باید آموزش های لازم را جهت مطالعه HAZOP دیده باشند.
- اعضاء گروه باید توانایی فهم خطرات بالقوه فرآیند و روش های استاندارد آن صنعت را برای کنترل این خطرات داشته باشند.

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

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

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

انتخاب کلمات راهنما: (Guide Word)

- کلمات راهنمای انتخاب شده باید متناسب با پارامترهای مهم فرآیند (مثل جریان، دما، فشار و ...) و همچنین دیگر عملیات سیستم (مثل روشن شدن یا خاموش شدن دستگاه، تست کردن، نگهداری و ...) باشد.
- در ادامه نمونه‌هایی از کلمات راهنما HAZOP فرآیند و انسان و رویه شرح داده می‌شوند:
- کلمات راهنما HAZOP فرآیند:

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

• کلمات راهنمای HAZOP انسان:

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

• کلمات راهنما برای HAZOP رویه:

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

• مراحل انجام HAZOP

• تعیین انحرافات پارامتر:

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

• اثرات باید در اهداف مطالعه **HAZOP** معین شده باشند. اما **HAZOP** یک روش کیفی است و از این بابت کاملاً متکی به تجزیه و دانش اعضاء گروه است.

• در صورتیکه به دلیل اطلاعات ناقص، نتوان راجع به مهم بودن اثرات تصمیم‌گیری کرد باید اقدامات مضاعفی فراهم شود تا این ابهام رفع گردد. این اقدامات می‌بایست مستند شود و از آن گزارش تهیه گردد.

• پیشنهاد اقدام اصلاحی:

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

• پایان HAZOP:

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

• اما هیچگاه نباید کار را تمام شده پنداشت. رهبر گروه باید دائماً در پی بهبود مستمر فرآیند **HAZOP** باشد. کامپیوتری کردن تکنیک به منظور دسترسی سریع‌تر و به روزتر اعضاء به اطلاعات، همچنین توجه بیشتر به فعالیت‌های طوفان ذهنی، بکارگیری چک لیست‌های علل ممکن مشکلات، توجه به فاکتورهای انسانی و کمک گرفتن از مدیریت برای تصمیم‌گیری بهتر اقداماتی در جهت بهبود مستمر فرآیند **HAZOP** است.

• برگه چک لیست HAZOP

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

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

جلسات HAZOP

- قبل از تشکیل جلسات می بایست ضوابط مربوط به زمان (تواتر)، مکان و شرکت کنندگان معین و در روش اجرایی **HAZOP** قید گردد.
- از اختیارات رهبر گروه این است که در صورتیکه یکی از اعضاء اصلی گروه غایب بود جلسات و حتی مطالعه را به تعویق بیندازد تا زمانیکه آن شخص برگردد و یا جایگزینی برای آن در نظر گرفته شود.
- یکی از افراد حاضر در جلسه منشی گروه است که وظایف زیر را به عهده دارد.

- آماده کردن برگه های **HAZOP**

- ثبت بحث ها در جلسات **HAZOP**

- تدارک پیش نویس گزارش جلسه

- دستور جلسه **HAZOP** می تواند به شکل زیر باشد:

- معرفی و شناساندن اعضاء و دیگر شرکت کنندگان

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

- بررسی اقدامات اصلاحی گذشته و پیگیری وضعیت آن

- ارائه عملیات یا گره ای که قرار است مورد مطالعه **HAZOP** قرار گیرد.

- آنالیز عملیات با روش بیان شده

- جمع بندی موارد ارزیابی شده

گزارش HAZOP:

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

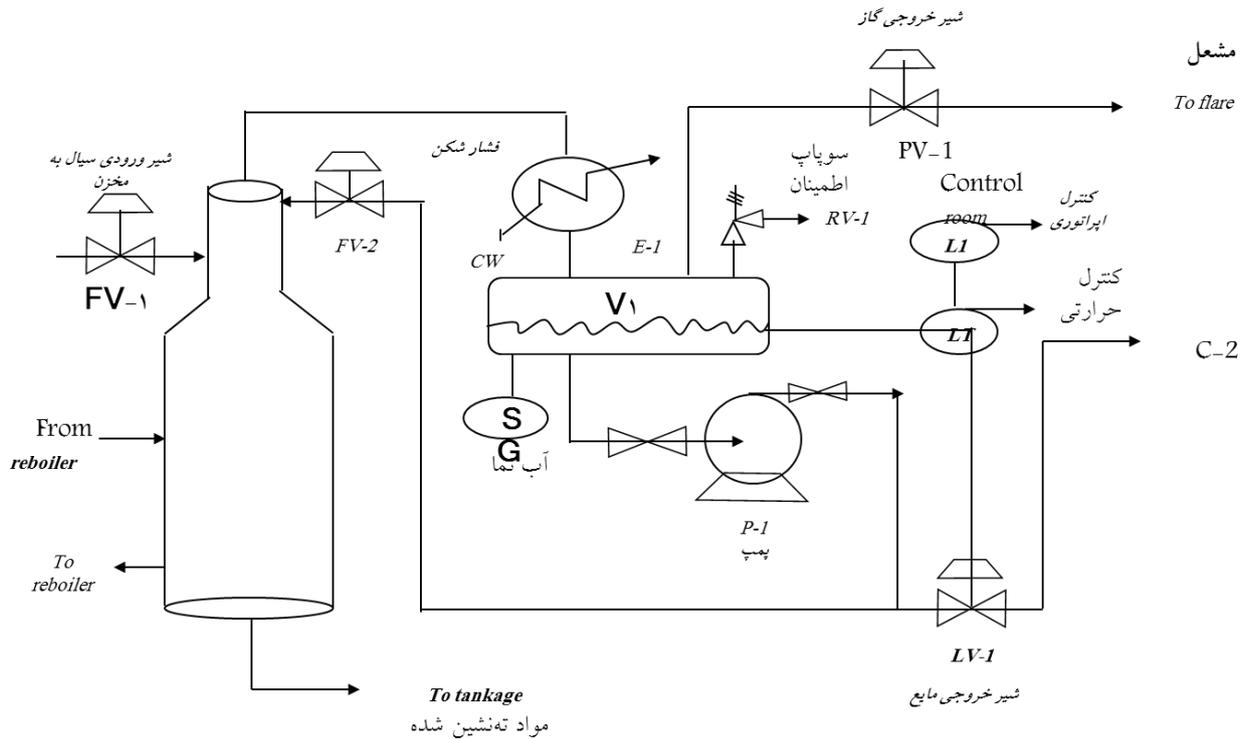
مزایای HAZOP:

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

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 اپراتورها، 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.

• یک مثال برای HAZOP فرآیند:



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

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

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

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

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

۱- قرار دادن بشکه روی هم تا سه ردیف

۲- نگهداری بشکه ها در دمای مطلوب

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست

۲	۱- مقدمه
۳	۲- اهداف
۵	۳- کلیات
۷	۴- مفاهیم قانونی، مسئولیتها و وظایف کلی
۹	۴-۱ رعایت حقوق دیگران
۱۰	۴-۲ حق دانستن
۱۰	۴-۳ کاهش ریسک
۱۰	۴-۴ اصل احتیاط
۱۱	۴-۵ مسئولیت در قبال نسل های آینده
۱۲	۵- کدهای بین المللی در شناسایی مواد شیمیایی
۱۲	۵-۱ عدد UN
۱۲	۵-۲ عدد NA
۱۲	۵-۳ عدد ثبت CAS
۱۲	۵-۴ عدد IUPAC
۱۳	۵-۵ عدد RTECS
۱۳	۵-۶ کدهای مربوط به اقدامات اضطراری
۱۳	۶- آشنایی با سیستم های موجود در طبقه بندی مواد خطرناک
۱۴	۶-۱ عوامل شیمیایی زبان آور
۱۴	۶-۲ کالاهای خطرناک
۱۴	۶-۳ سیستم جهانی طبقه بندی مواد شیمیایی (GHS)
۱۵	۷- طبقه بندی عوامل شیمیایی زبان آور
۱۵	۷-۱ طبقه بندی براساس ترکیب شیمیایی
۱۷	۷-۲ طبقه بندی براساس خصوصیات فیزیکی
۲۰	۷-۳ طبقه بندی براساس اثرات بیولوژیکی
۲۱	۸- طبقه بندی کالاهای خطرناک
۲۶	۹- طبقه بندی و برجسب گذاری مواد شیمیایی در سیستم GHS
۲۶	۹-۱ طبقه بندی خطرات فیزیکی

۲۸	۹-۲ طبقه بندی خطرات سمی
۲۹	۹-۳ خطرات محیطی
۳۲	۱۰-ارزیابی ریسک مواد شیمیایی
۳۲	۱۰-۱ شناسایی خطرات
۳۷	۱۰-۲ ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده
۳۹	۱۰-۳ کنترل ریسک
۳۹	۱۱-اقدامات کنترلی در کار با مواد شیمیایی
۳۹	۱۱-۱ حذف مواد خطرناک
۴۰	۱۱-۲ جایگزینی ماده خطرناک
۴۰	۱۱-۳ جداسازی
۴۰	۱۱-۴ کنترل های مهندسی
۴۱	۱۱-۵ هودهای شیمیایی
۴۱	۱۱-۶ کنترل های مدیریتی و اجرایی
۴۲	۱۱-۷ وسایل حفاظت فردی (PPE)
۴۴	۱۱-۸ پایش هوا
۴۵	۱۱-۹ پایش سلامتی کارکنان
۴۵	۱۱-۱۰ گزارش حوادث و شبه حوادث
۴۶	۱۱-۱۱ امکانات کمک های اولیه
۴۶	۱۱-۱۲ دوش های ایمنی و فواره های چشمی
۴۶	۱۱-۱۳ اقدامات در شرایط اضطراری
۴۸	۱۱-۱۴ دفع مواد زائد خطرناک
۴۸	۱۱-۱۵ آموزش
۴۸	۱۱-۱۶ ثبت و نگهداری گزارشات
۴۹	۱۱-۱۷ انبارداری مواد شیمیایی
۵۳	۱۱-۱۸ حمل و نقل کالاهای خطرناک
۵۵	۱۲- راهنمای فشرده خطرات مواد شیمیایی
۳۶۳	پیوست (الف) نمونه فرم ثبت مواد شیمیایی
۳۶۴	پیوست (ب) نمونه فرم ارزیابی ریسک
۳۶۶	پیوست (ج) رتبه بندی ریسک
۳۶۷	پیوست (د) جدول انبار داری مواد شیمیایی
۳۶۹	مراجع

پیشگفتار

یکی از برنامه های مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه ها و زمینه های مختلف بهداشت محیط و حرفه ای و سایر موضوعات مرتبط است که با بهره گیری از توان علمی و تجربی همکاران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان ها و دستگاههای اجرائی و بعضاً عموم مردم قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی هایی باشد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحب نظران ارجمند دعوت می شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود. با توجه به دسترسی بیشتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شده بر روی تارگاہ های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت و تنها نسخ بسیار محدودی از آنها به چاپ خواهد رسید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسترده ای از کاربران به آن دسترسی مداوم داشته باشند.

اکنون که با یاری خداوند متعال در آستانه سی و چهارمین سال پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی این رهنمودها آماده انتشار می گردد، لازم است از زحمات کلیه دست اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

دکتر کاظم ندافی

رئیس مرکز سلامت محیط و کار

۱- مقدمه

امروزه استفاده از مواد شیمیایی در زندگی انسان امری اجتناب ناپذیر است. بدون شک استفاده از مواد شیمیایی در بسیاری از جنبه های زندگی و فعالیتهای اقتصادی مزایای مهمی به همراه داشته و کیفیت زندگی انسان را دگرگون نموده است. اما شواهد و مطالعات اپیدمیولوژیک حاکی از آن است که استفاده نادرست از مواد شیمیایی می تواند برای سلامت انسان و محیط مشکل ساز باشد. بطوریکه استفاده بی رویه از مواد شیمیایی و دفع غیر بهداشتی مواد زائد ناشی از آنها موجب آسیب به سلامتی و حتی مرگ انسان گردیده و استفاده نایمن موجب بروز حوادث شیمیایی در محیط های کار و فاجعه های زیست محیطی گردیده است. خانم راسل کارسن در سال ۱۹۶۲ برای نخستین بار در کتاب خود به نام "بهار خاموش" به استفاده بی رویه انسان از مواد شیمیایی اشاره نموده و آثار زیانبار آن را بر سلامتی انسان و محیط زیست نمایان ساخت. از این رو بسیاری معتقدند که انتشار این کتاب تأثیر بسزائی در بیداری و هشجاری عموم جامعه نسبت به این امر مهم داشته است. اهمیت کاربرد و مدیریت صحیح مواد شیمیایی یک مسئله جهانی بوده و هست. لذا در راستای پاسخگویی علمی به مشکلات ناشی از مصرف گسترده مواد شیمیایی در سطح جهانی که تهدیدی برای سلامت نسل های حال و آینده و نیز کیفیت محیط می باشد، در سال ۱۹۸۰، برنامه بین المللی ایمنی شیمیایی (IPCS) حاصل همکاری مشترک سازمان بهداشت جهانی (WHO)، برنامه محیطی ملل متحد (UNEP) و سازمان بین المللی کار (ILO) با دو هدف کلی ایجاد گردید. این اهداف عبارت بودند از هماهنگی و سرعت دادن به فعالیتهای مرتبط با ایمنی شیمیایی خصوصاً ارزیابی ریسک برای سلامتی انسان و محیط و نیز هم افزایی توانمندی ها برای اطمینان از حفظ سلامت انسان و محیط در مقابل اثرات زیانبار مواد شیمیایی در تمامی مراحل چرخه عمر یک ماده شیمیایی شامل تولید، حمل و نقل، استفاده و دفع ماده شیمیایی.

تماس با مواد شیمیایی بسیار متنوع بوده و در طیف وسیعی از محیط های کاری اعم از محیط های صنعتی و غیر صنعتی و کارگاه های کوچک و بزرگ وجود دارد. علاوه بر کارخانجات و صنایع شیمیایی، آزمایشگاه ها نیز از جمله محیط های کاری هستند که در آن افراد تماس زیادی با خطرات مواد شیمیایی داشته بطوریکه برخی از این خطرات ندرتاً در محیط های دیگر وجود دارند. مسلم است که ماهیت خطرات کار در آزمایشگاه ها در مقایسه با کارخانجات صنعتی تفاوت دارد. در مقایسه با کارخانجات سازنده مواد شیمیایی که کارگران ممکن است با تعداد نسبتاً محدود تری از مواد شیمیایی در تراکم های نسبتاً بالا و بطور طولانی مدت تماس داشته باشند، در آزمایشگاه های تحقیقاتی افراد معمولاً با تعداد زیادی مواد شیمیایی در میزانهای کم و زمانهای کوتاه در تماس بوده که ندرتاً تراکم آنها بطور طولانی مدت افزایش می یابد. البته این گفته وقتی درست است که کارکنان آزمایشگاه به وسایل حفاظتی مورد نیاز دسترسی داشته و در یک آزمایشگاه مجهز کار کنند. دانشگاه ها و مؤسسات آموزشی علاوه بر اداره آزمایشگاه های تحقیقاتی و آنالیتیکی عهده دار اداره آزمایشگاه های آموزشی نیز می باشند. لذا با توجه به اینکه در این آزمایشگاه ها و بطور کلی در محیط های کاری که افراد

کم تجربه کار می کنند، دانشجویان، کارآموزان و افراد کم تجربه باید در ابتدا با احتیاطات ایمنی مورد نیاز برای کار با مواد شیمیایی آشنا شده و نسبت به خطرات ناشی از آنها آگاهی یابند.

خطرات مواد شیمیایی را بطور کلی می توان در دو گروه خطرات فیزیکی و خطرات شیمیایی تقسیم بندی نمود. خطرات فیزیکی عمدتاً شامل خطرات آتش سوزی و انفجار و خطرات شیمیایی در ارتباط با اثرات سمی مواد و شامل اثرات حاد و مزمن آنها می باشد. در این راهنما سعی شده است که مواد شیمیایی از جهات مختلف و با در نظر گرفتن خطرات فیزیکی و نیز اثرات سمی مورد شناسایی قرار گرفته، طبقه بندی های موجود در زمینه مواد شیمیایی مورد بررسی و مقایسه قرار گیرند. در ادامه مروری بر روند ارزیابی ریسک مخاطرات شیمیایی بعمل آمده و اقدامات پیشگیرانه و کنترلی که لازمه کار ایمن و مدیریت صحیح مواد شیمیایی می باشد بصورت سیستماتیک طرح و مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش پایانی نیز راهنمای فشرده مواد شیمیایی خطرناک حاوی اطلاعات مختلف مانند مشخصات ماده و خصوصیات فیزیکوشیمیایی، خطرات فیزیکی و سمی، اقدامات حفاظتی و کمک های اولیه برای تعدادی از عوامل شیمیایی مهم محیط کار آورده شده است.

با توجه به الزامات قانونی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و مطابق با ماده ۸۵ و تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار و در راستای صیانت از سلامت نیروی کار و ارتقاء بهداشت و ایمنی محیط کار اقدام به تدوین و انتشار "راهنما و دستورالعمل جامع مواد شیمیایی خطرناک" گردید. این کتاب می تواند به عنوان راهنما در کار با مواد شیمیایی قابل استفاده برای متخصصین، کارشناسان و دانش آموزان رشته بهداشت حرفه ای بوده و در مدیریت صحیح ریسک مواد شیمیایی آنها را یاری نماید. با توجه به اهداف آموزشی و رفتاری که در ابتدا بیان خواهد شد این راهنما قابلیت آن را دارد که بصورت کارگاه آموزشی و دوره های فشرده نیز تدریس شده و موجب فراهم نمودن درک بهتر مفاهیم و ارتقاء آگاهی، نگرش و مهارت کارشناسان محترم بهداشتی در زمینه شناسایی مواد شیمیایی، نحوه کار ایمن و مدیریت صحیح مواد شیمیایی گردد.

هر چند مخاطبین اصلی این کتاب راهنما، کارشناسان بهداشت حرفه ای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی می باشد، کتاب حاضر می تواند قابل استفاده برای سایر کارشناسان مرتبط با حوزه بهداشت، ایمنی و محیط زیست نیز باشد. همچنین کارشناسان، متخصصین و محققین در زمینه شناسایی، ارزیابی و مدیریت ریسک مواد شیمیایی در کارخانجات، آزمایشگاه ها و مراکز مرتبط می توانند از این کتاب راهنما بهره گیرند. امید است که انتشار این راهنما گامی کوچک اما مؤثر در جهت دست یابی به مدیریت صحیح مواد شیمیایی در کشور عزیزمان باشد.

۲- اهداف

در پایان این مبحث کارشناسان و افراد آموزش دیده قادر خواهند بود:

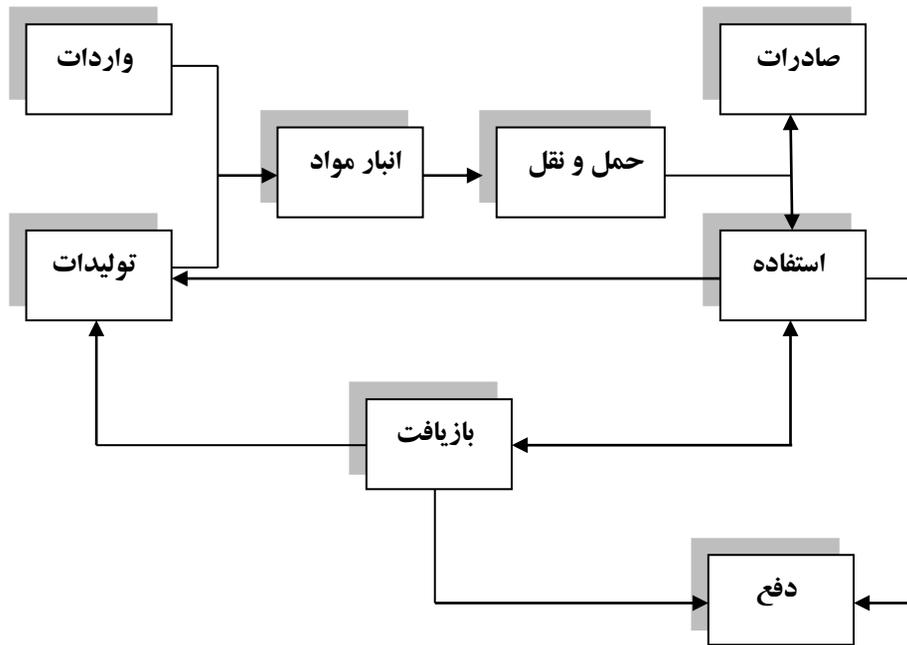
- مفاهیم قانونی، مسئولیت ها و وظایف کلی در قبال عوامل شیمیایی و کاربرد صحیح مواد را بیان نماید.

- مهمترین کدهای بین المللی موجود در شناسایی مواد شیمیایی و موارد کاربرد هر یک را بیان نماید.
- مهمترین سیستم های موجود در طبقه بندی مواد خطرناک را نام برده و دامنه کاربرد هر یک را بیان نماید.
- عوامل شیمیایی زیان آور را شناسایی نموده و مهمترین روش های تقسیم بندی آنها را شرح دهد.
- عوامل شیمیایی هوابرد را شناسایی نموده و مهمترین آلاینده های هوا را بیان نماید.
- مهمترین اثرات بیولوژیک عوامل شیمیایی را همراه با ذکر مثال بیان نماید.
- کالاهای خطرناک را شناسایی نموده، انواع کلاس های مختلف کالاهای خطرناک و خصوصیات آنها را همراه با ذکر مثال شرح دهد.
- سیستم طبقه بندی جهانی GHS در طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی را بیان نموده و نحوه طبقه بندی مواد را بر حسب نوع خطرات آنها توضیح دهد.
- مراحل مختلف ارزیابی ریسک مواد شیمیایی را بیان نموده و بتواند اصول آن را در جهت دست یابی به مدیریت صحیح مواد شیمیایی به کار بندد.
- راههای مختلف تبادل اطلاعات خطر مواد شیمیایی را بیان نموده، مواردی نظیر فهرست ثبت مواد، برگه های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)، استفاده از علائم هشداردهنده و برچسب گذاری مناسب مواد شیمیایی و کالاهای خطرناک را توضیح دهد.
- با سلسله مراتب کنترلی آشنایی داشته و بتواند آنها را در کنترل خطرات و کاهش تماس با عوامل شیمیایی به کار گیرد.
- اصول کلی در انبارداری و جداسازی مواد شیمیایی را بیان نماید.
- اصول کلی در حمل و نقل مواد شیمیایی را بیان نماید.
- با استفاده از راهنمای فشرده خطرات مواد شیمیایی، بتواند مهمترین خصوصیات مواد شیمیایی مهم موجود در محیط کار را شناسایی نموده و ضمن آشنایی با پتانسیل خطرات اصول مهم پیشگیری و کنترل خطرات آنها را به کار گیرد.

۳- کلیات

امروزه تقریباً همه افراد با مواد شیمیایی سر و کار داشته و با آنها زندگی می کنند. با وجودیکه انسان قرن‌ها است که در عصر مواد شیمیایی زندگی می کند، اما در دهه های اخیر تماس انسان با مواد شیمیایی به مراتب بیشتر شده است. بسیاری از مواد شیمیایی می توانند اثرات زیانباری را روی سلامت انسان، حیوانات و محیط داشته باشند. مواد شیمیایی دو نوع خطر شامل خطرات سمی (مانند اثرات موضعی و سیستمیک) و خطرات فیزیکی (مانند خطر انفجار یا آتش سوزی) به همراه دارند. بنابراین، از آنجا که استفاده نادرست از مواد شیمیایی می تواند مخاطرات زیادی را بدن‌بال داشته باشد، این مسئولیت به عهده استفاده کننده است که پیش از استفاده مواد شیمیایی را ارزیابی نموده و پتانسیل اثرات سمی و نیز خطرات فیزیکی نظیر قابلیت اشتعال را شناسایی نماید. سازندگان، وارد کنندگان و توزیع کنندگان مواد شیمیایی مختلف باید اطمینان داشته باشند که کانتینرهای حاوی مواد شیمیایی خطرناک که از محیط کار خارج می شوند دارای برچسب های مناسب به همراه مشخصات ماده شیمیایی و علائم هشدار دهنده متناسب با آن می باشند. در محیط کار کانتینرها و مخازن حاوی ماده شیمیایی باید دارای برچسب مناسب مشخصات ماده شیمیایی خطرناک که نشان دهنده هشدارهای لازم برای حفاظت کارکنان است داشته باشند.

بطور کلی چرخه عمر یک ماده شیمیایی ممکن است شامل مسیرهای متفاوتی از تولید تا نگهداری، استفاده و دفع مواد زائد بوده و تمامی این مراحل باید در ایمنی شیمیایی و مدیریت ریسک مواد خطرناک مورد توجه قرار گیرد (شکل ۱). راههای مختلفی برای استفاده ایمن از مواد شیمیایی وجود دارد بطوریکه بتوان احتمال بروز حادثه و نیز شدت نتایج حادثه را تا حدود قابل قبول و حتی ناچیز کاهش داد. هر چند استفاده از مواد شیمیایی همواره توأم با ریسکهایی می باشد اما این ریسکها را می توان با دانش، استفاده صحیح و تمرین روشهای کاری مناسب به حداقل ممکن رساند. به عبارت دیگر، ایمنی شیمیایی بستگی به دانش، استفاده معقول، روشهای ایمن کار، کنترل‌های مهندسی لازم، استفاده مناسب از وسایل حفاظت فردی، استفاده از حداقل مواد شیمیایی مورد نیاز و جایگزین نمودن مواد شیمیایی کم خطرتر در صورت امکان دارد.



شکل ۱- مدلی برای چرخه مواد شیمیایی

مواد شیمیایی متنوعی که محیط پیرامون ما را احاطه نموده است شامل بیش از ۱۰۰ عنصر اساسی مانند آهن، سرب، جیوه، کربن، اکسیژن و نیتروژن است. این مواد همچنین شامل ترکیبات مختلفی از این عناصر، اسیدها و نمکها هستند. واکنشهای شیمیایی قادر هستند یک ماده شیمیایی را به ماده دیگر تبدیل کنند. ترکیبات شیمیایی سنتز شده بدست انسان زندگی را تغییر داده است بطوریکه به جرأت می توان قرن بیستم را عصر شیمیایی نامید. صنایع، کارخانجات، خانه ها، آزمایشگاه ها، باغات و مزارع کشاورزی و جاده ها و اطراف آن مملو از آتروسول ها و آلاینده های گازی، مواد افزودنی، آرایشی، شوینده ها، رنگها، جوهرها، آفت کش ها، مواد دارویی، پلاستیکها، خنک کننده ها، مواد مصنوعی و بسیاری مواد دیگر می باشد. تعداد مواد شیمیایی بشمار بوده و برای برآوردن نیاز رو به گسترش به محصولات شیمیایی، بنابر گزارش سازمان WHO، تولید سالانه مواد شیمیایی در حدود ۱/۵ تریلیون دلار برآورد شده است. گزارشات بعدی WHO بیانگر آن است که هم اکنون در حدود ۱۰۰۰۰۰ ماده شیمیایی موجود بوده و سالانه نیز بیش از ۲۰۰۰-۱۰۰۰ ماده شیمیایی دیگر به این لیست افزوده می شود. این روند افزایش مواد شیمیایی، اهمیت توجه به پتانسیل اثرات سلامتی و زیست محیطی این مواد را مشخص می کند بطوریکه تأثیرات آن تا دهه های آینده نیز بطور کامل شناخته نخواهد شد. در این میان عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت اهمیت زیادی داشته و افرادی که بیشتر در معرض خطرات ناشی از آلودگی های شیمیایی هستند فقرا و افراد تحصیل نکرده، کارگران کم تجربه و افراد ناآگاه نسبت به مواد شیمیایی می

باشند. بسیاری از مردم آگاهی کافی از اثرات احتمالی کوتاه مدت (حاد) و طولانی مدت (مزمن) موادی که بصورت مستقیم یا غیر مستقیم روزانه با آنها در تماسند ندارند. به هر حال این روند رو به افزایش تماس انسان با مواد شیمیایی در محیط های کار و یا سایر محیط ها موضوعی مهم بوده و ضرورت داشتن دانش کافی در مورد مواد شیمیایی و مدیریت صحیح استفاده از آنها را مشخص می نماید.

به عنوان مثال آلودگی آب چاهها به آفت کش ها و سایر مواد آلوده کننده و نیز آلودگی آبهای مصرفی به مقادیر بالای نیترات در کشورهای مختلف گزارش شده است. مبنی بر گزارش برنامه محیطی سازمان ملل متحد (UNEP) سالیانه در حدود ۱۰۰ تن جیوه، ۳۸۰۰ تن سرب، ۳۶۰۰ تن ترکیبات فسفات و ۶۰۰۰۰ تن مواد شوینده در اثر فعالیتهای انسان وارد دریای مدیترانه می شود. تمام اقیانوس های جهان با مشکل آلودگی روبرو هستند. در حالیکه تکنولوژی شیمیایی محصولات شیمیایی متنوعی را بوجود آورده و موجب رونق اقتصاد جهانی شده است، استفاده بی رویه و دفع غیر بهداشتی مواد زائد ناشی از آنها سلامت انسان را به مخاطره انداخته و فاجعه های زیست محیطی را سبب گردیده است. ایمنی شیمیایی ارتباط تنگاتنگی با سایر جنبه های ایمنی مانند دستورالعمل های روش کار آزمایشگاهی، وسایل حفاظت فردی، ایمنی برق، ایمنی حریق و دفع مواد زائد خطرناک دارد. استفاده کنندگان مواد شیمیایی همواره مسئول بوده و باید مراقب باشند تا به مدیریت صحیح مواد شیمیایی دست یابند. مسئولیت مدیریت و نیز کارگران برای استفاده صحیح از مواد شیمیایی در محیط کار شامل موارد زیر می باشد:

- ۱- هدف از استفاده از مواد شیمیایی
- ۲- نحوه استفاده
- ۳- مقدار مورد استفاده
- ۴- روش دفع مواد زائد شیمیایی

۴- مفاهیم قانونی، مسؤلیتها و وظایف کلی

امروزه مسلم گردیده است که برای دستیابی به یک توسعه پایدار صنعتی و کشاورزی و در عین حال تأمین سطح بالایی از سلامت برای افراد شاغل، عموم جامعه و حفاظت از محیط زیست، استفاده از مواد شیمیایی باید تحت کنترل بوده و بطور صحیح مدیریت شود. بسیاری از ملل وظایف و مسؤلیت های خود را در قبال کنترل عوامل شیمیایی بصورت جدی دنبال می کنند. اولین و مهمترین مرحله در مدیریت صحیح مواد شیمیایی داشتن یک تعهد اخلاقی است. اما تجربه نشان داده است که برنامه های ایمنی اختیاری معمولاً کافی نبوده و لذا در این راستا، تدوین قوانین و مقررات، برنامه های ایمنی مدون و اجرایی نمودن آنها از ضروریات است.

در سال ۱۹۹۲، کنفرانس ملل متحد (UNCED) تحت عنوان محیط و توسعه (کنفرانس Rio Earth) منجر به تصویب قطع نامه شماره ۲۱ گردید و طی آن وظایف مختلفی برای کشورها در جهت دست یابی به توسعه

پایدار تعیین شد که در بیش از ۱۵۰ کشور به کار گرفته شد. فصل نوزدهم از این قطع نامه مدیریت صحیح مواد شیمیایی را با تأکید بر موارد زیر مورد توجه قرار می دهد:

- قوانین کافی و مناسب
- جمع آوری و انتشار اطلاعات
- ایجاد ظرفیتهای لازم برای ارزیابی ریسک
- تعیین خط مشی مدیریت ریسک
- ایجاد ظرفیتهای لازم برای کاربرد و قانونی نمودن آن
- ایجاد ظرفیتهای لازم برای بازتوانی افراد مسموم و نیز پاک سازی خاکها و مناطق آلوده
- ایجاد برنامه های آموزشی مؤثر
- توانایی پاسخ صحیح به موارد اضطراری

همچنین از سوی کنفرانس UNCED توصیه گردید که تا سال ۲۰۰۰ کشورهای مختلف برنامه های ملی خود را برای مدیریت ریسک مخاطرات زیست محیطی مواد شیمیایی تعیین نموده و به کار گیرند. بطور کلی مقررات مربوط به مواد خطرناک و عوامل شیمیایی حیطه بسیار پیچیده ای بوده که در آن یافته های علمی و موارد قانونی در کنار یکدیگر آمده تا با کمک آنها بتوان به ایمنی شیمیایی و مدیریت صحیح مواد خطرناک دست یافت. مقررات وضع شده در زمینه مواد شیمیایی باید بطور جدی به کار گرفته شده و به مرحله اجرا درآیند. این مقررات ممکن است در سطوح مختلف بین المللی، ملی و یا محلی وضع شده که متناسب با این سطوح نحوه رسیدگی به آنها نیز در صلاحیت و زیر نظر مراجع ذیصلاح و سازمانهای مرتبط می باشد. در کشور ما ماده ۸۵ قانون کار و تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار از جمله قوانینی هستند که با هدف حفظ و صیانت از سلامت نیروی کار و ارتقاء سطح ایمنی و بهداشت محیط کار وضع شده اند:

ماده ۸۵ قانون کار:

برای صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور رعایت دستورالعمل هایی که از سوی شورای عالی حفاظت فنی (جهت تأمین حفاظت فنی) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت جلوگیری از بیماری های حرفه ای و تأمین بهداشت کار و کارگر و محیط کار) تدوین می شود، برای کلیه کارگاه ها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است.

تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار:

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مسئول برنامه ریزی، کنترل، ارزشیابی و بازرسی در زمینه بهداشت کار و درمان کارگری بوده و موظف است اقدامات لازم را در این زمینه بعمل آورد. جزئیات بسیاری از مقررات در کشورهای مختلف متفاوت بوده و این مسئله می تواند در نحوه کار با مواد شیمیایی مؤثر باشد. به عنوان مثال، حدود مجاز تماس با ترکیبات شیمیایی و آلاینده های محیط کار معمولاً بوسیله استانداردها و مقرراتی تعیین شده که تبعیت از آنها می تواند جنبه قانونی نیز داشته باشد. در کشور ما

طبق مستندات قانونی فوق و با هدف حفظ و ارتقاء سطح سلامت نیروی کار رعایت معیارهای "حدود تماس شغلی عوامل بیماری زا" تدوین شده توسط مرکز مدیریت سلامت محیط و کار برای کلیه کارگاه ها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی می باشد. همچنین دفع مواد شیمیایی در شبکه فاضلاب، محیط و یا هوا تابع ضوابط و مقررات مربوطه بوده و حمل و نقل مواد خطرناک و یا ضایعات شیمیایی نیز تابع مقررات خاص خود می باشد. بنابراین تمام افرادی که به نوعی با مواد شیمیایی سروکار دارند باید به اندازه کافی از مقررات آگاهی داشته باشند تا بتوانند کار خود را با رعایت کامل مقررات و اصول ایمنی و بهداشتی انجام دهند. هر چند مفاهیم و جزئیات مختلف قوانین از پیچیدگی خاصی برخوردار می باشد، اما در این میان، تعدادی از مفاهیم قانونی وجود دارد که بر مبنای قضاوت طبیعی و برقراری عدالت بوده و همین مفاهیم کلی نقش مهمی در تدوین قوانین و مقررات ایفا می کنند. از جمله مفاهیمی که در زمینه کنترل و مدیریت مواد شیمیایی اهمیت ویژه ای داشته و توجه به آنها می تواند تعیین کننده تعهدات، مسئولیت ها و وظایف کلی در قبال کاربرد ایمن مواد شیمیایی باشد می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۴-۱ رعایت حقوق دیگران

رعایت حقوق دیگران (Duty of care) یک اصل کلی بوده و در واقع می توان گفت در فرهنگ ما همان رعایت حق همسایه است که می تواند نشان دهنده مسئولیت مراجع ذیصلاح، مدیران و تولیدکنندگان مواد شیمیایی از یک سو و نیز وظیفه کارگران و کاربران و مصرف کنندگان مواد از سوی دیگر باشد. بنابراین مراجع ذیصلاح باید خط مشی مناسبی در خصوص کاربرد ایمن مواد شیمیایی در محیط کار با توجه به شرایط کشوری و قابلیت اجرایی بودن آن و مشاوره با سازمان های مختلف و کارگرانی که با مواد شیمیایی سر و کار دارند تدوین نماید. طبیعتاً خط مشی ها و اقدامات ملی بایستی در راستای خط مشی ها، قوانین و استانداردهای بین المللی باشد.

مدیران و کارفرمایان باید ایمنی شیمیایی و مدیریت صحیح در کار با مواد شیمیایی را به عنوان بخشی از سیاست و نظام کلی خود در زمینه ایمنی و بهداشت شغلی محسوب نموده و اقدامات لازم را در زمینه تبادل اطلاعات خطر به گونه ای که براحتی برای کارگران قابل درک باشد بعمل آورند. مدیران باید اطمینان حاصل نمایند که کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در واحد آنها دارای برچسب و علائم مخصوص قابل قبول و هماهنگ با سیستم های بین المللی بوده و برگه های اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (MSDSs; Material safety data sheets) نیز در دسترس باشد.

۴-۲ حق دانستن

حق دانستن (Right to know) یک اصل کلی بوده که شامل کارگر، مصرف کننده و عموم جامعه می باشد. در این راستا مدیران باید دوره های آموزشی لازم را بر حسب ضرورت و با توجه به نوع کار برای کارگران و کارکنان ترتیب دهند. کارگران و کارکنان نیز باید برای حفظ سلامت خود و دیگر همکاران آموزش های لازم را کسب نموده و مطابق با آموزش ها و رهنمودهای فراهم شده از سوی مدیران تا حد امکان مراقبت های لازم را بعمل آورند. آنها باید از کلیه وسایل و امکانات تدارک دیده شده در محیط کار استفاده صحیح بعمل آورده و هر گونه مورد مخاطره آمیز را که در هنگام کار ممکن است با آن روبرو شوند بلافاصله به سرپرست یا سوپروایزر خود گزارش نمایند.

۴-۳ کاهش ریسک

مفهوم کاهش ریسک (Risk minimization) در ارتباط با سلامت یک وظیفه کلی بوده و در بسیاری از مقررات در نظر گرفته می شود. این مفهوم در واقع همان مفهوم کاهش دادن ریسک ها تا حد امکان و قابل قبول می باشد. مفهوم کاهش ریسک با در نظر گرفتن موارد زیر همراه است:

- شدت خطر یا ریسک
- دانش موجود در زمینه خطر یا ریسک
- راههای حذف یا کاهش خطرات و ریسک آنها
- در دسترس بودن و مناسب بودن روشهای کنترلی
- هزینه حذف و کنترل خطرات و ریسک ها

به عنوان مثال ایده آل این است که برای کاهش آلاینده های هوای محیط کار استانداردها و حدود مجاز تماس (TLVs) در سطوح بسیار پائین و حتی صفر وضع گردد و یا به توصیه WHO تدوین استانداردها باید بر مبنای تحقیقات علمی و دانش موجود از اثرات سلامتی مواد استوار باشد. اما در کشورهای مختلف علاوه بر در نظر گرفتن اثرات سلامت، تدوین استانداردها عملاً تحت تأثیر امکانات کنترلی و شرایط اقتصادی جامعه نیز قرار می گیرد. اما همواره باید مفهوم کاهش دادن ریسک ها تا حد امکان و قابل قبول رعایت گردد.

۴-۴ اصل احتیاط

مفهوم احتیاط (Precautionary principle) اشاره به اصول و مقررات زیست محیطی داشته و خاطرنشان می سازد که در مواردیکه احتمال صدمات زیست محیطی جدی و یا غیر قابل جبران وجود داشته باشد، نباید کمبود دانش و شواهد علمی موجب به تأخیر انداختن اقدامات کنترلی گردد.

به عنوان مثال باید مخاطرات احتمالی مواد و تکنولوژی های جدید مانند تکنولوژی نانو به موقع شناسایی شده و به دلیل کمبود دانش کافی در زمینه مخاطرات بهداشتی اقدامات احتیاطی و کنترلی به تعویق نیفتد. بنابراین برای اجتناب از تکرار تجربیات ناخوشایند گذشته بر روی موادی مانند آزبست، سرب، تالیدومید و غیره، باید اثرات سمی و عوارض مواد و ترکیبات جدید مانند ریز مواد، نانوذرات و نانوالیاف مورد بررسی قرار گرفته و تماس با این گروه جدید مواد کنترل شده و قانونمند شوند.

در هنگام سنتز و یا کار با مواد جدید و ناشناخته می توان از روی ساختار و شباهت آن با مواد دیگر، تا حدودی سمیت مواد را پیش بینی نمود. اما تخمین فعالیت بیولوژیکی و سمیت مواد از روی ساختار شیمیایی به این سادگی نبوده و به تنهایی قابل اعتماد نمی باشد. بنابراین تا زمانیکه اطلاعات صحیح سم شناسی در دسترس نباشد، اصل احتیاط ایجاب می کند که تمام مواد جدید ناشناخته به عنوان ماده سمی تلقی شده و اصل احتیاط در مورد آنها رعایت گردد.

۴-۵ مسئولیت در قبال نسل های آینده

مسئولیت در قبال نسل های آینده (Intergenerational equity)، بیانگر این است که نسل حاضر وظیفه دارد به سلامت انسان و محیط اهمیت داده و از کیفیت محیط و قابلیت های زیستی آن برای نسل های آینده محافظت نماید.

۵- کدهای بین المللی در شناسایی مواد شیمیایی

۵-۱ عدد UN

عدد UN یا UN Number یک سیستم کدگذاری عددی چهار رقمی است که بصورت بین المللی برای شناسایی کالاهای خطرناک وضع شده است. این اعداد از UN0001 تا UN3500 بوده و از سوی کمیته تخصصی حمل و نقل کالاهای خطرناک ملل متحد مشخص شده اند. در این سیستم ممکن است یک عدد UN اختصاصاً مربوط به یک ماده باشد (مانند فنل با UN1671). گاهی نیز یک عدد ممکن است متعلق به گروهی از مواد با خطرات مشابه باشد. در مواردی چنانچه ماده ای در حالت های جامد و مایع خصوصیات متفاوتی داشته باشد ممکن است اعداد مختلفی را به خود اختصاص دهد.

۵-۲ عدد NA

عدد NA یا NA Number مربوط به امریکای شمالی بوده و با توجه به اینکه توسط دپارتمان حمل و نقل (Department of Transportation) امریکا وضع شده است به نام عدد DOT نیز شناخته می شود. این سیستم کدگذاری مشابه سیستم عددی UN بوده با این تفاوت که برخی مواد که فاقد عدد UN هستند ممکن است دارای عدد NA باشند. این اعداد اضافه تر شامل NA8000 تا NA9999 می باشند.

۵-۳ عدد ثبت CAS

عدد ثبت CAS یا CAS Registry Number یک سیستم کدگذاری عددی با فرمت XXX-XX-X است که برای شناسایی عناصر و ترکیبات شیمیایی مختلف وضع شده است (مانند بنزن با CAS No. 71-43-2). این سیستم توسط سرویس خلاصه شیمیایی (Chemical Abstracts Service) که در واقع شاخه ای از انجمن شیمی امریکا می باشد فراهم شده است. از آنجا که یک ماده ممکن است دارای اسامی مترادف و متفاوتی باشد هدف از این سیستم آسان نمودن شناسایی و جستجوی اطلاعاتی مواد می باشد بطوریکه اکثر سیستم های اطلاعاتی امکان جستجو از طریق این سیستم ثبت را فراهم می آورند.

۵-۴ عدد IUPAC

عدد IUPAC یا IUPAC Number یک سیستم کدگذاری بین المللی برای شناسایی مواد شیمیایی بوده و به منظور ارائه یک روش استاندارد و قابل درک برای شناسایی اطلاعات مولکولی مواد و آسان نمودن

جستجوی این اطلاعات وضع شده است. سیستم ایوپاک توسط اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی (International Union of Pure and Applied Chemistry) تدوین شده است.

۵-۵ عدد RTECS

عدد RTECS یا RTECS Number عبارت است از یک سیستم ثبت اثرات سمی مواد شیمیایی (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances) با فرمت ABxxxxxxx می باشد (مانند بنزن با RTECS #: CY1400000). این سیستم ثبت و اطلاعاتی مواد که توسط NIOSH و با استفاده از مطالعات سم شناسی موجود تدوین شده است برای دست یابی به اطلاعات سم شناسی در مورد یک ماده شیمیایی مورد نظر کمک می نماید.

۵-۶ کدهای مربوط به اقدامات اضطراری

علاوه بر کدهای بین المللی که به منظور شناسایی مواد شیمیایی بوجود آمده است، کدهایی نیز تحت عنوان کدهای اقدامات اضطراری (Emergency action codes) ارتقاء یافته اند که اطلاعات لازم را برای موارد اضطراری فراهم می آورند. از این قبیل کدها می توان کدهایی نظیر کد Hazchem، لوزی NFPA و کد Kemler را نام برد که در قسمت مربوط به اقدامات در شرایط اضطراری به برخی از این کدها اشاره خواهد شد.

۶- آشنایی با سیستم های موجود در طبقه بندی مواد خطرناک

مواد خطرناک (Hazardous materials) شامل کلیه مواد و عواملی هستند با منشاء شیمیایی، فیزیکی و یا بیولوژیکی که قادرند سلامت و ایمنی انسان و محیط را به مخاطره اندازند. تعداد مواد خطرناک و عوامل شیمیایی بسیار زیاد بوده و طبقه بندی آنها نیز متنوع و وسیع است. باید توجه داشت که ممکن است این طبقه بندی ها مطلق نبوده و بسته به هدف طبقه بندی و دامنه کاربرد در بر گیرنده مواد گوناگونی باشد. برخی از طبقه بندی ها ممکن است محدود به گروه های معینی از مواد شیمیایی بوده، اما درک آنها می تواند در تکمیل سیستم های فراگیرتر مفید واقع گردد.

بطور کلی دو سیستم بین المللی در تقسیم بندی خطرات مواد وجود دارد که شامل سیستم ملل متحد (UN System) و سیستم اروپایی (EC System) می باشد. در سیستم ملل متحد کالاهای خطرناک از دیدگاه ایمنی و بر حسب خطرات حاد تقسیم بندی شده و برچسب گذاری می شوند، در حالیکه در سیستم اروپایی تقسیم بندی عوامل شیمیایی عمدتاً از جنبه بهداشتی و براساس اثرات حاد و مزمن مواد می باشد. با توجه به اثرات بهداشتی و خطرات فیزیکی ناشی از مواد می توان آنها را به دو صورت مواد شیمیایی زیان آور

(Hazardous substances) و کالاهای خطرناک (Dangerous goods) مورد شناسایی و بررسی قرار داد:

۶-۱ عوامل شیمیایی زیان آور

منظور از عوامل یا مواد شیمیایی زیان آور کلیه مواد شیمیایی و آلاینده های محیطی است که تماس با آنها معمولاً به مرور موجب اثرات زیان آور روی سلامتی انسان و موجودات زنده می شود. در سال های اخیر، دانشمندان و حتی مردم عادی نسبت به اهمیت اثرات مزمن مواد بیشتر حساس شده اند زیرا معمولاً این اثرات بی سروصدا ایجاد شده و پس از مدت زمان طولانی ظاهر می شوند. به عنوان مثال سرطان زایی یکی از وخیم ترین اثرات مزمن بوده که ممکن است در اثر تماس های مکرر و طولانی مدت با غلظت های کم عوامل شیمیایی زیان آور ایجاد گردد. از طرفی توجه به اثرات مزمن مواد نباید موجب شود که کارکنان از اثرات حاد مواد سمی و همچنین خطر انفجار یا اشتعال مواد غافل شوند. علاوه بر این، احتیاط در مقابل خطرات حاد می تواند احتمال وقوع اثرات مزمن را نیز کاهش دهد.

۶-۲ کالاهای خطرناک

کالاهای خطرناک (Dangerous goods) شامل مواد شیمیایی و عواملی هستند که قادرند موجب تهدید آبی و فوری سلامت و ایمنی افراد، تجهیزات و محیط گردند. در تقسیم بندی کالاهای خطرناک علاوه بر مواد شیمیایی مواد رادیواکتیو و مواد عفونی نیز مورد توجه قرار می گیرند. در حالیکه عوامل شیمیایی زیان آور معمولاً بر اساس اثرات سلامتی و عمدتاً طولانی مدت مواد تقسیم بندی شده و مورد مطالعه قرار می گیرند، کالاهای خطرناک بر اساس اثرات آبی و فوری مواد تقسیم بندی می شوند. به مثال زیر توجه کنید:

- ۱۰۰۰ میلی لیتر حلال گزین موجود در یک آزمایشگاه در درجه اول به عنوان یک عامل شیمیایی زیان آور محسوب شده که خطر استنشاق بخارات گزین را به همراه دارد. در حالیکه،
- ۱۰۰۰۰ لیتر گزین موجود در یک انبار شیمیایی یا در هنگام حمل و نقل در درجه اول به عنوان یک کالای خطرناک تقسیم بندی می شود که دارای قابلیت اشتعال است.

۶-۳ سیستم جهانی طبقه بندی مواد شیمیایی (GHS)

وجود سیستم های متعدد در طبقه بندی خطرات مواد شیمیایی مشکل ساز بوده و نه تنها در ایمنی شیمیایی و بررسی اثرات سلامت بلکه در فعالیت های صنعتی و تجاری نیز موجب سردرگمی می گردد. به همین دلیل در

اواخر سال ۲۰۰۲ ملل متحد مکانیسمی را برای هماهنگ نمودن معیارهای مربوط به طبقه بندی و تبادل اطلاعات خطر ارائه نمود که سیستم جهانی طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی یا GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) نامیده می شود. این سیستم برای رویارویی صحیح با خطرات و با توجه به تجارت گسترده جهانی مواد شیمیایی و به منظور اطمینان از کاربرد ایمن مواد در تمامی مراحل از تولید تا استفاده، حمل و نقل و دفع مواد زائد ارتقاء یافته است.

در سیستم GHS طبقه بندی مواد بر حسب نوع خطرات و راه های هماهنگ تبادل اطلاعات خطر شامل برچسب ها و برگه های اطلاعات ایمنی مواد (SDS) با فرمت یکسان می باشد. در این سیستم طبقه بندی مواد بر مبنای خطرات فیزیکی، خطرات سمی و خطرات محیطی بوده، در طبقه بندی خطرات فیزیکی از سیستم UN و در طبقه بندی اثرات سلامتی تا حدودی از سیستم اروپایی (EC) استفاده شده است. خطرات محیطی نیز شامل خطرات مواد برای موجودات محیط آبی می باشد. هدف این سیستم اطمینان از در دسترس بودن اطلاعات لازم در زمینه خطرات فیزیکی و اثرات سمی و زیست محیطی مواد به منظور ارتقاء سلامت انسان و محیط می باشد. هم اکنون تدوین سیستم GHS تکمیل شده و آماده است که توسط کشورهای مختلف به کار گرفته شود. پیش بینی شده است که به کارگیری سیستم GHS نه تنها موجب ارتقاء سلامت انسان و محیط تحت لوای یک سیستم جهانی خواهد شد بلکه این سیستم تجارت جهانی مواد شیمیایی را نیز تسهیل خواهد نمود.

۷- طبقه بندی عوامل شیمیایی زیان آور

تعداد مواد شیمیایی بسیار زیاد بوده و طبقه بندی آنها نیز متنوع و وسیع است. باید یادآوری نمود این طبقه بندی ها مطلق نبوده و ممکن است بسته به هدف در بر گیرنده مواد گوناگونی باشد. به عنوان مثال در یک طبقه بندی کلی و براساس کاربرد می توان مواد شیمیایی را در گروه های مختلف نظیر داروها و مواد آرایشی، افزودنی غذاها، مواد کشاورزی و مواد صنعتی قرار داد. با وجودیکه برخی از طبقه بندی ها ممکن است محدود به گروه های معینی از مواد شیمیایی بوده، اما درک آنها می تواند در تکمیل سیستم های فراگیرتر مفید واقع گردد. آشنایی با طبقه بندی های مختلف می تواند در شناسایی عوامل شیمیایی از جنبه های مختلف و نیز کاربرد صحیح و ایمن مواد موثر باشد.

۷-۱ طبقه بندی براساس ترکیب شیمیایی

یکی از راه های مهم طبقه بندی مواد شیمیایی در نظر گرفتن خصوصیات و ترکیب شیمیایی آنها می باشد. در این طبقه بندی می توان مواد را در دو گروه کلی مواد معدنی و مواد آلی قرار داده و سپس هر یک را در گروه های شیمیایی مختلف مورد مطالعه قرار داد. به عنوان مثال توجه به گروههای مواد شیمیایی و بررسی مواد در

گروه هایی نظیر فلزات و ترکیبات فلزی، حلالهای آلی و آفت کش ها از اهمیت خاصی برخوردار بوده و در اینجا برای کمک به شناسایی بهتر و آشنایی با خصوصیات آنها بطور خلاصه مورد بررسی قرار می گیرد:

- فلزات و ترکیبات فلزی

فلزات و ترکیبات فلزی از دیرباز و از ابتدای تمدن بشر شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته اند. در حدود ۸۰-۷۰ عنصر از جدول تناوبی جزو فلزات محسوب شده و در این بین حدود ۴۰ فلز تحت عنوان فلزات معمولی (Common metals) نامیده می شوند. گزارش شده است که حدود کمتر از ۳۰ فلز یا ترکیبات آنها ایجاد سمیت می کند. فلزات از قدیمی ترین موادی هستند که سمیت آنها برای انسان شناخته شده است. برخی از اثرات فلزات مانند قوئنج ناشی از تماس با فلزاتی مانند سرب، جیوه و آرسنیک در حدود ۲۰۰۰ سال قبل گزارش شده است. در حالیکه فلزاتی مانند کادمیم، کروم و نیکل متعلق به دوره های بعد هستند. با گسترش تکنولوژی های جدید مانند میکروالکترونیک و فوق هادی ها فلزاتی چون بریلیوم، کروم و اورانیوم اهمیت بیشتری یافته اند.

سمیت فلزات تا حدودی بستگی به موقعیت آن در جدول تناوبی و نیز خواص فیزیوشیمیایی مانند حلالیت، یونیزاسیون، سایز ذرات و ترکیب شیمیایی نمک های فلزی دارد. تماس با فلزات اثرات سمی حاد و مزمن را در کارگران ایجاد می نماید. از علائم عمومی مسمومیت با فلزات علائم گوارشی، تب فیوم فلزی، سر درد، خستگی، سرفه و ایجاد طعم فلزی در دهان می باشد. تماسهای مزمن با برخی از فلزات سنگین مانند کروم و کادمیوم می تواند منجر به سرطان زایی در انسان گردد.

- حلالهای آلی

حلالها مواد شیمیایی صنعتی هستند که بدلیل قدرت پاک کنندگی جرم ها و چربیها کاربرد بسیار زیادی دارند. حلالهای صنعتی مواد شیمیایی و غالباً ترکیبات آلی فراری (VOCs) هستند که برای حل کردن موادی نظیر رنگها، چربیها، موم و روغنها بکار می روند. این حلالها در ترکیبات مختلفی مانند چسبها، محلولهای پاک کننده، رزینهای اپوکسی، استحکام دهنده ها، لاکها، رقیق کننده ها، رنگها، بتونه و حتی پاک کننده های لاک ناخن یافت می شوند.

به کارگیری حلالهای گوناگون در صنایع و نیز در منازل بسیار معمول بوده و استفاده جهانی دارد. بطور کلی در صنایع جهان و خصوصاً صناعی مانند پلیمر، رنگها و صنایع پوشش دهی از حلالها در مقادیر بسیار زیادی استفاده می شود. تماس های طولانی مدت با برخی از حلالها مانند استن، الکلها، بنزن، تولوئن، گزین، گازوئیل، متیلن کلراید، تورپنتین موجب اثرات سمی حاد و مزمن می گردد. برخی از اثرات تماس کوتاه مدت با حلال ها شامل تحریک پوست، چشمها و سیستم تنفسی، سردرد، حالت تهوع، سرگیجه و سبکی سر است. تماس با بخارات حلال های مختلف ممکن است اثرات سمی مختلفی را موجب شود. بسیاری از حلال ها اثرات تخدیری داشته و موجب خستگی و گیجی می شوند. تماس با غلظت های بالای حلال می تواند موجب بیهوشی و حتی مرگ گردد. تماس با حلال ها در دوزهای بالا زمان عکس العمل را آهسته نموده و قدرت تصمیم گیری را مختل می کند که این مسئله می تواند موجب بروز حوادث در هنگام کار و یا در ترافیک

برگشت به منزل گردد. حلال ها همانطور که قادرند باعث چربی زدایی و تمیز کردن قطعات شوند، می توانند به پوست انسان نیز صدمه زده و موجب درماتیت و مشکلات پوستی مانند خشکی، ترک خوردگی، قرمزی و تاول شوند. برخی از حلال ها علاوه بر اثرات موضعی می توانند از راه پوست نیز در مقادیر قابل توجه جذب شده و وارد جریان خون شده و موجب بروز اثرات سیستمیک شوند. حلال ها می توانند باعث اثرات سیستمیک روی کبد، کلیه ها، مغز استخوان، سیستم عصبی و مغز شوند. بسیاری از حلال ها به عنوان سموم عصبی و نیز مواد سرطان زا شناخته شده اند. آسیب به سیستم تولید مثل و صدمات وارده به جنین از سایر اثرات ناشی از تماس با حلال ها می باشد. تماس با بخارات ناشی از حلالهای آلی در محیط های کار بسیار متداول بوده و در صورت عدم رعایت اصول کنترلی می تواند اثرات سمی مختلفی را در کارگران ایجاد نماید. در میان حلال ها بنزن، دی سولفید کربن و تراکلور کربن از مهمترین حلال های زیان آور شناخته شده هستند.

- آفت کش ها

آفت کش ها سموم و ترکیبات شناخته شده ای هستند که برای از بین بردن و کنترل آفات مختلف مانند حشرات، جونده ها، قارچها و علف ها بکار می رود. بر اساس نوع ترکیب آفت کش ها شامل ترکیبات ارگانوفسفره، ارگانوکلره، کاربامات ها، پیرتروئیدهای مصنوعی، آفت کش های بیولوژیکی و میکروبی می باشند. اثرات سمی آفت کش ها بستگی به نوع آفت کش دارد. در حالیکه برخی از آفت کش ها سمیت نسبتاً کمی دارند، برخی دیگر بسیار سمی بوده و می تواند سلامتی انسان را شدیداً به مخاطره انداخته و حتی موجب مرگ گردد.

آفت کش های ارگانو فسفره و کارباماتها سیستم عصبی را از طریق وقفه در فعالیت آنزیم کولین استراز تحت تأثیر قرار می دهند. اختلال در فعالیت آنزیم کولین استراز موجب تجمع استیل کولین، که یک انتقال دهنده عصبی است، در بدن شده و باعث انقباضات غیر ارادی عضلات و اختلالات حرکتی می گردد. سایر آفت کش ها شامل سموم ارگانوکلره موجب اثرات تحریکی پوستی، چشم و غشاء مخاطی می گردند. سموم ارگانوکلره قدرت حلالیت زیادی در چربی داشته، دارای اثر ابقایی بوده و به سختی تجزیه می شوند. از این رو کاربرد بسیاری از ارگانوکلره ها بدلیل مقاوم بودن در برابر تجزیه در محیط ممنوع و یا بسیار محدود شده است. همچنین تماسهای طولانی مدت با غلظتهای بالای برخی از آفت کش ها می تواند منجر به اثرات در سیستم تولید مثل، جهش زایی و سرطان زایی گردد. برخی از آفت کش ها نیز موجب اختلالات سیستم هورمونی یا سیستم آندوکراین بدن می شود.

۷-۲ طبقه بندی براساس خصوصیات فیزیکی

یکی دیگر از راه های طبقه بندی توجه به خصوصیات فیزیکی مواد می باشد. زیرا بسیاری از مواد با منشاء شیمیایی و گاهی بیولوژیکی قادرند که از نظر فیزیکی بصورت هوابرد درآمده و موجب آلودگی هوای محیط کار و یا محیط های آزاد شوند. سیستم تنفسی یکی از راه های بسیار مهم برای ورود و جذب آلاینده ها و مواد

هوابرد در بدن می باشد. لذا شناخت آلاینده های هوابرد در محیط کار از اهمیت خاصی برخوردار بوده و می توان آنها را در دو گروه بزرگ شامل آلاینده های گازی (گازها و بخارات) و آلاینده های ذره ای یا آئروسول ها (گردوغبار، الیاف، فیوم، دود، میست و مه) مورد بررسی قرار داد (جدول ۱). چنانچه ذرات معلق هوابرد منشاء بیولوژیکی داشته باشند بیوآئروسول نامیده می شوند.

جدول ۱- انواع مواد هوابرد و آلاینده های هوای محیط کار

نوع آلاینده	تعریف	مثال
گاز	گاز سیالی است که در بالای حرارت بحرانی خود قرار داشته و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر) در فاز گازی است.	اکسیژن، نیتروژن، کربن منو کسید، کلر
بخار	بخار ماده ای است که در حالت گازی زیر حرارت بحرانی خود بوده و معمولاً در دمای اتاق بصورت مایع یا جامد می باشد.	فرمالدئید، بنزن، تولوئن، گزیلن
ذرات	ذرات بسیار کوچک جامدی که در اثر فرآیندهای مکانیکی مانند خرد کردن، آسیاب کردن، سائیدن و غیره تولید می شود. سائیز ذرات ممکن است از ذرات بسیار کوچک در محدوده نانومتر مانند ذرات نانو و کمتر از یک میکرون مانند تالک تا ذرات با قطر یک میلی متر مانند ذرات سنگ آهک و یا بزرگتر متغیر باشد.	نانوذرات، سیلیس، ذغال سنگ
الیاف	الیاف یا گردوغبارهای رشته ای ذرات کشیده شده یا بلند هستند که نسبت طول به عرض آنها بزرگتر از ۳ به ۱ است.	الیاف آزبست، پشم شیشه
فیوم	آئروسولهای بسیار ریز جامدی که از تبخیر فلزات مذاب تولید می شوند. قطر فیوم ها معمولاً کمتر از ۰.۱ میکرو متر می باشد و غالباً ایجاد اکسید فلزی می نمایند.	فیوم های جوشکاری، اکسید های فلزی
دود	ترکیب پیچیده ای از ذرات آئروسول مایع و جامد، گازها و بخارات که از احتراق ناقص مواد آلی کربن دار ایجاد می گردد. ذرات اولیه دود در حدود ۱-۰ میکرومتر قطر داشته ولی در اثر متراکم شدن ذرات بزرگتری را تشکیل می دهند که به آنها ذرات دوده اطلاق می گردد.	دود سیگار، دود آتش سوزی
میست	قطرات ریز مایع کروی شکل که توسط فرآیندهای مکانیکی مانند پاشیدن، جوشیدن و یا اسپری کردن ایجاد شده و سائیز قطرات میست بین چند میکرون تا بیشتر از صد میکرون متغیر است.	میست اسید، کرومیک، اسپری رنگ
مه	قطرات ریز مایع معلق در هوا که در اثر متراکم شدن فاز بخار ایجاد شده، کوچکتر از ذرات میست بوده و قطر آنها بین ۱۰-۱ میکرومتر می باشد.	مه در هوای سرد
آلودگی بیولوژیکی	ذرات هوابردی هستند که منشاء بیولوژیکی داشته و شامل میکروارگانیسمها مانند باکتریها، قارچها، ویروسها، اجزاء و ذرات متابولیکی ارگانیسم های زنده مانند اندوتوکسین ها و میکوتوکسین ها یا فرآورده های متابولیکی قارچها می باشند. آلودگی بیولوژیکی می تواند شامل گازها و بخارات با منشاء بیولوژیکی نیز باشند.	میکروارگانیسم ها، اندوتوکسین ها، قارچ ها

۷-۳ طبقه بندی براساس اثرات بیولوژیکی

نهایتاً یکی دیگر از طبقه بندی های مهم مواد شیمیایی با در نظر گرفتن خصوصیات سم شناسی و اثرات بیولوژیکی آنها می باشد. این طبقه بندی در مطالعات سم شناختی مواد بکار رفته و در آن اثرات موضعی و سیستمیک مواد که ممکن است به صورت حاد و یا مزمن باشند مورد بررسی قرار می گیرد. شناخت کامل این طبقه بندی مستلزم دانش و اطلاعات وسیع در زمینه مواد شیمیایی، سموم و اثرات بیولوژیکی آنها می باشد که در محدوده این راهنما نمی گنجد اما آشنایی با کلیات آن می تواند در استفاده صحیح مواد بسیار مؤثر باشد. از دیدگاه اثرات بیولوژیکی مواد شیمیایی را می توان در گروه هایی شامل مواد محرک، خفقان آورها، مواد خورنده، سموم سیستمیک با ارگان هدف (TOST)، سرطان زاها، موتاژنها و تراتوژنها تقسیم بندی نمود. منظور از سموم سیستمیک موادی هستند که از راه های مختلف وارد بدن شده و پس از جذب از طریق جریان خون (و یا لنف) به نقاط دوردست یا به عبارت دیگر به بافت یا ارگان هدف رسیده و اثرات بیولوژیکی خود را بروز می دهند (جدول ۲).

جدول ۲- مهمترین سموم سیستمیک با ارگان هدف (TOST)

مثال	ارگان هدف	سموم سیستمیک
کربن تتراکلراید، کادمیم	کلیه ها	سموم کلیوی یا نفروتوکسیک
هیدروکربورهای هالوژنه مانند کربن تتراکلراید، اتانل، نیتروز آمین ها	کبد	سموم کبدی یا هپاتوتوکسیک
سموم ارگانوفسفره، متانل، دی سولفید کربن، جیوه، منگنز	سیستم عصبی	سموم عصبی یا نروتوکسیک
بنزن، آرسین، سرب	خون و بافت خونساز	سموم سیستم خونساز یا هماتوپوئیتیک
اتانل، آرسنیک، فلزات سنگین مانند سرب، مس، کبالت	قلب	سموم قلبی- عروقی
سیلیس آزاد، آزبست، ذغال سنگ، چوب، کتان	سیستم تنفسی و ریه ها	سموم تنفسی
سرب معدنی، موتاژن ها، تراتوژن ها مانند تالیدومید	سیستم تولید مثل	سموم تولید مثل

۸- طبقه بندی کالاهای خطرناک

همانطور که بیان گردید کالاهای خطرناک به موادی گفته می شود که می تواند موجب آسیب آبی و فوری به افراد، تجهیزات و محیط گردند. کالاهای خطرناک در بسیاری از کشورها بر اساس سیستم ملل متحد (UN) طبقه بندی شده و بر چسب گذاری می شوند. این سیستم کمک می کند که خصوصیات و خطرات اینگونه مواد سریعاً قابل تشخیص باشد. در این سیستم کالاهای خطرناک بر اساس خصوصیات خطرناک خود در ۹ کلاس طبقه بندی می شوند. این کلاسها شامل ۸ کلاس مشخص و یک کلاس مواد متفرقه می باشد. خطرات مربوط به هر کلاس با برچسب های لوزی شکل مخصوص مشخص می شود. گاهی اوقات چنانچه ماده ای علاوه بر خطر اصلی دارای خطر دیگری نیز باشد می توان از لوزی کوچکتری در کنار لوزی اصلی استفاده نمود. به عنوان مثال اسید هیدروفلوریک ماده ای خورنده و در عین حال سمی است.

برخی از کالاهای خطرناک شامل کلاس های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ خود دارای تقسیمات بعدی یا ساب کلاسهایی هستند که نشانگر جنبه مشخصی از خطرات ماده می باشد مثلاً کلاس دوم گازها و ساب کلاس ۲۰۱ گازهای قابل اشتعال می باشد. علاوه بر این، در برخی از کلاس ها تقسیم بندی های بعدی شامل گروههای بسته بندی (Packaging Groups) نیز وجود دارد که نشان دهنده خطر نسبی ماده در داخل یک کلاس می باشد (خطر کم PGIII، خطر متوسط PGII و خطر زیاد PGI).

بنابراین تمام بسته ها (البته به جز بسته های بسیار کوچک)، کانتینرها و تانکرهای حمل مواد که حاوی کالاهای خطرناک هستند باید دارای برچسب مناسب با ذکر کلاس مربوطه باشند. این برچسب (یا لوزی خطر) نشان دهنده ماهیت خطر با استفاده از یک سیستم رنگی و علامتهای خاص و نیز شماره کلاس کالای خطرناک می باشد. بنابراین تولیدکنندگان و وارد کنندگان اینگونه کالاها باید اطمینان داشته باشند که این مواد بطور صحیح تقسیم بندی و برچسب گذاری شوند.

کلاس ۱- مواد منفجره (Explosives)

شامل موادی هستند که می توانند انفجار یا اثرات پیروتکنیک ایجاد نمایند. بطور کلی تولید مواد منفجره محدود بوده و تابع مقررات مربوطه می باشد. استفاده از مواد منفجره برای مصارف تحقیقاتی نیز منوط به کسب مجوزهای لازم از سازمانهای مسئول می باشد.

مواد منفجره شامل ۶ ساب کلاس مختلف می باشد:

کلاس ۱-۱ مواد منفجره با خطر انفجار یکباره و مهیب

مثال: TNT، نیترو گلیسرین، فولمینات جیوه

کلاس ۱-۲ مواد منفجره با خطر پرتاب (ولی نه خطر انفجار مهیب)

مثال: بمب ها، نارنجک



کلاس ۳-۱ مواد منفجره با خطر آتش سوزی حجیم

مثال: باروت، مواد آتش بازی ها

کلاس ۱-۴ مواد منفجره بدون انفجار مهیب

مثال: مواد آتش بازی در اسباب بازی ها

کلاس ۱-۵ مواد منفجره با حساسیت انفجاری کم

مثال: مواد منفجره مانند Proprietary مانند Detapower

کلاس ۱-۶ مواد منفجره با حساسیت انفجاری بسیار کم

کلاس ۲- گازها (Gases)

کالاهای خطرناک این کلاس شامل گازهای تحت فشار، گازهای مایع و یا گازهای محلول تحت فشار می باشد.

گازها شامل ۳ ساب کلاس می باشند:



کلاس ۲-۱ گازهای قابل اشتعال

کلاس ۲-۲ گازهای غیر قابل اشتعال و غیر سمی

کلاس ۲-۳ گازهای سمی

منظور از گازهای سمی گازهایی هستند که استنشاق آنها موجب مرگ و میر و یا صدمات جدی به سلامتی انسان می گردد.

مثال: CO، کلر و آمونیاک.

کلاس ۳- مایعات قابل اشتعال (Flammable Liquids)



منظور از مایعات قابل اشتعال مایعات، مخلوطی از مایعات و یا مایعاتی حاوی جامدات بصورت محلول و یا معلق هستند که می توانند در تماس با یک منبع جرقه مشتعل شوند مانند بنزین، تینر، رنگها، لاکها و حلالهای قابل اشتعال.

قابل به ذکر است که در تقسیم بندی قدیمی تر این کلاس به دو ساب کلاس ۱-۳ و

۳-۲ تقسیم بندی می شدند ولی در تقسیم بندی جدید برای مایعات قابل اشتعال ساب کلاسی در نظر گرفته نشده ولی برای این مواد گروههای بسته بندی (PG I, II, III) در نظر گرفته شده است:

کلاس ۳-PGI مایعات با قابلیت اشتعال زیاد

با نقطه جوش اولیه کمتر از ۳۵ درجه سانتی گراد

مثال: دی اتیل اتر، دی سولفید کربن

کلاس ۳-PGII مایعات با قابلیت اشتعال بسیار زیاد

با نقطه جوش اولیه بیشتر از ۳۵ درجه سانتی گراد و نقطه فلاش کمتر از ۲۳ درجه سانتی گراد

مانند: بنزین، استن

گروههای بسته بندی I و II قبلاً تحت عنوان ساب کلاس ۱-۳ تقسیم بندی می شدند.

کلاس ۳-PGIII مایعات قابل اشتعال

با نقطه فلاش ۲۳ تا ۶۱ درجه سانتی گراد

مثال: کروسن، تورپنتن معدنی

این گروه در تقسیم بندی قبلی تحت عنوان ساب کلاس ۲-۳ نامیده می شدند.

کلاس ۴- جامدات قابل اشتعال (Flammable Solids)

کالاهای خطرناک در این کلاس شامل موادی با پتانسیل احتراق خودبخودی و نیز موادی بوده که در تماس با

آب ایجاد گازهای قابل اشتعال

نمایند. همچنین جامداتی (به غیر

از مواد منفجره) که فوراً دچار

احتراق شده و یا موجب آتش

سوزی می شوند نیز در این

کلاس طبقه بندی می شوند.

این کلاس شامل ۳ ساب کلاس می باشد:

کلاس ۴-۱ جامدات قابل اشتعال

موادی که به راحتی مشتعل شده و قابل احتراق هستند.

مثال: نیتروسولوز، فسفرها، کبریت ها و اسیدپیکریک

کلاس ۴-۲ جامدات با پتانسیل احتراق خودبخودی

مثال: ذغال، پنبه و فسفر سفید

کلاس ۴-۳ جامدات خطرناک در حالت مرطوب



شامل جامداتی است که در تماس با آب ایجاد گازهای قابل اشتعال می کنند.
مثال: فسفید آلومینیوم و کاربید کلسیم



کلاس ۵- مواد اکسید کننده (Oxidizing Substances)

مواد اکسید کننده شامل ۲ ساب کلاس می باشد:

کلاس ۵-۱ مواد اکسید کننده (به غیر از پراکسیدهای آلی)

مانند پراکسید هیدروژن، هیپوکلریت کلسیم (که در استخرها استفاده می شود) نیترات آمونیوم و نیترات های آلی.

کلاس ۵-۲ پراکسیدهای آلی (جامد یا مایع)

مثال: پراکسید متیل اتیل کتن، بنزوپرویل پراکسید، دی بنزول و پراستیک اسید.

مواد اکسید کننده به خودی خود لزوماً قابل اشتعال نیستند اما ممکن است موجب اشتعال سایر مواد شوند. به عنوان مثال پراکسید سدیم در حضور آب ایجاد واکنش قوی اگزوترمیک (گرمزا) شده و نیز در اختلاط با ذغال نیز موجب اشتعال خودبخودی گردد.

پراکسیدهای آلی دارای ساختاری با اکسیژن دو ظرفیتی می باشند. این مواد از نظر حرارتی موادی ناپایدار بوده و بنابراین ممکن است خودبخود تجزیه شده که گاهی می تواند موجب واکنشهای انفجار شده و یا به سرعت بسوزند و یا در مقابل ضربه یا اصطکاک حساس بوده و یا با سایر مواد واکنشهای خطرناکی ایجاد نمایند.

کلاس ۶- مواد سمی و عفونت زا (Toxic and Infectious Substances)



این کلاس شامل دو ساب کلاس مواد سمی و مواد عفونی می شوند. البته گازهای سمی، که قبلاً در کلاس ۳-۲ طبقه بندی شده اند، در این کلاس قرار نمی گیرند.

کلاس ۶-۱ مواد سمی (شامل مایعات و جامدات سمی)

مواد سمی شامل موادی هستند که منجر به مرگ و یا صدمات جدی و آسیب شدید به سلامتی انسان در صورت بلعیده شدن، استنشاق و یا از طریق تماس پوستی می شوند.
مثال: سیانید سدیم (NaCN) سیانیدها و ترکیبات آرسنیک.



کلاس ۲-۶ مواد عفونی

مواد عفونی موادی هستند که عفونت را شناخته شده و یا امکاناً حاوی عوامل بیماری زا (میکروارگانیسم ها شامل باکتریها، ویروسها، ریکتزیا، پارازیت ها و قارچها

هستند. واکسینها و نمونه های پاتولوژی مثال هایی از این دست هستند.

دستورالعمل نگهداری، نحوه کار و نحوه دفع مواد عفونی باید تابع مقررات بهداشتی و نحوه حمل و نقل این گروه از مواد تابع مقررات حفاظت محیط زیست باشد.

کلاس ۷- مواد رادیواکتیو

(Radioactive Substances)

این کلاس شامل مواد یا ترکیب موادی هستند که دائماً از خود امواج رادیواکتیو ساطع می کنند. به عبارت دقیق تر ماده رادیواکتیو ماده ای است که فعالیت مخصوص آن بزرگتر از 70 KBq/kg باشد. منظور از فعالیت مخصوص میزان فعالیت در واحد جرم ماده رادیواکتیو است. برای این کلاس ساب کلاس خاصی در نظر گرفته نشده ولی گروههای بسته بندی مختلف در نظر گرفته می شود.

مثال: رادیو ایزوتوپها و اورانیوم

کلاس ۸- مواد خورنده (Corrosives)



مواد خورنده موادی هستند جامد یا مایع که می توانند از طریق اثر شیمیایی موجب آسیب بافتهای زنده و وسایل و تجهیزات در هنگام تماس با آنها گردند. به عبارت دیگر، مواد خورنده موادی هستند که با اثر شیمیایی موجب آسیب شدید در هنگام تماس با بافتهای زنده، وسایل و تجهیزات شده و موجب تخریب سایر مواد می شوند.

مثال: هیدروفلوریک اسید، هیدروکسید سدیم و کلر استخرها.

کلاس ۹- مواد متفرقه (Miscellaneous)



این کلاس خطر مواد متفرقه ای که عمدتاً شدید نبوده و در کلاسهای دیگر تقسیم بندی نشده اند را نشان می دهد. مانند مواد مغناطیسی شدید، آئروسول ها، کودهای نیترات آمونیوم و گرانول های پلی استر.



برچسب کلی کالاهاى خطرناک

این برچسب نشان دهنده کلاس های مختلف کالاهاى خطرناک بوده و به هنگام حمل و نقل این کالاها استفاده می شود.

۹- طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی در سیستم GHS

در سیستم GHS طبقه بندی مواد بر مبنای خطرات فیزیکی، خطرات سمی و خطرات محیطی بوده و روش های هماهنگ تبادل اطلاعات خطر در این سیستم از طریق کلمات سیگنال، عبارات خطر و پیکتوگرام های هشدار دهنده (شکل ۲) و نیز برگه های ایمنی شیمیایی (SDS) با فرمت استاندارد می باشد. باید توجه نمود که تقسیم بندی GHS مختص مواد شیمیایی بوده و در این سیستم بر خلاف تقسیم بندی کالاهاى خطرناک UN مواد رادیواکتیو و مواد عفونت زا حذف گردیده است.

۹-۱ طبقه بندی خطرات فیزیکی

طبقه بندی خطرات فیزیکی در سیستم GHS بر اساس سیستم UN در طبقه بندی کالاهاى خطرناک استوار بوده و دربرگیرنده خطرات مختلف شامل مواد منفجره، گازهای تحت فشار، گازهای قابل اشتعال، مایعات قابل اشتعال، جامدات قابل اشتعال، آئروسول های قابل اشتعال، مواد با واکنشهای خودبخودی، مایعات و جامدات پیروفوریک، مواد با گرمای خود بخودی، مواد خطرناک در حالت مرطوب، مایعات و جامدات اکسید کننده، پراکسیدهای آلی اکسید کننده و مواد خورنده برای فلزات می باشد. برخی از این گروه ها خود دارای زیر گروه های مختلف به صورت زیر می باشد:

- مواد منفجره

که شامل ۶ زیر گروه با خطر انفجار مهیب، با خطر پرتاب شدید، با خطر آتش سوزی و پرتاب شدید، با خطر آتش سوزی و پرتاب، با امکان انفجار در آتش و بدون عبارت خطر می باشد.

- گازهای تحت فشار

شامل گازهای محبوس شده در مخازن و سیلندرها در فشار بالاتر از ۲۸۰ kPa و دمای 20°C و یا بصورت گاز مایع بوده و شامل ۴ زیر گروه گازهای فشرده، گازهای مایع، گازهای مایع سرد شده و گازهای محلول می باشد.

- گازهای قابل اشتعال

گازی است که در هوای 20°C و فشار استاندارد ۱۰۱/۳ kPa قابل اشتعال باشد. شامل دو زیر گروه گازهای شدیداً قابل اشتعال و گازهای قابل اشتعال می باشد.

- مایعات قابل اشتعال

بطور کلی مایعی است که نقطه فلاش آن بیشتر از 93°C نباشد و جزییات آن شامل چهار زیر گروه می باشد.

- جامدات قابل اشتعال

جامدی است که به آسانی قابل احتراق بوده و یا از طریق اصطکاک منجر به آتش سوزی و گسترش آتش گردد. جزییات آن شامل دو زیر گروه می باشد.

- آئروسول ها

چنانچه آئروسول ها حاوی اجزا تشکیل دهنده قابل اشتعال مایع، جامد یا گاز باشند قابل اشتعال محسوب خواهند شد.

- مواد با واکنشهای خودبخودی

شامل موادی است که در هنگام تجزیه گرمای زیادی، حتی بدون حضور اکسیژن و هوا، تولید نموده ولی این مواد شامل مواد منفجره، پراکسیدهای آلی و اکسید کننده ها نمی باشند.

- مایعات و جامدات پیروفوریک

شامل موادی است که طی ۵ دقیقه بعد از تماس با هوا ایجاد آتش می کنند.

- مواد با گرمای خودبخودی

شامل موادی است که در اثر واکنش با هوا و بدون نیاز به انرژی خودبخود گرما ایجاد می کنند.

- مواد خطرناک در حالت مرطوب

شامل موادی است که ممکن است در تماس با آب ایجاد گازهای قابل اشتعال نموده و شامل ۳ زیر گروه که بیانگر نحوه شکل گیری گاز و سرعت آن است می باشد.

- مایعات و جامدات اکسید کننده (به غیر از پراکسیدهای آلی)

شامل موادی است که معمولاً با تولید اکسیژن موجب تسهیل یا ایجاد احتراق در سایر مواد شده و تقسیم بندی آن با استفاده از سیستم UN شامل ۳ زیر گروه برای مایعات و ۳ زیر گروه برای جامدات اکسید کننده می باشد.

- پراکسیدهای اکسید کننده

شامل مواد یا ترکیبات واکنش پذیر و ناپایدار از نظر حرارتی بوده که می توانند منجر به واکنش های تجزیه ای خودبخودی گرمازا شوند.

- مواد و ترکیبات خورنده برای فلزات

شامل مواد و ترکیباتی هستند که از طریق واکنش شیمیایی موجب تخریب و ایجاد خوردگی در فلزات می شوند.

همانطور که بیان گردید خطرات رادیواکتیویته که در سیستم کالاهای خطرناک UN وجود دارد در سیستم GHS در نظر گرفته نشده است.

۹-۲ طبقه بندی خطرات سمی

در سیستم GHS در تقسیم بندی اثرات سمی علاوه بر خطرات سمی حاد اثرات مزمن مواد نیز مورد توجه قرار گرفته و این اثرات شامل سمیت حاد با دوز یکباره، تحریک و خوردگی پوست، تحریک و صدمات جدی چشمی، حساسیت زا برای پوست و سیستم تنفسی، سمیت سیستمیک با ارگان هدف (TOST) با دوز یکباره یا دوزهای تکراری، ژنوتوکسیسیته و سمیت سلولی، اثرات تولید مثل و سرطان زایی می باشد. برخی از این گروه ها خود شامل زیر گروه های مختلف به صورت زیر می باشد:

- سمیت حاد با دوز یکباره

شامل طبقه بندی سموم بر اساس سمیت حاد از راههای خوراکی، پوستی و تنفسی می باشد (جدول ۳).

- تحریک و خوردگی پوست

شامل گروه ۱ برای اثرات خوردگی و گروه ۲ و ۳ برای اثرات تحریکی می باشد.

- صدمات جدی چشمی و تحریک چشم

شامل گروه ۱ برای اثرات خوردگی و گروه ۲A و ۲B برای اثرات تحریکی می باشد.

- حساسیت زا برای پوست و سیستم تنفسی

در صورت وجود شواهد کافی مبنی بر حساسیت زایی هر دو گروه ۱ محسوب شده ولی هر یک علامت مخصوص به خود را دارند (شکل ۲).

- اثرات سیستمیک با ارگان هدف (TOST)

در صورت وجود شواهد کافی مبنی بر اثرات سیستمیک با ارگان هدف، به دنبال دوز یکباره یا به دفعات، در انسان در گروه ۱ و در غیر اینصورت در گروه ۲ تقسیم بندی می شوند.

جدول ۳- طبقه بندی سمیت حاد مواد شیمیایی در سیستم GHS

گروههای سمیت					
۵	۴	۳	۲	۱	
5000	2000	300	50	5	خوراکی LD50 (mg/kg)
	2000	1000	200	50	پوستی LD50 (mg/kg)
5000	2500	500	100		گازها (PPM)
20	10	2/0	0/5		بخارات (Mg/L) LC50
5	1/0	0/5	0/05		گرد و غبار، میست (mg/L)

- ژنوتوکسیسیته

مشابه سیستم اروپایی (EC) شامل ۲ گروه می باشد که در صورت وجود شواهد کافی مبنی بر اثرات جهش زایی در انسان در گروه ۱ که خود شامل زیر گروههای ۱A و ۱B است در غیر اینصورت در گروه ۲ قرار می گیرند.

- سمیت در سیستم تولید مثل

شامل اثرات نامطلوب روی عملکرد جنسی و تولید مثل در مردان و زنان و نیز اثر بر روی جنین بوده، در صورت وجود شواهد کافی مبنی بر اثرات تولید مثل در انسان در گروه ۱ و در غیر اینصورت در گروه ۲ قرار می گیرند.

- سرطان زایی

مشابه با سیستم اروپایی EC، سرطان زاها در دو گروه کلی شامل سرطانزای انسانی شناخته شده و مواد مشکوک به سرطان زایی در انسان تقسیم بندی می شوند.

۹-۳ خطرات محیطی

خطرات محیطی نیز شامل خطرات مواد برای محیط و اکوسیستم آبی بوده و این خطرات در گروههای مختلف مورد بررسی قرار می گیرد.

شعله

Flame



شعله روی دایره

Flame over circle



بمب منفجره

Exploding bomb



خوردگی

Corrosion



سیلندر گاز

Gas Cylinder



جمجمه و استخوان

Skull and Crossbones



علامت تعجب

Exclamation mark



خطرات محیطی

Environment



خطر سلامتی

Health hazard



شعله

Flame

شعله روی دایره

Flame over circle

بمب منفجره

Exploding bomb



خوردگی
Corrosion



سیلندر گاز
Gas Cylinder



جمجمه و استخوان
Skull and Crossbones



علامت تعجب
Exclamation mark



خطرات محیطی
Environment



خطر سلامتی
Health hazard



شکل ۲- پیکتوگرام های سیستم GHS

شامل علائم استاندارد برای خطرات فیزیکی، اثرات سمی و زیست محیطی مواد شیمیایی

۱۰- ارزیابی ریسک مواد شیمیایی

ارزیابی ریسک (Risk assessment) باید برای تمام عملیات و کارهایی که شامل مواد شیمیایی خطرناک می باشد انجام گیرد. این ارزیابی شامل شناسایی خطرات ناشی از مواد، ارزیابی ریسک ناشی از این خطرات در محیط کار و سپس بکارگیری روشهای کنترلی مناسب برای حذف یا کاهش ریسک تا حد قابل قبول می باشد.

۱۰-۱ شناسایی خطرات

در شناسایی خطرات ناشی از مواد شیمیایی بکارگیری و استفاده از موارد زیر ضروری می باشد.

- فهرست ثبت مواد

تمام اطلاعات بدست آمده در مرحله شناسایی خطر باید در یک سیستم ثبت وارد گردد. هر آزمایشگاه یا محیط کار باید سیستم ثبت مواد شیمیایی (Hazardous substances register) خود را تهیه و نگهداری نماید (پیوست الف). اولین چیزی که باید در این سیستم ثبت وارد شود فهرست تمامی مواد شامل کالاهای خطرناک و سموم استفاده شده یا تولید شده در محیط کار است. مورد بعدی که باید ضمیمه شود تهیه برگه های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) برای تمامی مواد موجود در فهرست ثبت می باشد. بدیهی است که این فهرست باید به روز بوده و اطلاعات آن بر اساس مواد جدید مورد استفاده و یا موادی که از حیز استفاده خارج شده اند بازنگری و تنظیم گردند.

- بازرسی های محیط کار

یک بازرسی کلی یا واک تروف (Walk through) می تواند جزئیاتی از مواد خطرناک موجود در محیط کار را فراهم آورد. در طی بازدید معمولاً موادی که دیگر مورد نیاز نبوده و یا تاریخ مصرف آنها گذشته است نیز مشخص می شوند. چنین موادی چنانچه از محیط کار خارج می شوند می توان آنها را از لیست حذف نمود. بازرسی محیط کار همچنین می تواند جزئیاتی از کل محیط کار که مواد شیمیایی در آن مورد استفاده هستند فراهم آورد. طی بازرسی محیط کار اطلاعاتی از نحوه نگهداری و انبارداری صحیح مواد، وجود کنترل‌های مهندسی مانند هودها شیمیایی و یا سایر سیستمهای تهویه، امکانات و تجهیزات موجود برای شرایط اضطراری مانند دوش های ایمنی، فواره های چشمی، کمک های اولیه، وسایل حفاظت فردی (PPE) مورد استفاده، کیت مخصوص ریخت و پاش (Spill kit) مواد شیمیایی و غیره بدست می آید. جمع آوری این اطلاعات در مرحله بعدی ارزیابی ریسک مورد استفاده قرار می گیرد. بازدیدهای منظم از محیط کار باید توسط اعضاء کمیته حفاظت فنی (OHS) و یا توسط افراد مسئول انجام گیرد.

- شبه حوادث و حوادث

آمار حوادث و شبه حوادثی (Incidents/Accidents) که در محیط کار اتفاق افتاده باید ثبت شده و نگهداری شود. مرور این وقایع، تجزیه و تحلیل آنها و نتایج این آنالیزها می تواند در شناسایی خطرات مواد شیمیایی موجود در محیط کار و پیشگیری از حوادث مشابه در آینده بسیار مؤثر باشد.

- تعیین خصوصیات مواد خطرناک

هنگامیکه تمام موادی که در محیط کار به کار رفته، تولید شده و یا مورد استفاده قرار خواهند گرفت شناسایی شدند اطلاعات حاصل باید در سیستم ثبت مواد وارد شوند. سپس باید تمام مواد خطرناک موجود در این فهرست مشخص شوند. اطلاعات مربوط به خطرات مواد شیمیایی از راههای زیر قابل دسترسی می باشد:

- از طریق خواندن برچسب (Label) ظروف حاوی مواد شیمیایی و توجه به علائم خطر روی این برچسب ها
- اطلاعات موجود در برگه های MSDS و توجه به خطرات ماده و عبارات خطر مربوطه
- مراجعه به سیستم های معتبر موجود برای شناسایی مواد خطرناک تأیید شده توسط سازمانهای مسئول
- با استفاده از منابع معتبر و کتب سم شناسی و ایمنی شیمیایی
- با مشاوره گرفتن از سازندگان ماده و افراد متخصص

- برچسب ها (Labels)

تمام ظروف حاوی مواد خطرناک موجود در محیط کار باید بطور مناسب برچسب گذاری شوند بطوریکه امکان استفاده ایمن آن فراهم آید. استانداردهای لازم باید در برچسب گذاری صحیح رعایت شوند. تولید کنندگان و فروشندگان مواد شیمیایی نیز موظفند که محصولات حاوی مواد خطرناک تولیدی خود را بطور صحیح برچسب گذاری نمایند. چنانچه ماده ای در همان محیط کار تهیه می شود تولید کننده موظف به برچسب گذاری می باشد.

ظروف موقت حاوی مواد شیمیایی نیز لازم است دارای برچسب مناسب با ذکر نام ماده و عبارات ریسک و ایمنی (Risk and safety phrases) مرتبط باشد. حتی ظروفی که مواد شیمیایی در آنها ریخته شده و بلافاصله مورد استفاده قرار می گیرند نیز حداقل باید با نام ماده برچسب گذاری شده به شرطی که پس از استفاده و تخلیه سریعاً تمیز شوند.

مشخصات هرگونه مواد خطرناک موجود در یک سیستم بسته (مانند لوله یا سیستم لوله ها یا مخازن راکتور یا فرآیند) باید برای افراد در معرض مشخص شده باشد. این مشخصات می تواند با استفاده از کدگذاریهای رنگی و برچسب گذاری مناسب تعیین گردند.

یک برچسب کامل باید دارای خصوصیات زیر باشد:

- مشخصات ماده مانند نام، نام تجاری و نام شیمیایی ماده
- اجزا تشکیل دهنده ماده
- کلمات سیگنال (کلماتی که نشانگر شدت خطر هستند مانند HAZARDOUS، POISON)
- کلاس کالای خطرناک و عدد UN مربوطه که نشان دهنده خطر اصلی آن ماده است.

- عبارات خطر که توصیف کلی از خطرات ماده می باشد مانند "سمی در صورت بلعیده شدن".
 - عبارات ایمنی که فراهم کننده جزئیات در نگهداری، جابجایی و نحوه حفاظت فردی است مانند "دور از حرارت نگهداری کنید".
 - دستورالعمل استفاده ایمن شامل روش ها و مقادیر صحیح مثلاً نحوه مخلوط سازی و غیره.
 - عبارات کمکهای اولیه برای مواردی که نیازمند اقدام اضطراری و درمان فوری هستند مانند "در مواقع تماس چشمی فوراً با آب بشوئید".
 - اقدامات اضطراری مثلاً جزئیاتی برای کنترل ریخت و پاش، نشتی و یا آتش سوزی
 - مشخصات سازنده ماده شامل نام کمپانی، آدرس و شماره تلفن
 - ارجاع دادن به MSDS برای اطلاعات کاملتر
- البته بدیهی است که نصب برچسب کامل روی ظروف کوچک حاوی مواد عملی نبوده و یا برای ظروف موقتی ضروری نمی باشد.

– برگه های اطلاعات ایمنی ماده شیمیایی (MSDS)

برگه های اطلاعات ایمنی ماده شیمیایی برگه هایی هستند که اطلاعات مورد نیاز برای کار ایمن با مواد شیمیایی خطرناک را فراهم می آورند. معمولاً یک MSDS حاوی اطلاعاتی نظیر خصوصیات ماده، سمیت، واکنش پذیر بودن و احتیاطات لازم در هنگام استفاده به عنوان مثال جداسازی از مواد ناسازگار، روشهای صحیح کار و جابجایی ماده، کمک های اولیه و اقدامات اضطراری، سیستمهای تهویه و وسایل حفاظت فردی لازم می باشد. در سیستم GHS این برگه ها به نام برگه های اطلاعات ایمنی (SDS) نامیده شده و برای هماهنگ نمودن آنها یک فرمت استاندارد همراه با ۱۶ عنوان پیشنهاد گردیده است (جدول ۴).

جدول ۴- مشخصات یک برگه اطلاعات ایمنی (SDS) با فرمت هماهنگ GHS

ردیف	عنوان
۱	مشخصات سازنده/ فروشنده
۲	مشخصات خطر
۳	اطلاعات ترکیبات و اجزاء تشکیل دهنده
۴	کمک های اولیه
۵	اقدامات آتش نشانی
۶	اقدامات در شرایط اضطراری شامل ریخت و پاش های احتمالی
۷	نگهداری و انبارداری
۸	کنترل تماس و حفاظت فردی
۹	خصوصیات فیزیکوشیمیایی
۱۰	پایداری و واکنش پذیری
۱۱	اطلاعات سم شناسی
۱۲	اطلاعات اکولوژیکی و زیست محیطی
۱۳	نحوه دفع مواد زائد
۱۴	اطلاعات حمل و نقل
۱۵	اطلاعات مقرراتی شامل استانداردها
۱۶	سایر اطلاعات لازم

بطور کلی سازندگان و وارد کنندگان مواد شیمیایی موظفند که برگه های MSDS را برای تهیه مواد خطرناک تولیدی خود تهیه و عرضه نمایند. موادی که از خارج از کشور تهیه می شوند، علاوه بر MSDS کمپانی خارجی باید دارای جزئیات تماس مربوط به شرکتهای داخلی وارد کننده نیز باشند. ضمناً استانداردها و حدود مجاز تماس ملی نیز باید در استفاده از آنها مد نظر قرار گیرد. بنابراین خریداران و مسئولین ایمنی محیط کار وظیفه دارند که برگه های MSDS را تهیه و در محیط کار در دسترس استفاده کنندگان و کارکنان قرار دهند.

– مراجع و انتشارات مرتبط با ایمنی مواد شیمیایی

مراجع و انتشارات بسیار زیادی در زمینه های مختلف عوامل شیمیایی وجود داشته که آشنایی و استفاده از آنها می تواند در کار ایمن با مواد شیمیایی مؤثر باشد. کارشناسان و مسئولین ایمنی و بهداشت محیط کار وظیفه دارند که با آیین نامه ها، دستورالعمل ها و استانداردهای ملی موجود در زمینه مواد شیمیایی و آلاینده های محیط کار آشنایی داشته و آنها را در راستای کار ایمن و مدیریت صحیح مواد شیمیایی بکار گیرند. علاوه بر این آشنایی با مراجع علمی روزآمد و منابع اطلاعاتی معتبر همواره می تواند در جهت بهبود مداوم ایمنی و بهداشت محیط کار راهگشا بوده و باید مد نظر قرار گیرد.

پایگاه های اینترنتی مختلفی نیز وجود دارند که می توانند در یافتن منابع و اطلاعات مورد نیاز مرتبط با بهداشت حرفه ای و ایمنی مواد شیمیایی مفید باشند. لیست برخی از این پایگاه های اینترنتی در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. برخی از پایگاه های اینترنتی قابل استفاده در ایمنی شیمیایی

گروه/سازمان	پایگاه اینترنتی – URLs
ACGIH	http://www.acgih.org
AIHA	http://www.aiha.org
ANSI	http://www.ansi.org
DOT	http://www.dot.gov
EPA	http://www.epa.org
ILO	http://www.ilo.org
IPCS	http://www.who.int/ipcs
ISO	http://www.iso.ch
NIOSH	http://www.cdc.gov/niosh
OSHA	http://www.osha.gov

۱۰-۲ ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده

تمام کارهایی که به نحوی شامل استفاده از مواد خطرناک بوده و یا امکان تماس با این عوامل وجود دارد، باید بطور صحیح مورد ارزیابی قرار گرفته و سطح ریسک آن تعیین گردد. با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در مرحله اول از روی برچسب ها و برگه های اطلاعات ایمنی مواد، اطلاعات سازندگان مواد و غیره و خطرات شناسایی شده، مرحله ارزیابی ریسک با مرور این اطلاعات و چک کردن اطلاعات خطر و احتیاطات در هنگام استفاده و کار ایمن شروع می شود.

برای ارزیابی پتانسیل تماس لازم است موارد زیر در نظر گرفته شود:

- راه ورود ماده به بدن (مانند راه استنشاقی، گوارشی و تماس پوستی)
- دفعات تماس
- مدت زمان تماس
- غلظت ماده

ریسک ناشی از ماده بستگی به نوع ماده، مقدار ماده مورد استفاده و شدت تماس با ماده خطرناک و نیز نحوه بروز اثرات ناشی از آن داشته و بزرگترین ریسک ها ناشی از تماس شدید با ماده خطرناکی است که اثرات سلامتی جدی و خطرناکی نیز ایجاد می نماید. در مواردی که احتمال تماس عملاً وجود ندارد مانند حمل یک ظرف در بسته حاوی مواد ممکن است از ارزیابی ساده و بدیهی استفاده شده و ارزیابی بعدی مورد نیاز نباشد.

بطور کلی یک ارزیابی ریسک شامل بررسی محیط کار برای یافتن نحوه تماس افراد، سطوح تماس و وضعیت سیستم های تهویه می باشد. ارزیابی ها ممکن است از نوع ساده و یا با جزئیات کامل انجام گیرد. نوع ارزیابی بسته به درجه عدم اطمینان در باره ریسک و اینکه آیا فرآیندهای پیچیده تر شیمیایی نیز در این ارزیابی وجود دارد یا خطر تعیین می گردد. ارزیابی ممکن است بر پایه وظیفه یا فرآیند بوده و تنها محدود به ارزیابی یک ماده شیمیایی منفرد نمی باشد. براساس نتیجه چنین ارزیابی است که می توان روشهای مناسب کنترلی را نیز تعیین نمود. در مواردی ارزیابی های ژنتیک نیز امکان پذیر بوده و توصیه شده اند.

تمامی ارزیابی ها باید توسط افراد آموزش دیده با دانش کافی در زمینه ارزیابی ریسک مواد خطرناک و با مشاوره گرفتن از کارکنان و افراد مرتبط صورت گیرد. در پایان یک چارچوب کلی برای انجام ارزیابی ریسک مواد خطرناک آورده می شود.

- رتبه بندی ریسک (Risk rating)

به منظور اطمینان از ثبات در رتبه بندی، ریسک ها باید بر اساس روش های استاندارد رتبه بندی شوند (مانند استاندارد AS4360 کشور استرالیا، به پیوست ب و ج رجوع شود).

- ارزیابی های ساده و آشکار

ارزیابی ساده و آشکار در مواردی است که بازرسی ها نشان دهند که تمامی ریسک های ممکن مطابق با MSDS ماده کنترل شده و بنابراین ارزیابی تمام شده تلقی شده و نیازی به ارزیابی های بیشتر نمی باشد. در

چنین حالتی انجام چنین ارزیابی ساده ای باید در فهرست مواد شیمیایی ذکر شده و به مدت ۵ سال نگهداری شوند.

- ارزیابی های کامل

در ارزیابی های کامل ممکن است نیاز به تعیین سطح تماس از طریق پایش تماس و ارزیابی سیستم تهویه از طریق تست سیستم مثلاً اندازه گیری سرعت دهانه هودهای شیمیایی باشد. در انجام یک ارزیابی لازم است که سایر افرادی که در آن محوطه کار کرده و ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند مانند کارگران نظافتچی و یا سرویس نگهداری مورد توجه قرار گرفته و در ارزیابی به تبعات محیطی ناشی از ماده یا فرآیند نیز توجه گردد.

- مهارت و دانش در ارزیابی ریسک

فردی که ارزیابی را انجام می دهد باید فردی متخصص و ماهر بوده بطوری که دانش و مهارت کافی برای ارزیابی ریسک ناشی از کار با مواد خطرناک را داشته باشد. معمولاً در انجام ارزیابی های کامل دانش و مهارت متخصصین بهداشت حرفه ای در زمینه پایش هوا و سیستمهای کنترلی تهویه مورد نیاز می باشد. واحد مدیریت ریسک واحدی است که می تواند در این زمینه هماهنگی های لازم را انجام دهد.

- ارزیابی های عمومی یا ژنریک

چنانچه یک ماده خطرناک با شرایط یکسان و یا مشابه در نقاط مختلفی از یک محیط کار استفاده می شود می توان از ارزیابی های ژنریک استفاده نمود. خصوصیات خطر و درجه ریسک در این موقعیت ها به گونه ای است که می توانند قابل مقایسه با یکدیگر باشند. در چنین شرایطی یک ارزیابی ژنریک از یک موقعیت کاری که نماینده سایر موقعیت ها می باشد می تواند برای سایر وضعیتها نیز بکار گرفته شود. بنابراین می توان ارزیابی های ژنریک را چنانچه ریسک ها مشابه می باشند بطور مشارکتی استفاده نمود. فرد مسئول و هماهنگ کننده می تواند ارزیابی های ژنریک تکمیل شده را برای استفاده در سایر موقعیت های مشابه توزیع نماید.

- اولویت بندی در ارزیابی ریسک

در محیطهای کاری که تعداد بسیار زیادی مواد خطرناک وجود دارد ممکن است لازم باشد که در ارزیابی ریسک اولویت بندی هایی صورت گیرد. در تعیین این اولویت، تعداد دفعات استفاده از ماده خطرناک و نیز شدت تماس با ماده باید مورد توجه قرار گیرد. اولویتهای بالاتر باید به مواد خطرناکی داده شود که بیشتر مورد استفاده بوده و خطرات جدی تری به همراه دارند.

- بازنگری ارزیابی ها

ارزیابی ریسک باید در موارد زیر بازنگری شده و مجدداً انجام شوند.

- فرآیند، کارخانه یا ماده تغییر نماید.
- اطلاعات جدیدی در مورد خطرات ماده قابل دسترس شده است.
- پایش محیطی و یا بیولوژیکی نشان دهنده عدم کنترل کافی سطوح تماس باشند.
- روشهای کنترلی جدید یا پیشرفته عملی شده اند.
- اطلاعات جدید حاکی از آن است که ارزیابی ریسک موجود از درجه اعتبار ساقط است.

بطور کلی تمامی ارزیابی انجام شده باید بصورت دوره ای مطابق با مقررات محیط کار مورد بازنگری قرار گیرند.

۱۰-۳ کنترل ریسک

چنانچه نتیجه ارزیابی ها منجر به یافتن ریسک های غیر قابل قبول در محیط کار شوند این ریسک ها باید حذف شده و یا تا سطوح قابل قبول کاهش یابند. برای این منظور باید از سلسله مراتب کنترلی (Hierarchy or control) به شرح زیر استفاده نمود:

- حذف Elimination

- جایگزینی Substitution

- جداسازی Isolation

- کنترل‌های مهندسی Engineering controls

- کنترل‌های مدیریتی و اجرایی Administrative controls

- وسایل حفاظت فردی (PPE)

در فصل بعد به هر یک از این موارد بطور خلاصه اشاره شده و اقدامات کنترلی لازم در کار با مواد شیمیایی شرح خواهد شد.

۱۱- اقدامات کنترلی در کار با مواد شیمیایی

همانطور که در فصل قبل اشاره گردید چنانچه نتیجه ارزیابی ها منجر به یافتن ریسک های غیر قابل قبول در کار با مواد شیمیایی شوند این ریسک ها باید حذف شده و یا تا سطوح قابل قبول کاهش یابند. برای این منظور باید از سلسله مراتب کنترلی (Hierarchy or control) به شرح زیر استفاده نمود:

۱۱-۱ حذف مواد خطرناک

بدیهی است که روش ایده آل در کنترل خطرات حذف نمودن ماده و یا فرایند خطرناک است مثلاً حذف مواد سرطان زا و یا استفاده از فرآیند فیزیکی نظیر روش اولتراسوند به جای یک فرآیند شیمیایی در تمیز کردن قطعات.

در مورد نحوه و دفعات استفاده از مواد شیمیایی موجود در محیط کار ضروری است یک بررسی به عمل آمده و چنانچه برخی از مواد وجود دارند که به ندرت استفاده شده و برای استفاده احتمالی در آینده نگهداری شده اند باید برای حذف و خارج نمودن آنها از محیط کار و یا دفع مناسب آنها اقدامات و هماهنگی لازم بعمل آید.

همچنین در آینده نیز برای خرید مواد شیمیایی باید خطرات نگهداری طولانی مدت آنها نیز مورد توجه قرار گرفته و این مواد در حداقل مقادیر مورد نیاز سفارش شده و خریداری شوند. هر چند خرید در بسته های بزرگتر ممکن است ارزانتر تمام شود ولی در هنگام خرید باید به اثرات خطرناک این مواد روی افراد شاغل در آن محیط و هزینه های نگهداری و دفع آنها نیز توجه نمود. در بخش کنترل‌های مدیریتی و اجرایی کمیته خرید باید بر روی خرید مواد خطرناک جدید و ورود آنها به محیط کار نظارت کافی داشته تا در همین مرحله با جلوگیری از خرید مواد خطرناک غیر ضروری خطر آنها نیز حذف گردد.

۱۱-۲ جایگزینی ماده خطرناک

منظور از جایگزینی استفاده از مواد شیمیایی کم خطرتر می باشد مثلاً استفاده از تولوئن به جای بنزن. البته جایگزینی فقط محدود به مواد نبوده و جابجایی فرایند و وسایل و تجهیزات نیز امکان پذیر می باشد. از همان ابتدای طراحی یک پروژه یا فرآیند شیمیایی باید نهایت سعی و تلاش برای جستجوی مواد کم خطرتر با قابلیت یکسان در انجام پروژه به عمل آید. علاوه بر این، شکل فیزیکی ماده مورد استفاده نیز باید به نوعی مورد توجه قرار گیرد که تماس به حداقل کاهش یابد.

موارد زیر مثالهایی برای جایگزینی هستند: مثلاً استفاده از تولوئن به جای بنزن، استفاده از دترجت ها به جای استفاده از حلالهای کلرینه برای چربی زدایی از قطعات، استفاده از شکل خمیری ماده به جای استفاده از آن ماده بصورت پودر خشک برای کاهش تماس.

۱۱-۳ جداسازی

منظور از جداسازی ایزوله نمودن نقطه خطر از سایر قسمتها است بطوریکه سایر افراد از آن خطر محفوظ باشند.

۱۱-۴ کنترل های مهندسی

شامل استفاده از سیستم های تهویه موضعی، هودهای مناسب برای کار با مواد خطرناک و سیستم های تهویه ترقیقی می باشد. در کنترل مهندسی از روشهای مختلفی در حذف و یا کاهش تماس با مواد خطرناک استفاده می شود به عنوان مثال:

- استفاده از سیستمهای بسته در کنترل خطر مانند استفاده از فرآیندهای اتوماتیک و سیستمهای بسته در انتقال مواد.
- ایزوله نمودن فرآیند (مانند جداسازی فیزیکی فرآیند از افراد در معرض مواد ناسازگار و منابع ایجاد جرقه).

- سیستمهای تهویه موضعی برای اطمینان از اینکه افراد، در معرض تماس با مواد خطرناک در غلظت های بالاتر از حد مجاز نمی باشند. به عنوان مثال استفاده از یک هود شیمیایی برای کار با مواد شیمیایی زیان آور. نکته مهم در تضمین موفقیت و کارآمد بودن کنترلهای مهندسی مسئله بازرسی و تست این سیستم ها می باشد که باید بطور دوره ای انجام شود.

۱۱-۵ هودهای شیمیایی

هودهای شیمیایی (Fume cupboards) به منظور کنترل تماس اپراتورها هنگام کار با مواد شیمیایی زیان آور مانند اسیدها و قلیاهای قوی، حلالهای آلی فرار و مواد سمی استفاده می شوند. داخل این هود ها باید به اندازه کافی خالی و تمیز نگهداری شده تا فضای کافی برای کار اپراتور فراهم باشد. کارکرد مؤثر این هودها لازم است بصورت دوره ای تست شده و کنترل شود. در هنگام بازدید و کنترل هودهای شیمیایی سه نکته مورد توجه می باشد:

۱- بازدید کلی هود شیمیایی از قسمتهای مختلف شامل هود و کانال، اجزاء الکتریکی هود و قطع آن در شرایط اضطراری

۲- انجام تست دود (Smoke test) که یک تست کیفی برای رؤیت و کنترل کارکرد سیستم مکشی از طریق مشاهده مسیر جریان هوا می باشد.

۳- تست سرعت دهانه (Face velocity) هود که یک تست کمی برای کنترل راندمان مکش سیستم از طریق اندازه گیری میزان جریان هوای عبوری از هود می باشد.

لازم به ذکر است که برای کار با مواد و نمونه های بیولوژیکی از هودهای بیولوژیکی با جریان خطی و یا هودهای بیولوژیکی با کلاس های متفاوت بسته به درجه حفاظت لازم از نمونه، اپراتور و محیط استفاده می شود. این هودها نیز شرایط کار و استانداردهای مخصوص به خود را داشته و برای اطمینان از کارکرد مؤثر باید بطور دوره ای و مرتب تست و کنترل شوند.

۱۱-۶ کنترل های مدیریتی و اجرایی

کنترل های مدیریتی به شکل های مختلفی امکان پذیر می باشد مانند استفاده از روشهای استاندارد عملیات کاری، چرخشی نمودن کار کارگران و غیره. در اینجا به برخی از این موارد اشاره می شود:

- تدارکات/خرید

قبل از خرید یک ماده جدید باید سعی شود که آگاهی لازم از پتانسیل خطرات آن ماده بدست آید. به عنوان مثال می توان قبل از خرید برگه MSDS ماده را تهیه نموده، با یک مرور کلی اطلاعاتی در مورد ماده بدست آورده و چنانچه اقدامات کنترلی توصیه شده در محیط مورد نظر قابل دسترس نمی باشد می توان از خرید آن

صرفه نظر نمود. چنانچه مشخص شود که ماده مورد نظر موجب خطرات و اثرات سمی فوری روی افراد در معرض خواهد بود ترجیحاً باید جایگزین های کم خطرتر ماده نیز جستجو شود.

خرید برخی مواد خصوصاً مواد سرطان زا مستلزم دقت زیادی می باشد. باید دقت نمود که برخی از مواد شیمیایی ممکن است در لیست "مواد ممنوع شده" و یا "مواد با اخذ مجوز" وارد شده و بنابراین، خرید اینگونه مواد تابع مقررات و کسب مجوزهای لازم می باشد.

خریدار باید در هنگام خرید ماده شیمیایی درخواست خود را برای دریافت برگه MSDS ماده نیز به فروشنده اعلام نماید. فروشندگان مواد شیمیایی نیز موظفند که MSDS مواد عرضه شده خود را تهیه و در اختیار خریداران قرار دهند.

- عملیات کاری ایمن

فراهم نمودن امکان عملیات کاری ایمن (Safe work practices) جزئی از کنترل های مدیریتی و اجرایی محسوب شده و مستلزم کار به روش ایمن می باشد. مثالهایی از فراهم نمودن عملیات کاری ایمن عبارتند از:

- ایجاد نظارت کافی در کار
- فراهم نمودن آموزشهای لازم برای انجام کار
- تأمین امکانات نگهداری، انبار و دفع صحیح مواد خطرناک
- ممنوع بودن خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن در آزمایشگاه یا محوطه استفاده یا انبار مواد خطرناک
- نگاه داشتن ظروف حاوی مواد شیمیایی بصورت در بسته در هنگام نگهداری و جابجایی آنها
- عدم دسترسی افراد متفرقه به درون آزمایشگاه یا انبار یا محوطه کار با مواد شیمیایی

- دستورالعمل های استاندارد کار (SOP)

برای کار با وسایل و فرآیندهایی که شامل استفاده از مواد خطرناک می باشد دستورالعمل های استاندارد کار (Standard operating procedures) باید نوشته شده و در دسترس افراد قرار گیرند. در تدوین دستورالعمل ها می توان از کتابچه های راهنمای کارخانجات سازنده نیز بهره گرفت.

۱۱-۷ وسایل حفاظت فردی (PPE)

هنگامیکه اجرای کنترل های مهندسی در محیط کار امکان پذیر نبوده و یا به تنهایی در کاهش سطوح تماس تا حدود قابل قبول کافی نباشند استفاده از وسایل حفاظت فردی به عنوان آخرین راه کنترلی به کار گرفته می شود. به منظور حفاظت قسمتهای مختلف بدن در برابر انواع خطرات احتمالی ناشی از مواد شیمیایی طیف وسیعی از وسایل حفاظت فردی نظیر روپوش آزمایشگاهی، عینک های ایمنی، دستکش و کفش ایمنی، و ماسک های تنفسی بکار می رود. ماسک های تنفسی یا رسپراتورها از جمله مهمترین وسایل حفاظت فردی بوده که برای حفاظت از سیستم تنفسی و در تماس با مواد شیمیایی و آلاینده های هوا برد مورد استفاده قرار می

گیرند. ماسک های تنفسی حفاظت لازم را توسط تصفیه آلاینده ها از هوای استنشاقی و یا تامین هوا از طریق یک منبع هوای پاک فراهم می سازند. از نظر کارکرد رسیپراتورها در انواع زیر طبقه بندی می شوند:

- رسیپراتورهای تصفیه کننده هوا

رسیپراتورهای تصفیه کننده هوا (Air purifying respirators) از طریق فیلتراسیون هوای آلوده محیط، هوای تنفسی را از آلاینده های مختلف تصفیه می کنند. در رسیپراتورهای فیلتر کننده ذرات برای بدام انداختن گرد و غبارها، میست ها و فیوم ها از مواد فیروزی استفاده می شود. رسیپراتورهای یکبار مصرف هم در دسترس می باشند که غالباً برای حفاظت دستگاه تنفسی از ذرات آزار دهنده استفاده می شوند و بندرت مصرف دیگری دارند. در رسیپراتورهای مخصوص آلاینده های گازی یا بخارات برای جمع آوری گازهای سمی یا محرک، کارتریج ها یا کانیسترهای بخارها و گازها طراحی شده که حاوی مواد جاذب سطحی یا مواد واکنش پذیر با آلاینده بوده و از این طریق باعث تصفیه این آلاینده ها می شوند. وسایل تصفیه کننده حاوی مواد گرانونه دارای سطح بسیار زیاد هستند که جاذب نام دارند. در این وسایل مولکول های گازی از طریق جذب سطحی، جذب شیمیایی و یا واکنش شیمیایی کاتالیتیک از هوا جدا می شوند.

- رسیپراتورهای تأمین کننده هوا

رسیپراتورهای تأمین کننده هوا (Air supplying respirators) تجهیزاتی هستند که هوای پاک را از یک منبع جداگانه هوا، مثلاً توسط یک سیلندر هوای فشرده و یا از طریق یک سیستم هوای تحت فشار پرتابل یا ثابت تأمین می کنند. بنابراین، رسیپراتورهای تأمین کننده هوا دارای فیلتر و کارتریج های تصفیه کننده هوا نبوده و به جای آن هوای پاک را از طریق یک منبع خارج از محیط آلوده به کاربر می رسانند. در این سیستم ها هوا معمولاً با یک فشار مثبت وارد ماسک تنفسی شده لذا اغلب مقاومتی در برابر تنفس ایجاد نمی شود.

- وسایل تنفسی خود تأمین

وسایل تنفسی خود تأمین (SCBAs ; Self-contained breathing apparatus) یا به عبارت دیگر تجهیزات تنفسی کپسول سرخود رسیپراتورهای خاصی هستند که شامل یک منبع پرتابل از هوای تنفسی یا اکسیژن بوده که جهت حفاظت کاربر در محیط های حاوی گازهای سمی یا کم اکسیژن به کار می روند. در این رسیپراتورها منبع تأمین هوا کپسولی است که در پشت کاربر جای گرفته و هوا با فشار مثبت را تأمین می کند. این تجهیزات به دو صورت سیستم های مدار باز و مدار بسته طبقه بندی می شود.

از نظر شکل ظاهری و نحوه قرار گرفتن روی صورت ماسک های تنفسی را می توان در انواع زیر تقسیم نمود:

- ماسک هایی که بطور محکم روی صورت قرار می گیرند:

ماسک هایی که بطور محکم روی صورت قرار می گیرند (Tight-fitting face piece) خود به سه دسته کلی ربع ماسک، نیم ماسک و تمام صورت طبقه بندی می شوند.

- ماسک هایی که بطور محکم روی صورت قرار نمی گیرند:

ماسک هایی که بطور محکم روی صورت قرار نمی گیرند (Loose-fitting cover) شامل هودها، لباسهای کامل، بلوزها یا هلمت ها می باشند.

نکته مهم دیگر در ارتباط با رسیپراتورها، توجه به فشار درون ماسک می باشد. در صورتی که فشار درون ماسک بیشتر از فشار هوای بیرون باشد، رسیپراتور فشار مثبت، و چنانچه کمتر از آن باشد رسیپراتور فشار منفی می باشد. اختلاف فشار وقتی اهمیت دارد که احتمال نشت مواد زیان آور معلق در هوا به درون رسیپراتورها مطرح باشد.

از سوی NIOSH برای انواع مختلف ماسک های تنفسی فاکتور حفاظتی (APF; Assigned protection factor) تعیین شده است. فاکتورهای حفاظتی رسیپراتورها برای آلاینده های ذره ای و گازی ارایه شده است. فاکتور حفاظتی عبارت از غلظت آلاینده موجود در هوای اتمسفر (خارج از ماسک) به غلظت آلاینده داخل ماسک می باشد. بعنوان مثال اگر فردی در محیطی که غلظت آلاینده مورد نظر در آن ۱۰۰ ppm است از ماسکی با فاکتور حفاظتی ۲۵ استفاده کند انتظار می رود که غلظت آلاینده در درون ماسک از ۴ ppm تجاوز نکند. فاکتور حفاظتی در واقع نمایانگر کارآیی و راندمان رسیپراتورها می باشد.

در استفاده از وسایل حفاظت فردی باید از موارد زیر اطمینان حاصل نمود:

- انتخاب مناسب وسیله حفاظت فردی برای فرد برحسب نوع وظیفه
- در دسترس بودن وسیله حفاظت فردی مناسب
- تمیز و سالم بودن وسیله
- استفاده صحیح و به موقع
- سرویس و نگهداری وسایل توسط افراد مسئول و آموزش دیده

همانطور که در ابتدا بیان شد استفاده از وسایل حفاظت فردی به عنوان روش کنترلی موقتی و فوری تا زمانیکه کنترل های مهندسی بهتر و دائمی تر در دسترس قرار گیرند توصیه می شود. بنابراین چنانچه بهبود مداوم محیط کار مدنظر قرار گیرد استفاده از وسایل حفاظت فردی نیز کاهش یافته و حتی در بسیاری موارد حذف خواهد شد.

در کنار سلسله مراتب کنترلی، کار ایمن با مواد شیمیایی مستلزم یک سری اقدامات ایمنی و بهداشتی به منظور پیشگیری از مخاطرات احتمالی بوده و در این راستا توجه به مواردی از قبیل پایش های محیطی و بیولوژیکی، اقدامات لازم در شرایط اضطراری، آموزش های لازم و بالاخره رعایت اصول صحیح در انبارداری و حمل و نقل کالاهای خطرناک از ضروریات است. انجام این اقدامات ارتباط تنگاتنگی با کنترل های مدیریتی و اجرایی داشته و برای دسترسی به مدیریت صحیح مواد شیمیایی از اهمیت بسیاری برخوردار است.

۱۱-۸ پایش هوا

در موارد ارزیابی ریسک کمی پایش و اندازه گیری میزان آلاینده های هوا و نیز بررسی کارایی سیستم های تهویه ضروری به نظر می رسد. پایش هوا شامل نمونه برداری از هوای محیط کار و تعیین مقدار آلاینده ها در

هوا و برآورد سطوح تماس افراد با مواد شیمیایی هوابرد از طریق استنشاقی می باشد. در مرحله ارزیابی نتایج بدست آمده از تراکم آلاینده ها با حدود آستانه مجاز تماس با آلاینده ها و استانداردهای ملی تدوین یافته توسط وزارت بهداشت مقایسه می گردد. در این ارتباط کتاب معیارهای "حدود تماس شغلی عوامل بیماری زا" توسط مرکز مدیریت سلامت محیط و کار به چاپ رسیده است که همواره بهتر است نسخه تجدید شده نهایی مورد مشورت و استفاده قرار گیرد.

پایش هوای محیط کار باید توسط فرد یا افراد با دانش و مهارت کافی انجام شود. نتایج و گزارشات پایش و اندازه گیری آلاینده های هوا باید بطور صحیح ثبت و نگهداری شود. در مواردی که محیط کار مجهز به دستگاه های پایش دائمی باشند نیز نتایج مربوط به آلارم ها و پیک های غلظت باید ثبت و نگهداری شوند. در چنین مواردی نتایج پایش باید در دسترس کارکنان نیز قرار گیرد.

در ارزیابی پتانسیل تماس افراد در معرض با آلاینده های شیمیایی می توان از سرعت جریان هوا و دفعات تعویض هوای محیط کار نیز کمک گرفت و چنانچه تعداد دفعات تعویض هوا و تهویه کافی به نظر نمی رسد باید برای تعیین کمی سطح آلودگی اقدام به نمونه برداری هوا و اندازه گیری های دقیق تر نمود.

۹-۱۱ پایش سلامتی کارکنان

به منظور بررسی و مراقبت از وضعیت سلامتی کارکنان باید معاینات دوره ای بعمل آمده و در مواردی نیز لازم است پایش های بیولوژیک از افراد در معرض تماس با مواد خطرناک بعمل آید. این پایش ها در مواردیکه تماس با یک یا چند ماده زیان آور با پتانسیل ایجاد اثرات سلامتی در محیط کار وجود داشته و ممکن است باعث بروز عوارض، مسمومیت ها و بیماری های ناشی از کار شوند صورت می گیرد. بهتر است اینگونه پایش ها توسط یک متخصص طب کار مطلع از فعالیتهای کاری کارگران انجام شده و مدیریت شود. نتایج اینگونه پایش ها و معاینات باید در پرونده پزشکی کارگران ثبت و نگهداری شود. کارگران باید از نتایج معاینات و وضعیت سلامتی خود آگاهی مناسب داشته باشند. یک گزارش کلی از نتایج نیز جهت برنامه ریزی های آلاینده باید مسئولین مربوطه ارائه گردد. همچنین رعایت نکات و جنبه های اخلاقی در جمع آوری، ثبت و نگهداری گزارشات پزشکی کارکنان ضروری است.

۱۰-۱۱ گزارش حوادث و شبه حوادث

تمام حوادث و شبه حوادثی که در کار با مواد شیمیایی رخ می دهد باید گزارش شوند. مسئولین مربوطه موظفند که علت حوادث را شناسایی نموده و با بکارگیری اقدامات اصلاحی اطمینان حاصل نمایند که چنین حوادثی مجدداً تکرار نخواهد داد.

۱۱-۱۱ امکانات کمک های اولیه

دسترسی به امکانات کمک های اولیه باید در محیط های کار فراهم بوده و متناسب با محیط کار باید افراد آموزش دیده در زمینه کمک های اولیه نیز حضور داشته باشند. جزئیات کمک های اولیه و اقدامات اضطراری در درمان افراد حادثه دیده در کار با مواد شیمیایی در برگه های MSDS وجود دارد.

۱۱-۱۲ دوش های ایمنی و فواره های چشمی

دوش های ایمنی و فواره های چشمی برای آزمایشگاه و محیط های کار با مواد شیمیایی و یا چنانچه در برگه های MSDS مواد ذکر شده باشد باید فراهم گردد. آزمایشگاه هایی که فاقد این امکانات هستند باید بر حسب نوع و خطرات مواد شیمیایی و تعداد افراد در معرض فراهم نمودن این امکانات را در اولویت قرار دهند.

۱۱-۱۳ اقدامات در شرایط اضطراری

هر چند به کارگیری اقدامات کنترلی احتمال وقوع موارد اضطراری را کاهش می دهد با این وجود احتمال وقوع نشستی، ریخت و پاش و انتشار کنترل نشده مواد شیمیایی وجود دارد. در این موارد دستورالعمل های لازم برای محیط کار باید تهیه شود مانند دستورالعمل نحوه جمع آوری و پاک سازی ریخت و پاش مواد خطرناک، دفع صحیح مواد زائد شیمیایی، قطع وسایل و دستگاه ها در شرایط اضطراری، انتشار کنترل نشده مواد مانند نشستی ها، آتش سوزی، انفجار، چگونگی تخلیه محل در موارد اضطراری، کمک های اولیه و غیره می باشد. اینگونه دستورالعمل ها باید در محیط های کار، آزمایشگاه ها و انبار مواد نصب شده و قابل رؤیت باشند. همچنین شماره تلفن های تماس اورژانس، نگهبانی و سایر تلفن های ضروری باید در دسترس بوده تا در موارد اضطراری مورد استفاده قرار گیرند. همانطور که در بخش مربوط به کدهای مواد شیمیایی ذکر گردید علاوه بر کدهای بین المللی که به منظور شناسایی مواد شیمیایی بوجود آمده اند، کدهایی نیز تحت عنوان کدهای اقدامات اضطراری (Emergence action codes) ارتقاء یافته اند که اطلاعات لازم را برای موارد اضطراری فراهم می آورند. در اینجا به دو مورد از این کدها شامل کد Hazchem و لوزی NFPA اشاره می شود.

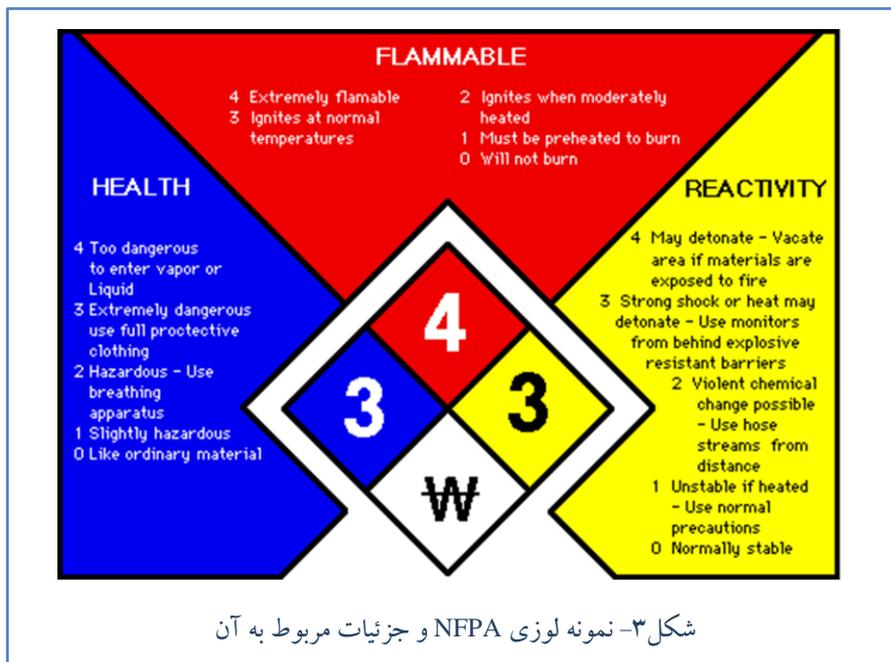
کد Hazchem -

کد Hazchem توسط سرویس آتش نشانی لندن به منظور فراهم نمودن اطلاعات لازم برای برخورد با موقعیت های اضطراری در کار با مواد شیمیایی بوجود آمده است. این کد شامل یک سیستم کد گذاری الفبایی-عددی ۲ تا ۳ تایی بوده که راهنمایی برای اقدامات اضطراری می باشد. علامت اول همواره یک عدد از ۱-۴ بوده و بیانگر وسیله مناسب برای اطفاء حریق و یا در صورت لزوم پاکسازی ریخت و پاش احتمالی ماده

شیمیایی می باشد (۱: آب به صورت جت، ۲: آب بصورت مه، ۳: فوم، ۴: عامل خشک). علامت دوم همواره یکی از حروف P-Z (به استثناء حروف V, U, Q) بوده که بیانگر احتمال وجود یک واکنش شدید یا انفجار، نوع لباس حفاظتی مورد نیاز و چگونگی جمع آوری یا رقیق سازی ریخت و پاش های احتمالی ماده شیمیایی می باشد. علامت سوم، چنانچه وجود داشته باشد، همواره حرف E خواهد بود که بیانگر این است که تخلیه افراد از محوطه آتش باید مد نظر قرار گیرد.

- لوزی NFPA

لوزی NFPA که توسط انجمن ملی حفاظت از حریق امریکا بوجود آمده است یک سیستم کدگذاری رنگی عددی برای نشان دادن اثرات بهداشتی (آبی)، قابلیت اشتعال (قرمز) و واکنش پذیری (زرد) مواد شیمیایی می باشد. هر یک از این لوزی های رنگی ممکن است شماره ای از ۰-۴ را شامل شوند که معمولاً عدد صفر نشان دهنده اثر یا خطر ناچیز و عدد ۴ نشان دهنده اثرات یا خطرات شدید ماده شیمیایی می باشد (شکل ۳). همچنین یک علامت مخصوص (سفید) نیز ممکن است برای نشان دادن مواردی نظیر واکنش پذیری با آب، اکسید کننده، واکنش پذیر و خاصیت سمی به کار رود.



۱۱-۱۴ دفع مواد زائد خطرناک

به منظور حفاظت از محیط زیست تمام واحدها باید به روش های کاهش مواد زائد خطرناک آگاهی داشته و تا حد ممکن این روش ها را به کار برند. مواد زائد شیمیایی نباید به آبهای سطحی تخلیه شده و از تخلیه اینگونه مواد به داخل سینک ها و آبروها نیز باید اجتناب نمود. مخازن حاوی مواد شیمیایی باید سالم بوده تا از هر گونه نشت مواد شیمیایی جلوگیری بعمل آید. در صورت امکان می توان از حصاربندی به منظور جمع آوری نشتی یا ریخت و پاش های احتمالی در موارد اضطراری کمک گرفت. ارتفاع حصارها باید متناسب با حجم مخازن مواد شیمیایی باشد. مواد مناسب مانند خاک دیاتومه باید برای جمع آوری نشتی ها و یا ریخت و پاش های احتمالی مواد شیمیایی در موارد اضطراری در دسترس باشد. کلیه مواد زائد ناشی از کار با مواد خطرناک باید بطور صحیح جمع آوری و دفع شوند.

۱۱-۱۵ آموزش

تمام کارگران و افرادی که با عوامل شیمیایی زیان آور و کالاهای خطرناک سروکار دارند باید آموزش های لازم را ببینند. به عنوان مثال افراد زیر حتماً باید کارگاه های آموزشی ایمنی شیمیایی را بگذرانند مانند کارکنان متخصص و کارگران تکنیکال، سوپروایزرها، مدیران و پرسنل آزمایشگاهها اعم از کارمندان و کارآموزان و دانشجویان، کارکنان انبارهای مواد، مسئولین خدمات و سرویس و نگهداری و مسلماً مسئولین ایمنی و بهداشت.

۱۱-۱۶ ثبت و نگهداری گزارشات

بطور کلی لازم است گزارشات و سوابق لازم بطور صحیح ثبت و نگهداری شوند. طریقه نگهداری ممکن است به صورت نسخ فیزیکی و یا فایل های کامپیوتری باشد. نگهداری سوابق و گزارشات در موارد زیر ضرورت دارد:

- سوابق و گزارشات ارزیابی ریسک در محیط کار
- در این گزارشات ریسک های ارزیابی شده و در صورت لازم اقدامات پایش محیط کار، پایش بیولوژیک و اقدامات کنترلی لازم قید می شود.
- نتایج مربوط به پایش هوا
- این گزارشات باید بصورت قابل فهم و قابل دسترس تهیه شده بطوریکه در آینده قابل استفاده باشند.
- نتایج مربوط به معاینات دوره ای و پایش بیولوژیک

از آنجا که برخی از عوامل شیمیایی ممکن است سال ها بعد اثرات و عوارض خود را روی افراد نشان دهند نگهداری سوابق از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین نگهداری این گزارشات به مدت طولانی می تواند در مطالعات اپیدمیولوژیک مورد استفاده قرار گیرد.

- گزارشات مربوط به دوره های آموزشی

این گزارشات باید شامل نام دوره و محتوی آموزش ها، اسامی افراد آموزش دیده و نام مدرسین دوره ها باشد.

۱۱-۱۷ انبارداری مواد شیمیایی

تمامی کارگاه ها، کارخانجات و محیط های کاری که با مواد خطرناک سر و کار دارند موظفند که تمامی مواد شیمیایی خود را بطور ایمن و صحیح مطابق با موارد ذکر شده در MSDS ماده انبار و نگهداری نمایند. این وظیفه شامل تمامی آزمایشگاهها، انبارهای مواد شیمیایی، فضاهای مشترک انبار مواد شیمیایی و غیره نیز می باشد.

باید سعی شود که مقدار مواد شیمیایی نگهداری شده در محیط های کاری در حداقل مقادیر بوده و بر اساس میزان مصرف و نیز خطرات ناشی از آنها باشد. از اطلاعات موجود در برگه های MSDS مواد باید در مورد ذخیره کردن و چیدمان صحیح مواد و اجتناب از مواد ناسازگار بهره گرفت.

انبار نمودن موادی که تحت عنوان کالاهای خطرناک طبقه بندی شده اند باید مطابق با مقررات خاص آنها باشد. به عنوان مثال انبار نمودن کلاس های مختلف کالاهای خطرناک در کنار یکدیگر ممنوع بوده و باید در محل های جداگانه و با فواصل لازم با توجه به در نظر گرفتن ریسک آتش سوزی، جرقه و انفجار و نیز انباشت گازها و بخارات سمی ناشی از نشتی ها و یا ریخت و پاش های احتمالی انبار شوند. به علاوه، مواد به کار رفته در ساختمان انبارها برای نگهداری کلاس های مختلف کالاهای خطرناک نیز باید متناسب باشد.

در انبارداری مواد شیمیایی در حجم های زیاد و یا موادی که در ظرف شیشه ای نگهداری می شوند باید قبل از طبقه بندی بصورت الفبایی بر حسب گروه های خطر طبقه بندی و جدا شوند. در نگهداری و انبار مواد شیمیایی همواره باید مواد ناسازگار (Incompatible) مورد توجه خاص قرار گرفته و از نگهداری این مواد در کنار یکدیگر اجتناب شود (پیوست د).

انبار نمودن و نگهداری مواد سمی نیز تابع مقررات خاصی بوده، اینگونه مواد نیز باید در محل جداگانه و در داخل قفسه های قفل دار نگهداری شده بطوریکه فقط فرد یا افراد مسئول به آن دسترسی داشته باشند.

بطور کلی کنترل های عمومی (ژنریک) برای انبار مواد خطرناک عبارتند از:

- دسترسی به آب

باید دسترسی به آب برای استفاده در موارد اضطراری وجود داشته باشد.

- تهویه

محل نگهداری مواد باید دارای سیستم تهویه مناسب به تناسب نوع و مقدار مواد باشد.

- کمکهای اولیه

باید امکانات کمک های اولیه و وسایل حفاظت فردی لازم باید در محل وجود داشته باشد. نوع کمک های اولیه بستگی به توصیه های داده شده در MSDS مواد دارد.

- امنیت و دسترسی

باید از ورود افراد متفرقه به داخل آزمایشگاه و انبار جلوگیری بعمل آمده و مسیرهای ورود و خروج به محوطه باید مرتب نگهداری شده و مسدود نشده باشند.

علاوه بر این موارد زیر نیز باید در دسترس باشند:

- وسایل خاموش کننده

- وسایل حفاظت فردی

- وسایل نظافت و پاک سازی

- محل نگهداری فهرست مواد شیمیایی

- امکان برقراری ارتباط

محل آزمایشگاه یا انبار باید مجهز به تلفن و نیز شماره های ضروری برای موارد اضطراری باشد.

- سیستم روشنایی

تمامی محلهای نگهداری کالاهای خطرناک باید مجهز به سیستم روشنایی مناسب و کافی باشد.

- امکانات اضطراری

هر محل کوچک نگهداری مواد باید حداقل مجهز به یک خاموش کننده از نوع مناسب باشد که ترجیحاً در محل قابل دسترس در مسیر خروجی نصب شده باشد.

باید توجه داشت که مواد شیمیایی به هنگام آتش ممکن است خطرات زیر را به همراه داشته باشند:

- ممکن است با انتشار بخارات، فیوم و دود قابل اشتعال، سمی و خورنده همراه بوده و یا در هوا ترکیبات قابل اشتعال ایجاد نمایند.

- کالاهای خطرناک از نوع قابل اشتعال یا مواد اکسید کننده می توانند باعث شدت و گسترش آتش سوزی شوند.

- مواد منتشر شده و اشیاء آلوده ممکن است برای محیط سمی و آلوده کننده باشند.

- ظروف حاوی مواد در اثر حرارت ممکن است خطرات ترکیبدهی و پرتابی از خود نشان دهند.

- برخی مواد ممکن است در واکنش با آب و یا سایر مواد شیمیایی ترکیبات خطرناکی تولید نموده و

در فضای بزرگی پخش شوند. در این موارد ممکن است مواد تولید شده خواص ناشناخته و نتایج

ناخوشایندی را بوجود آورند.

- مایعات و آبهای آلوده جاری شده از محل آتش سوزی می تواند برای افراد و محیط خطرناک باشد.

- مخازن مواد شیمیایی

برای نگهداری مواد شیمیایی باید از ظروف مناسب استفاده شده و محتویات مخازن حاوی مواد شیمیایی نباید به ظروف دیگر انتقال یابند مگر اینکه ظروف دوم مطمئناً برای ذخیره آن ماده مناسب بوده و بطور مناسب برچسب گذاری شود.

مخازن باید روی سطوح غیر قابل احتراقی که در موارد نشتی با محتویات درون مخزن هیچگونه واکنشی ندهد نگهداری شوند. علاوه بر این در مورد مخازن لازم است:

- حداقل ۳ متر دورتر از منابع حرارتی نگهداری شوند.

- در محوطه ای که دارای تهویه مناسب باشند نگهداری شوند.

- درب آنها کاملاً بسته باشد.

- نباید در کنار مواد ناسازگار نگهداری شوند.

تمامی مخازن و ظروف حاوی مواد شیمیایی وقتی که استفاده نمی شوند باید بصورت در بسته نگهداری شده و فقط در فضایی با تهویه مناسب درب آنها باز شده و چنانچه محتویات آن قابل اشتعال باشد باید دور از هر گونه منبع جرقه نگهداری شوند.

باید امکانات لازم برای کنترل و پاک سازی ریخت و پاشهای احتمالی فراهم باشد. همچنین انتقال کالاهای خطرناک از محل نگهداری به محل استفاده باید بگونه ای باشد که از احتمال ریخت و پاش مواد جلوگیری شود.

- انبار و جدا سازی مواد

باید از نگهداری مواد ناسازگار و یا موادی که ممکن است با یکدیگر واکنش های خطرناک ایجاد نمایند در کنار یکدیگر اکیداً اجتناب گردد. در پیوست - د راهنمایی برای نحوه جداسازی و انبارداری مواد شیمیایی شامل جدول گروه های انبار مواد شیمیایی (د-۱)، جدول مواد ناسازگار (د-۲) و جدول انبار کالاهای خطرناک (د-۳) ارائه شده است. از کاملترین جداول مربوط به مواد شیمیایی ناسازگار می توان به جداول ارائه شده توسط USEPA اشاره نمود که به دو صورت خلاصه و کامل وجود دارد.

- ریخت و پاش مواد

لازم است کلیه احتیاطات و کنترل های لازم برای پیشگیری از نشت و ریخت و پاش احتمالی مواد بعمل آمده و در صورت وقوع سریعاً به روش صحیح آلودگی زدایی و پاک سازی شود. ورود به محل آلوده همواره باید تحت نظارت انجام شده و ماده ریخته شده نباید به ظرف اصلی خود بازگردانیده شود. لازم است کیت و یا مواد لازم برای پاک سازی مانند خاکک دیاتومه در محل های مناسب نگهداری شوند. برای پاک سازی لوازم زیر مورد نیاز است:

- لوازم جمع آوری و پاک سازی

- دسترسی به آب (چنانچه ماده مورد نظر با آب سازگار است)
- استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب
- **کابینت های نگهداری کالاهای خطرناک**
- کابینت های نگهداری مواد خطرناک باید حداقل ۳ متر از منابع حرارتی که ممکن است بر کابینت یا محتویات آن اثر بگذارد فاصله داشته باشد.
- تعداد کابینت های مواد در یک آزمایشگاه باید با توجه به فضای ساختمان بوده و فاصله دو کابینت از هم نیز حداقل ۳ متر باشد.
- کابینت ها در محلی استقرار یابند که در موارد اضطراری موجب مسدود شدن مسیرهای خروجی نشوند.
- کابینت ها باید به محل سینک برای شستشوی دستها نزدیک باشند.
- کابینت هایی که در محوطه آزاد نگهداری می شوند باید در مقابل شرایط آب و هوایی محافظت شوند.
- کالاهای خطرناکی که نگهداری آنها مستلزم شرایط ویژه می باشد (مانند کنترل درجه حرارت و ...) نباید در انبارهای کوچک معمولی نگهداری شوند.
- **امکانات حفاظت فردی**
- مسئولین محیط های کاری که در آنها کالاهای خطرناک نگهداری می شود باید اطمینان داشته باشند که کارکنان و کارگران مجهز به وسایل حفاظت فردی مناسب می باشند. این وسایل باید تمیز و سالم نگهداری شده و به موقع استفاده شوند.

۱۱-۱۸ حمل و نقل کالاهای خطرناک

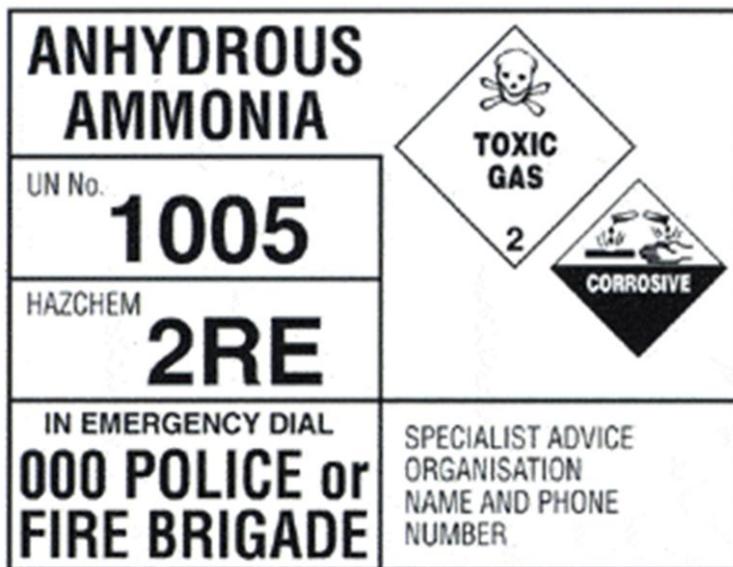
حمل و نقل کالاهای خطرناک باید تابع قوانین و مقررات خاص بوده تا حتی الامکان از بروز حوادث و آسیب های جانی، مالی و محیطی پیشگیری بعمل آید. از طرفی مقررات متفاوت وضع شده در کشورهای مختلف برای حمل و نقل مواد شیمیایی از راههای مختلف (جاده ای، راه آهن، هوایی و دریایی) تجارت جهانی مواد و کالاهای خطرناک را با مشکلات عدیده ای روبرو خواهد نمود. همچنین کالاهای خطرناک علاوه بر مقررات حمل و نقل شامل مقررات دیگری مانند مقررات ایمنی کار، مقررات حفاظت از مصرف کننده، مقررات انبارداری مواد، مقررات حفاظت از محیط نیز می باشند که ممکن است باعث پیچیدگی بیشتر گردد.

در سطح بین المللی سیستم ملل متحد (UN) مقررات کامل مربوط به حمل و نقل کالاهای خطرناک از راه های مختلف زمینی، هوایی و دریایی را تدوین نموده است. از طرفی به منظور اطمینان از تمامی این سیستم های مقرراتی، ملل متحد سیستم GHS را برای همسان سازی معیارهای مربوط به طبقه بندی خطر و روش های تبادل اطلاعات خطر بوجود آورده است.

بنابر این، به منظور رعایت موارد ایمنی مربوط به شاغلین، حمل و نقل مواد شیمیایی مخاطره آمیز باید طبق معیارهای تدوین شده توسط مراجع ذیصلاح انجام شود. معیارهای تدوین شده توسط مراجع ذیصلاح باید مغایر قوانین حمل و نقل ملی و بین المللی نبوده و موارد زیر را در برگیرد:

- خواص و کمیت مواد شیمیایی که باید حمل و نقل شوند.
 - نوع بسته بندی، بی نقص بودن و حفاظت کامل بسته بندی و ظروفی که در حمل و نقل مورد استفاده واقع می شوند که راههای انتقال مواد را نیز شامل می شود.
 - ویژگیهای وسیله نقلیه ای که برای حمل و نقل مواد بکار گرفته شده است.
 - مسیرهایی که باید در حمل و نقل طی شود.
 - اقدامات لازم در زمینه آموزش و مهارت کارگران درگیر در امر حمل و نقل بعمل آید.
 - الزامات مربوط به برچسب گذاری رعایت گردد.
 - الزامات مربوط به بارگیری و تخلیه رعایت گردد.
 - امکانات لازم برای موارد اضطراری مانند آتش سوزی و نشت مواد فراهم باشد.
- حمل و نقل مقادیر کم کالاهای خطرناک در محیط کار باید با رعایت مقررات کلی و با توجه به رعایت نکات مربوط به حمل و نقل موجود در برگه های MSDS مواد صورت گیرد.

- پلاکارد اطلاعات اضطراری مخصوص حمل مواد شیمیایی
- یک پانل اطلاعات اضطراری که معمولاً به آن پلاکارد نیز گفته می شود نشان دهنده اطلاعات مورد نیاز جهت حمل و نقل مواد شیمیایی می باشد. یک پلاکارد مناسب باید دارای اطلاعات زیر باشد (شکل ۴):
- نام صحیح ماده شیمیایی
- عدد UN
- کد Hazchem
- شماره تلفن اضطراری
- برچسب مربوط به کلاس کالای خطرناک در صورت لزوم



شکل ۴- نمونه یک پلاکارد اطلاعات اضطراری مخصوص حمل مواد شیمیایی

۱۲- راهنمای فشرده خطرات مواد شیمیایی

راهنمای حاضر با استفاده از سیستم اطلاعاتی مواد شیمیایی شغلی اوشا تدوین شده است. این سیستم اطلاعاتی (OSHA/EPA Occupational Chemical Database) شامل اطلاعات موجود در گایدلاین جیبی خطرات مواد شیمیایی نایوش (NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, 2007) و نیز کتاب راهنمای اقدامات در شرایط اضطراری دات (DOT Emergency Response Guide, ERG 2004) می باشد.

این راهنما حاوی اطلاعات مختلف مواد شیمیایی شامل مشخصات ماده، حدود مجاز مواجهه شغلی، روش اندازه گیری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، خطرات فیزیکی، خطرات سمی، اقدامات حفاظتی شامل حفاظت فردی و اقدامات کنترل اضطراری و کمک های اولیه می باشد. فهرست مواد شیمیایی در این راهنما بصورت الفبایی اما با توجه به نام لاتین مواد مرتب شده است. در استفاده از این راهنما ممکن است توجه به توضیحات جدول ۶ در مورد برخی عبارات یا کلمات اختصاری مورد نیاز باشد.