

به نام خداوند بخشنده مهربان

ارزیابی ریسک مواد شیمیایی

دانلود شده از سایت مهندسی بهداشت محیط ایران

[WWW.iehe.ir](http://www.iehe.ir)

مقدمه

- ✓ مواد شیمیایی مختلف دارای ویژگیها و خطرات بالقوه مختلفی می باشند
- ✓ بسته به مسیر مواجهه و میزان آن ، مواجهه با مواد شیمیایی سمی می تواند دارای اثرات سمی مختلفی باشد
- ✓ ارزیابی ریسک مواد شیمیایی سمی و خطرناک سطح ریسک آنها برای استفاده کنندگان را مشخص می نماید
- ✓ همچنین به تصمیم گیری جهت اتخاذ اقدامات کنترلی کمک می نماید
- ✓ در این روش ویژگی قابل اشتعال و قابل انفجار بودن ماده مد نظر قرار نمی گیرند
- ✓ خطرات رتبه بندی شده و از این رتبه بندی جهت اولویت بندی اقدامات کنترلی و کاهش ریسک استفاده می شود
- ✓ بدون وجود یک سیستمی که خطرات را با توجه به ریسک بالقوه آنها رتبه بندی نماید زمان و منابع به خطرات دارای ریسک پایین اختصاص یافته در حالی که از خطرات مهمتر چشم پوشی می شود

اهداف دوره

- شناسایی خطرات هر ماده شیمیایی مورد استفاده و یا نگهداری شده
- ارزیابی درجه مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک یا سمی
- تعیین احتمال وقوع اثرات زیان آور ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی
- تعیین درجه ریسک برای مشاغل مختلف در مواجهه با مواد شیمیایی

ارزیابی ریسک

این روش به صورت سیستماتیک خطرات مواد شیمیایی را شناسایی می کند ✓

میزان یا احتمال مواجهه را ارزیابی می کند ✓

سطح ریسک را تعیین می نماید ✓

برای کنترل ریسکها اقدامات اصلاحی را اولویت بندی می نماید ✓

ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک دارای ۱۱ مرحله می باشد:

تعهد مدیریت:

1. تشکیل گروه

شناسایی و درجه بندی خطرات:

۲. تجزیه فرایند کاری

۳. شناسایی مواد شیمیایی

۴. تعیین درجه خطر

۵. بررسی محیط کار و انجام مصاحبه

ارزیابی ریسک

ارزیابی مواجهه:

- ۶. کسب اطلاعات از فرکانس و مدت زمان مواجهه
- ۷. تعیین درجه مواجهه

ارزیابی ریسک:

- ۸. ارزشیابی ریسک
- ۹. تعیین اقدامات اصلاحی
- ۱۰. ثبت ارزیابی
- ۱۱. بازنگری ارزیابی

روشهای ارزیابی مواجهه

1. می توان از سطوح واقعی مواجهه استفاده کرد
2. اگر سطوح واقعی مواجهه موجود نباشد، جهت تعیین درجه یا شاخص مواجهه می توان از پارامترها یا فاکتورهای مواجهه استفاده نمود
3. برای ارزیابی خطر مواجهه در محیط کاریا مرحله طراحی فرایند ممکن است مواجهه را با استفاده از فرمولهای تجربی یا تئوری محاسبه نمود

مرحله اول : تشکیل گروه

- گروه کاری یا تیم از نمایندگان از مدیریت و کارکنان تشکیل می شود
- یک فرد دارای صلاحیت و تخصص لازم نیز در این تیم باید حضور داشته باشد
- فرد صلاحیت دار باید یکی از کارکنان بوده و در زمینه مدیریت مواد خطرناک و ارزیابی و مدیریت ریسک دارای تجربه بوده و آموزشهای لازم را دیده باشد
- یک متخصص ایمنی و یا بهداشت صنعتی باید در این تیم به عنوان مشاور حضور داشته باشد
- باید بین مدیریت و کارکنان مشاوره و همکاری وجود داشته باشد

مرحله اول : تشکیل گروه

- همکاری کارکنان و نمایندگان آنها در کمیته می تواند اطلاعاتی در زمینه نحوه انجام کار، مواد مورد استفاده و راههای مختلف مواجهه با این مواد را فراهم آورد
- مدیریت باید نسبت به انجام ارزیابی ریسک تعهد داشته باشد
- مدیریت باید اقدامات اصلاحی و کنترلی را اعمال و مدیریت نماید

مرحله دوم: تجزیه فرایند کاری

- ✓ تهیه لیستی از واحدهای مختلف شرکت
- ✓ تهیه لیستی از فرایندهای موجود در هر واحد
- ✓ تجزیه فرایند به مشاغل مختلف
- ✓ قرار دادن کارکنان دارای شغل مشابه در یک گروه
- ✓ مشاغلی از قبیل تعمیرات رانیز باید مد نظر قرار داد اگر چه به صورت روزانه و یا مکرر انجام نشوند

مرحله دوم: تجزیه فرایند کاری

- ❖ باید اطمینان حاصل نمود که در ارزیابی ریسک تمام افراد در مواجهه با مواد شیمیایی در نظر گرفته شده اند مثلاً کارکنان خط تولید، تعمیرات، نگهداری، تحقیقات و توسعه، خدمات و پیمانکاران حاضر در محیط کار
- ❖ در صورت نیاز و به منظور حصول اطمینان از اینکه کلیه کارکنان در مواجهه تحت پوشش قرار گرفته اند از محیط کار بازدید کنید
- ❖ دیاگرام فرایند و دیاگرام تجهیزات می توانند در تعیین مشاغل مفید باشند
- ❖ جهت مستند نمودن تجزیه فرایند کاری از فرم ۱ استفاده کنید

فرم ۱: تجزیه فرایند کاری

نام ارزیاب/اعضاء تیم:

تاریخ ارزیابی:

نام شرکت:

واحد:



| فرایند | شغل | شرح شغل | تعداد کارکنان | مواد شیمیایی | درجه خطر، HR |
|--------|-----|---------|---------------|--------------|--------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



مرحله سوم: شناسایی مواد شیمیایی

- تمام مواد شیمیایی که استفاده و یا تولید می شوند را شناسایی کنید از قبیل مواد خام، بینابینی، محصولات اصلی و محصولات ثانویه
- ماده شیمیایی ممکن است به اشکال جامد، مایع، گاز، بخار، گردوغبار، میست و یا فیوم باشد
- تمام مواد شیمیایی بدون توجه به نوع کنترل‌های موجود باید مدنظر قرار گیرند

مرحله سوم: شناسایی مواد شیمیایی

- ✓ وجود مواد شیمیایی را می توان به طرق زیر شناسایی نمود:
- بررسی لیست موجودی انبار، MSDS و برچسبهای ظروف
- بررسی تمام مکانهایی که مواد شیمیایی در آنها ذخیره و یا استفاده می شوند
- مد نظر قرار دادن موادی که ممکن است حین فرایندهای کاری به عنوان مواد بینابینی تولید شوند
- محصولات نهایی، فرعی و زائدات ، مواد فرار

مرحله سوم: شناسایی مواد شیمیایی

➤ مدنظر قرار دادن کلیه مواد مورد استفاده، موادیکه ممکن است در اثر فعالیتهایی نظیر تعمیرات، تمیزکاری و یا تست نمودن تولید شوند

➤ برای فرایندهای کاری و یا مشاغل شناسایی شده مواد شیمیایی را در فرم ۱ لیست نمایید

فرم ۱: تجزیه فرایند کاری

نام ارزیاب/اعضاء تیم:

تاریخ ارزیابی:

نام شرکت:

واحد:

| درجه خطر، HR | مواد شیمیایی | تعداد کارکنان | شرح شغل | شغل | فرایند |
|--------------|--------------|---------------|---------|-----|-----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | 16 |



مرحله چهارم: تعیین درجه خطر

✓ پس از شناسایی مواد شیمیایی مورد استفاده و یا موجود گام بعدی تعیین این مورد است که آیا این مواد سمی بوده و یا برای سلامت انسان خطرناک می باشند

✓ خطر یک ماده شیمیایی به سمیت آن ، راههای مواجهه و دیگر فاکتورها بستگی دارد

✓ درجه خطر را می توان با استفاده از اثرات سمی و یا خطرناک ماده شیمیایی بدست آورد (جدول ۱)

✓ همچنین می توان درجه خطر را از سمیت حاد مواد شیمیایی که با دوز کشنده (LD50) و غلظت کشنده (LC50) مشخص میشوند تعیین نمود (جدول ۲)

➤ اطلاعات مورد نیاز درباره اثرات سمی یک ماده شیمیایی ، LD50, LC50 را می توان از MSDS مواد بدست آورد

جدول شماره ۱: تعیین درجه خطر با استفاده از اثرات سمی یا عوارض زیان آور مواد شیمیایی

| درجه خطر | توصیف اثرات مواد شیمیایی در تقسیم بندی مخاطرات مواد شیمیایی | مثال |
|----------|---|--|
| ۱ | -موادی که هیچ گونه اثر بهداشتی شناخته شده ای ندارند و به عنوان مواد سمی یا زیان آور طبقه بندی نشده اند. -موادی که سازمان ACGIH ¹ آنها را در طبقه A5 سرطانزا قرار داده است. | کلرید سدیم، بوتان، استات بوتیل، کربنات کلسیم |
| ۲ | -موادی که اثرات برگشت پذیر روی پوست، چشم و غشاء مخاطی دارند ولی اثراتشان آنقدر شدید نیست که بتواند اختلال جدی برانسان ایجاد کنند. -موادی که ACGIH آنها را در طبقه A4 سرطانزا قرار داده است. -موادی که سبب ایجاد حساسیت و تحریک در پوست می شوند. | استون، بوتان، اسیداستیک (۱۰ درصد)، املاح باریوم و ... |
| ۳ | -موادی که احتمالاً برای انسان یا حیوان سرطانزا یا موتاژن هستند ولی اطلاعات کافی در این مورد وجود ندارد. -موادی که ACGIH آنها را در طبقه A3 سرطانزا قرار داده است. -موادی که IARC ² آنها در گروه 2B قرار داده است. -مواد خورنده ($PH < 3$ یا $9 < PH < 12$) و مواد حساس کننده دستگاه تنفسی و ... | تولوئن، گزین، آمونیاک، بوتانول، استالدید، آنیلین، آنتیموان |
| ۴ | -موادی که امکان سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراژونی (ناقص الخلقه زایی) آنها برطبق مطالعات انجام شده روی حیوانات بیشتر از دسته قبلی است. -موادی که سازمان ACGIH آنها را در طبقه A2 سرطانزا قرار داده است. -گروه A2 در طبقه بندی IARC -مواد خیلی خورنده ($PH < 0$ یا $14 < PH < 5/11$) | فرمالدئید، کادمیوم، متیلن کلراید، اتیلن اکساید، آکریلونیتریل |
| ۵ | -موادی که اثر سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراژونی (ناقص الخلقه زایی) آنها شناخته شده است. -موادی که ACGIH آنها را در طبقه A1 سرطانزا قرار داده است. -گروه ۱ در طبقه بندی IARC -مواد شیمیایی خیلی سمی | بنزن، بنزیدین، سرب، آرسنیک، بریلوم، برومین، وینیل کلراید، جیوه |

مرحله چهارم: تعیین درجه خطر

- ✓ پس از شناسایی مواد شیمیایی مورد استفاده و یا موجود گام بعدی تعیین این مورد است که آیا این مواد سمی بوده و یا برای سلامت انسان خطرناک می باشند
- ✓ خطر یک ماده شیمیایی به سمیت آن ، راههای مواجهه و دیگر فاکتورها بستگی دارد
- ✓ درجه خطر را می توان با استفاده از اثرات سمی و یا خطرناک ماده شیمیایی بدست آورد (جدول ۱)
- ✓ همچنین می توان درجه خطر را از سمیت حاد مواد شیمیایی که با دوز کشنده (LD50) و غلظت کشنده (LC50) مشخص میشوند تعیین نمود (جدول ۲)
- اطلاعات مورد نیاز درباره اثرات سمی یک ماده شیمیایی ، LD50, LC50 را می توان از MSDS مواد بدست آورد

جدول شماره ۲ - تعیین درجه خطر از طریق سمیت حاد مواد شیمیایی

| درجه خطر | LD50 جذب شده از راه دهان (mg/kg) (وزن بدن موش رات) | LD50 جذب پوستی (mg/kg) (وزن بدن موش رات) | LC50 جذب شده از طریق استنشاق در موش رات (mg/lit) (گازها و بخارات در ۴ ساعت) | LC50 جذب شده از راه استنشاق در موش رات (mg/lit) (آئروسولها و ذرات معلق در ۴ ساعت) |
|----------|--|--|---|---|
| ۲ | > ۲۰۰۰ | > ۲۰۰۰ | > ۲۰ | > ۵ |
| ۳ | ۲۰۰ < LD50 < ۲۰۰۰ | ۴۰۰ < LD50 < ۲۰۰۰ | ۲ < LC50 < ۲۰ | ۱ < LC50 < ۵ |
| ۴ | ۲۵ < LD50 < ۲۰۰ | ۵۰ < LD50 < ۴۰۰ | ۰.۵ < LC50 < ۲ | ۰.۲۵ < LC50 < ۱ |
| ۵ | LD50 < ۲۵ | LD50 < ۵۰ | LC50 < ۰.۵ | LC50 < ۰.۲۵ |



مرحله پنجم: بررسی محیط کار و انجام مصاحبه

- براساس مشاغل لیست شده در فرم ۱ از محیط کار یک بررسی مقدماتی به عمل آورده و با کارکنان مصاحبه نمایید
- هدف از انجام مصاحبه شناسایی تمام مشاغل لیست شده در فرم ۱ است
- بمنظور درک این موضوع که آیا کارکنان در مواجهه با مواد سمی قراردادارند یا خیر باید درباره فرایند و شغل کارکنان با آنها صحبت کنید
- مثلا آنها می توانند آنچه را که به هنگام تعمیرات، تغییر در پرسنل و یا تغییر در حجم تولید و یا سایر تغییرات رخ می دهند را شرح دهند
- اگر فرایند، شغل و یا واحد جدیدی طراحی می شود باید یک ارزیابی انجام شود
- برای بررسی از چک لیست استفاده می شود

مرحله ششم: کسب اطلاعات از فرکانس ومدت زمان مواجهه

✓ برای کارکنانی که ممکن است در مواجهه با موادشیمیایی قرار بگیرند و یا در مواجهه با آنها هستند ، میزان مواجهه، فرکانس ومدت زمان مواجهه وراههای مختلف مواجهه را باید مد نظر قرارداد

✓ اگر نتایج پایش مواجهه در دسترس نباشند برای محاسبه درجه مواجهه می توان از فاکتورهای مواجهه استفاده کرد

✓ در این مورد از فرم ۳ استفاده می شود

| تعیین درجه مواجهه | | | | فرم ۳ |
|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| (از این فرم در صورتی استفاده می شود که نتایج پایش هوا موجود نباشند) فرآیند: شغل: | | | | |
| ماده شیمیایی ۴ | ماده شیمیایی ۳ | ماده شیمیایی ۲ | ماده شیمیایی ۱ | |
| | | | | فشار بخار یا اندازه ذره |
| | | | | نسبت OT/PEL |
| | | | | اقدامات کنترلی |
| | | | | حجم مورد استفاده در هر هفته |
| | | | | مدت زمان کار در هر هفته |
| | | | | شاخص مواجهه (EI) |
| | | | | درجه مواجهه (ER) |

مرحله ششم: کسب اطلاعات از فرکانس ومدت زمان مواجهه

فرم ۳ (نتایج پایش دردسترس نمی باشند)



❖ در فرم ۳ پنج فاکتور وجود دارند که با استفاده از آنها درجه مواجهه بدست می آید

❖ این فاکتورها عبارتند از:

1. فشار بخار

2. میزان مواجهه مجاز/بوی قابل تشخیص

3. اقدامات کنترلی

4. میزان مواد شیمیایی مورد استفاده

5. مدت زمان کاردر هر هفته

□ اما بسته به پارامترهای موجود از تمام این فاکتورها در ارزیابی ریسک استفاده نمی شود

| تعیین درجه مواجهه | | | | فرم ۳ |
|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| (از این فرم در صورتی استفاده می شود که نتایج پایش هوا موجود نباشند) فرآیند: شغل: | | | | |
| ماده شیمیایی ۴ | ماده شیمیایی ۳ | ماده شیمیایی ۲ | ماده شیمیایی ۱ | |
| | | | | فشار بخار یا اندازه ذره |
| | | | | نسبت OT/PEL |
| | | | | اقدامات کنترلی |
| | | | | حجم مورد استفاده در هر هفته |
| | | | | مدت زمان کار در هر هفته |
| | | | | درجه مواجهه (ER) |

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

ب) تعیین درجه مواجهه (ER) با استفاده از شاخص مواجهه (EI) در مواقعی که نتایج پایش هوا (نتایج اندازه گیری میزان مواجهه) موجود نباشد (اندازه گیری نشده باشد) درجه مواجهه (ER) را می توان با استفاده از شاخص مواجهه (ER) و یا استفاده از رابطه زیر بدست آورد:

$$ER = [EI1 \times EI2 \times EI3 \times \dots \times EIn]^{1/n}$$

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

n : تعداد فاکتورهای مورد استفاده

شاخص مواجهه بر حسب یک درجه بندی ۵ تایی (از ۱ تا ۵) و با استفاده از جدول شماره ۴ به دست می آید که در آن:

درجه ۱ = خیلی پائین، درجه ۳ = متوسط و درجه ۵ خیلی بالا می باشد

جدول شماره ۴: تعیین شاخص مواجهه (EI)

| شاخص مواجهه | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|--|--|---|--|--|
| فاکتور مواجهه | | | | | |
| فشار بخار اندازه ذرات بر حسب قطر آئرو دینامیک | کمتر از ۱/۰ mmHg ذرات درشت حجیم یا مواد مرطوب | 1 mmHg تا ۱/۰ مواد درشت و خشک | 10 mmHg تا ۱ ذرات کوچک و خشک بیشتر از ۱۰۰ μm | 100 mmHg تا ۱۰ مواد ریز و خشک تا 100 μm ۱۰ | بیشتر از ۱۰۰ mmHg ذرات پودری، خشک و ریز کمتر از ۱۰ μm |
| نسبت OT/PEL | کمتر از ۱/۰ | ۵/۰ تا ۱/۰ | ۱ تا ۵/۰ | ۲ تا ۱ | بیشتر از ۲ |
| اقدامات کنترلی | کنترل کافی با تعمیر و نگهداری منظم | کنترل کافی با تعمیر و نگهداری نامنظم | کنترل کافی بدون تعمیر و نگهداری (گرد و غبار متوسط) | کنترل ناکافی (گرد و غبار زیاد) | بدون هیچ کنترل (گرد و غبار خیلی زیاد) |
| میزان مورد استفاده در هفته | میزان استفاده قابل صرف نظر است - کمتر از ۱ کیلوگرم یا | میزان مورد استفاده اندک است - ۱ الی ۱۰ کیلوگرم یا | میزان مصرف متوسط است - کارگران در مورد حمل و نقل مواد شیمیایی آموزش | میزان مصرف زیاد است - کارگران در مورد کار با مواد شیمیایی آموزش | میزان مصرف زیاد است کارگران درمورد کار با مواد شیمیایی آموزش ندیده |



مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

- ✓ درنخستین سطر جدول فوق، اگر ماده شیمیایی دردمای اتاق به حالت مایع باشد، خطر مواجهه با آن به فشار بخار آن وابسته خواهد بود
- ✓ فشار بخار مواد را می توان از MSDS آنها بدست آورد
- ✓ فشاربخاربه دما وابسته است
- ✓ اگر ماده شیمیایی به صورت جامد است خطر استنشاق آن به اندازه ذرات آن وابسته خواهد بود
- ✓ این موضوع نیاز به قضاوت در محیط کار دارد

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

- درجه مواجهه به سطح مجاز مواجهه و آستانه قابل تشخیص بو (سطردوم جدول ۴) ماده شیمیایی بستگی دارد
- احتمال مواجهه با یک ماده شیمیایی بوسیله وجود اقدامات کنترلی و اثر بخشی آنها تعیین می شود
- یک سیستم مکشی که خوب طراحی شده باشد ریسک مواجهه را کاهش خواهد داد
- در حالیکه اگر خوب طراحی نشده باشد و یا اگر فرایند باز باشد ریسک مواجهه بالا خواهد رفت

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

✓ تفاوت در میزان اقدامات کنترلی خطرات مشخص می شود (سطر سوم جدول ۴)

✓ مثالهایی از اقدامات کنترلی خوب: محصور نمودن فرایند به طوریکه تماس مستقیم وجود نداشته باشد

✓ انتشار یا رها شدن آلاینده ها قابل مشاهده نباشد

✓ سیستم تهویه سرعت بدام اندازی خوبی داشته باشد

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

✓ درجه مواجهه با یک ماده شیمیایی همچنین به حجم ماده مورد استفاده و مدت زمان کار یا مواجهه بستگی دارد

✓ این فاکتورها با استفاده از سطرهای ۴ و ۵ جدول ۴ بدست می آیند

✓ مثال:

✓ گردوغبار بسیار ریز سیلیکا ($EI=5$) در حین کار تولید شده و این کار یک ساعت در روز و یا ۷ ساعت در هفته تولید می کشد ($EI=1$). گردوغبار متوسط بوسیله بازرسی بصری قابل رویت است ($EI=3$). حجم مورد استفاده کم است ($EI=2$).

$$ER = (5 * 3 * 2 * 1)^{1/4} = 2.3$$

مرحله ششم: کسب اطلاعات از فرکانس ومدت زمان مواجهه

➤ فرم ۲ (نتایج پایش در دسترس هستند)

➤ در فرم ۲ مدت زمان شغل باید مشخص گردد. اگر این زمان کمتر از ۸ ساعت باشد، فرکانس مواجهه را باید مشخص نمود. مثلا وزن نمودن مواد خام ۲ ساعت طول می کشد ($D=2$) اما فرکانس آن دوبار در روز و یا ۱۰ بار در هفته تکرار می شود ($F=10$ در هفته)

➤ اگر مواجهه با دو یا چند ماده وجود داشته باشد و این مواد دارای اثرات بهداشتی مشابهی باشند ستون مواد شیمیایی با اثرات مشابه را با علامت بلی مشخص کنید

➤ اطلاعات درباره اثرات بهداشتی مواد شیمیایی را می توان از MSDS آنها بدست آورد

فرم ۲

تعیین درجه مواجهه

(از این فرم در صورتی استفاده می شود که نتایج پایش هوا موجود باشند)

فرآیند:

شغل:

| ماده شیمیایی ۴ | ماده شیمیایی ۳ | ماده شیمیایی ۲ | ماده شیمیایی ۱ | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | | | | مدت مواجهه (D) |
| | | | | تکرار مواجهه (F) |
| | | | | میزان مواجهه (با استفاده از نتایج پایش هوا)، M |
| | | | | مواد شیمیایی دارای اثرات مشابه (بلی/خیر) |
| | | | | سطح مواجهه (E) |
| | | | | درجه مواجهه (ER) |

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

□ درجه مواجهه را می توان با استفاده از سطح واقعی مواجهه یا شاخص مواجهه بدست آورد

استفاده از سطح مواجهه

زمانی که نتایج اندازه گیری غلظت مواد شیمیایی (پایش هوا) موجود باشد (پایش انجام شده باشد) میانگین مواجهه هفتگی با مواد شیمیایی را می توان با استفاده از رابطه زیر بدست آورد:

رابطه ۱:

$$E = \frac{M \times D \times F}{W}$$

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

E: میزان مواجهه هفتگی بر حسب mg/m^3 یا ppm

F: تعداد دفعات مواجهه در هفته

M: میزان مواجهه بر حسب ppm یا mg/m^3

W: میانگین ساعات کاری در هفته (۴۰ ساعت)

D: میانگین زمان هر مواجهه بر حسب ساعت

مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

○ در رابطه فوق فرض می شود در مواقع استراحت (وقتی وظیفه شغلی انجام نمی شود) فرد با مواد شیمیایی در مواجهه نیست. بنابراین لازم است صحت این فرض مورد بررسی قرار گیرد

○ پس از محاسبه میانگین مواجهه هفتگی (E) درجه مواجهه با استفاده از جدول ۳ مشخص می شود.

جدول شماره ۳: تعیین درجه مواجهه

| E/PEL | ER |
|-------------|----|
| کمتر از ۰/۱ | ۱ |
| ۰/۱ تا ۰/۵ | ۲ |
| ۰/۵ تا ۱ | ۳ |
| ۱ تا ۲ | ۴ |
| بیشتر از ۲ | ۵ |



مرحله هفتم: تعیین درجه مواجهه

مواجهه بیش از ۴۰ ساعت در هفته

PEL برای مواجهه های بیش از ۴۰ ساعت در هفته باید کاهش یابد. یک فاکتور کاهش (f) باید در مقدار PEL ضرب شود مطابق فرمول زیر:

$$f = \frac{40}{H} * \frac{(168 - H)}{128}$$

➤ در این معادله H تعداد ساعات مواجهه در هفته است

➤ درجه مواجهه را در فرم ۳ ثبت نمایید.

مرحله هشتم: ارزیابی ریسک

ریسک را با استفاده از معادله زیر می توان بدست آورد: ➤

$$Risk = \sqrt{(HR * ER)}$$

HR = درجه خطر، از ۱ الی ۵ (جدول ۱)

ER = درجه مواجهه، از ۱ الی ۵

مرحله هشتم: ارزیابی ریسک

✓ گرفتن ریشه دوم سبب می شود میزان ریسک در حد ۱ تا ۵ محدود شود.

✓ وقتی که سطح ریسک محاسبه شده یک عدد صحیح نباشد می بایست آنرا به طرف بالا و نزدیکترین عدد صحیح گرد کرد.

✓ مثال :

$$ER = ۳ \quad HR = ۴ \quad Risk = ۴ \times ۳ = ۳/۵ = ۴ \quad \checkmark$$

✓ رتبه بندی ریسک : ریسک مواجهه با مواد شیمیایی در هر وظیفه شغلی با استفاده از جدول زیر رتبه بندی می شود.

مرحله هشتم: ارزیابی ریسک

✓ تعیین سطح ریسک :

✓ برای تعیین سطح ریسک و رتبه بندی آن می توان از ماتریس زیر نیز استفاده کرده کرد.

| HR ER | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| ۱ | ۲/۲ | ۲ | ۷/۱ | ۴/۱ | ۱ | |
| ۲ | ۲/۳ | ۸/۲ | ۴/۲ | ۲ | ۴/۱ | |
| ۳ | ۹/۳ | ۵/۳ | ۳ | ۴/۲ | ۷/۱ | |
| ۴ | ۵/۴ | ۴ | ۵/۳ | ۸/۲ | ۲ | |
| ۵ | ۵ | ۵/۴ | ۹/۳ | ۲/۳ | ۲/۲ | |

ناچیز. قابل صرف نظر



مرحله هشتم: ارزیابی ریسک

➤ با افزایش عدد ریسک اهمیت آن بالا می رود

➤ سطح ریسک را در فرم ۴ ثبت کنید

➤ این درجه بندی کمک می کند تا طرحهای اصلاحی جهت کاهش ریسک مواجهه اولویت بندی گردند

گزارش نتایج ارزیابی ریسک

| فرآیند | شغل | درجه خطر | درجه مواجهه | سطح ریسک | اقدام اصلاحی/پیگیری |
|---|-----|----------|-------------|----------|---------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| امضاء ارزیاب/تاریخ: امضاء نماینده کارفرما/تاریخ: | | | | | |



مرحله نهم: اعمال اقدامات اصلاحی

✓ پس از انجام ارزیابی ریسک، چنانچه نتایج آن وجود یک ریسک بهداشتی قابل توجه را برای کارکنان نشان داد می‌بایست اقدامات لازم برای کنترل و کاهش آن به سطح قابل توجه صورت گیرد

✓ مهمترین این اقدامات عبارتند از :

- انتخاب روش مناسب برای کنترل مواجهه شامل : (به ترتیب اولویت)
- حذف مواد خطرناک از محیط کار
- جایگزینی ماده شیمیایی با یک ماده شیمیایی کم خطر
- جداسازی کارکنان از محلی که مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند

مرحله نهم: اعمال اقدامات اصلاحی

- اقدامات کنترل مهندسی مثل تهویه مکش موضعی
- اقدامات مدیریتی مثل محدودیت مثل تهویه مکشی موضعی
- استفاده از لباسها و تجهیزات حفاظت فردی (دستکش، عینک حفاظتی، ماسک و ...)
- آموزش کارکنان
- وظیفه مدیر است اطمینان حاصل نماید که ریسک در حد قابل قبول است

مرحله نهم: اعمال اقدامات اصلاحی

➤ برخی از اقدامات ممکن برای سطوح مختلف ریسک:

- ریسک سطح ۱: ریسک ناچیز

➤ پایان ارزیابی

➤ بازنگری ارزیابی هر ۵ سال یکبار

- ریسک سطح ۲: ریسک کم

○ حفظ کنترل

○ پایش هوا در صورت نیاز

○ بازنگری ارزیابی هر ۴ سال یکبار

مرحله نهم: اعمال اقدامات اصلاحی

- ریسک سطح ۳: ریسک متوسط
- حفظ و اعمال کنترلها
- پایش هوا در صورت نیاز
- آموزش کارکنان در صورت نیاز
- بازنگری ارزیابی هر ۳ سال یکبار

مرحله نهم: اعمال اقدامات اصلاحی

- ریسک سطح ۴: ریسک بالا
- اعمال کنترل‌های موثر مهندسی
- انجام پایش هوا
- آموزش کارکنان
- تهیه برنامه حفاظت تنفسی
- تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب
- ایجاد و اعمال روشهای اجرایی ایمن کار
- تهیه روشهای اجرایی برای شرایط اورژانسی و اضطراری
- ارزیابی مجدد بعد از اینکه تمام موارد فوق اعمال شدند

مرحله نهم: اعمال اقدامات اصلاحی

- ریسک سطح ۵: ریسک خیلی بالا
- اعمال کنترل‌های موثر مهندسی
- انجام پایش هوا
- آموزش کارکنان
- تهیه برنامه حفاظت تنفسی
- تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب
- ایجاد و اعمال روشهای اجرایی ایمن کار
- تهیه روشهای اجرایی برای شرایط اورژانسی و اضطراری
- ارزیابی مجدد بعد از اینکه تمام موارد فوق اعمال شدند

مرحله دهم: ثبت ارزیابی

- تمام ارزیابی ها باید به شیوه مناسبی و به صورت دائمی ثبت شده و نگهداری گردند
- مدارک باید دقیق باشند
- مدارک باید شامل موارد ذیل باشند:
 - الف) اسامی تیم ارزیابی
 - ب) توصیف واحد کاری
 - ج) کارکنان درگیر
 - د) تاریخ
 - ه) لیستی از مواد خطرناک مورد استفاده و یا تولیدی در واحد
 - و) قید نمودن وجود یا عدم وجود MSDS مواد
 - ز) اطلاعات راجع به خطرات
 - ح) خلاصه ای از فرایند
 - ط) شناسایی ریسک
 - ی) بحث درباره ریسک
- پیشنهادات
- امضاء ، تاریخ و سمت تیم ارزیابی
- امضاء کارفرما و تاریخ

مرحله یازدهم: بازنگری ارزیابی

- در صورت وقوع هر کدام از شرایط زیر بازنگری ضروری است:
1. تغییرات عمده ای در حجم تولید، مواد، فرایندها و یا اقدامات کنترلی (مدیریت تغییر) رخ دهد
 2. بیماری مرتبط با کار گزارش گردد
 3. حوادث و یا شبه حوادث به علت کنترل‌های نامناسب رخ دهند
 4. پایش و یا معاینات پزشکی عدم کنترل را نشان دهند
 5. مدارک جدیدی درباره خطرات مواد بدست آید مثلاً بازنگری استانداردها، تغییر میزان مجاز مواجهه و یا هر ویژگی مربوط به مواد شیمیایی
 6. تکنولوژی کنترلی جدیدی و یا بهبود یافته ای بدست آید



جدول شماره ۱: تعیین درجه خطر با استفاده از اثرات سمی یا عوارض زیان آور مواد شیمیایی

| درجه خطر | توصیف اثرات مواد شیمیایی در تقسیم بندی مخاطرات مواد شیمیایی | مثال |
|----------|---|--|
| ۱ | -موادی که هیچ گونه اثر بهداشتی شناخته شده ای ندارند و به عنوان مواد سمی یا زیان آور طبقه بندی نشده اند. -موادی که سازمان ACGIH ^[1] آنها را در طبقه A5 سرطانها قرار داده است. | کلرید سدیم، بوتان، استات بوتیل، کربنات کلسیم |
| ۲ | -موادی که اثرات برگشت پذیر روی پوست، چشم و غشاء مخاطی دارند ولی اثراتشان آنقدر شدید نیست که بتواند اختلال جدی برانسان ایجاد کنند. -موادی که ACGIH آنها را در طبقه A4 سرطانها قرار داده است. -موادی که سبب ایجاد حساسیت و تحریک در پوست می شوند. | استون، بوتان، اسیداستیک (۱۰ درصد)، املاح باریوم و ... |
| ۳ | -موادی که احتمالاً برای انسان یا حیوان سرطانزا یا موتاژن هستند ولی اطلاعات کافی در این مورد وجود ندارد. -موادی که ACGIH آنها را در طبقه A3 سرطانها قرار داده است. -موادی که IARC ^[2] آنها در گروه 2B قرار داده است. -مواد خورنده ($PH < 3$ یا $9 < PH < 12$) و مواد حساس کننده دستگاه تنفسی و ... | تولوئن، گزین، آمونیاک، بوتانول، استالدید، آنیلین، آنتیموان |
| ۴ | -موادی که امکان سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراژونی (ناقص الخلقه زایی) آنها برطبق مطالعات انجام شده روی حیوانات بیشتر از دسته قبلی است. -موادی که سازمان ACGIH آنها را در طبقه A2 سرطانها قرار داده است. -گروه A2 در طبقه بندی IARC -مواد خیلی خورنده ($PH < 0$ یا $14 < PH < 5/11$) | فرمالدئید، کادمیوم، متیلن کلراید، اتیلن اکساید، آکریلونیتریل |
| ۵ | -موادی که اثر سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراژونی (ناقص الخلقه زایی) آنها شناخته شده است. -موادی که ACGIH آنها را در طبقه A1 سرطانها قرار داده است. -گروه ۱ در طبقه بندی IARC -مواد شیمیایی خیلی سمی | بنزن، بنزیدین، سرب، آرسنیک، بریلوم، برومین، وینیل کلراید، جیوه |

جدول شماره ۲ - تعیین درجه خطر از طریق سمیت حاد مواد شیمیایی

| درجه خطر | LD50 جذب شده از راه دهان (mg/kg) (وزن بدن موش رات) | LD50 جذب پوستی (mg/kg) (وزن بدن موش رات) | LC50 جذب شده از طریق استنشاق در موش رات (mg/lit) (گازها و بخارات در ۴ ساعت) | LC50 جذب شده از راه استنشاق در موش رات (mg/lit) (آئروسولها و ذرات معلق در ۴ ساعت) |
|----------|--|--|---|---|
| ۲ | > ۲۰۰۰ | > ۲۰۰۰ | > ۲۰ | > ۵ |
| ۳ | ۲۰۰ < LD50 < ۲۰۰۰ | ۴۰۰ < LD50 < ۲۰۰۰ | ۲ < LC50 < ۲۰ | ۱ < LC50 < ۵ |
| ۴ | ۲۵ < LD50 < ۲۰۰ | ۵۰ < LD50 < ۴۰۰ | ۰.۵ < LC50 < ۲ | ۰.۲۵ < LC50 < ۱ |
| ۵ | LD50 < ۲۵ | LD50 < ۵۰ | LC50 < ۰.۵ | LC50 < ۰.۲۵ |



جدول شماره ۳: تعیین درجه مواجهه

| E/PEL | ER |
|-------------|----|
| کمتر از ۱/۰ | ۱ |
| ۱/۰ تا ۵/۰ | ۲ |
| ۵/۰ تا ۱ | ۳ |
| ۱ تا ۲ | ۴ |
| بیشتر از ۲ | ۵ |



جدول شماره ۴: تعیین شاخص مواجهه (EI)

| ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | شاخص مواجهه فاکتور مواجهه |
|---|---|---|--|--|---|
| بیشتر از ۱۰۰ mmHg ذرات پودری، خشک و ریز کمتر از ۱۰ μm | ۱۰ تا ۱۰۰ mmHg مواد ریز و خشک تا ۱۰۰ μm تا ۱۰ | ۱ تا ۱۰ mmHg ذرات کوچک و خشک بیشتر از ۱۰۰ μm | ۱ mmHg تا ۱/۱۰ مواد درشت و خشک | کمتر از ۱/۱۰ mmHg ذرات درشت حجیم یا مواد مرطوب | فشار بخار اندازه ذرات بر حسب قطر آئرو دینامیک |
| بیشتر از ۲ | ۱ تا ۲ | ۱ تا ۵/۱۰ | ۵/۱۰ تا ۱/۱۰ | کمتر از ۱/۱۰ | نسبت OT/PEL |
| بدون هیچ کنترل (گرد و غبار خیلی زیاد) | کنترل ناکافی (گرد و غبار زیاد) | کنترل کافی بدون تعمیر و نگهداری (گرد و غبار متوسط) | کنترل کافی با تعمیر و نگهداری نامنظم | کنترل کافی با تعمیر و نگهداری منظم | اقدامات کنترلی |
| میزان مصرف زیاد است میزان مصرف زیاد است کارگران درمورد کار با مواد شیمیایی آموزش ندیده | میزان مصرف زیاد است - کارگران در مورد کار با مواد شیمیایی آموزش | میزان مصرف متوسط است - کارگران در مورد حمل و نقل مواد شیمیایی آموزش | میزان مورد استفاده اندک است - ۱ الی ۱۰ کیلوگرم یا | میزان استفاده قابل صرف نظر است - کمتر از ۱ کیلوگرم یا | میزان مورد استفاده در هفته |

مرحله هشتم: ارزیابی ریسک

درجه ریسک

| رتبه بندی | سطح ریسک |
|----------------------|----------|
| ناچیز - قابل صرف نظر | ۱ |
| کم | ۲ |
| متوسط | ۳ |
| بالا | ۴ |
| خیلی بالا | ۵ |



فرم ۱: تجزیه فرایند کاری

نام ارزیاب/اعضاء تیم:
 تاریخ ارزیابی:
 نام شرکت:
 واحد:

| فرایند | شغل | شرح شغل | تعداد کارکنان | مواد شیمیایی | درجه خطر، HR |
|--------|-----|---------|---------------|--------------|--------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



فرم ۱: تجزیه فرایند کاری

نام ارزیاب/اعضاء تیم:
تاریخ ارزیابی:
نام شرکت:
واحد:

| فرایند | شغل | شرح شغل | تعداد کارکنان | مواد شیمیایی | درجه خطر، HR |
|--------|-----|---------|---------------|--------------|--------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



| تعیین درجه مواجهه | | | | فرم ۲ |
|--|----------------|----------------|----------------|--|
| (از این فرم در صورتی استفاده می شود که نتایج پایش هوا موجود باشند) | | | | |
| فرآیند: | | | | |
| شغل: | | | | |
| ماده شیمیایی ۴ | ماده شیمیایی ۳ | ماده شیمیایی ۲ | ماده شیمیایی ۱ | |
| | | | | مدت مواجهه (D) |
| | | | | تکرار مواجهه (F) |
| | | | | میزان مواجهه (با استفاده از نتایج پایش هوا)، M |
| | | | | مواد شیمیایی دارای اثرات مشابه (بلی/خیر) |
| | | | | سطح مواجهه (E) |
| | | | | درجه مواجهه (ER) |

| تعیین درجه مواجهه | | | | فرم ۳ |
|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| (از این فرم در صورتی استفاده می شود که نتایج پایش هوا موجود نباشند) فرآیند: شغل: | | | | |
| ماده شیمیایی ۴ | ماده شیمیایی ۳ | ماده شیمیایی ۲ | ماده شیمیایی ۱ | |
| | | | | فشار بخار یا اندازه ذره |
| | | | | نسبت OT/PEL |
| | | | | اقدامات کنترلی |
| | | | | حجم مورد استفاده در هر هفته |
| | | | | مدت زمان کار در هر هفته |
| | | | | شاخص مواجهه (EI) |
| | | | | درجه مواجهه (ER) |

گزارش نتایج ارزیابی ریسک

| فرآیند | شغل | درجه خطر | درجه مواجهه | سطح ریسک | اقدام اصلاحی/پیگیری |
|--------|-----|----------|-------------|----------|---------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

امضاء ارزیاب/تاریخ:
 امضاء نماینده کارفرما/تاریخ:

