

راهنمای

ارزیابی ریسک مواد شیمیایی

برای

تماس های شغلی

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه.....	۲
اهداف.....	۲
دامنه کاربرد.....	۳
تعاریف.....	۴
روش ارزیابی نیمه کمی ریسک.....	۵
مرحله ۱. تشکیل یک گروه کاری.....	۸
مرحله ۲. تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر.....	۸
مرحله ۳. شناسایی مواد شیمیایی.....	۹
مرحله ۴. تعیین ضریب مخاطره.....	۱۰
مرحله ۵. انجام بازرسی و مصاحبه از مسئولان و پرسنل.....	۱۲
مرحله ۶. جمع آوری اطلاعات مربوط به طول مدت مواجهه و تکرار.....	۱۳
مرحله ۷. تعیین ضریب مواجهه.....	۱۴
مرحله ۸. تعیین ضریب ریسک.....	۲۴
مرحله ۹. اجرای عملیات اصلاحی.....	۲۵
مرحله ۱۰. مستند سازی ارزیابی.....	۲۶
مرحله ۱۱. بازنگری ارزیابی.....	۲۷
فرم ها.....	۲۸
پیوست ها.....	۳۳
منابع و مؤخذ.....	۵۱

مواد شیمیایی مختلف خصوصیات و میزان سمیت متفاوتی دارند. مواجهه با مواد شیمیایی سمی می تواند منجر به اثرات مختلفی شود که شدت آنها با توجه به راه مواجهه (تنفسی، پوستی و گوارشی) و میزان مواجهه متفاوت خواهد بود.

در ارزیابی ریسک مواد شیمیایی سمی، میزان ریسک برای استفاده کنندگان، مشخص شده و اقدامات لازم برای محافظت پرسنل در برابر مواد شیمیایی پیشنهاد می شود. بر اساس دستورالعمل ها و قوانین جاری کشور، کارمندان و کارگران صنایع بایستی در شرایط ایمن با مواد شیمیایی مواجهه داشته باشند. در راستای انجام این وظیفه مهم، بایستی از کلیه مواد شیمیایی که در محیط کار استفاده می شوند، از طریق شناسایی و ارزشیابی مخاطرات آنها و روشهای کنترلی اتخاذ شده، یک ارزیابی دقیق به عمل آید. لازم به ذکر است که در این ارزیابی ها تنها به خطر بیماریهای ناشی از مواد شیمیایی توجه می شود و مخاطرات مربوط به قابلیت اشتعال و انفجار این مواد با استفاده از روش های جداگانه و خاص ارزیابی می شوند.

اهداف

- به طور کلی هدف از انجام ارزیابی ریسک مواد شیمیایی عبارتست از :
۱. شناخت خطرات ناشی از تمام مواد شیمیایی که در محیط کار استفاده، انبار و یا حمل و نقل می شود
 ۲. ارزیابی میزان مواجهه کارکنان با مواد شیمیایی خطرناک از طریق تنفسی، پوستی و گوارشی
 ۳. ارزیابی میزان کفایت اقدامات کنترلی در دسترس
 ۴. مشخص کردن وظایفی^۱ که ریسک بالایی برای سلامتی کارکنان دارند
 ۵. پیشنهاد اقدامات کنترلی مناسب برای حذف یا کاهش ریسک

نتیجه عملی و اصلی یک برنامه ارزیابی ریسک، تعیین «ضریب ریسک»^۲ مربوط به وظایف مختلف است. وظایف فرآیندی بر اساس ضریب ریسک رتبه بندی می شوند و این رتبه ها برای تعیین اقدامات کنترلی مرتبط مورد استفاده قرار می گیرند.

بدون یک سیستم ارزیابی که مخاطرات را بر اساس پتانسیل خطر آنها رتبه بندی می کند، ممکن است زمان و منابع سازمان بر روی مواردی که ریسک پایین دارند معطوف شده و از مواردی که خیلی مهمتر هستند غافل گردند.

¹ Task

² Risk Rating

د/امنه کاربرد

- در این راهنما، ارزیابی ها فقط مربوط به مخاطراتی است که سلامتی کارکنان شاغل در محیط های کاری را تهدید می کنند.
- این راهنما در مورد حمل و نقل مواد شیمیایی سمی و خطرناک اعم از مواد اولیه، محصولات، ترکیبات و محصولات جانبی قابل استفاده است.
- راهنمایی لازم را در راستای تصمیم گیری در مورد اینکه چه کسی باید ارزیابی ها را انجام دهد فراهم آورده و تعیین می کند که چه کارهایی باید مورد ارزیابی قرار گیرند.
- یک روش عمومی برای ارزیابی ریسک ناشی از انتشار یا تولید مواد شیمیایی خطرناک طرح می کند.
- اقدامات لازم برای انجام یک ارزیابی را توصیف و ملزومات مستند سازی و ارزیابیهای مجدد را تشریح می کند.
- ممکن است بوسیله متصدیان امور ایمنی و بهداشت صنعتی و سایر افرادی که به نوعی درگیر ارزیابی ریسک هستند استفاده می شود.
- ارزیابی مورد نظر می تواند ریسک نسبی موجود را (چنانچه پارامتر های مورد نیاز برای ارزیابی شناخته شده باشند) مشخص کند. لکن، زمانی که اطلاعات معنی دار در دسترس نباشند یا خطاهای انسانی در طی عملیات ارزیابی وجود داشته باشند، نتایج می توانند سوال برانگیز باشند.
- برای ریسک های مرتبط با نقص ماشین آلات، تجهیزات و سیستم های کنترل که ممکن است به صورت تصادفی و از یک حادثه یا شبه حادثه ناشی شوند، توصیه نمی شود.
- همچنین برای ارزیابی ریسک مخاطراتی که متوجه همسایگان صنعت و محیط زیست است توصیه نمی گردد.
- این ارزیابی در مورد افرادی که حساسیت خیلی بالایی دارند، نباید بکار برده شود.
- این ارزیابی برای تماسهای پوستی و گوارشی پیشنهاد نمی شود. لکن نمونه محاسبات مربوط به مواجهه پوستی در پیوست ۱ آمده است.

تعاریف

- خطر^۱، یک واژه کلی برای هر مقوله ای است که پتانسیل ایجاد صدمه را، داشته باشد. خطر ماده شیمیایی، مربوط به توانائی ایجاد مسمومیت بوده و تابع میزان سمیت آن است.
- ریسک^۲، ریسک واژه ای است، که برای پیش بینی احتمال وقوع اثرات نا مطلوب یک ترکیب شیمیایی یا سایر مخاطرات بکار برده می شود.
- ارزیابی ریسک^۳، به شناسایی و تعیین کمیت ریسک حاصل از کاربرد یک ترکیب شیمیایی، با در نظر گرفتن اثرات مضر آن بر روی پرسنل و با احتساب میزان، راه ورود به بدن و مدت زمان مواجهه اطلاق می شود.
- سمی^۴، صفت یک ماده شیمیایی است که مبین خاصیت آسیب رسانی آن به موجودات زنده می باشد.
- سمیت^۵، میزان آسیب رسانی یک ماده شیمیایی به موجودات زنده را بیان می کند.

روش ارزیابی نیمه کمی ریسک

با توجه به اهمیت موضوع ریسک، روش های مختلفی برای ارزیابی ریسک مواد شیمیایی از طرف سازمان های مرتبط با مسائل ایمنی و بهداشت صنعتی ارایه شده است. در این روش، ابتدا خطرات ناشی از مواد شیمیایی مشخص، سپس با در نظر گرفتن میزان یا احتمال مواجهه، میزان ریسک محاسبه می گردد و در مرحله بعد اقدامات کنترلی لازم، برای کاهش ریسکهای مرتبط معرفی و اولویت بندی می شوند.

روش ارزیابی نیمه کمی ریسک در یازده مرحله انجام می پذیرد:

➤ حمایت و تعهد مدیریت

۱. تشکیل یک گروه کاری

➤ مشخص کردن مخاطرات و تعیین ضریب آنها

۲. تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر

¹ Hazard

² Risk

³ Risk Assessment

⁴ Toxic

⁵ Toxicity

۳. شناسایی مواد شیمیایی
۴. تعیین ضریب مخاطره^۱
۵. انجام بازرسی و مصاحبه از مسئولان و پرسنل

➤ ارزشیابی میزان مواجهه

۶. جمع آوری اطلاعات مربوط به طول مدت مواجهه و تکرار آن
۷. تعیین ضریب مواجهه^۲

➤ ارزیابی ریسک

۸. تعیین ضریب ریسک^۳
۹. اجرای عملیات اصلاحی
۱۰. مستند سازی ارزیابی
۱۱. بازنگری ارزیابی

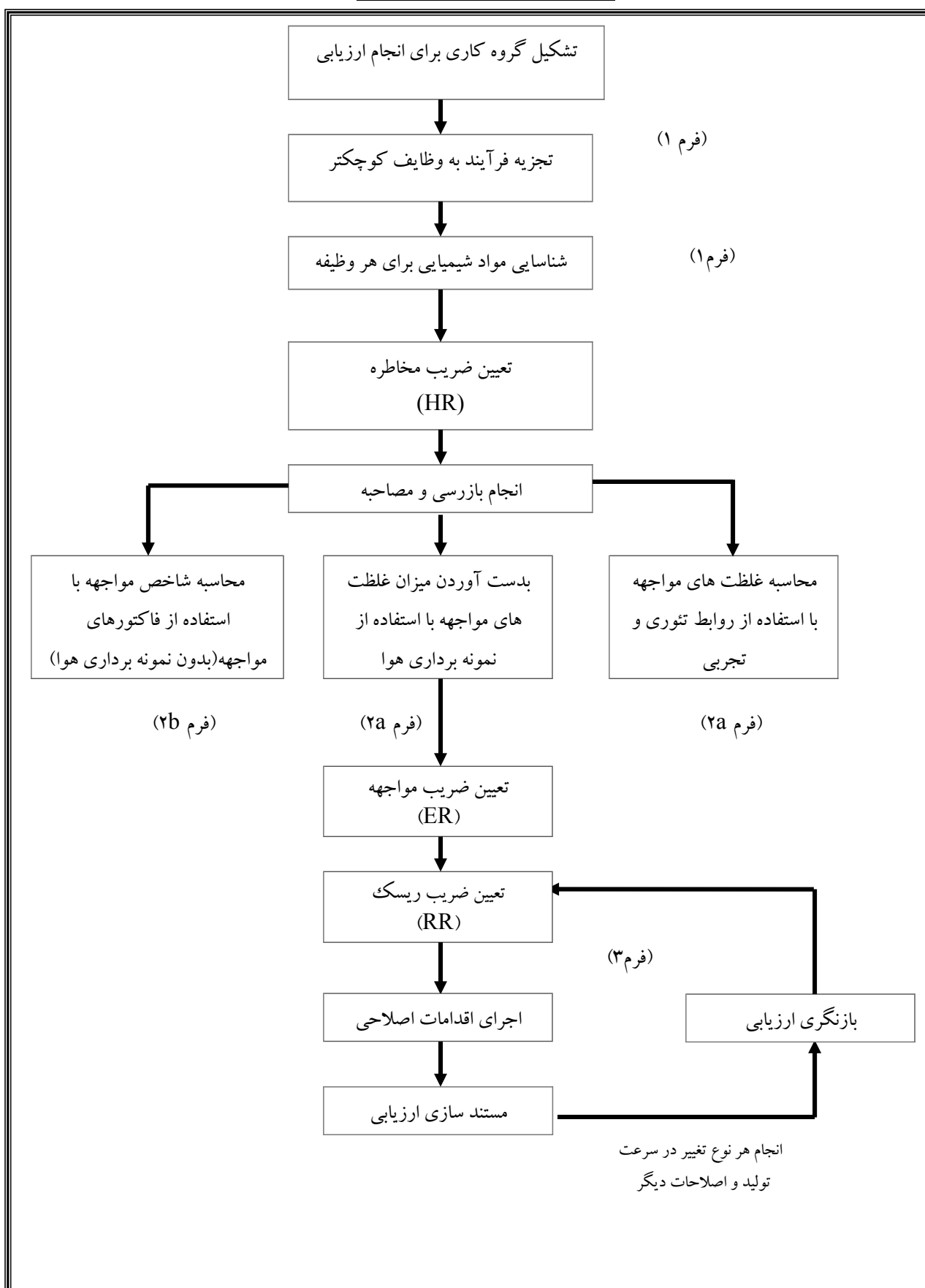
برای انجام ارزشیابی مواجهه سه روش وجود دارد. ارزیاب می تواند میزان مواجهه واقعی را برای تعیین ضریب مواجهه (ER) و نهایتاً سطح ریسک به کار ببرد. اگر میزان مواجهه واقعی قابل دسترس نبود، فاکتورها یا پارامترهای مواجهه می توانند برای تعیین شاخص و ضریب مواجهه مورد استفاده قرار گیرند. برای ارزیابی ریسک ناشی از تماس با مواد شیمیایی در مرحله طراحی کارخانه یا فرآیند، ممکن است میزان مواجهه با استفاده از فرمولهای تئوریک و تجربی تخمین زده شود.

¹ Hazard Rating

² Exposure Rating

³ Risk Rating

فلوچارت فرآیند ارزیابی ریسک



مرحله ۱. تشکیل گروه کاری

یک گروه کاری شامل نمایندگان از هر دو طرف مدیریت و کارگران است که این افراد صلاحیت و شایستگی همکاری در این زمینه را دارند. فرد شایسته می تواند یک کارمند یا هر شخصی باشد که آموزشها و تجارب لازم را در زمینه مواد مخاطره آمیز، ارزیابی و مدیریت ریسک داشته باشد. همچنین یک مشاوره ایمنی یا متخصص بهداشت صنعتی برای انجام ارزیابی ریسک بایستی استخدام شود.

بین مدیریت و کارکنان بایستی همفکری و همکاری کامل وجود داشته باشد. کارکنانی که واقعاً در گیر کار هستند و کار را انجام می دهند کمک شایانی می توانند در این زمینه داشته باشند. حضور کارکنان و نمایندگان آنها در کمیته های مربوطه می تواند در بدست آمدن اطلاعات در زمینه مواد مورد استفاده در وظایف، روشهای انجام وظایف و راه های مختلف مواجهه با این مواد بسیار مفید و مؤثر باشد. مدیریت بایستی در گیر انجام ارزیابی ریسک شده و برای اجرای اقدامات اصلاحی و کنترلی در راستای مدیریت ریسک مصمم باشد.

مرحله ۲. تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر

- تقسیم بندی و تجزیه فرآیندها به ترتیب زیر صورت می گیرد :
- کارخانه به واحدهای کوچکتر تقسیم بندی می شود؛
 - هر واحد به فرآیندهای کوچکتر تقسیم بندی می شود ؛
 - هر فرآیند به وظایف کوچکتر تقسیم بندی می شود؛
 - کارگران با توجه به موقعیت مکانی و وظایف کاری گروه بندی می شوند؛
 - برای مشاغلی که نیاز به تحرک در کارخانه دارند، مشاغل آنها به صورت خاص مورد ملاحظه قرار می گیرد؛
 - از اینکه تمام کارکنانی که با مواد شیمیایی مواجهه دارند اعم از کارکنان تولید، تعمیر و نگهداری، تحقیق و توسعه، پیمانکاران و نظافت چیان، مد نظر قرار گرفته اند اطمینان حاصل می شود.

برای پیگیری اجرای برنامه ها و اطمینان از اینکه تمام محیط های کاری پوشش داده شده اند، لازم است که کلیه محیط های کاری مورد بازدید قرار گیرند. وظایف معمولاً به صورت فیزیکی یا جغرافیایی از هم جدا شده اند. نمودارهای جریان فرآیند (PFD) و نمودارهای ابزار دقیق فرآیند (PID) می توانند برای مشخص کردن وظایف در ارزیابی ریسک بکار برده شوند.

برای مثال، یک کارخانه ممکن است که یک واحد اختلاط اولیه، یک واحد کنترل کیفیت و یک واحد بسته بندی داشته باشد. در واحد اختلاط اولیه، فرآیندهایی نظیر اختلاط، آماده سازی مقدماتی و تطبیق رنگ ها وجود دارد. فرآیند اختلاط خود شامل وظایفی نظیر جمع آوری مواد اولیه، توزین، ریختن مواد اولیه در داخل تانک، به هم زدن دستی و یا اتوماتیک، نمونه برداری و کنترل است. وظایف حاصل از تجزیه فرآیند های کاری در فرم شماره ۱ ثبت می شود.

مرحله ۳. شناسایی مواد شیمیایی

تمام مواد شیمیایی که استفاده یا تولید می شوند نظیر مواد اولیه، بینابینی، محصولات اصلی و محصولات جانبی بایستی مشخص شوند. یک ماده شیمیایی ممکن است به یکی از شکل های جامد، مایع، گاز، بخار، غبار، میست یا فیوم باشد. همه مواد شیمیایی بایستی مدنظر قرار گیرند، بدون توجه به سیستم های کنترلی که ممکن است در محل وجود داشته باشد و آنها را تخلیه کند.

شناسایی مواد شیمیایی می تواند از راه های زیر انجام گیرد:

- با توجه به لیست مواد موجود در انبار، صورت موجودی، دفتر ثبت، شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) و بر چسب ظروف.
 - بازدید همه محلهایی که مواد شیمیایی انبار یا مصرف می شوند.
 - توجه کردن به موادی که ممکن است در طول فرآیند کاری تولید شوند مانند واسطه ها
 - محصولات جانبی، محصولات نهایی و کلیه عواملی که از فرآیند بیرون می آیند، نظیر پسماند ها (جامد و مایع)، ضایعات و ترکیبات ناپایدار.
 - توجه کردن به همه موادی که در حین عملیات هایی نظیر راه اندازی آزمایشی، تعمیرات و نگهداری بکار برده می شوند و یا بوجود می آیند.
- برای مثال فرم آلدئید ممکن است که در طول عملیات ریخته گری تزریقی انتشار یابد و یا اتیل استات که برای چربی زدایی و تمیز کردن ماشینهای ریخته گری تزریقی به کار برده می شود، منتشر گردد. بنابراین مواد شیمیایی مذکور بایستی در ارزیابی ریسک مدنظر قرار گیرند.
- ماده یا مواد شیمیایی مشخص شده برای هر وظیفه در فرم شماره ۱ ثبت می شود.

مرحله ۴. تعیین ضریب مخاطره

پس از شناسایی مواد شیمیایی مصرفی و تولیدی در هر وظیفه، ضریب مخاطره این مواد مشخص می گردد. مخاطرات ناشی از یک ماده شیمیایی به میزان سمیت و نحوه مواجهه بستگی دارد. ضریب مخاطره می تواند با توجه به تأثیرات سمی مواد شیمیایی تعیین گردد (جدول ۱). روش دیگر تعیین ضریب مخاطره از طریق دز کشنده (LD_{50}^1) و غلظت کشنده (LC_{50}^2) مواد شیمیایی است (جدول ۲). لازم به ذکر است که اطلاعات ذکر شده در جداول را می توان از شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی^۳ بدست آورد.

ضریب مخاطره مربوط به مواد در فرم شماره ۱ ثبت شده است.

¹ Lethal Dose 50%

² Lethal Concentration 50%

³ MSDS

جدول ۱. ضریب مخاطره

ضریب مخاطره	توضیح دسته بندی خطر/تاثیر	مثال از مواد شیمیایی
۱	- بدون تاثیرات نامطلوب بر سلامتی - سرطان زایی A5 (ACGIH)^۱ - جزء مواد سمی و مضر نیست	کلرید سدیم، بوتان، بوتیل استات، کلسیم کربنات
۲	- تاثیرات نامطلوب بر مخاط و پوست (بدون شدت زیاد) - سرطان زایی A4 (ACGIH) - ایجاد حساسیت و تحریک برای پوست	استن، بوتان، استیک اسید ۱۰٪، نمک باریم، غبار آلومینیم
۳	- امکان سرطان زایی و جهش زایی در انسان یا حیوان (هنوز اطلاعات کافی در این زمینه ارائه نشده) - سرطان زایی A3 (ACGIH) - گروه 2B (IARC) - ماده خورنده ($5 < pH < 11$) یا $3 < pH < 9$) - تحریک تنفسی و جزء طبقه بندی مواد مضر	تولوئن، زایلن، بوتانل، استالدئید، استیک انیدرید، آنیلین
۴	- احتمال سرطان زایی، جهش زایی و اختلالات ژنتیکی (بر اساس مطالعات انجام شده بر روی موجودات آزمایشگاهی) - سرطان زایی A2 (ACGIH) - گروه 2A (IARC) - گروه B (NTP) - ماده خیلی خورنده ($2 < pH < 14$) یا $5 < pH < 11$) - ماده سمی	فرمالدئید، کادمیم، متیلن کلراید، اکسید اتیلن، اکریلونیتریل، ۱ و ۳- بوتادین
۵	- سرطان زا، جهش زا و بانی اختلالات ژنتیکی در نوزادان - سرطان زایی A1 (ACGIH) - گروه 1 (IARC) - گروه A (NTP) - ماده خیلی سمی	بنزن، سرب، آرسنیک، برلیم، وینیل کلراید، جیوه، کریستال سیلیکات

^۱ برای آشنایی با استانداردهای مواد سرطان زای بیان شده در این جدول به پیوست ۲ مراجعه شود.

جدول ۲. ضریب مخاطره بر حسب سمیت حاد

ضریب مخاطره	LD ₅₀ جذب شده از راه خوراکی در موش صحرایی (وزن بدن mg/Kg)	LD ₅₀ جذب شده از راه پوستی در موش صحرایی یا خرگوش (وزن بدن mg/Kg)	LC ₅₀ جذب شده از راه تنفسی در موش صحرایی (mg/Lit) در ۴ ساعت برای ذرات هوابرد	LC ₅₀ جذب شده از راه تنفسی در موش صحرایی (mg/Lit) در ۴ ساعت برای گاز و بخار
۲	< ۲۰۰۰	< ۲۰۰۰	< ۵	< ۲۰
۳	۲۰۰ تا < ۲۰۰۰	۴۰۰ تا < ۲۰۰۰	۵ تا < ۱	۲۰ تا < ۲
۴	۲۵۰ تا < ۲۰۰	۵۰ تا < ۴۰۰	۰/۲۵ تا < ۱	۰/۵ تا < ۲
۵	< ۲۵	< ۵۰	< ۰/۲۵	< ۰/۵

مرحله ۵. انجام بازرسی و مصاحبه

یک بازرسی دقیق بر طبق وظایف کاری لیست شده در فرم شماره ۱ انجام دهید و در حین بازرسی با کارکنان مصاحبه کنید.

هدف از مصاحبه، پیدا کردن همه وظایف لیست شده در فرم ۱ است و اینکه آیا همه کارکنان مدنظر قرار گرفته شده اند. به این ترتیب برای ارزیابی اینکه آیا همه کارگران با مواد شیمیایی سمی و مضر مواجهه داشته اند، ضروری است که با کارکنان شاغل با توجه به تجربه کاری و روش اجرایی آنها صحبت شود. به عنوان مثال، آنها می توانند تشریح کنند که در حین تعمیر و نگهداری، کمبود نیروی انسانی، تغییر در تعداد افراد یا مقدار تولید چه اتفاقی می افتد و این تغییرات روی مواجهه با مواد شیمیایی سمی و مضر چه تأثیری می گذارد.

اگر یک شغل، فرآیند یا واحد کاری جدید طراحی و برنامه ریزی شده ولی هنوز به بهره برداری نرسیده است، ارزشیابی فرآیند های کاری مرتبط الزامی است و آن بایستی در فرم شماره ۱ اضافه شود. یک چک لیست برای بازرسی در پیوست شماره ۳ آمده است. این چک لیست بازرسی حول چهار محور زیر طراحی شده است:

۱. واحد کاری که در آن مواد شیمیایی سمی مصرف یا تولید می شوند
۲. شکل انجام کار
۳. نحوه انتشار آلودگی
۴. مناطق مربوط به آلودگی

مرحله ۶. جمع آوری اطلاعات طول مدت مواجهه و تکرار آن

برای کارگرانی که در معرض مواد شیمیایی سمی قرار می گیرند، میزان مواجهه با توجه به مقدار، تکرار، راه و طول مدت مواجهه تعیین می شود.

اگر نتایج نمونه برداری از هوا برای وظایف معین قابل دسترسی هستند، فرم ۲a بایستی مورد استفاده قرار گیرد. جایی که نتایج نمونه برداری از هوا موجود نیست، فاکتورهای مواجهه می توانند برای محاسبه ضریب مواجهه مورد استفاده قرار گیرند و پارامترهای مربوط در فرم ۲b ثبت می شود.

فرم ۲a (نتایج پایش هوا قابل دسترسی هستند)

در فرم ۲a، طول مدت یک وظیفه خاص بایستی مشخص شود. اگر طول مدت وظیفه کمتر از ۸ ساعت بود، تکرار وظیفه بایستی تعیین شود. برای مثال، وزن کردن یک ماده اولیه در حدود ۲ ساعت زمان می برد ($D=2$)، اما این کار دو بار در روز و ۱۰ بار در هفته تکرار می شود ($F=10/\text{week}$). ریخته گری تزریقی در سراسر طول شیفت کاری انجام می یابد، بنابراین طول مدت وظیفه ۸ ساعت است ($D=8$) و تکرار آن یک بار در روز و ۵ بار در هفته است ($F=5/\text{week}$).

اگر مواجهه به دو یا چند ماده شیمیایی (که تاثیرات آنها بر سلامتی مشابه است) وجود دارد. ردیفی را که مربوط به "ماده شیمیایی با تاثیرات مشابه" است را با علامت "Y" (به منزله تایید) پر کنید. اطلاعات مربوط به تاثیرات مواد شیمیایی بر سلامتی می تواند از طریق شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) بدست آید.

فرم ۲b (نتایج پایش هوا در دسترس نیست)

در فرم ۲b، پنج فاکتور فشاربخاریا اندازه ذرات، نسبت آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه^۱، میزان کنترل، مقدار ماده شیمیایی مورد مصرف و ساعت کاری با توجه به جدول ۳ (جدول تعیین شاخص مواجهه^۲) مشخص و ثبت می گردد. تعیین تمام فاکتورهای فوق الذکر الزامی نیست و با توجه به اطلاعات موجود، پارامترهای قابل دسترسی بکار برده می شوند، ولی مطمئناً هر چه تعداد شاخص های استفاده شده بیشتر باشد جوابی دقیق تر بدست خواهد آمد.

¹ OT/PEL (Odour Threshold /Permissible Exposure Level)

² Exposure Index

مرحله ۷. تعیین ضریب مواجهه

ضریب مواجهه هم می تواند از طریق تعیین سطح مواجهه واقعی و هم می تواند از طریق تعیین شاخص های مواجهه بدست آید.

الف - تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تعیین سطح مواجهه واقعی:

مواقعی که نتایج حاصل از نمونه برداری و پایش هوا قابل دسترسی باشد، متوسط وزنی - زمانی هفتگی مواجهه (TWA_{week}) با استفاده از رابطه زیر تخمین زده می شود.

$$E = \frac{F \times D \times M}{W} \quad (1)$$

که در آن :

E = میزان مواجهه هفتگی (ppm یا mg/m^3)

F = تکرار مواجهه در هفته (تعداد در هفته)

M = شدت مواجهه (ppm یا mg/m^3)

W = متوسط ساعت کار در هفته (۴۰ ساعت)

D = متوسط طول مدت هر مواجهه (ساعت)

در رابطه (۱) فرض شده است که در زمانیکه وظیفه انجام نمی شود هیچگونه مواجهه ای وجود ندارد. این فرضیه بایستی در مورد هر وظیفه ای که تحت بررسی قرار می گیرد، مدنظر باشد تا صحت محاسبات تایید گردد.

ضریب مواجهه (ER) :

مقدار مواجهه (E) که از رابطه بالا بدست آمد با مقادیر مواجهه مجاز بلند مدت (PEL) مقایسه می شود سپس ضریب مواجهه (ER) از طریق جدول زیر تعیین می شود:

جدول ۳: ضریب مواجهه

ضریب مواجهه (ER)	E/PEL
۱	< 0.1
۲	$0.1 - 0.5$
۳	$0.5 - 1.0$
۴	$1.0 - 2.0$
۵	$2.0 \leq$

مواجهه مرکب^۱:

برای تماس با دو یا چند ماده شیمیایی که دارای اثرات مشابه هستند و در فرم ۲a با استفاده از حرف Y (تایید اثرات تجمعی) به آنها اشاره شده است، بایستی میزان مواجهه مرکب ($E_{Combined}$) طبق رابطه زیر محاسبه گردد:

$$E_{Combined} = \frac{E_1}{PEL_1} + \frac{E_2}{PEL_2} + \dots + \frac{E_n}{PEL_n} \quad (۲)$$

که در آن:

$$E = \text{میزان مواجهه (ppm یا } mg/m^3 \text{)}$$

$$PEL = \text{میزان مواجهه مجاز مربوطه (ppm یا } mg/m^3 \text{)}$$

مواجهه های بیشتر از ۴۰ ساعت در هفته:

میزان مواجهه مجاز بلند مدت (PEL) بایستی که برای مواجهه های بیشتر از ۴۰ ساعت در هفته کاهش داده شود. فاکتور کاهش هفتگی (F) که بایستی از میزان مواجهه مجاز بلند مدت (PEL) کسر گردد و مقدار آن از طریق رابطه زیر بدست می آید:

$$F = \frac{40}{H} \times \frac{(168-H)}{128} \quad (۳)$$

$$PEL_a = PEL - F \quad (۴)$$

که در آن:

$$H = \text{ساعات کاری در هفته (ساعت)}$$

$$F = \text{فاکتور کاهش هفتگی}$$

$$PEL_a = \text{میزان مواجهه مجاز تصحیح شده (ppm یا } mg/m^3 \text{)}$$

رابطه بالا از یک دید محافظه کارانه ای استفاده می کند و مقادیر استاندارد را خیلی پایین می آورد. روش های دیگری نظیر مدل OSHA و مدل های مربوط به علم داروشناسی نیز وجود دارند. وقتی که نیاز به یک تعدیل است، پیشنهاد می شود با یک فرد شایسته مشورت شود تا از مناسب و قابل اجرا بودن تعدیل اطمینان حاصل شود. بخاطر اینکه مدل های بیان شده اکثراً به صورت تئوری بوده و متکی بر فرضیات هستند ممکن است در مورد بسیاری از مواد شیمیایی صادق (عملی) نباشند، مواد شیمیایی باید دقیقاً شناخته شوند و در مواقعی که اطلاعات سم شناسی در مورد ماده شیمیایی محدود است بایستی کاملاً مراقب بود. لکن، فوائد حاصل از تعدیل حدود مواجهه مهم تر و بیشتر از تردید در مدل های تعدیل است. جاهائیکه فهرستی از

¹ Combined Exposure

کارهای غیر معمول در حال انجام است، نیاز است که تعدیل حدود مواجهه بررسی شده و مدلی که بیشترین تناسب را داشته باشد انتخاب شود. برای تماس های کوتاه مدت و تا ۱۵ دقیقه و یک بار در روز، شدت مواجهه بایستی با مقادیر میزان مواجهه مجاز کوتاه مدت^۱ مقایسه شود. مقدار بدست آمده برای ضریب مواجهه (ER) را در فرم ۳ ثبت کنید.

ب - تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تعیین شاخص های مواجهه:

زمانیکه نتایج حاصل از نمونه برداری و پایش هوا در دسترس نباشد، ضریب مواجهه می تواند از طریق شاخص های مواجهه (EI) و با استفاده از رابطه زیر بدست آید:

$$ER = [(EI)_1 \times (EI)_2 \times \dots (EI)_n]^{\frac{1}{n}} \quad (5)$$

که در آن:

n = تعداد فاکتور های مواجهه استفاده شده است

شاخص های مواجهه در یک مقیاس عددی از ۱ تا ۵ و به ترتیب افزایش شدت مواجهه درجه بندی شده اند، به این معنی که عدد ۱ شدت مواجهه خیلی پایین، عدد ۵ خیلی بالا و عدد ۳ متوسط را نشان می دهد.

^۱ PEL-Short Term

جدول ۴. شاخص و فاکتورهای مواجهه

۵	۴	۳	۲	۱	شاخص مواجهه فاکتور مواجهه
۱۰۰< mmHg	۱۰-۱۰۰ mmHg	۱-۱۰ mmHg	۰/۱-۱ mmHg	<۰/۱ mmHg	فشار بخار یا قطر آئرو دینامیکی ذره
ماده خشک و ذرات ریز و پودری میکرون <۱۰	ماده خشک و ذرات ریز ۱۰-۱۰۰ میکرون	ماده خشک و ذرات با قطر کم ۱۰۰< میکرون	قطر بزرگ و ماده خشک	قطر بزرگ، توده یا ماده مرطوب	
۲<	۱-۲	۰/۵-۱	۰/۱-۰/۵	<۰/۱	نسبت آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه $\frac{OT}{PEL}$
کلاً بدون کنترل، محیط پر غبار تر	کنترل نا کافی، محیط پر غبار	کنترل کافی بدون نگهداری ، غبار متوسط	کنترل کافی با نگهداری نامنظم	کنترل کافی با نگهداری منظم	میزان کنترل آلاینده
مقدار متوسط، کارگران آموزش ندیده برای حمل و کار ۱۰۰۰< کیلوگرم یا لیتر	مقدار زیاد، کارگران آموزش دیده برای حمل و کار ۱۰۰-۱۰۰۰ کیلوگرم یا لیتر	مقدار متوسط، کارگران آموزش دیده برای حمل و کار ۱۰-۱۰۰ کیلوگرم یا لیتر	مقدار کم مصرف ۱-۱۰ کیلوگرم یا لیتر	اغلب مقدار ناچیز ۱ کیلوگرم یا لیتر	مقدار ماده مورد مصرف در هفته
۳۲-۴۰ ساعت	۲۴-۳۲ ساعت	۱۶-۲۴ ساعت	۸-۱۶ ساعت	ساعت <۸	ساعات کاری در هفته

در ردیف اول جدول فوق وقتی که ماده شیمیایی، یک مایع در دمای اتاق است، خطر مواجهه با آن بستگی به فشار بخار آن دارد که می تواند از روی شناسنامه ایمنی ماده شیمیایی (MSDS) بدست آید. فشار بخار به دما بستگی دارد. وقتی که فشار بخار یک مایع در دمای دیگری در MSDS ماده ثبت شده است، فشار بخار آن می تواند با استفاده از رابطه آنتوان^۱ محاسبه شود. وقتی که یک ماده شیمیایی جامد داریم، خطر مواجهه تنفسی با آن بستگی به اندازه ذرات جامد دارد و برای قضاوت در مورد آن باید بازدید هایی از محل کار انجام گیرد. اندازه ذرات از طریق محاسبه قطر آئرو دینامیکی بدست می آید و رابطه آن در زیر آمده است :

^۱ Antoine

$$D_a = D_p \sqrt{s.g} \quad (6)$$

که در آن :

$$D_a = \text{قطر آثرو دینامیکی}$$

$$D_p = \text{قطر ذره}$$

$$s.g = \text{وزن مخصوص توده ماده شیمیایی}$$

علاوه بر فشاربخار یا قطر آثرو دینامیکی ذرات، ضریب مواجهه به میزان مواجهه مجاز (PEL) و آستانه بویایی قابل تشخیص یک ماده شیمیایی (OT) بستگی دارد که مقادیر آنها به ترتیب از پیوست ۴ و ۵ قابل استخراج است و از روی ردیف دوم جدول ۴ در مورد آن قضاوت می شود.

احتمال مواجهه با یک ماده شیمیایی با توجه به تمهیدات کنترل مهندسی موجود و میزان کارایی آنها مشخص می شود. طراحی خوب و اجرای مناسب یک سیستم تهویه موضعی خطر مواجهه با مواد شیمیایی را خیلی کاهش خواهد داد و از سوی دیگر در یک فرآیند روباز با طراحی و نگهداری ضعیف مواجهه خیلی زیادی با ماده شیمیایی اتفاق خواهد افتاد. این اختلاف در ردیف میزان کنترل موجود (ردیف ۳ جدول ۴) منعکس شده است.

فرآیند محدود یا محصور و بدون تماس مستقیم، انتشار و رها سازی غیر مشهود آلاینده ها، سرعت ربایش کافی در دهانه هود های تهویه موضعی نمونه هایی از اقدامات کنترلی کافی و مؤثر هستند. در این روش ارزیابی تهیه و تدارک وسایل حفاظت فردی (PPE) جزو تدابیر کنترلی محسوب نمی شوند.

همچنین میزان مواجهه با یک ماده شیمیایی به مقدار ماده شیمیایی استفاده شده و طول مدت مواجهه یا کار با ماده شیمیایی بستگی دارد. این موضوع به ترتیب در ردیف های چهارم و پنجم جدول ۴ نشان داده شده است. یک دوره کاری هفتگی (معمولاً ۴۰ ساعت) به عنوان اساس تعیین ضریب مواجهه در نظر گرفته شده است. همانطوریکه مقادیر میزان مواجهه مجاز (PEL) نیز بر مبنای تماسهای ۴۰ ساعته بنا نهاده شده اند.

مثال:

گرد و غبار ریز پودر سیلیس (EI=۵) در حین عملیات وزن کشی تولید می شود و این وظیفه به مدت یک ساعت در روز و ۷ ساعت در هفته (EI=۱) انجام می شود. بر اساس بازرسی های بصری گرد و غبار متوسطی در محیط وجود دارد (EI=۳). مقدار استفاده شده کم است (EI=۲)، مطلوب است مقدار ضریب مواجهه (ER).

$$ER = [(EI)_1 \times (EI)_2 \times \dots (EI)_n]^{\frac{1}{n}}$$

$$ER = [5 \times 3 \times 2 \times 1]^{\frac{1}{4}}$$

$$ER = 2.3$$

ج - تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تخمین:

این بخش برای صناعی که در مرحله طراحی هستند قابل اجراست. تکنیک های ارزیابی ریسک با استفاده از روابط تئوری می توانند به نتایج دقیقی منجر شوند. با این حال، عدم دسترسی به پارامتر های موجود در فرمول ها، خطای انسانی و عدم دقت می تواند منجر به نتایج سوال برانگیزی شود.

در این روش میزان مواجهه بر حسب ppm یا mg/m^3 محاسبه می شود. میزان مواجهه بدست آمده می تواند با مقادیر PEL (دراز مدت) مقایسه شده و برای بدست آوردن ضریب مواجهه (ER) استفاده شود. لازم به ذکر است که اگر مواجهه کمتر از ۸ ساعت باشد، میزان مواجهه بایستی قبل از مقایسه با حدود مواجهه مجاز درازمدت^۱ با استفاده از رابطه زیر به متوسط وزنی - زمانی ۸ ساعته (C_{TWA}) تبدیل شود:

$$C_{TWA} = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \dots + C_nT_n}{8} \quad (۷)$$

که در آن :

C = غلظت مواجهه ppm یا mg/m^3

T = زمان مواجهه مربوطه hr

رابطه پیش بینی مواجهه تنفسی - برای عملیات انتقال:

این رابطه برای هر عملیات نقل و انتقال نظیر بار کردن تانکر ها و شبکه ها مناسب می باشد.

$$C_{ppm} = \frac{(1.67 \times 10^4)(VP \times V \times f \times r)}{QK} \quad (۸)$$

که در آن:

C_{ppm} = غلظت آلاینده بر حسب ppm

VP = فشار بخار بر حسب اتمسفر (atm)

مقدار 1.67×10^4 ضریب حاصل از تبدیل واحد ها است. (برای تبدیل cm^3 به m^3 برای حجم (V)،

تبدیل s به hr / برای ضریب پر کنندگی r و cm^3/s به m^3/min برای ضریب تهویه (Q))

^۱ PEL-Long Term

جدول ۵. مقادیر ورودی پیش فرض

نوع ظروف			پارامتر
ماشین تانکر دار	کامیون تانکر دار	بشکه	
۷۶	۱۹	۰/۲۱	$V =$ حجم ظرف (m^3)
$0.5^{B,C}$ و $1.0^{B,E}$	$0.5^{B,C}$ و $1.0^{B,E}$	$0.5^{B,C}$ و $1.0^{B,E}$	$f =$ فاکتور اشباع (بدون واحد)
$750V^{D,F}$ و $6700V^{B,F}$	$750V^{D,F}$ و $6700V^{B,F}$	85^B و 14^D	$Q =$ فاکتور تهیه (m^3/min)
۱	۲	20^B و 30^D	$r =$ ضریب پرکنندگی (واحد بر ساعت)
0.5^B و 0.1^D	0.5^B و 0.1^D	0.5^B و 0.1^D	$K =$ فاکتور اختلاط (بدون واحد)

A. فرض می شود، دمای مایع و دمای هوا با هم برابر هستند، اتلاف ماده ناچیز است، فقط یک منبع تولید آلودگی موجود است، شرایط پایدار حاکم است و قانون گازهای کامل برقرار است. از ریخت و پاش طی عملیات پر کردن صرف نظر شده است.

B. میزان ورودی برای تخمین های فرضی مقداری است که در حدود مرکزی رنج تعیین شده قرار می گیرد.

C. فرض می شود که از روش ها و تکنیک های اولیه پر کردن استفاده می شود.

D. میزان ورودی پیش فرض برای تخمین های بسته بندی^۱ به گونه ای انتخاب می شود که بالاتر از مقدار بیشترین تماس مشاهده شده در بین جمعیت مورد نظر باشد.

E. فرض می شود از روش های تر (مرطوب) در عملیات پر کردن استفاده می شود.

F. ضریب تهویه خارجی (با خارج واحد) بر حسب m^3/min (متر مکعب بر دقیقه) که از سرعت باد (V) بر حسب متر بر ساعت m/hr تخمین زده شده و با استفاده از این ضریب محاسبه می شود.

رابطه پیش بینی مواجهه تنفسی - برای عملیات روباز:

این رابطه می تواند برای فرآیندهایی مانند تمیز کاری یک تانک غوطه وری و شستشو، تمیز کاری و چربی زدایی سطوح فلزات مورد استفاده قرار گیرد:

$$C_{eq} = \frac{720VP \left[\frac{1}{MW} + \frac{1}{29} \right]^{0.25} A}{MW^{0.165} QK\Delta X^{0.25}} \quad (9)$$

¹ Bounding

که در آن :

$$C_{eq} = \text{غلظت آلاینده بر حسب ppm}$$

$$VP = \text{فشاربخار، بر حسب اتمسفر atm}$$

$$MW = \text{وزن ملکولی، بر حسب gr/mol}$$

این معادله برای موادی قابل استفاده است که فشار بخار آنها پایین تر از فشار بخار متوسط باشد (یعنی کمتر از ۰/۰۵ اتمسفر). مقدار ۷۲۰ ضریب حاصل از تبدیل واحد هاست. (تبدیل cm^3/min به m^3/min برای ضریب تهویه (Q))

جدول ۶. مقادیر ورودی پیش فرض

عملیات		پارامتر
سایر سطوح باز	نمونه گیری	
D	40^B و 80^C	$A = \text{سطح (cm}^2\text{)}$
85^B و 14^C	85^B و 14^C	$Q = \text{ضریب تهیه (m}^3/\text{min)}$
0.1^B و 0.5^C	0.5^B و 0.1^C	$K = \text{فاکتور اختلاط (بدون واحد)}$
D	7^B و 10^C	$\Delta X = \text{طول استخر در جهت جریان هوا (cm)}$

A. فرض می شود دمای مواد و دمای هوای موجود در محل برابر با ۲۹۸ کلوین و فشار هوا برابر یک اتمسفر باشد. سرعت جریان هوا مساوی $50/8 \text{ cm/s}$ (100 ft/min) در جهت موازی با استخر و مایع درون آن در نظر گرفته می شود. ضمناً فرض می شود که شرایط پایدار حاکم است. گرمای مورد نیاز برای تبخیر بوسیله محیط اطراف تامین می شود، پراکندگی و لبریز از لبه های استخر و در جهت جریان هوا ناچیز و قابل چشم پوشی است، هیچ گونه اختلاط در سطح روی استخر مایعات وجود ندارد، هیچ تهویه موضعی یا مانع فیزیکی در لبه های استخر وجود ندارد، قانون گاز ایده آل برقرار است.

B. میزان ورودی پیش فرض برای تخمینهای فرضی مقداری است که در حدود مرکزی رنج تعیین شده قرار می گیرد.

C. میزان ورودی پیش فرض برای تخمینهای مرزی به گونه ای انتخاب می شود که بالاتر از مقدار بیشترین تماس مشاهده شده در بین جمعیت مورد نظر باشد.

D. درحین عملیات و با توجه به آن تخمین زده می شود.

برای اطلاعات بیشتر در زمینه روش های ارزشیابی مواجهه بر اساس مدل های تعادل جرمی به مجله انجمن بهداشت صنعتی آمریکا (AIHA)، سال ۱۹۹۶، شماره ۵۷ مراجعه کنید.

تخمین میزان مواجهه کارگر با مایعات داخل استخرهای تبخیر یا جوشش:

مدل پخش آلودگی به شکل استخری در نظر گرفته می شود که مواد شیمیایی در داخل آن ریخته شده اند. معادله زیر برای تخمین سرعت تبخیر و فرار یک مایع از داخل یک ظرف روباز استفاده می شود.

$$Q_m = \frac{MKAP_{sat}}{R_g T_L} \quad (10)$$

که در آن:

$$Q_m = \text{سرعت تبخیر بر حسب } Kg/s$$

$$M = \text{وزن ملکولی آلاینده } Kg/Kg - mol$$

$$K = \text{ضریب انتقال جرم } m/s$$

$$A = \text{سطح تماس یا سطح استخر حاوی مایع } m^2$$

$$P_{sat} = \text{فشار بخار اشباع مایع } N/m^2 \text{ or } Pa$$

$$R_g = \text{ثابت عمومی گازهای کامل که مساوی است با } 8.314 Pa \cdot m^3 / mol \cdot K$$

$$T_L = \text{دمای مایع } K$$

برای بدست آوردن ضریب انتقال جرم آلاینده ها طبق رابطه زیر عمل می کنیم:

$$K = K_0 \left[\frac{M_0}{M} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (11)$$

که در آن:

$$K_0 = \text{ضریب انتقال جرم ماده مرجع یعنی آب که مساوی است با } (0.0083 m/s)$$

$$M = \text{وزن ملکولی آلاینده } (Kg/Kg - mol)$$

$$M_0 = \text{وزن ملکولی آب } (Kg/Kg - mol)$$

تخمین میزان مواجهه کارگر با بخارات سمی با وجود تهویه ترقیقی:

غلظت متوسط (C_{ppm}) یک مایع فرار یا هر ماده ای که در یک محوطه وجود دارد با استفاده از دو پارامتر Q_m (سرعت تبخیر) و Q_v (سرعت تهویه) قابل محاسبه است. این غلظت می تواند برای هر کاری که نزدیک یک استخر از مایعات فرار یا درب یک تانک ذخیره یا ظرف یک مایع فرار ایستاده است محاسبه شود.

سرعت تبخیر (Q_m) می تواند از رابطه ۱۰ بدست آید.

$$C_{(ppm)} = \frac{Q_m R_g T}{K Q_v PM} \times 10^6 \quad (12)$$

که در آن:

$C_{(ppm)}$ = غلظت متوسط یک بخار فرار در یک محوطه (ppm)

Q_m = سرعت تبخیر یک ماده فرار (Kg/s)

K = فاکتور اختلاط غیر ایده آل که بین ۰/۱ تا ۰/۵ متغیر است برای اختلاط کامل K برابر با ۱ است.

R_g = ثابت عمومی گازهای کامل که مساوی است با $8.314 Pa \cdot m^3 / mol \cdot K$

T = دمای منبع $^{\circ}K$

M = وزن ملکولی بخار خارج شده (فرار کرده) $Kg / Kg - mol$

Q_v = سرعت تهویه m^3 / s

فرضیات:

۱. غلظت بخار محاسبه شده یک غلظت میانگین در محوطه مورد نظر است. لکن در شرایط موضعی غلظت های بالایی نتیجه خواهد شد، برای مثال کارگرانی که مستقیماً بالای یک ظرف (کانتینر در باز) در حال انجام کار هستند با غلظت بالای بخار مواجه خواهند داشت.

۲. شرایط پایدار فرض می شود و بخارات ساطع شده حالت تجمعی و انباشتگی ندارند.

مثال:

یک تانک حاوی تولوئن با سطح باز در یک محوطه طی یک عملیات و در دوره زمانی معین وزن می شود و سرعت تبخیر متوسط مایع در حدود $1 gm/min$ و سرعت تهویه برابر $100 ft^3/min$ است. دمای آن برابر $80^{\circ}F$ درجه فارنهایت و فشار برابر یک اتمسفر است. غلظت بخار تولوئن در محوطه را تخمین بزنید و آن را با حدود تماس مواجهه مجاز طولانی مدت (PEL) که برابر $100 ppm$ برای تولوئن است مقایسه کنید.

راه حل:

$$Q_m = 0.1 \quad gm/min = 2.20 \times 10^{-4} \quad lbm/min$$

$$R_g = 0.7302 \quad ft^3 atm / lbmol^{\circ}R$$

$$T = 80 \quad ^{\circ}F = 540 \quad ^{\circ}R$$

$$Q_V = 100 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$M = 92 \text{ lbm/lbmol}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$C_{(ppm)} = \frac{Q_m R_g T}{K Q_V P M} \times 10^6 \Rightarrow$$

$$K \cdot C_{(ppm)} = \frac{(2.20 \times 10^{-4})(0.7302)(540)}{(100)(1)(92)} \times 10^6 \Rightarrow$$

$$K \cdot C_{(ppm)} = 9.43 \text{ ppm}$$

از آنجاییکه مقدار K (ضریب اختلاط) بین مقادیر ۰/۱ تا ۰/۵ متغیر است بنابراین انتظار می رود که مقدار C بین مقادیر ۱۸/۹ تا ۹۴/۳ در تغییر باشد.

$$K = 0.5 \Rightarrow C_{(ppm)} = \frac{9.43}{0.5} = 18.9 \text{ ppm}$$

$$K = 0.1 \Rightarrow C_{(ppm)} = \frac{9.43}{0.1} = 94.3 \text{ ppm}$$

ضمناً نمونه برداری واقعی از بخارات برای اطمینان از عدم تجاوز غلظت بخارات تولوئن از مقادیر مجاز (PEL) توصیه می شود.

مرحله ۱. تعیین ضریب ریسک

پس از تعیین ضریب مخاطره (مرحله چهارم) و ضریب مواجهه (مرحله هفتم)، ضریب ریسک طبق رابطه زیر بدست می آید :

$$RR = \sqrt{HR \times ER} \quad (۱۳)$$

که در آن:

RR = ضریب ریسک

HR = ضریب مخاطره

ER = ضریب مواجهه

علت جذر گرفتن از نتیجه حاصل، بدست آوردن یک عدد در محدوده ۱ تا ۵ است. ریسک هر وظیفه و رتبه بندی آن با توجه به جدول زیر تعیین می شود:

جدول ۷. ضریب ریسک

رتبه	ضریب ریسک
ناچیز	۰-۱/۷
کم	۱/۷-۲/۸
متوسط	۲/۸-۳/۵
زیاد	۳/۵-۴/۵
خیلی زیاد	۴/۵-۵

ریسک و رتبه بندی بدست آمده برای هر وظیفه در فرم ۳ ثبت می شود. این رتبه بندی در اولویت بندی اقدامات اصلاحی برای کاهش ریسک در کارخانه به ما کمک خواهد کرد.

مرحله ۹. اجرای اقدامات اصلاحی

اگر ارزیابی نشان دهد که برای یک وظیفه، ریسک زیاد و قابل توجهی وجود دارد اقدامات اصلاحی مناسبی برای آن وظیفه بایستی در نظر گرفته شود. این اقدامات می تواند در زمینه های زیر صورت بگیرد:

۱. اقدام اصلاحی مناسبی را برای حذف یا کاهش ریسک انتخاب کنید، نظیر جایگزینی ماده شیمیایی سمی، نصب و راه اندازی سیستم تهویه موضعی یا تهویه ترقیقی، اجرای کنترل های مدیریتی و تامین وسایل حفاظت فردی؛

۲. دوره های آموزشی را برای کارکنان برنامه ریزی کنید؛

۳. در صورت نیاز از هوای محیط کار نمونه برداری کنید؛

۴. در صورت نیاز از نتایج معاینات پزشکی استفاده کنید؛

۵. تجهیزات مربوط به شرایط اضطراری و کمک های اولیه را فراهم و روش های اجرایی آنها را بررسی کنید.

اطمینان از اینکه ریسک در حد قابل قبول است یا نه به عهده کارفرما است. در زیر به برخی از اقدامات اصلاحی ممکن برای سطوح مختلف ریسک اشاره شده است:

۱) ریسک ناچیز

- پایان ارزیابی
- ارزیابی مجدد هر ۵ سال یکبار

۲) ریسک کم

- حفظ کنترل موجود
- انجام غیر مستمر نمونه برداری هوا (در صورت نیاز)

- ارزیابی مجدد هر ۴ سال یکبار

۳) ریسک متوسط

- تکمیل و حفظ کنترل موجود
- انجام مستمر نمونه برداری هوا (در صورت نیاز)
- آموزش کارگران در صورت لزوم
- ارزیابی مجدد هر ۳ سال یکبار

۴) ریسک زیاد

- تکمیل کنترل های مهندسی مؤثر
- انجام نمونه برداری هوا
- آموزش کارگران
- بهبود برنامه استفاده از جهاز حفاظت تنفسی (به پیوست ۶ مراجعه کنید)
- تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب نظیر عینک، دستکش و...
- توسعه و تکمیل ایمنی فنی و تصحیح روشهای انجام کار
- تنظیم دستورالعملهای شرایط اضطراری و کمک های اولیه
- ارزیابی مجدد بعد از انجام مراحل فوق

۵) ریسک خیلی زیاد

- تکمیل کنترل های مهندسی مؤثر
- انجام نمونه برداری هوا
- آموزش کارگران
- بهبود برنامه استفاده از جهاز حفاظت تنفسی (به پیوست ۶ مراجعه کنید)
- تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب نظیر عینک، دستکش و...
- توسعه و تکمیل ایمنی فنی و تصحیح روشهای انجام کار
- تنظیم دستورالعملهای شرایط اضطراری و کمک های اولیه
- ارزیابی مجدد (ارزیابی دقیق) بعد از انجام مراحل بالا

مرحله ۱۰. مستند سازی ارزیابی

تمام ارزیابی ها بایستی بخوبی در فرم های مربوطه ثبت و به صورت نوشته یا بر روی رایانه نگهداری شوند. مستندات بایستی به صورت مختصر و خلاصه باشند و در آنها به موارد زیر اشاره شود:

۱. نام اعضای تیم ارزیابی
۲. توصیف واحد کاری
۳. تعداد افراد درگیر و شاغل
۴. محدوده کاری و زمان
۵. لیست کاملی از مواد استفاده و تولید شده و آیا شناسنامه ایمنی مواد در دسترس است یا خیر؟
۶. اطلاعاتی در مورد مخاطرات
۷. خلاصه فرایندها
۸. شناسایی ریسک ها
۹. یک جمع بندی در مورد ریسکها
۱۰. پیشنهادات
۱۱. امضا، تاریخ و نظر تیم ارزیابی
۱۲. امضا، تاریخ و نظر کارفرما در مورد تایید ارزیابی

مرحله ۱۱. بازنگری ارزیابی

در صورت تحقق یکی از شرایط زیر، بازنگری ارزیابی مورد نیاز است :

- ◇ ایجاد تغییرات در مقدار تولید، مواد اولیه، محصولات، فرآیندها و یا اقدامات کنترلی
- ◇ وجود گزارشی مبنی بر بیماری ناشی از کار در واحد های کاری
- ◇ وقوع حادثه یا رویداد در اثر کنترل نامطلوب
- ◇ پایش های محیطی و فردی نشان دهنده نقص سیستم کنترل
- ◇ صدور گزارش جدید در رابطه با میزان سمیت، خواص شیمیایی و عدم مجاز مواجهه مواد
- ◇ ارائه فن آوری جدید در زمینه سیستم کن

برخی از خطاهای عمده در فرایند ارزیابی ریسک عبارتند از:

- الف - خطاهای ناشی از عدم کشف صحیح حقایق، به عنوان مثال عدم درک صحیح روش های اجرایی و محل استفاده از مواد
- ب - خطاهای ناشی از عدم شناخت کافی مخاطرات مواد
- ج - قضاوت با توجه به پیش داوری های نادرست
- د - تردید در مجهولات، روش ها، مدل ها و فرضیات محاسبات

فرم ها

تجزیه فرایند کاری

فرم ۱

اعضای تیم ارزیابی :

تاریخ ارزیابی :

کارخانه:

واحد :

[illegible]

تعیین ضریب مواجهه

فرم ۲a

(این فرم زمانی استفاده می شود که نتایج نمونه برداری از هوا قابل دسترسی است)

فرآیند:

وظیفه:

.....	ماده شیمیایی دوم	ماده شیمیایی اول	مواد پارامتر
			طول مدت مواجهه (D)
			تکرار مواجهه (F)
			شدت مواجهه (نتایج نمونه برداری از هوا) (M)
			ماده شیمیایی با تأثیرات مشابه (Y/N)
			میزان مواجهه (E)
			ضریب مواجهه (ER)

تعیین ضریب مواجهه

فرم ۲b

(این فرم زمانی استفاده می شود که نتایج نمونه برداری از هوا قابل دسترسی نیست)

فرآیند:

وظیفه:

مواد پارامتر	ماده شیمیایی اول	ماده شیمیایی دوم	
فشار بخار یا اندازه ذرات			
نسبت OT/PEL			
میزان کنترل موجود			
مقدار مورد استفاده در هفته			
ساعات کاری در هفته			
ضریب تماس ER			

گزارش نتایج ارزیابی ریسک

فرم ۳

[illegible]

پیوست ها

"پیوست ۱"

تخمین مواجهه پوستی با مایعات:

دز جذبی کلی روزانه ناشی از جذب پوستی در اثر تماس پوستی با مایعات (D_{dl}) می تواند از طریق رابطه زیر محاسبه شود:

$$D_{dl} = \frac{W \times S \times A \times E \times F}{BW} \quad (۱۴)$$

که در آن :

$$D_{dl} = \text{دز جذبی پوستی روزانه (mg/Kg} \cdot \text{day)}$$

$$W = \text{ترکیب درصد وزنی ماده در محصول (برای مثال ۰/۱ برای یک حلال ۱۰٪)}$$

$$S = \text{سرعت جذب پوستی (مقادیر تجربی آن داده می شود مانند ۰/۳۲ mg/cm}^2 \cdot \text{hr)}$$

$$A = \text{سطحی از پوست که مواجهه داشته (cm}^2\text{)}$$

$$E = \text{طول مدت تماس} \left(\frac{[hr/day][days/yr]}{365 days/yr} \right)$$

$$F = \text{زمان تماس پوستی (کسری از طول مدت تماس به عنوان مثال } F = 2 \text{ برای ۲۰٪ در تماس پوستی}$$

$$\text{متناوب یا } F = 0.01 \text{ برای تماس های پوستی تصادفی)}$$

$$BW = \text{متوسط وزن بدن کارگر (Kg)}$$

استاندارد سطح پوست (A) برای یک کرد بزرگسال به صورت زیر است:

عضو	سطح استاندارد
بازو (از بیخ شانه تا نوک انگشت) (Arms)	2280 cm^2
بازو (از بیخ شانه تا آرنج) (Upper arms)	1430 cm^2
ساعد ها (Forearms)	1140 cm^2
دستها (Hands)	840 cm^2
سر (Head)	1180 cm^2

دز جذبی پوستی بدست آمده می تواند با مقادیر دز کشنده ۵۰٪ (LD_{50}) برای جذب پوستی یک ماده شیمیایی خاص مقایسه شود.

مثال:

سرعت جذب پوستی، $0.32 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{hr} = S$

زمان تماس پوستی، $0.01 = F$ (تماس تصادفی فرض می شود)

سطح مواجهه یافته پوست، $1000 \text{ cm}^2 = A$ (تماس روی دست و ساعد فرض شده است)

طول مدت تماس، $E = 4 \text{ hr/day}$ برای 30 day/yr

ترکیب درصد وزنی، $0.9 = W$ (درصد وزنی ماده ۹۰٪ در محصول فرض شده است)

متوسط وزن بدن کارگر، $70 \text{ Kg} = BW$

$$D_{dl} = \frac{W \times S \times A \times E \times F}{BW}$$

$$D_{dl} = \frac{0.9 \times 0.32 \times 1000 \times 4 \times 30 \times 0.01}{70 \times 365} = 0.014 \text{ mg/Kg} \cdot \text{day}$$

"پیوست ۲"

دسته بندی مواد سرطانزا از سوی سازمانهای مختلف:

ACGHI - انجمن متخصصین بهداشت صنعتی دولتی آمریکا^۱

A1 - سرطان زای تأیید شده انسانی

A2 - مشکوک به سرطان زایی در انسان

A3 - سرطان زای تأیید شده در حیوان

A4 - جزء مواد سرطان زای انسانی نیست

A5 - مشکوک به سرطان زایی در انسان نیست

IARC - آژانس بین المللی تحقیقات سرطان^۲

گروه 1 - سرطان زای انسانی

گروه 2A - احتمال سرطان زایی در انسان

گروه 2B - امکان سرطان زایی در انسان

NTP - برنامه سم شناسی ملی و خدمات بهداشت عمومی، سازمان بهداشت و خدمات رفاهی ایالات
متحده آمریکا^۳

گروه A - سرطان زای انسانی

گروه B - سرطان زای انسانی به احتمال بالا

¹ American Conference of Governmental Industrial Hygienists

² International Agency for Research on Cancer

³ National Toxicology Program, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Service

"پیوست ۳"

چک لیست بازرسی

سوالات	مشاهدات	ملاحظات
مواد شیمیایی		
۱. آیا مواد شیمیایی اولیه و محصولات در سطح کارگاه رها یا پخش شده است؟		اگر پاسخ این سوالات مثبت است این مواد را به مواد شیمیایی فرم ۱ اضافه کنید
۲. آیا مواد شیمیایی دیگری برای تهیه محصولات دیگری استفاده می شود؟		
۳. آیا فرآیند، محصولات جانبی تولید می کند؟		
عملیات های کاری		
۱. آیا وظیفه غیر معمولی طی فرآیند صورت می گیرد؟		اگر پاسخ مثبت است باید این وظیفه به فرم ۱ اضافه شود.
۲. آیا عملیات کاری موجود به صورت صحیح انجام می شود؟		اگر پاسخ هر کدام از این سوالات منفی باشد باید به فکر سایر راه های مواجهه بود. سطح ریسک بدست آمده در این راهنما نبایستی به عنوان یک شرایط واقعی در نظر گرفته شود بخاطر اینکه این روش فقط روی مواجهه تنفسی تاکید دارد.
۳. آیا لباس ها و تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده می شود؟		
۴. آیا تسهیلات موجود نظیر رخت کن، دستشویی و رستوران در شرایط خوبی نگهداری می شوند؟		
۵. آیا اصول خانه داری و نظافت کارگاهی در محل کار رعایت می شود؟		
۶. آیا امکان تماس پوستی وجود دارد؟		
انتشارات آلاینده ها		
۱. آیا مدرکی حاکی از آلوده سازی وجود دارد؟ به عنوان مثال وجود گرد و غبار یا فیوم در هوا یا روی سطوح، وجود مواد شیمیایی روی پوست یا لباس افراد، احساس بوی مواد شیمیایی، نشتی های واضح، ریخت و پاش و ترشح مواد شیمیایی و ...		اگر پاسخ مثبت است، این می تواند به این معنی باشد که کنترل ناکافی است (فرم ۲b). اگر ضریب ریسک بعد از ارزیابی پایین بود، راه های دیگر مواجهه را مد نظر داشته باشید.

۲. آیا در کارگرانی که در حال انجام کارند، نشانه ای از مواجهه دیده می شود؟		
۳. آیا پرونده های پزشکی کارگران نتایج غیر عادی نشان می دهد؟		
۴. آیا نمونه برداری و پایش هوای در محیط کار انجام می شود؟		اگر پاسخ مثبت بود فرم ۲a می تواند استفاده شود. نتایج بدست آمده نشان می دهد که آیا اقدامات کنترلی کافی است.
تعیین مناطق مربوط به آلودگی		
۱. آیا کارگرانی وجود دارند که مجبور باشند به صورت مستقیم با مواد شیمیایی تماس داشته باشند یا نزدیک مناطق آلوده کار کنند یا از مناطقی که مواد شیمیایی استفاده، تولید، انبار، منتقل یا دفع شده اند، عبور کنند؟		اگر جواب مثبت است آنها را به وظایف درج شده در فرم ۱ اضافه کنید.
۲. آیا کارگران مجبورند که در داخل فضا های محدودی که ممکن است مواد شیمیایی در آنها وجود داشته باشند، وارد شوند؟		
۳. آیا کارگران کارهایی نظیر تمیزکاری، انجام تعمیرات و کارهای دیگر را در جائیکه احتمال وجود مواد در آنها وجود دارد انجام می دهند؟		

"پیوست ۴"

حدود مجاز مواجهه با ترکیبات سمی

Toxic Substance	Permissible Exposure Level (PEL)			
	PEL (Long Term)		PEL (Short Term)	
	ppm ^a	mg/m ³ ^b	ppm ^a	mg/m ³ ^b
Acetic acid	10	25	15	37
Acetic anhydride	5	21	-	-
Acetone	750	1780	1000	2380
Acrylonitrile (Vinyl cyanide)*	2	4.3	-	-
Aluminium dust	-	10	-	-
Ammonia	25	17	35	24
Aniline*	2	7.6	-	-
Antimony and compounds, as Sb	-	0.5	-	-
Arsenic, elemental and inorganic compounds, as As	-	0.01	-	-
Arsine	0.05	0.16	-	-
Asphalt (petroleum) fumes	-	5	-	-
Barium, soluble compounds, as Ba	-	0.5	-	-
Benzene*	5	16	-	-
Beryllium and compounds, as Be	-	0.002	-	-
Bromine	0.1	0.66	0.2	1.3
1,3-Butadiene	2	4.4	-	-
Butane	800	1900	-	-
n-Butanol*	-	-	50	152
sec-Butanol	100	303	-	-
n-Butyl acetate	150	713	200	950
Cadmium, elemental and compounds, as Cd	-	0.05	-	-
Calcium carbonate (Limestone, Marble)	-	10	-	-
Calcium hydroxide	-	5	-	-
Calcium silicate	-	10	-	-

Calcium sulfate	-	10	-	-
Carbon black	-	3.5	-	-
Carbon dioxide	5000	9000	30,000	54,000
Carbon disulfide*	10	31	-	-
Carbon monoxide	25	29	-	-
Carbon tetrachloride (Tetrachloromethane)*	5	31	10	63
Chlorine	0.5	1.5	1	2.9
Chloroform (Trichloromethane)	10	49	-	-
Coal tar pitch volatiles (Polycyclic aromatic hydrocarbons), as benzene solubles	-	0.2	-	-
Cobalt, elemental and inorganic compounds, as Co	-	0.02	-	-
Copper				
Fume	-	0.2	-	-
Dusts & mists, as Cu	-	1	-	-
Cotton dust, raw	-	0.2	-	-
Cresol*	5	22	-	-
Cyclohexane	300	1030	-	-
Cyclohexanol	50	206	-	-
Cyclohexanone*	25	100	-	-
Cyclohexene	300	1010	-	-
Diborane	0.1	0.11	-	-
Ethanol (Ethyl alcohol)	1000	1880	-	-
Ethyl acetate	400	1440	-	-
Ethylene glycol	-	-	50	127
Ethylene oxide	1	1.8	-	-
Ethyl ether (Diethyl ether)	400	1210	500	1520
Ethyl mercaptan (Ethanethiol)	0.5	1.3	-	-

Fibrous glass dust	-	10	-	-
Fluorides, as F	-	2.5	-	-
Fluorine	1	1.6	2	3.1
Formaldehyde	-	-	0.3	0.37
Formic acid	5	9.4	10	19
Furfural*	2	7.9	-	-
Furfuryl alcohol*	10	40	15	60
Gasoline	300	890	500	1480
Grain dust (oat, wheat, barley)	-	4	-	-
Graphite, respirable dust	-	2	-	-
Heptane	400	1640	500	2050
Hexane (n-Hexane)*	50	176	-	-
Hydrazine*	0.1	0.13	-	-
Hydrogen bromide	-	-	3	9.9
Hydrogen chloride	-	-	5	7.5
Hydrogen cyanide*	-	-	4.7	5
Hydrogen fluoride	-	-	3	2.6
Hydrogen peroxide	1	1.4	-	-
Hydrogen sulfide	10	14	15	21
Iodine	-	-	0.1	1.0
Iron oxide dust & fume, as Fe	-	5	-	-
Iron salts, soluble, as Fe	-	1	-	-
Isobutyl acetate	150	713	-	-
Isobutyl alcohol	50	152	-	-
Isophorone	-	-	5	28
Isopropyl acetate	250	1040	310	1290
Isopropyl alcohol	400	983	500	1230
Lead, inorganic dusts and fumes, as Pb	-	0.15	-	-

L.P.G. (Liquified petroleum gas)	1000	1800	-	-
Malathion*	-	10	-	-
Maleic anhydride	0.25	1.0	-	-
Manganese, as Mn				
Dust and compounds	-	5	-	-
Fume	-	1	-	3
Mercury				
Alkyl compounds*	-	0.01	-	0.03
Aryl compounds*	-	0.1	-	-
Inorganic forms* eg. metallic mercury	-	0.025	-	-
Methanol (Methyl alcohol)*	200	262	250	328
Methyl acetate	200	606	250	757
Methyl acrylate*	10	35	-	-
Methyl n-butyl ketone (2-Hexanone)*	5	20	-	-
Methylene bisphenyl isocyanate (MDI, Diphenyl methane diisocyanate)	0.005	0.051	-	-
Methylene chloride (Dichloromethane)	50	174	-	-
Methyl ethyl ketone (MEK, 2-Butanone)	200	590	300	885
Methyl ethyl ketone peroxide	-	-	0.2	1.5
Methyl isobutyl ketone (Hexone)	50	205	75	307
Methyl mercaptan (Methanethiol)	0.5	0.98	-	-
Mineral wool fiber	-	10	-	-
Molybdenum, as Mo				
Soluble compounds	-	5	-	-
Insoluble compounds	-	10	-	-
Naphtha	300	1370	-	-
Naphthalene*	10	52	15	79
Nickel				
Metal	-	1	-	-
Insoluble compounds, as Ni	-	1	-	-
Soluble compounds, as Ni	-	0.1	-	-

Nickel carbonyl, as Ni	0.05	0.12	-	-
Nickel sulfide, as Ni	-	1	-	-
Nicotine*	-	0.5	-	-
Nitric acid	2	5.2	4	10
Nitric oxide	25	31	-	-
Nitrogen dioxide	3	5.6	5	9.4
Nitrous oxide	50	90	-	-
Nuisance particulates	-	10	-	-
Octane	300	1400	375	1750
Oil Mist, mineral	-	5	-	10
Ozone	-	-	0.1	0.20
Parathion*	-	0.1	-	-
Pentane	600	1770	750	2210
Perchloroethylene (Tetrachloroethylene)	25	170	100	685
Phenol*	5	19	-	-
Phosgene	0.1	0.40	-	-
Phosphine	0.3	0.42	1	1.4
Phosphoric acid	-	1	-	3
Phosphorus	0.02	0.1	-	-
Phthalic anhydride	1	6.1	-	-
Platinum				
Metal	-	1	-	-
Soluble salts, as Pt	-	0.002	-	-
Portland cement	-	10	-	-
Potassium cyanide	-	-	-	5
Potassium hydroxide	-	-	-	2
n-Propyl acetate	200	835	250	1040
n-Propyl alcohol*	200	492	250	614
Propylene oxide (1,2-Epoxypropane)	20	48	-	-

Selenium and compounds, as Se	-	0.2	-	-
Silica-Amorphous				
Diatomaceous earth (uncalcined)	-	10	-	-
Precipitated silica	-	10	-	-
Silica, fume, respirable dust	-	2	-	-
Silica, fused, respirable dust	-	0.1	-	-
Silica gel	-	10	-	-
Silica-Crystalline				
Cristobalite, respirable dust	-	0.05	-	-
Quartz, respirable dust	-	0.1	-	-
Tridymite, respirable dust	-	0.05	-	-
Tripoli, respirable dust	-	0.1	-	-
Silicon	-	10	-	-
Silver				
Metal	-	0.1	-	-
Soluble compounds, as Ag	-	0.01	-	-
Sodium cyanide	-	-	-	5
Sodium hydroxide	-	-	-	2
Stoddard solvent	100	525	-	-
Styrene, monomer (Phenylethylene, Vinyl benzene)	50	213	100	426
Sulfur dioxide	2	5.2	5	13
Sulfuric acid	-	1	-	3
Talc	-	2	-	-
Tantalum, metal and oxide, as Ta	-	5	-	-
Tetraethyl lead, as Pb*	-	0.1	-	-
Tetrahydrofuran	200	590	250	737
Tetramethyl lead, as Pb*	-	0.15	-	-

Tin					
	Metal	-	2	-	-
	Oxide inorganic compounds, as Sn	-	2	-	-
	Organic compounds, as Sn*	-	0.1	-	0.2
Titanium dioxide		-	10	-	-
Toluene (Toluol)*		50	188	-	-
Toluene-2,4-diisocyanate (TDI)		0.005	0.036	0.02	0.14
1,1,1-Trichloroethane (Methyl chloroform)		350	1910	450	2460
1,1,2-Trichloroethane*		10	55	-	-
Trichloroethylene		50	269	100	537
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)*		-	0.5	-	-
Tungsten, as W					
	Insoluble compounds	-	5	-	10
	Soluble compounds	-	1	-	3
Turpentine		100	566	-	-
Vegetable oil mists		-	10	-	-
Vinyl chloride (Chloroethylene)		5	13	-	-
Welding fumes		-	5	-	-
Wood dust					
	Hard wood	-	1	-	-
	Soft wood	-	5	-	10
Xylene		100	434	150	651
Zinc oxide					
	Fume	-	5	-	10
	Dust	-	10	-	-
Zirconium and compounds, as Zr		-	5	-	10

"پیوست ۵"

آستانه بویایی و غلظتهای محرک مواد شیمیایی

Chemical Compound	Low Odour mg/m ³	High Odour mg/m ³	Description of Odour	Irritating Concentration mg/m ³
Acetaldehyde	0.0002	4	Green, sweet, fruity	90
Acetic acid	2.5	250	Sour, vinegar-like	25
Acetic anhydride	0.6	1.5	Sharp odour, sour acid	20
Acetone	48	1,614	Minty chemical, sweet	475
Acetonitrile	70	70	Ether-like	875
Acrolein	0.05	38	Burnt, sweet	1.3
Acrylic acid	0.3	3	Rancid, sweet	-
Acrylonitrile	8	79	Onion-garlic pungency	-
Allyl alcohol	2	5	Pungent, mustard	13
Allyl chloride	1.4	75	Green, garlic, onion	75
Allyl glycidyl ether	44	44	Sweet	1,144
Ammonia	0.03	40	Pungent, irritating	72
Aniline	0.0002	350	Pungent, amine-like	-
Arsine	0.8	2	Garlic-like	-
Benzene	4.5	270	Sweet, solventy	9,000
Boron trifluoride	4.5	4.5	Pungent, irritating	-
Bromine	0.3	25	Bleachy, penetrating	2
1,3-Butadiene	0.4	3	Mild, aromatic	
n-Butyl acetate	33	95	Fruity	473
n-Butyl alcohol	0.4	150	Sweet	75
Butyl cellosolve	0.5	288	Sweet, ester	-
Butyl cellosolve acetate	0.7	1.3	Sweet, ester	-
Carbon disulfide	0.02	23	Disagreeable, sweet	-
Carbon tetrachloride	60	128	Sweet, pungent	-
Cellosolve	2	185	Sweet, pleasant	-
Cellosolve acetate	0.3	270	Sweet, musty	-
Chlordane	0.008	0.04	Pungent, chlorine-like	-
Chlorine	0.03	15	Bleachy, pungent	9
Chlorine dioxide	0.3	0.3	Sharp, pungent	15
Chlorobenzene	1	280	Sweet, almond-like	933
Chloroform	250	1,000	Sweet, pleasant	20,480
Cresol	0.001	22	Sweet, creosote, tar	-
Cumene	0.04	6	Sharp, aromatic	23
Cyclohexane	1.4	1.4	Sweet, aromatic	1,050
Cyclohexanol	400	400	Camphor-like	200
Cyclohexanone	0.5	400	Sweet, peppermity	100

Diborane	2	4	Repulsively sweet	-
o-Dichlorobenzene	12	300	Pleasant, aromatic	150
p-Dichlorobenzene	90	180	Mothballs	240
Dichloroethane	446	810	Chloroform-like	-
Diethylamine	0.06	114	Fishy, ammoniacal	150
Diisobutyl ketone	0.7	2	Sweet, ester	150
Dimethyl formamide	300	300	Fishy, unpleasant	-
1,1-Dimethylhydrazine	12	20	Ammoniacal, amine-like	-
1,4-Dioxane	0.01	612	Ethyl-like	792
Epichlorohydrin	50	80	Chloroform-like	325
Ethanolamine	5	11	Ammonia	13
Ethyl acetate	0.02	665	Fruity, pleasant	350
Ethyl alcohol	0.3	9,690	Sweet, alcoholic	9,500
Ethyl amine	0.5	396	Sharp, ammoniacal	180
Ethyl benzene	9	870	aromatic	870
Ethyl ether	1	3	Sweet, ether-like	300
Ethyl mercaptan	3×10^{-5}	0.09	Garlic	-
Ethylene diamine	2.5	28	Ammoniacal, musty	250
Ethylene dibromide	77	77	Mild, sweet	-
Ethylene dichloride	24	440	sweet	-
Ethylene glycol	63	63	sweet	-
Ethylene oxide	520	1,400	Sweet, olefinic	-
Fluorine	6	6	Pungent, irritating	50
Formaldehyde	1.5	74	Pungent, hay	1.5
Formic acid	0.05	38	Pungent, penetrating	27
Furfural	0.02	20	Almonds	48
Hydrazine	3	4	Ammoniacal, fishy	-
Hydrochloric acid	7	49	Irritating, pungent	49
Hydrofluoric acid	0.03	0.1	Strong, irritating	4
Hydrogen bromide	7	7	Sharp, irritating	10
Hydrogen cyanide	0.9	5	Bitter almond	-
Hydrogen sulfide	0.0007	0.01	Rotten eggs	14
Iodine	9	9	Irritating	2
Isophorone	1	50	Sharp, objectionable	50
Isopropyl alcohol	8	490	pleasant	490
Maleic anhydride	1.8	2	Acrid	6
Methyl acetate	610	915	Fragrant, fruity	30,496
Methyl acrylate	70	70	Sharp, sweet, fruity	263

Methyl alcohol	13	26,840	Sweet	22,875
Methyl bromide	80	4,000	Sweetish	
Methyl cellosolve	0.3	288	Mild, non-residual	368
Methyl cellosolve acetate	1.6	240	Sweet, ester	-
Methyl chloroform	543	3800	Chloroform-like	5,429
Methyl ethyl ketone	0.7	148	Sweet, acetone-like	590
Methyl isobutyl ketone	0.4	193	Sweet, sharp	410
Methyl mercaptan	4×10^{-5}	0.08	Sulfidy	-
Methyl amine	0.03	12	Fishy, pungent	-
Methylene chloride	540	2,160	Sweet	8,280
Mineral spirits	157	787	Kerosene-like	-
Naphthalene	1.5	125	Mothball, tar-like	75
Nickel carbonyl	0.2	21	Musty	-
Nitric acid	0.8	2.5	Acrid, choking	155
Nitric oxide	0.4	1.2	-	-
Nitrobenzene	0.02	9.5	Shoe polish, pungent	230
Nitroethane	620	620	Mild, fruity	310
Nitrogen dioxide	2	10	Sweetish, acrid	20
Nitromethane	250	250	Mild, fruity	360
1-Nitropropane	1080	1,080	Mild, fruity	360
2-Nitropropane	18	1,029	Fruity	-
Octane	725	1,208	Gasoline-like	1,450
Ozone	0.001	1	Pleasant, clover-like	2
Pentane	7	3,000	Gasoline-like	-
Perchloroethylene	31	469	Mildly sweet	1,340
Phenol	0.2	22	Medicinal, sweet	182
Phosgene	2	4	Musty hay, green corn	8
Phosphine	0.03	3.6	Decaying fish	11
n-Propyl alcohol	0.08	150	Sweet, alcohol	-
Propyl alcohol	75	500	Sharp, musty	13,750
Propylene	40	116	Aromatic	-
Propylene oxide	25	500	Sweet, alcoholic	1,125

Pyridine	0.009	15	Burnt, sickening	90
Stoddard solvent	5	156	Kerosene-like	2,100
Styrene	0.2	860	Solvently, rubbery	430
Sulfur dioxide	1.2	12.5	Pungent, irritating	5
Sulfuric acid	1	1	-	1.1
Tetrachloroethane	21	35	Sickly sweet	1,302
Tetrahydrofuran	7	177	Ether-like	-
Toluene	8	150	Rubbery, mothballs	750
Toluene 2,4-diisocyanate	3	17	Sweet, fruity, acrid	4
Trichloroethylene	1	2,160	Etheral, chloroform like	864
Turpentine	560	1,120	Pine-like	560
Vinyl acetate	0.4	1.7	Sour, sharp	-
Naphtha	4	4	-	435
Xylene	0.4	174	Sweet	435

"پیوست ۶"

برنامه حفاظت سیستم تنفسی

موضوعات کلیدی که در تنظیم یک برنامه حفاظت سیستم تنفسی بایستی مد نظر قرار گیرند عبارتند از:

۱. آیا یک برنامه حفاظت تنفسی مستند وجود دارد؟
۲. آیا حفاظتهای تنفسی مورد استفاده مناسب هستند؟
۳. آیا کارگران در رابطه با استفاده و نگهداری حفاظتهای تنفسی آموزش لازم را دیده اند؟
۴. آیا تست جفت شدن (Fit-Testing) هر دو سال یکبار انجام می شود؟
۵. آیا تست تناسب پزشکی برای کارگرانی که از حفاظ های تنفسی استفاده می کنند هر سه سال یکبار انجام می شود؟
۶. آیا علائمی وجود دارند که استفاده از حفاظتهای تنفسی را در مناطق بخصوص نشان دهند؟
۷. آیا بازرسی و ارزیابی منظم در مورد استفاده درست از حفاظتهای تنفسی وجود دارد؟
۸. آیا حفاظتهای تنفسی در شرایط مناسبی نگهداری می شود؟
۹. آیا از حفاظتهای تنفسی متصل به سیستم هوارسان استفاده می شود؟
۱۰. آیا هوای تهیه شده برای سیستم هوارسان آزمایش شده و دارای کیفیت مطلوب است؟

منابع و مؤاخذ

۱. دفتر چه راهنمای ارزیابی ریسکهای ناشی از مواد خطرناک در محیط کار برای سلامتی کارکنان [NOHSC:3017(1997)]
۲. ارزیابی ریسک های ناشی از استفاده مواد شیمیایی خطرناک در محیط کار برای سلامتی کارکنان [وزارت منابع انسانی- دپارتمان ایمنی و بهداشت شغلی ، مالزی ، ۲۰۰۰]
۳. جزوات دوره آموزشی ارزیابی ریسک محیط کار
۴. کتاب ایمنی فرآیندهای شیمیایی [Daniel A. crowl & Joseph F. lexever]