عوامل شیمیایی در محیط کار

مقدمه

عوامل شیمیایی بزرگترین ، مشکل صنایع است و بیشترین خسارتهای مالی ، جانی و اجتماعی (حوادث ، مسمومیتها و بیماریهای حرفه ای) نیز مربوط به عوامل شیمیایی است. در مورد آمار و تعداد واقعی مواد شیمیایی مورد مصرف در صنایع به دلیل مسائل امنیتی اطلاعات دقیقی ارائه نمی شود ولی مطمئناً در حال حاضر میلیونها ماده شیمیایی در صنایع مورد استفاده قرار می گیرند.

امروز بسیاری از تحقیقات در زمینه مسائل زیست محیطی، معطوف به عوامل شیمیایی زیان آور است . پاراسلسیوس (۱۵٤۱-۱٤۹۳) در نظریه معروف خود می گوید «همه مواد سمی هستند و ماده ای که سمی نباشد موجود نیست، منتهی اختلاف در دز مصرفی جهت ایجاد سمیت و یا درمان می باشد». با در نظر گرفتن این مطلب گستردگی و اهمیت عوامل شیمیایی آشکارتر می شود و بررسی یک نوع ماده شیمیایی خود مدت طولانی زمان می برد تا خصوصیات، اثرات و عوارض ناشی از آن مشخص گردد.

طبق تخمین سازمان جهانی بهداشت (W.H.O) در سال ۱۹۹۵، سالانه ٦۸ تا ۱۵۷ میلیون مورد بیماری شغلی در اثر تماسهای شغلی مختلف ایجاد می شود. بنابراین یکی از عوامل مخاطره آمیز محیط کار که از لحاظ تقسیم بندی عوامل زیان آور و ... در رده نخست قرار می گیرد. عوامل شیمیایی محیط کار می باشد عوامل شیمیایی در محیط کار در برگیرنده تمام مواد اولیه، مواد خام مواد وابسته و فرآورده های اصلی، که در صنعت بکار می روند یا تولید می شوند می باشد. این مواد که به شکل گاز، مایع و جامد هستند ممکن است طبیعی یا مصنوعی بوده و دارای منشأ گیاهی، حیوانی و سنتتیک (معدنی یا آلی) باشند. هر یک از این مواد دارای خطرات و زیانهای مختص به خود است که در صورت تماس خود با آن رخ می نمایند. زیان حاصل از آنها به نوع، راه ورود، مقدار و طول زمان تماس بستگی دارد.

در زمینه شیوع بیماری های حرفه ای ناشی از عوامل شیمیایی محیط کار مطالعات فراوانی صورت گرفته است. در مقاله ای که در سال ۱۳٦۳ از طرف شرکت زغال سنگ کرمان منتشر شده است، تعداد کارگرانی که در مناطق چهار گانه زغال سنگ کرمان فعالیت می کنند را روی هم رفته، ٦۷۵ نفر ذکر کرده است که تعداد ٦۳۱ نفر از آنها ضمن معاینات مبتلا به بیماری ریوی ناشی از گردوغبار بوده اند یعنی در حدود ۹۳ درصد از آن به درجاتی از پنوموکونیوز مبتلا بوده اند.

در عملیات مربوط به بررسی های مهندسی بهداشت حرفه ای، موضوع عوامل شیمیایی بسیار جدی گرفته شده است. این بررسی ها شامل شناخت عوامل شیمیایی و اندازه گیری این عوامل در هوای محیط کار (پایش محیطی) و جستجوی تأثیرات عامل مورد می باشد.

مدیریت مواد شیمیایی

نیل به مدیریت صحیح مواد شیمیایی باهدف کاهش مخاطرات و پیشگیری از عوارض سوء در کلیه مراحل چرخهٔ عمر مادهٔ شیمیایی انجام می‌پذیرد که شامل مرحله تولید یا واردات، انجام فرایند، نگهداری، حمل و نقل، توزیع

کاربرد و دفع آن می‌باشد. هدف از مدیریت صحیح مواد شیمیایی (ایمنی شیمیایی) حفظ سلامت انسان و پیشگیری از عوارض سوء مواد شیمیایی بر محیط زیست می‌باشد.

اهداف برنامه ایمنی شیمیایی

پیشگیری و مدیریت اثرات مضر کوتاه مدت و بلند مدت مواد شیمیایی بر روی انسان و محیط زیست از تولید، استفاده تا انهدام آن را ایمنی شیمیایی گویند.

برنامه شیمیایی دو هدف را دنبال می کند.

۱- فراهم نمودن پایه‌های علمی جهت استفاده ایمن از مواد شیمیایی از طریق ارزیابی خطر برای محیط و انسان. این اطلاعات به آن معناست که کشورها برنامه‌های ایمنی شیمیایی خود را در این زمینه ارتقاء دهند.

۲- ارتقاء قابلیت‌های ملی (همکاریهای تخصصی) در جهت ارتقاء فوریت‌ها و حوادث شیمیایی و بررسی اثرات زیان‌آور تماس با مواد شیمیایی.

موضوع بررسی های فوق الذکر به طور کامل از سوی قوانین کار و تأمین اجتماعی در کشورمان حمایت می شود و در موارد قانونی ۸۵،۹۱،۹۲،۹۵،۹۶ و ۹۹ قانون کار و ۸۸ و ۹۰ قانون تأمین اجتماعی به صورت مستقیم و غیر مستقیم این حمایت ها خودنمایی می کنند.

موضوع بررسی عوامل شیمیایی در برنامه ریزی مربوط به اندازه گیری ها (از طریق نمونه برداری) معاینات و تمهیدات کنترلی جایگاه خاصی دارد.

عوامل شیمیایی و تقسیم بندی آنها

آلاینده های شیمیایی موجود در محیط کار را می توان از جنبه های مختلف نظیر حالت فیزیکی، ترکیب شیمیایی و یا اثرات فیزیولوژیک آنها تقسیم بندی نمود:

تقسیم بندی آلاینده ها براساس حالت فیزیکی

الف) گازها و بخارت: که شامل مواد در حالت گازی و یا بخار است.

ب) مواد معلق : که شامل مواد در حالت گردوغبار، مه، دود، دمه، مه دود و غیره می باشد.

تقسیم بندی آلاینده ها براساس ترکیب شیمیایی

الف) فلزات: گروه گسترده ای از مواد است که شامل فلزات گوناگون می باشد.

ب) مواد معدنی: شامل کلیه مواد غیر فلزی و غیر آلی می باشد.

ج) مواد آلی: که خود شامل حلالها، هیدروکربن ها، الکلها و ... می باشد.

تقسیم بندی آلاینده ها براساس تأثیرات فیزیولوژیک

الف) مواد التهاب آور و محرک

ب) مواد خفگی آور

ج) مواد بیهوشی آور و مخدر

د) سموم سیستمیک

ه) سایر مواد معلق غیر از سموم سیمتیک

ماده شیمیایی می تواند از سه راه پوستی، گوارشی و تنفسی وارد بدن شده و سپس از ورود انتشار یافته و تغییرات بیولوژیکی و متابولیسمی را در اندام هدف ایجاد کرده و مجتمع شده و ذخیره می گردد و در نهایت از بدن دفع می گردد. حال هر ماده شیمیایی می تواند براساس خصوصیات مراحل فوق را طی کند.

مشکلات ناشی از آلاینده های شیمیایی محیط کار

مشکلات ناشی از آلاینده های شیمیایی محیط کار از دو دیدگاه قابل بررسی است که باید این دید را در هنگام بررسی از هم جدا کرد. یکی بررسی با دید ایمنی است و دیگری با دید بهداشتی. در ادامه به طور خلاصه مواردی را که در هر نوع بررسی بایستی به آنها توجه شود، آورده شده است .

الف) دید ایمنی

بحث ایمنی مربوط به مخاطرات آنی و فوری و اضطراری مواجهه با مواد شیمیایی است. ریسکهایی که از لحاظ موارد ایمنی وجود دارند عبارتند از:

۱- ریسک اول، مشکل آتش سوزی مواد است. (Flammable)

۲- ریسک دوم، مشکل انفجاری مواد است.(Explosive)

۳- ریسک سوم، مشکل سمی بودن مواد است. (Toxicity)

٤- ریسک چهارم، مشکل خورندگی مواد است.(Corrosive)

٥- ریسک پنجم، مشکل سوزانندگی مواد است.(Coustic)

این طبقه بندی براساس خصوصیات مواد انجام می شود و تاثیرات این عوامل،به این صورت روی محیط و فرد را حادثه می گویند.

آتش سوزی و انفجار

بایستی بدانیم که مواد آتش گیر الزاماً انفجاری نیستند ولی مواد انفجاری الزاماً آتش گیر هستند. مواد منفجره موادی هستند که انرژی نهفته خاصی در آنها به علت ساختار شیمیایی وجود دارد و این انرژی نهفته به صورت گازهایی با حجم زیاد به صورت یکباره آزاد می شود و چون فضا برای اشتعال نیاز دارد حالت انفجاری پیدا می کند مثلا گاز متان ذاتاً یک گاز قابل انفجار نیست و یک گاز آتشگیر است،زمانی که آن را در فضای باز آتش زده شود، گاز می سوزد. ولی اگر گاز متان در داخل کپسول به مایع تبدیل شود،موجب انفجار می شود ولی در مقابل گرد زغال سنگ منفجره است و عامل انفجار در معادن همین گرد زغال سنگ است نه گاز متان و با تهویه معدن، غلظت گرد زغال کاهش داده می شود.

در مورد خاصیت آتشگیری و انفجار مواد دو واژه مهم و اساسی وجود دارد: یکی حد پایین اشتعال و انفجار (LEL) است و دیگری حد بالای اشتعال و انفجار(UEL) است.

یک ماده قابل اشتعال یا انفجار زمانی می تواند حادثه ساز باشد که مقدار حجمی آن برحسب درصد بین دو محدوده بالا باشد. البته وزن حجمی (دانسیته) ماده مورد نظر هم مهم است و باید دانست که گاز مورد نظر سبکتر از هوا است یا سنگین تر از هوا است. در مورد ماده قابل اشتعال و انفجار باید چند نوع ماده داشته باشیم یکی نقطه فروزش(Flash Point) است که دمای اختصاصی برای هر ماده است که با کمترین انرژی ممکن ماده در آن دما آتش می گیرد. دیگری نقطه جوش(Boiling Point) است که اگر مایع به این دما برسد باید بخارات آن را در هوا جستجو کنیم و سوم دمای خود فروزش(Auto Ignition Temprature) است که در این دما ماده خود به خود مشتعل می شود بنابراین در طبقه بندی مواد مصرفی در یک کارگاه جمع آوری اطلاعات فوق لازم و ضروری می باشد.

سمیت

معمولا مواد از نظر سمیت به سه دسته تقسیم بندی می کنند. سمیت بالا، متوسط و پایین که نوع برخورد با ماده از دید ایمنی به سمیت و شکل فیزیکی ماده بستگی دارد.

در شرایط سمیت بالا، اگر ماده به صورت گاز یا بخار در هوا باشد باید تدابیر ایمنی کاملا لحاظ شود. چون خطرناکترین راه ورود به بدن سیستم تنفسی است . شخص باید حفاظت کامل شود و سیستم های تهویه مناسب راه اندازی می شود و اگر ضروری باشد از لباسهای تهویه شونده استفاده شود. در شرایط سمیت متوسط ، استفاده از ماسکهای معمولی جواب می دهد و وجود سیستمهای تهویه در کنار وسایل حفاظت فردی می تواند موثرتر باشد . در شرایط سمیت پایین،خطر منتفی است.

میزان سمیت مواد شیمیایی را با توجه به مقادیر حدود مجاز استاندارد (TLV) می توان تا حدودی تشخیص داد:

سمیت کم TLV > 500 PPM

سمیت متوسط TLV = 100 – 500 PPM

سمیت بالا TLV < 100 PPM

خورندگی و سوزانندگی

مواد خورنده یا سوزاننده یا PH اسیدی دارند و یا PH قلیایی دارند. این مواد به دلیل اینکه PH آنها خارج از PH عادی بدن است، بنابراین تاثیرات مخربی چون سوزانندگی و خورندگی روی بدن ایجاد می کنند. در اینجاست که در طبقه بندی مواد بایستی که PH آنها را مشخص کنیم. اگر مواد به شکل گاز و بخار باشد خطر بیشتر است و در مایع خطر کمترمی شود و در حالت جامد، خطر خیلی کم است. مواد معلق اگر از طریق ریه وارد شوند تاثیرات خیلی سخت است اگر با چشم برخورد کند تاثیرات باز هم سخت است و اگر روی پوست بنشینند به صورت مزمن بیماری زا هستند. در برخی از فرآیندها بایستی که ماده جامد به شکل پودر در آمده و بعداً استفاده شود. مثلا سود سوز آور (پراک) ذاتا به صورت پولکی است ولی به صورت پودر در می آورند. گاز آمونیاک نیز قلیایی بوده و موجب سوزانندگی می شود. مقاومترین ماده در مقابل موادی که PH پایین یا بالای حالت عادی دارند، وینیل کلراید P.V.C می باشد. برای جلوگیری از مواجهه پوستی در هنگام کار با مواد خورنده و سوزاننده بایستی از

دستکشهای P.V.C استفاده شود لازم به ذکر است که P.V.C عایق رطوبت نیز می باشد. استفاده از ماسکهای تمام صورت با فیلتر شیمیایی نیز در هنگام کار با این مواد ضروری است، همچنین بایستی از عینکهای(Goggle) کاملا پوشیده و دارای سوپاپهای تهویه استفاده شود، جنس شیشه آنها از پلی کربنات باشد و از جنس P.V.C باشد.

ب) دید بهداشتی

بحث بهداشتی مربوط به مخاطرات مزمن و طولانی مدت با دز کم مواد شیمیایی است. در این دید به زمان به عنوان یک عامل بسیار مهم توجه می شود و در رده بیماریهای شغلی بررسی می شود و با توجه به اینکه قضیه مدت مسئولیت بیماریهای شغلی وجود دارد بنابراین از نظر حقوقی اهمیت پیدا می کند،ریسکی که از لحاظ بهداشتی می تواند وجود داشته باشد، رخ دادن بیماریهای شغلی است. در بررسی عوامل شیمیایی با این دید اولاً باید بدانیم که در فرآینده موجود شکل آلاینده شیمیایی به چه صورت است:

آئروسل، گاز یا بخار: اگر ماده به این صورتها است آیا احتمال ورود ماده به داخل ریه وجود دارد یا نه؟ و آیا احتمال جذب پوستی وجود دارد یا نه؟ حال اگر وارد بدن شد،اندام هدف همان ریه یا پوست است یا جای دیگری از بدن مورد هدف است؟

مایع: اگر ماده به صورت مایع است،آیا کارگر به صورت پوستی در مواجهه با ماده است، آیا فقط پوست اندام هدف است یا اندام هدف جای دیگری است؟

جامد: آیا احتمال ورود ماده مورد نظر از طریق خوراکی (گوارشی)وجود دارد و اندام هدف پس از ورود احتمالی کجاست؟

در کنار بررسی فوق مشخص کردن حدود مجاز تماس شغلی همچون TLV ، STEL و ... ضروری می باشد تا میزان خطرزایی و سمیت مواد مورد نظر مشخص شود .

با جمع آوری اطلاعات ذکر شده با دیدهای ایمنی و بهداشتی، تکلیف چگونگی ارائه خدمات بهداشت حرفه ای در زمینه عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار مشخص می گردد:

۱) در زمینه طب حرفه ای چه معایناتی بر روی کارگر مورد نظر انجام شود اسپیرومتری ،آزمایش خون و سایر آزمایشهای مربوطه.

۲) تکلیف کارشناس بهداشت حرفه ای در جهت روشهای بررسی، اندازه گیری و ارزشیابی و برنامه زمانبندی این ارزشیابی ها و اقدامات کنترلی مربوطه مشخص می شود.

۳) در بخش ایمنی نیز در مورد انتخاب روشهای کنترلی و لوازم حفاظت فردی به کارشناس مسئول راهکار می دهد.

بررسی آلاینده های شیمیایی در شرکت داروسازی ابوریحان

موادی شیمیایی که کارگران در این شرکت با آن مواجهه دارند بصورت مواد اولیه، مواد بینابینی و محصولات می باشد. به طور کلی مواد مصرفی عمده در بخش تولید این شرکت به شرح زیر می باشد:

۱- اتیل الکل(اتانول): بعنوان حلال و در گرانول سازی بکار می رود.

۲- کلروفرم: بعنوان حلال و ماده بینابینی بکار می رود.

۳- تولوئن: بعنوان حلال بکار می رود.

٤- متیلن کلراید: بعنوان حلال و همچنین در ساخت دراژه بکار می رود.

٥- تالک: در ساخت کپسول سفالکسین کاربرد دارد.

٦- منیزیم استئارت: در ساخت کپسول سفالکسین کاربرد دارد.

۷- پلی اتیلن: بعنوان ماده جانبی استفاده می شود.

۸- هیدروکسی پروپیل متیل سلولز: در ساخت روکش قرص پنی سیلین وی استفاده می شود.

۹- سدیم بنزوات: بعنوان ماده جانبی استفاده می شود.

۱۰- متیل الکل(متانول): جهت ساخت روکش قرص پنی سیلین وی استفاده می شود.

۱۱- سیلیکون: بعنوان ماده جانبی در ساخت قرص استفاده می شود.

۱۲- تیتانیوم دی اکساید: جهت ساخت دراژه استفاده می شود.

۱۳- پنی سیلین جی پتاسیم: بعنوان ماده اصلی در ساخت پنی سیلین وی استفاده می شود.

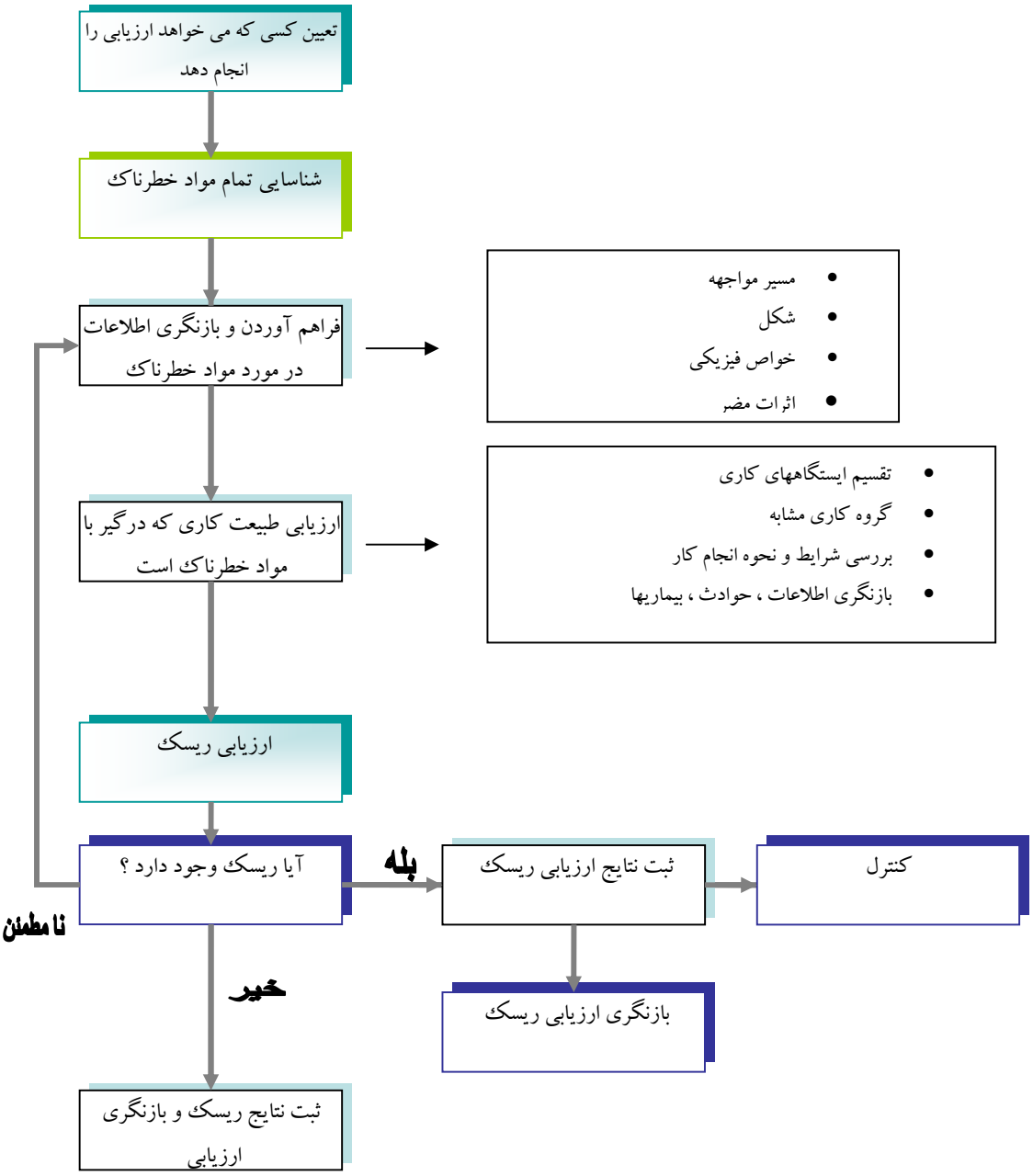
بررسی مخاطرات ایمنی و بهداشتی آلاینده های شیمیایی

در جدولی که در ادامه این فصل ارائه می شود اطلاعات شیمیایی تعدادی از مواد مصرفی شرکت گنجانده شده است.

ردیف	چک لیست ایمنی مواد شیمیایی	بله	خیر
۱	آیا کارکنان با ایمنی مواد شیمیایی که استفاده می کنند آشنا هستند ؟		
۲	آیا کارکنان با دانستن خطرات مواد شیمیایی آنرا رعایت می کنند ؟		
۳	آیا اطلاعات مواد شیمیایی در محل کار به نمایش در آمده است ؟		
۴	آیا اطلاعات MSDS در جای مناسب بایگانی شده است ؟		
۵	آیا کارکنان قبل از جابجایی، استفاده و ذخیره سازی مواد شیمیایی تجهیزات حفاظتی مناسب بر طبق MSDS مربوطه را استفاده میکنند ؟		
۶	آیا وسایل حفاظت فردی بطور صحیح نگهداری می شوند ؟		
۷	آیا کارکنان وسایل وتجهیزات حفاظتی در اختیار را استفاده می کنند ؟		
۸	آیا ماسک های تنفسی استاندارد می باشند (قبلاً مورد سنجش قرار گرفته اند) ؟		
۹	آیا روش کار استاندارد بطور کامل رعایت می شود ؟		
۱۰	آیا مواد شیمیایی ناسازگار بصورت درست نگهداری می شود ؟		
۱۱	آیا موادشیمیایی خطرناک بصورت در بسته نگهداری می شود ؟		
۱۲	آیا سیستم تهویه مناسب در محل کار وجود دارد ؟		
۱۳	آیا مواد قابل اشتعال و انفجار از جرقه دور نگه داشته می شود ؟		

۱۴	آیا غذا و نوشیدنی کارگران خارج از محل کار خورده می شود ؟		
۱۵	آیا کارگران قبل از خوردن و آشامیدن نظافت فردی را رعایت میکنند ؟		
۱۶	آیاسیستم تصفیه فاضلاب شیمیایی در صنعت وجود دارد ؟		
۱۷	آیا مواد زائد مخاطره آمیز بطور صحیح دفع می شود ؟		
۱۸	آیا سیستم فاضلاب بطور مناسب مواد زائد مایع را جمع آوری میکند ؟		
۱۹	آیا آبهای زیر زمینی و سطحی از آلودگی به مواد شیمیایی مصون هستند ؟		
۲۰	آیا تماس شغلی کارگران با مواد شیمیایی در زیر حد استاندارد است ؟		
۲۱	آیا ظروف و مخازن نگهدارنده مواد شیمیایی برای جلوگیری از نشت چک می شوند ؟		
۲۲	آیا جرقه هایی که می توانند باعث حریق شوند از محیط کار حذف شده اند ؟		
۲۳	آیا نشت مواد شیمیایی در سطح کارگاه دیده می شود ؟		
۲۴	آیا مواد پاشیده شده در سطح کارگاه بطور صحیح برطبق MSDS مربوطه جمع آوری می شوند ؟		
۲۵	آیا خدمات اورژانسی پزشکی و کمک های اولیه در محیط کار منظور شده است ؟		
۲۶	آیا کارگران آموزش های کمک های اولیه را تجربه کرده اند ؟		
۲۷	آیا سیستم های اعلان و اطفاء حریق در محل کار منظور شده است ؟		
۲۸	آیا تمرینهای لازم برای مقابله با شرایط اضطراری (مثل حریق، پاشش مواد، انفجار)منظور شده است ؟		

ارزیابی ریسک کیفی : پروسه ارزیابی کیفی



نتایج

۱- با توجه به اینکه بخارات مواد شیمیایی و الی محرک چشمها ، دستگاه تنفسی و پوست می باشد .همچنین ماده ای سمی برای دستگاه تنفسی می باشد و همچنین در صورت مواجهه حاد با مقادیر زیاد بخارات باعث مرگ خواهد شد. و با توجه به مواجهه زیاد با این بخارات میتوان گفت که ریسک مواجهه با این بخارات مثبت می باشد .

۲- با توجه به اینکه بخارات این مواد سرطانزا از نوع A1, A3 می باشد و با توجه به مواجهه زیاد با بخارات این مواد می توان گفت که ریسک مواجهه با این بخارات و ... مثبت است .

ارزیابی نیمه کمی :

بطور 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 که ریسک بالایی برای سلامتی کارکنان دارند

۵- پیشنهاد اقدامات کنترلی مناسب برای حذف یا کاهش ریسک

نتیجه عملی و اصلی یک برنامه ریسک ارزیابی ریسک ، تعیین « ضریب ریسک » 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 میگیرند .

دامنه 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 میکند که چه کارهایی باید مورد ارزیابی قرار گیرند .

- یک روش عمومی برای ارزیابی ریسک ناشی از انتشار یا تولید مواد شیمیایی خطرناک طرح میکند .

- 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 میتواند ریسک نسبی موجود را (چنانچه پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی شناخته شده باشند) مشخص کند . لکن ، زمانی که اطلاعات معنی دار در دسترس نباشد یا خطاهای انسانی در طی عملیات ارزیابی وجود داشته باشند ، نتایج میتوانند سوال برانگیز باشند .
- همچنین برای ارزیابی ریسک مخاطراتی که متوجه همسایگان صنعت و محیط زیست است توصیه نمی گردد .
- این ارزیابی در مورد کسانی که حساسیت خیلی بالایی دارند ، نباید بکار برده شود
- این ارزیابی برای تماسهای پوستی و گوارشی پیشنهاد نمی شود .

روش ارزیابی نیمه کمی

روش ارزیابی نیمه کمی ریسک در یازده مرحله انجام می شود

۱- تشکیل یک گروه کاری
۲- تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر
۳- شناسایی مواد شیمیایی
۴- تعیین ضریب مخاطره
۵- انجام بازرسی و مصاحبه از مسئولان و پرسنل
۶- جمع آوری اطلاعات مربوطه به طول مدت مواجهه و تکرار آن
۷- تعیین ضریب مواجهه
۸- تعیین ضریب ریسک
۹- اجرای عملیات اصلاحی
۱۰- مستند سازی ارزیابی
۱۱- بازنگری ارزیابی

برای ارزشیابی مواجهه سه روش وجود دارد . ارزیاب میتواند میزان مواجهه واقعی را برای تعیین ضریب مواجهه (ER) و نهایتا سطح ریسک به کاربرد . اگر میزان مواجهه واقعی قابل دسترس نبود ، فاکتور ها یا پارامترهای مواجهه میتوانند برای تعیین شاخص و ضریب مواجهه مورد استفاده قرار گیرند . برای ارزیابی ریسک ناشی از تماس با مواد شیمیایی در مرحله طراحی کارخانه یا فرایند ، ممکن است میازن مواجهه با استفاده از فرمولهای تئوریک و تجربی تخمین زده شود .

مرحله ۱- تشکیل گروه کاری

یک گروه کاری شامل نمایند گانی از هر دو طرف مدیریت و کارگران است که این افراد صلاحیت همکاری در این زمینه ارزیابی دارند . فرد شایسته میتواند 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 .

مرحله ۲ – تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر

تقسیم بندی و تجزیه فرآیند ها به ترتیب زیر صورت می گیرد .:

- کارخانه به واحد های کوچکتر تقسیم بندی میشود .
- هر واحد به فرآیند های کوچتر تقسیم بندی می شود .
- هر فرایند به وظایف کوچکتر تقسیم بندی میشود .
- کارگران با توجه به موقعیت مکانی و وظایف کاری گروه بندی میشوند .
- برای مشاغلی که نیاز به تحرک درکارخانه دارند ، مشاغل آنها به صورت خاص مورد ملاحظه قرار میگیرد
- 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 .

مرحله ۳- شناسایی مواد شیمیایی

تمام مواد شیمیایی که استفاده یا تولید میشوند 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 گیرند . بدون توجه به سیستم های کنترلی که ممکن است در محل وجود داشته باشد و آنها را تخلیه کند .

- با توجه به لیست مواد موجود در انبار ، صورت موجودی ، دفتر ثبت ، شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) و برچسب ظروف
- بازدید همه محلهایی که مواد شیمیایی انباریا مصرف میشوند
- توجه کردن به موادیکه ممکن است در طول فرایند کاری تولید شوند مانند واسطه ها
- محصولات جانبی ، محصولات نهایی وکلیه عواملی که از فرایند بیرون می آیند ، نظر پسماندها (جامد و مایع) ، ضایعات و ترکیبات ناپایدار
- توجه کردن به همه موادیکه در حین عملیات هایی نظیر راه اندازی آزمایشی ، تعمیرات و نگهداری بکار برده می شوند و یا بوجود می آیند .

مرحله ۴ – تعیین ضریب مخاطره

پس از شناسایی مواد شیمیایی مصرفی وتولیدی 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 میتواند با توجه به تاثیرات سمی مواد شیمیایی تعیین گردد (جدول۲) . روش دیگر تعیین ضریب مخاطره از طریق دز کشنده (LD_{50}) و غلظت کشنده (LC_{50}) مواد شیمیایی است (جدول ۳) .

جدول ۲ – تعیین ضریب مخاطره بر اساس تاثیرات سمی مواد شیمیایی

ضریب مخاطره	توضیح دسته بندی خطر / تاثیر	مثال از مواد شیمیایی
۱	- بدون تاثیرات نامطلوب بر سلامتی - سرطان زایی A5 (ACGIH) - 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)	استن ، استیک اسید ، نمک باریم ، غبار آلومینیوم
۳	- امکان سرطانزایی و جهش زایی در انسان یا حیوان (هنوز اطلاعات کافی در این زمینه ارائه نشده) - سرطان زایی A3 (ACGIH) - گروه 2B (IARC) - ماده خورنده ($5 < pH > 3$ یا $11 < pH > 9$) - تحریک تنفسی و جزء طبقه بندی مواد مضر	تولوئن ، زایلن ، بوتانل ، استالدئید ، استیک انیدرید ، آنیلین
۴	- امکان سرطان زایی و 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 ($2 < pH > 0$ یا $14 < pH > 11.5$) - ماده سمی	فرمالدئید ، کادمیوم ، متیلن کلراید ، اکسید اتیلن ، اکریلو نیتریل ، ۱ و ۳ – بوتادین
۵	- امکان سرطان زایی و جهش زایی و اختلالات ژنتیکی در نوزادان - سرطان زایی A1 (ACGIH) - گروه 1A (IARC) - گروه A (NTP) - ماده خیلی سمی	بنزن ، سرب ، ارسنیک ، بریلیم ، وینیل کلراید ، جیوه ، کریستال سیلیکات

جدول ۳ - تعیین ضریب مخاطره بر حسب سمیت حاد

ضریب مخاطره	LD50 Mg/kg وزن بدن موش - جذب دهانی	LD50 Mg/kg وزن بدن موش یا خرگوش جذب پوستی	LC50 Mg/liter (4hr) گاز یا بخار جذب تنفسی	LC50 Mg/liter (4hr) آئروسول و ذرات موش- جذب تنفسی
2	>200	>2000	>20	>5
3	>200 to ≤2000	>400 to ≤2000	>0.5 to ≤20	>1to ≤5
4	>25 to ≤400	>50 to ≤400	>0.5 to ≤2.0	>0.25 to ≤1
5	≤25	≤50	≤0.5	≤0.25

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 میتوانند 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 تاثیری میگذارد .

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 .

چک لیست بازرسی باید حول چهار محور زیر طراحی شود :

۱- واحد کاری که در آن مواد شیمیایی سمی مصرف یا تولید میشوند

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

جایی که نتایج نمونه برداری از هوا موجود نیست ، فاکتور های مواجهه می توانند برای محاسبه ضریب مواجهه مورد استفاده قرار گیرند.

اگر مواجهه به دو یا چند ماده شیمیایی (که تاثیرات مشابه بر سلامتی دارند) وجود دارد . ردیفی را که مربوط به ماده « ماده شیمیایی با تاثیرات مشابه » است را با علامت "Y" (به منزله تایید) در فرم مربوطه پر کنید . اطلاعات مربوط به تاثیرات مواد شیمیایی بر سلامتی می تواند از طریق شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) بدست آید . زمانی که نتایج پایش هوا در دسترس نیست ، پنج فاکتور فشار بخار یا اندازه ذرات ، نسبت آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه ، میزان کنترل ، مقدار ماده شیمیایی مورد مصرف و ساعت کاری با توجه به جدول ۳ (جدول تعیین شاخص مواجهه) در فرم مربوطه مشخص و ثبت می گردد. تعیین تمام فاکتورهای فوق الذکر الزامی نیست و با توجه به اطلاعات موجود ، پارامترهای قابل دسترسی بکار برده میشوند ، ولی مطمئنا هر چه تعداد شاخص های استفاده شده بیشتر باشد جوابی دقیق تر بدست خواهد آمد.

مرحله ۷- تعیین ضریب مواجهه

ضریب مواجهه هم میتواند از طریق تعیین سطح مواجهه واقعی و هم میتواند 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 (TWA_{Weal}) با استفاده از رابطه زیر تخمین زده می شود .

$$E = \frac{F \times D \times M}{W} = \frac{5 \times 3 \times 3}{40} = 1.125$$

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

F= تکرار مواجهه در هفته (تعداد 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 بالا 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 ، مد نظر 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 ۴ : ضریب مواجهه

E / PEL	ضریب مواجهه (ER)
< 0.1	۱
0.1 – 0.5	۲
0.5 – 1	۳
1 – 2	۴
2 <	۵

مواجهه مرکب :

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

$$E_{combined} = \frac{E_1}{PEL_1} + \frac{E_2}{PEL_2} + \ldots + \frac{E_n}{PEL_n}$$

E= میزان مواجهه (ppm یا mg / m^3)

PEL= میزان مواجهه مجاز مربوطه (ppm یا mg / m^3)

مواجهه های بیشتر از ۴۰ ساعت در هفته :

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

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

$$PEL_a = PEL - F$$

H= ساعات کاری در هفته (ساعت)

F= فاکتور کاهش هفتگی

PEL_a= میزان مواجهه مجاز تصحیح شده (ppm یا mg / m^3)

برای تماس های کوتاه مدت و تا ۱۵ دقیقه و یک بار در روز ، شدت مواجهه بایستی با مقادیر میزان مواجهه مجاز کوتاه مدت مقایسه شود .

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 :

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

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 .

جدول ۵ – شاخص شدت مواجهه

شاخص مواجهه / فاکتور مواجهه	۱	۲	۳	۴	۵
فشار بخار یا قطر آیرودینامیکی ذره	<0.1 mmHg	0.1 – 1 mmHg	1 – 10 mmHg	10 – 100 mmHg	>100 mmHg
	قطر بزرگ ، توده یا ماده مرطوب	قطر بزرگ و ماده خشک	ماده خشک و ذرات با قطر کم < ۱۰۰میکرون	ماده خشک و ذرات ریز – 10 100 میکرون	ماده خشک و ذرات ریز و پودری <10 میکرون
نسبت آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه / OT PEL	<0.1	0.1 – 0.5	0.5 – 1	1 – 2	۲ <
میزان کنترل آلاینده	کنترل کافی با نگهداری منظم	کنترل کافی با نگهداری نامنظم	کنترل کافی بدون نگهداری ، غبار متوسط	کنترل ناکافی ، محیط پر غبار	کلا بدون کنترل ، محیط پر غبار تر
مقدار ماده مورد مصرف در هفته	اغلب مقدار ناچیز ۱ کیلو گرم یا لیتر	مقدار کم مصرف 10-1 کیلوگرم یا لیتر	مقدار متوسط 100-10 کیلوگرم یا لیتر	مقدار زیاد ، 1000-100 کیلو گرم یا لیتر	>۱۰۰۰ کیلو گرم یا لیتر
ساعات کاری در هفته	کمتر از ۸ ساعت	۱۶–۸ ساعت	۲۴–۱۶ ساعت	۳۲–۲۴ ساعت	۴۰–۳۲ ساعت

مرحله ۸- تعیین ضریب ریسک

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

$$RR = \sqrt{HR \times ER}$$

RR= ضریب ریسک

HR= ضریب مخاطره

ER= ضریب مواجهه

جدول ۶ - ضریب ریسک

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

بی اثر

کم

متوسط

بالا

خیلی بالا

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 گیرد :

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 موثر
- انجام نمونه برداری
- 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 دستوالعمل های شرایط اضطراری و کمک های اولیه
- ارزیابی مجدد بعد از انجام مراحل فوق

۵- ریسک خیلی زیاد

- تکمیل کنترل های مهندسی موثر
- انجام نمونه برداری

- 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 دستوالعمل های شرایط اضطراری و کمک های اولیه
- ارزیابی مجدد (ارزیابی دقیق) بعد از انجام مراحل فوق

مرحله ۱۰- مستند سازی ارزیابی

تمام ارزیابی بایستی بخوبی در فرم های مربوطه ثبت و ب صورت نوشته 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
۶- اطلاعاتی د ر مورد مخاطرات
۷- خلاصه فرایند ها
۸- شناسایی ریسک ها
۹- یک جمع بندی در مورد ریسک ها
۱۰- پیشنهادات
۱۱- امضاء ، تاریخ و نظر تیم ارزیابی
۱۲- امضاء ، 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 ، فرآیند ها و 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 حد مجاز مواجهه مواد

- ارائه فن آوری جدید در زمینه سیستم کنترل

نتایج ارزیابی ریسک نیمه کمی در شرکت داروسازی ابوریحان :

ماده / پارامتر	تولوئن
طول مدت مواجهه	۶
تکرار مواجهه	۵
شدت مواجهه	۸
مواد شیمیائی با تاثیر مشابه	N
میزان مواجهه	۶
ضریب مواجهه	۲

$$\frac{E}{PEL} = \frac{6}{50} = 0.12 \longrightarrow ER = 2$$

فرایند	ماده شیمیایی	ضریب مخاطره	ضریب مواجهه	میزان ریسک	رتبه ریسک	اقدامات اصلاحی
سالن چاپ	تولوئن	۳	۲	۲/۴	کم	- حفظ کنترل موجود - انجام غیر مستمر نمونه برداری هوا (در صورت نیاز) - ارزیابی مجدد هر ۴ سال یکبار

×× با توجه به جدول ضریب ریسک مواجهه باتولوئن دارای ریسک کم می باشد . و باید با توجه به میزان ریسک طبق توصیه های کنترلی ذکر شده عمل کرد .

منابع :

1. http://www.sciencelab.com/xMSDS-Ethinyl_estradiol-9923943
2. http://64.233.183.104/search?q=cache:Q_5ij5lEe-kJ:www.sciencelab.com/xMSDS-Ethinyl_estradiol-9923943+msds+estradiol&hl=fa&ct=clnk&cd=1
3.http://64.233.183.104/search?q=cache:_NjIiUW69I8J:www.paddocklabs.com/forms/msds/testost.pdf+msds+testosterone&hl=fa&ct=clnk&cd=1
4. http://www.paddocklabs.com/forms/msds/testost.pdf
5. msds.chem.ox.ac.uk/TE/**testosterone**.html
6. http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/nicstart.html
7.www.sirs.com
8.www.toxtnet.com
9.hazardous substances data bank
۱۰. کتاب جامع بهداشت عمومی، دکتر منصور رضازاده آذری و همکاران، فصل پنج، گفتار شش