بسم الله الرحمن الرحیم

همه معجزات از طریق بسم اللّه الرحمن الرحیم واقع شده
و همچنان واقع شدنی است ...

ارزیابی ریسک مواد شیمیایی در تماس های شغلی

جعفر اکبری

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای

استاد راهنما:

آقای دکتر مسعود ریسمانچیان

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان

دی ماه ۱۳۹۰

اهداف

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 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 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.

تعاریف

خطر (Hazard) : یک واژه کلّی 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.

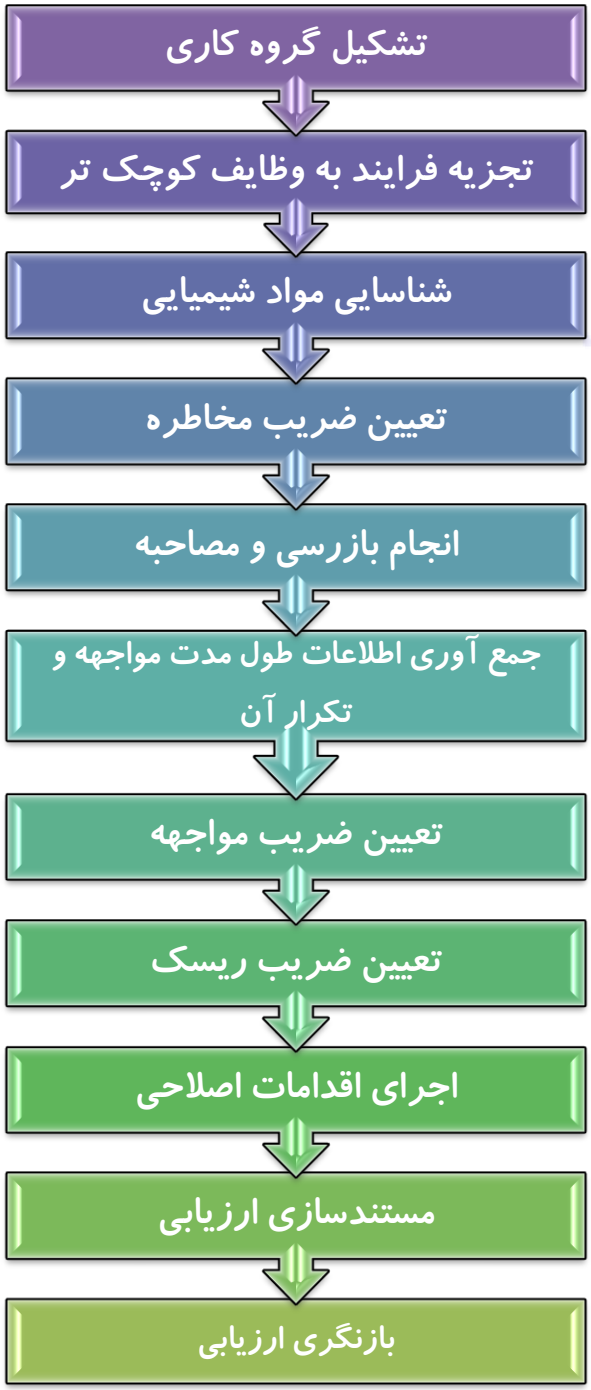
ریسک (Risk) : واژه ای است، که برای **پیش بینی احتمال وقوع اثرات نامطلوب یک ترکیب شیمیایی یا سایر مخاطرات بکار برده می شود.**

ارزیابی ریسک (Risk Assessment) : 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 (Toxic) : صفت یک ماده شیمیایی است که مبین **خاصیت آسیب رسانی آن به موجودات زند ه** می باشد.

سمیت (Toxicity) : میزان آسیب رسانی یک ماده شیمیایی به موجودات زنده را بیان می کند.

روش ارزیابی نیمه کمی ریسک



❖ **حمایت وتعهد مدیریت**

۱) تشکیل یک گروه کاری

❖ **مشخص کردن مخاطرات و تعیین ضریب آنها**

۲) تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر

۳) شناسایی مواد شیمیایی

۴) تعیین ضریب مخاطره (Hazard Rating)

۵) انجام بازرسی و مصاحبه از مسؤولان و پرسنل

❖ **ارزشیابی میزان مواجهه**

۶) جمع آوری اطلاعات مربوط به طول مدت مواجهه و تکرار آن

۷) تعیین ضریب مواجهه (Exposure Rating)

❖ **ارزیابی ریسک**

۸) تعیین ضریب ریسک (Risk Rating)

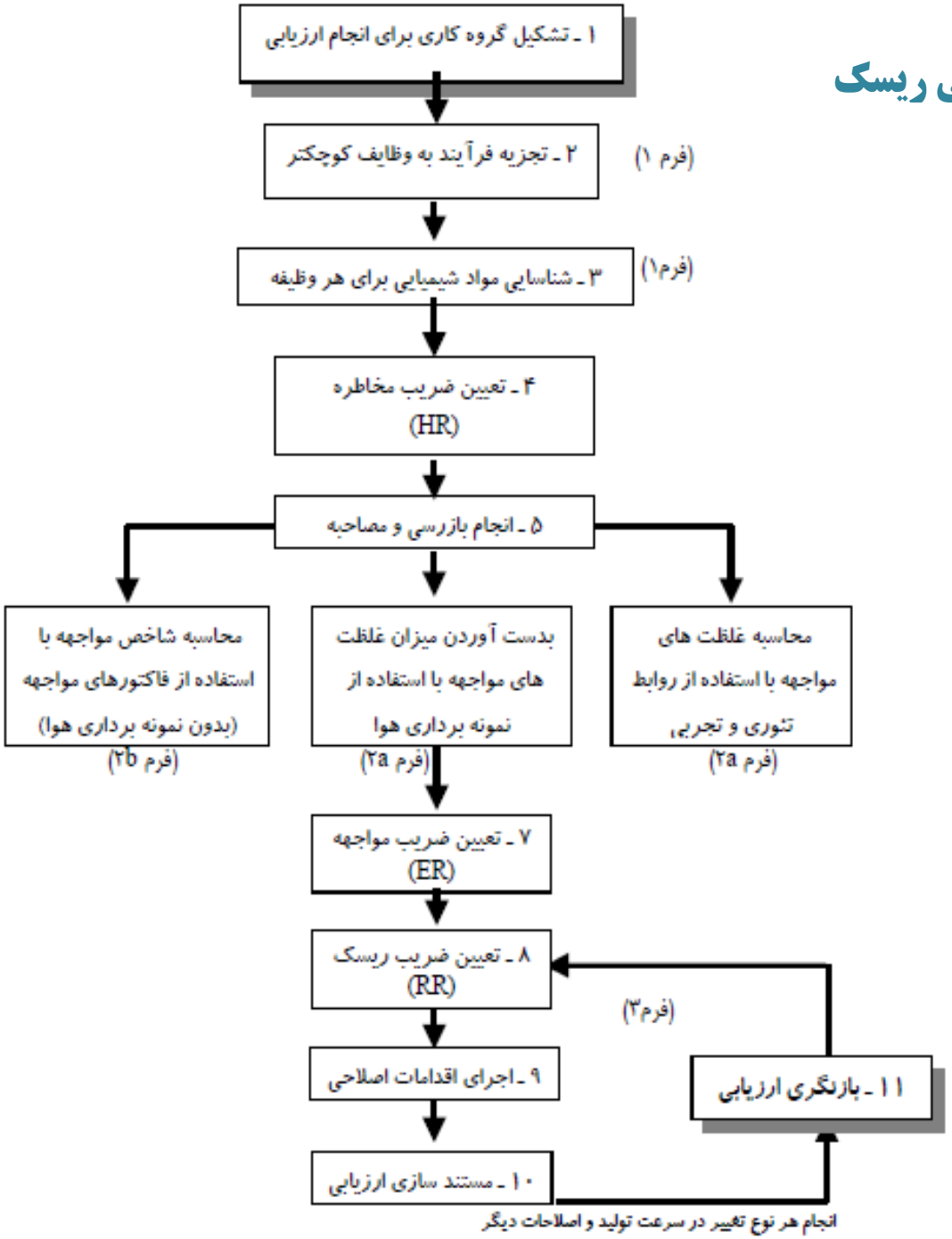
۹) اجرای عملیات اصلاحی

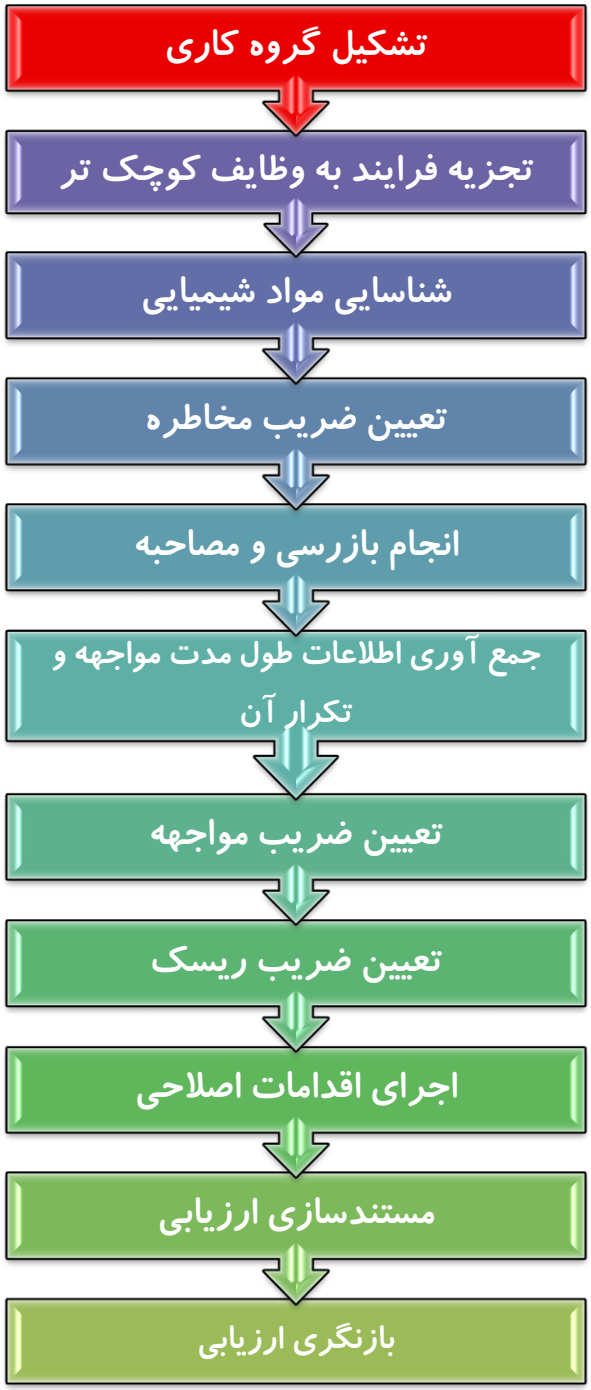
۱۰) مستند سازی ارزیابی

۱۱) بازنگری ارزیابی

www.mrsafety.blogfa.com

فلوچارت فرایند ارزیابی ریسک





مرحله اول

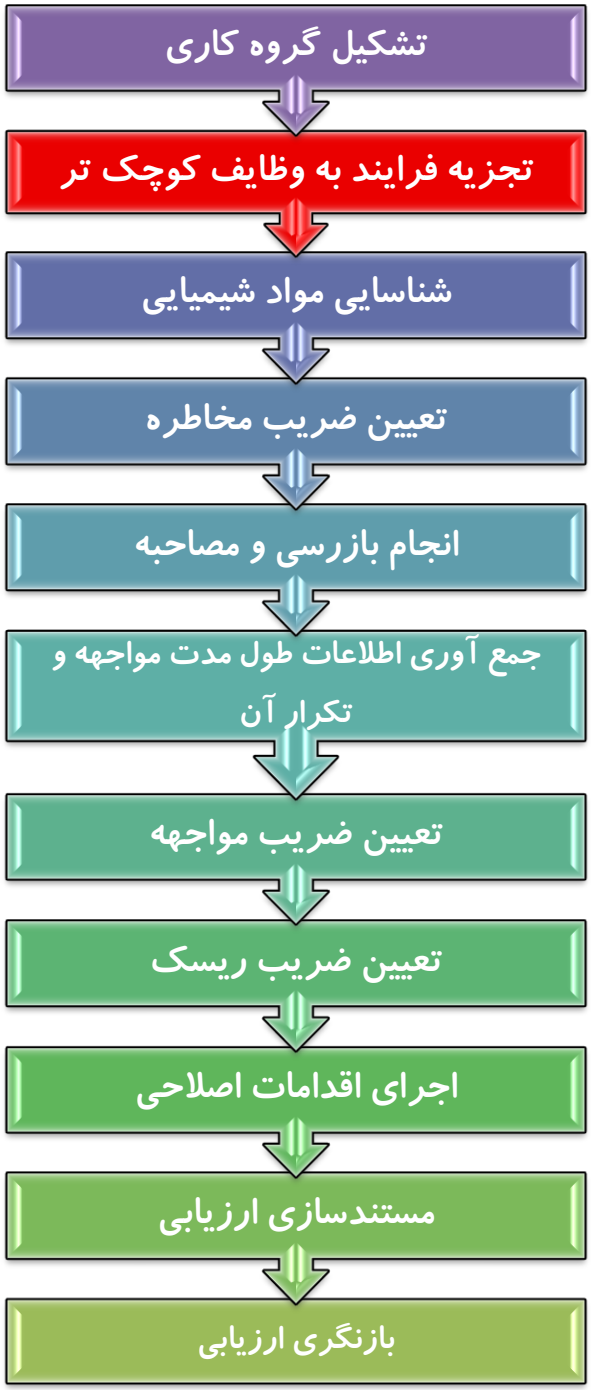
- شامل نمایندگانی از هر دو طرف مدیریت و کارگران است که این افراد صلاحیت و شایستگی همکاری در این زمینه را دارند .

- فرد شایسته = یک کارمند یا هر شخصی که آموزش ها 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.

مدیریت بایستی درگیر انجام ارزیابی ریسک شده و برای اجرای اقدامات اصلاحی و کنترلی در راستای مدیریت ریسک مصمم باشد.

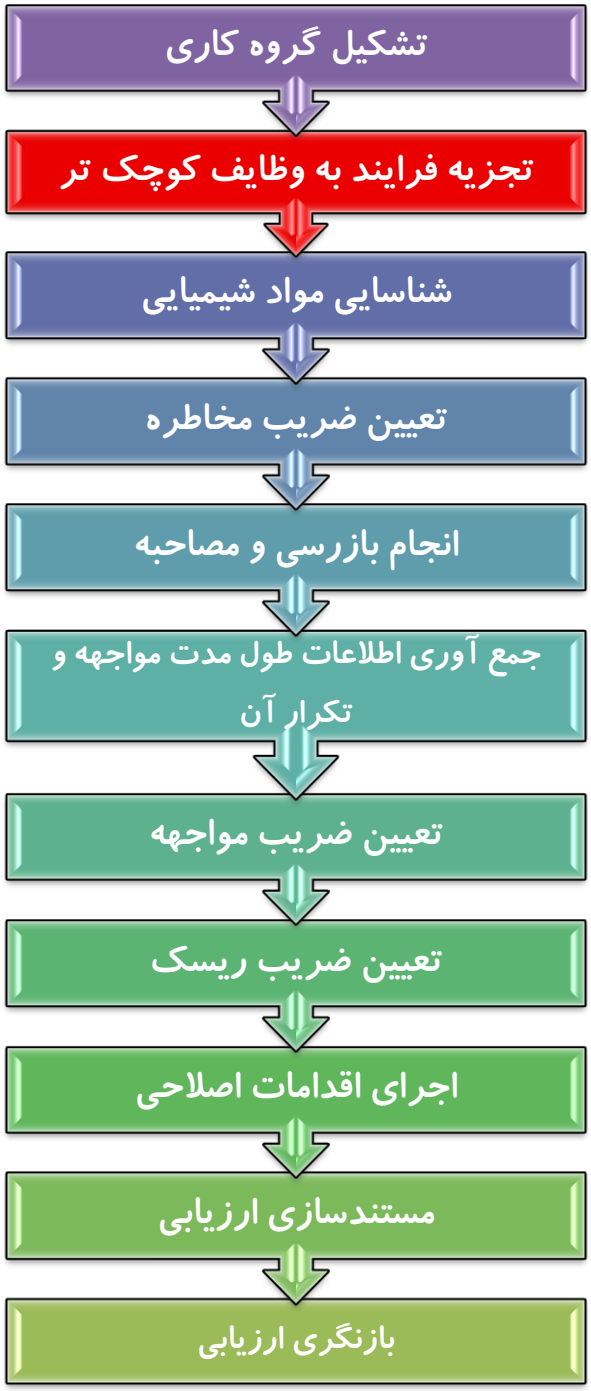
www.mrsafety.blogfa.com



مرحله دوم

- کارخانه به واحدهای کوچکتر تقسیم بندی می شود؛
- هر واحد به فرآیند های 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 تحرّک 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 ماموران نظافت، مد نظر قرار گرفته اند اطمینان حاصل می شود.

www.mrsafety.blogfa.com



مرحله دوم

- نمودار های جریان فرآیند (PFD) و نمودار های ابزار دقیق فرآیند (PID) می توانند برای مشخص کردن وظایف در ارزیابی ریسک بکار برده شوند .

✓ نمودار های جعبه ای جریان ها (BFD) که به اختصار به آن نمودار جعبه ای می گویند ، ساده ترین نوع نقشه است که در آن بخش های اصلی یک کارخانه و جریان های مواد اولیه و محصولات نشان داده می شود. براساس این نمودار، نمودار جریان های فرآیند(PFD) رسم می شود که جزئیات دقیقی از فرآیند و جریان های مختلف آن را نشان می دهد. به همین ترتیب نمودار لوله کشی و ابزار دقیق (PID) بر مبنای PFD تهیه می شود و در آن کلیه نکات مربوط به لوله کشی و ابزار دقیق و همه دستگاه ها و تجهیزات اصلی و فرعی فرآیند به طور دقیق نشان داده می شود.

BFD >> PFD >> P&ID

PFD & PID

وظایف حاصل از تجزیه فرآیند های کاری در **فرم شماره ۱ ثبت می شود.**

www.mrsafety.blogfa.com

تجزیه فرایند کاری

فرم ۱

اعضای تیم ارزیابی :

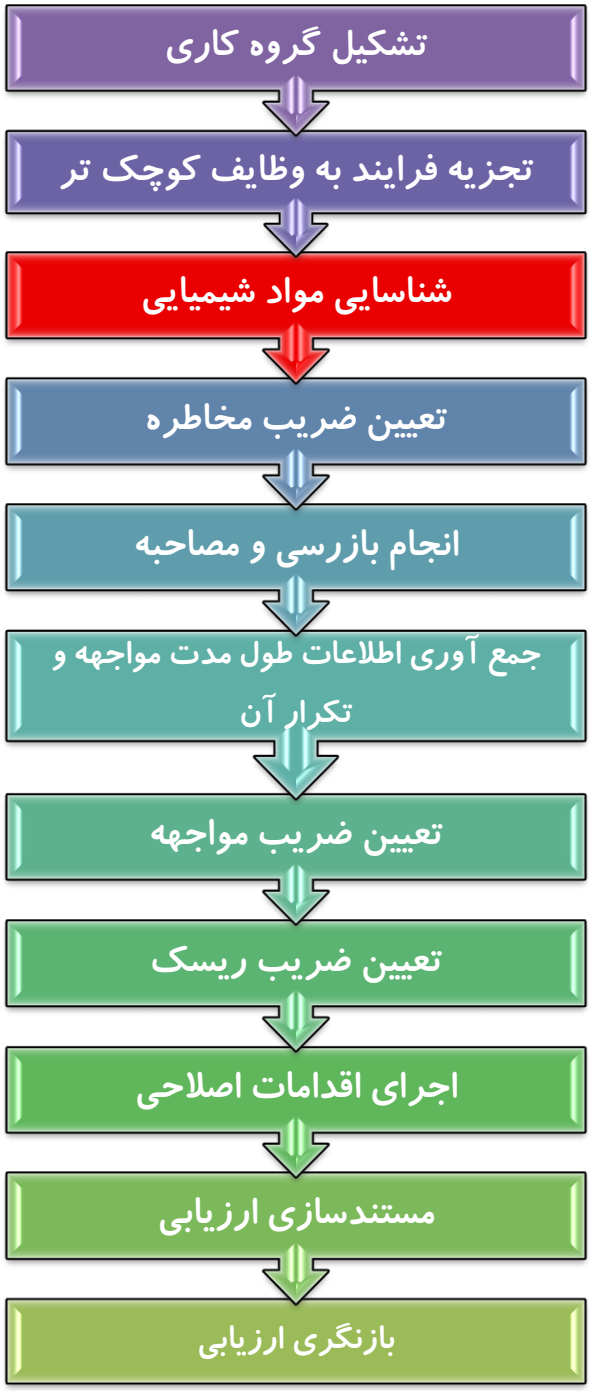
کارخانه:

تاریخ ارزیابی :

واحد :

فرآیند	وظیفه	توصیف وظیفه	تعداد کارمند	مواد شیمیایی	ضریب مخاطره HR

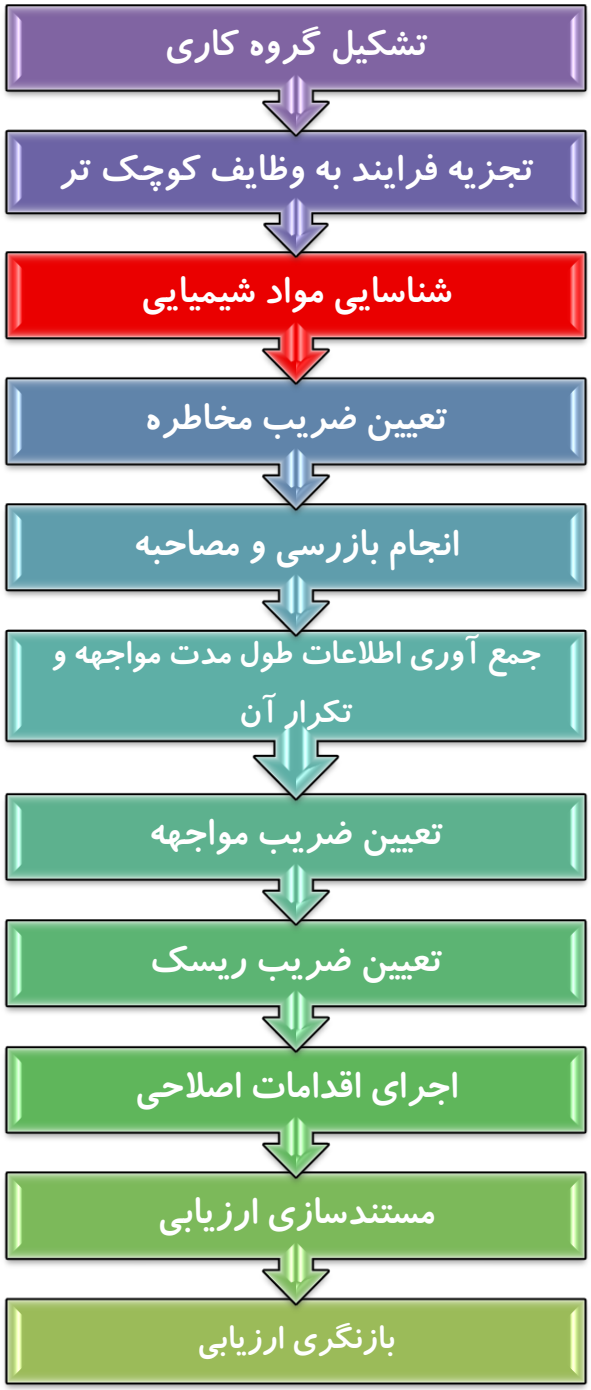
www.mrsafety.blogfa.com



مرحله سوم

Hazardous chemical agents include:

- *Substances brought into the workplace and handled, stored and used for processing (e.g. raw materials, solvents, cleaning agents, glues, resins, paints);*
- *Substances generated by a process or work activity (e.g. fumes from welding/soldering, dust from machining of wood, solvent vapours from painting, dust from quarrying);*
- *Substances or mixtures produced by the work process including by-products, residues or waste.*



مرحله سوم

- **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

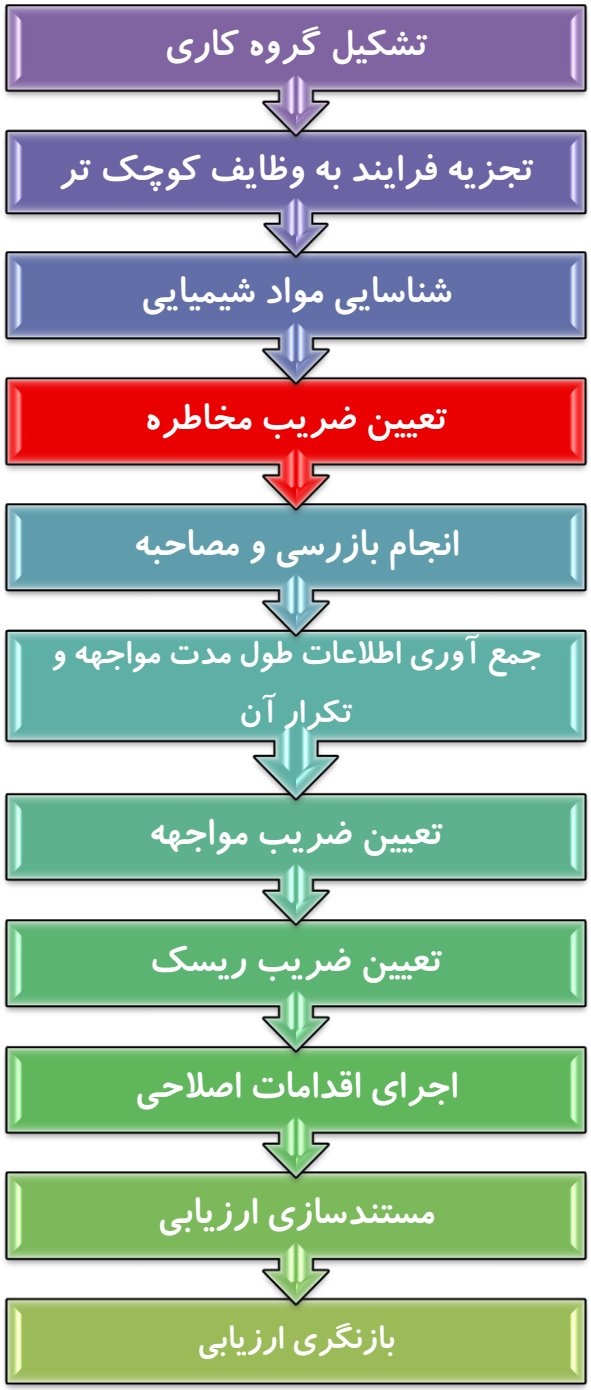
• بازدید همه محل هایی که مواد شیمیایی انبار یا مصرف می شوند

• 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.

• ماده یا مواد شیمیایی مشخص شده برای هر وظیفه در **فرم شماره ۱ ثبت می شود.**



مرحله چهارم

مخاطرات ناشی از یک ماده شیمیایی به میزان سمیت و نحوه مواجهه بستگی دارد .

❖ روشهای تعیین ضریب مخاطره :

- با توجه به تأثیرات سمی مواد شیمیایی (جدول ۱).
- LC50 و LD50 (جدول ۲) .

• این اطلاعات را می توان از شناسنامه ایمنی مواد (MSDS) بدست آورد .

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

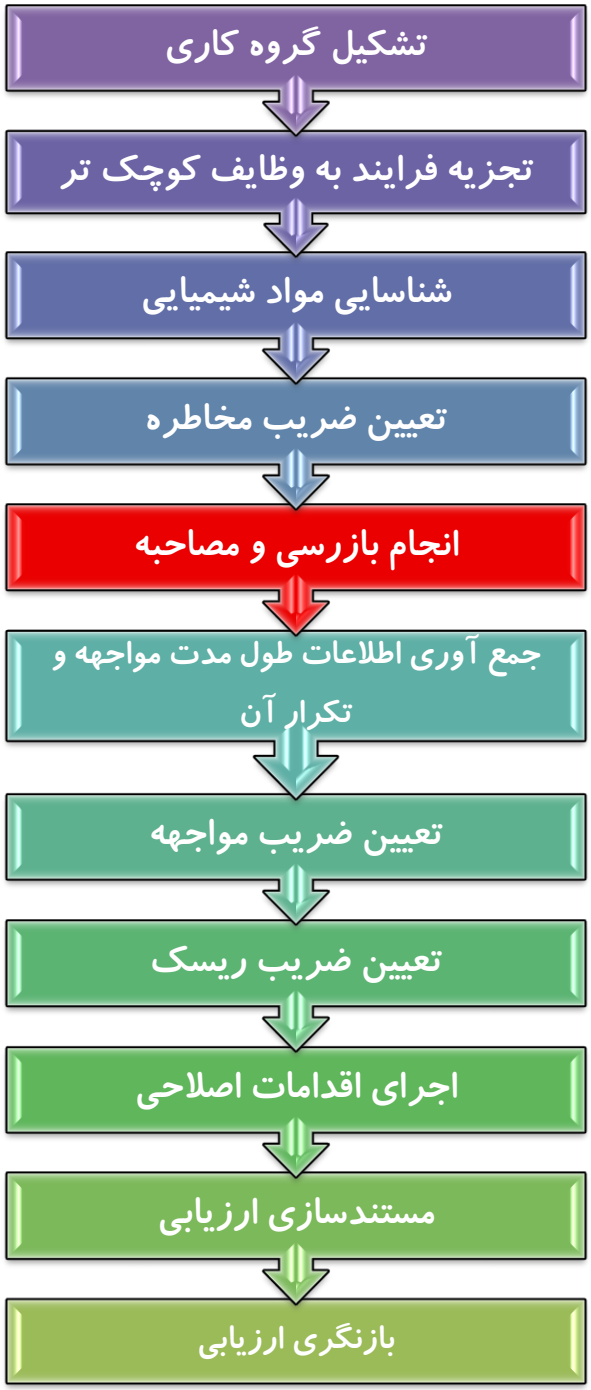
www.mrsafety.blogfa.com

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) (به پیوست ۲ مراجعه شود) - جزء مواد سمّی 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 دراین زمینه ارائه نشده) - سرطان زایی A3 (ACGIH) - گروه 2B(IARC) - ماده خورنده (۵>pH>۳ یا ۱۱>pH>۹) -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 (۲>pH>۰ یا۱۴>pH>۱۱/۵) - ماده سمی	فرمالدئید، کادمیم، متیلن کلراید، اکسید اتیلن، اکریلو نیتریل، ۱و۳-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، ارسنیک، برلیم، وینیل کلراید، جیوه، کریستال سیلیکات

جدول ۲ – ضریب مخاطره

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



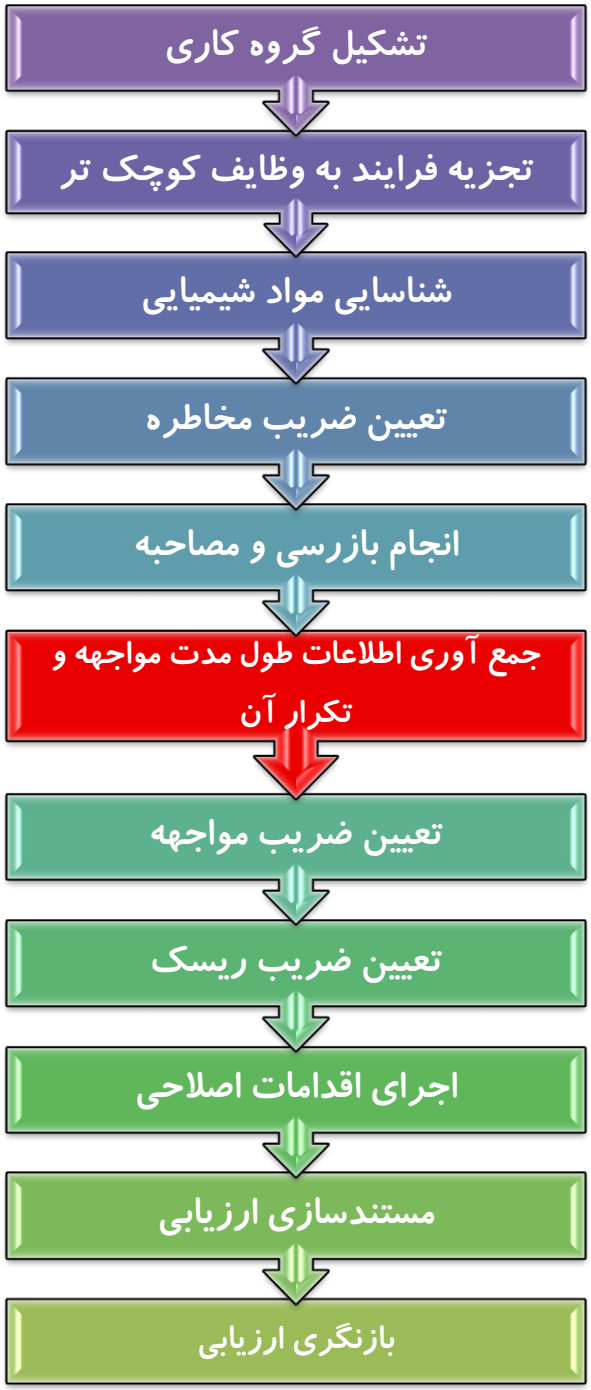
مرحله پنجم

- هدف از مصاحبه ، پیدا کردن همه وظایف لیست شده در فرم ۱ است و اینکه آیا همه کارکنان مد نظر قرار گرفته شده اند .

- 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.

- 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.

www.mrsafety.blogfa.com



مرحله ششم

- 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 2a بایستی مورد استفاده قرار گیرد .

فرم 2a

- جایی که نتایج نمونه برداری از هوا موجود نیست ، فاکتور های مواجهه می توانند برای محاسبه ضریب مواجهه مورد استفاده قرار گیرند و پارامتر های مربوط در فرم 2b ثبت می شوند .

فرم 2b

www.mrsafety.blogfa.com

تعیین ضریب مواجهه

فرم ۳α

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

فرآیند :

وظیفه :

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

www.mrsafety.blogfa.com

تعیین ضریب مواجهه

فرم *rh*

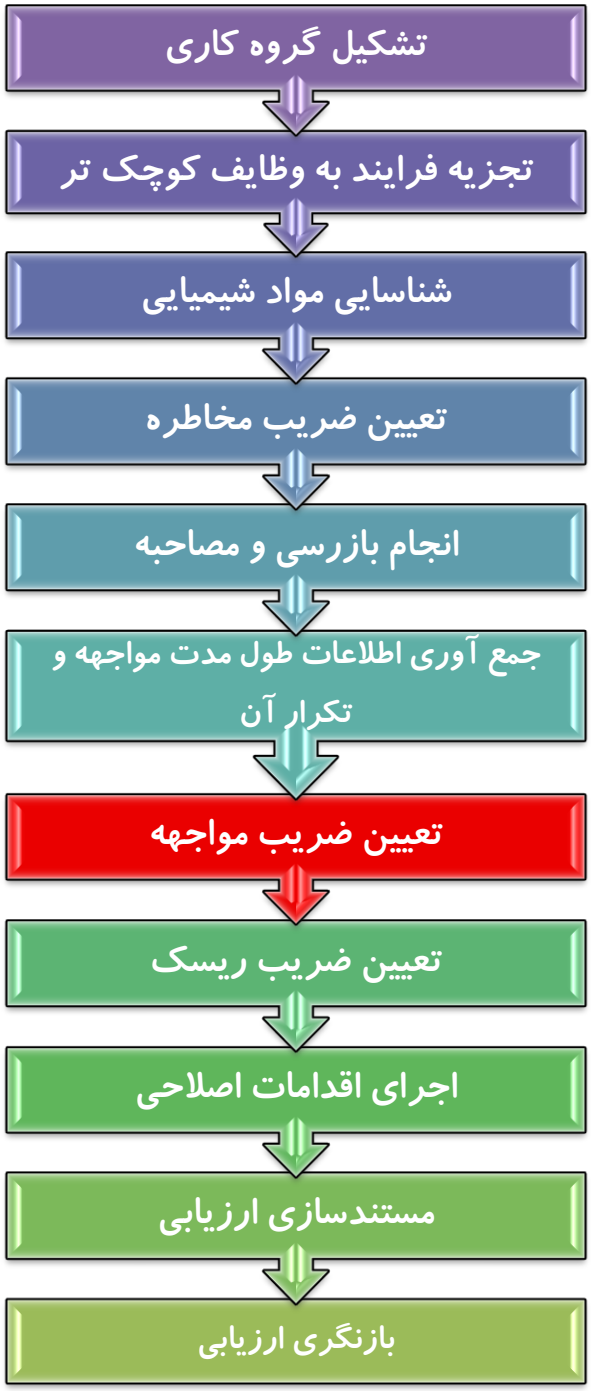
(این فرم زمانی استفاده می شود که نتایج نمونه برداری از هوا قابل دسترسی نیست)

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			

www.mrsafety.blogfa.com



مرحله هفتم

- از طریق تعیین سطح مواجهه واقعی و
- از طریق تعیین شاخص های مواجهه

www.mrsafety.blogfa.com

تعیین ضریب مواجهه

الف) تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تعیین سطح مواجهه واقعی

مواقعی که نتایج حا صل از نمونه برداری و پایش هوا قابل دسترسی باشد، متوسط وزنی زمانی هفتگی مواجهه (TWAweek) با استفاده از رابطه زیر تخمین زده می شود.

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

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)

ضریب مواجهه (ER) :

E/PEL	ضریب مواجهه (ER)
< ۰/۱	۱
۰/۱-۰/۵	۲
۰/۵-۱/۰	۳
۱/۰-۲/۰	۴
۲/۰ ≤	۵

www.mrsafety.blogfa.com

تعیین ضریب مواجهه

مواجهه مرکب (Combined Exposure)

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

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 (PEL) بایستی که برای مواجهه های بیشتر از ۴۰ ساعت در هفته کاهش داده شود . فاکتور کاهش هفتگی (F) که بایستی از میزان (PEL) 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(PEL-Short Term) 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 (E)و با استفاده از رابطه زیر بدست آید:

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

n = تعداد فاکتورهای 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.

شاخص و فاکتورهای مواجهه

شاخص مواجهه / فاکتور مواجهه	۱	۲	۳	۴	۵
	<۰/۱ mmHg	۰/۱ – ۱ MmHg	۱ – ۱۰ mmHg	۱۰ – ۱۰۰ mmHg	۱۰۰< mmHg
فشار بخار یا قطر آئرودینامیکی ذره	قطر بزرگ، توده یا ماده مرطوب	قطر بزرگ و ماده خشک	ماده خشک و ذرات با قطرکمتر از ۱۰۰ میکرون	ماده خشک و ذرات ریز ۱۰۰-۱۰ میکرون	ماده خشک و ذرات ریز و پودری میکرون ۱۰<
نسبت آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه $\frac{OT}{PEL}$	<۰/۱	۰/۱ – ۰/۵	۰/۵ – ۱	۱ – ۲	۲<
میزان کنترل آلاینده	کنترل کافی با نگهداری منظم	کنترل کافی با نگهداری نامنظم	کنترل کافی بدون نگهداری، غبار متوسط	کنترل نا کافی، محیط پر غبار	کلاً بدون کنترل، محیط پرغبارتر
مقدار ماده مورد مصرف در هفته	اغلب مقدار ناچیز ۱ کیلوگرم یا لیتر	مقدار کم مصرف ۱۰-۱ کیلوگرم یا لیتر	مقدار متوسط، کارگران آموزش دیده برای حمل و کار ۱۰۰-۱۰ کیلوگرم یا لیتر	مقدار زیاد، کارگران آموزش دیده برای حمل و کار ۱۰۰۰-۱۰۰ کیلوگرم یا لیتر	مقدار متوسط، کارگران آموزش ندیده برای حمل و کار ۱۰۰۰< کیلوگرم یا لیتر
ساعات کاری در هفته	ساعت۸<	۸ – ۱۶ ساعت	۱۶- ۲۴ ساعت	۲۴-۳۲ ساعت	۳۲- ۴۰ ساعت

www.mrsafety.blogfa.com

ج) تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تخمین

- این بخش برای صنایعی که در مرحله طراحی هستند قابل اجراست .
- در این روش میزان مواجهه بر حسب ppm یا mg / m3 محاسبه می شود . میزان مواجهه بدست آمده می تواند با مقادیر PEL (درازمدت) مقایسه شده و برای بدست آ وردن 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(PEL-Long Term) با استفاده از رابطه زیر به متوسط وزنی- زمانی ۸ ساعته(C_{TWA}) *تبدیل شود :*

$$C_{TWA} = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \ldots + C_nT_n}{8}$$

که در آن :

C = غلظت مواجهه ppm یا mg/m^3

T = زمان مواجهه مربوطه hr

- رابطه پیش بینی مواجهه تنفسی- برای عملیات انتقال:

$$C_{ppm} = \frac{(1.67\times10^4)(VP\times V\times f\times r)}{QK}$$

که در آن :

C_{ppm} = غلظت آلاینده بر حسب ppm

VP = فشار بخار بر حسب اتمسفر (atm)

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

مقادیر ورودی پیش فرض

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 ایدآل 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 گستره تعیین شده قرار می گیرد.

C = روش پرکردن مخازن، از پایین به بالا فرض شده است.

D = تخمین میزان تماس به مراتب بیشتر از میزان واقعی مواجهه شغلی انجام می شود.

E = روش پرکردن، همراه با تلاطم است.

F = میزان تهویه در محیط باز بر حسب m3 / min از سرعت تخمینی باد (V) برحسب متر بر ساعت محاسبه می شود.

رابطه پیش بینی مواجهه تنفسی برای عملیات روباز

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

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

که در آن :

C_{eq} = غلظت آلاینده بر حسب ppm

VP = فشاربخار، بر حسب اتمسفرatm

MW = وزن ملکولی، بر حسب $gr/gr.mol$

- این معادله برای موادی قابل استفاده است که فشار بخار آنها در حد کم تا متوسط باشد (یعنی کمتر از ۰/۰۵ اتمسفر) .

تعیین ضریب مواجهه

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

مقادیر ورودی پیش فرض

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 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 اس تخر 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 گستره تعیین شده قرار گیرد.

C = تخمین میزان تماس به مراتب بیشتر از میزان واقعی مواجهه شغلی، انجام می شود.

D = براساس عملیات صنعتی، تخمین زده می شود

www.mrsafety.blogfa.com

تعیین ضریب مواجهه

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.

$$Q_m = \frac{MKAP_{sat}}{R_g T_L}$$

که در آن :

Q_m = سرعت تبخیر بر حسب Kg/s

M = وزن ملکولی آلاینده $Kg/Kg-mol$

K = ضریب انتقال جرم m/s

A = سطح تماس یا سطح استخرحاوی مایع m^2

P_{sat} =فشار بخار اشباع مایع $N/m^2 orPa$

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

T_L =دمای مایع K

تعیین ضریب مواجهه

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

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

که در آن :

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

M =وزن ملکولی آلاینده $(Kg/Kg-mol)$

M_0 = وزن ملکولی آب $(Kg/Kg-mol)$

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

غلظت متوسط **(Cppm)** یک مایع فرا ر یا هر ماده ای که در یک محوطه وجود دارد با استفاده از دو پارامتر **Qm** (سرعت تبخیر) و **Qv** (سرعت تهویه) قابل محاسبه است . این غلظت می تواند برای هر کارگری که نزدیک یک استخر از مایعات فرار یا درب یک تانک ذخیره یا ظرف یک مایع فرار ایستاده است محاسبه شود.

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

که در آن :

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

Q_m = سرعت تبخیر یک ماده فرار (Kg/s)

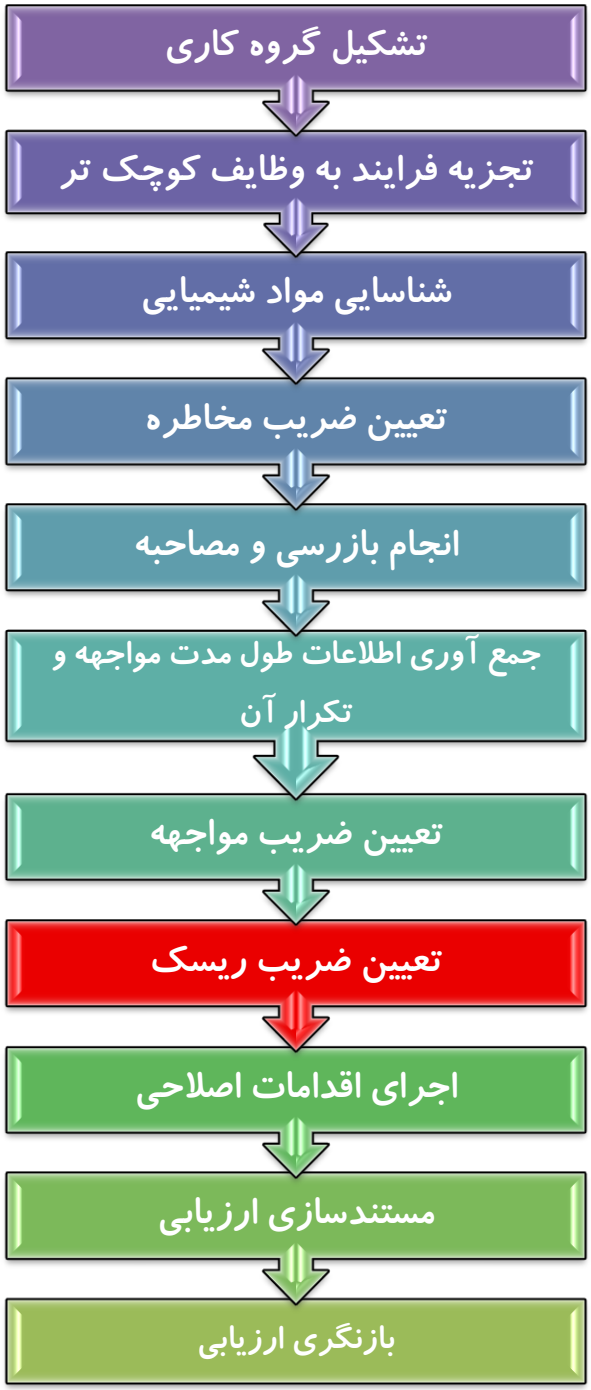
K = فاکتور اختلاط غیر ایده آل که بین ۰/۱ تا ۰/۵ متغیر است برای اختلاط کامل K برابر با ۱ است.

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



مرحله هشتم

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

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

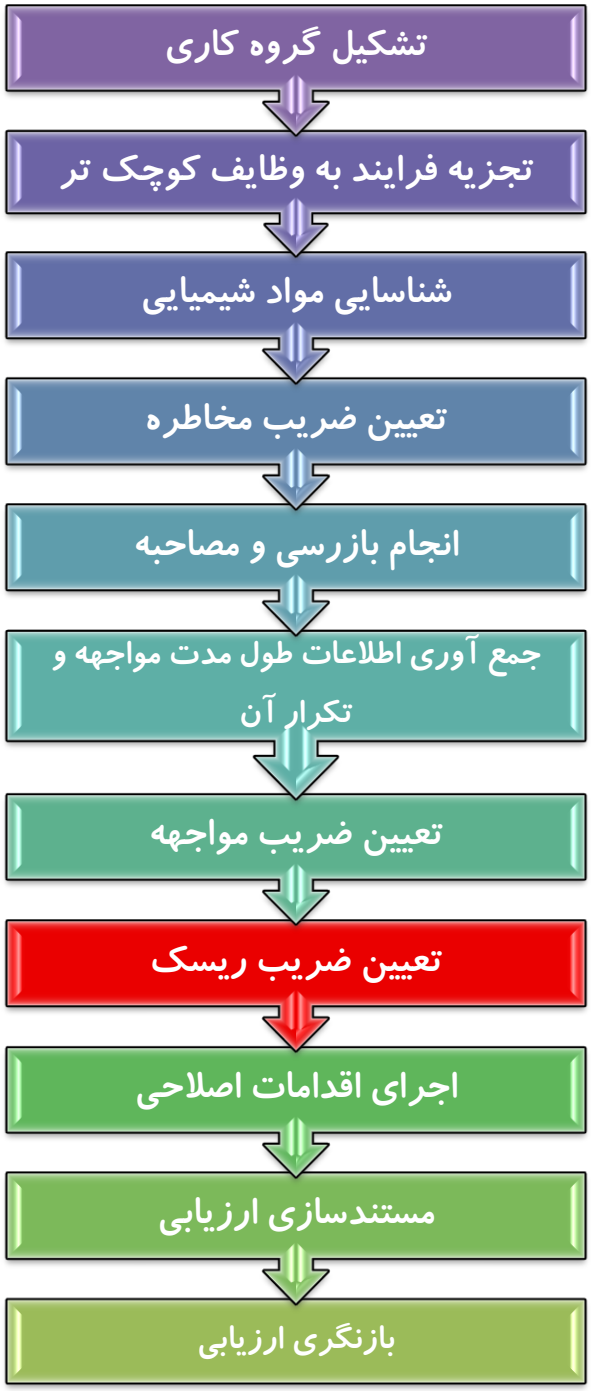
که در آن :

RR = ضریب ریسک
HR = ضریب مخاطره
ER = ضریب مواجهه

ریسک هر وظیفه و رتبه بندی آن با توجه به جدول زیر تعیین می شود:

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

www.mrsafety.blogfa.com



مرحله هشتم

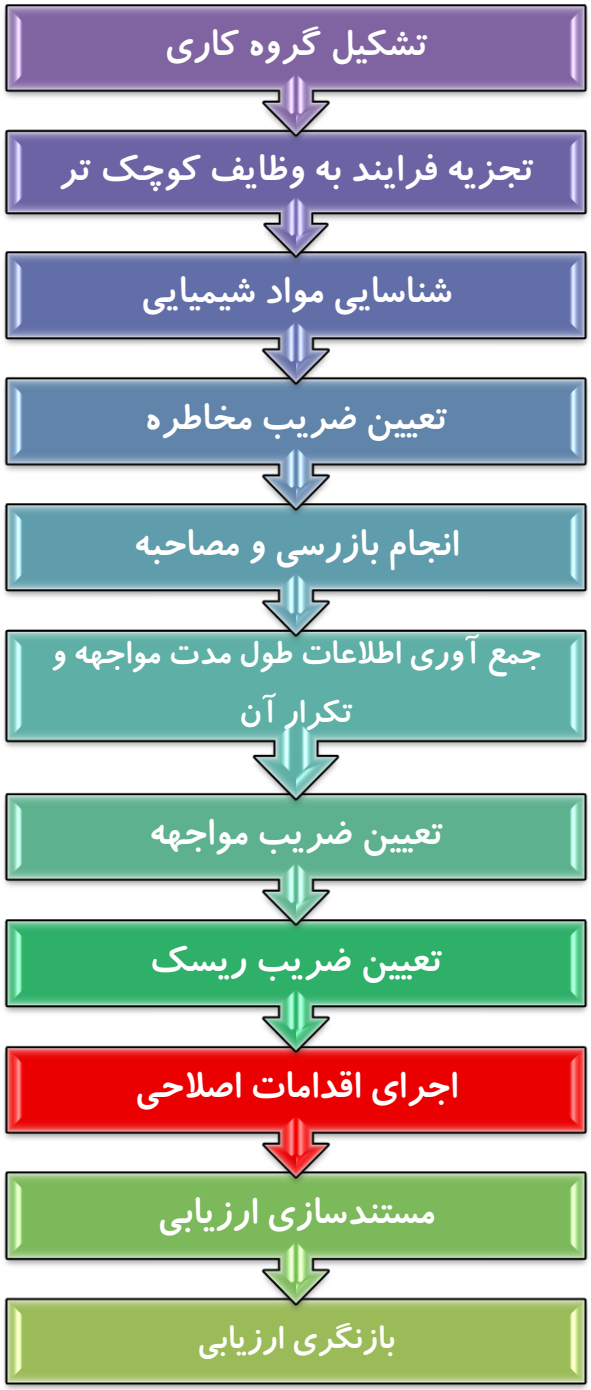
برای تعیین سطح ریسک (یا همان ضریب ریسک) و رتبه بندی آن می توان از ماتریس زیر نیز استفاده کرد

(دستورالعمل شماره NPCHSE – 115 -01 شرکت ملی صنایع پتروشیمی) :

تعیین 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 نهم

نتیجه ارزیابی = ریسک زیاد و قابل توجه در انجام وظیفه در یک شغل ← انجام اقدامات اصلاحی مناسب زیر :

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؛

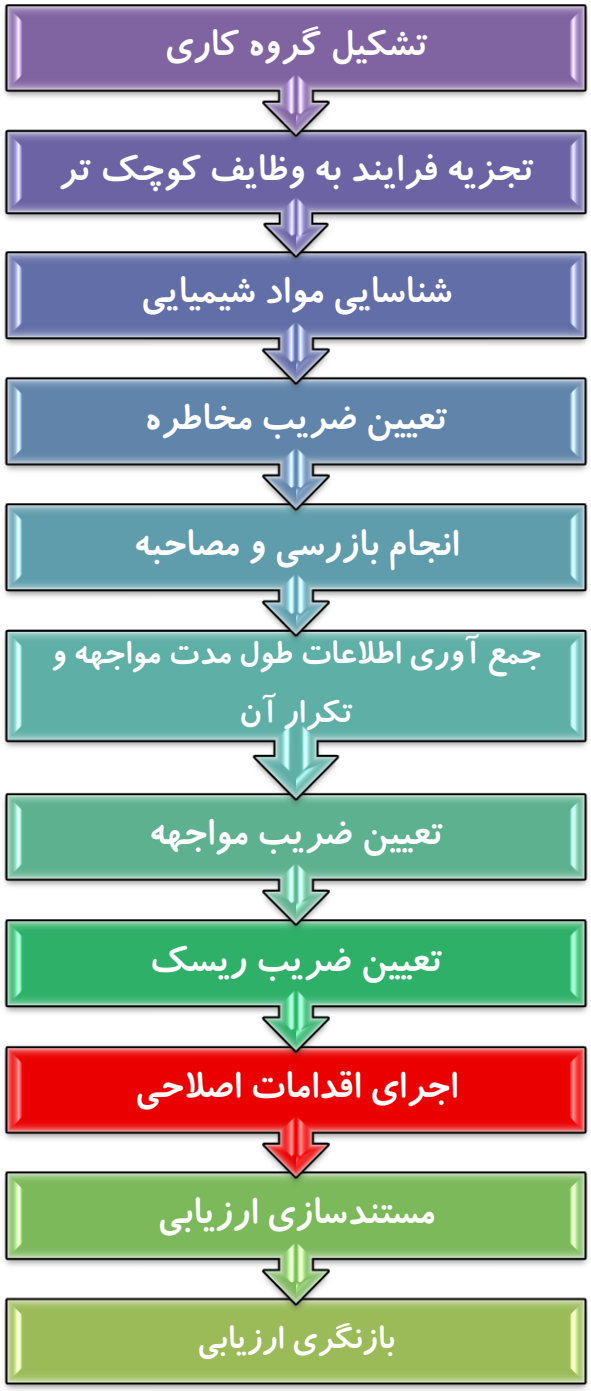
۳) در صورت نیاز از هوای محیط کار نمونه برداری کنید؛

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

۵) تجهیزات مربوط به شرایط اضطراری و کمک های اوّلیه 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 .

www.mrsafety.blogfa.com



مرحله نهم

اقدامات اصلاحی ممکن برای سطوح مختلف ریسک :

ریسک ناچیز

- پایان ارزیابی
- ارزیابی مجدد هر ۵ سال یکبار

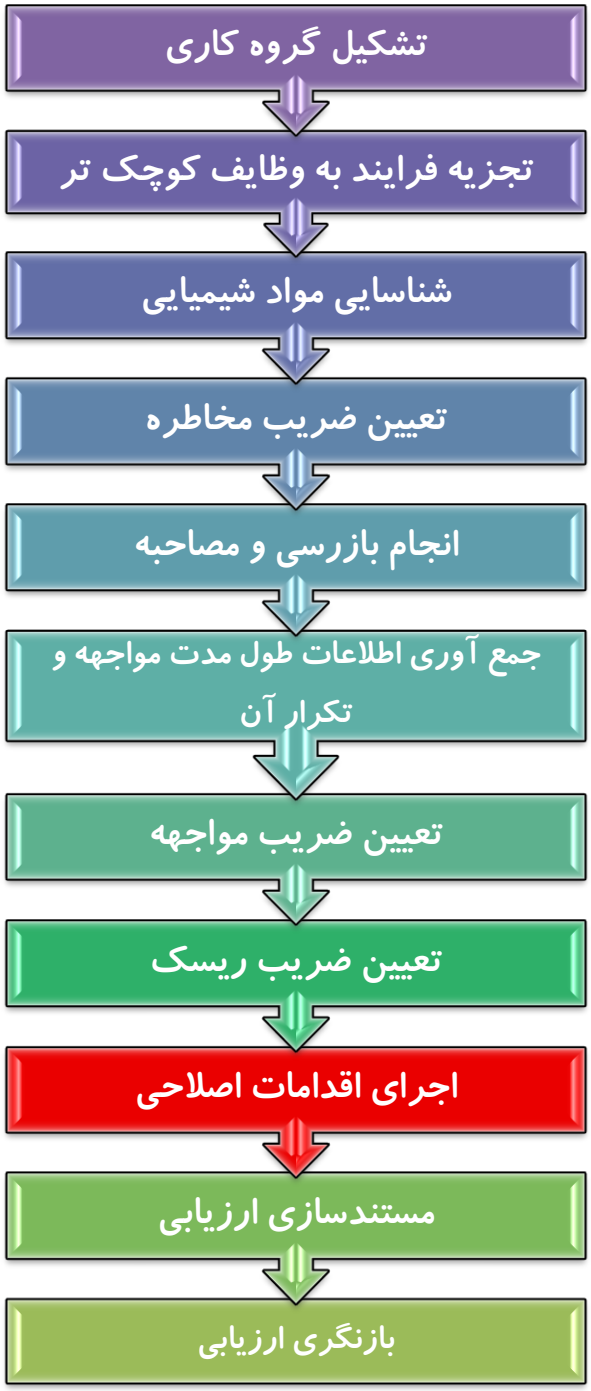
ریسک کم

- حفظ کنترل موجود
- انجام غیر مستمر نمونه برداری هوا (در صورت نیاز)
- ارزیابی مجدد هر ۴ سال یک بار

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 یک بار

www.mrsafety.blogfa.com



مرحله نهم

اقدامات اصلاحی ممکن برای سطوح مختلف ریسک :

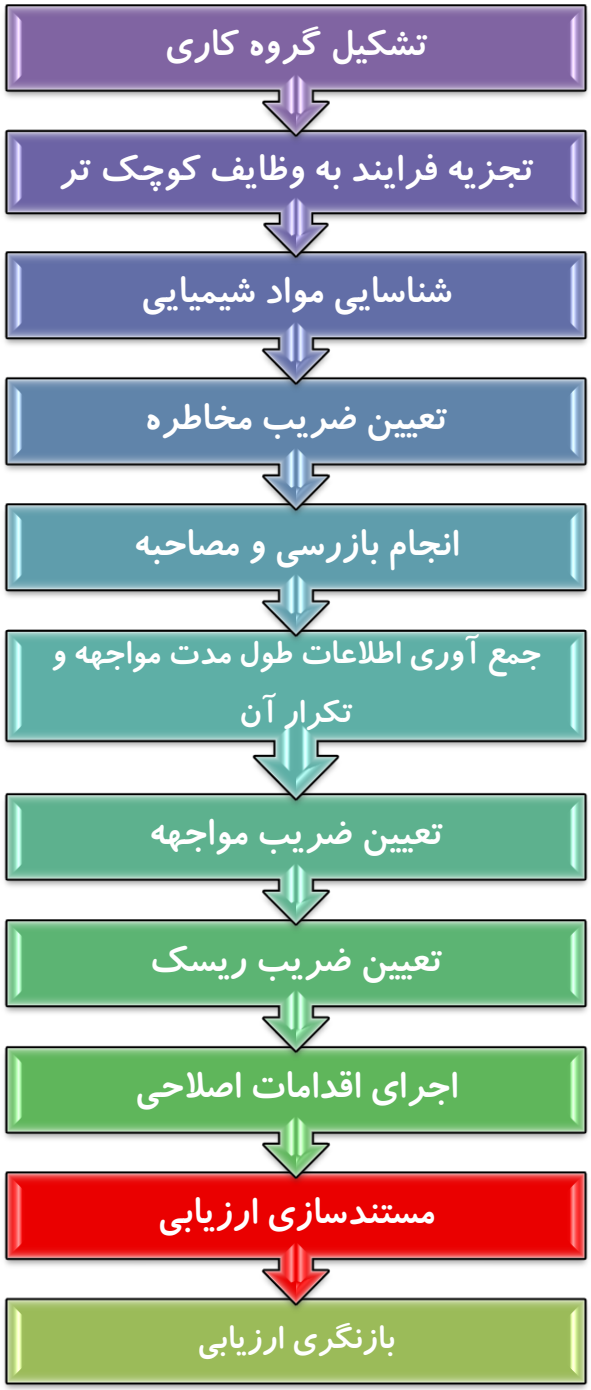
ریسک زیاد

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

ریسک خیلی زیاد

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

www.mrsafety.blogfa.com

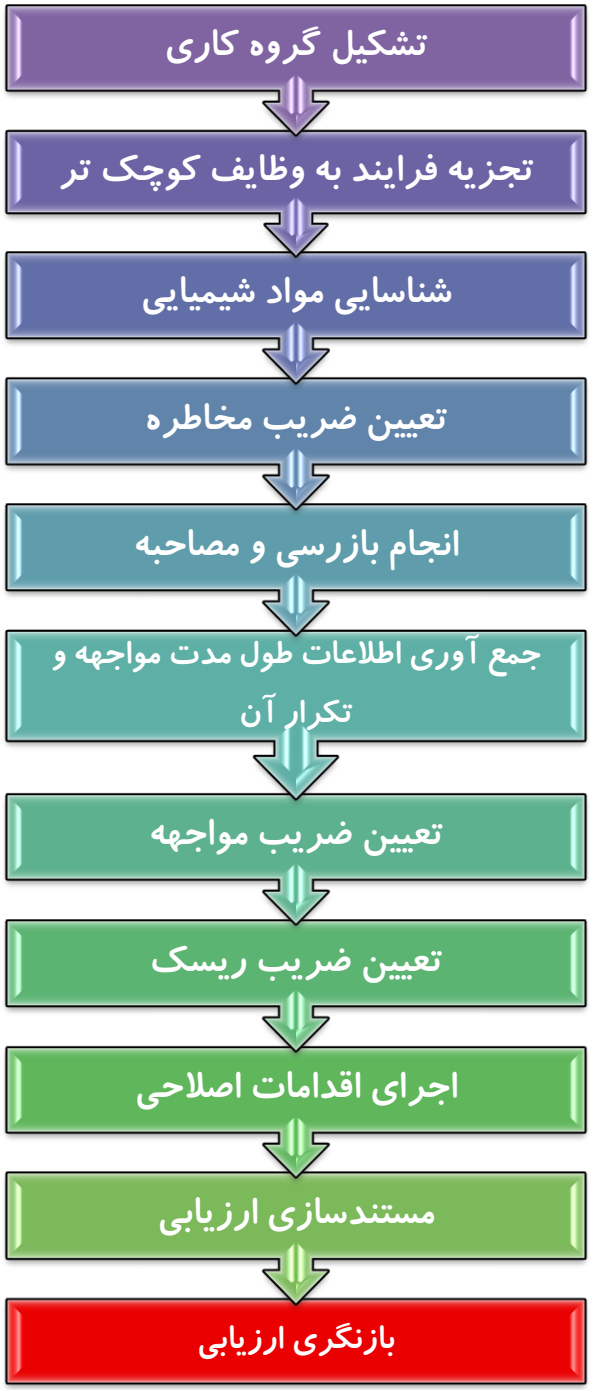


مرحله دهم

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 وشاغل
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

www.mrsafety.blogfa.com



مرحله یازدهم

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

- ایجاد تغییرات در مقدار تولید، مواد اوّلیه، محصولات، فرآیند ها و یا اقدامات کنترلی
- وجودگزارشی 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 رابطه با سیستم

www.mrsafety.blogfa.com

برخی از خطا های 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

نگهداری سوابق

سوابق مربوط به ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی بایستی بر اساس جدول زیر تا مدت زمان ذکر شده در مکان های مشخص شده نگهداری شود .

سوابق	مکان نگهداری	مدت زمان نگهداری
سوابق اندازه گیری عوامل شیمیایی سوابق ارزیابی ریسک	واحد HSE	۵ سال

www.mrsafety.blogfa.com

Appendix Data

ارزیابی ریسک شیمیایی در یک شرکت داروسازی

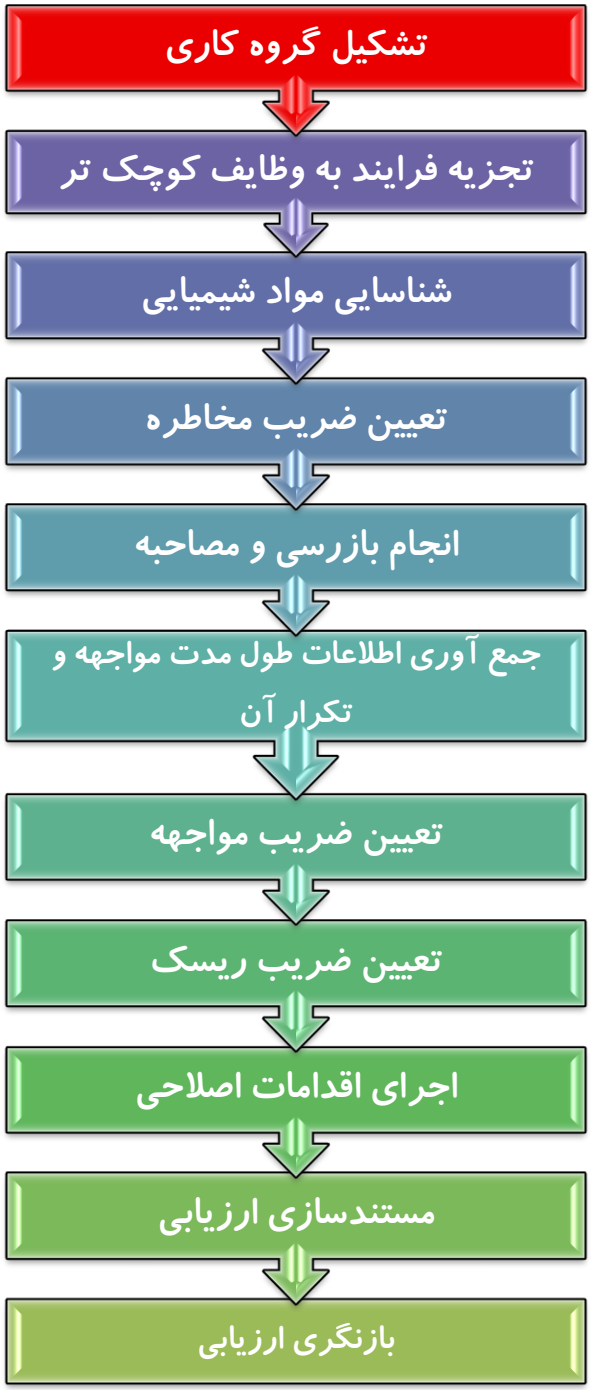
در این شرکت داروسازی فراورده های جامد (انواع قرص ها) ، فراورده های تزریقی (انواع آمپول ها) و فرآورده های مایع (سوسپانسیون ها و شربت ها) تولید می شود .

در این شرکت با رعایت استانداردهای موجود در حوزه تولید فرآورده های دارویی ، هر فرآیند تولیدی از اختلاط مواد اولیـه (Mixing) ، تهیـه بچ (Batch preparation) ، پرکنی (Filling) و بسته بندی (Packaging) تشکیل شده است که مجموعه فرایندها به صورت نیمه اتوماتیک و تحت نظارت دقیق و علمی انجام گیرد.

در این شرکت داروسازی ، با توجه به مقررات CGMP و بر اساس اصل "Box In A Box"، طراحی سالن های تولید به گونه‌ای انجام گرفته که هریک از عملیات تولید در درون فضای مخصوص به خود انجام می‌گیرد. که این مورد علاوه بر جلوگیری از تداخل فعالیت ها، امکان نظارت دقیق تر و نیز عدم آلودگی متقابل را دربخشهای مختلف تولید فراهم می‌سازد.

تمامی پرسنل تولید ، مجرب و کارآزموده بوده و از مقررات GMP کاملاً آگاهند. احساس مسؤولیت این افراد در اجرای این مقررات ، اطمینان از تطابق محصولات تولید شده با استانداردهای کیفی جهانی را فراهم می کند .

ارزیابی ریسک شیمیایی در یک شرکت داروسازی



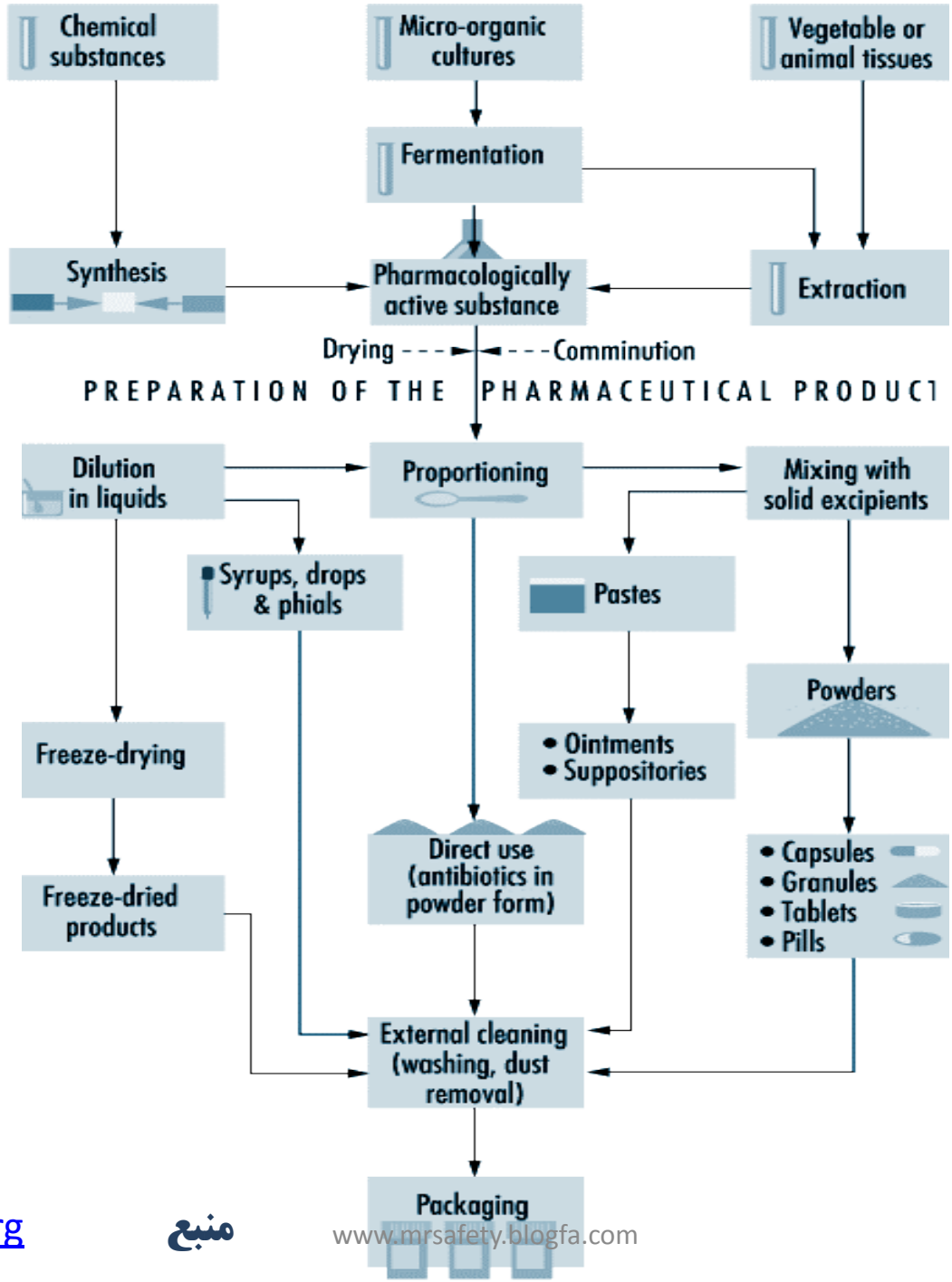
هدف

هدف از این بررسی ، ارزیابی ریسک ناشی از مواد شیمیایی از دیدگاه بهداشتی و اولویت بندی مخاطرات بهداشتی ناشی از آلاینده های شیمیایی در محیط های کاری این صنعت داروسازی می باشد . این ارزیابی ریسک در سالن چاپ و بسته بندی این شرکت انجام گرفته است .

تشکیل گروه کاری

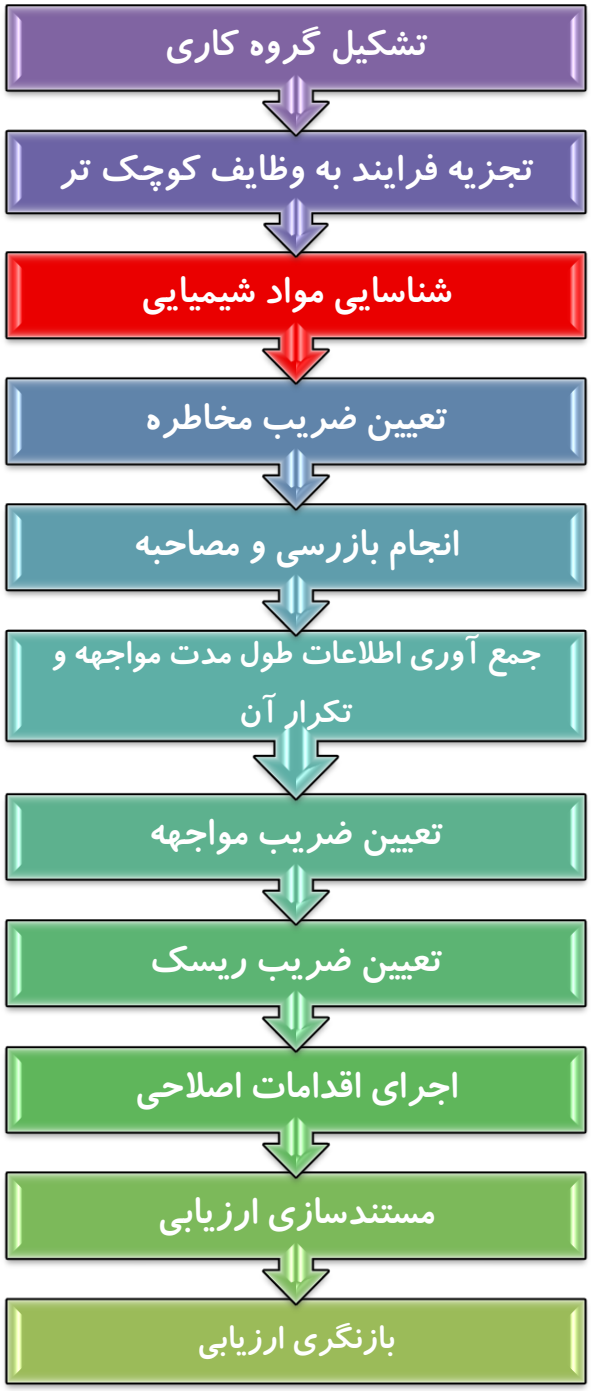
در این ارزیابی اعضای این گروه کاری اینگونه تعیین شدند :
سرپرست واحد مورد بررسی ، نماینده کارکنان ، نماینده کارفرما ، و متخصص بهداشت حرفه ای یا ایمنی

www.mrsafety.blogfa.com



منبع http://www.ilo.org

www.mrsafety.blogfa.com

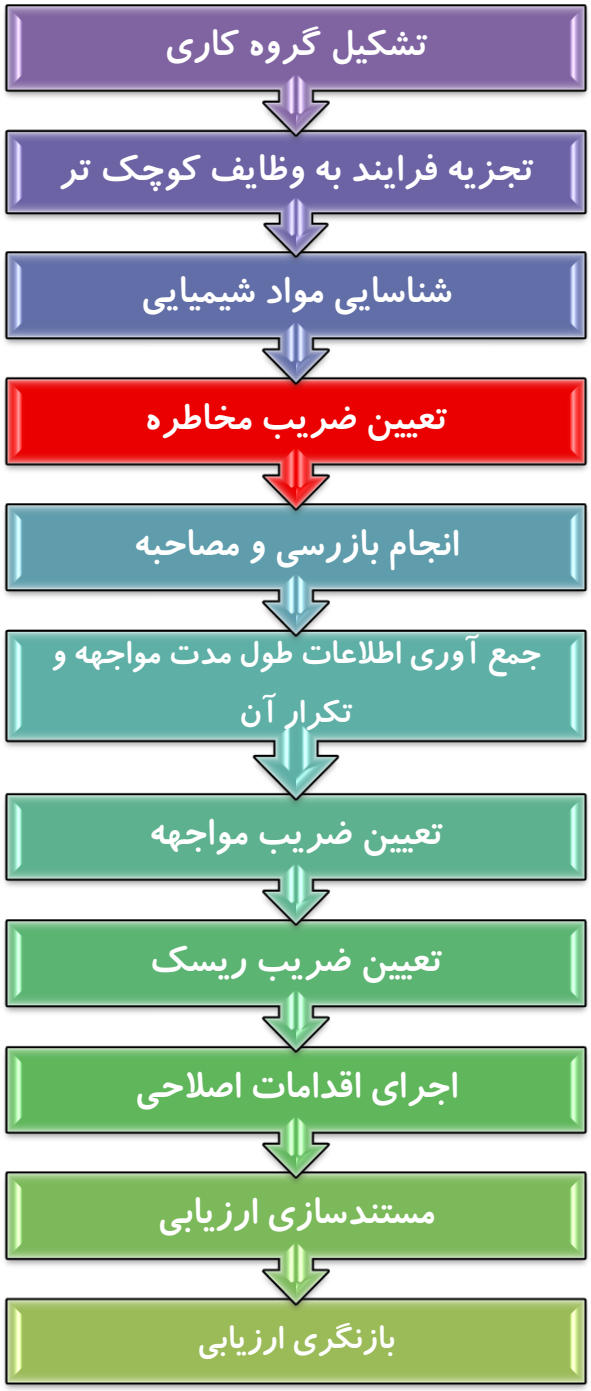


شناسایی مواد شیمیایی در شرکت داروسازی

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.
۴ – **متیلن کلراید:** بعنوان حلال و همچنین در ساخت دراژه بکار می رود.
۵ – **تالک:** در ساخت کپسول سفالکسین کاربرد دارد.
۶ – **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.

www.mrsafety.blogfa.com



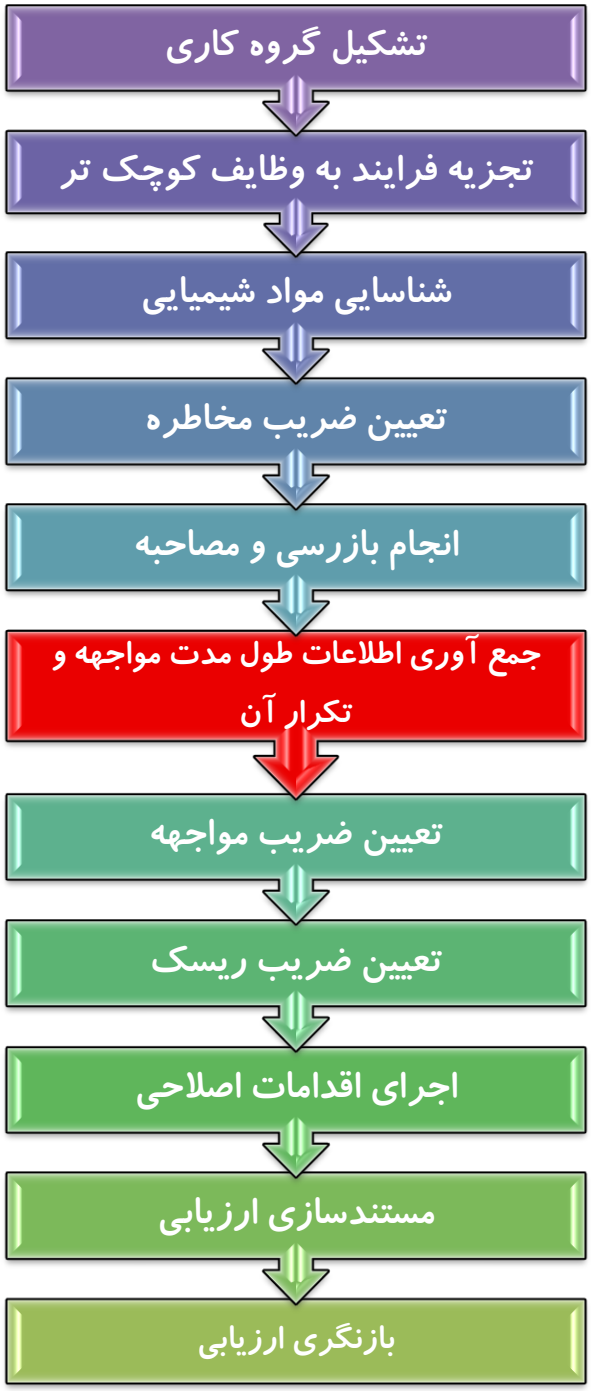
پس از شناسایی مواد شیمیایی مصرفی و تولیدی در هر وظیفه ، ضریب مخاطره این مواد مشخص می گردد . مخاطرات ناشی از یک ماده شیمیایی به میزان سمیت و نحوه مواجهه بستگی دارد .

تعیین ضریب مخاطره :

با استفاده از جدول تأثیرات سمی مواد شیمیایی (جدول ۱) :

برای تولوئن = ۳

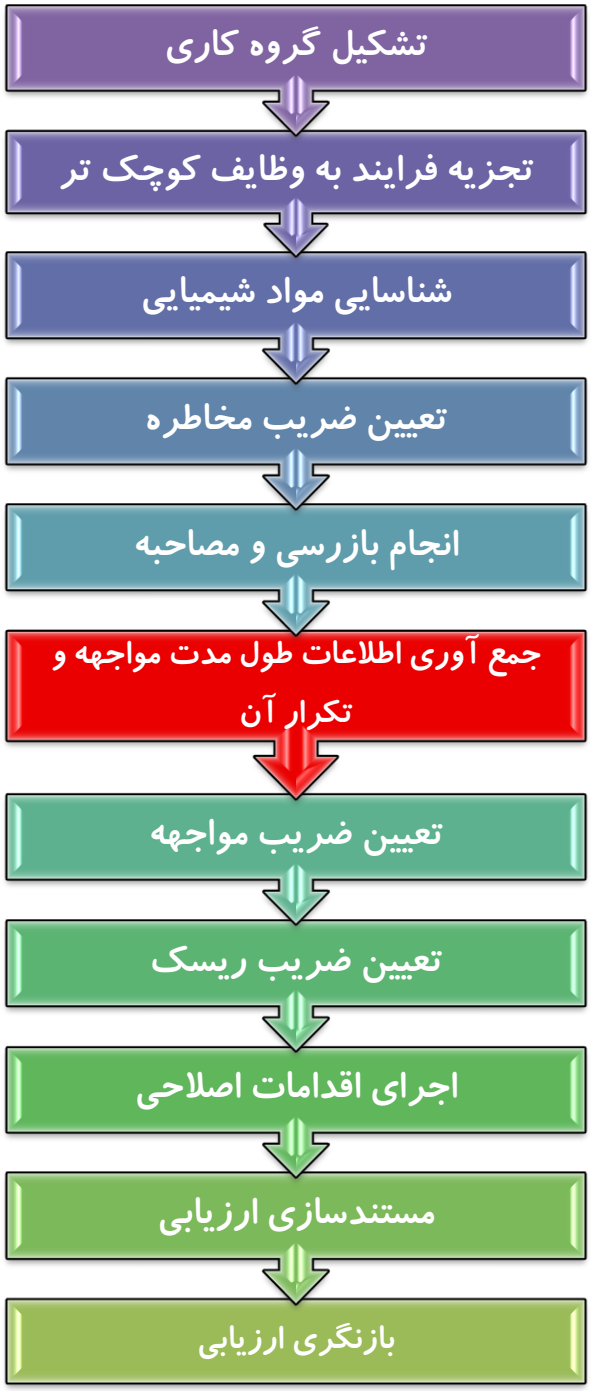
www.mrsafety.blogfa.com



در این شرکت اطلاعات مربوط به میزان مواجهه با توجه به مقدار ، تکرار ، راه و طول مدت مواجهه برای تولوئن بصورت زیر تعیین شد :

پارامتر تعیین شده	عدد بدست آمده
طول مدت مواجهه	
تکرار مواجهه	
شدت مواجهه	
مواد شیمیایی با تاثیر مشابه	

www.mrsafety.blogfa.com



در این شرکت اطلاعات مربوط به میزان مواجهه با توجه به مقدار ، تکرار ، راه و طول مدت مواجهه برای تولوئن بصورت زیر تعیین شد :

پارامتر تعیین شده	عدد بدست آمده
طول مدت مواجهه	۶
تکرار مواجهه	۵
شدت مواجهه	۸
مواد شیمیایی با تاثیر مشابه	N

www.mrsafety.blogfa.com

- تشکیل گروه کاری
- تجزیه فرایند به وظایف کوچک تر
- شناسایی مواد شیمیایی
- تعیین ضریب مخاطره
- انجام بازرسی و مصاحبه
- جمع آوری اطلاعات طول مدت مواجهه و تکرار آن
- **تعیین ضریب مواجهه**
- تعیین ضریب ریسک
- اجرای اقدامات اصلاحی
- مستندسازی ارزیابی
- بازنگری ارزیابی

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

www.mrsafety.blogfa.com

- تشکیل گروه کاری
- تجزیه فرایند به وظایف کوچک تر
- شناسایی مواد شیمیایی
- تعیین ضریب مخاطره
- انجام بازرسی و مصاحبه
- جمع آوری اطلاعات طول مدت مواجهه و تکرار آن
- **تعیین ضریب مواجهه**
- تعیین ضریب ریسک
- اجرای اقدامات اصلاحی
- مستندسازی ارزیابی
- بازنگری ارزیابی

(۱

$$E = \frac{F \times D \times M}{W} = \quad 5 * 6 * 8 / 40 = 6$$

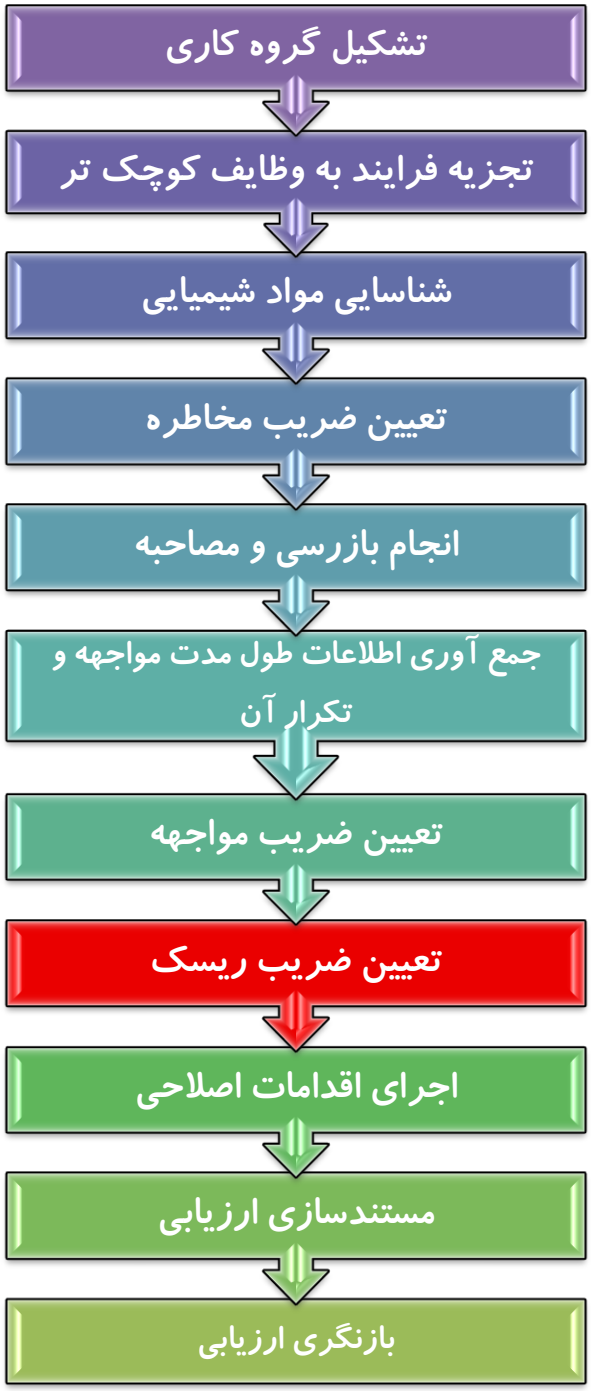
(۲

$$\frac{E}{PEL} = \frac{6}{50} = 0.12$$

ER =2

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

www.mrsafety.blogfa.com



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

www.mrsafety.blogfa.com

تشکیل گروه کاری

تجزیه فرایند به وظایف کوچک تر

شناسایی مواد شیمیایی

تعیین ضریب مخاطره

انجام بازرسی و مصاحبه

جمع آوری اطلاعات طول مدت مواجهه و تکرار آن

تعیین ضریب مواجهه

تعیین ضریب ریسک

اجرای اقدامات اصلاحی

مستندسازی ارزیابی

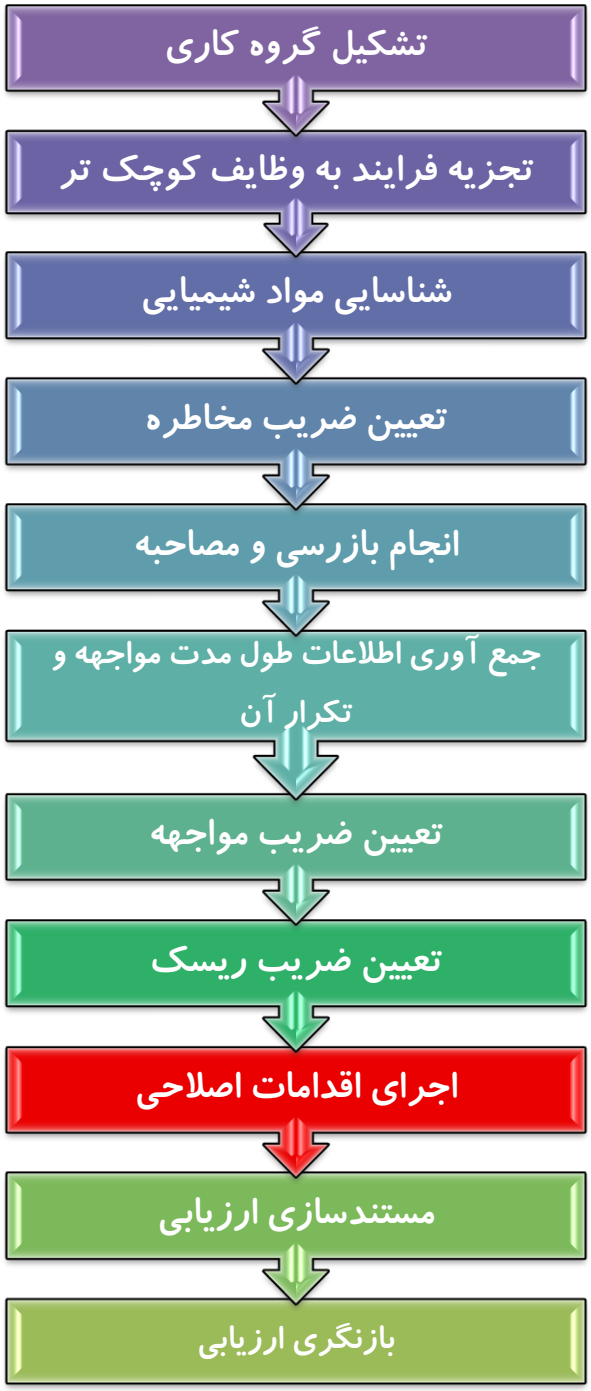
بازنگری ارزیابی

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

RR = 2.4

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

www.mrsafety.blogfa.com



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 :

فرایند	ماده شیمیایی	رتبه ریسک	اقدامات اصلاحی
سالن چاپ و بسته بندی	تولوئن	کم	• حفظ کنترل موجود • انجام غیر مستمر نمونه برداری هوا (در صورت نیاز) • ارزیابی مجدد هر ۴ سال یک بار

www.mrsafety.blogfa.com

www.mrsafety.blogfa.com

Akbari.jafar@gmail.com

www.mrsafety.blogfa.com