



راهنمای

**ارزیابی ریسک بهداشتی
ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی**

(کد: HSE-GU-H-203(0)-85)

**امور بهداشت، ایمنی و محیط زیست
واحد بهداشت**

صفحه

موضوع

۲	مقدمه
۳	راهنمای ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی
۳	۱. هدف
۳	۲. دامنه
۳	۳. مراجع
۳	۴. مسئولیت ها
۳	۵. روش اجرا
۴	جدول شماره ۱: تعیین درجه خطر با استفاده از اثرات سمی یا عوارض زیان آور مواد شیمیایی
۵	جدول شماره ۲: تعیین درجه خطر از طریق سمیت حاد مواد شیمیایی
۶	جدول شماره ۳: تعیین درجه مواجهه
۷	جدول شماره ۴: تعیین شاخص مواجهه (EI)
۸	جدول شماره ۵: رتبه بندی ریسک
۱۰	جدول شماره ۶: حد آستانه بویایی ODOUR LEVEL THRESHOLD

مقدمه:

این راهنما به منظور حفظ یکنواختی در استقرار نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست و برآوردسازی اهداف بند ۴ راهنمای استقرار و توسعه نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست به عنوان یک الزام تهیه و در آن به حداقل الزامات جهت پایش و اندازه گیری عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار اشاره شده است.

در ضمن سند فوق کاربرد فراوانی در انجام ممیزی های این نظام داشته و به نکات مهم و برجسته که در هنگام ممیزی می بایست توجه شود نیز اشاره دارد.

مجموعه تهیه شده بعنوان ویرایش صفر می باشد که پس از اجرا در شرکت ملی گاز و در راستای بهبود روش ها و برنامه های بهداشتی، مسئولین و کارشناسان محترم بهداشت کار/ صنعتی می توانند پیشنهادات اصلاحی خود را از طریق روسای محترم HSE شرکت های ذیربط به امور HSE شرکت ملی گاز ارسال نمایند. اقدامات اصلاحی در ویرایش آتی مد نظر قرار خواهد گرفت و شرح آن در همین قسمت درج خواهد شد. در صورت نیاز، اقدامات تکمیلی مورد نظر نیز بصورت متمم به این مجموعه اضافه و ارسال خواهد شد.

راهنمای ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی

۱. هدف:

ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی به منظور کنترل مؤثر این عوامل.

۲. دامنه کاربرد:

کلیه واحدهای زیر مجموعه شرکت ملی گاز ایران

۳. منابع:

< اداره کل HSE وزارت نفت، واحد بهداشت، راهنمای ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی به شماره ۸۴۱۰۱۰۴۲

۴. مسئولیت ها:

کارشناس بهداشت حرفه ای واحد HSE با همکاری مهندسین فرایند، نماینده کارکنان و مهندسین ایمنی مسئولیت ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواد شیمیایی را به عهده دارند.

۵. روش اجرا:

با توجه به تنوع و گستردگی مواجهه کارکنان با عوامل زیان آور شیمیایی در شرکت ملی گاز ایران استفاده از یک روش اختصاصی برای ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با عوامل شیمیایی توصیه می شود.

مراحل انجام ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی به صورت زیر می باشد:

۱-۵. تشکیل گروه کاری: مهمترین اعضای این گروه کاری عبارتند از: سرپرست واحد مورد بررسی، نماینده

کارکنان، کارشناس بهداشت حرفه ای و کارشناس ایمنی

۲-۵. تجزیه فرآیند کاری: در این مرحله کارکنان بر حسب وظایف شغلی شان گروه بندی می شوند و طی آن

قسمت های مختلف سایت، فرآیندهای کاری هر قسمت و همچنین وظایف شغلی کارکنان در هر کدام از

فرآیندهای کاری مشخص می شود.

برای شناسایی دقیق وظایف و فرآیندهای کاری می بایست محل کار به دقت مورد بازرسی قرار گیرد. همچنین

می توان از نقشه سایت یا PFD (Process Flow Diagram) و P&ID (Process & Instrument Diagram) نیز

کمک گرفت.

در این مرحله می بایست همه مواد شیمیایی (اعم از مواد خام، مواد واسطه، محصولات اصلی و محصولات

جانبی) که در طی فرآیندهای کاری مصرف و یا تولید می شوند شناسایی شوند. مواد شیمیایی ممکن است به

شکل جامد، مایع، گاز، بخار، گرد و غبار، میست یا فیوم باشند. به هر حال کلیه مواد شیمیایی صرف نظر از این

که در مورد آنها اقدام کنترلی انجام می شود یا خیر در این مرحله می بایست مورد شناسایی قرار گیرند. برای

شناسایی مواد شیمیایی می توان از روش هایی چون جستجو در فهرست مواد شیمیایی و برگه های اطلاعات

ایمنی مواد (MSDS)، برچسب ظروف مواد شیمیایی، بازرسی از سایت و کلیه محل هایی که مواد شیمیایی

مصرف یا انبار می شوند و همچنین بررسی واکنش های شیمیایی در طی فرآیندهای کاری برای یافتن مواد حد واسط استفاده کرد.

۳-۵. تعیین درجه خطر^۱(HR): پس از شناسایی مواد شیمیایی موجود یا مورد استفاده در سایت، مرحله بعد تعیین میزان سمیت یا مخاطرات ناشی از این مواد است. درجه خطر مواد شیمیایی را به دو روش می توان مشخص کرد:

الف) از طریق اثرات سمی یا عوارض زیان آور ماده شیمیایی (جدول شماره ۱)

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

درجه خطر	توصیف اثرات مواد شیمیایی در تقسیم بندی مخاطرات مواد شیمیایی	مثال
۱	- موادی که هیچ گونه اثر بهداشتی شناخته شده ای ندارند و به عنوان مواد سمی یا زیان آور طبقه بندی نشده اند. - موادی که سازمان ACGIH ^۲ آنها را در طبقه A5 سرطان زاها قرار داده است.	کلرید سدیم، بوتان، استات بوتیل، کربنات کلسیم
۲	- موادی که اثرات برگشت پذیر روی پوست، چشم و غشاء مخاطی دارند ولی اثراتشان آنقدر شدید نیست که بتواند اختلال جدی برانسان ایجاد کنند. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A4 سرطان زاها قرار داده است. - موادی که سبب ایجاد حساسیت و تحریک در پوست می شوند.	استون، بوتان، اسیداستیک (۱۰ درصد)، املاح باریوم و ...
۳	- موادی که احتمالاً برای انسان یا حیوان سرطانزا یا موتاژن هستند ولی اطلاعات کافی در این مورد وجود ندارد. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A3 سرطان زاها قرار داده است. - موادی که IARC ^۳ آنها در گروه 2B قرار داده است. - مواد خورنده ($PH < ۳$ یا $۹ < PH < ۱۲$) و مواد تحریک کننده دستگاه تنفسی و ...	تولون، گزین، آمونیاک، بوتانول، استالید، آتیلین، آتیموان
۴	- موادی که امکان سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراژونی (ناقص الخلقه زایی) آنها برطبق مطالعات انجام شده روی حیوانات بیشتر از دسته قبلی است. - موادی که سازمان ACGIH آنها را در طبقه A2 سرطان زاها قرار داده است. - گروه 2A در طبقه بندی IARC - مواد خیلی خورنده ($PH < ۲$ یا $۱۴ < PH < ۱۱/۵$)	فرمالدئید، کادمیوم، متیلن کلراید، اتیلین اکساید آکریلونیتریل
۵	- موادی که اثر سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراژونی (ناقص الخلقه زایی) آنها شناخته شده است. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A1 سرطان زاها قرار داده است. - گروه 1 در طبقه بندی IARC - مواد شیمیایی خیلی سمی	بنزن، بنزیدین، سرب، آرسنیک، برلیوم، برومین، وینیل کلراید، جیوه

1. Hazard Rate

2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists

3. International Agency for Research on Cancer

ب) از طریق سمیت حاد مواد شیمیایی (جدول شماره ۲)

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

ردیف	LD50 جذب شده از راه دهان mg/kg وزن بدن موش (رات)	LD50 جذب پوستی (mg/kg وزن بدن موش رات)	LC50 جذب شده از طریق استنشاق در موش رات mg/lit گازها و بخارات در ۴ ساعت	LC50 جذب شده از راه استنشاق در موش رات mg/lit آئروسول ها و ذرات معلق در ۴ ساعت
۲	LD50 < ۲۰۰۰	LD50 < ۲۰۰۰	LC50 < ۲۰	LC50 < ۵
۳	۲۰۰۰ >= LD50 >= ۲۰۰	۲۰۰۰ >= LD50 >= ۴۰۰	۲۰ >= LC50 >= ۲	۵ >= LC50 >= ۱
۴	۲۰۰ >= LD50 >= ۲۵	۴۰۰ >= LD50 >= ۵۰	۲ >= LC50 >= ۰/۵	۱ >= LC50 >= ۰/۲۵
۵	LD50 >= ۲۵	LD50 >= ۵۰	LC50 >= ۰/۵	LC50 >= ۰/۲۵

۵-۴. تعیین درجه مواجهه^۱ (ER): درجه مواجهه با مواد شیمیایی را می توان با استفاده از سطح مواجهه واقعی

(نتایج اندازه گیری آلاینده ها) و یا از روی شاخص مواجهه^۲ (EI) به دست آورد.

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

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

رابطه (۱):

E: میزان مواجهه هفتگی برحسب mg/m³ یا ppm

F: تعداد دفعات مواجهه در هفته

M: میزان مواجهه برحسب ppm یا mg/m³

W: میانگین ساعات کاری در هفته (۴۰ ساعت)

D: میانگین زمان هر مواجهه برحسب ساعت

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

1. Exposure Rate

2. Exposure Index

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

جدول شماره ۳: تعیین درجه مواجهه

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

E: میزان مواجهه هفتگی برحسب ppm یا mg/m^3
PEL¹: حد تماس قابل قبول برای ۸ ساعت کار یا میانگین زمانی وزن شده $(\text{TLV-TWA})^2$ برحسب mg/m^3 یا ppm
در مورد مواجهه های کوتاه مدت (تا ۱۵ دقیقه) میزان مواجهه می بایست با حد تماس قابل قبول کوتاه مدت $(\text{TLV-STEL})^3$ مقایسه شود.
ب) تعیین درجه مواجهه (ER) با استفاده از شاخص مواجهه (EI): در مواقعی که نتایج پایش هوا (نتایج اندازه گیری میزان مواجهه) موجود نباشد (اندازه گیری نشده باشد) درجه خطر (ER) را می توان با استفاده از شاخص مواجهه (EI) و یا استفاده از رابطه زیر بدست آورد:

$$\text{ER} = [\text{EI}_1 \times \text{EI}_2 \times \text{EI}_3 \times \dots \times \text{EI}_n]^{1/n} \quad \text{رابطه (۲):}$$

n: تعداد فاکتورهای مورد استفاده

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

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

1. Permissible Exposure Limit

2. TLV-TWA می توان از کتاب حدود تماس شغلی به دست آورد

3. TLV-STEL می توان از کتاب حدود تماس شغلی به دست آورد

جدول شماره ۴: تعیین شاخص مواجهه (EI)

شاخص مواجهه فاکتور	۱	۲	۳	۴	۵
فشار بخار اندازه ذرات بر حسب قطر آئرو دینامیک آنها	کمتر از ۰/۱ میلیمتر جیوه	۰/۱ تا ۱ میلیمتر جیوه	۱ تا ۱۰ میلیمتر جیوه	۱۰ تا ۱۰۰ میلیمتر جیوه	بیشتر از ۱۰۰ میلیمتر جیوه
نسبت OT*/PEL	کمتر از ۰/۱	۰/۱ تا ۰/۵	۰/۵ تا ۱	۱ تا ۲	بیشتر از ۲
اقدامات کنترلی	کنترل کافی با تعمیر و نگهداری منظم	کنترل کافی با تعمیر و نگهداری نامنظم	کنترل کافی بدون تعمیر و نگهداری (گرد و غبار متوسط)	کنترل ناکافی (گرد و غبار زیاد)	بدون هیچ کنترل (گرد و غبار خیلی زیاد)
میزان مورد استفاده در هفته	میزان استفاده قابل صرف نظر است کمتر از ۱ کیلوگرم یا لیتر	میزان استفاده اندک است ۱ الی ۱۰ کیلوگرم یا لیتر	میزان مصرف متوسط است ۱۰ الی ۱۰۰ کیلوگرم یا لیتر کارگران در مورد حمل و نقل مواد شیمیایی آموزش دیده اند	میزان مصرف زیاد است ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم یا لیتر کارگران در مورد کار با مواد شیمیایی آموزش دیده اند	میزان مصرف زیاد است بیشتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم یا لیتر کارگران در مورد کار با مواد شیمیایی آموزش ندیده اند
مدت زمان کار در هفته	کمتر از ۸ ساعت	۸-۱۶ ساعت	۱۶-۲۴ ساعت	۲۴-۳۲ ساعت	۳۲-۴۰ ساعت

* OT (Odour Threshold یا آستانه بویایی): برای اطلاعات بیشتر به کتاب Fundamental of Industrial Hygiene مراجعه نمایید.

میزان OT برای برخی مواد در جدول شماره ۶ صفحه ۹ آمده است.

۵-۵. ارزیابی ریسک: در این مرحله سطح ریسک با توجه به درجه خطر ماده شیمیایی (HR) که در مرحله ۳

به دست آمد و درجه مواجهه (ER) با آن (مرحله ۴) از طریق رابطه زیر به دست می آید.

$$\text{Risk level} = \sqrt{HR \times ER}$$

رابطه (۳):

HR: درجه خطر بر اساس مقیاس ۱ تا ۵

ER: درجه مواجهه بر اساس مقیاس ۱ تا ۵

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

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

مثال: $Risk = \sqrt{ER \times HR} = \sqrt{3 \times 4} = 3.5 = 4$ و $ER = 3$ و $HR = 4$

سپس ریسک مواجهه با مواد شیمیایی در هر وظیفه شغلی را با استفاده از رابطه (۳) و جدول زیر رتبه بندی می کنیم:

جدول شماره ۵: رتبه بندی ریسک

رتبه بندی	سطح ریسک (Risk Level)
ناچیز - قابل صرف نظر	۱
کم	۲
متوسط	۳
بالا	۴
خیلی بالا	۵

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

راهنما

ناچیز - قابل صرف نظر	
کم	
متوسط	
بالا	
خیلی بالا	

ماتریس رتبه بندی 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	۲/۸	۳/۵	۴	۴/۵
۵	۲/۲	۳/۲	۳/۹	۴/۵	۵

۵-۶. انجام اقدامات کنترلی: پس از انجام ارزیابی ریسک، چنانچه نتایج آن وجود یک ریسک بهداشتی قابل توجه $RiskLevel \geq 1.5$ را برای کارکنان نشان داد، می‌بایست اقدامات لازم برای کنترل و کاهش آن به سطح قابل توجه صورت گیرد. مهمترین این اقدامات به ترتیب اولویت عبارتند از:

- حذف مواد خطرناک از محیط کار
- جایگزینی ماده شیمیایی با یک ماده شیمیایی کم خطر
- جداسازی کارکنان از محلی که مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- اقدامات کنترل مهندسی مثل تهویه مکش موضعی
- اقدامات مدیریتی مثل محدود نمودن زمان کار
- استفاده از لباس‌ها و تجهیزات حفاظت فردی (دستکش، عینک حفاظتی، ماسک و ...)

در اغلب اوقات لازم است از تلفیقی از روش‌های کنترلی فوق برای حذف یا کاهش مواجهه کارکنان با مواد شیمیایی استفاده شود. برای حصول اطمینان از کفایت اقدامات کنترلی فوق همه اقدامات کنترلی می‌بایست در فواصل زمانی معین مورد بررسی قرار گیرند. ضمن اینکه تست‌های دوره‌ای، تعمیر و نگهداری مرتب و نظارت مداوم بر عملکرد این اقدامات ضروری است.

جدول شماره ۶: حد آستانه بویایی ODOUR LEVEL THRESHOLD

	TLV (ppm)	OT (ppm)	OT/TLV
Acetaldehyde	C25	0.5	0.02
Acetic acid (glacial)	10	2.0	0.2
Acetone	750	2.0	0.003
Acrolein	0.1	2.0	20
Acrylonitrile	2	20.0	10
Allyl alcohol	2	2.0	1
Ammonia	25	20.0	0.8
Aniline	2	1.0	0.5
Arsine	0.05	0.5	10
Benzene	10	2.0	0.2
Butane	800	5000	6.25
2-Butanone (MEK)	200	5.0	0.025
n-Butyl Acetate	150	10.0	0.07
Carbon disulphide	10	0.1	0.01
Carbon tetrachloride	5	70.0	14
Chlorine	0.5	3.0	6
Chloroform	10	100.0	10
Cyclohexane	300	300.0	1
Dioxane	25	150.0	6
Ethyl Acetate	400	10.0	0.025
Ethyl alcohol	1000	5.0	0.005
Ethyl ether	400	1.0	0.0025
Ethylene oxide	1	1.0	1
Formaldehyde	C0.3	1.0	3.3
Hexone (MIBK)	50	0.5	0.01
Hydrogen chloride	C5	10.0	2
Hydrogen cyanide	C4.7	1.0	0.2
Hydrogen selenide	0.05	0.5	10
Hydrogen sulphide	10	0.0002	0.00002
Isopropyl alcohol (IPA)	400	50.0	0.125
Methyl alcohol	200	10.0	0.05
Methyl methacrylate	100	0.2	0.002
Methylene chloride	50	200.0	4
Nitrobenzene	1	0.005	0.005
Nitrogen dioxide	3	1.0	0.3
Perchloroethylene (tetrachloroethene)	25	5.0	0.2
Phenol	5	0.3	0.06
Phosgene	0.1	0.5	5
Phosphine	0.3	0.02	0.07
Pyridine	5	0.01	0.002
Stibine	0.1	0.05	0.5
Styrene, monomer	50	0.05	0.001
Toluene	50	2.0	0.04
Toluene-2,4-disocyanate	0.005	0.2	40
Trichloroethylene (TCE)	50	20.0	0.4
Vinyl toluene	50	25.0	0.5
Xylene	100	0.5	0.005