





جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار



دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

راهنمای مدیریت حوادث شیمیایی در محیط کار و صنایع

الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشکده محیط زیست

بهار ۱۳۹۳

نام کتاب: راهنمای مدیریت حوادث شیمیایی در محیط کار و صنایع

تهیه کننده پیش نویس: دکتر امید کلات پور

ناشر: پژوهشکده محیط زیست

تاریخ و نوبت چاپ: تابستان ۹۳ نوبت اول

عنوان و نام پدیدآور: راهنمای مدیریت حوادث شیمیایی در محیط کار و صنایع: الزامات، دستورالعمل ها و

رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار/ [تهیه کننده] مرکز سلامت محیط و کار،

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ کمیته فنی تدوین راهنما

عبدالرحمن بهرامی ... [و دیگران].

مشخصات نشر: تهران: وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشتی، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری: ۱۳۰ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۳۷-۲۱-۲

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: کمیته فنی تدوین راهنما عبدالرحمن بهرامی، نوشین راستکاری، امید کلات پور،

فاضله کتابون مدیری، فاطمه صادقی، مهتاب سلیمی، فائزه ایزدپناه.

موضوع: مواد شیمیایی - - پیش بینی های ایمنی

موضوع: مواد خطرزا - - پیش بینی های ایمنی

موضوع: مواد شیمیایی - - خطر سنجی

موضوع: مواد شیمیایی - - حوادث

موضوع: محیط کار - - پیش بینی های ایمنی

شناسه افزوده: بهرامی، عبدالرحمن، ۱۳۴۳ -

شناسه افزوده: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. مرکز سلامت محیط و کار

شناسه افزوده: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. پژوهشکده محیط زیست

شناسه افزوده: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. معاونت بهداشتی

رده بندی کنگره: TP ۱۴۹/۲۵ ۱۳۹۳

رده بندی دیویی: ۶۶۰/۲۸۰۴

شماره کتابشناسی ملی: ۳۵۲۸۲۵۶

- عنوان گایدلاین: راهنمای مدیریت حوادث شیمیایی در محیط کار و صنایع
- کد الزامات: ۱-۲۱-۰۹-۲۰۵۰۲۰۲
- تعداد صفحات: ۱۳۰

مرکز سلامت محیط و کار:

شهرک قدس - بلوار فرحزادی - بلوار ایوانک - ساختمان مرکزی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - بلوک A - طبقه ۱۱ - واحد شمالی
 تلفن: ۸۱۴۵۴۱۲۰
<http://markazsalamat.behdasht.gov.ir>

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - خیابان کارگر شمالی - نرسیده به بلوار کشاورز - پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم
 تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱
<http://ier.tums.ac.ir>

کمیته فنی تدوین راهنما

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی / سمت	محل خدمت
دکتر عبدالرحمن بهرامی	استاد / رئیس کمیته	دانشگاه علوم پزشکی همدان / مرکز سلامت محیط و کار
دکتر نوشین راستکاری	دانشیار / عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر امید کلات پور	استادیار	دانشگاه علوم پزشکی همدان
مهندس فاضله کتایون مدیری	کارشناس / دبیر کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فاطمه صادقی	کارشناس / عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس مهتاب سلیمی	کارشناس / عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس / عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست

از جناب آقای دکتر امید کلات پور که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

فهرست:

۱	۱- مقدمه، تعاریف و کلیات
۱	۱-۱ تعاریف
۵	۲-۱ تعاریف سازمان های مختلف از مواد خطرناک
۸	۳-۱ حوادث شیمیایی، جایگاه بین المللی
۸	۴-۱ حوادث شیمیایی در ایران
۹	۲- شناسایی و طبقه بندی مواد شیمیایی
۹	۲-۱ مقدمه
۱۰	۲-۲ شناسایی و طبقه بندی
۱۱	۲-۳ اطلاع رسانی خطرات به استفاده کننده ها
۱۲	۲-۳-۱ محل دسترسی به اطلاعات مواد شیمیایی خطرناک
۱۲	۲-۳-۲ نحوه طبقه بندی بر حسب های مواد شیمیایی
۱۵	۲-۳-۳ چگونگی تکمیل بر حسب های شیمیایی
۱۶	۲-۴ حداقل کمیت ایجاد کننده حادثه شیمیایی
۱۶	۲-۵ طبقه بندی مواد شیمیایی بر اساس رویکرد GHS
۱۶	۲-۵-۱ دسته بندی مواد شیمیایی بر اساس خطرات فیزیکی
۱۹	۲-۵-۲ دسته بندی مواد شیمیایی بر اساس خطرات بهداشتی
۲۰	۲-۵-۳ دسته بندی مواد شیمیایی بر اساس خطرات زیست محیطی
۲۰	۲-۶ طبقه بندی مواد خطرناک بر اساس الگوی سازمان حمل و نقل آمریکا
۳۳	۲-۷ برکه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی
۴۱	۲-۸ برکه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی بر اساس الگوی GHS
۴۵	۲-۹ کسب اطلاعات از فضای مجازی
۴۷	۳- اقدامات کنترلی کار با مواد شیمیایی
۴۷	۳-۱ اصول کلی

۴۸	۳-۲ روش های ارزیابی
۴۹	۳-۳ بازنگری های ارزیابی
۵۰	۳-۴ حذف خطرات
۵۰	۳-۵ روش های کنترل برای مواد خطرناک
۵۲	۳-۶ اقدامات کنترلی برای انبارش مواد خطرناک
۵۳	۳-۷ اقدامات کنترلی برای حمل و نقل مواد خطرناک
۵۴	۳-۸ اقدامات کنترلی برای دفع مواد شیمیایی
۵۶	۴- نگهداری اقدامات کنترلی مهندسی
۵۶	۴-۱ اصول کلی
۵۶	۴-۲ سیستم های تهویه موضعی
۵۷	۵- سیستم ها و اقدامات کاری در کار با مواد شیمیایی
۵۷	۵-۱ اصول کلی
۵۷	۵-۲ بازنگری سیستم ها و اقدامات کاری
۵۸	۶- تعیین مشخصات سایت حادثه شیمیایی
۵۸	۶-۱ مقدمه
۵۸	۶-۲ تعیین مشخصات سایت حادثه در بیرون از سایت
۵۹	۶-۲-۱ مصاحبه، جستجوی سوابق
۵۹	۶-۲-۲ تحقیقات محیطی
۶۰	۶-۳ حفاظت افراد وارد شونده به سایت حادثه
۶۱	۶-۴ بررسی های درون سایت
۶۲	۶-۵ تداوم بررسی ها
۶۵	۶-۶ مستندسازی اطلاعات
۶۶	۶-۷ ارزیابی خطرات
۶۷	۶-۸ پایش

۶۷	۷- کنترل سایت حادثه شیمیایی
۶۷	۷-۱ مقدمه بر پاسخ به حوادث شیمیایی
۶۸	۷-۲ نقشه سایت
۶۹	۷-۳ آماده سازی سایت
۶۹	۷-۳-۱ اقدامات آماده سازی سایت
۷۰	۷-۴ مناطق سایت کاری
۷۱	۷-۴-۱ منطقه داغ (Hot Zone)
	۷-۴-۲ منطقه کاهش آلودگی یا ناحیه گرم
۷۳	(Contamination Reduction Zone- Warm Aone)
۷۴	۷-۴-۳ منطقه حمایت یا منطقه سرد (Support or Cold Zone)
۷۵	۷-۵ استفاده از کتاب راهنمای پاسخ اضطراری در کنترل سایت
۷۹	۷-۶ سیستم دوستانه (Buddy System)
۸۰	۷-۷ اقدامات امنیتی
۸۱	۷-۸ شبکه های ارتباطی
۸۱	۷-۸-۱ ارتباطات درونی
۸۱	۷-۸-۲ جلسات ایمنی
۸۱	۷-۸-۳ ارتباطات بیرونی
۸۲	۸- پایش هوا در حوادث شیمیایی
۸۲	۸-۱ تجهیزات پایش
۸۲	۸-۱-۱ تجهیزات قرائت مستقیم
۸۸	۸-۱-۲ آنالایزهای آزمایشگاهی
۹۱	۸-۲ پایش سایت
۹۱	۸-۲-۱ پایش شرایط فوراً گذنده و تهدید کننده حیات
۹۲	۸-۲-۲ پایش عمومی سایت

۹۲	۸-۲-۳ پایش بیرونی
۹۲	۸-۲-۴ پایش دوره ای
۹۳	۸-۲-۵ پایش فردی
۹۳	۸-۳ متغیرهای مواجهه با مواد خطرناک در سایت های حادثه شیمیایی
۹۴	۸-۴ محدودیت ها و مزایای تجهیزات پایش هوا
۹۴	۹- کمک های اولیه در شرایط اضطراری شیمیایی
۹۴	۹-۱ کمک های اولیه
۹۵	۱۰- آلودگی زدایی پس از حوادث شیمیایی
۹۵	۱۰-۱ برنامه آلودگی زدایی (Decontamination Plan)
۹۶	۱۰-۱-۱ آلودگی زدایی (Decontamination)
۹۷	۱۰-۲ روش های آلودگی زدایی
۹۷	۱۰-۲-۱ روش های فیزیکی
۹۷	۱۰-۲-۲ روش های شیمیایی
۹۸	۱۰-۳ روش های پیشگیری
۹۸	۱۰-۴ آلودگی زدایی از تجهیزات حفاظت فردی
۱۰۱	۱۰-۵ معاینات پزشکی و سلامت کارگران در معرض مواد شیمیایی
۱۰۱	۱۰-۵-۱ اصول کلی
۱۰۲	۱۰-۶ استفاده از نتایج معاینات پزشکی
۱۰۲	۱۰-۷ نگهداری سوابق
۱۰۳	۱۰-۸ بازرسی های قانونی پس از حوادث شیمیایی
۱۰۴	پیوست ها
۱۱۸	مراجع

پیشگفتار

یکی از برنامه‌های مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه‌ها و زمینه‌های مختلف بهداشت محیط و حرفه‌ای و سایر موضوعات مرتبط است که با بهره‌گیری از توان علمی و تجربی کارشناسان، متخصصین و صاحب‌نظران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته‌های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی و بعضاً عموم مردم قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی‌هایی باشد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحب‌نظران ارجمند دعوت می‌شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست‌های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود.

با توجه به دسترسی بیشتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شده بر روی تارگانه‌های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت و تنها نسخ بسیار محدودی از آنها به چاپ خواهد رسید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسترده‌ای از کاربران به آن دسترسی مداوم داشته باشند.

اکنون که با یاری خداوند متعال در آستانه سی و ششمین سال پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی این رهنمودها آماده انتشار می‌گردد، لازم است از زحمات کلیه دست‌اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

دکتر کاظم ندافی

رئیس مرکز سلامت محیط و کار

۱- مقدمه، تعاریف و کلیات

۱-۱ تعاریف

جذب عمقی (Absorption)

فرایندی که در آن مواد، مایعات را از طریق فرایند خیس کردن در خود نگه می دارند.

جذب سطحی (Adsorption)

فرایندی که در آن یک ماده جذب شده (مایع خطرناک)، با سطح ماده جاذب واکنش می دهد.

محدود سازی (Confinement)

روشی است برای نگه داشتن یک ماده در یک منطقه معین شده در زمان رهایش.

محصور سازی (Containment)

اقدامات انجام شده برای نگه داشتن یک ماده در ظرف یا مخزن اش. (مثل متوقف کردن رهایش

مواد یا کاهش مقدار رها شدن مواد)

آلاینده (Contaminant)

یک ماده خطرناک که بصورت فیزیکی بر یا درون انسان ها، حیوانات، محیط زیست یا تجهیزات

باقی مانده و از اینرو می تواند یک ریسک مداوم آسیب ناشی از مواجهه را دارا باشد.

آلایش (Contamination)

فرایند انتقال یک ماده خطرناک از منبع آن به انسان ها، حیوانات، محیط زیست یا تجهیزات که

ممکن است خود این اهداف هم بصورت انتقال دهنده عمل کنند.

آلایندگی ثانویه (Secondary Contamination)

فرایندی که توسط آن یک آلاینده یا آلودگی از منطقه داغ (Hot Zone) به بیرون منتقل شده

و انسان ها، حیوانات، محیط زیست و تجهیزات را آلوده می کند.

کنترل (Control)

روش ها، تکنیک ها و راهکارهای مورد استفاده در کاهش اثرات یک رویداد خطرناک را کنترل می نامند. برای مثال محصور سازی، محدود سازی، اطفای را می توان نام برد.

نواحی کنترل (Control Zones)

مناطق در اطراف محل بروز یک حادثه شیمیایی که بر اساس درجه ایمنی و یا خطر ناحیه بندی می شوند.

آلودگی زدایی (Decontamination (Contamination Reduction)

فرایند فیزیکی یا شیمیایی کاهش و پیشگیری از گسترش آلودگی از افراد و تجهیزات به محیط اطراف در رویدادهای مربوط به مواد خطرناک را آلودگی زدایی می گویند.

آلودگی زدایی اضطراری (Emergency Decontamination)

فرایند فیزیکی کاهش فوری آلاینده ها از افراد در موقعیت های بالقوه تهدید کننده حیات با یا بدون استقرار یک راهروی آلودگی زدایی.

آلودگی زدایی کلی (Gross Decontamination)

فاز اولیه فرایند آلودگی زدایی که طی آن مقدار آلاینده های سطحی بطور عمده کاهش داده می شوند.

راهروی آلودگی زدایی (Decontamination Corridor)

منطقه ای که معمولاً در منطقه گرم (Warm Zone) واقع شده و عملیات آلودگی زدایی در آن انجام می شود.

فاسد شدن (Degradation)

یک عمل شیمیایی شامل شکست مولکولی لباس ها یا تجهیزات حفاظتی ناشی از تماس با یک ماده شیمیایی.

ضد عفونی کردن (Disinfection)

فرایند مورد استفاده در نابود سازی میکروارگانیسم های بیماری زای شناسایی شده.

شرایط اضطراری (Emergency)

یک آتش سوزی، انفجار، یا شرایط خطرناک که می تواند تهدید فوری برای ایمنی یا حیات و یا تخریب و آسیب به اموال و دارایی را بدنبال داشته باشد.

خطر محیطی (Environmental Hazard)

شرایطی دارای توانایی ایجاد یک ریسک غیر قابل قبول برای هوا، آب یا خاک و یا حیوانات و گیاهان.

مواجهه (Exposure)

فرایندی که توسط آن انسان ها، حیوانات، محیط زیست و تجهیزات در تماس با مواد خطرناک قرار می گیرند.

خطر / خطرناک (Hazard/Hazardous)

توانایی ایجاد یک ریسک غیر قابل قبول برای سلامت، ایمنی و یا محیط زیست، توانایی ایجاد آسیب.

مواد خطرناک (Hazardous Material)

ماده ای (جامد، مایع یا گاز) که هنگامی که آزاد می شود قادر است برای انسان ها، محیط زیست و دارایی ها ایجاد خطر نماید.

رویداد (Incident)

یک شرایط اضطراری در بر دارنده رهائش مواد خطرناک یا دارای پتانسیل رهائش مواد خطرناک.

فرمانده رویداد (Incident Commander)

فردی که مسئول همه تصمیم گیری های مربوط به مدیریت رویداد است و مسئولیت سایت حادثه بر عهده اوست.

سیستم مدیریت رویداد (Incident Management System)

یک سیستم سازماندهی شده نقش ها، مسئولیت ها و روشهای عملیاتی استاندارد مورد استفاده در مدیریت و هدایت عملیات اضطراری.

کاهش (Mitigation)

اقدامات انجام شده به منظور پیشگیری یا کاهش از دست رفتن محصول، آسیب های انسانی یا مرگ، آسیب های زیست محیطی و آسیب به دارایی ها و اموال، ناشی از رهايش یا پتانسیل رهايش مواد خطرناک.

تجهیزات پایش (Monitoring Equipment)

ابزار و دستگاه های مورد استفاده در شناسایی و کمی سازی آلاینده ها.

خنثی سازی (Neutralization)

فرایند استفاده از اسید یا باز برای یک محصول خورنده جهت تشکیل یک نمک خنثی.

نفوذ (Penetration)

حرکت یک ماده از خلال زیپ، درز و محل دوخت یا خراش ها و بریدگی های لباس ها و تجهیزات حفاظتی.

تراوش (Permeation)

یک عمل شیمیایی شامل حرکت مولکولی مواد شیمیایی در سطح مولکولی در درون بافت مواد سالم.

لباس های حفاظتی (Protective Clothing)

تجهیزات طراحی شده برای حفاظت فرد استفاده کننده از آنها در برابر حرارت و یا تماس چشم و پوست در برابر مواجهه با مواد خطرناک.

پاسخ (Response)

آن بخش از مدیریت رویداد که در آن پرسنل در کنترل کردن (دفاعی یا هجومی) یک رویداد مربوط به ماده خطرناک وارد می شوند.

نمونه برداری (Sampling)

فرایند جمع آوری یک مقدار نماینده از گاز، مایع یا جامدات با اهداف تجزیه ای.

جامد سازی (Solidification)

فرایندی که از طریق آن یک مایع شیمیایی خطرناک بصورت شیمیایی عمل آوری می شود تا در نتیجه ماده جامد با خطرات کمتری تولید شود.

تثبیت (Stabilization)

نقطه ای در روند یک رویداد که در آن نقطه، رفتار سوء ماده خطرناک تحت کنترل است.

۲-۱ تعاریف سازمان های مختلف از مواد خطرناک

• تعریف سازمان حمل و نقل آمریکا (DOT)^۱ از مواد خطرناک

هر ماده ای به هر شکلی یا کمیتی که یک ریسک غیر قابل قبول و منطقی از لحاظ ایمنی و بهداشت و دارایی ها در حین حمل و نقل ایجاد نماید.

• تعریف سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)^۲ از مواد خطرناک

اگر ماده ای به محیط زیست رها شود و بتواند بطور بالقوه برای سلامت و رفاه جامعه خطرناک باشد، ماده خطرناک در نظر گرفته می شود.

^۱ Department of Transportation

^۲ Environment Protection Agency

• تعریف OSHA¹ از مواد خطرناک

موادی هستند که در صورت مواجهه در محیط کار، کارگران را در معرض ریسک قرار دهند. بطور کلی ماده خطرناک به ماده ای اطلاق می گردد که حداقل یک ویژگی زیر را داشته باشد:

۱-قابلیت اشتعال

۲-قابلیت انفجار

۳-سمیت (شامل مواد عفونی)

۴-خورندگی

۵-واکنش دهنده

• استاندارد NFPA 471² مواد خطرناک را به صورت زیر دسته بندی کرده است:

(a) مواد شیمیایی: موادی خطرناکی که خطر آنها بعلاوه ویژگی های شیمیایی و فیزیکی ماده ظاهر می شوند.

(b) مواد بیولوژیکی: ارگانیسم هایی هستند که اثرات بیماری زایی دارند و می توانند در محیط وجود داشته باشند.

(c) مواد رادیواکتیو: موادی هستند که از خودشان پرتوهای یونیزان ساطع می کنند.

• مواد خطرناک (Hazardous Materials)

سازمان حمل و نقل آمریکا (DOT)، اصطلاح مواد خطرناک را برای ۱۱ کلاس از مواد شیمیایی استفاده می کند که برخی از این کلاس ها خودشان دارای زیر کلاس هایی هستند. همه این مواد تحت پوشش قوانین سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) هستند. سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا از اصطلاح مواد خطرناک برای مواد شیمیایی استفاده می کند که اگر در بالاتر از حد خاصی در محیط رها شوند باید به این سازمان گزارش شوند و می توانند به محیط زیست آسیب بزنند. لیست این مواد خطرناک تحت عنوان Table 302.4 of 40 CFR 302 قابل دستیابی است. سازمان OSHA هم از اصطلاح مواد خطرناک در کد 29 CFR 1910.120 استفاده می کند.

¹ Occupational Safety and Health Administration

² National Fire Protection Association

• مواد بی نهایت خطرناک (Extremely Hazardous Substances)

سازمان حفاظت محیط زیست از اصطلاح مواد بی نهایت خطرناک برای موادی استفاده می کند که اگر در بالاتر از کمیت آستانه گزارش دهی در محیط رها شوند باید به مراجع ذیصلاح گزارش شود. به این میزان قابل گزارش، کمیت قابل گزارش (Reportable Quantity-RQ) گفته می شود. هر ماده ای دارای یک کمیت آستانه گزارش دهی است. لیست مواد بی نهایت خطرناک در Title III of SARA of 1986 (40 CFR 355) قابل شناسایی است.

• مواد شیمیایی سمی (Toxic Chemicals)

سازمان حفاظت محیط زیست از کلمه مواد شیمیایی سمی برای موادی استفاده می کند که رهایش یا انتشار کلی آنها باید بصورت سالانه توسط مالکان آنها و کاربران تاسیسات خاص که آن مواد شیمیایی را فراوری، ساخت یا انبار می کنند گزارش شوند. لیست مواد شیمیایی سمی در Title III of SARA قابل شناسایی است.

• ضایعات خطرناک (Hazardous Wastes)

سازمان حفاظت محیط زیست از کلمه ضایعات خطرناک برای مواد شیمیایی استفاده می کند که تحت پوشش قانون منابع، حفاظت، و بازیابی هستند (40 CFR 261.33). ضایعات خطرناکی که جابجا می شوند تحت پوشش قوانین DOT قرار می گیرند. (49 CFR 170-179)

• مواد شیمیایی خطرناک (Hazardous Chemicals)

سازمان OSHA از اصطلاح مواد شیمیایی خطرناک برای مشخص کردن هر ماده شیمیایی استفاده می کند که اگر فرد در معرض آنها قرار گیرد برای آنها با ریسک همراه است. مواد شیمیایی خطرناک، نسبت به سایر لیست ها، گروه بزرگتری از مواد شیمیایی را شامل می شود.

• کالای خطرناک (Dangerous Goods)

در حمل و نقل بین المللی، مواد خطرناک، کالای خطرناک (Dangerous Good) نامیده می شوند.

۳-۱ حوادث شیمیایی، جایگاه بین المللی

مروری اجمالی بر حوادث بزرگ صنعتی جهان نشان می دهد که فرکانس و شدت حوادث مرتبط با مواد شیمیایی اغلب بالاست. موارد بسیاری از نشت مواد سمی در دنیا رخ داده که بعنوان حوادث عمده دنیا شناخته شده و ده ها و شاید صدها تجزیه تحلیل و مقاله در خصوص آنها نوشته شده است. حوادث عمده فرایندی مشتمل بر یکی از حوادث رهايش مواد سمی، آتش سوزی یا انفجار است. البته باید به این نکته اشاره داشت که بسیاری از انفجارات و آتش سوزی های بزرگ بدنبال رهايش مواد شیمیایی رخ داده اند. پس می توان ادعا داشت که از بین سه گروه حوادث فرایندی مورد اشاره، رهايش مواد شیمیایی دارای اهمیت بیشتری است. در ادامه به چندین حادثه بزرگ دنیا اشاره می شود (جدول ۱-۱)

جدول ۱-۱: حوادث بزرگ شیمیایی در دنیا

سال	محل	حادثه
۱۹۷۴	ایتالیا- Seveso	رهايش دی اکسین سبب آسیب هزاران تن شد.
۱۹۸۴	هند- بوپال	بزرگ ترین حادثه شیمیایی جهان، بیش از ۲۰۰۰ کشته بدنبال نشت متیل ایزوسانات
۱۹۸۶	سوئیس- بازل	سی تن آفت کش از یک انبار به رودخانه راین رها شد.
۱۹۸۷	آمریکا- تگزاس	ابر بخاری اسید هیدروفلوئوریک نشت کرده از یک کارخانه سبب مسمومیت بیش از ۱۰۰۰ نفر شد.
۱۹۸۹	پاسادنا- آمریکا	ابر بخاری اتیلن و ایزوبوتان منفجر شد. ۲۳ کشته و ۱۳۲ مجروح برجای گذاشت.

همانطور که اشاره شد فقط به برخی از حوادث شیمیایی اشاره شد و موارد آتش سوزی و انفجارات ناشی از رهايش مواد شیمیایی فهرست نشده اند.

۴-۱ حوادث شیمیایی در ایران

متأسفانه دلیل ضعف سیستم ثبت داده ها در ایران، اطلاعات مدونی در خصوص حوادث شیمیایی در ایران وجود ندارد و اطلاعات و آماری که در جدول ۲-۱ آورده شده است بر اساس اخبار خبرگزاری ها تهیه شده است. لازم بذکر است که در این قسمت فقط به برخی حوادث جدید و یا بزرگ اشاره شده است. اهمیت این حوادث در این است که دارای پتانسیل بالایی هستند و در

صورت تکرار می توانند فجایع بزرگی بیافرینند. حوادث بزرگ مرتبط با آتش سوزی ها و انفجارات مواد هیدروکربنی که اغلب هم بسیار شدید و با تلفات بالا هستند در اینجا آورده نشده اند. جدول ۲-۱ برخی حوادث در ایران را نمایش می دهد.

جدول ۲-۱: برخی حوادث شیمیایی در ایران

منبع خبر	شرح حادثه	مکان	تاریخ
اخبار سراسری ۲۹ بهمن ۱۳۸۲	بزرگترین حادثه صنعتی ایران. بدلیل واکنش پنبه، گوگرد، کود شیمیایی و نفتا و انفجارات حاصله بیش از ۴۰۰ نفر کشته شدند.	نیشابور	۱۳۸۲
خبرگزاری مهر - ۲۹ مهر ۱۳۹۲	نشت استایرن به خورموسی تعداد بسیار زیادی از آبزیان را تلف کرد.	ماهشهر	۱۳۹۲
ایران اکونومیست - ۱۲ شهریور ۹۲	آتش سوزی انبار شیمیایی در ناصرخسرو سبب تخلیه منطقه و مصدومیت شش نفر شد.	تهران	۱۳۹۲
ایسنا - ۲۹ مهر ۹۲	نشت سیلندرگاز کلر از یک انبار سبب تخلیه منطقه و مصدومیت شش نفر شد.	تهران	۱۳۹۲
خبرگزاری تسنیم - شهریور ۹۲	نشت گاز کلر از مخزن یک استخر سبب مصدومیت ۲۰ نفر شد.	مرودشت	۱۳۹۲
نامی نیوز - ۹۲ مهر	نشت گاز کلر از مخزن یک استخر سبب مصدومیت ۹ نفر شد.	تبریز	۱۳۹۲
روزنامه شرق - ۱۸ مرداد ۹۰	نشت گاز آمونیاک از پتروشیمی پردیس سبب تخلیه کامل سه شرکت بزرگ منطقه شد.	عسلویه	۱۳۹۰

۲- شناسایی و طبقه بندی مواد شیمیایی

۲-۱ مقدمه

اولین گام در استفاده ایمن از مواد شیمیایی شناسایی ماهیت آنها، خطرات آنها برای سلامت، ایمنی و محیط زیست و روش های کنترل آنهاست. باید بتوان با تلاش و هزینه مقبول به این اطلاعات دسترسی داشت. علاوه بر این باید به گونه ای طرح ریزی کرد که همه افرادی که با مواد شیمیایی سروکار دارند بتوانند این اطلاعات را بخوبی و براحتی درک نمایند.

فرایند طبقه بندی خطرات و برچسب گذاری مواد شیمیایی ابزاری ضروری برای انتقال اطلاعات است بطوریکه افراد بتوانند بر اساس آن اطلاعات، خطرات را شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه مرتبط را هم تشخیص دهند. سازمان بین المللی کار کنوانسیون شماره ۱۷۰ را در خصوص کار ایمن با مواد شیمیایی تدوین کرده است.

سیستم های طبقه بندی و برچسب گذاری های بین المللی، منطقه ای و ملی برای مواد شیمیایی ایجاد شده و وجود دارند:

۱. توصیه های سازمان ملل برای حمل و نقل کالاهای خطرناک که با شماره UN شناخته می شود.

۲. سیستم برچسب گذاری اتحادیه اروپا

۳. سیستم های ملی مورد استفاده در آمریکا و کانادا از جمله لوزی خطر و HMIS

این راهنما سعی دارد مکانیسمی برای شناسایی مواد خطرناک ارائه دهد. بر همین اساس، این مدرک سیستم برچسب گذاری مورد استفاده در اتحادیه اروپا و توصیه های سازمان ملل برای حمل و نقل مواد خطرناک را شرح می دهد.

این قسمت از راهنما مشتمل بر موارد زیر است:

- علایم و معرف های خطر اتحادیه اروپا

- عبارات ریسک استاندارد مورد استفاده در اتحادیه اروپا (R-phrases)

- عبارات ایمنی استاندارد مورد استفاده در اتحادیه اروپا (S-phrases)

- لیست مواد خطرناک با الزامات طبقه بندی و برچسب گذاری

- لیست مواد شیمیایی خطرناک با پتانسیل ایجاد خطرات جدی

- لیست کلاس خطرات کالاهای خطرناک سازمان ملل

۲-۲ شناسایی و طبقه بندی (Identification and Classification)

هدف این بخش شناسایی ویژگی های خطرناک مواد شیمیایی است که بتوانند طی کار یا استفاده، ریسک هایی را برای انسان ها، دارایی ها یا محیط زیست به همراه داشته باشند. برای هدف طبقه بندی، درجه خطرات نه تنها به ویژگی های ماده شیمیایی بلکه به سطح مواجهه آن هم بستگی دارد. منظور از سطح مواجهه غلظتی از ماده است که فرد با آن مواجهه پیدا می کند. باید توجه داشت که این سیستم طبقه بندی اتحادیه اروپا نباید برای مواد دارویی یا دامپزشکی، مواد آرایشی، مواد غذایی یا مواد منفجره، آفت کش های مشخص شده و پسماندهای غذایی استفاده شود.

این مواد سیستم طبقه بندی خاص خودشان را دارند. ویژگی های زیر مشخص کننده یک ماده

شیمیایی خطرناک است:

- سمی یا خیلی سمی

- آسیب رسان

- خورنده

- محرک

- سرطانزا

- دارای خطرات تناسلی

- دارای اثرات تراوژن

- حساسیت زا

خطرات آتش سوزی و انفجار را می توان بصورت زیر دسته بندی کرد:

- مواد منفجره

- مواد اکسیده کننده

- بی نهایت قابل اشتعال

- قابل اشتعال

ویژگی های زیر هم می تواند خطرات زیست محیطی یک ماده شیمیایی را نشان دهد:

- سمی برای ارگانیسم های زنده

- پایدار در محیط زیست

- دارای تجمع زیستی

همچنین موادی را که نتوان بر اساس سیستم های بالا دسته بندی کرد می توان بعنوان خطرناک

در نظر گرفت اگر برای سلامت، ارگانیسم های زنده با سایر دارایی ها آسیب رسان باشند.

۲-۳ اطلاع رسانی خطرات به استفاده کننده ها

همه مواد شیمیایی باید دارای علایمی باشند که ماهیت آنها را نشان دهد. بسته ها و ظروف

مواد خطرناک باید علاوه بر علائم، دارای برچسب های با اطلاعات کافی باشند. برچسب ها باید توجه را به خطرات ذاتی استفاده یا کار با مواد شیمیایی جلب نماید. علائم و تصاویر مورد استفاده استاندارد برای این نوع اطلاع رسانی تدوین شده اند. علائم، بخش درونی برچسب ها هستند و نشان دهنده فوری خطرات ماده شیمیایی هستند. پیوست ۱ علائم خطر را برای مواد شیمیایی نشان می دهد. همچنین برای تعیین خطرات، عبارات استاندارد ریسک (standard risk phrases) تدوین شده اند. این عبارات در پیوست ۲ آورده شده اند. توصیه های لازم در خصوص کار با مواد شیمیایی هم در عبارات ایمنی استاندارد ارائه شده است. عبارات ایمنی در پیوست ۳ ارائه شده است.

۲-۳-۱ محل دسترسی به اطلاعات مواد شیمیایی خطرناک

تامین کنندگان، سازندگان یا صادر کنندگان مواد شیمیایی باید اطلاعات کامل ایمنی مواد و برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی را فراهم نمایند. دیتا شیت ایمنی مواد (MSDS) باید برای مواد شیمیایی تهیه و ارسال شده باشد. این برگه ها دارای اطلاعات اصلی و اساسی در خصوص مواد شیمیایی و اثرات ایمنی و بهداشتی و اقدامات کنترلی لازم برای مدیریت خطرات مواد شیمیایی هستند.

۲-۳-۲ نحوه طبقه بندی برچسب های مواد شیمیایی

برچسب یک ابزار اولیه برای مطلع نگه داشتن استفاده کننده از طبقه بندی و احتیاطات ایمنی کار با ماده شیمیایی است. این اطلاعات باید در تحویل ماده شیمیایی به استفاده کننده تحویل شود. هر برچسب باید بخوبی اطلاعات زیر را نشان دهد:

- نام تجاری ماده
- نام و آدرس، شماره تلفن سازنده، وارد کننده یا توزیع کننده
- نام ماده شیمیایی
- علامت خطر
- عبارات ریسک (R-phrases)
- عبارات ایمنی (S-phrases)
- کمیت موجود از ماده درون ظرف یا بسته بندی

برچسب ها باید به زبان رسمی و ملی کشور تهیه شده باشند. برچسب باید ماده اصلی که دارای بیشترین خطر است را نشان دهد. بعنوان یک قانون کلی حداکثر چهار ماده باید در برچسب مورد اشاره قرار گیرند. در برخی موارد ممکن است به بیش از چهار ماده اشاره شود. برای مثال همه مواد سرطانزا در یک ماده ترکیبی باید با عبارات ایمنی یا ریسک مورد اشاره قرار گیرند. اگر ماده شیمیایی دارای یک یا چند ماده با الزامات عبارات ریسک زیر باشد، هم نام ماده و هم عبارات ریسک باید در برچسب نوشته شود:

R39, R40, R42, R43, R42/43, R45, R46, R47, R48, R49, R60, R61, R62, R63, R64

بعنوان یک قانون کلی و عمومی، حداکثر چهار جمله ریسک و چهار جمله ایمنی برای شرح ریسک ها و اقدامات ایمنی برای ماده شیمیایی کفایت می کند. اگر ماده دارای بیش از یک علامت خطر است باید جدی ترین خطر با علامت نشان داده شود. بعنوان یک قانون کلی، باید در هر برچسب حداکثر باید دو علامت خطر نمایش داده شوند. شرح حروف و علائم مورد استفاده در پیوست ۱ در زیر آمده است. هر حرف به یک علامت خطر در پیوست ۱ مرتبط است. جدول ۱-۲ این حروف و مفهوم مرتبط به آنها را نشان می دهد.

جدول ۱-۲: حروف مورد استفاده در برچسب ها و مفهوم آنها

حرف علامت	شرح
E	قابل انفجار- این علامت با کلمه "قابل انفجار" نشاندهنده قابلیت انفجار یک ماده است که می تواند تحت اثر شعله یا مواجهه با حرارت، شوک یا شعله منفجر شود.
O	اکسید کننده - علامت اکسید کننده با عبارت "اکسید کننده" نشاندهنده ماده ای است که در اثر واکنش با سایر مواد بویژه مواد قابل اشتعال مقدار زیادی حرارت آزاد می کند.
F	خیلی قابل اشتعال- علامت قابل اشتعال با عبارت "خیلی قابل اشتعال" نشاندهنده ماده ای است که در اثر تماس با هوا در دمای محیطی گرم شده و آتش می گیرد یا جامد است که پس از تماس با منابع احتراقی آتش می گیرد. اگر ماده گاز باشد، در فشار عادی می سوزد. اگر ماده مایع باشد، با گرم شدن کم و مواجهه کم با شعله آتش می گیرد. اگر تماس با آب یا هوای مرطوب اتفاق افتد، ماده ممکن است گازهای خیلی قابل اشتعال در کمیت های قابل توجه آزاد نماید.

ادامه جدول ۱-۲: حروف مورد استفاده در برچسب ها و مفهوم آنها

حرف علامت	شرح
F+	بی نهایت قابل اشتعال - علامت مشابه قابل اشتعال با عبارت "بی نهایت قابل اشتعال" نشان دهنده مایعی است که در دمای عادی به جوش آمده و اگر بخارات آن با شعله تماس پیدا کنند آتش می گیرند.
T	سمی - علامت جرمه و استخوان با عبارت "سمی" نشاندهنده یک ماده بسیار خطرناک است.
T+	خیلی سمی - علامت مشابه با ماده سمی با عبارت "خیلی سمی" برای برچسب موادی استفاده می شود که اگر استنشاق شده یا خورده شوند و اگر وارد پوست شوند می توانند ریسک های دراز مدت و بی نهایت جدی و حتی مرگ ایجاد نمایند.
C	خورنده - علامت خورنده با عبارت "خورنده" بر برچسب موادی یافت می شود که می توانند بافت های زنده را در اثر تماس تخریب نمایند. سوختگی شدید نتیجه پاشش این مواد است.
Xn	آسیب رسان، کمتر از T - این علامت به همراه عبارت "آسیب رسان" نشاندهنده ماده ای است که می تواند سبب بروز خطرات بهداشتی کمتر از سمیت شود. ریسک هایی مثل واکنش های آلرژیک
Xi	محرک (کمتر از C) - علامت مشابه بالا با عبارت "محرک"

هنگامی که بیش از یک علامت خطر استفاده می شود:

- الزام به استفاده از علامت T یا T+ استفاده از علائم C, Xn و Xi را اختیاری می کند.
- الزام به استفاده از علامت C, علائم Xi و Xn را اختیاری می کند.
- الزام به استفاده از علامت E, استفاده از علائم F و O را اختیاری می سازد.
- اگر ماده ای بعنوان مضر Xn و محرک Xi طبقه بندی شد، بصورت مضر Xn برچسب زنی شده و ویژگی های تحریکی آن باید بصورت عبارات ریسک در برچسب اشاره شود.
- بطور کلی، اگر ماده ای از مقادیر زیر کمتر باشد به اقدامات خاصی نیاز نیست:
- کمتر از ۰.۱٪ وزنی برای مواد طبقه بندی شده بعنوان خیلی سمی یا سمی
- کمتر از ۱٪ برای مواد طبقه بندی شده بعنوان مضر، خورنده، محرک
- اطلاعاتی از قبیل "غیر سمی"، "غیر مضر" و عبارات مشابه نباید در برچسب ها استفاده شود.
- علامت تصویری نشاندهنده خطر باید به رنگ سیاه و در زمینه ای به رنگ نارنجی باشد. جدول ۲-۲ ابعاد یک برچسب استاندارد را نشان می دهد.

جدول ۲-۲: ابعاد یک برچسب استاندارد

ظرفیت بسته بندی	حداقل ابعاد بر حسب میلی متر
کمتر از ۳ لیتر	74 در 52
بیش از ۳ لیتر و کمتر از ۵۰ لیتر	74 در 105
بیش از ۵۰ لیتر و کمتر از ۵۰۰ لیتر	148 در 105
بیش از ۵۰۰ لیتر	210 در 148

هر علامت خطر باید حداقل ۱/۱۰ سطح برچسب را بپوشاند.
حداقل اندازه علامت خطر نباید کمتر از 10mm در 10mm باشد. 10mm در 10mm علامت
ضربدر بدین صورت است.

۳-۳-۲ چگونگی تکمیل برچسب های شیمیایی

برای بیشتر مواد شیمیایی معمول، عبارات ایمنی و ریسک تعریف شده است. کلید تصویری علایم
هم قبلا در پیوست ۱ نشان داده شده است. عبارات ریسک و ایمنی هم در پیوست های ۲ و ۳
اشاره شده اند. جدول ۳-۲ مثالی از یک برچسب تکمیل شده را نشان می دهد.

جدول ۳-۲: مثالی از یک برچسب تکمیل شده

عبارت ایمنی	عبارت ریسک	علامت	شماره CAS	ماده
(2)-16-25-29-33	R11-20	F, Xn	108-88-3	تولون
Xn  F  NAME AND ADDRESS OF MANUFACTURER DISTRIBUTOR OR IMPORTER TOLUENE Highly flammable Harmful by inhalation Keep away from sources of ignition - No smoking Avoid contact with eyes Do not empty into drains Take precautionary measures against static discharges				

۲-۴ حداقل کمیت ایجاد کننده حوادث شیمیایی

مواد شیمیایی دارای یک حداقل کمیت فیزیکی با پتانسیل ایجاد حوادث شیمیایی هستند. برخی سازمان ها مثل سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا حدودی را برای این کمیت تعریف کرده اند. پیوست ۴ کمیت های با پتانسیل ایجاد حوادث شیمیایی را برای برخی مواد شناخته شده نشان می دهد.

۲-۵ طبقه بندی مواد شیمیایی بر اساس رویکرد GHS

طبقه بندی مواد شیمیایی بر اساس رویکرد GHS توسط سازمان ملل ایجاد شده و بیشتر کشورهای جهان یا از این سیستم طبقه بندی استفاده کرده یا در حال حرکت به سمت استفاده از این سیستم هستند. بر اساس این طبقه بندی، مواد خطرناک شیمیایی در سه گروه کلی دسته بندی می شوند:

- بر اساس خطرات فیزیکی
 - بر اساس خطرات بهداشتی
 - بر اساس خطرات زیست محیطی
- هر کدام از این دسته ها خود دارای زیرگروه هایی هستند که در ادامه به آنها اشاره می شود.

۲-۵-۱- دسته بندی مواد شیمیایی بر اساس خطرات فیزیکی

(a) مواد منفجره (Explosive)

ماده منفجره ماده یا ترکیبی از مواد به شکل جامد یا مایع است که می تواند در اثر واکنش شیمیایی دما و گاز زیادی تولید کنند به قسمی که بتوانند به محیط اطراف صدمه بزند. مواد پیروتکنیک هم که در زمان عمل کردن گاز تولید نمی کنند در این گروه دسته بندی می شوند. خود کلاس مواد منفجره دارای شش زیر کلاس است که بعلا مشابیهت زیاد به سیستم طبقه بندی DOT از شرح زیر کلاس ها خودداری می شود.

(b) گازهای قابل اشتعال

یک گاز قابل اشتعال گازی است که در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و فشار نرمال 101.3 kPa دارای محدوده اشتعال پذیری باشد. خود این گروه از مواد بر اساس محدوده قابل اشتعال به دو زیرگروه دسته بندی می شوند.

c) آئروسول ها

آئروسول ها طیف وسیعی از ذرات معلق جامد و مایع در هوا را شامل می شوند. خود این گروه بر اساس ماهیت ذرات بصورت آئروسول مایعات قابل اشتعال، گازهای قابل اشتعال، جامدات قابل اشتعال دسته بندی می شوند.

d) گازهای اکسید کننده

یک گاز اکسید کننده گازی است که با تامین اکسیژن سبب سوختن سایر مواد می شود.

e) گازهای تحت فشار

گاز تحت فشار گازی است که در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد در فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال گیج یا بیشتر نگهداری می شود یا گازهایی که در این دما مایع یا سرد شده اند. کلاس گازهای تحت فشار به صورت زیر دسته بندی می شوند:

- گازهای فشرده: گازی که در زمان تزریق به ظرف در دمای ۵۰- سانتی گراد کاملاً گازی شکل است.

- گازهای مایع: گازی که در زمان ذخیره سازی در دمای بالای ۵۰- سانتی گراد قسمتی از آن مایع است.

- گاز سرد شده: گازی که در زمان پکینگ بعلت دمای کم بخشی از آن مایع است.

- گاز حل شده: گازی که در زمان بسته بندی تحت فشار در یک فاز مایع حل شده است.

f) مایعات قابل اشتعال

یک مایع قابل اشتعال مایعی است که نقطه اشتعال آن بیش از ۹۳ درجه سانتی گراد نباشد. بر

اساس دمای اشتعال این گروه به چهار زیر کلاس دسته بندی می شود (جدول ۲-۴)

جدول ۲-۴: دسته بندی زیر کلاس های مایعات قابل اشتعال

Category	Criteria
1	Flash point < 23 °C and initial boiling point ≤ 35 °C
2	Flash point < 23 °C and initial boiling point > 35 °C
3	Flash point ≥ 23 °C and ≤ 60 °C
4	Flash point > 60 °C and ≤ 93 °C

(g) جامدات قابل اشتعال

جامد قابل اشتعال ماده ای است که براحتی می سوزد یا می تواند در بروز آتش شریک باشد. این گروه بر اساس معیار سرعت سوختن طبقه بندی می شود.

(h) مواد و ترکیبات خود واکنش دهنده

ماده خود واکنش دهنده ماده ای است که از لحاظ حرارتی ناپایدار است و قادر است تجزیه گرمای شدید را بدون مشارکت اکسیژن تجربه نماید. این گروه مواد منفجره را که دارای کلاس مجزا هستند شامل نمی شود.

(i) مایعات پایروفوریک

یک مایع پایروفوریک ماده ای است که حتی در مقادیر کم قادر است طی مدت ۵ دقیقه تماس با هوا آتش بگیرد.

(j) جامد پایروفوریک

جامد پایروفوریک جامدی است که حتی در مقادیر کم قادر است تا ۵ دقیقه بعد از تماس با هوا آتش بگیرد.

(k) مواد خود گرم شونده

یک ماده خود گرم شونده ماده یا ترکیبی است به شکل جامد یا مایع به غیر از جامدات و مایعات پایروفوریک که در اثر واکنش با هوا و بدون منبع انرژی قادر هستند بصورت خودبخودی گرم شوند. این مواد فرقی با مواد پایروفوریک در این است که این گروه زمانی محترق می شوند که مقدار زیادی (چندین کیلوگرم) حجم وجود داشته و زمان زیادی طول می کشد (ساعات یا روزها) (l) موادی یا ترکیباتی که در تماس با آب گازهای قابل اشتعال تولید می کنند

این گروه از مواد در تماس با آب، گازهای قابل اشتعال از خودشان آزاد می کنند که این گازها قادر به ایجاد اشتعال هستند.

(m) مایعات اکسید کننده

مایعی است که الزاما خودش قابل سوختن نیست اما می تواند از طریق آزاد کردن اکسیژن سبب تولید یا شراکت در تولید آتش شود.

(n) جامدات اکسید کننده

جامدی است که ممکن است خودش الزاما قابل سوختن نباشد اما از طریق آزاد کردن اکسیژن بتواند سبب تولید یا شراکت در تولید آتش شود.

(o) پراکسیدهای آلی

مایعات یا جامداتی هستند که حاوی ساختار دو گانه O-O- بوده و می توانند جزء زیرگروه های پراکسیدهای هیدروژن در نظر گرفته شوند. پراکسیدهای آلی از لحاظ دمایی ثبات ندارند و ممکن است تجزیه های شدید و گرمازا را دچار شوند.

(p) مواد خورنده برای فلزات

ماده ای است که در تماس با فلزات سبب خوردگی در آنها شده، بر روی فلز عمل و اثر شیمیایی داشته و حتی فلز را نابود نماید.

۲-۵-۲ دسته بندی مواد شیمیایی بر اساس خطرات بهداشتی

(a) مواد با سمیت حاد

سمیت حاد به اثراتی اشاره دارد که بدنبال مواجهه خوراکی یا پوستی با یک دوز ماده یا چند دوز ماده طی ۲۴ ساعت یا یک مواجهه استنشاقی طی ۴ ساعت علایم آن مواجهه آشکار گردند. این گروه از مواد بر اساس LD50 و LC50 به پنج گروه طبقه بندی می شوند.

(b) مواد خورنده/ محرک پوست

خوردگی پوست حاصل آسیب غیر قابل بازگشت به پوست است یعنی نکرور قابل مشاهده اپیدرم به سمت درم بدنبال مواجهه تا ۴ ساعت با این مواد. تحریک پوستی، محصول آسیب های قابل بازگشت پوست بدنبال یک تماس ۴ ساعته با این مواد است.

(c) مواد ایجاد کننده آسیب ها/ تحریک چشم

موادی هستند که سبب آسیب به بافت چشم شده یا آسیب های فیزیکی جدی به قدرت بینایی وارد کرده و اثرات آن حداقل تا ۲۱ روز قابل بازگشت نیست.

(d) حساسیت زهای پوست یا سیستم تنفسی

یک حساسیت زای تنفسی ماده ای است که سبب حساسیت بیش از حد در سیستم تنفسی پس از مواجهه با ماده می شود. حساسیت زای پوستی ماده ای است که سبب واکنش آلرژیک پوست پس از تماس با ماده می شود.

(e) مواد با قدرت جهش زایی در جرم سلولی

در این گروه موادی جای می گیرند که توانایی جهش زایی در جرم سلولی انسان را که قابل توارث به نسل بعد باشد دارند.

(f) مواد سرطانزا

ماده سرطانزا ماده یا ترکیبی است که سبب بروز سرطان شده یا بر شیوع آن اثرگذار است. این مواد ممکن است سبب بروز سرطان های بدخیم یا خوش خیم شوند.

(g) مواد با سمیت تناسلی

موادی هستند که دارای تاثیراتی بر عملکرد جنسی در مردان یا زنان بالغ می شوند.

(h) مواد با سمیت ارگان هدف بدنبال تک مواجهه

موادی هستند که بعد از یک تک مواجهه باعث بروز اثرات جدی و مهم در یک ارگان هدف خاص می شوند.

(i) مواد با سمیت ارگان هدف بدنبال مواجهات مکرر

موادی هستند که بعد از مواجهات تکراری و دراز مدت باعث بروز اثرات جدی و مهم در یک ارگان هدف خاص می شوند.

(j) مواد با خطرات اسپیریشن

اسپیریشن به معنای ورود مایع یا جامد شیمیایی از طریق دهانی یا بینی یا حاصل از استفرغ به بخش های پایینی ناحیه تنفسی است. این گروه از مواد این توانایی را دارند که در صورت بازگشت از دستگاه گوارشی وارد سیستم تنفسی شوند.

۲-۵-۳ دسته بندی مواد شیمیایی بر اساس خطرات زیست محیطی**a. مواد خطرناک برای محیط آبریان**

سمیت حاد آبریان به معنای داشتن توانایی از بین بردن ارگانیزم ها و میکروارگانیزم های آبری است.

b. مواد خطرناک برای لایه ازن

موادی هستند که در صورت رهایش در هوا قادرند سبب تخریب و اضمحلال لایه ازن شوند. با توجه به گستردگی بحث طبقه بندی مواد شیمیایی به علاقمندان توصیه می شود به راهنمای طبقه بندی مواد شیمیایی GHS مراجعه نمایند.

۲-۶ طبقه بندی مواد خطرناک بر اساس الگوی سازمان حمل و نقل آمریکا

سازمان حمل و نقل آمریکا (DOT) دسته بندی زیر را برای مواد خطرناک ارایه کرده است:

۲-۶-۱ کلاس ۱ (مواد منفجره):

یک ماده منفجره ماده ای است که برای کاربرد انفجاری طراحی شده است (یعنی رهایش سریع گاز و گرما)، یا ماده ای است که در درون خودش از طریق واکنش شیمیایی قادر باشد عملکردی شبیه عملکرد انفجار داشته باشد. مواد کلاس ۱ خودشان به شش زیر کلاس (بخش) دسته بندی می شوند (Division).

- زیر کلاس ۱-۱: شامل مواد منفجره ای است که دارای خطر انفجار جرمی هستند. یک انفجار جرمی (Mass Explosion)، انفجاری است که بصورت یکباره بر کل بار ماده اثر گذار است. مثال های این کلاس شامل پودر سیاه، دینامیت و TNT هستند.



- زیر کلاس ۱-۲: شامل مواد منفجره ای هستند که خطر پرتاب ترکش دارند اما خطر انفجار جرمی ندارند. مثال های آن شامل عود هوایی، فتیله انفجاری، وسایل قدرتی کارتریجی می باشند.



- زیر کلاس ۱-۳: شامل مواد منفجره ای هستند که خطر آتش داشته و یا یک خطر انفجار کوچک و یا یک خطر کوچک پرتاب ترکش یا هر دو را دارا هستند اما خطر انفجار جرمی ندارند. مثال ها: موتورهای راکت با سوخت مایع، و مواد منفجره نیروی محرکه.



- زیر کلاس ۱-۴: شامل وسایل انفجاری است که خطر کوچک انفجار دارند. هیچ وسیله ای در این گروه بیش از ۲۵ گرم ماده انفجاری ندارد. اثرات انفجاری بیشتر به پکیج محدود شده و پرتاب ترکش مورد انتظار نیست. یک آتش بیرونی نمی تواند سبب انفجار ناگهانی کل پکیج شود. مثال: مهمات مشقی و کارتریج های تکی.



• زیرکلاس ۱-۵: شامل مواد منفجره بسیار غیر حساس است. این زیرکلاس شامل موادی است که خطر انفجار جرمی دارند اما بقدری غیر حساس هستند که احتمال تحت شرایط عادی بسیار کمی برای آغاز یا انتقال سوختن به انفجار وجود دارد. مثال: ترکیب های نیترات آمونیوم مورد استفاده در کود- سوخت میله ای شکل.



• زیرکلاس ۱-۶: شامل مواد منفجره بی نهایت غیر حساس که خطر انفجار جرمی ندارند. این گروه شامل موادی است که فقط شامل مواد بی نهایت غیر حساس انفجاری هستند که احتمال انفجار آنها قابل چشم پوشی است.



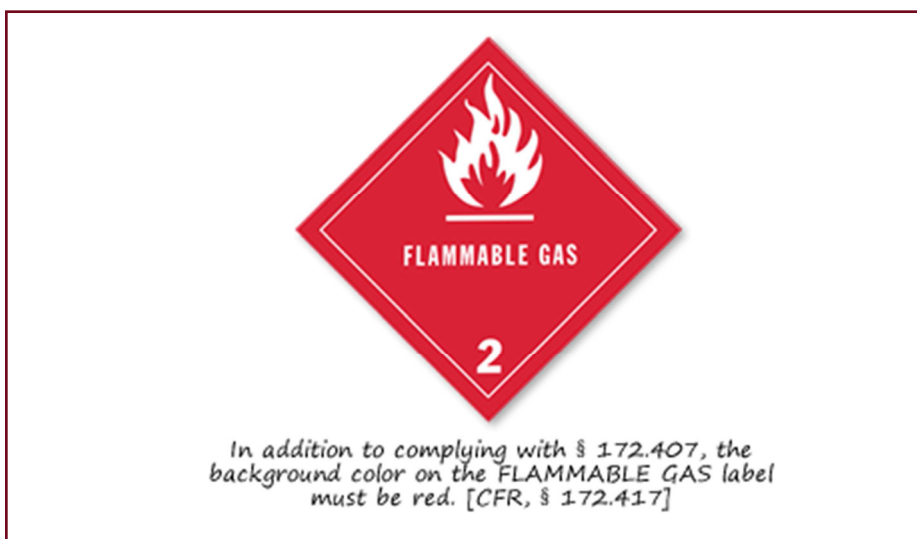
۲-۶-۲ کلاس ۲ (گازهای تحت فشار):

زیرکلاس ۱-۲: گازهای قابل اشتعال

شامل هر ماده ای است که در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد یا کمتر و فشار 101.3 kPa (14.7 psi) گاز است، ماده ای است که دارای نقطه جوش ۲۰ درجه سانتی گراد یا کمتر در فشار 101.3 kPa (14.7 psi) بوده و:

- هنگامی که در فشار 101.3 kPa (14.7 psi) بصورت ترکیب ۱۳ درصد یا کمتر حجمی در هوا قرار می گیرد قابل احتراق است.
- در فشار 101.3 kPa (14.7 psi)، بدون توجه به حد پایین، در هوا دارای محدوده قابلیت اشتعال در حداقل ۱۲ درصد غلظت است.

مثال های زیرکلاس گازهای ۲،۱ شامل بوتادین، متیل کلراید و پروپان است.



زیرکلاس ۲-۲: گازهای غیرقابل اشتعال غیرسمی

شامل گازهای فشرده، گازهای مایع، گازهای سرمازای تحت فشار و گازهای محلول در مایعات. شامل هر ماده ای است (یا ترکیبی از مواد) که به پکیجی که درون آن قرار دارند در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد فشار مطلق (41 psia) 280 kPa وارد می کنند. یک مایع سرمازا یک گاز مایع سرد شده است که نقطه جوشی سردتر از ۹۰- درجه سانتی گراد در فشار مطلق

مثال های زیرکلاس گازهای ۲,۲ شامل آمونیاک بدون آب، آرگون سرمازا، دی اکسید کربن و نیتروژن تحت فشار است.



زیرکلاس ۲-۳: گازهای سمی

شامل ماده ای است که در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد یا کمتر و فشار 101.3 kPa (14.7 psi) گاز است، ماده ای که در فشار 101.3 kPa (14.7 psi) نقطه جوش ۲۰ درجه سانتی گراد یا کمتر دارد و:



بخاطر سمیت برای انسان شناخته شده است و می تواند برای انسان اثرات سمی داشته باشد. در غیاب کمبود داده های کافی در خصوص سمیت انسانی، فرض بر این است که ماده سمی است زمانی که در حیوانات آزمایشگاهی تست شده و دارای LC50 بیشتر از 5,000 ppm نباشد. مثال های زیر کلاس ۲,۳ شامل هیدروژن فلوئوراید مایع، آرسین، کلر و متیل بروماید است. مناطق خطر مربوط به زیر کلاس ۲,۳ بصورت زیر است:

منطقه خطر A - LC 50 کمتر یا معادل 200 ppm

۱. منطقه خطر B - LC 50 بیشتر از 200 ppm و کمتر یا مساوی 1,000 ppm
۲. منطقه خطر C - LC 50 بیش از 1,000 ppm و کمتر از یا معادل 3,000 ppm
۳. منطقه خطر D - LC 50 بیش از 3,000 ppm و کمتر یا مساوی 5,000 ppm

۲-۶-۳ (مایعات قابل اشتعال (Flammable Liquid)):

مایع قابل اشتعال هر مایعی است که نقطه اشتعال آن بیش از ۵۰ درجه سانتی گراد (141°F) نباشد. مثال های کلاس ۳ شامل استون، آمیل استات، متیل الکل و تولوئن است. مایع قابل سوختن (Combustible Liquid)

مایعی است که تعریف هیچ کلاس دیگری در مورد آن صادق نیست و نقطه اشتعالی بالای ۶۰ درجه سانتی گراد و زیر ۹۳ درجه دارد. مایعات قابل اشتعال با نقطه اشتعال بالای ۳۸ درجه سانتی گراد ممکن است بصورت مایع قابل سوختن باز طبقه بندی شود



۲-۶-۴ جامدات قابل سوختن (Flammable Solids)

زیرکلاس ۴-۱: جامد قابل اشتعال

شامل هر کدام از سه نوع ماده زیر است:

۱. مواد منفجره خیس شده - مواد منفجره خیس شده با آب کافی، الکل یا پلاستیزایرها برای فرونشانی خواص انفجاری

۲. مواد خود واکنش دهنده - موادی که در دمای نرمال یا بالا، مستعد به تجزیه گرمای قوی هستند.

۳. جامدات بسادگی قابل سوختن - جامداتی که ممکن است بدلیل اصطکاک سبب آتش شده و هر فلز پودری که بتواند محترق شود.



مثال های زیرکلاس ۴-۱ شامل منیزیوم (گلوله ای، ورقه ای و تراشه) و نیتروسلولز است.

زیرکلاس ۴-۲: مواد خود بخود قابل سوختن

شامل هر کدام از مواد زیر:

۱. مواد پیروفوریک - مایع یا جامدی که حتی در مقادیر کم و بدون یک منبع احتراقی خارجی بتواند تا پس از ۵ دقیقه تماس با هوا محترق شوند.

۲. مواد خود گرم شونده - ماده ای که در تماس با هوا و بدون یک منبع انرژی قادر به خود گرم شوندگی است.

مثال های زیر کلاس ۴-۲ شامل موادی مثل آلکیل های آلومینیوم، خاکه زغال فعال، آلکیل های منیزیوم و فسفر.



زیر کلاس ۴-۳: موادی که زمان خیس شدن خطرناک می شوند. شامل موادی هستند که در تماس با آب قادرند خودبخود قابل مشتعل شده یا گازها سمی یا قابل اشتعال با نرخی بیش از ۱ L/kg ماده در ساعت تولید نمایند. مثال های زیر کلاس ۴،۳ شامل کربید کلسیم، پودر منیزیوم، آلیاژهای فلزی پتاسیم و هیدرید سدیم است.



۲-۶-۵ (اکسید کننده ها و پراکسیدهای آلی (Oxidizers and Organic Peroxides))

زیر کلاس ۵-۱: زیر کلاس اکسید کننده ها شامل موادی است که می توانند با دادن اکسیژن سبب ایجاد یا تشدید سوختن سایر مواد شوند. مثال های زیر کلاس ۵-۱ شامل نیترات آمونیوم، تری فلوئوراید بروم و هیپوکلریت کلسیم است.



زیر کلاس ۵-۲: پراکسیدهای آلی شامل هر ترکیب آلی حاوی اکسیژن در یک ساختار -O-O- است که می تواند بعنوان مشتقات پراکسیدهای هیدروژن در نظر گرفته شده که یک یا چند اتم هیدروژن آن با رادیکال های آلی جایگزین شده است. زیر کلاس ۵-۲ می تواند شامل یکی از هفت کلاس زیر باشند:

۱. نوع A- پراکسیدهای آلی که می توانند در حالت بسته بندی برای حمل و نقل، بسرعت دچار deflagration یا detonation شوند. حمل و نقل پراکسیدهای آلی نوع A ممنوع است.
۲. نوع B- پراکسیدهای آلی که بسرعت دچار deflagration یا detonation نمی شوند اما می توانند یک انفجار گرمایی را تحمل نمایند.
۳. نوع C- پراکسیدهای آلی که بسرعت دچار deflagration یا detonation نمی شوند و نمی توانند یک انفجار گرمایی را تحمل نمایند.
۴. نوع D- پراکسیدهای آلی که تنها بصورت جزیی یا بصورت آرام دچار deflagration شده و هنگامی که در محیط محصور حرارت داده می شوند اثرات آن متوسط تا قابل اغماض است.

۵. نوع E- پراکسیدهای آلی که نه deflagration و نه detonation در آنها رخ می دهد و هنگامی که تحت حصر گرم می شوند، اثرات کمی داشته یا اثراتی نشان نمی دهند.

۶. نوع F- پراکسیدهای آلی که نه deflagration و نه detonation در آنها رخ می دهد و هنگامی که تحت شرایط محصور گرم می شوند، اثرات کمی داشته یا اثراتی نشان نمی دهند و قدرت انفجاری نداشته یا این اثرات بسیار کم است.

۷. نوع G- پراکسیدهای آلی که نه deflagration و نه detonation در آنها رخ می دهد و هنگامی که تحت شرایط محصور گرم می شوند، اثراتی نشان نداده و قدرت انفجاری ندارند. این نوع از پراکسیدهای آلی از لحاظ حرارتی بسیار پایدار هستند و غیر حساس می باشند.

مثال های زیر کلاس ۵،۲ شامل پراکسید دی بنزول، متیل اتیل کتون پراکساید و پراکسی استیک اسید است.



۲-۶-۷ کلاس ۶ (مواد سمی) (Poisonous Materials)

زیر کلاس ۶-۱: مواد سمی

شامل موادی غیر از گازها هستند که بخاطر سمیت برای انسان یا بخاطر ایجاد اثرات سمی در حیوانات و در غیاب اطلاعات انسانی شناخته شده طبقه بندی می شوند. موادی که می توانند سبب تحریک شوند هم در این گروه جای می گیرند.

مثال های زیر کلاس ۶-۱ شامل آنیلین، ترکیبات آرسنیک، تتراکلرید کربن، هیدروسیانیک اسید و گازهای اشک آور هستند.

مناطق خطر مرتبط با مواد کلاس ۶ بصورت زیر است:

منطقه خطرناک LC 50 -A کمتر یا مساوی 200 ppm

منطقه خطرناک LC 50 -B بزرگتر از 200 ppm و کمتر یا مساوی 1,000 ppm



زیر کلاس ۶-۲: مواد عفونی

شامل میکروارگانیسم‌های مختلف یا سموم آنها می باشد که می توانند باعث ایجاد بیماری هایی در انسان یا حیوانات شوند. مواد عفونی و عوامل بیماری زا هم نام استفاده می شوند. مثال های زیر کلاس ۶-۲ شامل عوامل ایجاد سیاه زخم، بوتولیسم و کزاز است.



۲-۶-۸ کلاس ۷ (مواد رادیواکتیو (Radioactive Materials))

ماده رادیواکتیو ماده ای است که دارای فعالیت ویژه بیش از 0.002 میکروکوری بر گرم باشد (μCi/g). مثال های کلاس ۷ شامل کبالت، هگزافلوئوراید اورانیوم (کیک زرد)، منابع رادیوگرافی و ایزوتوپ های پزشکی مثل باریوم و تکنسیوم است. ایزوتوپ های پزشکی ویژگی های شیمیایی و خطرات شکل غیر رادیواکتیو را هم حفظ می کنند.



۲-۶-۹ کلاس ۸ (مواد خورنده (Corrosive Materials))

ماده خورنده ماده ای است جامد یا مایع که می تواند سبب تخریب قابل مشاهده یا غیر قابل بازگشت در پوست انسان در محل تماس شده یا مایعی است که بتواند خوردگی شدید در فولاد یا آلومینیوم ایجاد نماید. مثال های مواد خورنده شامل اسید نیتریک، تری کلراید فسفر، هیدروکسید سدیم و اسید سولفوریک است.



۲-۶-۱۰ کلاس ۹ (مواد خطرناک متفرقه (Miscellaneous))

مواد خطرناک متفرقه موادی هستند که طی حمل و نقل خطراتی را از خودشان نشان می دهند اما در سایر کلاس ها حضور ندارند، از جمله مواد زیر:

۱. هر ماده بیهوش کننده، آزار دهنده یا مواد با سایر ویژگی های مشابه که بتوانند سبب ناراحتی شوند.

۲. هر ماده ای که در سایر کلاس های خطر نیامده باشد اما در معرض الزامات DOT باشد.

مثال های مواد کلاس ۹ شامل آدیپیک اسید، بی فنیل های پلی کلر (PCBs)، و گوگرد مذاب است.



مواد ORMD: ماده ای است که خطرات محدودی را طی حمل و نقل بعلت شکل، کمیت و بسته بندی اش ایجاد می کند. مثال: کالاهای سفارشی مشتری.

مواد غدقن: ماده ای است که پذیرش آن برای حمل و نقل ممنوع است. چنین ماده ای اگر رقیق، تثبیت یا در وسیله ای ادغام شود مشمول ممنوعیت حمل و نقل نمی شود.

۲-۷ برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (MSDS)

۱. کلیات

۱.۱. تمام مواد شیمیایی موجود در محیط کار باید دارای MSDS باشند. این MSDS ها باید حاوی اطلاعاتی باشند که در بخش های زیر به آنها اشاره شده است.

۱.۲. تامین کنندگان مواد شیمیایی باید حصول اطمینان کنند که برگه های MSDS برای تمام

مواد شیمیایی که ارایه می کنند به همراه محموله ها ارسال شده است.

۱,۳. کارگران یا نماینده های آنان حق دارند به برگه های MSDS مواد شیمیایی که به زبان ساده و قابل فهم تهیه شده باشند دسترسی داشته باشند. برخی از اطلاعات موجود در MSDS ممکن است فنی و تخصصی بوده و فقط برای گروه خاصی از کارشناسان قابل استفاده باشند که این موارد باید مشخص شوند.

۲. تامین اطلاعات

۲,۱. تامین کننده مواد شیمیایی موظف است اطلاعات ضروری درباره مواد شیمیایی خطرناک را در اختیار کارفرما قرار دهد. این اطلاعات در قالب MSDS قابل ارایه هستند. اطلاعات مزبور باید به زبان رسمی کشور باشد.

۲,۲. بر اساس اطلاعات موجود در MSDS کارفرما باید بررسی نماید هیچکدام از ویژگی های ماده مورد استفاده برخلاف قوانین و الزامات ملی و کشوری نباشد.

۲,۳. کارفرما نباید از هیچ ماده خطرناکی استفاده نماید مگر اینکه اطلاعات مناسب و مرتبط آن توسط تامین کننده فراهم شده و این اطلاعات به زبان ساده و قابل فهم به کارگران منتقل شده باشد. اطلاعات شفاهی منتقل شده به کارگران فقط برای امور سردستی و ساده قابل کاربرد است و باید آموزش های رسمی در این زمینه به کارگران ارایه شده باشد.

۲,۴. کارفرما باید MSDS مواد شیمیایی را در اختیار کارگران یا نماینده های آنان قرار دهد.

۳. محتوای MSDS

۳,۱. برخی اطلاعات مشخص باید توسط MSDS ارایه شوند. این اطلاعات شامل ماهیت ماده شیمیایی، تامین کننده آن، طبقه بندی، خطرات، احتیاطات ایمنی و اقدامات اضطراری می باشد.

۳,۲. جزییات اطلاعات درون MSDS شامل موارد زیر است:

(a) محصول شیمیایی و مشخصات شرکت سازنده

نام ماده شیمیایی قید شده درون MSDS باید با برچسب ماده یکی باشد. اسامی اضافه اگر سبب شناسایی بهتر و راحت تر شوند توصیه می شوند. اسم کامل، آدرس و شماره تلفن تامین کننده باید ذکر شود. یک شماره تلفن اضطراری باید برای تماس های اضطراری ارایه شود. طبعاً این شماره اضطراری باید همیشه پاسخگو باشد.

(b) اطلاعات ترکیبات ماده

اطلاعات مربوط به ریسک های اجزا و عناصر ماده شیمیایی باید در MSDS ارایه شده باشد. تمام

عناصر و اجزای درون ماده باید با رعایت اصل محرمانه بودن ارایه شوند. چنین اطلاعاتی می تواند شامل موارد زیر باشد:

- شرح اجزای اصلی و ماهیت شیمیایی آنها
- شناسایی و غلظت اجزا و عناصر خطرناک برای ایمنی و بهداشت
- ماهیت و حداکثر غلظت ترکیباتی که بعنوان خطرناک دسته بندی می شوند.

(c) شناسایی خطرات

مهمترین خطرات شامل خطرات جدی بهداشتی، فیزیکی و محیطی باید بصورت ساده و خلاصه بیان شوند. این اطلاعات برای شرایط اضطراری استفاده دارند و باید خلاصه و ساده باشند.

(d) کمک های اولیه

اقدامات کمک های اولیه خود کمک کننده باید به دقت ذکر شده باشند. شرایطی که تحت آن شرایط نیاز به کمک های پزشکی هم هست آورده شوند. در صورت امکان نیازهای درمانی خاص هم بیان شوند.

(e) اقدامات آتش نشانی

الزامات خاص آتش نشانی برای آتش گرفتن ماده شیمیایی باید شامل موارد زیر باشد:

۱. ماده اطفایی مناسب

۲. مواد اطفای کننده ای که بنا به دلایل ایمنی نباید استفاده شوند.

۳. تجهیزات حفاظت فردی خاص برای اطفای آتش

۴. محصولات سوختن ماده شیمیایی و خطرات آنها

(f) اقدامات لازم در رهائش اتفاقی

اقدامات لازم در زمان نشت و رهائش مواد شیمیایی باید ارایه شده باشند. این اطلاعات باید شامل موارد زیر باشند:

۱. احتیاطات ایمنی و بهداشتی: حذف منابع احتراق، تهیه تهویه کافی، تدارک تجهیزات حفاظت فردی و...

۲. احتیاطات زیست محیطی: دور نگه داشتن ماده شیمیایی از زهکشی ها و کانال های فاضلاب،

نیاز به خدمات اضطراری بیرون از سازمان و اطلاع رسانی به جامعه یا همسایگان

۳. روش های ایمن سازی و پاکسازی: استفاده از مواد جاذب مناسب، ممانعت از تولید فیوم و گاز یا غبارات از طریق کنترل با اسپری آب و عوامل خنثی کننده

g) جابجایی و انبارش

اطلاعات لازم درباره شرایط انبارش و جابجایی ماده خطرناک باید ارائه شده باشد:

۱. طراحی و محل انبارش یا مخازن نگهداری

۲. جداسازی از ساختمان ها و اماکن مسکونی

۳. مواد ناسازگار

۴. شرایط انبارش مثل دما و رطوبت، ممانعت از تابش آفتاب

۵. ممانعت از منابع احتراق از جمله الکتریسته ساکن

۶. تامین تهویه عمومی یا موضعی

۷. شرایطی که باید از آن دوری جست

h) کنترل مواجهه و حفاظت فردی

اطلاعات مورد نیاز درباره تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز طی استفاده از یک ماده شیمیایی و

نوع تجهیزات باید بیان شوند. در صورت امکان، باید اشاره شود که کنترل های اصلی روش های

فنی و مهندسی هستند و لوازم حفاظت فردی ماهیت موقت دارند. پارامترهای کنترلی خاص مثل

حدود مجاز مواجهه یا استانداردهای بیولوژیکی هم باید اشاره شوند.

i) ویژگی های فیزیکی و شیمیایی ماده

شرح خلاصه ای از رنگ ماده، ماهیت ماده، رنگ و بو ارائه شود. مشخصات خاص دیگری اگر وجود

دارند باید ذکر شوند. سایر مشخصاتی که می توان در MSDS ارائه کرد عبارتند از:

- ویسکوزیته

- نقطه انجماد/ دامنه انجماد

- نقطه ذوب/ دامنه ذوب

- دمای اشتعال

- دمای خود احتراقی

- ویژگی های انفجاری

- ویژگی های اکسیدکنندگی

- فشار بخار

- وزن مولکولی

- وزن مخصوص یا دانسیته

- اسیدیته PH

- قابلیت انحلال

- ضریب تجزا (آب/ان-اکتان)

- پارامترهایی مثل دانسیته بخار، قابلیت امتزاج، نرخ تبخیر و هدایت.

(j) پایداری و واکنش دهنده‌گی

احتمال بروز واکنشهای خطرناک تحت شرایط خاص باید بیان شود. شرایطی که باید از آنها دوری شود هم باید اشاره شوند. شرایطی مثل:

۱. شرایط فیزیکی مثل فشار، دما، نور، شوک، تماس با رطوبت و هوا

۲. مجاورت با سایر مواد شیمیایی مثل اسیدها، بازها، مواد اکسید کننده یا هر ماده خاص دیگری که واکنش های خطرناک ایجاد نماید.

هر جا که محصولات خطرناک رها می شوند، باید احتیاطات لازم اشاره شوند.

(k) اطلاعات سم شناسی

در این قسمت اطلاعات مربوط به اثرات ماده شیمیایی بر بدن و راه های ورود آن به بدن اطلاع رسانی می شود. باید به اثرات حاد، مزمن، فوری و تاخیری اشاره شود. عوامل تشدید کننده اثرات ماده شیمیایی در بدن هم باید بیان شوند. مواردی مثل مصرف سیگار، داروها و الکل.

(l) اطلاعات اکولوژیک

مهمترین مشخصات اثرگذار بر محیط زیست باید شرح داده شوند. اطلاعات دقیق به قوانین ملی و الزامات کشوری وابسته هستند. اطلاعات نوعی که قابل ارایه هستند شامل راه های بالقوه رهایش ماده به محیط زیست، دوام ماده و تجزیه پذیری آن، قابلیت تجمع زیستی ماده و سمیت آبی ماده است.

(m) ملاحظات دفع

روش های این دفع ماده شیمیایی و بسته های آلوده که ممکن است هنوز حاوی بقایای ماده خطرناک باشند باید ارایه شوند. کارفرما باید بر اساس قوانین ملی در این زمینه عمل نماید.

(n) اطلاعات حمل و نقل

اطلاعات مخصوص اقدامات خاص که کارفرما باید در زمان نقل و انتقال ماده شیمیایی به بیرون از سایت آنها را لحاظ نماید باید شرح داده شوند. معمولاً این اطلاعات خاص در الزامات و استانداردهای ملی شرح داده شده اند.

(o) اطلاعات قانونی

اطلاعات مربوط به علامت گذاری و برچسب گذاری مواد شیمیایی در این قسمت ارائه می شوند.

(p) سایر اطلاعات

سایر اطلاعاتی که ممکن است برای ایمنی و بهداشت افراد در معرض مهم باشد باید در این قسمت ارائه شوند. مواردی مثل توصیه های آموزشی، استفاده های توصیه شده و منع شده، رفرنس ها و منابع داده ها و سایر اطلاعات مشابه. در ادامه فرمت MSDS مربوط به سازمان OSHA ارائه می شود.

جدول ۵-۲: فرمت MSDS مواد شیمیایی بر اساس الگوی OSHA

Section I

Manufacturer's Name	Emergency Telephone Number
Address (Number, Street, City, State, and ZIP Code)	Telephone Number for Information
	Date Prepared
	Signature of Preparer (optional)

Section II - Hazardous Ingredients/Identity Information

Hazardous Components (Specific Chemical Identity; Common Name(s))	OSHA PEL	ACGIH TLV	Other Limits Recommended	% (optional)

Section III - Physical/Chemical Characteristics

Boiling Point		Specific Gravity ($H_2O = 1$)	
Vapor Pressure (mm Hg)		Melting Point	
Vapor Density (AIR = 1)		Evaporation Rate (Butyl Acetate = 1)	
Solubility in Water			
Appearance and Odor			

Section V - Reactivity Data

Stability	Unstable		Conditions to Avoid
	Stable		
Incompatibility (<i>Materials to Avoid</i>)			
Hazardous Decomposition or Byproducts			
Hazardous Polymerization	May Occur		Conditions to Avoid
	Will Not Occur		

Section IV - Fire and Explosion Hazard Data

Flash Point (Method Used)	Flammable Limits	LEL	UEL
Extinguishing Media			
Special Fire Fighting Procedures			
Unusual Fire and Explosion Hazards			

Section VI - Health Hazard Data

Route(s) of Entry:	Inhalation?	Skin?	Ingestion?
Health Hazards (<i>Acute and Chronic</i>)			
Carcinogenicity:	NTP?	IARC Monographs?	OSHA Regulated?
Signs and Symptoms of Exposure			
Medical Conditions Generally Aggravated by Exposure			
Emergency and First Aid Procedures			

Section VII - Precautions for Safe Handling and Use

Steps to Be Taken in Case Material is Released or Spilled
Waste Disposal Method
Precautions to Be taken in Handling and Storing
Other Precautions

Section VIII - Control Measures

Respiratory Protection (<i>Specify Type</i>)		
Ventilation	Local Exhaust	Special
	Mechanical (<i>General</i>)	Other
Protective Gloves		Eye Protection
Other Protective Clothing or Equipment		
Work/Hygienic Practices		

۸-۲ برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی بر اساس الگوی GHS

در سیستم یکسان سازی بین المللی GHS سازمان ملل، برگه اطلاعات ایمنی شیمیایی را Safety Data Sheets (SDS) می نامند. علاوه بر فرمت سازمان OSHA در این قسمت به الگوی GHS برای برگه اطلاعات ایمنی شیمیایی مواد اشاره می شود.

فرمت برگه اطلاعات شیمیایی SDS

- اطلاعات درون برگه اطلاعات شیمیایی باید دارای شانزده عنوان زیر باشد:

۱. شناسایی ماده
۲. شناسایی خطرات ماده
۳. ترکیب و اطلاعات اجزا و عناصر درون ماده شیمیایی
۴. کمک های اولیه
۵. اقدامات لازم برای خاموش کردن آتش سوزی ماده
۶. اقدامات کنترل رهایش ماده
۷. جابجایی و انبارش ماده شیمیایی
۸. کنترل مواجهاات/ حفاظت فردی
۹. مشخصات فیزیکی و شیمیایی ماده شیمیایی

۱۰. ثبات و واکنش دهی ماده شیمیایی
۱۱. اطلاعات سم شناسی
۱۲. اطلاعات زیست محیطی
۱۳. ملاحظات دفع ماده شیمیایی
۱۴. اطلاعات مربوط به حمل و نقل ماده شیمیایی
۱۵. اطلاعات قانونی
۱۶. سایر اطلاعات

۱. شناسایی ماده

شناسایی ماده یا مخلوط مواد درون آن به همراه نام تامین کننده، استفاده های توصیه شده و جزییات تماس با تامین کننده از جمله یک شماره تماس اضطراری فراهم شود.

۲. شناسایی خطرات

در این قسمت از برگه اطلاعات شیمیایی خطرات ماده یا ترکیب شیمیایی به همراه اطلاعات هشدار مناسب ارائه می شوند. در این بخش باید طبقه بندی ماده، برچسب های مربوطه و سایر اطلاعات مرتبط با خطرات ماده درج شوند.

۳. ترکیب ماده / اطلاعات اجزای ماده

در این بخش اطلاعات مربوط به عناصر و ترکیبات مواد درون ماده اصلی آورده می شود. مواردی مثل ناخالصی ها و مواد افزودنی باید در این قسمت اشاره شوند. اگر ماده ای خالص است باید اسامی معمول ماده، شماره CAS و سایر مشخصات ماده نوشته می شود و اگر ماده ترکیبی است و مخلوط است با لحاظ کردن اسرار تجاری درصد مواد بصورت جرمی یا حجمی باید بیان شود.

۴. اقدامات مربوط به کمک های اولیه

در این قسمت اقدامات ابتدایی در موارد مواجهه با ماده شیمیایی فهرست می شود. مواردی که باید اشاره شوند عبارتند از شرح اقداماتی که لازم که اجرا شوند، مهمترین علائم، اثرات و نشانه های حاد و تاخیری مواجهه و مشخص کردن اقدامات پزشکی یا درمان های اورژانسی در صورت لزوم.

۵. اقدامات آتش نشانی

این بخش الزامات مربوط به نحوه ایمن خاموش کردن آتش ناشی از ماده شیمیایی را شرح می دهد. حداقل اطلاعاتی که باید در این بخش وارد شوند عبارتند از: ماده اطفایی مناسب، خطرات خاص حین اطفای حریق و اقدامات و تجهیزات حفاظتی برای آتش نشانان.

۶. اقدامات لازم در موارد رهائش ماده شیمیایی

در این بخش اقدامات توصیه شده برای مقابله با نشت، پخش یا رهائش ماده شیمیایی آورده می شود تا در صورت بروز چنین حوادثی، خطرات مرتبط به نحو مناسب کنترل شوند. البته باید بین اقدامات لازم در نشت های بزرگ و کوچک که ممکن است متفاوت باشند تمایز قایل شد. حداقل اطلاعاتی که باید در این قسمت فهرست شوند عبارتند از: احتیاطات فردی، تجهیزات حفاظت فردی و روش های اجرایی اضطراری، احتیاطات زیست محیطی و روش ها و مواد مناسب برای محصور سازی و پاکسازی آلودگی های شیمیایی.

۷. جابجایی و انبارش

این بخش اطلاعات لازم برای انبارش و حمل و نقل ایمن ماده شیمیایی را فراهم می آورد. احتیاطات لازم برای جابجایی ایمن، شرایط مناسب برای انبارش ایمن از جمله فهرست مواد ناسازگار از جمله حداقل اطلاعاتی هستند که باید در این بخش ارائه شوند.

۸. کنترل مواجهات / حفاظت فردی

برای کنترل مواجهه افراد با ماده باید اطلاعات ضروری جهت کنترل مواجهه ارائه شوند. پارامترهای کنترلی، اقدامات مناسب مهندسی برای کنترل مواجهات، اقدامات حفاظت فردی مثل وسایل حفاظت فردی در این قسمت شرح داده می شوند.

۹. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی

در این قسمت اطلاعات مرتبط با خواص فیزیکی و شیمیایی ماده از قبیل اسیدیته، رنگ، بو، آستانه بویایی، شکل ظاهری، نقطه جوش و ذوب، دمای اشتعال، نرخ تبخیر، حدود اشتعال، فشار بخار، دانسیته بخار، دانسیته نسبی، قابلیت انحلال، ضریب تجزیه، دمای خود احتراقی، محصولات تجزیه

و ویسکوزیته ماده ارایه می شوند.

۱۰. ثبات و واکنش دهی

در این بخش اطلاعات واکنش دهی ماده شیمیایی شرح داده می شود. مشخصات واکنش دهی، ثبات ماده، احتمال واکنش های خطرناک شیمیایی، شرایطی که باید از آن احتراز شود، مواد ناسازگار و محصولات خطرناک تجزیه حداقل اطلاعات ضروری از این دست اند.

۱۱. اطلاعات سم شناسی

بخش اطلاعات سم شناسی ماده حاوی اطلاعاتی درباره سمیت ماده در بدن و اثرات سیستمیک ماده در بدن است. اطلاعاتی درباره مواد زیر باید در این بخش ارایه شوند: راه های احتمالی مواجهه و ورود ماده به بدن، علایم مرتبط به مشخصه های سم شناسی ماده، اثرات تاخیری و فوری ماده شیمیایی و نیز اثرات مزمن مواجهه با ماده، کمیت سمیت ماده، اثرات تعاملی با سایر عوامل از جمله این اطلاعات هستند.

۱۲. اطلاعات زیست محیطی

اطلاعات سمیت ماده در محیط زیست، پایداری ماده در محیط زیست و قابلیت تجزیه، پتانسیل تجمع زیستی، قابلیت حرکت ماده در خاک و سایر اثرات سوء زیست محیطی ماده در این بخش فهرست می شوند.

۱۳. ملاحظات دفع ماده

اطلاعات مناسب در خصوص روش دفع ماده، ظروف مناسب برای نگهداری و دفع ماده در این قسمت ارایه می شوند.

۱۴. اطلاعات حمل و نقل

حداقل اطلاعات لازم برای حمل و نقل ماده از طریق ریلی، جاده، دریا و هوایی در این قسمت ارایه می شود. عدد UN ماده، نام ماده شیمیایی، کلاس خطرات حمل و نقل ماده، گروه بسته بندی مواد شیمیایی و خطرات محیطی در این بخش آورده می شوند.

۱۵. اطلاعات قانونی

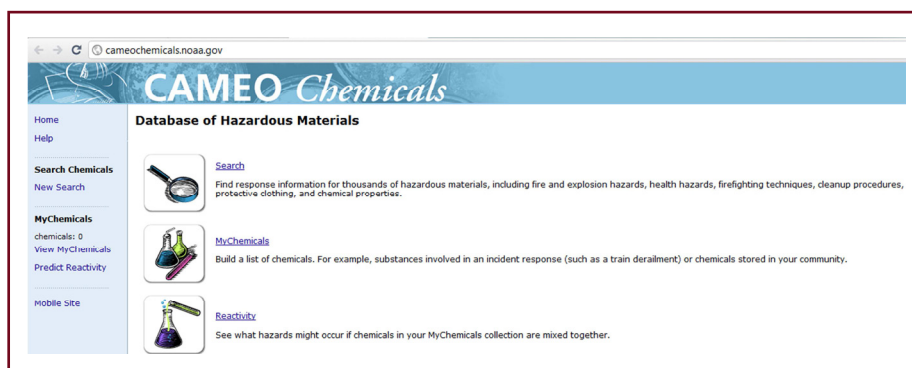
اگر برای ماده، قوانین و مقررات ملی و بین المللی خاصی وجود داشته باشد در این قسمت شرح داده می شود.

۱۶. سایر اطلاعات

سایر اطلاعات می تواند شامل تاریخ تهیه اطلاعات برگه اطلاعات شیمیایی، شرح لغات و اختصارات، رفرنس های علمی و ... باشد.

۲-۹ کسب اطلاعات از فضای مجازی

امروزه با توجه به گسترش و دستیابی روزافزون به وب، دریافت اطلاعات از مراکز اطلاعاتی و پایگاه های داده ها یکی از معمولترین روش های دریافت اطلاعات درباره مواد شیمیایی است. از بین منابع اطلاعاتی، شاید بتوان گفت که سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)، یکی از بهترین منابع اطلاعات مواد شیمیایی باشد. این سازمان با تهیه نرم افزار CAMEO Chemical نقش مهمی در انتشار اطلاعات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی مواد شیمیایی ایفا می کند. نمای از این صفحه در شکل ۲-۱ نمایش داده شده است. در مواردی که کارشناسان بهداشت حرفه ای به یک MSDS کامل و یا قابل اعتماد دسترسی نداشته باشند می توانند هم بصورت آنلاین و هم بصورت آفلاین اطلاعات لازم را از این پایگاه دریافت نمایند.



شکل ۲-۱: نمای صفحه اصلی نرم افزار CAMEO CHEMICAL

همانطور که از شکل مشخص است این نرم افزار و پایگاه آنلاین قادر است در سه بخش اطلاعات لازم را ارایه نماید. بخش اول (Search)، امکان جستجو در بین مواد شیمیایی مختلف موجود را فراهم می آورد. بخش My Chemical برای ذخیره کردن مواد مورد علاقه کاربر در یک صفحه جداگانه است و در نهایت قسمت سوم هم واکنش مواد شیمیایی با هم را برای کاربرها سیموله می نماید. شکل ۲-۲ تصویر صفحه جستجو برای ماده فسژن را نشان داده و شکل ۳-۲ هم اطلاعات ارایه شده را نمایش می دهد. این نرم افزار امکانات تقریباً کاملی را برای کاربران عادی و کارشناسان ایمنی، بهداشت و محیط زیست فراهم می آورد.

The screenshot displays the CAMEO Chemicals search interface. The search term 'phosgen' has yielded 8 results. The first two results are detailed:

- PHOSGENE**: A colorless gas or very low-boiling, volatile liquid (b.p. 8.3°C, 48°F) with an odor of new-mown ...
 DOT Hazard Label: Poison Gas, Corrosive AEGL-3 (60 min): See datasheet
 CAS Number: 75-44-5
 UN/NA Number: 1076
 This chemical is also known as:
 • PHOSGENE
 • PHOSGEN
- PHOSGENE OXIME**: Colorless liquid, odorless to fruity.
 DOT Hazard Label: Poison AEGL-3 (60 min): 13 mg/m3
 CAS Number: 1794-86-1
 UN/NA Number: 2811
 This chemical is also known as:
 • PHOSGENE OXIME

At the bottom, a section for **UN/NA 1076** is partially visible, listing Response Guide 125: Gases - Corrosive and Hazard Class: 2.3 - Poisonous gas.

شکل ۲-۲: جستجو برای اطلاعات فسژن

CAMEO Chemicals

Home | Help

Search Chemicals
New Search
Modify Search
Search Results

MyChemicals
chemicals: 0
View MyChemicals
Predict Reactivity

Mobile Site

Chemical Datasheet [Add to MyChemicals](#) [Print Friendly Page](#)

PHOSGENE

[Chemical Identifiers](#) | [Hazards](#) | [Response Recommendations](#) | [Physical Properties](#) | [Regulatory Information](#) | [Alternate Chemical Names](#)

Chemical Identifiers
[What is this information?](#)

CAS Number: 75-44-5
UN/NA Number: 1075
DOT Hazard Label: Poison Gas Corrosive
CHRIS Code: PHG

NFPA 704

Diamond	Hazard	Value	Description
	Health	4	Can be lethal.
	Flammability	0	Will not burn under typical fire conditions.
	Instability	1	Normally stable but can become unstable at elevated temperatures and pressures.
	Special		

(NFPA, 2010)

General Description
A colorless gas or very low-boiling, volatile liquid (b.p. 8.3°C, 48°F) with an odor of new-mown hay or green corn. Extremely toxic. Warning properties of the gas inhaled are slight, death may occur within 36 hours (Lewis, 3rd ed., 1993, p. 1027). Prolonged exposure of the containers to intense heat may result in their violent rupturing and rocketing.
Rate of onset: Immediate & Delayed (1 toxic)

شکل ۲-۳: اطلاعات ارائه شده برای فسژن

لازم به ذکر است که در محیط این نرم افزار لینک های ارتباطی زیادی وجود دارد که کاربران می توانند با کلیک بر روی این لینک ها به سایر منابع موجود مرتبط دسترسی داشته باشند. برای مثال همانطور که در شکل ۳ مشخص است لینکی برای کد CHRIS فراهم شده است (Chemical Hazards Response Information System) که اطلاعات موجود در این پایگاه داده را برای فسژن به کاربر ارائه می دهد.

۳- اقدامات کنترلی کار با مواد شیمیایی

۳-۱ اصول کلی

- هر شرکتی که با مواد شیمیایی سروکار دارد باید از ایمنی کار با مواد شیمیایی و تعیین معیارهای عملیاتی برای کار با مواد شیمیایی حصول اطمینان نماید.
- پس از شناسایی مواد شیمیایی موجود در محیط کار، کسب اطلاعات لازم درباره خطرات آنها و انجام ارزیابی های ریسک، شرکت باید اقداماتی را جهت محدود سازی مواجهه کارگران با مواد شیمیایی انجام دهد تا کارگران را در برابر خطرات مواد شیمیایی حفاظت کرد. اقدامات انجام شده باید ریسک مواجهه با مواد شیمیایی را حذف یا کم کند، ترجیحاً از طریق استفاده از مواد غیر خطرناک یا مواد با خطرات کمتر؛ اما هرگاه نتوان ریسک را از این طریق

کاست باید با استفاده از کنترل های مهندسی خطرات را کنترل کرد. سایر اقدامات از جمله سیستم های کاری ایمن، تجهیزات حفاظت فردی و آموزش هم می تواند باقی مانده ریسک ها را کمتر نماید.

۳. برای فعالیت های جدیدی که دربردارنده کار با مواد شیمیایی هستند، خطرات باید در مراحل ابتدایی کار شناسایی و ریسک های آنها ارزیابی شود.

۴. هدف ارزیابی ها ایجاد شرایطی برای تصمیم گیری در خصوص اعتبار اقدامات حذف کننده یا کاهش دهنده مواد شیمیایی است. کارفرما باید ثابت کند که همه جنبه های استفاده از مواد شیمیایی در ارزیابی ها لحاظ شده اند. هرگاه کارفرما ریسک هایی را شناسایی کرد که نیازمند حذف یا کاهش هستند، این اقدامات باید هر چه زودتر و بر اساس بهترین اقدامات موجود اجرا شوند. کارفرما باید برنامه های اجرایی برای اقدامات کنترل ریسک تهیه کند. در این برنامه ها زمانبندی اجرایی باید مشخص شده باشد.

۵. برای فعالیت های پیچیده مثل ساخت مواد شیمیایی، خطرات فرایندها را باید با شکستن فرایند به عناصر کوچکتر شناسایی و ارزیابی کرد.

۶. مواد شیمیایی ممکن است در کمیت هایی استفاده شوند که نه تنها سبب تهدید کارگران شده بلکه جمعیت اطراف محیط کارخانه را هم تهدید نمایند. استفاده از این مواد باید تحت کنترل های دقیق و قانونی قرار گیرد.

۳-۲ روشهای ارزیابی

۱. ارزیابی ریسک مواد شیمیایی باید توسط کارفرما یا توسط افرادی از طرف وی با داشتن اطلاعات کافی از مواد شیمیایی، دستورالعمل ها و آموزش ها و صلاحیت های لازم انجام شود. این کار شامل:

a) ارزیابی ریسک ها: این کار شامل لحاظ کردن نوع ماده شیمیایی مورد استفاده و ماهیت خطرات آن است. یعنی آیا مواد شیمیایی دارای یک یا چند خطر زیر می باشند:

۱. ایجاد بیماری های مزمن یا حاد بهداشتی از طریق ورود به بدن از طریق تنفس، جذب پوستی یا بلع

۲. آسیب یا بیماری ناشی از تماس پوستی یا چشمی

۳. آسیب از آتش، انفجار یا سایر رویدادهای ناشی از ویژگی های فیزیکی یا واکنش دهی شیمیایی

(b) ارزیابی اقدامات کنترلی: یک برآورد ریسک و اینکه آیا می توان آنرا حذف کرد یا خیر باید با لحاظ کردن کنترل های مهندسی موجود و سیستم های کار انجام شود. این برآوردها باید خطرات و کنترل های طرح شده را پوشش دهند. در ارزیابی خطرات بهداشتی، باید حدود مواجهه و سایر معیارهای مواجهه در نظر گرفته شوند. تجهیزات حفاظت فردی فقط باید زمانی در نظر گرفته شوند که سایر کنترل ها جوابگو نباشند.

(c) برنامه اجرایی: ریسک برآورد شده باید با معیارهای پذیرفته شده مقایسه شده و برای ریسک هایی که بالاتر از معیارهای پذیرفته شده هستند برنامه های اجرایی تعریف شود.

۲. ارزیابی ریسک مواد شیمیایی باید موارد زیر را در نظر بگیرد:

- (a) کمیت مواد شیمیایی موجود در محیط کار
 - (b) شرایط عملیاتی و فرایندی موجود در محیط کار
 - (c) محدوده استفاده از مواد شیمیایی که مسئولیت آن با کارفرما است که شامل تولید، کار و استفاده، انبار، حمل و نقل و دفع مواد شیمیایی است.
 - (d) تنوع کارهایی که در مشاغل انجام می شوند، بویژه آنهایی که کنترل های مهندسی برای آنها در دسترس نیست مثلاً طی فعالیت های تعمیرات نگهداری، توقف و فعالیت های نظافت و پاکسازی
 - (e) ماهیت مواد شیمیایی و اینکه آیا خطرات مرتبط با مواد شیمیایی در اثر استفاده و فراوری افزایش می یابند یا خیر. مثلاً در فشار یا دمای بالا
 - (f) پیامدها و احتمال خطای احتمالی یا توالی فیلرهای سیستم های کنترلی فراهم شده
- a. در صورت لزوم باید نمونه برداری از هوا انجام شود. این کار ممکن است بعنوان پایش اثربخشی سیستم های کنترلی موجود استفاده شود. انجام نمونه برداری ها بویژه برای فعالیت های پیچیده و مواد شیمیایی که برای آنها حدود مواجهه تعریف شده است مناسب است.

۳-۳ بازنگری ارزیابی ها

۱. هرگاه که بنظر برسد که ارزیابی ها دیگر معتبر نیستند یا اینکه تغییرات عمده در کار انجام شده باشد باید این ارزیابی ها بازنگری شوند.

۲. ارزیابی ها ممکن است بدلائل زیر دیگر معتبر به نظر نرسند:

(a) نتایج بررسی های کامل و تست های مهندسی

- (b) حادثه ای که منجر به انفجار یا آتش سوزی شده باشد.
- (c) نتایج پایش های مواجهات در محیط های کار، نتایج معاینات پزشکی یا موارد بروز بیماری های شغلی
- (d) دریافت اطلاعات جدید در مورد خطرات بهداشتی، ریسک های آتش سوزی یا انفجار
۳. یک تغییر عمده در محیط کار ممکن است شامل موارد زیر باشد:
- (a) تغییر در مواد مورد استفاده یا منبع تامین کننده آنها
- (b) تغییر در کارخانه از جمله تغییر در کنترل های مهندسی
- (c) تغییر در متدهای فرایندی انجام کارها
- (d) تغییر در حجم یا آهنگ تولید

۳-۴ حذف خطرات

۱. کارفرما باید طی ارزیابی ریسک ملاحظات حذف ریسک مواد خطرناک از طرق زیر را در نظر بگیرد:
- a. توقف استفاده از ماده شیمیایی
- b. جایگزین کردن مواد شیمیایی خطرناک با مواد کم خطرتر یا مواد مشابه با شکل کم خطرتر.
- c. استفاده از فرایندهای جایگزین
- d. هرگاه که استفاده از ماده شیمیایی خطرناک اجتناب ناپذیر باشد، روش های کنترلی طرح شده باید دنبال شوند.

۳-۵ روش های کنترل برای مواد خطرناک

۱. کارگران باید در برابر ریسک آسیب های ناشی از مواد شیمیایی خطرناک حفاظت شوند.
- کارگران نباید در معرض مواد شیمیایی قرار گیرند بویژه در مقادیری بیش از حدود مجاز تعیین شده یا سایر معیارهای تعیین شده.
۲. اقدامات کنترلی باید برای حفاظت کارگران با ترکیب موارد زیر لحاظ شوند:

(a) طراحی و تاسیسات مناسب

- فرایندها و سیستم های انتقال کاملاً محصور
- جداسازی فرایندهای خطرناک از اپراتورها یا سایر فرایندها
- فرایندهای تولید یا سیستم های کاری که تولید مواد خطرناک را به حداقل رسانده، مواد خطرناک، فیوم ها، غبارات و ... را به حداقل رسانده و منطقه رها سازی مواد خطرناک را کم و محدود نگه می دارند.
- محصور سازی مجهز به سیستم های تهویه موضعی
- سیستم های تهویه موضعی
- سیستم های تهویه عمومی کافی

(b) اقدامات و سیستم های کاری

۱. کاهش تعداد کارگران در معرض و مسدود سازی دسترسی های غیر ضروری
۲. کاهش در مدت مواجهه کارگران
۳. پاکسازی متناوب و مکرر دیوارها، سطوح و...
۴. استفاده و نگهداری مناسب کنترل های مهندسی
۵. تامین روش های ایمن انبارش و دفع مواد شیمیایی خطرناک

(c) حفاظت فردی

۱. هر جا که اقدامات فوق الذکر کافی نبود، تجهیزات حفاظت فردی مناسب باید فراهم شوند تا زمانی که ریسک حذف شده یا تا حد غیر قابل آسیب رسان کاهش پیدا نماید.
۲. رعایت ممنوعیت خوردن و آشامیدن، آدامس جویدن و سیگار کشیدن در محیط های آلوده الزامی است.
۳. تامین تاسیسات کافی برای شستشو، تعویض و نگهداری لباس ها باید توسط کارفرما انجام شود.
۴. باید در مکان های آلوده علایم و تابلوهای راهنما و هشدار نصب شود.
۵. باید امکانات لازم برای مقابله با شرایط اضطراری احتمالی فراهم شده باشد.
۶. اقدامات کنترلی برای مواد شیمیایی قابل اشتعال، به شکل خطرناک واکنش دهنده و منفجره

۳-۶ اقدامات کنترلی برای انبارش مواد خطرناک

۱. مواد شیمیایی خطرناک باید تحت شرایط خاص متناسب با ویژگی های ذاتی خطرات آنها و مطابق با الزامات نگهداری شوند. مواد شیمیایی با خواص نوعی و مشخصات زیر بیشتر مطرح هستند:

(a) مایعات قابل اشتعال

(b) گازهای قابل اشتعال

(c) مواد شیمیایی سمی

(d) مواد شیمیایی خورنده

(e) مواد شیمیایی رها کننده گازها و فیوم های سمی در آتش

(f) موادی که در تماس با آب گازهای قابل اشتعال آزاد می کنند.

(g) مواد شیمیایی اکسید کننده

(h) مواد منفجره

(i) مواد ناپایدار

(j) جامدات قابل اشتعال

(k) گازهای تحت فشار

۲. مواد شیمیایی با خطرات سرطانزایی، جهش زایی یا تراتوژنیک باید تحت شرایط کنترلی سخت و دقیق نگهداری شوند.

۳. استاندارد، مقررات و راهنماهای زیادی برای انبارش مواد شیمیایی خاص در حجم های بالا یا در کانتینرهای کوچک وجود دارد. هنگامی که مخازن و ظروف کوچکتر (مثل بشکه، سیلندر، کیسه و...) استفاده می شوند، ممکن است اختلاط داخلی درون آنها رخ دهد. ریسک اصلی در این حالت آتش سوزی و آزاد شدن محصولات ناشی از سوختن یا خود مواد اصلی است. با در نظر داشتن این نکات، اقدامات کنترلی برای تامین حفاظت باید ترکیبی از موارد زیر را شامل شود:

(a) سازگاری و جداسازی مواد شیمیایی ذخیره شده. مواد شیمیایی که با هم واکنش داده و محصولات ناپایدار یا آزار دهنده تولید کرده یا تولید گرما می کنند باید از هم جدا نگهداری شوند. بعلت واکنش دهندگی آنها و قابلیت تولید گرما، مواد اکسید کننده باید جدا از مایعات قابل اشتعال یا سایر مواد قابل اشتعال نگهداری شوند.

(b) محدودیت در مورد کمیت مواد شیمیایی ذخیره شده. این مورد برای موادی بکار می رود

که ویژگی های خاصی دارند. این اقدام برای کاستن از پیامدهای احتمالی طی شرایط اضطراری استفاده دارد.

(c) امنیت کافی و دسترسی تحت کنترل به مناطق انبارش مواد شیمیایی. منابع احتراقی بالقوه باید ممنوعیت ورود داشته و تحت کنترل اکید باشند.

(d) ایجاد فاصله و سایتینگ مناسب برای مناطق انبارش مواد شیمیایی. به منظور کاهش اثرات احتمالی حوادث، مناطق انبارش مواد شیمیایی باید در مناطقی مجزا از واحدهای فرایندی، ساختمان های مسکونی و مرزهای شرکت ایجاد شوند مگر اینکه کمیت های انبارش بقدری کم باشند که عملاً تهدیدی وجود نداشته باشد.

(e) ساختمان مناسب، ماهیت و یکپارچگی ظروف انبارش

(f) بارگیری و تخلیه ایمن ظروف و مخازن. معیارهای مرتبط به تجهیزات و سیستم های ایمن کاری کار و از جمله آموزش ها در بند f, g و h مورد اشاره قرار گرفته اند.

(g) احتیاط های کافی در برابر رهایش اتفاقی، آتش سوزی، انفجار و واکنش دهی شیمیایی

(h) احتیاط های کافی و روش های اجرایی برای نشت و رهایش مواد شیمیایی

(i) الزامات تهویه، رطوبت و دما. این پارامترها بطور خاص در جاهایی که رطوبت و دما بالا است مهم هستند. الزامات تهویه باید این اطمینان را فراهم نمایند که هیچ تجمعی از گازها و بخارات و فیوم ها در مناطق بسته شکل نمی گیرد.

(j) الزامات برچسب زنی و برچسب زنی مجدد

(k) روش های اجرایی اضطراری

(l) الزامات مرتبط به تغییرات فیزیکی و شیمیایی محتمل در مواد شیمیایی انبار شده (مثلاً حصول اطمینان از منقضی نشدن تاریخ مصرف و...)

(m) استفاده از سیستم های پایش و مانیتورینگ

۳-۷ اقدامات کنترلی برای حمل و نقل مواد شیمیایی

۱. مواد شیمیایی خطرناک باید مطابق با معیارهای مشخص شده توسط قانونگذار حمل و نقل شوند تا از ایمنی لازم برای کارگران و جامعه حصول اطمینان شود.

۲. معیارهای تعیین شده توسط قانونگذار باید با سایر الزامات ملی مثل الزامات وزارت راه و... سازگاری داشته و حداقل موارد زیر را پوشش دهد. این معیارها باید شامل تعیین موارد زیر باشد:

- (a) ویژگی ها و کمیت مواد شیمیایی که قرار است حمل و نقل شوند.
- (b) ماهیت، یکپارچگی و حفاظت بسته ها و ظروف مورد استفاده در حمل و نقل از جمله خطوط لوله
- (c) مشخصات وسیله حمل کننده مواد شیمیایی
- (d) راهی که قرار است حمل مواد شیمیایی از آن مسیر انجام شود.
- (e) آموزش ها و صلاحیت های راننده و کارگران حمل و نقل مواد شیمیایی
- (f) الزامات برچسب زنی
- (g) بارگیری و تخلیه
- (h) روش های اجرایی اضطراری در شرایط حوادثی مثل انفجار و آتش سوزی
۳. معیارهای تدوین شده باید با الزامات بین المللی حمل و نقل همخوانی داشته باشد (مثل کد کالاهای خطرناک دریایی بین المللی و...)
۴. در تعریف معیارهای حمل و نقل مواد شیمیایی باید نه تنها سلامت کارگران را در نظر گرفت بلکه باید حفاظت از کلیه افرادی را که ممکن است در اثر حمل و نقل این مواد اثر بپذیرند در نظر داشت.

۳-۸ اقدامات کنترلی برای دفع مواد شیمیایی

- دفع مواد شیمیایی و ریسک های مرتبط با آن باید در فرایند ارزیابی ریسک لحاظ شده باشند. مواد شیمیایی باید مطابق با الزامات زیست محیطی به گونه ای دفع شوند که ریسکی برای کارگران، جامعه و محیط زیست نداشته باشند. ظروف مواد شیمیایی که خالی شده اند اما ممکن است هنوز حاوی مقداری مواد باقیمانده باشند باید مثل مواد خطرناک در نظر گرفته شوند.
- معیارها و الزاماتی که برای دفع مواد شیمیایی تدوین شده اند باید مطابق و سازگار با الزامات بین المللی بوده و موارد زیر را پوشش دهد:
 - روش شناسایی محصولات ضایعات. محصولات ضایعاتی باید بصورت ضایعات شناسایی شده، تولید کننده آنها و عناصر اصلی ضایعات شیمیایی مشخص باشند. عناصر اصلی باید از طریق تاریخچه محصولات شناسایی شود. در مواردی که درباره درجه خطرات شک وجود دارد، ضایعات باید با بالاترین درجه خطر در نظر گرفته شوند.
 - مدیریت ظروف آلوده. مخازن و ظروف خالی که از مواد خطرناک پاک نشده اند باید بسته شده

و برای دفع یا استفاده مجدد در مکان ایمن نگهداری شده و با آنها مثل ظروف پر رفتار شده و الزامات برچسب زنی و سایر الزامات برای آنها اجرا و رعایت شود.

(c) شناسایی، ساختمان، ماهیت، یکپارچگی و حفاظت مخازن ضایعات شیمیایی. مخازن ضایعات شیمیایی باید طوری طراحی و انتخاب شوند که حفاظت کافی کارگران در برابر خطرات شناسایی شده را فراهم آورند.

(d) اثرات بر محیط کار. تخلیه جریانات، دفع ضایعات حمل و نقل و انتشار دود و مواد شیمیایی به محیط اطراف و اتمسفر باید بگونه ای انجام شود که ریسک های این کارها را به حداقل رسانده یا در صورت امکان حذف نماید. این فعالیت ها باید در انطباق با قوانین و الزامات زیست محیطی انجام شود.

(e) علامت گذاری منطقه دفع. مناطق دفع و انبارش ضایعات باید مجزا از سایر مناطق باشد. فضای کافی باید برای نگهداری مخازن و ظروف ضایعاتی در نظر گرفته شود.

(f) تامین، نگهداری و استفاده از تجهیزات و لباس های حفاظت فردی. تجهیزات حفاظت فردی باید برای مقابله با خطرات شیمیایی در دفع مواد شیمیایی فراهم شود.

(g) روش دفع یا تصفیه. هر جا که تاسیسات آنسایت برای دفع ضایعات بصورت ایمن وجود نداشته باشد، ضایعات خطرناک باید توسط پیمانکاران تخصصی مطابق با الزامات ملی دفع شوند. هنگامی که کارفرمایی ضایعاتی را (مثلا حلال های قابل اشتعال) توسط سوزاندن دفع می کند، این کار باید در محلی تحت کنترل و با داشتن یک سیستم کاری انجام شود.

۳. برنامه های اجرایی

a. هر جا که نتایج ارزیابی های ریسک نشان دهد که کنترل ها کفایت لازم را برای کاهش ریسک تا حدود قابل قبول ندارند، آن ریسک ها باید حذف شوند یا برنامه ای باید برای حذف ریسک ها تهیه شود. در تهیه برنامه های اجرایی، اصول کلی ذکر شده باید در نظر گرفته شوند و توجه کافی به اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش تامین شده توسط کارفرما و سیستم های پایشر داشت.

b. هر کارفرما، پس از مشورت با کارگران و نماینده های آنها باید برنامه هایی را برای حذف یا کنترل ریسک های شناسایی شده در کار با مواد شیمیایی تهیه نماید. برنامه ها باید این اطمینان را فراهم نمایند که ریسک ها حذف شده یا تا حد لازم کاهش داده شده اند. روش ارجح حذف یا جایگزینی مواد با خطرات کمتر است یا اگر نتوان این کارها را انجام داد، استفاده از کنترل های مهندسی گزینه مناسبی است. ممکن است اجرای فوری این برنامه ها مشکل باشد. در این موارد

باید اقداماتی که اجرای راحت تری دارند مثل تهیه وسایل حفاظت فردی انجام شده کارهای اساسی اجرا شوند. برنامه های اجرایی باید مسئولیت ها، منابع لازم و زمان بندی فعالیت ها را مشخص کرده باشند.

۴- نگهداری اقدامات کنترلی مهندسی

۴-۱ اصول کلی

۱. اقدامات کنترلی مهندسی باید بطور کلی در دوره های زمانی مشخص تست و بررسی شوند تا حصول اطمینان شود که عملکرد حفاظتی آنها در برابر مواد شیمیایی خطرناک به قوت خودش باقی است. بازه زمانی و محتوای چنین بررسی هایی باید بر اساس راهنماهای ملی باشد و بعنوان بخشی از اقدامات کنترلی بکار گرفته شوند. در این بررسی ها ریسک از کار افتادن یا خطای تجهیزات کنترلی باید لحاظ شود.
۲. نتایج بررسی های اقدامات کنترلی مهندسی باید با ارزیابی های ریسک و اقدامات کنترلی مهندسی مقایسه شوند. هرگونه خطا و خرابی پیدا شده در بررسی ها و تست ها باید در اسرع وقت برطرف شود.
۳. سوابق بررسی ها و تست های اقدامات کنترلی مهندسی باید نگهداری شوند.

۴-۲ سیستم های تهویه موضعی

۱. بعنوان مثالی از بررسی ها و تست های سیستم های کنترلی، سیستم های تهویه موضعی هم باید با تعیین اطلاعات زیر مورد بررسی های جامع قرار گیرند:
 - (a) نام و آدرس کارفرمای مسئول واحد
 - (b) شناسایی و محل سیستم تهویه موضعی و فرایندی شیمیایی خطرناکی که کنترل می کند.
 - (c) تاریخ و زمان دقیق تست، تولید عادی یا شرایط خاص (مثل حداکثر استفاده)
 - (d) اطلاعات سیستم تهویه موضعی که نشان می دهد:
 ۱. سیستم تهویه موضعی برای کنترل مواد شیمیایی خطرناک استفاده می شود.
 ۲. دستگاه عملکردش را حفظ کرده است.
 ۳. تعمیرات لازم برای بهبود عملکرد سیستم تهویه موضعی
 - (e) روش مورد استفاده برای قضاوت درباره جریان هوا، فشار، لامپ غبار، تست فیلتر و...

۵- سیستم ها و اقدامات کاری در کار با مواد شیمیایی

۵-۱ اصول کلی

۱. برای کار با مواد شیمیایی موجود در محیط کار دستورالعمل ها و روش های اجرایی لازم تهیه شده و اجرا شوند تا کارگران در برابر ریسک های شناسایی شده حفاظت شوند.
۲. دستورالعمل های کار باید برای کار با مواد شیمیایی بعد از اقدامات مهندسی برای حذف و کاهش ریسک استفاده شوند. این دستورالعمل ها جایگزین کنترل های مهندسی نیستند.
۳. دستورالعمل های کاری باید بر اساس بهترین و مناسب ترین گزینه های در دسترس تهیه شوند.
۴. دستورالعمل های کاری باید ساده و شفاف باشند، وظیفه خاصی را شرح دهند و اطلاعات لازم و مفید و در عین حال خلاصه را به کارگر منتقل نمایند.
۵. دستورالعمل های کاری باید مطابق با الزامات قانونی کشور تهیه شوند.
۶. دستورالعمل های کاری باید مکتوب باشند.
۷. دستورالعمل های کاری مکتوب بیشتر برای مشاغلی مطرح می شوند که روش درست اجرای کار دارای اهمیت بالایی هستند مثل تعمیرات نگهداری، تست و آزمودن تجهیزات، انتقال مواد شیمیایی (بارگیری و تخلیه)، شناسایی محتویات ظروف شیمیایی و...
۸. گاهی اوقات ریسک های محتمل یک ماده شیمیایی خطرناک بسیار بالا هستند مثل طی عملیات تعمیراتی که نیازمند ورود به محیط محصور حاوی مواد شیمیایی یا باقیمانده آن باشد. در چنین مواردی، به روش های اجرایی رسمی بصورت پرمیت ورود و پرمیت انجام کار نیاز است.
۹. باید روش اجرایی باید شات داون تجهیزات فرایندی حاوی مواد شیمیایی وجود داشته باشد.

۵-۲ بازنگری سیستم ها و اقدامات کاری

۱. بررسی های مکرر دستورالعمل های کاری و نیز اقدامات کنترلی برای کنترل مواد شیمیایی خطرناک باید اجرا شوند.
۲. بررسی ها باید موارد زیر را پوشش دهد:
 - a) تغییرات در نفرات، مواد، تجهیزات، محل و روش های عملیاتی
 - b) روش های اجرایی که باید در شرایط غیرعادی دنبال شوند.
 - c) کفایت سیستم های نظارت
 - d) صحت اجرای دستورالعمل های کاری

۶- تعیین مشخصات سایت حادثه شیمیایی (Accident site characterization)

۶-۱ مقدمه

تعیین مشخصات سایت یا ارزیابی سایت (Site Assessment)، برای فراهم آوردن اطلاعات از سایت حادثه در خصوص خطرات احتمالی، شدت حادثه و نیز انتخاب درجه حفاظت کارکنان استفاده می شود. معمولاً چنین ارزیابی هایی توسط فرمانده تیم شرایط اضطراری انجام می شود. همچنین می توان از سایر متخصصان بیرونی مثل متخصص جغرافیا، محیط زیست، بهداشت صنعتی، سم شناس، فیزیک بهداشت و... استفاده کرد.

ارزیابی سایت معمولاً در سه فاز انجام می شود:

۱- تعیین مشخصات از بیرون سایت (Offsite characterization) - پیش از ورود به سایت حادثه انجام می شود (کسب اطلاعات از بیرون سایت انجام شده و بررسی ها در محیط پیرامون سایت حادثه انجام می شوند).

۲- بررسی های درون سایت (On site surveys) - طی این مرحله، دسترسی باید به بازرسی افراد محدود شود.

۳- پایش مداوم (Ongoing monitoring) - هنگامی که سایت برای آغاز پاسخ ایمن تشخیص داده شد، این مرحله شروع می شود و اطلاعات دایم را در خصوص شرایط سایت حادثه فراهم می آورد.

باید توجه شود که ارزیابی سایت یک فرایند مداوم است. در هر مرحله ای، اطلاعات باید جمع آوری و بررسی شده و خطرات احتمالی مشخص شوند. از نتایج این بررسی ها می توان در تعیین پلان ها و برنامه های پاسخ در فازهای بعدی استفاده کرد. هرگونه اطلاعاتی که از این ارزیابی ها بدست می آید باید در دسترس کارکنان و اعضای تیم پاسخ قرار گیرند.

۶-۲ تعیین مشخصات سایت حادثه در بیرون از سایت

هدف اصلی ارزیابی های اولیه بیرون از سایت، جمع آوری و ارزیابی اطلاعات، پیش از ورود پرسنل به سایت است بطوریکه کنترل های اولیه جهت حفاظت افراد در برابر خطرات احتمالی سایت حادثه فراهم شود. این ارزیابی های اولیه باید بر شناسایی شرایط شناخته شده یا مشکوک به شرایط تهدید کننده فوری سلامت و حیات (IDLH) یا سایر شرایط تهدید کننده متمرکز باشند.

اطلاعات آفسایت را می توان از دو طریق جمع آوری کرد:

-مصاحبه/جستجوی سوابق

-تحقیقات محیطی

۶-۲-۱ مصاحبه، جستجوی سوابق

قبل از شروع اقدامات پاسخ باید بیشترین اطلاعات را راجع به حادثه جمع آوری کرد. تا حد امکان، اطلاعات زیر را باید بدست آورد:

- محل دقیق بروز حادثه و شرح مشخصات سایت
- مشخص کردن نوع و شرح فعالیت هایی که در سایت حادثه انجام می شود.
- شرایط جوی حاکم و پیش بینی شرایط بعدی (جهت باد، دما، سرعت باد و...)
- راه های دسترسی به سایت
- مشخصات جغرافیایی سایت (توپوگرافی سایت، زبری محیطی و...)
- مشخصات ژئولوژیک سایت
- اطلاعات مربوط به جمعیت سایت (تراکم جمعیت، گروه های آسیب پذیر، مراکز جمعیتی و...)
- مواد خطرناک ایجاد کننده حادثه و تعیین مشخصات آن
- منابع اطلاعاتی که می توان برای جمع آوری این داده ها از آن ها استفاده کرد عبارتند از:
- اطلاعات موجود در خود شرکت، سوابق و مدارک
- فهرست ثبت ورود و خروج کالا به شرکت
- نقشه های سایت
- اطلاعات دریافتی از مراکز محلی (پلیس، آتش نشانی، بیمارستان ها، مراکز بهداشتی و...)
- مشورت با کارکنان، کارمندان و کارفرما
- اطلاعات دریافتی از همسایه ها
- اطلاعات دریافتی از اینترنت (آب و هوا، مشخصات جغرافیایی و...)
- سوابق حوادث قبلی و...

۶-۲-۲ تحقیقات محیطی

در سایت هایی که خطرات، عمدتاً ناشناخته بوده یا نیازی به ورود فوری به سایت نیست، مشاهدات

بصری باید صورت پذیرد و غلظت های اتمسفریک هوای محل اطراف حادثه باید نمونه برداری و آنالیز شوند. در صورت لزوم می توان از آب های سطحی، زیر زمینی یا خاک هم نمونه برداری کرد. این اطلاعات نشاندهنده وضعیت کلی سایت حادثه نیستند و فقط برای کمک به ارزیابی های اولیه استفاده می شوند.

بررسی های محیطی باید شامل اقدامات زیر باشند:

- تهیه یک نقشه اولیه از سایت حادثه (می تواند با دست کشیده شود) با تعیین محل ساختمان ها، تانک ها و مخازن، کانال ها، دایک ها و...

- عکس برداری از سایت و در صورت امکان مقایسه با عکس های قبلی

- توجه به برجسب ها، علایم یا پلاکاردهای روی وسایل نقلیه، مخازن و تانک ها

- توجه به شرایط یا آسیب وارده با مخازن و تانک ها و وسایل نقلیه

- توجه به شاخص های بیولوژیک مثل گیاهان خشک شده، حیوانات مرده یا علف های سایت

- توجه به هرگونه شرایط نامعمول مثل ابرهای بخاری، ابرهای بی رنگ، استخرهای مایعات،

کف های تشکیل شده، یا سایر مواد مشکوک

- توجه به بوهای مشکوک

- پایش هوای محیط سایت برای یافتن مواد و ترکیبات سمی، اتمسفرهای با کمبود اکسیژن،

پرتوهای یونیزان، گازهای قابل اشتعال و هرگونه خطر خاص دیگر شیمیایی

افرادی تیم ارزیابی باید نمونه هایی را از موارد زیر تهیه کنند:

- خاک

- آب های زیر زمینی

- آب آشامیدنی سایت

- مواد پخش شده در سطح سایت

- آب های سطحی

۶-۳ حفاظت افراد وارد شونده به سایت حادثه

اطلاعات جمع آوری شده طی جستجوی سوابق، مصاحبه و بررسی های محیطی برای تامین حفاظت مورد نیاز افراد وارد شونده به سایت استفاده دارد. فرمانده تیم و گروه متخصص او باید کارهای تعیین شده ای که باید انجام شوند را مشخص نماید. برای مثال، اگر هدف بررسی ها

بازرسی شرایط سایت، محتویات مخازن، پایش هوا برای شناسایی مناطق با بیشترین آلودگی و آشنایی بیشتر با لی اوت سایت است، سطح حفاظت ممکن است پایین تر از سطح حفاظت برای باز کردن درب بشکه های شیمیایی باشد. سطح حفاظت B، حداقل سطح حفاظت مورد نیاز توصیه شده برای ورود به سایت های حادثه است تا بررسی های بعدی سطوح حفاظت بعدی را الزام نمایند.

۴-۶ بررسی های درون سایت

هدف از بررسی های درون سایت، تایید و تکمیل اطلاعات گردآوری شده در مرحله بررسی های آفسایت است. پیش از ورود به سایت، ارزیابی های آفسایت باید برای تهیه برنامه ها یا پلن های ایمنی مورد استفاده قرار گیرند تا ایمنی افراد تیم پاسخ به حادثه شیمیایی تضمین شود. برای ارزیابی خطرات باید اولویت ها مشخص شده و اقدامات درون سایت هم بخوبی تعریف و بررسی شوند. به دلیل اینکه اعضای تیم ممکن است وارد یک محیط کاملاً ناشناخته شوند، باید احتیاطات و مراقبت های کامل برای آنها در نظر گرفته شوند.

تشکیل تیم پاسخ وارد شونده به سایت حادثه به نتایج ارزیابی سایت بررسی دارد، اما باید همیشه حداقل چهار نفر به سایت وارد شوند؛ دو نفر کارگر که وارد سایت می شوند و دو نفر حمایت کننده که بیرون می ایستند و به تجهیزات حفاظتی مجهز بوده و در شرایط اضطراری وارد می شوند. (توجه شود که سیستم های مراقبتی مورد استفاده قرار گرفته و پرسنل نباید هرگز تنها کار کنند). به محض ورود تیم پاسخ، اعضای آن باید پایش هوا را برای یافتن IDLH و سایر شرایط تهدید کننده انجام دهند. جدول ۶-۱ برخی مشخصات محیط های IDLH را نشان می دهد.

جدول ۶-۱: برخی شاخص های بصری تشخیص محیط های بالقوه IDLH

- کانتینرهای بزرگ یا تانک های بزرگ که باید ورود به آنها انجام شود.
- محیط های محصور که باید ورود به آنها انجام شود.
- شرایط بالقوه منفجره (بشکه های باد کرده، کف، تولید و رهایش گاز یا اندازه گیری با تجهیزات)
- مواد بی نهایت خطرناک (شامل سیانیدها، فسژن و منابع رادیواکتیو)
- ابرهای بخاری قابل مشاهده
- مناطقی که در آن ها شاخص های بیولوژیک وجود دارند (حیوانات مرده، گیاهان خشک شده و علف های زرد شده)

مشاهده هرگونه معرف شرایط IDLH باید بسیار خطرناک فرض شده و حداکثر ملاحظات احتیاطی برای آن رعایت شود. حتی اگر شرایط IDLH هم محرز نشد، باید احتیاطات مداوم لحاظ شود چون در اثر تغییرات ممکن است هر لحظه چنین شرایطی ایجاد شوند.

۵-۶ تداوم بررسی ها

برای حصول اطمینان از تداوم ایمنی سایت، لازم است که پایش هوا بصورت مداوم انجام شود.

- توجه به نوع مخازن یا سایر سیستم های انبارش:
 - پکینگ های کاغذی یا چوبی
 - تانک های ذخیره روزمینی
 - تانک های زیرزمینی
 - بشکه های پلاستیکی یا فلزی
 - چاله ها و حفرات، دایک ها، استخرها و...
- توجه به شرایط مخازن و سیستم های نگهداری پسماندها:
 - سلامت ظروف (بدون آسیب بودن)
 - خوردگی و زنگ زدگی قابل قابل مشاهده
 - نشست
 - باد کردگی
 - انواع کمیت های مواد موج در ظروف
 - برچسب های ظروف و مخازن که نشاندهنده ماهیت خطر درون مخزن هستند.
- توجه به شرایط فیزیکی مواد:
 - گاز، مایع و بخار
 - رنگ و کدورت آن
 - رفتار آن (خوردگی، تشکیل کف، یا بخار شدن و...)
 - شرایط منتج به پاشش یا تماس با ماده
 - باید شناسایی موانع طبیعی باد فراموش نشود:
 - ساختمان ها
 - تپه ها

- تانک ها

باید تلاش شود که راه های احتمالی انتشار مواد سمی تعیین شده و شناسایی شوند:

- هوا

- راه های بیولوژیک مثل حیوانات و زنجیره غذایی

- آب های زیرزمینی

- آب های سطحی

- خاک و...

اگر لازم است باید از متدهای بررسی کننده حس کننده از راه دور زیر سطحی برای تعیین محل

ضایعات دفن شده یا ابزارهای آلوده استفاده کرد:

- رادارهای نفوذ کننده در زمین

- مگنتومتر

- فلزیاب

باید به معرف ها و مشخصه های مواجهه با مواد خطرناک توجه شود مثل:

- ماهی ها، حیوانات و گیاهان مرده

- غبارات یا اسپری های معلق در هوا

- مایعات جمع شده در سطح زمین

- کف ها یا روغن های ریخته شده در سطح زمین

- تولید گاز

- مخازن و ظروف پاره شده

خطرات ایمنی سایت باید بخوبی شناسایی شوند. موارد زیر را باید در شناسایی خطرات ایمنی

سایت های حادثه شیمیایی در نظر داشت:

-شرایط ساختاری سایت

-موانع ورود و خروج به سایت

-موانع طبیعی

-ثبات جغرافیایی سایت

-ثبات مواد انبار شده روی هم

باید تلاش شود که هرگونه ماده خورنده، ناسازگار، قابل اشتعال یا واکنش دهنده در سایت شناسایی

شوند. باید به مشخصات زمین سایت هم توجه داشت. همچنین باید به وجود محرک های پوستی در سایت توجه داشت مثلاً گیاهان محرک.

باید نمونه برداری های لازم از هوا، خروجی های درین ها، خاک (سطحی و زیر سطحی)، حوضچه های مایعات، مخازن، جریانات، آب های زیر زمینی و ... جمع آوری و آنالیز شوند. جدول ۶-۲ راهنمایی است برای نمونه برداری هوا و استفاده از نتایج نمونه برداری ها.

جدول ۶-۲: راهنمای خطرات اتمسفریک

خطر	تجهیزات اندازه گیری	غلظت اندازه گیری شده	اقدام
		$<10\% \text{ LEL}$	- ادامه بررسی
اتمسفر قابل انفجار	اندیکاتور گازهای قابل سوختن	$10\%-25\% \text{ LEL}$	- ادامه پایش در سایت با احتیاط بسیار بالا، خطر انفجار، خروج فوری از محیط
		$> 25\% \text{ LEL}$	
		$< 19.5\%$	-پایش استفاده از SCBA، اقراست گازهای قابل سوختن در اتمسفر با اکسیژن کمتر از ۱۹٫۵ درصد معتبر نیست.
اکسیژن	دستگاه اکسیژن متر	$19.5\% - 25\%$	-ادامه ارزیابی با احتیاط -پتانسیل خطر آتش. قطع بررسی ها مشاور با متخصص حریق
		$> 25\%$	
		2 mrem/hr	نشاندننده حضور منبع. ادامه ارزیابی ها با احتیاط. مشاوره با متخصص فیزیک بهداشت. انجام پایش کامل.
پرتوها	تجهیزات اندازه گیری پرتوها		حفاظت از خطرات پرتوها. تخلیه سایت. ادامه پایش با مشورت متخصص فیزیک بهداشت.
		$>2\text{mrem/hr}$	
گازها و بخارات آلی و غیرآلی	لوله های رنگ سنجی تجهیزات اندازه گیری خاص مواد شیمیایی شامل هالیدمتر، دکتورهای CO_2 , H_2S , Hg و ... فتیونیزان پرتابل	بسته به ماده شیمیایی	ارجاع به استانداردهای مواجهه
گازها و بخارات آلی	آنالایزر بخارات آلی ۱) عمل کننده رد کروماتوگرافی گاز ۲) عمل کننده در مود ارزیابی	بسته به ماده	مشاوره و ارجاع به استانداردهای مواجهه

۶-۶ مستند سازی اطلاعات (Information Documentation)

مستندسازی مناسب و کنترل مستندات برای حصول اطمینان از ارتباطات و نیز کیفیت داده های جمع آوری شده بسیار حایز اهمیت است. چنین مستنداتی در تصمیم گیری های ایمنی و نیز اقدامات قانونی دارای اهمیت اند. مستندسازی می تواند با ثبت اطلاعات مربوط به فعالیت های سایت، آنالیز نمونه برداری ها و شرایط سایت به چندین راه انجام شود:

- کتابچه های ثبت
 - سوابق و نوشته های داده های فیلد
 - گراف ها
 - عکس ها
 - جداول نمونه برداری
 - تجزیه تحلیل نتایج و...
- وظیفه کنترل مستندات باید به یک فرد خاص در تیم سپرده شود. وظایف این فرد:
- ۱- لیست کردن مستندات مورد استفاده
 - ۲- عدد گذاری هر مدرک (از جمله برچسب های نمونه برداری) با اعداد انحصاری
 - ۳- جمع آوری مستندات مورد نیاز در انتهای هر شیفت
 - ۴- حصول اطمینان از اینکه هر مدرکی سر جای خودش قرار دارد.
 - ۵- پر کردن مدارک در یک فایل مرکزی
 - ۶- مستند سازی فعالیت های انجام شده در سایت
 - ۷- حصول اطمینان از سالم و خوانا ماندن مدارک
- همه افراد تیم پاسخ در صحنه حادثه باید تمام فعالیت هایشان را جهت مستند سازی گزارش دهند. عکسبرداری می تواند بعنوان یک گزینه اصلی در مستندسازی استفاده شود. برای هر عکس انداخته شده، اطلاعات زیر باید در کتابچه مرتبط با عکس ها ثبت شود:
- اسم سایت، تاریخ و زمان گرفتن عکس
 - اسم عکس
 - محل موضوع عکس
 - نشان دادن جهت گرفته شدن عکس
 - اعداد نشان دهنده توالی عکس ها

- دوربین، لنز و نوع فیلم استفاده شده

برچسب های نمونه های عدد دهی شده سریالی یا تگ های آنها باید برعهده فردی باشد که نمونه برداری را انجام داده است. هر برچسبی که گم، خالی شده یا آسیب می بیند هم باید در دفتر ثبت شود. برچسب ها باید خیلی محکم به ظرف نمونه ها چسبانده شده و تگ داشته باشند. اطلاعات باید در تگ های ضد آب با جوهر ضد آب نوشته شوند. اطلاعات مربوط به نمونه ها باید شامل موارد زیر باشد:

- عدد انحصاری لاگ نمونه

- تاریخ و زمان نمونه برداری

- نام فرد یا افراد نمونه گیر

- منبع نمونه (محل و نوع نمونه)

- اقدامات نگهدارنده نمونه

- آنالیز مورد استفاده

- هر اطلاعات مهم دیگری

۶-۷ ارزیابی خطرات

هنگامی که وجود و غلظت مواد شیمیایی خاص مشخص شد، خطرات مرتبط با آن ماده شیمیایی باید تعیین شوند. این کار با ارجاع به منابع رفرنس استاندارد صورت می پذیرد. مثلاً حدود مجاز مواجهه یا حدود قابلیت اشتعال.

انواع حدود مجاز مواجهه ای که استفاده می شوند شامل:

a) TLV- TWA

b) TLV- C

c) TLV- STEL

d) IDLH

e) ERPG

f) AEGL

g) و ...

۶-۸ پایش

به دلیل اینکه فعالیت های سایت و نیز شرایط جوی بصورت مکرر تغییر می کند، باید پس از انجام ارزیابی های سایت، یک ارزیابی و پایش مداوم هم انجام شود. پایش مداوم خطرات استنشاقی باید بصورت ترکیبی از تجهیزات نمونه برداری ثابت، تجهیزات پایش فردی و ارزیابی دوره ای با وسایل قرائت مستقیم انجام شود. داده های جمع آوری شده حین بررسی های آفسایت و آنسایت می تواند برای پایش شرایط محیطی طی پاکسازی محیط مورد استفاده قرار گیرند. در صورت لزوم، راه های مواجهه غیر از استنشاق هم باید بررسی شوند. برای مثال نمونه برداری از سطح پوست یا تجهیزات حفاظتی بسته به ویژگی های فیزیکی و سمیت ماده شیمیایی ممکن است نیاز شود که مواجهات محیطی جامعه هم بررسی شود.

پایش ها ممکن است ارزیابی مداوم تغییرات را هم بصورت زیر شامل شود:

- ۱- تغییرات فصلی
- ۲- تغییرات در کارهایی که در سطح سایت انجام می شوند.
- ۳- شروع یک فاز جدید مثل شروع نمونه برداری از بشکه ها
- ۴- تغییرات در شرایط محیطی آلاینده

۷- کنترل سایت حادثه شیمیایی

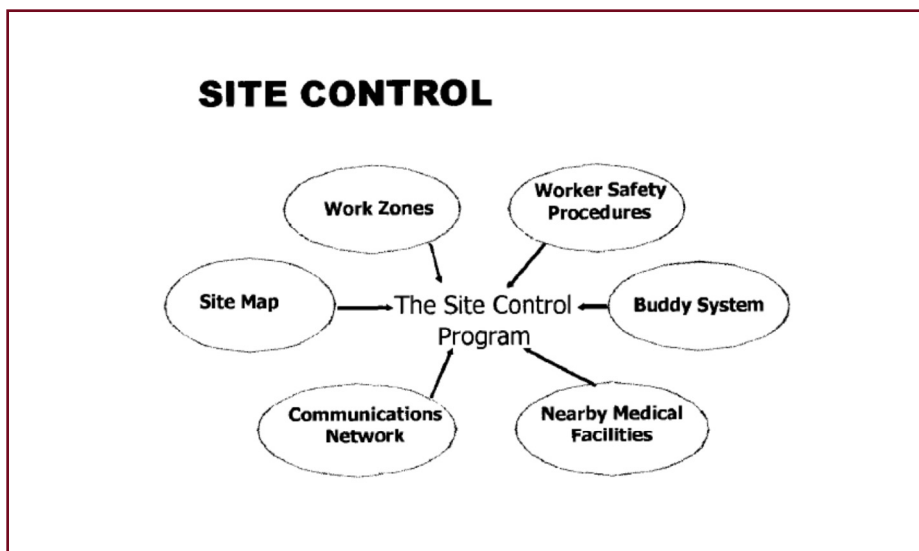
۷-۱ مقدمه ای بر پاسخ به حوادث شیمیایی

پس از ارزیابی های اولیه سایت، باید حادثه تحت کنترل در آید. هدف کنترل سایت به حداقل رساندن پتانسیل آلودگی کارگران، حفاظت جامعه در برابر مواد شیمیایی و خطرات فیزیکی، تسهیل اجرای اقدامات و پیشگیری از هرج و مرج است. شکل ۷-۱ اقدامات کنترل سایت را نشان می دهد.

چندین روش برای کاهش میزان مواجهه کارگران و جامعه در برابر خطرات فیزیکی و شیمیایی وجود دارد:

- جمع کردن نقشه های سایت
- آماده سازی سایت
- تعیین مناطق کاری
- اجرای سیستم مراقبتی دوستانه

- راه اندازی و اجرای فرایند آلودگی زدایی
- انجام اقدامات امنیتی سایت
- تعیین شبکه ارتباطی
- اجرا و الزام اقدامات ایمن کاری



شکل ۷-۱: اقدامات کنترل سایت

محدوده و میزان کنترل سایت ضروری بستگی دارد به نتایج ارزیابی های اولیه، اندازه سایت، مشخصات سایت و محیط اطراف سایت. مدیریت مناسب سایت، برنامه های کنترل سایت را در فاز طراحی لحاظ می کند.

۷-۲ نقشه سایت

بعنوان یک ضرورت در مدیریت شرایط اضطراری، باید یک نقشه سایت در شرایط اضطراری تهیه شود. حتما نیازی به داشتن نقشه های زیبا نیست و یک نقشه دستی هم کفایت دارد. یک نقشه سایت نشان دهنده ویژگی های توپوگرافیک، جهت بادهای غالب، درین های سایت (زهکشی و کانال ها) و محل ساختمان ها، مخازن، آبگیرها، پیت ها و استخرها و تانک ها می تواند برای

موارد زیر مفید باشد:

- فعالیت های طرح ریزی برای عملیات جاری و آتی
- تعیین پرسنل برای کارهای مختلف
- تعیین راه های دسترسی و خروجی، مسیرهای تخلیه اضطراری و مناطق مشکل ساز
- شناسایی مناطقی از سایت که ممکن است به تجهیزات حفاظتی خاصی نیاز داشته باشند.
- تامین محل لازم برای تعیین جلسات ایمنی
- بطور معمول، کارشناس یا مهندس ایمنی باید نقشه را پیش از ورود اعضای تیم پاسخ به سایت تهیه کرده و در طی دوره پاسخ با بروز شرایط زیر نقشه را به روز نماید:
- بروز حوادث
- تغییر در فعالیت ها
- مشخص شدن خطراتی که قبلاً شناسایی نشده بودند.
- مواد جدید وارد شده به سایت
- خرابکاری
- تغییر شرایط جوی
- استفاده از روی هم قرار دادن نقشه ها می تواند در این حالت مفید بوده و نیاز نباشد که نقشه های قبلی تغییر نمایند. گهگاه در نقشه ها، گذاشتن علائم و مشخص کردن مسیرها می تواند گیج کننده باشد. باید همواره به نظم در نقشه ها توجه داشت.

۷-۳ آماده سازی سایت

یکی از مهمترین فعالیت های زمان بر در آمادگی سایت، پاکسازی و حذف خطرات فیزیکی جهت حصول اطمینان از ایمنی افراد تیم پاسخ است. آماده سازی سایت، باید بر اساس نیازهای پلن های کاری انجام شود. گاهی اوقات آماده سازی سایت خطرناک تر از خود فعالیت های کنترلی است. این موضوع بخاطر پتانسیل بالای مواجهه با انواع خطرات در سایت های حادثه است.

۷-۳-۱ اقدامات آماده سازی سایت

- از جمله کارهایی که طی آماده سازی سایت انجام می شود می توان به موارد زیر اشاره کرد:
- ساخت جاده برای فراهم آوردن دسترسی و بستر سازی برای حمل و نقل تجهیزات سنگین

- مدیریت جریان ترافیک جهت تسهیل فعالیت ها
- حذف خطرات فیزیکی از مناطق کاری (جدول ۷-۲)
- نصب نوارهای ضد سر خوردن در سطوح لیز
- ساخت عرشه های بارگیری.
- نصب سیستم های روشنایی ۱۲ ولت
- ارت کردن تجهیزات برقی بدون حفاظت لازم
- و...

جدول ۷-۲: روش های حذف خطرات فیزیکی

- کابل های زیر زمینی یا کابل های در معرض، کابل ها و سیم های در ارتفاع پایین که ممکن است به تجهیزات کاری گیر کنند.
- لبه های تیز و برنده یا لبه های بیرون زده مثل شیشه ها، فلزات تیز و... که می توانند سبب پارگی لباس ها و تجهیزات یا پنچری ماشین آلات شوند.
- نخاله ها، حفرات، پله ها یا کف های شل شده، سطوح لغزنده، نرده های نایمن، و اجسام بیرون زده که بتوانند سبب سقوط یا زمین خوردن افراد شوند.
- منابع احتراقی در مناطق خطرناک
- اجسام نامحکم و لق مثل آجرها و شیشه ها که بتوانند بر سر افراد سقوط کنند.
- اشغال ها و نخاله ها و موانعی که در دید صحیح افراد تیم ایجاد مشکل کنند.

۷-۴ مناطق سایت کاری

جهت کاهش گسترش اتفاقی مواد خطرناک توسط کارگران از منبع آلودگی به مناطق تمییز، مناطق مشخص شده ای باید در سایت حادثه ایجاد شوند که در آنها فعالیت های متفاوتی صورت می پذیرد و نیز کنترل جریان پرسنل و تجهیزات در آنها انجام می شود. ایجاد مناطق کاری به حصول اطمینان از ایمنی و حفاظت افراد در برابر خطرات موجود در هر منطقه کاری کمک کرده، محیط کار را محصور و محدود نموده و کمک می کند که در شرایط اضطراری عملیات تخلیه اضطراری بهتر انجام شود. الزام نظم و انضباط و هاوزکیپینگ در هر منطقه کاری به ایمن تر نگه داشتن آن منطقه کمک می کند. هاوزکیپینگ اگرچه کاری ساده به نظر می رسد اما دارای اهمیت فوق العاده ای است. فرماندهان و سرپرستان باید استرس و تاکید ویژه ای بر این امر داشته باشند.

سایت های حادثه مواد خطرناک معمولا به سه ناحیه کاری تقسیم بندی می شوند.

۱- منطقه ممنوعه یا منطقه داغ (Exclusion or Hot Zone) - منطقه آلوده

۲- منطقه کاهش آلودگی یا منطقه گرم - منطقه ای که عملیات آلودگی زدایی و فراهم سازی تجهیزات در آن انجام می شود.

۳- منطقه حمایت یا منطقه سرد- منطقه غیر آلوده ای که کارگران در آنجا نباید با مواد خطرناک مواجهه داشته باشند.

تعیین و مرز بندی این سه منطقه باید بر اساس نتایج نمونه برداری و پایش هوا و نیز بررسی راه های بالقوه فرار و میزان انتشار آلودگی در موارد رهايش آلودگی انجام شود. حرکت و انتقال پرسنل و تجهیزات باید محدود به این مناطق شده و این انتقالات هم باید فقط از طریق نقاط کنترل دسترسی انجام شود تا انتشار آلودگی به مناطق غیر آلوده صورت نپذیرد (مناطق باید باید بقدر کافی بزرگ در نظر گرفته شوند تا کارهایی که قرار است انجام شوند به سهولت انجام شده و از طرفی بقدری بزرگ نباشند که سبب انتشار آلودگی توسط کارگران به سایر نقاط آن سایت شوند).

۷-۴-۱ منطقه داغ (Hot Zone)

منطقه داغ یا منطقه ممنوعه منطقه ای است که حادثه شیمیایی در آنجا رخ داده است. بیشتر فعالیت های کاری در این منطقه انجام می شوند. فعالیت های اصلی که در منطقه داغ انجام می شوند عبارتند از:

۱) تعیین مشخصات سایت مثل تهیه نقشه، عکسبرداری و نمونه برداری از هوا و...

۲) حفر چاه با هدف پایش آلودگی آب های زیرزمینی

۳) فعالیت های پاکسازی مثل جابجایی بشکه ها، مرتب سازی آنها و سایر مواد خطرناک

۴) انجام اقدامات اجرایی برای پاکسازی سایت

۵) فعالیت های اجرای تصفیه خاک یا سوزاندن در سایت

فرمانده یا سرپرست تیم باید مرزهای بیرونی ناحیه داغ را که هات لاین نامیده می شود را بر اساس معیارهای جدول ۷-۳ مشخص نماید. مرزهای بیرونی باید بخوبی توسط خطوط، مخروط ها، نوار خطر یا ... علامت گذاری شده و یا با موانع فیزیکی مثل زنجیر، فنس، راه بند و... محصور شود. در محیط منطقه داغ باید نقاط دسترسی تحت کنترلی ایجاد شوند تا جریان افراد و تجهیزات به درون و بیرون منطقه تحت کنترل بوده و به تایید اجرای درست روش های اجرایی تعیین شده کمک نماید.

بهتر است در صورت امکان چهار نقطه دسترسی به منطقه داغ ایجاد شود. راه های ورود افراد و

تجهیزات به این منطقه باید جدای از هم باشند. داخل خود منطقه داغ هم باید بر اساس میزان آلودگی به مناطق داخلی دیگری تقسیم شود. این کار به قابلیت انعطاف در عملیات، پاکسازی و تخصیص منابع کمک می کند.

الزامات پرسنلی در منطقه ممنوعه ممکن است شامل فرمانده تیم، گروه های اجرایی، و پرسنل تخصصی مثل اپراتورهای ماشین آلات سنگین، تکنسین های نمونه برداری، راننده کامیون، متخصص حفاری و... باشد. تمام پرسنل حاضر در منطقه ممنوعه باید از سطوح حفاظت تعیین شده در پلن های ایمنی استفاده نمایند و هیچ استثنایی در این زمینه وجود ندارد. سطح حفاظت لازم در منطقه ممنوعه بر اساس وظیفه تعیین شده برای افراد ممکن است متفاوت باشد. برای مثال، کارگری که نمونه برداری از مخازن سر باز انجام می دهد ممکن است به سطح حفاظت B نیاز داشته باشد در حالیکه فردی که از هوای محیط نمونه برداری می کند ممکن است به سطح حفاظت C نیاز داشته باشد. در صورت امکان سطوح حفاظت تعیین شده در منطقه ممنوعه باید قابل انعطاف باشد.

جدول ۷-۳: تعیین هات لاین

ارزیابی چشمی خطرات فوری در سایت.
- تعیین محل:
- مواد خطرناک
- درین مایعات، شیرابه ها، و مواد نشت کرده و رها شده
- تغییر رنگ های قابل مشاهده
ارزیابی داده های ارزیابی اولیه سایت شامل نشان دادن وجود:
- گازهای قابل سوختن
- گازهای آلی و غیرآلی، ذرات یا بخارات
- پرتوهای یونیزان
- ارزیابی نتایج نمونه برداری از هوا، خاک و آب.
- در نظر گرفتن فاصله مورد نیاز برای پیشگیری از انفجار یا آتش سوزی تحت تاثیر قرار دهنده پرسنل بیرون از منطقه داغ
- در نظر گرفتن فاصله ای که پرسنل باید حرکت کنند تا به هات زون وارد یا خارج شوند.
- لحاظ کردن مناطق فیزیکی لازم برای اقدامات اجرایی
- در نظر گرفتن شرایط جوی که پتانسیل انتشار آلودگی به بیرون از سایت را دارند.
- ایمن سازی و نشان دادن واضح هات لاین
- تغییر و اصلاح منطقه عملیاتی در صورت لزوم و یا تغییر شرایط

۷-۴-۲ منطقه کاهش آلودگی یا ناحیه گرم

(Contamination Reduction or Warm Zone)

منطقه کاهش آلودگی یا CRZ^۱ یا منطقه گرم یک منطقه انتقالی بین منطقه آلودگی و مناطق پاک است. این منطق برای کاهش احتمال آلودگی منطقه پاک یا سایر مناطق تحت تاثیر ایجاد می شود. ایجاد فاصله بین منطقه ممنوعه و مناطق حمایت، بصورت ترکیبی با فرایند آلودگی زدایی، انتقال فیزیکی آلاینده ها و آلودگی ها را به مناطق پاک کم می کند. فرایند آلودگی زدایی در مرزهای بین منطقه ممنوعه و منطقه کاهش آلودگی که هات لاین نامیده می شود شروع می شود. حداقل باید دو خط ایستگاه آلودگی زدایی ایجاد شود- یکی برای پرسنل و دیگری برای تجهیزات سنگین. فعالیت های بزرگ و گسترده ممکن است به بیش از دو ایستگاه آلودگی زدایی نیاز داشته باشد اما معمولاً دو ایستگاه کافی است. ورود و خروج به منطقه هات و منطقه کاهش آلودگی فقط باید از طریق نقاط دسترسی انجام شود. میزان آلودگی در منطقه کاهش آلودگی از سمت هات لاین به منطقه پاک کاهش می یابد. مرز بین منطقه حمایت و منطقه کاهش آلودگی خط کنترل آلودگی نامیده می شود. دسترسی به منطقه کاهش آلودگی از منطقه ساپورت هم باید از طریق دو نقطه کنترلی انجام می پذیرد.

پرسنلی که در منطقه کاهش آلودگی مستقر می شوند عمدتاً افسران ایمنی، اپراتورهای آلودگی زدایی و پرسنل اضطراری که ممکن است نیاز باشند هستند. منطقه کاهش آلودگی باید بخوبی طراحی شود تا فعالیت های زیر بخوبی انجام شوند:

-آلودگی زدایی تجهیزات، شامل ماشین آلات سنگین و وسایل نقلیه، اپراتورهای آلودگی زدایی، افراد و نمونه ها

-پاسخ اضطراری: انتقال مصدومان، تجهیزات حفاظت فردی (مثل بانداز، پتو، چشم شوی، آتل، و آب)، تجهیزات آلوده (مواد جاذب، تجهیزات اطفای حریق، و...)

-تامین مجدد تجهیزات: تغییرات تانک های هوای تامین شده، تجهیزات حفاظت فردی، تجهیزات نمونه برداری و ابزار کاری

-مناطق استراحت موقت کاری: تاسیسات توالت، نیمکت، صندلی، مایعات و... آب و سایر سیالات نوشیدنی باید بخوبی علامت گذاری شده و ایمن نگهداری و حمل و نقل شوند. تاسیسات مربوط به شستشوی دست باید نزدیک آبخوری ها ایجاد شوند تا فرد پیش از نوشیدن آب دست هایش را

^۱ Contamination Reduction Zone (CRZ)

بشود. محل این تاسیسات باید دور از مناطق آلوده باشد تا افراد بتوانند لباس های حفاظتیشان را در آورند. این تاسیسات باید بطور منظم بازرسی شوند.
- از درین آب های آشامیدنی می توان برای فرایند آلودگی زدایی استفاده کرد.

۷-۴-۳ منطقه حمایت یا منطقه سرد (Support Zone or Cold Zone)

منطقه ساپورت، محل مدیریت و سایر عملیات حمایتی مورد نیاز در منطقه داغ و منطقه کاهش آلودگی است. پرسنلی که باید در منطقه حمایت حضور داشته باشند بسته به وظایف، متفاوت هستند. حداقل باید یک سرپرست پست فرماندهی در منطقه حمایت حضور داشته باشد. در این منطقه افراد ممکن است ممکن است از لباس کار معمولی استفاده کنند. اما استثنائاتی هم در این حالت وجود دارد.

لباس ها، تجهیزات و نمونه های با پتانسیل آلودگی باید در منطقه کاهش آلودگی نگهداری شوند تا اینکه عملیات آلودگی زدایی روی آنها انجام شده یا به نحو ایمن دفع شوند. یکی از وظایف افراد حاضر در منطقه حمایت، آگاه سازی سازمان ها و ارگان های مرتبط در موارد بروز حوادث شیمیایی است. همه شماره تلفن های اضطراری، نقشه های مسیرهای تخلیه و سویچ های وسایل نقلیه در منطقه حمایت نگهداری می شوند. سایر اطلاعات ضروری مورد نیاز در شرایط اضطراری باید در منطقه حمایت نگهداری شوند.

تاسیسات و تجهیزات منطقه حمایت در جدول ۷-۴ فهرست شده اند. در تعیین سایت این تاسیسات و تجهیزات باید فاکتورهای زیر را مد نظر داشت:

- قابلیت دسترسی: توپوگرافی منطقه، فضاهای باز در دسترس، محل اتوبان ها یا سایر جاده ها، ریل راه آهن، سهولت دسترسی به وسایل نقلیه اضطراری.
- منابع: جاده های کافی، خطوط برق، تلفن، سرپناه و آب.
- قابلیت دید: داشتن خط دید تا منطقه ممنوعه.
- جهت باد: در صورت امکان نسبت به منطقه ممنوعه پشت به باد باشد.

جدول ۷-۴: فعالیت های منطقه ساپورت

تاسیسات	وظیفه
پست فرماندهی	- سرپرستی همه عملیات پرسنل تیم پاسخ - حفظ سیستم ارتباطی، از جمله خطوط ارتباطی اضطراری - ثبت سوابق از جمله گزارش های حادثه، سوابق وسایل امانی، ثبت فعالیت های روزانه، پیگیری و هدایت صورجلسات، سوابق پزشکی، سوابق آموزشی افراد، محتویات سایت، نقشه های ایمنی سایت، روش ها و دستورالعمل های روزانه ایمنی سایت، پلن های به روز سایت. - تعامل با جامعه: مراکز دولتی، مسئولان محلی، پرسنل پزشکی، رسانه ها و سایر طرف های ذینفع - پایش اجرای برنامه های کاری، شرایط جوی و تغییرات آن - نگهداری و حفظ امنیت سایت - تاسیسات بهداشتی
ایستگاه پزشکی	- اجرای کمک های اولیه - پاسخ های اورژانسی پزشکی - فعالیت های پایش پزشکی - تاسیسات بهداشتی
مرکز تجهیزات	- تامین، نگهداری و تعمیر تجهیزات ارتباطی، تنفسی و نمونه برداری - تعمیر و نگهداری وسایل نقلیه، ابزار کاری قابل حمل - تعویض و تامین منابع قابل مصرف - انبارش و نگهداری تجهیزات نمونه برداری.
اداری	- حمل و نقل نمونه ها - تعامل با پیمانکاران، پرسنل شرکت یا مشتری ها - نگهداری شماره تلفن های ضروری، نقشه راه های تخلیه و سویچ وسایل نقلیه - هماهنگی با حمل و نقل کننده ها، سایت های پذیرش ضایعات خطرناک و مراکز قانونی
آزمایشگاه فیلد	- هماهنگی و فراوری همه نمونه های خطرناک - بسته بندی مواد برای آنالیز پس از آلودگی زدایی - نگهداری کاغذهای بارگیری و تحویل تجهیزات نمونه برداری - حفظ کپی پلن های نمونه برداری و روش های موجود - حفظ اطلاعات آزمایشگاهی در محل و انتقال اطلاعات ضروری به پست فرماندهی

۷-۵ استفاده از کتاب راهنمای پاسخ اضطراری در کنترل سایت

یکی از معمولترین اقداماتی که متخصصان و کارشناسان ایمنی و بهداشت در زمان بروز حوادث شیمیایی مورد انجام می دهند، استفاده از کتاب راهنمای پاسخ اضطراری (Emergency Response Guidebook) است. این کتاب راهنما توسط سازمان حمل و نقل کانادا، دپارتمان حمل و نقل آمریکا، وزارت حمل و نقل و ارتباطات مکزیک و چند سازمان دیگر تهیه شده است. این کتاب راهنما به شرح اقدامات اضطراری و فوری در زمان بروز حوادث شیمیایی پرداخته و اقدامات اضطراری کلی برای هر گروه از مواد شیمیایی را بصورت کلی شرح می دهد.

برای استفاده از این راهنما باید مراحل زیر را دنبال کرد:

مرحله ۱: شناسایی ماده با استفاده از روش های مختلف مثل عدد چهار رقمی پلاکارد یا از روی MSDS ماده یا هر روش دیگری

مرحله ۲: تعیین عدد سه رقمی راهنمای مربوط به آن ماده

مرحله ۳: رفتن به راهنمای مربوطه و اجرای اقدامات شرح داده شده در شماره راهنمای مربوطه البته در اینجا مجال کافی برای شرح کتاب وجود نداشته و توصیه می شود که این کتاب توسط علاقمندان مطالعه و استفاده گردد. برای درک بهتر نحوه استفاده از این راهنما یک مثال ساده ارائه می شود.

فرض می کنیم در یک حادثه جاده ای یک کامیون حاوی اسید سولفوریک واژگون شده و اسید به بیرون نشت کرده است (فرض بر این است که عدد شناسایی اسید سولفوریک وجود داشته یا ما متوجه شده ایم که ماده مرتبط اسید سولفوریک می باشد- عدد چهار رقمی سازمان ملل این ماده ۱۸۳۰ است). از روی ترتیب کدهای چهار رقمی یا نام ماده، عدد راهنمای مربوطه را پیدا می کنیم (شکل ۷-۱)

1830	137	Sulfuric acid, with more than 51% acid
1830	137	Sulphuric acid
1830	137	Sulphuric acid, with more than 51% acid
1831	137	Sulfuric acid, fuming
1831	137	Sulfuric acid, fuming, with less than 30% free Sulfur trioxide

شکل ۷-۱: اسید سولفوریک در کتاب راهنمای پاسخ اضطراری

حال متوجه شدیم که عدد سه رقمی راهنمای اسید سولفوریک ۱۳۷ است. در مرحله بعد باید به راهنمای شماره ۱۳۷ برویم. تصویر این راهنما در زیر (شکل ۷-۲) ارائه شده است. به همین ترتیب می توان اقدامات اضطراری مختلف مرتبط به مواد شیمیایی را در بخش های مختلف مثل آتش سوزی، رهاش، شعاع تخلیه، کمک های اولیه و اقدامات اضطراری و... پیدا کرد.

**GUIDE
137****SUBSTANCES - WATER-REACTIVE - CORROSIVE****ERG2008****POTENTIAL HAZARDS****HEALTH**

- CORROSIVE and/or TOXIC; inhalation, ingestion or contact (skin, eyes) with vapors, dusts or substance may cause severe injury, burns or death.
- Fire will produce irritating, corrosive and/or toxic gases.
- Reaction with water may generate much heat that will increase the concentration of fumes in the air.
- Contact with molten substance may cause severe burns to skin and eyes.
- Runoff from fire control or dilution water may cause pollution.

FIRE OR EXPLOSION

- EXCEPT FOR ACETIC ANHYDRIDE (UN1715), THAT IS FLAMMABLE, some of these materials may burn, but none ignite readily.
- May ignite combustibles (wood, paper, oil, clothing, etc.).
- Substance will react with water (some violently), releasing corrosive and/or toxic gases and runoff.
- Flammable/toxic gases may accumulate in confined areas (basement, tanks, hopper/tank cars, etc.).
- Contact with metals may evolve flammable hydrogen gas.
- Containers may explode when heated or if contaminated with water.
- Substance may be transported in a molten form.

PUBLIC SAFETY

- CALL Emergency Response Telephone Number on Shipping Paper first. If Shipping Paper not available or no answer, refer to appropriate telephone number listed on the inside back cover.
- As an immediate precautionary measure, isolate spill or leak area in all directions for at least 50 meters (150 feet) for liquids and at least 25 meters (75 feet) for solids.
- Keep unauthorized personnel away.
- Stay upwind. • Keep out of low areas. • Ventilate enclosed areas.

PROTECTIVE CLOTHING

- Wear positive pressure self-contained breathing apparatus (SCBA).
- Wear chemical protective clothing that is specifically recommended by the manufacturer. It may provide little or no thermal protection.
- Structural firefighters' protective clothing provides limited protection in fire situations ONLY; it is not effective in spill situations where direct contact with the substance is possible.

EVACUATION**Spill**

- See Table 1 - Initial Isolation and Protective Action Distances for highlighted materials. For non-highlighted materials, increase, in the downwind direction, as necessary, the isolation distance shown under "PUBLIC SAFETY".

Fire

- If tank, rail car or tank truck is involved in a fire, ISOLATE for 800 meters (1/2 mile) in all directions; also, consider initial evacuation for 800 meters (1/2 mile) in all directions.

شکل ۷-۲: راهنمای مربوط به اسید سولفوریک در کتاب راهنمای پاسخ اضطراری

ERG2008

SUBSTANCES - WATER-REACTIVE - CORROSIVE

GUIDE
137**EMERGENCY RESPONSE****FIRE**

- When material is not involved in fire, do not use water on material itself.

Small Fire

- Dry chemical or CO₂.
- Move containers from fire area if you can do it without risk.

Large Fire

- Flood fire area with large quantities of water, while knocking down vapors with water fog. If insufficient water supply: knock down vapors only.

Fire Involving Tanks or Car/Trailer Loads

- Cool containers with flooding quantities of water until well after fire is out.
- Do not get water inside containers.
- Withdraw immediately in case of rising sound from venting safety devices or discoloration of tank.
- ALWAYS stay away from tanks engulfed in fire.

SPILL OR LEAK

- Fully encapsulating, vapor protective clothing should be worn for spills and leaks with no fire.
- Do not touch damaged containers or spilled material unless wearing appropriate protective clothing.
- Stop leak if you can do it without risk.
- Use water spray to reduce vapors; do not put water directly on leak, spill area or inside container.
- Keep combustibles (wood, paper, oil, etc.) away from spilled material.
- **Small Spill** • Cover with DRY earth, DRY sand or other non-combustible material followed with plastic sheet to minimize spreading or contact with rain.
- Use clean non-sparking tools to collect material and place it into loosely covered plastic containers for later disposal.
- Prevent entry into waterways, sewers, basements or confined areas.

FIRST AID

- Move victim to fresh air. • Call 911 or emergency medical service.
- Give artificial respiration if victim is not breathing.
- **Do not use mouth-to-mouth method if victim ingested or inhaled the substance; give artificial respiration with the aid of a pocket mask equipped with a one-way valve or other proper respiratory medical device.**
- Administer oxygen if breathing is difficult.
- Remove and isolate contaminated clothing and shoes.
- In case of contact with substance, immediately flush skin or eyes with running water for at least 20 minutes.
- For minor skin contact, avoid spreading material on unaffected skin.
- Removal of solidified molten material from skin requires medical assistance.
- Keep victim warm and quiet.
- Effects of exposure (inhalation, ingestion or skin contact) to substance may be delayed.
- Ensure that medical personnel are aware of the material(s) involved and take precautions to protect themselves.

۶-۷ سیستم دوستانه (Buddy System)

سیستم دوستانه یکی از ضروریات پاسخ به حوادث شیمیایی برای کنترل سایت است. الزام و اجرای سیستم های دوستانه وظیفه اصلی تک تک پرسنل تیم پاسخ است. هدف اصلی این سیستم این است که کسی به تنهایی وارد منطقه خطرناک نشود. علاوه بر این، سیستم دوستانه مزایای زیر را بدنبال دارد:

- تامین کمک و حمایت برای هر کسی
 - کمک به رعایت و توجه علایم مواجهات گرمایی یا شیمیایی
 - اجازه دادن به پایش تداوم سلامت تجهیزات حفاظت فردی
 - امکان اطلاع رسانی به سرپرست سایت در موارد اضطراری
- سیستم دوستانه (شکل ۷-۳) به این معنا نیست که افراد دست همدیگر را بگیرند و وارد سایت حادثه شوند! سیستم دوستانه یعنی اینکه هر کاری که انجام می شود حصول اطمینان شود که فرد یا افرادی در همان نزدیکی بر انجام کار آگاهی و یا نظارت داشته و در صورت بروز شرایط اضطراری به کمک افراد نیازمند می شتابند.



شکل ۷-۳: سیستم دوستانه در کار

۷-۷ اقدامات امنیتی

همانطور که اصطلاح "کنترل سایت" نشان می دهد، باید مراقب امنیت سایت حادثه هم از جنبه های متعدد بود. باید ورود افراد متفرقه بداخل سایت حادثه اکیدا ممنوع شود چرا که علاوه بر به خطر افتادن ایمنی خود آنها امکان گسترش آلودگی هم از طریق آنها وجود دارد. تامین امنیت سایت حادثه با روش های متعددی انجام می شود. برخی از روش های معمول شامل موارد زیرند:

- نوارهای احتیاط

- فنس کشی

- علامت گذاری

- گاردهای امنیتی، افسران پلیس، افراد مراقب

بر اساس نوع فعالیت هایی که در سایت حادثه انجام می شوند، نوعا تجهیزات و وسایل گران قیمتی در سایت حادثه وجود دارد. این تجهیزات از تجهیزات نمونه برداری را شامل می شوند تا تجهیزات سنگین. در بسیاری از موارد ممکن است این وسایل مورد دستبرد قرار گیرند. غیر از مسایل ایمنی سایت، باید به این موضوعات امنیتی هم توجه شود. برای حصول اطمینان از امنیت مناسب محیطی می توان از گزینه های زیر استفاده کرد:

- استفاده از قفل های امنیتی بر روی گیت ها و دروازه ای مهم

- نصب علائم هشدار در خصوص ممنوعیت ورود

- استفاده از موانع که مانع حرکت یا راه اندازی وسایل می شوند

- تامین روشنایی محیطی مناسب

- ایجاد پست های نگهبانی در صورت لزوم

- تامین کلیدهای محدود برای ورود به محیط فنس

- کم کردن تعداد ورودی ها تا حداقل تعداد

- رها نکردن تجهیزات گرانقیمت بدون مراقب

- ثبت و نگهداری شماره سریال تجهیزات

- بی حرکت کردن یا قفل کردن تجهیزات قابل حرکت

- و...

برای تمامی ساختمان هایی که در آنها وسایل نگهداری می شوند باید سیستم های امنیتی و قفل لحاظ شوند.

۸-۷ شبکه های ارتباطی

هنگامی که از سیستم های ارتباطی صحبت می شود الزاما منظور، سیستم های پیچیده نیست. اگرچه تکنولوژی های برتر ارجحیت دارند اما می توان از گزینه های ساده تر هم استفاده کرد.

۸-۷-۱ ارتباطات درونی

ارتباطات درونی شامل استفاده از تلفن و بی سیم برای برقراری ارتباطات است. همچنین می تواند شامل ارتباطات علایم دستی، وسایل هشداردهی، زنگ ها، بوق و... باشد. برخی موضوعات را باید در سیستم های ارتباطی درونی در نظر داشت:

- حصول اطمینان از پوشش کافی تلفن و بی سیم
- در صورت استفاده از تلفن های شارژی، حصول اطمینان از وجود شارژ
- تست دوره ای وسایل هشدار
- لحاظ کردن ممنوعیت استفاده از موبایل با دوربین بنا به دلایل امنیتی
- احتیاط در زمان استفاده از مود ارتعاشی موبایل ها و پیچرها که ارتعاش ناگهانی ممکن است باعث اختلال یا شوک به فرد شود.

۸-۷-۲ جلسات ایمنی

یکی از موضوعات مهم در انتقال اطلاعات، برگزاری جلسات ایمنی است. نیازی نیست که این جلسات خیلی رسمی بوده و یا با ارایه های متداول جلسات ایمنی همراه باشد. بهتر است که این جلسات بیشتر حالت Tool Box Meeting برگزار شود. این نوع جلسات، جلسات کوتاهی هستند که برای طرح موضوعات کم و محدود طی چند دقیقه برگزار شده و موضوعات اصلی یا اولویت های اجرایی را طرح می کند. در بیشتر موارد، چنین جلساتی کمتر از ۵ دقیقه قابل اجرا هستند.

۸-۷-۳ ارتباطات بیرونی

برای مدیریت حوادث شیمیایی داشتن ارتباطات بیرونی مناسب حیاتی است. ارتباطات با مشتریان، پیمانکاران، تامین کنندگان و نهادهای دولتی بخشی از سیستم های ارتباطی بیرونی هستند. این ارتباطات می توانند بصورت چهره به چهره، تماس تلفنی، ایمیل، مکتوب یا سایر اشکال ارتباطی باشد.

۸- پایش هوا در حوادث شیمیایی

آلاینده های هوا برد یکی از مهمترین خطرات تهدید کننده در شرایط اضطراری و حوادث شیمیایی هستند. از اینرو شناسایی و کمی سازی این نوع از آلاینده ها در حوادث شیمیایی دارای اهمیت بسیار زیادی است. اندازه گیری قابل اطمینان آلاینده های هوا برد برای موارد زیر قابل استفاده است:

- انتخاب تجهیزات حفاظت فردی و سطوح حفاظت مورد نیاز
 - مرزبندی مناطق عملیاتی و مناطق کاری
 - ارزیابی اثرات بهداشتی مواجهات
 - تعیین نیاز به پایش های پزشکی خاص
- در این قسمت سعی شده است که عوامل مرتبط به پایش آلاینده ها در هوای صحنه حوادث شیمیایی بحث شوند.

۸-۱ تجهیزات پایش

هدف اصلی پایش هوای صحنه حوادث شیمیایی، شناسایی و کمی سازی آلاینده های هوا برد به منظور تعیین سطوح حفاظت و مناطق عملیاتی است. معمولاً یک غربالگری اولیه برای شناسایی کیفی آلاینده ها نیاز است. در مرحله بعدی اندازه گیری غلظت بر اساس اندازه گیری ها انجام می شود. برای تعیین کمی میزان آلاینده های شیمیایی در صحنه حوادث شیمیایی معمولاً دو رویکرد وجود دارد:

- ۱- استفاده از ابزار قرائت مستقیم در سایت حادثه
- ۲- آنالیز آزمایشگاهی نمونه های گرفته شده توسط نمونه برداری از هوا، فیلترهای جاذب و...

۸-۱-۱ تجهیزات قرائت مستقیم

ابزار قرائت مستقیم دارای استفاده اولیه بعنوان وسایل هشدار دهنده فردی در حوادث صنعتی هستند. امروزه تجهیزات قرائت مستقیم وجود دارند که می توانند براحتی غلظت های تا 1 ppm را تشخیص دهند. نتایج اندازه گیری های ابزار قرائت مستقیم مهمترین استفاده را برای تعیین درجه دقت یا پیچیدگی نمونه برداری ها یا آنالیزهای بعدی را دارند. این تجهیزات دارای مشخصات متنوعی هستند (جدول ۸-۱).

جدول ۸-۱: تجهیزات عملیاتی برای پایش هوا

زمان عملیاتی	مراقبت و نگهداری	محدودیت ها	روش تشخیص	کاربرد	خطرات قابل اندازه گیری	دستگاه
۸ تا ۱۲ ساعت	با کار یکبار مصرف پوشانده شود. بر اساس دستور سازنده، محلول دکتر عوض شود. باتری ها پیش از انقضا تعویض شوند. اگر در محیط میزان CO ₂ بیش از ۰.۵٪ است، مرتب سول دکتور تعویض شود.	باید برای اصلاح ارتفاع و فشار بارومتریک محیط، پیش از استفاده کالیبره شود. برخی گازها بویژه اکسید کننده ها بر قرائت اثر گذارند. دی اکسید کربن سول دکتور را مسموم می کند.	از یک سنسور الکتروشیمیایی برای اندازه گیری فشار جزئی اکسیژن در هوا و تبدیل آن به درصد اکسیژن موجود استفاده می کنند.	برای تعیین غلظت اکسیژن در محیط استفاده می شود. قراءت غلظت اکسیژن از ۰ تا ۱۰۰ درصد. در غلظت اکسیژن کمتر از ۱۹.۵ درصد به تامین هوا نیاز است. در غلظت اکسیژن بالای ۲۳.۵٪ خطر انفجار وجود دارد. احتیاط: نتایج اندازه گیری ممکن است تحت تاثیر دما و فشار، سطح CO ₂ قرار گیرد. باید پیش و پس از استفاده کالیبره شود.	اکسیژن اندازه گیری	اکسیژن متر Oxygen meter

ادامه جدول ۸-۱: تجهیزات عملیاتی برای پایش هوا

زمان عملیاتی	مراقبت و نگهداری	محدودیت ها	روش تشخیص	کاربرد	خطرات قابل اندازه گیری	دستگاه
	شارژ و تعویض باتری. کالیبراسیون پیش از هر بار استفاده.	دقت نتایج وابسته است به تفاوت بین دمای کالیبراسیون و نمونه برداری. حساسیت تابعی است از تفاوت در خواص فیزیکی و شیمیایی بین گاز کالیبره و گاز نامعلوم. فیلامنت ممکن است در اثر ترکیبات خاصی مثل سیلیکون ها، هالیدها و تترا اتیل سرب آسیب ببینند. محیط کم اکسیژن بر نتایج اثر گذار است.	از یک فیلامنت پلاتینیوم استفاده می کند. فیلامنت با سوزاندن گازهای قابل اشتعال داغ می شود و گرمای تولید شده متناسب است با غلظت گاز با بخار.	فرانت آن بر حسب درصد LEL است. در غلظت های بالای ۱۰ درصد LEL ورود به محیط مجاز نیست. احتیاط: به کالیبراسیون دوره ای شرکت سازنده نیاز دارد. به همه بخارات قابل اشتعال پاسخ یکسانی ندارد. ابتدا باید اکسیژن اندازه گیری شود. CGI برای اندازه گیری درست ابتدا نیازمند اکسیژن کافی است. فرد استفاده کننده باید بخوبی آموزش دیده باشد. این تجهیزات باید توسط افراد ماهر در سایت حادثه پایش و پس از استفاده کالیبره شوند.	برای نمونه برداری از غلظت بخارات قابل اشتعال استفاده دارد.	اندیکاتور گازهای قابل سوختن Combustible gas indicator (CGI)

ادامه جدول ۸-۱: تجهیزات عملیاتی برای پایش هوا

دستگاه	خطرات قابل اندازه گیری	کاربرد	روش تشخیص	محدودیت ها	مراقبت و نگهداری	زمان عملیاتی
دکتور تيوب هلی رنگ سنجی Colorimetric Detector Tubes	گازها و بخارات خاص	غلظت گازها و بخارات خاص را اندازه گیری می کند.	ترکیبات با معرف شیمیایی درون لوله واکنش داده و تغییرات رنگی در آن ایجاد می کنند که طول رنگ ایجاد شده متناسب است با غلظت آلاینده در محیط.	غلظت اندازه گیری شده با لوله های سازنده های مختلف ممکن است فرق کنند. بیساری از مواد شیمیایی با هم تداخل می کنند. تحت تاثیر دما، فشار و رطوبت هستند. دارای طول عمر محدود بوده و باید تاریخ اعتبار آنها پیش از استفاده بررسی شود.	پمپ ها باید بصورت دوره ای برای نشت باقی چک شوند. از دکتورهای که قبلا شکسته شده اند نباید استفاده کرد. قبل از استفاده باید در پخچال نگهداری شوند.	الزامات فوری
دکتورهای یونیزاسیون شمه Flame ionization detector (FID)	گازها و بخارات آلی	در مورد Survey غلظت کل بسیاری از گازها و بخارات آلی را می سنجد. در مورد گاز کروماتوگرافی، ترکیبات خاص را شناسایی و اندازه گیری می کند.	گازها و بخارات در یک شعله یونیزه می شوند. جریان حاصله متناسب است با اتم های کربن موجود.	گازها و بخارات غیر آلی را ردتک نمی کند. حساسیت آن وابسته به ترکیب است. در دماهای کمتر از ۴۰۰ درجه فراپاییت نباید استفاده شوند. شناسایی مطلق ترکیبات را انجام نمی دهد. در محیط های با غلظت های بالای آلاینده یا کمبود اکسیژن نیازمند اصلاح سیستم هستند. در رطوبت بالا قابلیت اعتماد آن کم است.	تعمیق یا شارژ باتری ها تست نشت. نگهداری دستگاه طبق دستور سازنده.	۸ ساعت، ۳ ساعت یا رکوردر چارت

ادامه جدول ۸-۱: تجهیزات عملیاتی برای پایش هوا

زمان عملیاتی	مراقبت و نگهداری	محدودیت ها	روش تشخیص	کاربرد	خطرات قابل اندازه گیری	دستگاه
۱۰ تا ۱۵ ساعت	شارژ و تعویض به موقع باتری ها. نظافت مرتب پنجره لامپ. نظافت مرتب ابزار کمکی.	باید نتایج تکرار شوند. نیازمند برق ۱۱۵ ولت مستقیم است. برای استفاده در اتمسفرهای خطرناک مناسب نیست.	فرکانس های مختلف IR را از نمونه عبور می دهد. فرکانس های جذب شده برای هر ترکیب اختصاصی هستند.	غلظت های گازها و بخارات را بر اساس روش های اسپکتروفترومتری اندازه گیری می کند.	بسیاری از گازها و بخارات	اسپکتروفترومتر مادون قرمز Infrared (IR) spectrophotometer
		متان را تشخیص نمی دهد. اگر پراب از انرژی کمتری نسبت به انرژی یونیزاسیون ماده استفاده کند آنرا تشخیص نمی دهد. سایر منابع و لنز با اندازه گیری تداخل ایجاد می کند. مواد کلرینه را براحتی یونیزه نمی کند. رطوبت بالا و یابین بر نتایج اثرگذار است. نتایج تحت تاثیر غبارات در محیط قرار می گیرد.	مولکول های آلاینده توسط UV یونیزه شده و میزان جریان تولید شده متناسب خواهد بود با غلظت آلاینده.	غلظت کل مواد را نشان می دهد. اگر پراب های متعدد موجود باشد برای مواد مختلف همزمان استفاده می شود.	بسیاری از گازها و بخارات آلی و تعدادی غیر آلی	دکتور فتونیوئیزاسیون ماورای بنفش Ultraviolet (UV) Photo ionization detector (PID)

استفاده از دتکتور تیوب ها می تواند امکان تمایز بین کلاس های مختلف مواد شیمیایی را برای ما فراهم آورد:

- مواد واکنش دهنده با اسیدها

- الکل ها

- آمین ها یا مواد واکنش دهنده با نیتروژن

- هیدروکربن های آروماتیک

- هیدروکربن های هالوژنه

- کتون ها

در هر جایی که به پاسخ های فوری و اضطراری نیاز باشد، استفاده از این نوع تجهیزات بسیار ارزشمند است.

تمام تجهیزات قرائت مستقیم دارای محدودیت های ذاتی در تشخیص خطرات هستند:

- این تجهیزات معمولاً فقط کلاس های خاصی از مواد شیمیایی را شناسایی و اندازه گیری می کنند.

- این تجهیزات اغلب نمی توانند غلظت های زیر 1ppm را تشخیص دهند.

- بسیاری از وسایل قرائت مستقیم برای اندازه گیری یک ماده خاص طراحی شده اند و استفاده از آنها در اندازه گیری سایر ترکیبات با خطا همراه خواهد بود.

حتماً باید تأکید شود که استفاده و اندازه گیری با این دستگاه ها و همچنین تفسیر نتایج آنها باید توسط افراد ماهر و آموزش دیده انجام شود. راهنمای کلی زیر را می توان در استفاده از این دستگاه ها مورد نظر داشت:

۱- دستگاه را بر اساس دستورالعمل سازنده پیش و پس از استفاده کالیبره کنید. (شکل ۸-۱)

۲- اگر منحنی پاسخ مواد شیمیایی برای دستگاه توسط سازنده ارائه نشده است آن را تهیه کنید.

۳- یادآور می شود در مواردی که آلاینده ها نامعلوم هستند، قرائت دستگاه ارزش محدودی دارد. هنگامی که دستگاه مقادیری از یک آلاینده ناشناخته را شناسایی می کند باید این مقادیر بعنوان "پاسخ مثبت دستگاه" ثبت شوند و نه مقدار مشخص یک آلاینده. در هر جایی که پاسخ های مثبت یافت شد باید پایش های تکمیلی انجام شوند.

۴- قرائت صفر باید بعنوان عدم پاسخ دستگاه ثبت شود و نه اتمسفر پاک، چرا که کمیت هایی از مواد غیر قابل تشخیص توسط دستگاه ممکن است وجود داشته باشند.

۵- اندازه گیری ها باید با چندین ارزیابی و شناسایی دیگر تایید شوند. در جدول بالا چند نمونه ابزار قرائت مستقیم معرفی شد. دتکتورهای یونیزاسیون شعله (FID) و دتکتورهای فوتیونیزاسیون (PID)، از معمول ترین ابزارهای قرائت مستقیم در صحنه حوادث شیمیایی هستند. با اینحال، این ابزار نمی توانند گازهای سمی مثل H_2S یا سایر گازهای سمی را تشخیص دهند.



شکل ۸-۱: کالیبراسیون یک دستگاه قرائت مستقیم نوعی

۸-۱-۲ آنالیزهای آزمایشگاهی

دستگاه های قرائت مستقیم فردی فقط برای مواد محدودی موجود هستند و بندرت می توانند اثرات بهداشتی ظریف بسیاری از مواد سمی را تشخیص داده یا کمی نمایند. بنابراین برای تشخیص مقادیر کم غلظت های آلاینده ها و یا بررسی های درازمدت طی شیفت کاری باید از آنالیزهای آزمایشگاهی استفاده کرد. در چنین آنالیزهایی معمولا نمونه های آلاینده هوا با روش های مختلف گرفته شده و بعدا در آزمایشگاه آنالیز می شوند.

انتخاب مدیای مناسب نمونه برداری عمدتا با حالت فیزیکی آلاینده بستگی دارد. برای مثال، مواد شیمیایی مثل PCBs (polychlorinated biphenyls) یا PNAs (polynuclear aromatic hydrocarbons) هم می توانند بصورت بخار و هم بصورت

ذرات ظاهر شوند. در چنین مواردی به یک سیستم مدیای دوتایی (dual-media system) برای اندازه گیری هر دو حالت نیاز است. ترکیبات فرار عمدتاً بر روی جاذب های جامد جذب شده و ترکیبات غیر فرار توسط فیلتر جذب می شوند. شاید بیش از ده ها مدیای نمونه برداری وجود داشته و ارایه شده باشد. برای انتخاب مدیای مناسب نمونه برداری یا سایر اطلاعات مرتبط به اطلاعات ارایه شده توسط روش های نمونه برداری NIOSH ارجاع می شود. در مواردی که وسعت حادثه شیمیایی زیاد است، باید از آزمایشگاههای متحرک مخصوص آنالیز نمونه های مواد خطرناک استفاده کرد (شکل ۸-۲).



شکل ۸-۲: یک نمونه از آزمایشگاه های سیار مورد استفاده توسط EPA

مهمترین ایراد آنالیزهای آزمایشگاهی زمان بر بودن آن است و در شرایط اضطراری که به نتایج فوری اندازه گیری نیاز است خیلی قابل استفاده نیستند. معمولاً تعداد نمونه های کمی در سایت حادثه آنالیز آزمایشگاهی شده و عمدتاً باید نمونه ها را به آزمایشگاه های دورتر فرستاد. نمونه هایی که در سایت آنالیز می شوند عمدتاً با اهداف ارزیابی اولیه یا کمک به تصمیم گیری ها استفاده می شوند. در جدول ۲،۸ برخی متدهای نمونه برداری و آنالیز مواد خطرناک شایع فهرست شده اند.

جدول ۸-۲: نمونه برداری و متدهای آنالیتیک برخی مواد خطرناک

Substance	Collection Device	Analytical Methods	Typical Limit of Detection (µg)
Anions	Prewashed silica gel tube	Ion chromatography	5
Chloride			10
Nitrate			10
Bromide			5
Fluoride			10
Sulfate			20
Phosphate	Silica gel AA filter AA filter Charcoal tube Thermosorb/N Personal Cascade impactor GC filter and florisil tube 13-mm GF filter and Chromosorb 102 tube	GC/NPD PCM ICP-AES GC/MS GC-HECD Gravimetric GC/MS	10
Aliphatic amines			4500*
Asbestos			0.5
Metals			10
Organics 1			0.01
Nitrosamines			
Particle size			
Distribution			
PCBs			0.05
Pesticides			0.05

*Fibers per filter.
 GC/NPD = gas chromatography and nitrogen-phosphorus detector; PCM = phase contrast microscopy; ICP-AES = inductively coupled plasma atomic emission spectrometry; GC/MS = gas chromatography and mass spectrometry; GC-HECD = gas chromatography using a Hall electrical conductivity detector; GF = glass fiber; PCB = polychlorinated biphenyls.

۸-۲ پایش سایت

اولویت های پایش هوا باید بر اساس اطلاعات جمع آوری شده طی مرحله تعیین مشخصات اولیه سایت حادثه تعیین شوند. این اطلاعات اساس بعدی برای تعیین سطوح حفاظت مورد نیاز و سایر موارد دیگر هستند. بسته به اهداف کنترل صحنه حادثه، چهار گروه پایش سایت باید انجام شود:

۱- پایش برای شرایط فوراً کشنده و تهدید کننده حیات (IDLH)

۲- پایش عمومی سایت حادثه

۳- پایش های پیرامون محیط حادثه

۴- پایش های دوره ای

۸-۲-۱ پایش برای شرایط فوراً کشنده و تهدید کننده حیات

در اولین مرحله، پایش هوا باید برای شناسایی IDLH انجام شود، مثل وجود اتمسفرهای قابل انفجار یا سمی، کمبود اکسیژن و... تجهیزات قرائت مستقیم اغلب بطور نرمال شامل اندیکاتور گازهای قابل اشتعال، اکسیژن متر، دتکتور تیوب ها و مانیتورهای بخارات آلی هستند. بسته به نتایج اولیه تعیین مشخصات سایت حادثه ممکن است به سایر تجهیزات اندازه گیری هم نیاز شود (مثلاً دستگاه های اندازه گیری پرتوها). در هر موردی که وجود هر نوع آلاینده یا خطری شناسایی یا تایید شد بی نهایت مهم است که اندازه گیری ها و پایش ها بصورت مداوم انجام شوند. باید توجه شود که افرادی که اندازه گیری ها را انجام می دهند، خود در معرض ریسک های بالایی بوده و به حفاظت های مناسبی نیاز دارند.

غلظت های حاد و کشنده مواد خطرناک ممکن است تا مدت ها در فضاهای محصور و طبقات پایین تداوم داشته باشند. کارگران باید همواره مراقب و متوجه انواع موانع طبیعی و مصنوعی مثل تپه ها، گودال ها، تانک ها ... که ممکن است سبب حبس هوا شوند باشند. در صورت وجود چنین محیط هایی باید تک تک آنها مورد بررسی و اندازه گیری IDLH قرار گیرند. در فضاهای باز، مواد سمی تمایل دارند که پخش شده و منتشر شوند. بنابراین جز در حوادث بسیار بزرگ، انتظار نمی رود که غلظت های کشنده در فضاهای باز تداوم داشته باشند. بعبارتی، پایش هوا در محیط های باز نسبت به محیط های بسته دارای اولویت پایین تری است.

۸-۲-۲ پایش عمومی سایت

نمونه برداری هوا باید با استفاده از انواع مدیاها برای شناسایی کلاس های عمده آلاینده های هوا برد و غلظت آنها انجام شود. الگوی نمونه برداری زیر را می توان در قسمت پایش عمومی سایت بعنوان یک راهنما در نظر داشت.

ابتدا؛ پس از شناسایی چشمی منابع ممکن و محتمل تولید آلاینده ها، در مسیر رو به باد به سمت منبع آلاینده و در راستای جهت وزش باد عمود بر آن نمونه برداری کنید. در نمونه برداری های پشت به باد و رو به منبع آلاینده تا حد امکان به جلو و به سمت منبع بروید. طی نمونه برداری های اولیه باید از سطح حفاظت B استفاده شود. سطح حفاظت برای نمونه برداری های بعدی باید بر اساس نتایج نمونه برداری های اولیه مشخص شود. پس از رسیدن به منبع یا پیدا کردن بالاترین غلظت، نمونه برداری را بصورت عمود بر مسیر وزش باد انجام دهید (جهت تعیین عرض پهنه آلودگی). برای حصول اطمینان از اینکه هیچ تداخل زمینه ای وجود ندارد یا مواد شناسایی شده مربوط به همان منبع مورد نظر ما هستند، نمونه های هوای خلاف جهت منبع هم باید گرفته شوند.

۸-۲-۳ پایش پیرامونی

پایش های محل های ثابت در خطوط فنس محل حادثه (Fence Line) یا پیرامون سایت، که در آنجا به تجهیزات حفاظت فردی نیازی نیست باید انجام شود. این پایش ها مهاجرت و خروج آلاینده ها از سایت حادثه را بررسی کرده و برای ارزیابی ایمنی محیطی پیرامون سایت استفاده دارد. در انجام این پایش ها باید به سرعت و جهت بادهای غالب توجه داشت.

۸-۲-۴ پایش دوره ای

شرایط سایت و به تبع آن شرایط اتمسفر شیمیایی آن ممکن است نسبت به شرایط اولیه و ارزیابی های ابتدایی تغییر نماید. به همین دلیل، پایش باید بصورت دوره ای تکرار شود بویژه در شرایط زیر:

- کار در قسمت دیگری از سایت انجام شود.
- آلاینده های دیگری بوجود آیند.
- فعالیت ها و عملیات متفاوتی شروع شود.
- تغییر عمده ای در شکل رهائش مواد خطرناک رخ دهد.

۸-۲-۵ پایش فردی

پایش انتخابی افرادی که فعالیت های با ریسک های بالاتری را انجام می دهند (یعنی افرادی که به منبع آلودگی و رهایش نزدیک ترند) بسیار توصیه می شود. این رویکرد با این منطق انجام می شود که احتمال مواجهه و نیز شدت آن در فواصل نزدیکتر بیشتر است. اگر افرادی که در نزدیکترین فاصله به منبع قرار دارند مواجهه عمده ای نداشته باشند، سایر افراد در فواصل دورتر هم قاعدتا ایمن تر خواهند بود و نیازی به پایش آنها نخواهد بود.

نمونه های پرسنلی باید از ناحیه تنفسی افراد گرفته شود و اگر افراد از تجهیزات حفاظت تنفسی استفاده می کنند، نمونه بردار باید در قسمت دهانی ریسپراتور نصب شود. حالت ایده آل این است که از پمپ های نمونه برداری با دبی ثابت استفاده شود چرا که چک کردن پمپ برای افرادی که مشغول پاسخ بوده و یا از تجهیزات حفاظت فردی سنگین استفاده می کنند سخت است. نمونه گیر فردی ممکن است دربردارنده طیف وسیعی از مدیاهای نمونه برداری باشد. متأسفانه نمی توان برای نمونه برداری از مدیاهای متفاوت با یک پمپ استفاده کرد. به همین دلیل اگر کارگران بصورت تیمی کار می کنند، می توان برای هر کارگر از یک نوع نمونه بردار یا مدیا استفاده کرد. راه دیگر گذاشتن چندین وسیله نمونه برداری بر روی تجهیزات سنگین در سایت حادثه است. البته چون این نمونه ها، نمونه فردی محسوب نمی شوند باید سعی کرد تا حد امکان، نمونه برداری از ناحیه تنفسی افراد انجام شود.

۸-۳ متغیرهای مواجهات با مواد خطرناک در سایت های حادثه شیمیایی

عوامل زیادی می توانند بر میزان و کیفیت مواجهه کارگران در صحنه حوادث شیمیایی اثرگذار باشند که عمده ترین پارامترها شامل دما و شرایط جوی است. این فاکتورها باید در زمان نمونه برداری ها و آنالیز داده ها مد نظر باشند. سایر متغیرهای اثرگذار می توانند شامل موارد زیر باشند:

- دما: یک افزایش ۱۰ درجه ای دما می تواند فشار بخارات PCBs را دو برابر کند.

- رطوبت

- بارش باران

- انتشار بخارات با سرعت های متفاوت

- سرعت باد: افزایش سرعت باد از ۳,۷ متر در ثانیه به ۶,۹ در دمای ۲۰ درجه می تواند غلظت

بخارات PCBs را در نزدیک سطح مایع دو برابر کند.

- نوع فعالیت هایی که انجام می شوند.

۸-۴ محدودیت ها و مزایای تجهیزات پایش هوا

- تمامی تجهیزات قرائت مستقیم دارای محدودیت های ذاتی در تشخیص آلاینده های هوابرد هستند. برخی از این محدودیت ها عبارتند از:
- تشخیص و یا شناسایی کلاس های خاصی از مواد شیمیایی
 - یک دستگاه نمی تواند همه پارامترها را اندازه گیری نماید.
 - می توانند دچار تداخل شده و نتایج خطا ارایه دهند.
 - معمولاً زیر 1 ppm را اندازه گیری نمی کنند.
- اما برخی محاسن آنها:
- اطلاعات به سرعت و بصورت آنسایت بدست می آید.
 - برای طیف های وسیعی از خطرات بالقوه در دسترس هستند.
 - می توانند مواد شیمیایی را که دارای اثرات IDLH باشند را اندازه گیری کنند.
 - تعیین ایمنی یا نایمن بودن فضا

۹- کمک های اولیه برای حوادث شیمیایی

۹-۱ کمک های اولیه

- (۱) باید منابع لازم برای کمک های اولیه در محیط کار در شرایط اضطراری و حوادث شیمیایی فراهم شود. این اقدامات باید خطرات شیمیایی در محیط کار، سهولت ارتباطات و خدمات اضطراری در دسترس مثل اورژانس را در نظر بگیرد.
- (۲) تا حد ممکن باید افراد آموزش دیده برای اجرای کمک های اولیه در حوادث شیمیایی در هر زمان در سایت حضور داشته باشند. منظور از افراد آموزش دیده افرادی هستند که در خصوص کمک های اولیه آموزش های رسمی دیده، پرستاران یا بهیارهای رسمی است.
- (۳) هر جایی که از مواد شیمیایی استفاده می شود، افراد اجرا کننده کمک های اولیه باید با لحاظ کردن موارد زیر آموزش ببینند:
 - a) خطرات مربوط به هر ماده شیمیایی و نحوه حفاظت فرد کمک کننده در برابر خطرات
 - b) نحوه اجرای موثر اقدامات کمک کننده
 - c) هرگونه اقدام لازم جهت اعزام افراد مصدوم به مراکز درمانی
 - d) کارفرما باید یک ارزیابی برای تعیین نیاز به کمک های اولیه انجام دهد. تعداد نفراتی که باید

در هر شیفت با کمک های اولیه مربوط به حوادث شیمیایی آشنا باشند به موارد زیر بستگی دارد:

- a) تعداد کارکنان
- b) ماهیت فعالیت هایی که در کارخانه انجام می شوند.
- c) اندازه کارخانه و توزیع نیروی کار در هر سایت کاری
- d) نزدیک بودن مراکز درمانی بیرون از کارخانه
- ۵) تجهیزات و تاسیسات کمک های اولیه باید متناسب با خطراتی باشد که در محیط کار وجود دارند. تاسیسات و تسهیلات لازم باید برای خود کارگران شاغل در محیط های شیمیایی هم فراهم شود. چشم شوی اضطراری و دوش های اضطراری از این جمله اند. این تجهیزات باید در فواصل و مناطق مناسب در دسترس کارگران باشند.
- ۶) در هر زمانی باید دسترسی راحت به تمام تجهیزات و تاسیسات کمک های اولیه فراهم باشد.
- ۷) اتاق های کمک های اولیه برای سایت های دارای مواد شیمیایی باید مطابق با الزامات کشوری ایجاد شوند.

۱۰- آلودگی زدایی پس از حوادث شیمیایی

۱۰-۱ برنامه آلودگی زدایی (Decontamination Plan)

در هر حادثه شیمیایی احتمال دارد افراد، تجهیزات آنها و حتی اعضای جامعه در اثر مواد شیمیایی رها شده آلوده شوند. آلودگی نه تنها باعث تهدید افراد آلوده شده می شود بلکه همه افرادی را هم که ممکن است با این تجهیزات و افراد آلوده شده تماس داشته باشند تهدید می کند. کل فرایند آلودگی زدایی باید با هدف محصور سازی آلودگی به هات زون و رفع آلودگی در راهروهای آلودگی زدایی جهت حفظ ایمنی و سلامت افراد تیم واکنش، جامعه و محیط زیست دنبال شود. - اگرچه آلودگی زدایی نوعا به دنبال ورود به سایت آلوده انجام می شود، تعیین روش آلودگی زدایی و روند آن باید بعنوان بخشی از فرایند از پیش طرح ریزی شده دیده شده و برنامه لازم برای آن انجام شده باشد. تا زمانی که نوع و روش آلودگی زدایی مشخص نشده باشد، ورود به هات زون مجاز نیست مگر در شرایط اضطراری مثل عملیات امداد و نجات. - پرسنل تیم پاسخ اضطراری باید با مفاهیم زیر آشنا باشند:

- a) آلودگی
- b) آلوده شدن

(c) آلودگی زدایی (کاهش آلودگی)

(d) راهروی آلودگی زدایی

(e) آلودگی زدایی اضطراری

(f) مواجهه

(g) آلودگی زدایی کلی

(h) آلوده شدن ثانویه

۱۰-۱ آلودگی زدایی (Decontamination)

آلودگی زدایی شامل کاهش و پیشگیری از گسترش آلودگی از افراد و تجهیزات استفاده شده در حوادث شیمیایی به کمک فرایندهای فیزیکی و شیمیایی است. پرسنل تیم شرایط اضطراری باید یک پروشه کامل آلودگی زدایی را بر اساس یک روش مناسب انجام دهند تا مادامیکه ثابت شود ادامه فرایند آلودگی زدایی نیاز نیست.

(۱) اعضای تیم پاسخ اضطراری باید روشی برای کاهش آلودگی یا تماس با مواد خطرناک داشته باشند با آن طریق مهاجرت آلودگی را کمتر کرده و روشی هم باید برای دفع مواد آلوده شده داشته باشند. هدف اصلی آلودگی زدایی پیشگیری از آلوده شدن یا آلوده کردن سایر افراد و تجهیزات بیرون از هات زون است. اگر به آلوده شدن شکی وجود داشته باشد، آلودگی زدایی افراد، تجهیزات و ابزار باید انجام شود.

(۲) روش هایی برای همه فازهای آلودگی زدایی باید تهیه و اجرایی شوند تا احتمال آلوده شدن افراد و تجهیزات کم شود.

(۳) تصمیم گیری برای اجرای همه یا بخشی از فرایند آلودگی زدایی باید بر اساس آنالیز خطرات و ریسک های موجود باشد. این آنالیز عموماً شامل ارجاع به رفرنس های فنی برای تشخیص خطرات عمومی می باشد مثل حدود قابلیت اشتعال یا سمیت. روش های آلودگی زدایی باید به محض رسیدن به صحنه حادثه اجرا شوند، ایستگاه های کافی آلودگی زدایی باید تاسیس شده، نفرات کافی برای این کار فراهم شده و عملیات آلودگی زدایی تا جایی که فرمانده احساس کند آلودگی دیگر وجود ندارد باید ادامه یابد.

(۴) گاهی پیش می آید که آلام حادثه شیمیایی فعال می شود. معمولاً بیشتر اعضا قبلاً در محل حادثه بوده اند و با تهدید آلودگی مواجهه داشته اند.

(a) لازم است به همه افرادی که خودشان از محل آلودگی خارج شده اند اعلام شود که برای آلودگی زدایی به ایستگاه های مشخص شده مراجعه نمایند. تا زمانی که از این افراد آلودگی زدایی کامل نشده است نباید با دیگران مواجهه داشته باشند.

(b) آتش نشانانی هم مواجهه یافته اند باید بصورت کلی و محض احتیاط آلودگی زدایی شوند. افراد متخصص و فرمانده تیم تشخیص می دهند که آیا به آلودگی زدایی بیشتری نیاز است یا خیر.

(c) هدف اصلی از آلودگی زدایی ممانعت از خارج شدن آلودگی از هات زون به بیرون است. هرگاه درباره خروج آلودگی تردیدی وجود داشت باید همه تجهیزات، افراد و ابزار آلودگی زدایی شوند.

۱۰-۲ روش های آلودگی زدایی

۱۰-۲-۱ روش های فیزیکی

روش های فیزیکی عموماً شامل برداشتن یا حذف فیزیکی آلودگی از افراد و اجسام آلوده و محدود سازی آلودگی ها برای دفع است. از آنجایی که این متدها می توانند غلظت آلاینده را کاهش دهند، عموماً محدود سازی بدون تغییر شیمیایی باقی خواهد ماند. مثال هایی از متدهای آلودگی زدایی شامل موارد زیر است:

- a. جذب سطحی
- b. برس و فرچه کشیدن و تراشیدن
- c. ایزوله کردن و دفع
- d. مکیدن آلودگی ها
- e. شستن

۱۰-۲-۲ روش های شیمیایی

متدهای شیمیایی آلودگی زدایی برای تجهیزات استفاده می شوند و نه برای انسان ها و عموماً دربردارنده آلودگی زدایی از طریق تغییر آلودگی بوسیله برخی واکنش های شیمیایی به ترکیبات کم ضررتر می باشد. در موارد آلودگی های بیولوژیک، متدهای شیمیایی باید اثرات کشندگی بر روی ارگانیسم ها داشته باشند. مثال های روش های شیمیایی شامل موارد زیر است:

- جذب عمقی
- تجزیه شیمیایی

a. ضد عفونی سازی یا استریل‌سازی کردن

b. خنثی سازی

c. جامد سازی

۱۰-۳ روش های پیشگیری

اگر بتوان تماس با یک آلاینده را کنترل کرد، ریسک مواجهه کاهش پیدا کرده و نیاز به آلودگی زدایی هم کمتر می شود. نکات زیر را می توان برای پیشگیری از آلودگی در نظر داشت:

a. تاکید بر روش های کار کم کننده تماس با مواد خطرناک

b. استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و وسایل یکبار مصرف در صورت امکان

۱۰-۴ آلودگی زدایی از تجهیزات حفاظت فردی

- طی در آوردن تجهیزات حفاظت فردی (doffing)، لباس ها باید طوری در آورده شوند که سطح بیرونی آنها با بدن فرد استفاده کننده تماس نداشته باشد. یک برگه ثبت استفاده از تجهیزات حفاظت فردی باید طی حادثه نگهداری شود. پرسنلی که از تجهیزات حفاظت فردی یکبار مصرف استفاده می کنند باید وارد فرایند آلودگی زدایی شده و لباس های یکبار مصرف را در آورده و درون ظروف مخصوص قرار داده و مطابق روش ضایعات خطرناک دفع شوند.

- لازم است پیش از استفاده، سازگاری فیزیکی و شیمیایی محلول های مورد استفاده در آلودگی زدایی مشخص شوند چرا که ممکن است پاک کننده ها با آلاینده ها واکنش های شیمیایی بدهند و مواد خطرناکی تولید کنند. هرگونه متد آلودگی زدایی که باعث تخریب، سایش، آسیب یا هرگونه آسیب دیگری به تجهیزات حفاظتی می شود نباید استفاده شود مگر اینکه قرار باشد که آن تجهیزات دور انداخته شده و دفع شوند.

- آب یا سایر محلول ها برای شستن یا آبکشی باید جمع آوری شده، محدود شده و درون ظروف مخصوص جمع شده و مثل پساب های خطرناک تصفیه شود. برای تعیین نیاز به تصفیه یا روش تصفیه باید با متخصصان زیست محیطی مشورت شود.

- متدهای آلودگی زدایی برای حذف آلاینده های مختلف دارای درجات مختلفی از اثربخشی هستند. اثربخشی هر روشی باید طی فرایند آلودگی زدایی بخوبی بررسی شود. اگر آلودگی زدایی اثربخش نیست روش دیگری باید اجرا شود. پیش از آغاز آلودگی زدایی، ملاحظات زیر را باید در

نظر داشت:

- a. آیا آلودگی زدایی را می توان بصورت ایمن انجام داد؟
- b. آیا منابع موجود برای انجام آلودگی زدایی کافی و در دسترس هستند؟ اگر خیر، از کجا باید آنها را فراهم کرد و چقدر طول می کشد که به آنها دسترسی صورت پذیرد؟
- معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی اثربخشی آلودگی زدایی طی عملیات شامل موارد زیر است:
 - a. سطوح آلودگی با عبور پرسنل از راهروی آلودگی زدایی کاهش می یابد.
 - b. آلودگی به هات زون و راهروی آلودگی زدایی محدود می شود.
 - c. آلودگی تا سطوح قابل قبول کاهش پیدا می کند.
 - روش های مورد استفاده مفید در ارزیابی اثربخشی آلودگی زدایی شامل موارد زیر است:
 - a. مشاهده بصری (لکه، تغییر رنگ، اثرات خوردگی و...)
 - b. وسایل پایش [مثل دتکتورهای فتوئونیواسیون (PID)، دتکتور تیوب ها، دستگاه های پایش پرتوها، کاغذهای PH سنج و...]
 - c. نمونه برداری خشک (چنین نمونه برداری هایی پس از پاکسازی می تواند نشانه اثربخشی آلودگی زدایی باشد. هنگامی که یک نمونه خشک برداشته شد، باید با روش های شیمیایی در آزمایشگاه آنالیز شود. نمونه برداری خشک را می توان همه از تجهیزات حفاظتی پاکسازی شده و هم روی پوست برداشت)
 - اجسام بزرگ تجهیزات، مثل وسایل نقلیه و کامیون ها باید از طریق شستشو، شستن با فشار بالا، بخار یا محلول های خاص پاکسازی شوند. آب یا سایر محلول های مورد استفاده برای شستشو یا آبکشی باید جمع آوری شده، آنالیز شده و مثل پساب های صنعتی تصفیه شوند. در چنین مواردی باید با کارشناسان محیط زیست مشورت شود. اگر لازم باشد تعداد زیادی از وسایل نقلیه آلودگی زدایی شوند، توصیه های زیر را باید در نظر داشت:
 - a. یک پد آلودگی زدایی بصورت ایستگاه اولیه شستشو ایجاد نمایید. پد می تواند پد سنگریزه ای، اسلب های بتونی، یا آسترهای استخری باشد. ممکن است لازم شود سیالات آلودگی زدایی جمع آوری شده و پد آلودگی زدایی باید لبه دار بوده یا دارای دایک (خاکریز) باشد و در ضمن باید دارای یک سیستم زهکشی برای جمع آوری آب باشد.
 - b. وسایل نقلیه را چندین بار با آب و دترجنت ها شستشو بدهید. توجه ویژه ای با چرخ ها، رادیاتور، موتور و شاسی ماشین ها داشته باشید. بسته به ماهیت آلاینده، ممکن است لازم شود همه آب های

- آلوده جمع آوری شوند بویژه گل و لای حاصل از شستشوی شاسی ماشین ها.
- c. وسایل نقلیه باید بطور کامل توسط افراد ماهر برای یافتن آسیب های مکانیکی یا الکتریکی بازرسی شوند. مناطقی که باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند شامل ورودی های هوا، فیلترها، سیستم خنک کننده، و سیستم هایی است که با هوا کار می کنند.
- d. بطور کامل تمام وسایل و الحاقات خارجی ماشین ها را خارج کرده و شستشو دهید. تجهیزات باید پیش از اینکه مجددا سوار شوند باید کاملاً شسته شوند.
- e. تمام تجهیزاتی که به آنها اسید پاشیده شده است باید هرچه سریعتر با یک ماده خنثی کننده مثل جوش شیرین شسته شده و آبکشی شوند.
- f. اگر وسایل نقلیه با آلودگی های کمتری مواجه شده اند، مثلاً دود و بخارات، باید در سایت آلودگی زدایی شده و سپس به کارواش فرستاده شوند. اگر خروجی کارواش ها بخوبی جمع آوری و تصفیه می شوند، انجام کارواش کفایت دارد.
- g. تایید کفایت آلودگی زدایی باید شامل نمونه برداری از سطوح خارجی و آنالیز آنها در آزمایشگاه باشد.
- افرادی که عملیات آلودگی زدایی را انجام می دهند باید از تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده کنند و ممکن است لازم شود که خودشان هم آلودگی زدایی شوند. در صورت دریافت اطلاعات تکمیلی از خطرات مواد شیمیایی، لازم است که ارتقای لازم در تجهیزات حفاظتی صورت پذیرد.
- اگر افراد هرگونه علائم خستگی گرمایی یا علائم مواجهه احتمالی را از خود نشان دهند، اقدامات فوری باید برای خارج سازی تجهیزات در شرایطی انجام شود که حصول اطمینان شود که هیچ مواجهه ای با آلاینده های بیرونی وجود نخواهد داشت. این افراد باید به مراکز خدمات پزشکی اورژانس اعزام شده و بررسی های لازم روی آنها انجام شود.
- باید یک جلسه توجیهی برای همه افرادی که در فرایند آلودگی زدایی شرکت می کنند برگزار شود. افراد در معرض باید در خصوص علائم و اثرات مواجهات با مواد خطرناک آموزش دیده باشند. در صورت لزوم، آزمایش های پزشکی لازم برای این افراد انجام شود.
- سوابق مواجهه افراد با مواد خطرناک باید در پرونده پزشکی افراد نگهداری شود.

۱۰-۵ معاینات پزشکی و سلامت کارگران در معرض مواد شیمیایی

۱۰-۵-۱ اصول کلی

- معاینات پزشکی شامل معاینات پیش از کار و معاینات دوره ای است. همچنین معاینات بازگشت مجدد به کار پس از دوری دراز مدت یا غیبت به دلایل بهداشتی و معاینات پایان کار هم جزء معاینات پزشکی کار با مواد شیمیایی هستند.

- معاینات پزشکی کار با مواد شیمیایی باید جزیی از برنامه کلی پایش سلامت کارکنان باشد. پایش های پزشکی باید شامل تکنیک های ساده برای تشخیص اثرات بهداشتی باشد. این روش ها می توانند شامل آزمایشات و پرسش درباره شکایات بهداشتی باشند.

- هر جا که لازم باشد، کارفرما باید ترتیبی برای انجام معاینات پزشکی کارگران فراهم نماید:

- (a) برای ارزیابی سلامت کارگران در ارتباط با ریسک های ایجاد شده توسط مواجهات شیمیایی
 - (b) برای تشخیص زودرس بیماری ها و آسیب های شغلی ایجاد شده در اثر مواجهات شیمیایی
 - (c) برای ارزیابی توانایی کارگران جهت استفاده از تجهیزات حفاظت فردی
- در موارد مواجهه با خطرات خاص، معاینات سلامت و پزشکی باید شامل تعیین سطح مواجهه و اثرات بیولوژیک عوامل زیان آور باشد.

- زمانی که یک سیستم معتبر و پذیرفته شده برای پایش بیولوژیک سلامت کارکنان وجود دارد، می توان از این سیستم برای شناسایی کارگران نیازمند معاینات بیشتر و دقیق تر استفاده کرد. - انجام معاینات پزشکی در شرایط زیر لازم است:

- (a) اجرای معاینات توسط قانونگذار برای افراد در معرض مواد شیمیایی الزام شده باشد.
- (b) به کارفرما توسط سرویس های بهداشت حرفه ای توصیه شده باشد که معاینات را برای حفاظت از کارکنان آسیب پذیر مثل زنان باردار و یا شیرده انجام دهد.
- (c) پایش های اتمسفریک یا بیولوژیک نشان دهند که ممکن است اثراتی بعلت مواجهه با مواد شیمیایی در کارگران ایجاد شده باشند.

- مواجهه با انواع مواد شیمیایی زیرممکن است فعال کننده اجرای برنامه های پزشکی باشند:

- (a) مواد شیمیایی که سمیت سیستمیک آنها محرز شده باشد یعنی اثرات نامحسوس داشته باشند.
- (b) مواد شیمیایی دارای اثرات مزمن مثل مواد ایجاد کننده آسم شغلی
- (c) مواد شیمیایی ایجاد کننده درماتیت شدید
- (d) مواد شیمیایی سرطانزا یا مشکوک به سرطانزایی

- (e) مواد شیمیایی که موتاژن و تراژن بوده یا مشکوک به آن باشند.
- (f) مواد شیمیایی دیگر که احتمال ایجاد بیماری یا سایر شرایط سوء در شرایط کار با آنها وجود داشته باشد.

۱۰-۶ استفاده از نتایج معاینات پزشکی

- هنگامی که نتایج معاینات پزشکی اثرات کلینیکی یا پیش کلینیکی را اثبات کردند، معالجات پزشکی باید انجام شده و اقدامات مناسب برای بهبود شرایط کار با رویکرد پیشگیری یا کاهش مواجهات اجرا شوند. به منظور پیشگیری یا کاهش اثرات بعدی، این اقدامات باید شامل ارزیابی مجدد ریسک های مرتبط به اقدامات کنترلی باشد.
- باید از نتایج معاینات پزشکی برای تعیین وضعیت بهداشتی کارگران استفاده شده و نباید از آنها برای تبعیض بین کارگران استفاده شود.
- نتایج معاینات پزشکی و پایش های بیولوژیک باید به زبان قابل فهم به کارگر مربوط اطلاع رسانی شود.

۱۰-۷ نگهداری سوابق پزشکی

- شرایط انجام معاینات، زمان اجرای آن و نتایج دقیق و کامل معاینات باید با رعایت اصول حفظ اسرار شخصی نگهداری شوند. مدت زمان نگهداری این سوابق توسط الزامات ملی مشخص می شوند اما اگر الزامی در این زمینه وجود نداشت، یک دوره زمانی ۳۰ ساله برای نگهداری سوابق پزشکی توصیه می شود.
- کارگران باید به سوابق شخصی پزشکی خودشان دسترسی داشته باشند چه بصورت شخصی و چه از طریق پزشک.
- کارگران و نماینده های آنها باید حق دسترسی به نتایج مطالعات اجرا شده از سوابق پزشکی را داشته باشند.
- نتایج سوابق پزشکی باید برای تهیه گزارش ها و تجزیه تحلیل های اپیدمیولوژیک بصورت بی نام در دسترس باشند.
- قانونگذار باید از صحت اجرا و نگهداری سوابق پزشکی حصول اطمینان نماید.

۸-۱۰ بازرسی های قانونی پس از بروز حوادث شیمیایی

پس از بروز و گزارش هر نوع حادثه شیمیایی قابل گزارش در صنایع، لازم است که کارشناسان مراکز دولتی (از جمله کارشناسان مراکز بهداشتی) نسبت به بررسی حادثه رخ داده اقدام کرده و بررسی های لازم را به منظور حصول اطمینان از عدم آسیب رسانی های بعدی حادثه شیمیایی رخ داده انجام دهند. در ادامه یک چک لیست راهنما برای بررسی حوادث شیمیایی ارائه می شود.

چک لیست بررسی حوادث شیمیایی پس از بروز حوادث شیمیایی

ردیف	پرسش	بله	خیر	توضیحات
۱	حادثه شیمیایی رخ داده طی مدت قانونی لازم گزارش شده است.			
۲	مستندسازی های لازم برای حادثه شیمیایی رخ داده انجام شده است.			
۳	کمیت و خطرات مرتبط با حادثه شیمیایی رخ داده مشخص است.			
۴	زون بندی مناسب بر اساس راهنما در اطراف محل حادثه انجام شده است.			
۵	اندازه گیری های لازم در فواصل مناسب از مرکز حادثه شیمیایی انجام شده است.			
۶	پایش های محیطی طولانی مدت در صورت لزوم انجام شده اند.			
۷	تخلیه محیط اطراف حادثه بر اساس راهنماهای موجود صورت پذیرفته است.			
۸	اطلاع رسانی به همسایه ها و اماکن مجاور حادثه شیمیایی رخ داده صورت پذیرفته است.			
۹	تجهیزات حفاظت فردی متناسب با مواد شیمیایی رها شده در محیط توسط افراد در معرض مورد استفاده قرار گرفته اند.			
۱۰	کمک های اولیه جهت مصدومان متناسب با نوع ماده شیمیایی اجرا شده اند.			
۱۱	معاینات پزشکی از افرادی که حین حادثه در معرض مواد شیمیایی قرار گرفته اند انجام شده است.			
۱۲	عملیات آلودگی زدایی مطابق راهنما صورت پذیرفته است.			
۱۳	اندازه گیری های پس از آلودگی زدایی انجام شده است.			
۱۴	اندازه گیری های پس از آلودگی زدایی ایمن بودن شرایط را تایید می کنند.			
۱۵	پساب ها و پسماندهای شیمیایی جمع آوری شده مطابق استانداردها جمع آوری و دفع شده اند.			
۱۶	در صورت انتشار آلودگی به محیط اطراف، گزارش های لازم به سازمان حفاظت محیط زیست ارائه شده است.			
۱۷	علل ریشه ای بروز حادثه شیمیایی مشخص شده و اقدامات لازم برای پیشگیری از بروز مجدد حوادث مشابه لحاظ شده اند.			

پیوست ها

پیوست ۱: علائم و نشانه های خطر مواد شیمیایی

E 	Explosive	O 
F 	Highly flammable	F+ 
T 	Toxic	T+ 
Xn 	Harmful	Xi 

پیوست ۲: عبارات ریسک (درج شده درون برچسب ها)

R1	قابل انفجار هنگامی که خشک است.
R2	ریسک انفجار در اثر شوک، اصطکاک یا سایر منابع احتراق.
R3	ریسک بی نهایت زیاد انفجار در اثر شوک، اصطکاک یا سایر منابع احتراق
R4	ترکیبات فلزی منفجره بسیار حساس شکل می دهد.
R5	گرم کردن می تواند سبب انفجار آن شود.
R6	قابل انفجار در اثر تماس با هوا یا عدم تماس با هوا
R7	می تواند سبب آتش سوزی شود.
R8	تماس آن با مواد قابل سوختن می تواند سبب آتش سوزی شود.
R9	هنگام تماس با مواد قابل سوختن قابل انفجار می شود.
R10	قابل اشتعال
R11	بسیار قابل اشتعال
R12	بی نهایت قابل اشتعال
R13	بی نهایت قابل اشتعال – گاز مایع
R14	با آب بشدت واکنش می دهد.
R15	در اثر تماس با آب بخارات قابل اشتعال آزاد می کند.
R16	در اثر تماس با مواد اکسید کننده قابل انفجار می شود.
R17	خودبخود قابل اشتعال در هوا
R18	طی استفاده ممکن است بخارات و گازهای قابل انفجار بصورت مخلوط با هوا تولید کند.
R19	ممکن است پراکسیدهای آلی تشکیل دهد.
R20	آسیب رسان در اثر استنشاق
R21	آسیب رسان در تماس با پوست
R22	آسیب رسان در اثر خوردن
R23	سمی در اثر استنشاق
R24	سمی در تماس با پوست
R25	سمی در صورت بلع
R26	خیلی سمی در اثر استنشاق
R27	خیلی سمی در تماس با پوست
R28	خیلی سمی در صورت بلع
R29	در اثر تماس با آب گازهای سمی آزاد می کند.
R30	در اثر استفاده می تواند بسیار قابل اشتعال شود.
R31	در تماس با اسیدها گازهای سمی آزاد می کند.
R32	در تماس با اسیدها گازهای بسیار سمی آزاد می کند.
R33	خطر اثرات تجمعی
R34	سوختگی ایجاد می کند.
R35	سوختگی شدید ایجاد می کند.
R36	محرک چشم ها

R37	محرک سیستم تنفسی
R38	محرک پوست
R39	خطر اثرات جدی غیرقابل بازگشت
R40	ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت
R41	ریسک آسیب به چشم ها
R42	می تواند در اثر استنشاق سبب حساسیت شود.
R43	می تواند در اثر تماس پوستی سبب حساسیت شود.
R44	اگر تحت شرایط محصور گرم شود خطر انفجار دارد.
R45	ممکن است سبب سرطان شود.
R46	می تواند سبب آسیب های ژنتیکی توارثی شود.
R47	می تواند سبب نقایص در نوزاد شود.
R48	خطر آسیب های جدی بهداشتی در اثر مواجهه دراز مدت
R49	سرطانزا در صورت استنشاق
R50	بسیار سمی برای ارگانیسم های آبی
R51	سمی برای ارگانیسم های آبی
R52	آسیب رسان به ارگانیسم های آبی
R53	می تواند سبب اثرات دراز مدت آسیب رسان به آبزیان شود.
R54	سمی برای گیاهان
R55	سمی برای حیوانات
R56	سمی برای ارگانیسم های موجود در خاک
R57	سمی برای زنبورها
R58	می تواند سبب اثرات سوء دراز مدت زیست محیطی شود.
R59	خطرناک برای لایه ازن
R60	آسیب رسان به باروری
R61	آسیب رسان به جنین
R62	ریسک احتمالی تولد ناقص الخلقه
R63	ریسک احتمالی آسیب به جنین
R64	می تواند سبب آسیب به نوزادان شیرخوار شود.

عبارات ترکیبی ریسک

R14/15	با آب بشدت واکنش داده و گازهای بسیار قابل اشتعال آزاد می کند.
R15/29	با آب بشدت واکنش داده و گازهای بسیار سمی، قابل اشتعال آزاد می کند.
R20/21	آسیب رسان در اثر استنشاق و تماس با پوست
R20/22	آسیب رسان در اثر استنشاق و خوردن
R20/21/22	آسیب رسان در اثر استنشاق، تماس با پوست و خوردن
R21/22	آسیب رسان در اثر تماس با پوست و خوردن
R23/24	سمی در اثر استنشاق و تماس با پوست
R23/25	سمی در اثر استنشاق یا خوردن
R23/24/25	سمی در اثر استنشاق، تماس با پوست و یا خوردن
R24/25	سمی در تماس با پوست و خوردن
R26/27	خیلی سمی در اثر استنشاق و تماس با پوست
R26/28	خیلی سمی در اثر استنشاق و خوردن
R26/27/28	خیلی سمی در اثر استنشاق، تماس با پوست و خوردن
R27/28	خیلی سمی در تماس با پوست و خوردن
R36/37	محرک چشم ها و سیستم تنفسی
R36/38	محرک چشم ها و پوست
R36/37/38	محرک چشم ها، سیستم تنفسی و پوست
R37/38	محرک سیستم تنفسی و پوست
R39/23	سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق
R39/24	سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر تماس با پوست
R39/25	سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر خوردن
R39/23/24	سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق و تماس با پوست
R39/23/25	سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق و خوردن
R39/24/25	سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر تماس با پوست و خوردن
R39/23/24/25	سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق، تماس با پوست و خوردن
R39/26	خیلی سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق
R39/27	خیلی سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر تماس با پوست
R39/28	خیلی سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر خوردن
R39/26/27	خیلی سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق و تماس با پوست
R39/26/28	خیلی سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق و خوردن
R39/27/28	خیلی سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر تماس با پوست و خوردن
R39/26/27/28	خیلی سمی: خطر اثرات غیر قابل بازگشت شدید در اثر استنشاق، تماس با پوست و خوردن
R40/20	آسیب رسان: ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت از طریق استنشاق
R40/21	آسیب رسان: ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت از طریق تماس پوست

R40/22	آسیب رسان: ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت از طریق خوراکی
R40/20/21	آسیب رسان: ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت از طریق استنشاق و تماس با پوست
R40/20/22	آسیب رسان: ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت از طریق استنشاق و خوراکی
R40/21/22	آسیب رسان: ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت از طریق تماس با پوست و خوراکی
R40/20/21/22	آسیب رسان: ریسک احتمالی اثرات غیر قابل بازگشت از طریق استنشاق، تماس پوستی و خوراکی
R42/43	ممکن است سبب حساسیت از طریق استنشاقی و پوستی شود.
R48/20	آسیب رسان: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه دراز مدت از طریق تنفسی
R48/21	آسیب رسان: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه دراز مدت از طریق پوستی
R48/22	آسیب رسان: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه دراز مدت از طریق خوراکی
R48/20/21	آسیب رسان: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه دراز مدت از طریق تنفسی و تماس پوستی
R48/20/22	آسیب رسان: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه دراز مدت از طریق تنفسی و خوراکی
R48/21/22	آسیب رسان: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه دراز مدت از طریق پوستی و خوراکی
R48/20/21/22	آسیب رسان: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه دراز مدت از طریق تنفسی، تماس پوستی و خوراکی
R48/23	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه تنفسی طولانی مدت
R48/24	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه پوستی طولانی مدت
R48/25	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه خوراکی طولانی مدت
R48/23/24	سمی: خطر آسیب جدی به سلامت در اثر مواجهه تنفسی و پوستی طولانی مدت
R48/23/25	سمی: خطر آسیب های جدی به سلامت در اثر مواجهات دراز مدت استنشاقی یا خوردن
R48/24/25	سمی: خطر آسیب های جدی به سلامت در اثر مواجهات دراز مدت با پوست یا خوردن
R48/23/24/25	سمی: خطر آسیب های جدی به سلامت در اثر مواجهات دراز مدت استنشاقی، تماس با پوست یا خوردن
R50/53	بسیار سمی برای ارگانیسم های آبی، ممکن است اثرات منفی در محیط های آبی ایجاد نماید.
R51/53	سمی برای ارگانیسم های آبی، ممکن است اثرات منفی دراز مدت در محیط های آبی داشته باشد.
R52/53	آسیب رسان به ارگانیسم های آبی، ممکن است اثرات منفی دراز مدت بر محیط های آبی داشته باشد.

پیوست ۳: عبارات ایمنی درون برچسب های شیمیایی (سیستم برچسب گذاری اتحادیه اروپا)

S1	در ظرف بسته نگهداری شود.
S2	دور از دسترس کودکان نگهداری شود.
S3	در مکان خنک نگهداری شود.
S4	دور از موجودات زنده نگهداری شود.
S5	در زیر یک مایع مناسب نگهداری شود (مشخص شده توسط سازنده).
S6	در زیر یک گاز بی اثر مناسب نگهداری شود (مشخص شده توسط سازنده).
S7	در ظرف محکم بسته شود.
S8	ظرف خشک نگه داشته شود.
S9	ظرف در محیط با تهویه مناسب نگهداری شود.
S12	ظرف را مهر و موم شده نگه ندارد.
S13	دور از مواد غذایی و آشامیدنی و غذای حیوانات قرار دهید.
S14	دور از مواد ناسازگار نگه دارید (طبق توصیه سازنده).
S15	دور از حرارت نگهداری شود.
S16	دور از منابع احتراق و سیگار نگهداری شود.
S17	دور از مواد قابل سوختن نگهداری شود.
S18	ظرف با احتیاط جابجا و باز شود.
S20	هنگام کار با ماده خوردن و آشامیدن ممنوع است.
S21	هنگام کار سیگار نکشید.
S22	عبارات را استنشاق نکنید.
S23	فیوم ها، گازها و اسپری را استنشاق نکنید.
S24	از تماس پوستی ممانعت شود.
S25	از تماس چشمی ممانعت شود.
S26	در صورت تماس با چشم با آب فراوان شسته شده و به پزشک ارجاع شود.
S27	فورا همه لباس های آلوده شده را درآورید.
S28	پس از تماس با پوست با مقدار زیاد شسته شود.
S29	وارد درین نشود.
S30	هرگز به این محصول آب اضافه نشود.
S33	احتیاطات لازم در برابر الکتریسیته ساکن اعمال شود.
S34	از شوک و اصطکاک جلوگیری شود.
S35	ماده و ظرف آن باید بصورت ایمن دفع شود.
S36	از لباس های حفاظتی مناسب استفاده شود.
S37	از دستکش مناسب استفاده شود.
S38	در صورت عدم وجود تهویه کافی از ماسک استفاده شود.
S39	از حفاظت صورت و چشم استفاده شود.
S40	برای پاکسازی کف و اجسام آلوده از استفاده شود.
S41	در موارد آتش سوزی و انفجار دود و فیوم استنشاق نشود.

S42	هنگام تدخین/ اسپری کردن از وسایل تنفسی مناسب استفاده شود.
S43	در موارد حریق از ... برای اطفاء استفاده شود.
S44	اگر احساس ناخوشی کردید به پزشک مراجعه کنید.
S45	در موارد بروز حادثه یا ناخوشی فوراً به پزشک مراجعه شود.
S46	اگر خورده شده فوراً به پزشک مراجعه کرده و ظرف ماده را نشان دهید.
S47	در دمای کمتر از درجه سانتی گراد نگهداری شود.
S48	با ... خیس نگه داشته شود.
S49	فقط در ظرف اصلی نگه داشته شود.
S50	با مخلوط نشود.
S51	فقط در مناطق با تهویه کافی نگهداری شود.
S52	برای استفاده داخلی بر سطوح وسیع توصیه نمی شود.
S53	از مواجهه خودداری شود- پیش از استفاده به دستورالعمل توجه شود.
S54	پیش از تخلیه به محیط زیست با مراکز قانونی مشورت شود.
S55	قبل از تخلیه به محیط های آبی با بهترین روش ممکن تصفیه شود.
S56	ماده و ظرف آن بصورت ماده خطرناک دفع شود.
S57	برای جلوگیری از آلودگی زیست محیطی از طرف مناسب استفاده شود.
S58	بصورت ماده خطرناک دفع شود.
S59	به اطلاعات سازنده در خصوص بازیافت، تصفیه و دفع مراجعه شود.
S60	این ماده و ظرف آن باید بصورت ماده خطرناک دفع شود.
S61	از رها شدن به محیط زیست خودداری شود. به دیتاشیت مراجعه شود.
S62	در صورت خوردن استفرغ القا نشود. فوراً ارجاع به پزشک شود.

عبارات ترکیبی ایمنی

S1/2	قفل شده و دور از دسترس کودکان نگهداری شود.
S3/7	درب ظرف را محکم بسته و در مکان خنگ نگه دارید.
S3/9	در مکان خنگ و با تهویه مناسب نگه دارید.
S3/7/9	درب ظرف محکم بسته و در مکان خنگ و با تهویه مناسب نگهداری شود.
S3/9/14	در مکان خنگ با تهویه مناسب و دور از ... نگهداری شود.
S3/9/49	فقط در ظرف اصلی و در مکان خنگ و با تهویه مناسب نگهداری شود.
S3/9/14/49	فقط در ظرف اصلی در یک مکان خنگ، با تهویه مناسب و دور از ... نگهداری شود.
S3/14	در مکان خنگ، دور از ... نگهداری شود.
S7/8	درب ظرف را محکم بسته و خشک نگه دارید.
S7/9	درب ظرف را محکم بسته و در مکان با تهویه مناسب نگهداری شود.
S20/21	هنگام استفاده، خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن ممنوع است.
S24/25	از تماس با پوست و چشم جلوگیری شود.
S36/37	از لباس و دستکش حفاظتی مناسب استفاده شود.
S36/39	از لباس و حفاظت چشم و صورت مناسب استفاده شود.
S37/39	از دستکش و حفاظت چشمی و صورتی مناسب استفاده شود.
S36/37/39	از لباس های حفاظتی مناسب، دستکش و حفاظت چشم و صورت استفاده شود.
S47/49	فقط در ظرف اصلی در در دمای کمتر از ... سانتی گراد نگهداری شود.
S3/7	درب ظرف محکم بسته شده و در محیط خنگ نگهداری شود.
S7/47	درب ظرف محکم بسته و در دمای کمتر از ... نگهداری شود.
S29/56	ماده را درین نکرده، بصورت ماده خطرناک دفع شود.

پیوست ۴: مواد شیمیایی و حداقل کمیت های با پتانسیل ایجاد حوادث

نام ماده شیمیایی	شماره CAS	کمیت
۴ آمینو بی فنیل	92-67-1	1kg
بنزیدین	92-87-5	1kg
بنزیدین و نمک ها		1kg
دی متیل نیتروزامین	62-75-9	1kg
۲- نفتیل آمین	91-59-8	1kg
برلیوم (پودر، ترکیبات)	7440-41-7	10kg
بیس (کلرومتیل) اتر	542-88-1	1kg
محلول ۱ و ۳ پروپانول	1120-71-4	1kg
۲ و ۳ و ۷ و ۸ تتراکلرودیبنزوپدی-دی اکسین	1746-01-6	1kg
پنتوکسید آرسنیک، اسید و نمک های آرسنیک ۵	1303-28-2	500kg
تری اکسید آرسنیک	1327-53-3	100kg
هیدرید آرسنیک	7784-42-1	10kg
دی متیل کربامویل کلرید	79-44-7	1kg
۴- (کلروفورمیل) مورفولین	15159-40-7	1kg
کلرید کربونیل (فسژن)	75-44-5	750kg
کلر	7782-50-5	25t
سولفید هیدروژن	7783-06-4	50t
آکریلونیتریل	107-13-1	200t
سیانید هیدروژن	74-90-8	20t
دی سولفید کربن	75-15-0	200t
برم	7726-95-6	500t
آمونیاک	7664-41-7	500t
استیلن (اتین)	74-86-2	50t
هیدروژن	1333-74-0	50t
اکسید اتیلن	75-21-8	50t

50t	75-56-9	اکسید پروپیلن
200t	75-56-9	۲-سیانوپروپان-۲-اول (استون سیانو هیدرین)
200t	107-02-8	۲-پروپانول
200t	107-18-6	۲-پروپن-۱-اول (آلیل الکل)
200t	107-11-9	آلیل آمین
100kg	7803-52-3	هیدرید آنتی موان
50t	151-56-4	اتیلن آمین
50t	50-00-0	فرمالدئید (غلظت ۹۰ درصد)
100kg	7803-51-2	فسفید هیدروژن (فسفین)
200t	74-83-9	برومومتان (متیل بروماید)
150kg	624-83-9	متیل ایزوسیانات
50t	11104-93-1	اکسید نیتروژن
100kg	10102-18-8	سلنیت سدیم
1kg	505-60-2	بیس (۲-کلرواتیل) فسفید
100kg	4104-14-7	فساستیم
50t	78-00-2	تترااتیل سرب
50t	75-74-1	تترامتیل سرب
100kg	5836-73-7	پروموریت ۳-تریازنیتروکربوکسامید
100kg	470-90-6	کلروفلوئینوس
100kg	535-89-7	کریمیدن
1kg	107-30-2	کلرومتیل متیل اتر
1t	63917-41-9	دی متیل فسفرامیدوسیانیدیک اسید
100kg	786-19-6	کربنفلونتیون
100kg	10311-84-9	دیالیفوس
100kg	3734-95-0	سیانتوات
1kg	78-53-5	آمیتون
100kg	2497-07-6	اکسی دی سولفوتون
100kg	2588-05-8	او-او-دی اتیل اس-اتیل سولفینیل متیل فسفروتیوات
100kg	2588-06-9	او-او-دی اتیل اس-اتیل سولفو متیل فسفروتیوات

100kg	298-04-4	دی سولفوتون
100kg	8065-48-3	دمتون
100kg	298-02-2	فورات
100kg	2600-69-3	او-او-دی اتیل اس-اتیل تیو متیل فسفورو تیوات
100kg	78-52-4	او-او-دی اتیل اس-ایزو پروپیل تیمتیل فسفورو تیوات
100kg	108-34-9	پیرازوکسون
100kg	115-90-2	پنسولفوتیون
100kg	311-45-5	پاراآکسون (دی اتیل ۴-نیتروفنیل فسفات)
100kg	56-38-2	پاراتیون
100kg	2642-71-9	آزینفس اتیل
100kg	3309-68-0	او-او-دی اتیل اس-پروپیل تیو متیل فسفورودی تیوات
100kg	297-97-2	تیونازین
100kg	1563-66-2	کربوفوران
100kg	13171-21-6	فسفامیدون
100kg	26419-73-8	تریپات (۲و۴-دی متیل ۱-۳-دی تیولان-۲-کربومسیل کربامولیو کسمین)
100kg	7786-34-7	منوفوس
100kg	298-00-0	پاراتیون-متیل
100kg	86-50-0	آزینفوس-متیل
100kg	66-81-9	سیکلو هگزامید
100kg	82-66-6	دی فاسینون
1kg	80-12-6	تترامتیل اتیل دی سولفوتترامین
100kg	2104-64-5	ای پی ان
1kg	462-23-7	۴-فلوئورو بوتریک اسید
1kg		۴-فلوئورو بوتریک اسید-نمک ها
1kg		۴-فلوئورو بوتریک اسید، استرها

۱kg		۴- فلئوروتیک اسید، آمیدها
۱kg	37759-72-1	۴- فلئوروکروتونیک اسید
۱kg		۴- فلئوروکروتونیک اسید، نمک ها
۱kg		۴- فلئوروکروتونیک اسید، استرها
۱kg		۴- فلئوروکروتونیک اسید، آمیدها
۱kg	144-49-0	فلئورواستیک اسید
۱kg		فلئورواستیک اسید، نمک ها
۱kg		فلئورواستیک اسید، استرها
۱kg		فلئورواستیک اسید، آمیدها
100kg	4301-50-2	فلونتیل
۱kg		۴- فلئورو-۲- هیدروکسی بوتریک اسید
۱kg		۴- فلئورو-۲- هیدروکسی بوتریک اسید، نمک ها
۱kg		۴- فلئورو-۲- هیدروکسی بوتریک اسید، استرها
۱kg		۴- فلئورو-۲- هیدروکسی بوتریک اسید، آمیدها
50t	7664-39-3	فلئورید هیدروژن
100kg	107-16-4	هیدروکسی استونیتریل (گلیکونیتریل)
100kg	19408-74-3	۱و۲و۳و۷و۸و۹و- هگزاکلرودیبنزو- پییدی اکسین
100kg	465-73-6	ایزودرین
۱kg	680-31-9	هگزامتیل فسفروآمید
100kg	481-39-0	جاگلون (۵-هیدروکسی نفتالن- ۱و۴- دیون)
100kg	81-81-2	وارفارین
10kg	101-14-4	۴و۴- متیلن بیس (۲-کلروآنیلین)
100kg	563-12-2	اتیون
100kg	116-06-3	آلدیکارب
10kg	13463-39-3	تتراکربونیل نیکل

100kg	297-78-9	ایزوبنزان
100kg	19624-22-7	پنتابوران
10kg	10118-77-6	۱-پروپن-۲-کلرو ۱ و ۲-دیول-دی استات
50t	75-55-8	پروپیلن آمین
10kg	7783-41-7	دی فلوئوراید اکسیژن
1t	10545-99-0	دی کلرید گوگرد
10kg	7783-79-1	هگزا فلئوراید سلنیوم
10kg	7783-07-5	سلنید هیدروژن
100kg	107-49-3	TEPP
100kg	3689-24-5	سولفوتپ
100kg	115-26-4	دی مفوکس
10kg	51-18-3	تری اتیلن ملامین
1t	7440-48-4	فلز کبالت؛ اکسیدها، کربنات ها، سولفیدها و پودر
1t	7440-02-0	فلز نیکل، اکسیدها، کربنات ها، سولفیدها و پودر
100kg	494-52-0	آنا بازین
100kg	7783-80-4	هگزا فلئورید تلور
۵۰t		مواد قابل اشتعال
10t	693-21-0	دی اتیلن گلیکول دی نیترات
50t		دی نیتروفلن
50t	131-73-7	بیس (۲ و ۴-تریتروفنیل) آمین
50t	13464-97-6	نیترات هیدرازین
10t	55-63-0	نیترو گلیسرین
50t	121-82-4	سیکلوتری متیلن ترینیترا مین
50t	29652-12-1	تری نیترو آنیلین
50t	606-35-9	۲ و ۴-تری نیترو آنیزول
50t	99-35-4	تری نیترو بنزن
50t	35860-50-5; 129-66-8	تری نیترو بنزویک اسید
50t	28260-61-9	کلوتری نیترو بنزن

50t	479-45-8	ان-متیل-ان ۲و۴-تترا نیتروآنیلین
50t	88-89-1	اسید پیکریک
50t	28905-71-7	تری نیترو کرزول
50t	4732-14-3	۲و۴-تری نیترو فنوتول
50t	82-71-3	اسید استیفنیک
50t	118-96-7	۲و۴-تری نیتروتولون
2 500t 10 000t	6484-52-2	نیترات آمونیوم
100t	9004-70-0	نیتروسولوز
250t	7446-09-5	دی اکسید گوگرد
250t	7647-01-0	کلرید هیدروژن (گاز مایع)
250t	7775-09-9	کلرات سدیم
50t	107-71-7	ترت- بوتیل پروکسی استات
50t	109-13-7	ترت- بوتیل پروکسی بوتیرات
50t	1931-62-0	ترت- بوتیل پروکسی مالئات
50t	2372-21-6	ترت- بوتیل پروکسی ایزوپروپیل کربنات
50t	2144-45-8	ای بنزیل پروکسی دی کربنات
50t	2167-23-9	۲و۲- بیس بوتان
50t	3006-86-8	۱و۱- بیس سیکلوهگزان
50t	2614-76-8	۲و۲- دی هیدروپروکسی پروپان
50t	16066-38-9	دی-ان- پروپیل پروکسی دی کربنات
50t	1338-23-4	متیل اتیل کتون پراکسید
50t	79-21-0	اسید پراستیک
50t	13424-46-9	آزید سرب
10t	20820-45-5; 628-86-4	فولمینات جیوه
10t	628-96-6	اتیلن گلیکول دی نیترات
50t	625-58-1	اتیل نیترات
50t	831-52-7	پیکرامات سدیم
50t	18810-58-7	آزید باریم
50t	3437-84-1	دی -ایزوبوتیل پراکساید
50t	14666-78-5	دی اتیل پراکسی کربنات

50t	927-07-2	ترت- بوتیل پراکسی پیوالات
2 000t	7782-44-7	اکسیژن مایع
100t	7446-11-9	تری اکسید گوگرد

مراجع

- Assael MJ, Kakosimos KE. Fires, Explosions, And Toxic Gas Dispersions: CRC Press; 2010.
- Association NFP. Recommended Practice for Responding to Hazardous Materials Incidents. 2007.
- Bosch CJHVd, Wetering RAPM. Methods for the Calculation of Physical Effects: The Netherland Organization of Applied Scientific Research; 2005.
- Burke R. Hazardous Materials Chemistry for Emergency Responders. Second Edition ed: LEWIS PUBLISHERS; 2003.
- Cheremisinoff NP. Handbook Of Emergency Response To Toxic Chemical Releases: NOYES PUBLICATIONS; 1995
- CCPS (Center for Chemical Process Safety). Technical Planning For On-Site Emergencies: American Institute of Chemical Engineers; 1995.
- Emergency Response Guidebook: transport Canada, the U.S. Department of Transportation, the Secretariat of Transport and Communications of Mexico,; 2008.
- Fabiano B, Curro F, Reverberi AP, Pastorino R. Dangerous good transportation by road: from risk analysis to emergency planning. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2005;18:403–13.
- GALLANT B. Hazardous Waste Operations And Emergency Response Manual: JOHN WILEY & SONS, INC; 2006.
- <http://www.epa.gov/>.
- <http://cameochemicals.noaa.gov/>.
- <http://www.ilo.org/safework/lang--en/index.htm>.
- Khan FI, Abbasi SA. Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 1999;12:361 78.
- Mahony MTO, Doolan D, O’Sullivan A, Hession M. Emergency planning and the Control of Major Accident Hazards (COMAH/Seveso II) Directive: An approach to determine the public safety zone for toxic cloud releases. Journal of Hazardous Materials. 2008;154:355–65.
- Mannan S. Lee’s Loss Prevention in the Process Industries. Third edition ed: Elsevier; 2005
- Martin WF, Lippitt JM, Webb PJ. Hazardous Waste Handbook for Health and Safety.

Third Edition ed: Butterworth–Heinemann; 2000.

- MOLINO LN. Emergency Incident Management Systems: JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION; 2006.
- Niemeier RW, Obadia I. International chemical safety cards and global harmonization. Safety Science. 2001;39:107–15.
- Obadia I. ILO activities in the area of chemical safety. Toxicology. 2003;190:105/15.
- Occupational Safety and Health Administration; Available from: <http://www.osha.gov/>
- Technical Guidance for Hazards Analysis: U.S. Environmental Protection Agency; 1987.