

راهنمای

چک لیست حوادث شیمیایی



مرکز سلامت محیط و کار
گروه عوامل شیمیایی و سموم
وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی
۱۳۹۷

راهنمای چک لیست حوادث شیمیایی

مقدمه	۳
راهنمای چک لیست قبل از وقوع حوادث شیمیایی	۴
۱. فهرست برداری از مواد شیمیایی	۴
۲. برچسب گذاری معتبر مطابق الزامات GHS	۵
۳. تهیه SDS	۶
۴. انبارش مواد شیمیایی خطرناک	۷
۵. جداسازی مواد خطرناک	۸
۶. ساختمان محل انبارش	۱۰
۷. اقدامات ایمنی برای بارگیری و تخلیه مواد شیمیایی	۱۱
۸. حمل و نقل مواد و کالاهای شیمیایی در کارگاه و انبار	۱۱
۹. دفع مواد شیمیایی	۱۲
۱۰. استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب	۱۴
۱۱. آموزش	۱۴
۱۲. سیستم اطفاء حریق	۱۴
۱۳. مسئولیت های کارفرما	۱۵
۱۴. آموزش های بهداشت حرفه ای	۱۵
۱۵. بررسی منظم عوامل دخیل در وقوع حوادث شیمیایی با چک لیست	۱۵
۱۶. بررسی وقوع حوادث شیمیایی قبلی	۱۷
۱۷. پیشگیری از وقوع حادثه شیمیایی با توجه به سیکل تکرار وقوع حوادث قبلی	۱۷
راهنمای چک لیست بعد از وقوع حادثه شیمیایی	۱۸
۱. گزارش حادثه شیمیایی به مرکز/ شبکه بهداشتی درمانی	۱۸
۲. منطقه بندی محل خطر	۱۸

۳.	اندازه گیری ها.....	۲۴
۴.	تخلیه محیط اطراف حادثه.....	۲۵
۵.	اطلاع رسانی مجاورین.....	۲۶
۶.	وسایل حفاظت فردی.....	۲۶
۷.	کمک های اولیه.....	۲۶
۸.	معاینات پزشکی.....	۲۷
۹.	آلودگی زدایی.....	۲۸
۱۰.	اندازه گیری پس از آلودگی زدایی.....	۳۳
۱۱.	تایید شرایط پس از آلودگی زدایی.....	۳۳
۱۲.	جمع آوری پساب و پسماندهای شیمیایی.....	۳۳
۱۳.	گزارش به محیط زیست و مدیریت بحران.....	۳۳
۱۴.	اقدامات لازم برای پیشگیری از حادثه احتمالی بعدی.....	۳۳
۱۵.	پیامدهای حادثه.....	۳۴
۱۶.	نوع مصدومیت.....	۳۴
۱۷.	تاریخ وقوع حادثه.....	۳۴
۱۸.	ساعت وقوع حادثه.....	۳۴
۱۹.	محل وقوع حادثه.....	۳۴
۲۰.	ماده/ مواد اصلی ایجاد کننده حادثه.....	۳۴
۲۱.	دلیل حادثه.....	۳۵
۲۲.	علت اصلی حادثه.....	۳۵
۲۳.	وجود حادثه شیمیایی قبلی.....	۳۵

مقدمه

به استناد بند ۲ ماده ۱ قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، نظارت بر مواد شیمیایی و سموم بر عهده وزارت بهداشت می‌باشد؛ لذا مرکز سلامت محیط و کار برنامه مدیریت حوادث شیمیایی در صنایع را در سال ۱۳۹۳ تدوین و به دنبال آن یک سیستم ثبت و گزارش گیری برای حوادث شیمیایی صنایع را طراحی نمود. در سیستم ثبت حوادث شیمیایی برخی پارامترهای موثر در وقوع حوادث شیمیایی نظیر: شناسایی و فهرست برداری مواد شیمیایی دارای پتانسیل ایجاد حادثه، برچسب گذاری مطابق استانداردهای بین المللی GHS، در دسترس بودن SDS برای کارکنان، ساختمان و نحوه انبارش ایمن و صحیح مواد شیمیایی خطرناک، جداسازی مواد خطرناک شیمیایی، نحوه حمل و نقل، تخلیه و بارگیری و دفع پسماندهای شیمیایی و آموزش نحوه کار ایمن با مواد شیمیایی به کارکنان و مسئولان شرکت مورد توجه قرار گرفته است.

بررسی آمارهای ثبت شده حوادث شیمیایی در سامانه جامع بازرسی حاکی از ثبت ۲۲ هزار کارگاه مستعد حوادث شیمیایی در طی سال های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷ می باشد. نگاهی به تکرار وقوع حوادث شیمیایی در کارگاه های مذکور و خسارات مالی و جانی برجا مانده از آن که بعضا بسیار شدید و تکان دهنده است، نشان از آن دارد که با وجود تدوین و اجرای برنامه مدیریت حوادث شیمیایی در سه سال گذشته، تمرکز فعالیت ها غالبا به سمت اقدامات پس از وقوع و بروز حوادث شیمیایی بوده و به مباحث شناسایی، کنترل مخاطرات و بررسی ریسک های منجر به ایجاد حادثه و رفع علل و نواقص موجود و انجام پیگیری های لازم برای جلوگیری از تکرار وقوع حوادث شیمیایی توجه کافی نشده است.

بر همین اساس به منظور تأکید به داشتن رویکرد پیش فعال نسبت به شناسایی مخاطرات و ارزیابی خطرات آنها جهت کاهش پیامدهای سوء حوادث شیمیایی، سیستم ثبت حوادث شیمیایی زیر نظر برخی از اساتید متخصص در این رشته بازنگری شد و برخی اصلاحات به منظور استخراج اطلاعات مهم، ضروری و کاربردی مورد این نیاز این برنامه از جمله فهرست برداری مواد شیمیایی در کارگاه ها و صنایع کشور در چک لیست قبل از وقوع حوادث شیمیایی لحاظ شد. همچنین اطلاعات مربوط به فرم شماره ۵ که به صورت متنی پس از وقوع حادثه از معاونت های بهداشتی گزارش گیری می شد با انجام اصلاحاتی به چک لیست بعد از وقوع اضافه شد تا امکان گزارش گیری از اطلاعات این بخش نیز از طریق سامانه جامع بازرسی فراهم گردد.

راهنمای حاضر که توضیحات جامعی را در رابطه با تکمیل چک لیست های قبل و بعد از حوادث شیمیایی فراهم می کند، می تواند قدمی در راه کاهش حوادث شیمیایی کشورمان باشد. امید است با تلاش و همت کارشناسان و بازرسان این مهم حاصل آید.

راهنمای چک لیست قبل از وقوع حوادث شیمیایی

ابتدا لازم است اطلاعات عمومی مربوط به کارگاه در بالای فرم به دقت و به طور کامل تکمیل شود. برای یافتن طول و عرض جغرافیایی کارگاه می توان به طرق مختلف نظیر استفاده از گوگل مپ با انتخاب دقیق محل کارگاه روی نقشه و نظایر آن اقدام نمود. سپس به سئوالات چک لیست با توجه به توضیحات راهنما پاسخ داده شود.

۱- فهرست برداری از مواد شیمیایی

در ابتدای هر سال مسئول بهداشت حرفه ای هر کارگاه یا نماینده کارفرما باید فهرستی از مواد شیمیایی کارگاه که نام آنها در لیست مواد شیمیایی جداول TPQ درج شده است را مطابق جدول شماره ۱ تهیه و به تأیید کارفرما برساند و یک نسخه از فایل جدول مذکور را به مرکز/شبکه بهداشت مربوطه ارسال نماید و یا در هنگام بازرسی به کارشناسان بهداشت حرفه ای تحویل دهد.

نکته: مراکز / شبکه های بهداشتی درمانی باید جدول شماره ۱ را به همراه توضیحات و راهنمایی های لازم برای کلیه کارگاه های مشمول برنامه حوادث شیمیایی ارسال نموده و در خصوص ضرورت تکمیل آن یادآوری نماید. (این اطلاع رسانی لازم است حداقل یک ماه قبل از مطالبه فهرست مواد شیمیایی از کارگاه صورت پذیرد).

لیست مواد شیمیایی مندرج در جداول TPQ شامل مواد شیمیایی دارای یک حداقل کمیت فیزیکی هستند که کارگاه دارای این مواد، باید طرح واکنش در شرایط اضطراری را تدوین و پیاده سازی نماید. برخی سازمان ها مثل سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا حدودی را برای این کمیت تعریف کرده اند که نسخه ای از آن به معاونت های بهداشت ارسال شده است.

فهرست برداری مواد شیمیایی / کالاهای شیمیایی خطرناک^۱ موجود در کارگاه به شرح جدول زیر باشد:

جدول ۱ فهرست برداری مواد شیمیایی / کالاهای شیمیایی خطرناک موجود در کارگاه

مقدار (kg)	آیا برچسب داری پتانسیل ایجاد حادثه (TPQ)	آیا برگه ایمنی (SDS) دارد؟	مقدار ماده شیمیایی (کیلوگرم)			شماره CAS	نام ماده شیمیایی خطرناک	ردیف
			میزان مانده در انبار در سال قبل (kg)	میزان مصرف شده در سال قبل (kg)	میزان خریداری شده در سال قبل (kg)			

^۱ منظور مواد شیمیایی خطرناکی هستند که اگر فرد در معرض آنها قرار گیرد سلامت او به خطر می افتد.

- در چک لیست اصلی در صورتی که فهرست به روز رسانی شده و کامل مواد / کالای شیمیایی مورد استفاده در کارگاه طبق فرمت فوق موجود باشد گزینه "بله" انتخاب می شود.
- در صورتی که هیچگونه فهرستی از مواد شیمیایی در کارگاه وجود نداشته باشد گزینه "خیر" انتخاب می شود.
- در صورتی که فهرست موجود ناقص باشد و یا به روز رسانی نشده باشد گزینه "نیازمند تکمیل" انتخاب شود.

۲- برچسب گذاری معتبر مطابق الزامات GHS

- اگر کلیه ظروف حاوی مواد شیمیایی خطرناک دارای برچسب معتبری باشند که مطابق الزامات GHS تهیه شده و ماهیت آنها را بر اساس توضیحاتی که در ادامه این بخش خواهد آمد نشان دهد گزینه بله انتخاب می شود.
- در صورتی که اصلاً برچسب گذاری انجام نشده باشد گزینه خیر انتخاب می شود.
- در صورتی که برچسب گذاری برای برخی ظروف انجام شده و لی شامل کلیه ظروف نمی باشد و یا برچسب گذاری مطابق الزامات GHS انجام نشده باشد گزینه نیازمند اقدامات تکمیلی انتخاب شود.

همه مواد شیمیایی باید دارای علایمی باشند که ماهیت آنها را نشان دهد.

بسته ها و ظروف مواد خطرناک باید علاوه بر علایم، دارای برچسب های با اطلاعات کافی باشند. که محتویات داخل آن به راحتی شناسانده شوند.

برچسب ها و علائم قبلی ظروفی که برای مواد دیگری در حال استفاده هستند؛ باید جدا شده و از برچسب ها و علائم مربوط به ماده جدید استفاده شود

برچسب ها باید توجه را به خطرات ذاتی استفاده یا کار با مواد شیمیایی جلب نماید. علایم و تصاویر مورد استفاده استاندارد برای این نوع اطلاع رسانی تدوین شده اند. علایم، بخش درونی برچسب ها هستند و نشان دهنده فوریت خطرات ماده شیمیایی هستند.

این اطلاعات باید در تحویل ماده شیمیایی به استفاده کننده تحویل شود. هر برچسب باید اطلاعات زیر را به وضوح نشان دهد:

- نام ماده شیمیایی

- نام تجاری ماده
 - نام، آدرس و شماره تلفن سازنده، وارد کننده یا توزیع کننده
 - پیکتوگرام های GHS
 - عبارات احتیاطی (P) (Precautionary Statements)
 - عبارات خطر (H) (Hazard Statements)
 - کمیت موجود از ماده درون ظرف یا بسته بندی
- برچسب ها باید به زبان فارسی تهیه شده باشند. برچسب باید ماده اصلی که دارای بیشترین خطر است را نشان دهد. به عنوان 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.

ابعاد یک برچسب استاندارد نیز به شرح ذیل است:

جدول ۲-۲: ابعاد یک برچسب استاندارد

ظرفیت بسته بندی	حداقل ابعاد بر حسب میلی متر
کمتر از ۳ لیتر	۷۴ در ۵۲
بیش از ۳ لیتر و کمتر از ۵۰ لیتر	۷۴ در ۱۰۵
بیش از ۵۰ لیتر و کمتر از ۵۰۰ لیتر	۱۰۵ در ۱۴۸
بیش از ۵۰۰ لیتر	۱۴۸ در ۲۱۰

برای کسب اطلاعات بیشتر به راهنمای مدیریت حوادث شیمیایی مراجعه شود.

۳- تهیه SDS

تامین کنندگان، سازندگان یا صادر کنندگان مواد شیمیایی باید اطلاعات کامل ایمنی مواد و برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی را فراهم نمایند. برگه اطلاعات ایمنی (SDS) 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.

اگر برگه SDS برای کلیه مواد شیمیایی کارگاه تهیه شده و در دسترس تمام کارکنان قرار گرفته باشد گزینه بله را انتخاب کنید.

اگر برگه SDS برای مواد شیمیایی کارگاه تهیه نشده باشد گزینه خیر را انتخاب کنید.

اگر برگه SDS برای برخی مواد شیمیایی تهیه شده و یا در دسترس کارکنان نیست گزینه نیاز به اقدامات تکمیلی را انتخاب کنید.

۴- انبارش مواد شیمیایی خطرناک

مواد شیمیایی خطرناک باید تحت شرایط خاص متناسب با ویژگی های ذاتی خطرات آنها و مطابق با الزامات نگهداری شوند.

در مورد شرایط محل انبارش و شرایطی که باید از آن اجتناب نمود پارامترهایی به شرح زیر بررسی شود:

۱- در انبارهایی که مواد شیمیایی نگهداری می شود باید قفسه بندی مناسب وجود داشته باشد و نظم و ترتیب و نظافت در انبار رعایت شود

۲- دستگاه های تهویه و تبادل هوای انبار باید متناسب با حجم انبار و نوع مواد شیمیایی در انبار باشد.

۳- در انبارهایی که مواد شیمیایی نگهداری می شود؛ باید مواد جاذب برای جمع آوری موادی که روی سطوح یا کف ها می ریزند؛ متناسب با نوع مواد وجود داشته باشد.

۴- مخازن و انبارهایی که در آن مایعات شیمیایی وجود دارد؛ باید بوسیله دیوار یا خاکریزهای غیرقابل نفوذ (حوضچه) که دارای ظرفیت متناسب برای گنجایش تمام مایع باشد؛ محصور گردد که مایعات شیمیایی در اثر لبریز شدن و یا پیدایش نقصی در مخزن (سوراخ شدگی یا ترکیدگی) و اتصالات آن، حریق و علل دیگر نتوانند به هیچ وجه از محوطه محصور (حوضچه) خارج شوند. ظرفیت حوضچه مذکور برای مواد قابل اشتعال باید حداقل ۱۰ برابر بیشتر از حجم مخزن یا مایعات موجود در انبار باشد.

۵- در انبارهایی که مواد شیمیایی مایع نگهداری می شود؛ باید دارای مخازن مخصوص باشند که در صورت لبریز شدن و یا پیدایش نقصی در مخزن (سوراخ شدگی یا ترکیدگی) و اتصالات آن، بتوان مایع جمع آوری شده در حوضچه را به مخزن مذکور انتقال داد.

۶- در انبارهایی که مواد شیمیایی قابل اشتعال نگهداری می شود؛ منابع تولید حرارت و جرقه نباید وجود داشته باشد.

۷- راهروها و فضای بین قفسه ها باید عاری از هرگونه کالا یا مواد بوده و عرض کافی برای عبور کارکنان و چرخ دستی داشته باشد.

۸- استعمال دخانیات و به همراه داشتن وسایل مولد آتش و جرقه در انبارهای حاوی مواد قابل اشتعال ممنوع می باشد. نصب تابلوها و علائم هشدار دهنده در درب های ورودی این انبارها ضروری می باشد.



۹- انبارهای مواد شیمیایی قابل اشتعال باید دارای سیستم پایش و کنترل دما و رطوبت محیط باشد تا افزایش دما از حد مجاز را اعلام نماید.

۱۰- در انبارهای مواد شیمیایی قابل اشتعال باید چندین خاموش کننده دستی و چرخ دار متناسب با نوع مواد شیمیایی وجود داشته باشد. در صورتی که امکان استفاده از خاموش کننده خاصی به هر دلیل مجاز نمی باشد؛ این موضوع باید بوسیله علائم هشدار دهنده در درب های انبار مشخص گردد.



۱۱- حتی الامکان از چیدن بشکه های حاوی مواد شیمیایی مایع و مواد گروه ۴,۱ در قفسه های بالا باید خودداری نمود. در صورت چیدمان این مواد در ارتفاع، ظروف چیده شده بر روی پالت باید بطور ایمن و مناسب تسمه کشی شوند.

۱۲- مایعات قابل اشتعال باید حتی الامکان در مخازن زیر زمینی ذخیره گردند. در صورت ذخیره در مخازن رو زمینی باید حداقل ۲۰ متر از ساختمان های مجاور فاصله داشته باشند تا در اثر حمل و نقل، بارگیری و تخلیه، آتش سوزی و یا انفجار، ساختمان های مجاور را تهدید ننماید.

۱۳- ظروف و مخازن مواد شیمیایی که ایجاد فشار داخلی می نمایند (از جمله اسیدها) باید دارای خروجی کاهش فشار به بیرون از انبار داشته باشند. در غیر این صورت، باید درب این ظروف یا مخازن، هفته ای یک یا دوبار برای کاهش فشار باز شده و دوباره بسته شوند.

۱۴- ظروف خالی مواد شیمیایی قبل از انبار کردن و یا استفاده برای مواد دیگر، باید کاملاً شسته و خشک شوند.

۱۵- مواد شیمیایی با خطرات سرطانزایی، جهش زایی یا تراژژنیک باید تحت شرایط کنترلی سخت و دقیق نگهداری شوند.

۵- جداسازی مواد خطرناک

از آنجا که ممکن است برخی از مواد شیمیایی به دلیل مجاورت بر هم کنش داشته و باعث حادثه یا از بین رفتن کیفیت محصول شوند بایستی اطلاعات مربوطه موجود و شرایط مرتبط اعمال گردد. در صورت لزوم بایستی از طریق دیوار یا حصار این مواد از همدیگر جداسازی شوند.

مواد شیمیایی با خواص نوعی و مشخصات زیر بیشتر مطرح هستند:

- مایعات قابل اشتعال
- گازهای قابل اشتعال

- مواد شیمیایی سمی
- مواد شیمیایی خورنده
- مواد شیمیایی رها کننده گازها و فیوم های سمی در آتش
- موادی که در تماس با آب گازهای قابل اشتعال آزاد می کنند.
- مواد شیمیایی اکسید کننده
- مواد منفجره
- مواد ناپایدار
- جامدات قابل اشتعال
- گازهای تحت فشار

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

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:

- ا) 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.
- ب) 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.
- ت) امنیت کافی و دسترسی تحت کنترل به مناطق انبارش مواد شیمیایی. منابع احتراقی بالقوه باید ممنوعیت ورود داشته و تحت کنترل اکید باشند.
- ث) 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 عملا تهدیدی وجود نداشته باشد.
- ج) ساختمان مناسب، ماهیت و یکپارچگی ظروف انبارش
- ح) 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.

خ) الزامات برچسب زنی و برچسب زنی مجدد

د) روش های اجرایی اضطراری

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

ر) استفاده از سیستم های پایش و مانیتورینگ

۶- ساختمان محل انبارش

ساختمان محل انبارش مواد شیمیایی خطرناک باید استانداردهای ایمنی زیر را دارا باشد:

۱. ساختمان انبار باید دارای فاصله و حریم مجاز از محل کارگاه باشد که از طریق برخی نرم افزارها مانند نرم افزار phast میتوان بر حسب مقدار و حجم مواد شیمیایی خطرناک این حریم مجاز را تعیین نمود.
۲. دیوارها و سقف انبار مواد شیمیایی باید غیر قابل نفوذ و از مصالح یا موادی باشد که در برابر آتش سوزی مقاوم باشد و از مصالحی که حداقل ۳۰ دقیقه تحمل آتش سوزی را داشته باشد ساخته شده باشد. (بتون مسلح حداقل ۴ ساعت و تیرآهن حداقل ۱ ساعت تحمل آتش سوزی را دارد).
۳. دارای تهویه مناسب و ضد جرقه باشد.
۴. دارای سیستم روشنایی کافی و ایمن باشد.
۵. کف انبار قابلیت شستشو داشته باشد.
۶. کف انبار مواد شیمیایی باید غیر قابل نفوذ و از مصالح یا موادی باشد که در برابر مواد شیمیایی مقاوم بوده (ازجمله برای اسید ها) و در اثر سقوط یا اصطکاک اشیا روی آن، موجب تولید جرقه نشود (از جمله مواد گروه ۴، ۱).
۷. انبارهای نگهداری مواد شیمیایی باید دارای مجاری فاضلاب با ظرفیت کافی برای تخلیه آب ناشی از شستشو کف و یا مواد شیمیایی ریخته شده باشند. همچنین باید دارای حوضچه های جدا کننده برای جمع آوری مواد شیمیایی مایع ریخته شده و جلوگیری از ورود آنها با سیستم جمع آوری فاضلاب باشند.
۸. کف، دیوارها و سقف محل هایی که مواد شیمیایی خطرناک وجود دارد بایستی نسبت به ورود آب مقاوم باشد. همچنین در صورتیکه رمپ، پله یا سطوحی منتهی به انبار ممکن است باعث ورود آب به کارگاه شوند بایستی اقدامات لازم برای مقاوم سازی صورت گیرد.
۹. سیستم های روشنایی در انبارهای مواد شیمیایی قابل اشتعال باید از نوع ضد جرقه باشد.
۱۰. سیستم الکتریکی کارگاه شامل سیم کشی ها، کلید و پریزها و همچنین وسایل برقی مورد استفاده در کارگاه باید از نوع متناسب با شرایط کارگاه باشند به طوریکه باعث جرقه یا دیگر مخاطرات نشوند

۱۱. انبارهای مواد شیمیایی باید حداقل دارای ۲ درب ورود و خروج به فضای آزاد باشند. قفل درب های این انبارها باید طوری باشد که در شرایط اضطراری بتوان از بیرون به راحتی آنها را باز کرد.

انبار مواد شیمیایی باید دارای سیستم کشف و اعلام حریق همراه با هشدار و یا آلارم باشد. صدای آلارم به خوبی شنیده شود و در صورت امکان با چراغ چشمک زن همراه باشد.

۷- اقدامات ایمنی برای بارگیری و تخلیه مواد شیمیایی

در زمان بارگیری و تخلیه مواد شیمیایی بایستی از وسایل مناسب استفاده شود. برای مثال در خصوص بارهای حاوی گاز و بخار یا بارهایی که به شکل مایع، پودری و گرانولی بوده و امکان مواجهه با آنها وجود دارد بایستی به نحوی که امکان انتشار، نشت و ریزش مواد شیمیایی در هنگام بارگیری و تخلیه وجود نداشته باشد تخلیه و بارگیری شوند و در صورت لزوم از لیفتراک و چرخ دستی های مناسب استفاده شود.

همچنین در صورت ریختن یا نشت مواد شیمیایی در زمان بارگیری و تخلیه در کارگاه باید به سرعت با جاذب های مناسب جمع آوری شوند.

به علاوه در صورت امکان تنفس یا بروز آسیب های پوستی و غیره در اثر مواجهه با مواد شیمیایی در حین تخلیه و بارگیری بایستی وسایل حفاظت فردی مناسب در اختیار کارگران قرار گیرد.

در زمان بارگیری و تخلیه مواد شیمیایی اشتعال زا، باید کارکنان از استعمال دخانیات یا ایجاد جرقه منع گردند.

بارگیری و تخلیه ایمن ظروف و مخازن با رعایت معیارهای مرتبط به تجهیزات و سیستم های ایمن کاری کار

احتیاط های کافی در برابر رهائش اتفاقی، آتش سوزی، انفجار و واکنش دهی شیمیایی

احتیاط های کافی و روش های اجرایی برای نشت و رهائش مواد شیمیایی

۸- حمل و نقل مواد و کالاهای شیمیایی در کارگاه و انبار

راهروهای محل حمل و نقل مواد شیمیایی باید عاری از هر گونه مواد و وسایل باشد.

شرایط مرتبط با هر ماده شیمیایی خطرناک در زمان جابجایی رعایت گردد.

ترجیحا از وسایل و امکانات مکانیزه و خودکار برای حمل و جابجایی مواد شیمیایی خطرناک استفاده شود (مخصوصا برای مواد گروه ۸).

در صورت ضرورت حمل و جابجایی مواد شیمیایی خطرناک به صورت دستی وزن مجاز بار رعایت گردد.

بسته هایی که برای حمل و جابجایی دستی مواد شیمیایی خطرناک مورد استفاده قرار می گیرند باید دارای دستگیره مناسب یا جای دست باشند.

ظروفی که برای حمل و جابجایی مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند باید دارای دسته ی مناسب باشند.

در صورت امکان تنفس یا بروز آسیب های پوستی و غیره در اثر مواجهه با مواد شیمیایی در حین حمل و نقل و جابجایی بایستی وسایل حفاظت فردی مناسب در اختیار کارگران قرار گیرد.

در زمان ریختن یا نشست مواد شیمیایی در زمان حمل و نقل در کارگاه باید به سرعت با جاذب های مناسب جمع آوری شوند.

مواد شیمیایی خطرناک باید مطابق با معیارهای مشخص شده توسط مقررات حمل و نقل کشور (آیین نامه اجرایی حمل و نقل جاده ای مواد خطرناک (۴۴۸۷۰/ت/۲۹۰۲۹ ه مورخه ۱۳۸۰/۱۲/۲۷ هیات وزیران) حمل گردند به نحوی که از ایمنی لازم برای کارگران و جامعه حصول اطمینان شود.

این معیارها باید شامل تعیین موارد زیر باشد:

ب- ویژگی ها و کمیت مواد شیمیایی که قرار است حمل و نقل شوند.

ت- ماهیت، یکپارچگی و حفاظت بسته ها و ظروف مورد استفاده در حمل و نقل از جمله خطوط لوله

ث- مشخصات وسیله حمل کننده مواد شیمیایی

ج- راهی که قرار است حمل مواد شیمیایی از آن مسیر انجام شود.

ح- آموزش ها و صلاحیت های راننده و کارگران حمل و نقل مواد شیمیایی

خ- رعایت الزمات برچسب زنی

د- بارگیری و تخلیه ایمن

ذ- رعایت روش های اجرایی اضطراری در شرایط حوادثی مثل انفجار و آتش سوزی:

۱. معیارهای تدوین شده باید با الزامات بین المللی حمل و نقل همخوانی داشته باشد (مثل کد کالاهای خطرناک دریایی

بین المللی و...)

۲. 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.

در زمان جابجایی مواد اشتعال زا باید از استعمال دخانیات یا ایجاد جرقه اجتناب نمود.

در صورت جابجایی های طولانی مواد شیمیایی باید مقررات حمل و نقل جاده ای مواد و کالاهای شیمیایی رعایت گردد.

۹- دفع مواد شیمیایی

دفع مواد شیمیایی خطرناک مورد استفاده در فرآیندها باید طبق دستورالعمل دفع و امحاء مواد شیمیایی که از سوی مرکز سلامت محیط و کار تهیه و منتشر شده است صورت بگیرد. به صورت فهرست وار برخی از این استانداردها در زیر آمده است:

۱. دفع مواد شیمیایی و ریسک های مرتبط با آن باید در فرایند ارزیابی ریسک لحاظ شده باشند.
۲. مواد شیمیایی باید مطابق با الزامات زیست محیطی به گونه ای دفع شوند که خطری برای کارگران، جامعه و محیط زیست نداشته باشند.
۳. ظروف مواد شیمیایی که خالی شده اند اما ممکن است هنوز حاوی مقادیری مواد باقیمانده باشند باید مثل مواد خطرناک در نظر گرفته شوند.
۴. 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:
 - أ) 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.
 - ب) مخازن و ظروف خالی که از مواد خطرناک پاک نشده اند باید بسته بندی شده و برای دفع یا استفاده مجدد در مکان ایمن نگهداری شده و با آنها مثل ظروف پر خطر رفتار شده و الزامات برچسب زنی و سایر الزامات برای آنها اجرا و رعایت شود.
 - ت) مدفون کردن ضایعات مواد شیمیایی خطرناک در زیر خاک ممنوع می باشد.
 - ث) مخلوط کردن ضایعات مواد خطرناک با یکدیگر که امکان ایجاد فعل و انفعالات خطرناک باشند، ممنوع است.
 - ج) محل نگهداری ضایعات مواد خطرناک باید در پست ترین قسمت محوطه شرکت و به صورت حوضچه باشد. کف و دیوار آن باید غیر قابل نفوذ و از مصالح یا موادی باشد که در برابر مواد شیمیایی مقاوم باشد.
 - ح) مخازن ضایعات شیمیایی باید طوری طراحی و انتخاب شوند که حفاظت کافی کارگران در برابر خطرات شناسایی شده را فراهم آورند.
 - خ) 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.
 - د) مناطق دفع و انبارش ضایعات باید مجزا از سایر مناطق باشد. فضای کافی باید برای نگهداری مخازن و ظروف ضایعاتی در نظر گرفته شود.

ذ) . تجهیزات حفاظت فردی باید برای مقابله با خطرات شیمیایی در دفع مواد شیمیایی فراهم شود.
ر) اگر برای دفع ضایعات به صورت ایمن سائیتی تأسیس نشده 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.

۱۰- استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب

تجهیزات حفاظت فردی مناسب باید برای افراد در مواجهه فراهم شود تا خطر حذف شده یا تا حد غیر قابل آسیب رسان کاهش پیدا نماید. لذا علاوه بر اقدامات کنترلی اساسی شامل اقدامات حذف، فنی مهندسی، مدیریتی و غیره بایستی وسایل حفاظت فردی مناسب با شرایط شامل ماسک، رеспиратор، دستکش، لباس، عینک و دیگر وسایل لازم برای صیانت شاغلین در اختیار آنان قرار گیرد. و نحوه صحیح استفاده از این وسایل به کارگران آموزش داده شود.

۱۱- آموزش

آموزش ها باید حسب مورد و نیاز به کارکنان مرتبط داده شود که عمدتا شامل:

- ا. آشنایی با نحوه ی استفاده از برچسب ها و SDS ها
- ب. نحوه کار ایمن بامواد شیمیایی
- ت. نحوه صحیح انبارش
- ث. آشنایی با جداسازی مواد خطرناک
- ج. نحوه صحیح تخلیه، بارگیری و حمل و نقل مواد و کالاهای شیمیایی خطرناک
- ح. نحوه صحیح نگهداری ایمن مواد و کالاهای خطرناک شیمیایی
- خ. اقدامات لازم برای تمیز کردن و جمع آوری مواد شیمیایی ریخته شده روی سطوح
- د. استفاده صحیح از وسایل حفاظت فردی
- ذ. سایر مباحث مورد نیاز در زمینه ایمنی شیمیایی که کارگران باید با آن آشنایی داشته باشند

۱۲- سیستم اطفاء حریق

سیستم اطفاء حریق شامل خاموش کننده ها، سیستم های هشدار دهنده نظیر دکتورها و آلام ها مناسب با نوع کارگاه می باشد. الزامات مربوط به نحوه ایمن خاموش کردن آتش ناشی از ماده شیمیایی باید آموزش داده شود. حداقل اطلاعاتی که باید در این بخش در نظر گرفته شوند عبارتند از: ماده اطفایی مناسب، خطرات خاص حین اطفای حریق و اقدامات و تجهیزات حفاظتی برای آتش نشانان می باشند. همچنین دانش و مهارت مورد نیاز در استفاده از این وسایل باید مد نظر باشد.

۱۳- مسئولیت های کارفرما

کارفرما باید:

- ا) کارکنان را در زمینه های مرتبط با مخاطرات موجود در کارگاه شامل مخاطرات ایمنی و حوادث آموزش کافی دهد.
- این امر می تواند از طریق کارشناس بهداشت حرفه ای مشغول در آن کارگاه اتفاق بیفتد.
- ب) کارگران باید در مورد شرایط و ضوابط انبارش و جابجایی اطلاعات لازم را باید داشته باشند.
- ت) ریسک های غیرقابل پذیرش کارگاه را از طریق حذف عامل خطر، کنترل های مهندسی، مدیریتی، وسایل حفاظت فردی و غیره به حداقل برساند.
- ث) رعایت ممنوعیت خوردن و آشامیدن، آدامس جویدن و سیگار کشیدن در محیط های آلوده الزامی است.
- ج) تاسیسات کافی برای شستشو، تعویض و نگهداری لباس ها را تامین کند.
- ح) در مکان های آلوده علایم و تابلوهای راهنما و هشدار نصب کند.
- خ) امکانات لازم برای مقابله با شرایط اضطراری احتمالی را فراهم کند.
- د) اقدامات کنترلی لازم برای مواد شیمیایی قابل اشتعال، به شکل خطرناک واکنش دهنده و منفجره

۱۴- آموزش های بهداشت حرفه ای

مسئول بهداشت حرفه ای کارگاه باید به عنوان نماینده کارفرما برای اجرا و پیاده سازی کلیه استانداردها و معیارهای ایمنی و بهداشتی مورد اشاره در این چک لیست در زمینه ایمنی شیمیایی، باید آموزش های لازم را فرا گرفته و اشراف کامل برای اجرای آن در محیط کار داشته باشد.

مسئولیت تأمین کلیه امکانات و وسایلی که در این چک لیست در زمینه ایمنی شیمیایی عنوان شده و ارائه آموزش به کارکنان، کارگران و کارشناسان بهداشت حرفه ای شاغل در صنایع مطابق ماده ۹۱ قانون کار بر عهده کارفرما بوده و کارشناس بهداشت حرفه ای بازرس با همکاری کارشناس بهداشت حرفه ای صنعت وظیفه دارند این تکالیف را به کارفرمایان تفهیم نمایند.

۱۵- بررسی منظم عوامل دخیل در وقوع حوادث شیمیایی با چک لیست

چک لیست مربوطه باید توسط فردی ذی صلاح و در صورت وجود توسط مسئول بهداشت حرفه ای کارگاه برای ارزیابی خطراتی که احتمال وقوع حوادث شیمیایی را به دنبال دارند به طور منظم و روزانه تکمیل شود.

بهترین شیوه برای مقابله با حوادث شیمیایی اجتناب از وقوع آن می باشد. اجتناب از هر حادثه ای تنها وقتی امکان پذیر است که ما در مورد احتمال و پیشگیری از وقوع آن اطلاعات دقیق تر و بیشتری در اختیار داشته باشیم لذا انجام بررسی های لازم به منظور شناسایی پارامترها و عوامل دخیل در وقوع حوادث شیمیایی و مخاطرات موجود در

سیستم های راهبری و عملیاتی واحدهای شیمیایی به طور منظم و روزانه یک امر ضروری و مهم است که تا حد زیادی می تواند از وقوع این رخ داد ها جلوگیری نماید. برخی از عوامل دخیل در وقوع حوادث شیمیایی به شرح ذیل می باشند:

۱. عملیات غلط

عوامل تشدید خطر در مرحله بهره برداری، باید مورد شناسایی قرار گیرند. عدم رعایت اصول و موازین استاندارد فرآیند تولید و همچنین سهل انگاری و قصور موجبات تشدید مخاطرات حوادث شیمیایی و حریق و انفجار را به دنبال دارد. برخی از این موارد عبارتند از:

- تهیه نکردن برگه اطلاعات ایمنی مواد که مشخصات کامل مواد، شرایط خاص نگهداری محیطی شامل دما، نور، واکنش پذیری و ... در آن ذکر شود
- آموزش ندادن عملیات بر اساس شیمی فرآیند
- عدم ارایه راهنمای عملیاتی کار با دستگاه ها به کارکنان
- عدم هماهنگی با دستورالعمل های کاری در فرآیند تولید
- ترکیب غیر اصولی نسبت اختلاط مواد
- عدم گزارش دقیق و به موقع شرح عملیات

۲. فقدان تعمیر و نگهداری پیشگیرانه

فلسفه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه بر این اصل استوار است که برنامه زمانبندی و ساخت یافته بازبینی و بازرسی (قبل از تعمیرات) در درجه اول و تعمیر خرابی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. بالا رفتن اصطکاک و استهلاک دستگاه ها و قطعات، عدم تعویض به موقع قطعات و بازرسی و تنظیم منظم آنها می تواند در بروز حادثه موثر باشند. بعنوان مثال تولید جرقه های مکانیکی ناشی از استهلاک دستگاه ها و یا تولید جرقه های الکتریکی در اثر عدم رعایت استانداردهای نگهداری می تواند منجر به حریق و انفجار گردد.

۳. عدم رعایت نظافت

در این رابطه موارد ذیل قابل ذکر است:

- تمیز نکردن مواد آتش گیر یا واکنش پذیر از روی دستگاه ها و خطوط لوله
- عدم رعایت انضباط در سالن های تولید و انبارها

- عدم خروج به موقع ضایعات خط تولید (مواد آتشگیر از جمله دستمال آغشته به روغن) از اطراف ماشین‌آلات و سالن تولید

- انباشت بیش از حد ضایعات و مواد آتشگیر در درون محوطه و قرار دادن آنها در معرض نور خورشید برای مدت طولانی

۴. ضعف مدیریت:

فقدان سامانه مدیریت ایمنی به منظور سرپرستی و نظارت بر اجرای کار، از ضعف‌های ریشه‌ای به شمار می‌آید.

۵. عدم رعایت استاندارد انبارداری

سامانه انبارداری استاندارد عبارتست از رعایت اصول و موازین ایمنی در صفافی، پالت‌بندی، دسته‌بندی، طبقه‌بندی موجودی‌ها با توجه به خصوصیات و حساسیت و واکنش‌پذیری مواد. بعنوان مثال اکسید کننده‌ها نسبت به بعضی مواد شیمیایی واکنش پذیرند؛ یعنی قرار گرفتن آنها در مجاورت یکدیگر، احتمال بروز حریق و انفجار را تشدید می‌کند

۱۶- بررسی وقوع یا عدم وقوع حوادث شیمیایی قبلی

حوادث شیمیایی قبلی منظور حوادث شیمیایی است که منجر به خسارت مالی یا تلفات جانی و یا آسیب‌های نیازمند کمک‌های اولیه نظیر: مسمومیت، سوختگی، قطع عضو و نظایر آن شده باشد و یا به محیط زیست آسیب وارد شده باشد

۱۷- پیشگیری از وقوع حادثه شیمیایی با توجه به سیکل تکرار وقوع حوادث شیمیایی

به کلیه تدابیر و اطلاعاتی اطلاق می‌شود که عملکرد و کارایی آن قبل از وقوع حادثه نمود پیدا می‌کند. فلسفه اینگونه تدابیر بر پیشگیری از وقوع حادثه متمرکز می‌گردد مانند استفاده از مصالح مقاوم در ساخت بناها، نصب و جانمایی ماشین‌آلات و دستگاه‌ها مطابق استاندارد، چیدمان مناسب کالاها بر اساس دستورالعمل‌های ایمنی، نصب تابلوهای عدم استعمال دخانیات، نصب دیوار و درب ضد آتش، نصب فشار شکن و شیرهای اطمینان، نصب تهویه مناسب و از نوع ضد جرقه با توجه به ماهیت مواد و تعبیه پلکان و درب‌های فرار. به علاوه این اقدامات شامل کلیه فعالیت‌ها و پیگیری‌هایی می‌شود که در سئوالات این چک لیست و راهنمای مربوطه مورد توجه قرار گرفته است که شامل: آموزش، برچسب‌گذاری، SDS، انبارش ایمن، حمل و نقل و تخلیه و بارگیری ایمن و نظایر آن می‌باشد.

راهنمای چک لیست بعد از وقوع حادثه شیمیایی

۱- گزارش حادثه شیمیایی به مرکز/ شبکه بهداشتی درمانی

اعلام وضعیت هشدار و گزارش سریع حادثه از طریق: تلفن، پیامک و یا هر وسیله‌ای که بتوان در اولین فرصت ممکن به کارشناس مسئول بهداشت حرفه‌ای مرکز بهداشتی درمانی ذیربط توسط کارشناس بهداشت حرفه‌ای مستقر در صنایع، کارفرما یا نماینده قانونی وی اطلاع رسانی گردد.

نکته: وقوع حوادث شیمیایی با صدمات و تلفات جانی بایستی بلافاصله به مرکز سلامت محیط و کار مخابره گردد.

۲- منطقه بندی محل خطر

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 معمولاً 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 رهایش 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 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).

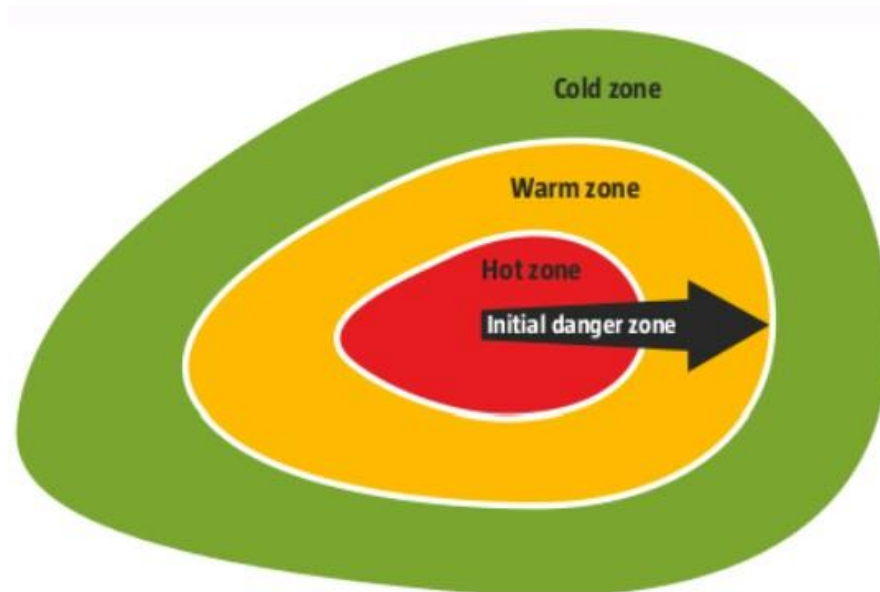
در صورت شناسایی ماده شیمیایی، برای منطقه محل خطر می‌توان از نرم افزار راهنمای واکنش در شرایط اضطراری (ERG) استفاده نمود. داده‌های موردنیاز این نرم افزار شامل میزان نشت ماده شیمیایی (زیر ۲۰۸ کیلوگرم نشت کوچک و بالای ۲۰۸ کیلوگرم نشت بزرگ)، سرعت و جهت جریان باد و زمان حادثه (روز یا شب) می‌باشد. در صورت عدم شناسایی مواد شیمیایی منطقه خطر اولیه (Initial danger zone) به شرح زیر توصیه می‌شود:

جامدات: ۵۰ متر

مایعات: ۱۰۰ متر از لبه حوضچه تشکیل شده در اثر نشت مایع

گازها: ۳۰۰ متر

باید توجه شود جهت و سرعت جریان باید مورد نظر قرار گیرد



منطقه داغ (Hot Zone)

منطقه داغ یا منطقه ممنوعه منطقه ای است که حادثه شیمیایی در آنجا رخ داده است. بیشتر فعالیت‌های کاری در این منطقه انجام می‌شوند. فعالیت‌های اصلی که در منطقه داغ انجام می‌شوند عبارتند از:

- (۱) تعیین مشخصات سایت مثل تهیه نقشه، عکسبرداری و نمونه برداری از هوا و...
- (۲) حفر چاه با هدف پایش آلودگی آب‌های زیرزمینی
- (۳) فعالیت‌های پاکسازی مثل جابجایی بشکه‌ها، مرتب‌سازی آنها و سایر مواد خطرناک
- (۴) انجام اقدامات اجرایی برای پاکسازی سایت
- (۵) فعالیت‌های 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

منطقه کاهش آلودگی یا ناحیه گرم (Contamination Reduction or Warm Zone)

منطقه کاهش آلودگی یا CRZ¹ 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

¹ Contamination Reduction Zone (CRZ)

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

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 صورتجلسات، 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

۳- اندازه گیری ها

این اندازه گیری های شامل اندازه گیری های مرتبط با مواد شیمیایی خطرناک مرتبط با حادثه می باشد. 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

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...

تجهیزات قرائت مستقیم: ابزار قرائت مستقیم دارای استفاده اولیه بعنوان وسایل هشدار دهنده فردی در حوادث صنعتی هستند. امروزه تجهیزات قرائت مستقیمی 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 پیوست).

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 1 ppm 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.
- 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 فوتوایونیزاسیون (PID)، از معمول ترین ابزارهای قرائت مستقیم در صحنه حوادث شیمیایی هستند. با اینحال، این ابزار نمی توانند گازهای سمی مثل H₂S یا سایر گازهای سمی را تشخیص دهند.

۴- تخلیه محیط اطراف حادثه

منظور عملیات تخلیه اضطراری افراد از سایت حادثه بر اساس منطقه بندی محل خطر و با توجه به نوع ماده شیمیایی و خطرات آن، جهت و سرعت جریان باد و استفاده از نرم افزار ERG برای تعیین شعاع منطقه خطر می باشد.

۵- اطلاع رسانی مجاورین

اطلاع رسانی به همسایه ها و اماکن مجاور حادثه باید به طور موثر صورت گیرد. این امر می تواند از طریق بلندگو یا مراجعه مستقیم باشد.

۶- وسایل حفاظت فردی

در زمان حادثه افرادی که درگیر حادثه هستند شامل افراد امداد رسان و کارکنان بایستی از وسایل حفاظت فردی مناسب آن حادثه با توجه به نوع ماده شیمیایی استفاده کنند.

۷- کمک های اولیه

ارائه کمک های اولیه باید متناسب با مصدومان و نوع ماده شیمیایی باشد و همچنین توسط افراد ماهر صورت گیرد. ۱. باید امکانات و وسایل لازم برای کمک های اولیه در محیط کار در شرایط اضطراری و حوادث شیمیایی فراهم شود. این امکانات باید با در نظر گرفتن خطرات شیمیایی در محیط کار، سهولت ارتباطات و خدمات اضطراری در دسترس مثل اورژانس تأمین شود.

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 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:

۴. خطرات مربوط به هر ماده شیمیایی و نحوه حفاظت فرد کمک کننده در برابر خطرات

۵. نحوه اجرای موثر اقدامات کمک کننده

۶. هرگونه اقدام لازم جهت اعزام افراد مصدوم به مراکز درمانی

۷. 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:

۸. تعداد کارکنان

۹. ماهیت فعالیت هایی که در کارخانه انجام می شوند.

۱۰. اندازه کارخانه و توزیع نیروی کار در هر سایت کاری

۱۱. نزدیک بودن مراکز درمانی بیرون از کارخانه

۱۲. تجهیزات و تاسیسات کمک های اولیه باید متناسب با خطرانی 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.

۱۳. در هر زمانی باید دسترسی راحت به تمام تجهیزات و تاسیسات کمک های اولیه فراهم باشد.

۱۴. اتاق های کمک های اولیه برای سایت های دارای مواد شیمیایی باید مطابق با الزامات کشوری ایجاد شوند.

۸- معاینات پزشکی

معاینات لازم از افراد حادثه دیده باید توسط فرد دارای صلاحیت صورت بگیرد.

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.

هرجا که لازم باشد، کارفرما باید ترتیبی برای انجام معاینات پزشکی کارگران فراهم نماید:

- أ) برای ارزیابی سلامت کارگران در ارتباط با ریسک های ایجاد شده توسط مواجهات شیمیایی
 - ب) برای تشخیص زودرس بیماری ها و آسیب های شغلی ایجاد شده در اثر مواجهات شیمیایی
 - ت) برای ارزیابی توانایی کارگران جهت استفاده از تجهیزات حفاظت فردی
۱. در موارد مواجهه با خطرات خاص، معاینات سلامت و پزشکی باید شامل تعیین سطح مواجهه و اثرات بیولوژیک عوامل زیان آور باشد.
۲. 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:

- أ) اجرای معاینات توسط قانونگذار برای افراد در معرض مواد شیمیایی الزام شده باشد.
- ب) 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.
- ت) 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:

- أ) مواد شیمیایی که سمیت سیستمیک آنها محرز شده باشد یعنی اثرات نامحسوس داشته باشند.
- ب) مواد شیمیایی دارای اثرات مزمن مثل مواد ایجاد کننده آسم شغلی
- ت) مواد شیمیایی ایجاد کننده درماتیت شدید
- ث) مواد شیمیایی سرطانزا یا مشکوک به سرطانزایی

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

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.

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.

۹- آلودگی زدایی

- آلودگی زدایی شامل آلودگی های محل است که از حادثه ناشی می شوند که شامل مواد ناشی نیز می شود. 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:

- ا. آلودگی
- ب. آلوده شدن
- ت. آلودگی زدایی (کاهش آلودگی)
- ث. راهروی آلودگی زدایی
- ج. آلودگی زدایی اضطراری
- ح. مواجهه
- خ. آلودگی زدایی کلی
- د. آلوده شدن ثانویه

آلودگی زدایی^۳

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 از 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.

³ Decontamination

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.

روش های آلودگی زدایی

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:

ا. جذب سطحی

ب. برس و فرچه کشیدن و تراشیدن

ت. ایزوله کردن و دفع

ث. مکیدن آلودگی ها

ج. شستن

روش های شیمیایی

روشهای 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

ا. ضد عفونی سازی یا استریلزه کردن

ب. خنثی سازی

ت. جامد سازی

روش‌های 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:

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

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

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 مدت 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:

ا. آیا آلودگی زدایی را می توان بصورت ایمن انجام داد؟

ب. 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:

ا. سطوح آلودگی با عبور پرسنل از راهروی آلودگی زدایی کاهش می یابد.

- ب. آلودگی به هات زون و راهروی آلودگی زدایی محدود می شود.
- ت. آلودگی تا سطوح قابل قبول کاهش پیدا می کند.
- روش های مورد استفاده مفید در ارزیابی اثربخشی آلودگی زدایی شامل موارد زیر است:
- أ. مشاهده بصری (لکه، تغییر رنگ، اثرات خوردگی و...)
- ب. وسایل پایش [مثل دتکتورهای فتوینیزاسیون (PID)، دتکتور تیوب ها، دستگاه های پایش پرتوها، کاغذهای PH سنج و...]
- ت. 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 نالیز 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:
- أ. 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.
- ب. 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.
- ت. 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.
- ث. 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.
- ج. 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.
- ح. 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.

- خ. 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 علایم خستگی گرمایی یا علایم 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 علایم 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- اندازه گیری پس از آلودگی زدایی

بایستی پس از انجام آلودگی زدایی مجدداً اندازه گیری های لازم از مواد شیمیایی موجود صورت گیرد تا ایمن بودن شرایط برای انجام عمل در آن منطقه تایید گردد.

۱۱- تایید شرایط پس از آلودگی زدایی

بایستی اندازه گیری ها ایمن بودن شرایط را تایید کنند چه از لحاظ اثرات بهداشتی و زیست محیطی ناشی از مواد شیمیایی چه از نظر پتانسیل ایجاد حادثه

۱۲- جمع آوری پساب و پسماندهای شیمیایی

رفع آلودگی شامل انواع پساب مرتبط با حادثه شامل پساب پس از خاموش سازی آتش، نشتی ها، مواد ناشی از شست و شوی افراد و وسایل حفاظت فردی و دیگر پساب ها و پسماندها مد نظر باشد.

۱۳- گزارش به محیط زیست و مدیریت بحران

در صورت انتشار آلودگی بایستی گزارش های مربوطه از طریق افراد تیم عملیات حادثه به محیط زیست و مدیریت بحران ارسال شود.

۱۴- اقدامات لازم برای پیشگیری از حادثه احتمالی بعدی

این اقدامات شامل دامنه گسترده ای از اقدامات شامل ارزیابی وضعیت کارگاه ، منطقه بندی مناسب خطر، اندازه گیری های لازم ، آلودگی زدایی، اندازه گیری های بعد از آلودگی زدایی، جمع آوری پساب ها و پسماندها ، تخلیه مواد، قطع برق، اطفاء کامل آتش، محصور سازی و بررسی سایر مخاطرات احتمالی می باشد.

با کسب آمادگی لازم برای مقابله با حادثه شیمیایی امکان کاهش و تقلیل تبعات ریسک حاصل می‌گردد. به محض اینکه حادثه‌ای اتفاق افتاد از پتانسیل و امکانات مناسب جهت مهار حادثه استفاده گردد. برخی از این موارد پیشگیرانه عبارتند از:

- حصول اطمینان از عملکرد سریع کاشف‌های حریق و حضور سریع تیم آتش‌نشانی

- حصول اطمینان از عملکرد سریع اطفاء کننده‌های خودکار حریق

- اجرای برنامه‌های واکنش سریع

- سامانه توقف عملیات در صورت حرارت بیش از حد

- سامانه توقف عملیات در صورت سرعت بیش از حد

- سامانه توقف عملیات در صورت فشار بیش از حد

- سامانه توقف عملیات در صورت پایین بودن سطح آب در بویلر

- قطع جریان (مواد) در صورت نشستی و بروز حریق یا انفجار

۱۵- پیامدهای حادثه

در ارتباط با پیامدهای حادثه پس از درج تعداد تلف شدگان، افرادی که مصدومیت نیازمند کمک‌های اولیه دارند درج گردد. همچنین برآورد هزینه‌های مستقیم همان هزینه‌های بیمه‌ای شامل هزینه مربوط به دیه، تجهیزات، دستگاه‌ها و غیره می‌باشد.

۱۶- نوع مصدومیت

نوع مصدومیت با توجه به بررسی‌های کارشناسی و سوال از افراد ذی صلاح شامل مسئول بهداشت حرفه‌ای یا پزشک کارگاه و یا پرسنل اورژانس درج گردد.

۱۷- تاریخ وقوع حادثه

شامل روز، ماه و سال به صورت هجری خورشیدی درج گردد.

۱۸- ساعت وقوع حادثه

به شیوه ۲۴ ساعته به همراه دقیقه درج گردد.

۱۹- محل وقوع حادثه

که بسته به این که در فضای آزاد یا فضای سرپوشیده اتفاق افتاده انتخاب می‌شود.

۲۰- ماده/ مواد اصلی ایجاد کننده حادثه

نام حداقل سه نوع از ماده/ مواد اصلی ایجاد کننده حادثه به همراه مقدار آن به کیلوگرم که در زمان حادثه در کارگاه وجود داشته درج گردد.

۲۱- نوع حادثه

عمدی و غیر عمدی بودن حادثه با بررسی های کارشناسی و پرسش از افراد ذی صلاح و حادثه درج گردد.

۲۲- علت اصلی حادثه

علت حادثه (معمولاً چند علت) با توجه به بررسی های کارشناسی از وضعیت محل ایجاد حادثه از نظر رعایت نظم و نظافت، بررسی تجهیزات و ابزار و معیوب بودن یا نبودن آن، بررسی شرایط محیطی نظیر روشنایی، شرایط جوی و سروصداها بسیار زیاد، عدم آموزش به کارکنان و نظایر آن و سوال از افراد ذی صلاح درج گردد.

۲۳- وجود حادثه شیمیایی قبلی

در این قسمت در صورتیکه حادثه شیمیایی قبلی منجر به فوت یا مصدومیت های شدید (نیازمند کمک های اولیه) مانند قطع عضو، سوختگی و مسومیت وجود داشته است، ثبت گردد.

و دو تاریخ مربوط به وقوع حادثه شیمیایی قبلی و حادثه شیمیایی ماقبل آن در اینجا (به صورت روز، ماه و سال) درج شود.

جدول ۸-۱: تجهیزات عملیاتی برای پایش هوا

دستگاه	خطرات قابل اندازه گیری	کاربرد	روش تشخیص	محدودیت ها	مراقبت و نگهداری	زمان عملیاتی
اکسیژن متر Oxygen meter	اکسیژن	برای تعیین غلظت اکسیژن در محیط استفاده می شود. قرائت 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 CO₂ قرار گیرد. باید پیش و پس از استفاده کالیبره شود.	از یک سنسور الکتروشیمیایی برای اندازه گیری فشار جزیی اکسیژن در هوا و تبدیل آن به درصد اکسیژن موجود استفاده می کند.	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 سلول دتکتور را مسموم می کند.	با کاور یکبار مصرف پوشانده شود. بر اساس دستور سازنده، محلول دتکتور عوض شود. باتری ها پیش از انقضا تعویض شوند. اگر در محیط میزان CO₂ بیش از ۰,۵٪ است، مرتب سلول دتکتور تعویض شود.	۸ تا ۱۲ ساعت

		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 ببیند. 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 یا بخار.	قرائت آن برحسب 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 پیش و پس از استفاده کالیبره شوند.	برای نمونه برداری از غلظت بخارات قابل اشتعال استفاده دارد.	اندیکاتور گازهای قابل سوختن Combustible gas indicator (CGI)
الزاما فوری	پمپ ها باید بصورت دوره ای برای نشت یابی چک شوند. از دتکتورهایی که قبلا شکسته شده اند نباید استفاده کرد. قبل از استفاده باید در یخچال نگهداری شوند.	غلظت اندازه گیری شده با لوله های سازنده های مختلف ممکن است فرق کنند. بسیاری 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.	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 گازها و بخارات خاص را اندازه گیری می کند.	گازها و بخارات خاص	دتکتور تیوب های رنگ سنجی Colorimetric Detector Tubes

دتکتورهای یونیزاسیون شعله Flame ionization detector (FID)	بسیاری از 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 دتکت نمی کند. حساسیت آن وابسته به ترکیب است. در دماهای کمتر از ۴۰ درجه فارنهایت 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.	تعویض یا شارژ باتری ها. تست نشت. نگهداری دستگاه طبق دستور سازنده.	۸ ساعت. ۳ ساعت با رکورد چارت
اسپکتروفتومتر مادون قرمز Infrared (IR) spectrophotometer	بسیاری از گازها و بخارات	غلظت های گازها و بخارات را بر اساس روش های اسپکتروفتومتری اندازه گیری می کند.	فرکانس های مختلف IR را از نمونه عبور می دهد. فرکانس های جذب شده برای هر ترکیب اختصاصی هستند.	باید نتایج تکرار شوند. نیازمند برق ۱۱۵ ولت مستقیم است. برای استفاده در اتمسفرهای خطرناک مناسب نیست.	شارژ و تعویض به موقع باتری ها. نظافت مرتب پنجره لامپ. نظافت مرتب ابزار کمکی.	۱۰ تا ۱۵ ساعت
دتکتور فتو یونیزاسیون ماورای بنفش Ultraviolet (UV) Photo ionization detector (PID)	بسیاری از گازها و بخارات آلی و تعدادی غیر آلی	غلظت کل مواد را نشان می دهد. اگر پراب های متعدد موجود باشد برای مواد مختلف همزمان استفاده می شود.	مولکول های آلاینده توسط UV یونیزه شده و میزان جریان تولید شده متناسب خواهد بود با غلظت آلاینده.	متان را تشخیص نمی دهد. اگر پراب از انرژی کمتری نسبت به انرژی یونیزاسیون ماده استفاده کند آنرا تشخیص نمی دهد. سایر منابع ولتاژ با اندازه گیری تداخل ایجاد می کند. مواد کلرینه را براحتی یونیزه نمی کند. رطوبت بالا و پایین بر نتایج اثرگذار است. نتایج تحت تاثیر غبار در محیط قرار می گیرد.		