

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۵ / گفتار ۳ / دکتر مهدی جهانگیری، دکتر مصطفی پویا کیان

ایمنی شیمیایی

فهرست مطالب

اهداف درس	۸۰۳
۱- مقدمه	۸۰۳
۲- حوادث و ایمنی شیمیایی	۸۰۴
۳- مدیریت ایمنی شیمیایی	۸۰۴
۴- طبقه بندی و کدگذاری مواد شیمیایی	۸۰۵
۴-۱- کدهای شناسایی مواد	۸۰۵
۴-۲- کدهای شناسایی خطرات (کدهای اقدامات اضطراری)	۸۰۶
۴-۳- طبقه بندی کالاهای خطرناک	۸۰۶
۴-۴- طبقه بندی کالاهای خطرناک در هنگام حمل و نقل بر اساس سامانه UN	۸۰۷
۴-۵- سامانه هماهنگ جهانی طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی (GHS)	۸۰۸
۵- بسته بندی و درج اطلاعات روی بسته های کالاهای خطرناک	۸۱۱
۶- ایمنی نگهداری و انبارداری مواد خطرناک	۸۱۲
۷- ایمنی استفاده از مواد شیمیایی	۸۱۴
۷-۱- ایمنی مواد شیمیایی در منزل	۸۱۴
۷-۲- ایمنی کار با مواد شیمیایی و سموم در کشاورزی	۸۱۴
۸- حمل و نقل مواد شیمیایی	۸۱۵
۸-۱- حمل و نقل پیمانهای کالاهای خطرناک	۸۱۵
۸-۲- حمل پیوسته مواد شیمیایی	۸۱۶
۹- ایمنی دفع مواد زائد خطرناک و پسماندهای شیمیایی	۸۱۶
۱۰- واکنش اضطراری در حوادث ناشی از مواد شیمیایی خطرناک	۸۱۶
منابع:	۸۱۸

ایمنی شیمیایی Chemical safety

دکتر مهدی جهانگیری* دکتر مصطفی پویا کیان**
* دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شیراز
** دانشکده بهداشت و ایمنی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

اهداف درس

پس از یادگیری این مبحث، فراگیرنده قادر خواهد بود:

- مفاهیم ایمنی شیمیایی را شرح دهد.
- اهمیت مدیریت مواد شیمیایی را بیان نماید.
- اهداف برنامه ایمنی و فعالیت بین المللی در حوزه مواد شیمیایی را بیان نماید.
- استانداردهای طبقه بندی مواد شیمیایی را تشخیص دهد.
- روش های طبقه بندی و استانداردهای شناسایی خطرات مواد شیمیایی را بیان نماید.
- سامانه هماهنگ جهانی طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی را توضیح دهد.
- اصول ایمنی در استفاده، نگهداری و انبارداری مواد خطرناک را توضیح دهد.
- اصول ایمنی در حمل پیوسته و ناپیوسته مواد شیمیایی را ذکر کند.
- اصول واکنش در شرایط اضطراری در حوادث ناشی از مواد شیمیایی خطرناک را شرح دهد.

۱- مقدمه

سازمان جهانی بهداشت، اعلام می‌دارد که ۲۵٪ بار بیماری‌های مربوط به عوامل محیطی در ارتباط با تماس با مواد شیمیایی است. بر اساس گزارش ارایه شده توسط "برنامه محیط زیست سازمان ملل"^۱ در سال ۲۰۱۲، ارزش تولید و حمل و نقل مواد شیمیایی در جهان از ۱۷۱ میلیارد دلار در سال ۱۹۷۰ به ۴/۱۲ تریلیون دلار در سال ۲۰۱۰ رسیده است. در حال حاضر، حدود یازده میلیون ماده‌ی شیمیایی، شناخته شده است و هر ساله نیز

^۱ United Nations Environment Program (UNEP)

بسیاری دیگر به آن افزوده می‌شود، این درحالی است که آگاهی از مخاطرات و اطلاعات ایمنی و بهداشتی، فقط برای معدودی از این مواد، موجود است و اطلاعات سم‌شناسی و ایمنی و بهداشتی بیشتر آن‌ها ناشناخته است. استفاده از مواد شیمیایی در کشورهای در حال توسعه، رشد بسیار سریعی دارد. لیکن در این کشورها دانش مربوط به کاربرد صحیح و خطرات این مواد، اندک بوده و توانایی لازم برای مقابله با اثرات آن‌ها محدود است. مواد شیمیایی در مراحل مختلف، اعم از تولید، نگهداری، حمل و نقل و دفع پسماندها بسیار خطرناک‌اند و رعایت نکردن اصول ایمنی، ممکن است پیامدهای ناگواری از سوختگی و تحریک ساده تا مرگ و میر گسترده‌ی افراد و آسیب به محیط زیست، بر اثر حوادث فاجعه‌باری، همچون حریق و انفجار و رهایش وسیع مواد سمی در محیط را به دنبال داشته باشد. بدین‌منظور، تاکنون اقدامات بسیاری، در کشورهای مختلف برای طبقه‌بندی، برچسب‌زنی، محدودسازی و استفاده‌ی ایمن از مواد شیمیایی، صورت گرفته و این تلاش‌ها همچنان در حال انجام است. برای تأثیر بیشتر این موضوع، کارشناسان سازمان بین‌المللی کار و سازمان جهانی بهداشت، شعار روز جهانی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای را در سال ۲۰۱۴ "استفاده‌ی ایمن از مواد شیمیایی"^۲ تعیین کردند. در این فصل، اصول ایمنی در فازهای مختلف چرخه‌ی عمر مواد شیمیایی^۳ اعم از تولید، حمل و نقل، نگهداری و دفع و نیز نحوه‌ی واکنش اضطراری به حوادث ناشی از مواد خطرناک، به‌طور مختصر، مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲- حوادث و ایمنی شیمیایی

حوادثی که بر اثر واکنش‌های مواد شیمیایی پدید می‌آید، "حوادث شیمیایی"^۴ نامیده می‌شود. آتش‌سوزی انفجار و رهایش یا نشت ماده^۵ (گازها، مایعات یا مواد جامد پودری) سه نوع اصلی حوادث شیمیایی هستند. این حوادث می‌توانند به تنهایی رخ داده و یا هر یک باعث بروز دیگری شوند. معمولاً فراوانی وقوع حوادث شیمیایی بالا نیست، ولی پیامد آن‌ها شدید است. حوادث شیمیایی در شهرهای بوپال^۶ هند (۱۹۸۴)، سوزو^۷ ایتالیا (۱۹۷۶)، فلیکس بورو^۸ انگلستان (۱۹۷۴) و پالایشگاه تگزاس در آمریکا (۲۰۰۳) از معروف‌ترین و خسارت‌بارترین حوادث شیمیایی جهان هستند. به‌همین دلیل یکی از مباحث اصلی در ایمنی صنعتی و نیز ایمنی جامعه، کنترل این‌گونه حوادث است. به این بخش از ایمنی، "ایمنی مواد شیمیایی"^۹ می‌گویند که دربردارنده گستره‌ای از اقدامات فنی و مدیریتی در مراحل خرید، حمل و نقل، ذخیره‌سازی و کاربرد مواد شیمیایی است.

۳- مدیریت ایمنی شیمیایی

نگرانی‌ها در مورد اثرات مواد شیمیایی بر روی سلامتی انسان و محیط زیست، یک مسئله جهانی است.

^۲ Safe use of chemicals

^۳ Chemical Life Cycle

^۴ Chemical accident

^۵ Release

^۶ Bhopal

^۷ Seveso

^۸ Flixborough

^۹ Chemical safety

بدیهی است که این مواد می‌توانند پیامدهای بهداشتی و زیست محیطی متنوعی بسته به نوع و ترکیبشان داشته باشند. بنابراین لازم است مقتضیات یکسانی برای کلیه مواد شیمیایی که تولید یا وارد یا مصرف می‌شوند در نظر گرفته شده و اطلاعات لازم برای حفاظت کارکنان و مصرف کنندگان در برابر خطرات مواد شیمیایی از طریق کاهش مواجهه، جایگزینی مواد خطرناک و تدوین مقررات کاری، فراهم گردد. در این راستا تاکنون برنامه‌ها، قوانین، معاهدات و نظام‌نامه‌های مختلفی از سوی سازمان‌های بین‌المللی، قاره‌ای و کشوری تدوین و اجرا شده است. در اینجا عناوین برخی از این برنامه‌ها مطرح می‌شود. خوانندگان گرامی می‌توانند برای اطلاع از جزئیات هر کدام از این برنامه‌ها به منابع مندرج در انتهای این گفتار، رجوع نمایند.

- برنامه بین‌المللی ایمنی مواد شیمیایی^{۱۰} (IPCS)
- کنوانسیون مواد شیمیایی سازمان بین‌المللی کار (شماره ۱۷۰)^{۱۱}
- برنامه بین‌سازمانی برای مدیریت مطلوب مواد شیمیایی^{۱۲} (IOMC)
- رهیافت برنامه بین‌المللی مدیریت مواد شیمیایی^{۱۳} (SAICM)
- نظام نامه ثبت، ارزشیابی، اجازه مصرف یا محدودیت کاربرد مواد شیمیایی^{۱۴} (REACH)
- قانون دسته‌بندی، برچسب‌گذاری و بسته‌بندی مواد و ترکیبات شیمیایی^{۱۵} (CLP)
- استاندارد مبادله اطلاعات خطر اداره ایمنی و بهداشت آمریکا^{۱۶} (OSHA-HCS)
- پروژه تهیه نمایه (پروفایل) ملی ایمنی شیمیایی ایران

۴- طبقه‌بندی و کدگذاری مواد شیمیایی

۴-۱- کدهای شناسایی مواد

مواد شیمیایی به راه‌های مختلف نامگذاری میشوند، مانند: فرمول مولکولی، فرمول ساختاری، نام ژنریک یا کلی یا جنسی، نام اختصاصی یا نام تجاری. با وجود آنکه هر یک از این شیوه‌ها در جای خود می‌تواند مناسب باشد، اما بازیابی اطلاعات مربوط به هر ماده را با مشکلاتی روبه‌رو می‌کند. "سرویس اختصارات شیمیایی"^{۱۷} که به اختصار عدد CAS خوانده می‌شود و عدد UN دو نمونه از روش‌های بین‌المللی برای کدگذاری مواد شیمیایی هستند که به ترتیب توسط انجمن شیمی آمریکا و سازمان ملل ارائه شده‌اند. "اتحادیه بین‌المللی راه‌آهن‌ها"^{۱۸} نیز جهت سهولت در شناسایی مواد حمل شده از طریق راه آهن، سیستم کدگذاری، ارائه نموده است که تحت

¹⁰ International Program on Chemical Safety (IPCS)

¹¹ ILO Chemicals Convention, 1990 (No. 170)

¹² Inter-Organization Program for the Sound Management of Chemicals (IOMC)

¹³ Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM)

¹⁴ Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH)

¹⁵ Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures Regulation (CLP Regulations)

¹⁶ OSHA Hazard Communication Standard (OSHA-HCS)

¹⁷ Chemical Abstracts Service (CAS) Registry Number

¹⁸ International Union of Railways (UIC)

عنوان "کد استاندارد شده کالاها"^{۱۹} شناخته می‌شود.

۴-۲- کدهای شناسایی خطرات (کدهای اقدامات اضطراری)

علاوه بر کدهای بین‌المللی که به منظور شناسایی مواد شیمیایی بوجود آمده است، کدهایی نیز برای شناسایی خطرات مربوط به مواد شیمیایی و نحوه مقابله با شرایط اضطراری آنها تدوین شده‌اند. "شماره شناسایی خطر"^{۲۰} که به نام کد کمپلر^{۲۱} نیز شناخته می‌شود یک استاندارد اروپایی است که بر اساس "معاهده اروپایی حمل و نقل بین‌المللی کالاهای خطرناک از طریق جاده"^{۲۲} برای ایجاد یک سیستم واحد شناسایی خطر مواد شیمیایی ایجاد شده است (این معاهده بر اساس معادل فرانسوی آن به اختصار ADR نامیده می‌شود). "کد اقدام اضطراری"^{۲۳} یا کد Hazchem توسط اداره آتش‌نشانی انگلستان ارائه شده است و در کشورهای بریتانیا، استرالیا، نیوزیلند و مالزی استفاده می‌شود. این کد، نشان‌دهنده نوع اقدام کنترلی است که تیم‌های امدادی مانند آتش‌نشانی یا پلیس در هنگام بروز حوادث مربوط به هر ماده باید انجام دهند. استاندارد شماره ۷۰۴ انجمن ملی حفاظت در برابر حریق آمریکا با عنوان "سیستم استاندارد شناسایی خطرات مواد برای واکنش در شرایط اضطراری"^{۲۴} که در اصطلاح رایج تحت عنوان "لوزی حریق"^{۲۵} از آن یاد می‌شود، یک روش کدگذاری رنگی - عددی را ارائه داده است.

لوزی خطر، مواد را در سه گروه اصلی، شامل خطر مربوط به سلامتی به رنگ آبی (سمت چپ) و قابلیت اشتعال‌پذیری به رنگ قرمز (بالا) و خطر واکنش‌پذیری (ناپایداری) مواد به رنگ زرد (سمت راست)، قرار می‌دهد و میزان شدت هریک را در پنج رتبه از صفر، یعنی حداقل خطر، تا چهار، یعنی خطر شدید، مشخص می‌کند. قسمت چهارم لوزی خطر (سمت پایین) که رنگ سفید است، خطرات خاص، از جمله واکنش‌پذیری غیرمعمول، اکسیدکنندگی، پرتوزایی و ... با آب را نشان می‌دهد؛ برای مثال خطر واکنش‌پذیری با آب را به صورت حرف W با خطی که از مرکز آن می‌گذرد "W" نشان داده‌اند (شکل ۱).

۴-۳- طبقه بندی کالاهای خطرناک

"مواد خطرناک"^{۲۶} شامل کلیه مواد و عوامل با منشاء شیمیایی، فیزیکی و یا بیولوژیکی هستند که قادرند سلامت و ایمنی انسان و محیط را به مخاطره اندازند. طی دهه‌های گذشته شیوه‌های مختلفی برای طبقه‌بندی مواد خطرناک، ارائه شده است. در این میان، سامانه‌ی طبقه‌بندی کالاهای خطرناک سازمان ملل متحد^{۲۷} و

¹⁹ Standard Commodity Code (NHM)

²⁰ Hazard Identification Number (HIN)

²¹ Kemler code

²² European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)

²³ Emergency Action Code (EAC)

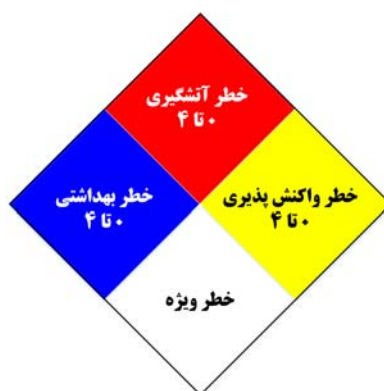
²⁴ Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response

²⁵ Fire Diamond

²⁶ Hazardous materials (Hazmat)

²⁷ UN Dangerous Good System

سامانه‌ی اروپایی مواد زیان‌آور^{۲۸} در کشورهای مختلف کاربرد گسترده‌تری یافته است. در سامانه‌ی سازمان ملل، عمدتاً به خطرات مواد هنگام حمل و نقل توجه شده است و کالاهای خطرناک از دیدگاه ایمنی و برحسب خطرات حاد، طبقه‌بندی و برچسب‌گذاری می‌شود. در سامانه‌ی اروپایی، تقسیم‌بندی عوامل شیمیایی عمدتاً از جنبه‌ی بهداشتی، براساس اثرات حاد و مزمن مواد صورت می‌گیرد؛ همچنین از جنبه‌ی خطرات فیزیکی، مواد را به دو گروه مواد شیمیایی زیان‌آور^{۲۹} و کالاهای خطرناک^{۳۰} طبقه‌بندی می‌کنند. منظور از مواد شیمیایی زیان‌آور، همه‌ی مواد شیمیایی و آلاینده‌های محیطی است که تماس با آنها، معمولاً به تدریج موجب اثرات زیان‌آور بر سلامتی انسان و موجودات زنده می‌شود. در این سامانه، عوامل شیمیایی زیان‌آور براساس اثرات طولانی‌مدت مواد بر سلامتی افراد تقسیم‌بندی و مطالعه می‌شود؛ برای مثال سرطان‌زایی اثری بسیار وخیم و مزمن است که بر اثر تماس‌های مکرر و طولانی‌مدت با عوامل شیمیایی زیان‌آور با غلظت کم ایجاد می‌شود.



شکل ۱ - لوزی حریق

کالاهای خطرناک نیز شامل مواد شیمیایی یا سایر عواملی هستند که باعث تهدید آنی سلامت و ایمنی افراد و تجهیزات و محیط می‌شوند. در تقسیم‌بندی کالاهای خطرناک، علاوه بر مواد شیمیایی، به مواد رادیواکتیو و مواد عفونی نیز توجه می‌کنند.

۴-۴- طبقه‌بندی کالاهای خطرناک در هنگام حمل و نقل بر اساس سامانه UN

در این سامانه، کالاهای خطرناک در ۹ گروه، شامل هشت گروه مشخص و یک گروه مواد متفرقه، طبقه‌بندی می‌شود. برخی کالاهای خطرناک در گروه‌های یک تا شش، دارای زیرگروه‌هایی هستند که نشان‌دهنده جنبه‌ی مشخصی از خطرات ماده است؛ مثلاً گروه دوم گازها و زیرگروه ۲,۱. گازهای اشتعال‌پذیر هستند. علاوه بر

²⁸ EC System for Hazardous substances

²⁹ Hazardous Substances

³⁰ Dangerous Goods

این، در برخی گروه‌ها، تقسیم‌بندی گروه‌های بسته‌بندی^{۳۱} نیز وجود دارد که نشان‌دهنده خطر نسبی ماده در یک گروه است؛ یعنی خطر کم PGIII، خطر متوسط PGII، خطر زیاد PGI. شماره گروه بسته‌بندی با اعداد یونایی نوشته می‌شود تا با شماره گروه ماده خطرناک، اشتباه گرفته نشود. این احتمال وجود دارد که یک ماده به دلیل میزان غلظت خود در بیش از یک گروه بسته بندی قرار گیرد. اسید سولفوریک غلیظ در گروه ۸ و گروه بسته بندی ۲ (Class 8, PG II) طبقه‌بندی می‌گردد. محلول رقیق این اسید که به عنوان لوله بازکن فاضلاب منازل فروخته می‌شود در گروه ۸ و به دلیل خاصیت خوردگی پایین‌تر در گروه بسته بندی ۳ (Class 8, PG III) طبقه‌بندی می‌شود.

خطرات هر گروه، با برچسب‌های لوزی شکل مخصوصی که پلاکارد نامیده می‌شوند، مشخص می‌شود. گاهی، چنانچه ماده‌ای علاوه بر خطر اصلی، خطر دیگری نیز داشته باشد، با یک لوزی کوچکتر، در کنار لوزی اصلی، مشخص می‌شود؛ برای مثال اسید هیدروفلوریک ماده‌ای خورنده و درعین حال، سمی است. گروه‌های نه گانه مواد در سامانه UN عبارتند از:

- گروه ۱: مواد منفجره
- گروه ۲: گازها
- گروه ۳: مایعات آتشگیر
- گروه ۴: جامدات آتشگیر
- گروه ۵: مواد اکسید کننده و پراکسیدهای آلی
- گروه ۶: مواد سمی و عفونی
- گروه ۷: مواد رادیواکتیو
- گروه ۸: مواد خورنده
- گروه ۹: مواد خطرناک متفرقه

۴-۵- سامانه‌ی هماهنگ جهانی طبقه‌بندی و برچسب‌گذاری مواد شیمیایی (GHS)

در سال ۲۰۰۲ سازمان ملل متحد با کمک متخصصان متعددی از سازمان‌ها و کشورهای مختلف، سازوکاری را برای هماهنگی معیارهای طبقه‌بندی و تبادل اطلاعات خطر، با عنوان "سامانه‌ی هماهنگ جهانی طبقه‌بندی و برچسب‌گذاری مواد شیمیایی"^{۳۲} (GHS) ارائه کرد. سیستم هماهنگ بین‌المللی شامل دو جزء زیر است:

- معیارهای همسو و هماهنگ برای طبقه‌بندی مواد شیمیایی بر اساس خطرات بهداشتی، زیست محیطی و فیزیکی آنها
- عناصر همسو و هماهنگ مبادله اطلاعات خطر شامل الزامات برچسب‌گذاری و برگه‌های اطلاعات ایمنی











³¹ Packaging Groups

³² GHS, Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

در این سامانه، مواد بر مبنای خطرات فیزیکی و خطرات بهداشتی و خطرات محیطی، طبقه‌بندی می‌شوند. در طبقه‌بندی خطرات فیزیکی از سامانه‌ی آمریکایی و در طبقه‌بندی اثرات مواد بر سلامتی تا حدودی از سامانه‌ی اروپایی الهام گرفته‌اند. خطرات محیطی نیز شامل خطرات مواد بر موجودات محیط آبی و نیز لایه‌ی ازون می‌شود.

هدف از GHS، اطمینان از در دسترس بودن اطلاعات ضروری در زمینه‌ی خطرات فیزیکی و بهداشتی و زیست محیطی مواد، به منظور ارتقای سلامتی انسان و محیط است. پیش‌بینی شده است که به کارگیری سامانه‌ی هماهنگ جهانی طبقه‌بندی مواد شیمیایی (GHS)، نه تنها موجب ارتقای سلامت انسان و محیط براساس سامانه‌ی جهانی خواهد شد، بلکه این سامانه، تجارت جهانی مواد شیمیایی را نیز آسان خواهد کرد. در GHS، طبقه‌بندی مواد برحسب نوع خطرات و راه‌های هماهنگ تبادل اطلاعات خطر، شامل برچسب‌ها^{۳۳} و برگه‌های اطلاعات ایمنی (SDS) است که شرح آن در ادامه خواهد آمد.

جدول ۱ - علائم خطر مواد شیمیایی در GHS و مفاهیم هر کدام

					علائم خطرات فیزیکی
خورنده	گاز تحت فشار	اکسید کننده	خطر اشتعال	خطر انفجار	
					علائم خطرات بهداشتی
خطر بر سلامتی	محرک	خورنده	سمی		
					علامت خطر زیست محیطی
			زیان آور برای محیط زیست		

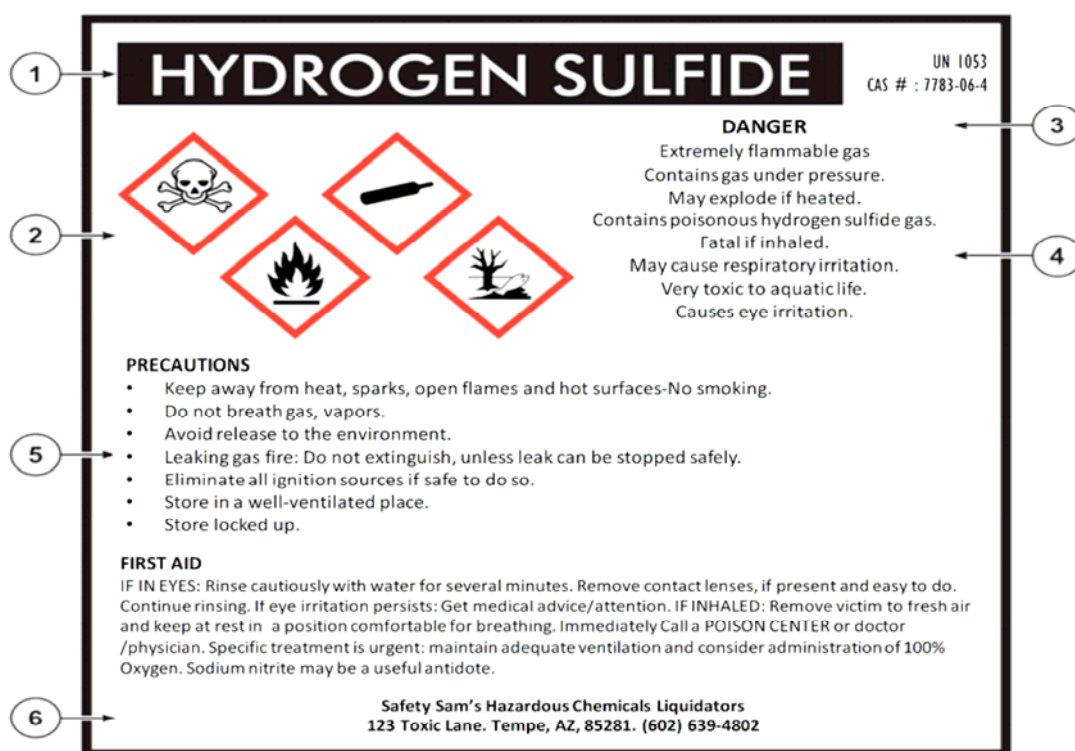
۴-۵-۱- برچسب GHS

در شکل ۲ یک نمونه از برچسب GHS نشان داده شده است. برچسب استاندارد GHS، از شش قسمت زیر تشکیل شده است:

۱. مشخصات شناسایی ماده‌ی خطرناک، دربرگیرنده‌ی نام ماده و شماره‌ی بین‌المللی و ...

۲. صورت‌نگاشت^{۳۴} که ترکیبی از عناصر گرافیکی است و خطرات ماده‌ی شیمیایی را نشان می‌دهد. صورت‌نگاشت‌های خطر^{۳۵} در GHS به رنگ مشکی بر زمینه‌ای سفید و در لوزی قرمز رسم می‌شود. در GHS ۹ علامت خطر برای نشان دادن دسته‌بندی سه‌گانه خطرات معرفی شده است. در جدول ۱ علامت‌های خطر و مفهوم هر کدام روی برچسب‌های GHS برای سه‌گروه خطرات فیزیکی، بهداشت و محیط زیستی معرفی شده‌اند.

۳. عبارات هشدار^{۳۶}: این عبارات شدت خطر را با درج کلمه‌ی "Danger" برای خطرات شدید و کلمه‌ی "Warning" برای خطراتی با شدت کمتر، نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمونه برچسب مواد شیمیایی بر اساس GHS

۴. شرح خطر که شامل توصیف ماهیت خطر است.

۵. شرح اقدامات احتیاطی^{۳۷}، نحوه‌ی پیشگیری یا کاهش اثرات زیان‌آور ناشی از نگهداری یا کار ناایمن با ماده را ارائه می‌کند که در چهار دسته‌ی پیشگیری، واکنش، نحوه‌ی نگهداری و نحوه‌ی دفع طبقه‌بندی می‌شود. در این قسمت، اطلاعاتی درباره‌ی کمک‌های اولیه نیز ارائه می‌شود.

³⁴ Pictogram

³⁵ Hazard pictograms

³⁶ Signal word

³⁷ Precautionary statement

۶. مشخصات تأمین کننده‌ی ماده، شامل نام و نشانی و شماره‌ی تلفن که با استفاده از آن‌ها، امکان تماس با سازنده فراهم می‌شود.

۴-۵-۲- برگه اطلاعات ایمنی (SDS)

برگه اطلاعات ایمنی، سندی است که دربردارنده اطلاعاتی در زمینه اثرات سوء حاصله از تماس با مواد شیمیایی و نحوه کار با آن‌ها و همچنین خطرات احتمالی مواد شیمیایی در هنگام استفاده، انبار، حمل و نقل و جابجایی آن‌ها بوده و نیز روش‌های کاری و اقدامات فوری در هنگام وقوع خطر است. تهیه SDS جزو اصلی و ضروری در توسعه برنامه بهداشت و ایمنی در محیط‌های کاری است. اطلاعات موجود در SDS به وسیله تولید کننده محصول، فراهم شده و جامع‌تر از مطالب موجود در برچسب‌ها است.

به طور کلی، سازندگان و واردکنندگان مواد شیمیایی موظف‌اند SDS همه‌ی مواد خطرناک تولیدی خود را تهیه و عرضه کنند. موادی که در خارج از کشور تهیه می‌شوند، علاوه بر SDS شرکت خارجی باید اطلاعات تماس با شرکت‌های داخلی واردکننده را نیز داشته باشند. ضمناً استانداردها و حدود مجاز تماس ملی نیز باید در استفاده از آن‌ها مد نظر قرار گیرد؛ بنابراین خریداران و مسئولان ایمنی محیط کار، وظیفه دارند که SDS مواد را تهیه کنند و آن‌ها در محیط کار، در دسترس استفاده کنندگان و کارکنان قرار دهند.

سازمان‌های مختلفی نظیر مؤسسه‌ی ملی استاندارد آمریکا^{۳۸} (ANSI) و سازمان بین‌المللی استاندارد^{۳۹} (ISO) و اداره‌ی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (OSHA) قالب‌های متفاوتی را برای برگه‌های اطلاعات ایمنی، ارائه کرده‌اند که محتوای اطلاعات مندرج در آنها، اختلاف کمی با هم دارند. در سامانه‌ی هماهنگ جهانی، طبقه‌بندی مواد شیمیایی (GHS) برگه‌ی اطلاعات ایمنی (SDS) ۱۶ گروه از اطلاعات را ارائه می‌کند که شرح آن در جدول ۲ آمده است.

۵- بسته‌بندی و درج اطلاعات روی بسته‌های کالاهای خطرناک

بر روی بسته بندی جعبه‌های کوچک حمل مواد شیمیایی، برخی اطلاعات جهت تعیین نوع ماده شیمیایی درون جعبه‌ها، نوع خطرات آن‌ها و نیز نوع بسته بندی ماده شیمیایی ارائه می‌شود. در استاندارد DOT اطلاعات به سه شکل برچسب^{۴۰}، پلاکارد^{۴۱} و علامت^{۴۲} بر روی بسته‌های مواد شیمیایی، درج می‌شوند.

جدول ۲- گروه‌های اطلاعاتی برگه‌ی اطلاعات ایمنی بر اساس GHS

ردیف	عنوان
۱	شناسایی ماده
۲	شناسایی خطر

³⁸ American National Safety Institute

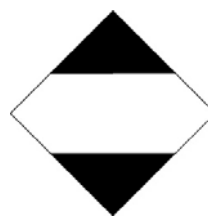
³⁹ International Standard Organization

⁴⁰ Label

⁴¹ Placard

⁴² Marking

۳	اطلاعات ترکیبات و اجزای تشکیل دهنده
۴	کمک‌های اولیه
۵	اطفای حریق
۶	اقدامات در شرایط اضطراری، شامل ریزش‌های احتمالی
۷	نگهداری و انبارداری
۸	کنترل تماس و حفاظت فردی
۹	خصوصیات فیزیکی - شیمیایی
۱۰	پایداری و واکنش‌پذیری
۱۱	اطلاعات سم‌شناسی
۱۲	اثرات زیست‌محیطی
۱۳	نحوه دفع مواد زائد
۱۴	اطلاعات حمل و نقل
۱۵	اطلاعات قانونی، شامل استانداردها
۱۶	سایر اطلاعات



شکل ۳ علامت ویژه «حاوی مقدار محدود»
شکل ۴ علامت ویژه «حاوی مقدار محدود کالای خطرناک در حمل و نقل زمینی»
شکل ۵ علامت ویژه «حاوی مقدار محدود کالای خطرناک در حمل و نقل هوایی»

برچسب‌ها نشانگرهای استاندارد مواد و کالاهای خطرناک هستند که بر روی بسته‌بندی کوچک و گاه مخازن ثابت، نصب می‌شوند. به انواع بزرگتر و مقاوم‌تر برچسب‌ها که بر روی مخازن بزرگ و تانکرهای حمل مواد شیمیایی نصب می‌شوند، پلاکارد گفته می‌شود. علامت‌ها به سایر علائم، کدها و برچسب‌هایی اطلاق می‌شود که در جریان حمل مواد بر روی بسته‌ها چاپ یا چسبانده می‌شوند و اطلاعات افزون‌تری را در خصوص محتوای بسته ارائه می‌دهند. وسایل نقلیه‌ی بزرگی که مقادیر محدودی از کالاهای خطرناک را حمل می‌کنند باید علامت نشان داده شده در شکل ۳ را در جلو و عقب خودرو نصب نمایند. همچنین علامت نشان داده شده در شکل ۴ باید بر روی جعبه کالاهای خطرناکی از طریق هوایی منتقل می‌شوند چسبانده شود.

۶ - ایمنی نگهداری و انبارداری مواد خطرناک

از مراحل مهم در چرخه‌ی عمر مواد شیمیایی، انبارداری و نگهداری این مواد است که در صورت رعایت نکردن اصول ایمنی، ممکن است بسیار خطرناک باشد و حوادثی نظیر آتش‌سوزی و انفجار در پی داشته باشد. برخی از مواد شیمیایی در مجاورت با یکدیگر ممکن است با هم واکنش دهند و با تولید گازهای خطرناک یا ایجاد آتش‌سوزی و انفجار، شرایط خطرناکی را به وجود آورند. انبار نگهداری مواد شیمیایی باید استانداردهای ایمنی

لازم را از نظر محل احداث، مشخصات ساختمانی، تجهیزات ایمنی و اطفای حریق داشته باشد و محل آن به نحوی انتخاب شود که دست‌کم، سه جهت اطراف ساختمان، برای خودروهای امدادی و وسایل اطفای حریق، امکان دسترسی داشته باشد. در نگهداری مواد نیز باید اصول ایمنی لازم براساس ویژگی‌های مواد شیمیایی در نظر گرفته شود. برخی از مهمترین این اصول عبارت است از:

۱ - همواره مواد شیمیایی را در بسته‌های کوچک و برحسب نیاز، خریداری کنید تا بدین ترتیب ریسک شکستن و ترکیب شدن با دیگر مواد و ایجاد جرقه و همچنین انقضای مواد به علت نگهداری طولانی‌مدت، کاهش یابد؛ همچنین برای فعالیتهای تحقیقاتی و آزمایشگاهی، مواد شیمیایی را در ظروف کوچک خریداری کنید، چون ظروف شیشه‌ای بسیار مستعد شکستن هستند.

۲ - باید تاریخ دریافت مواد شیمیایی و تاریخی را که برای اولین بار در ظروف آنها باز می‌شود، ثبت کرد. این مسئله به‌ویژه برای موادی که به سرعت فاسد می‌شوند یا پراکسیدهای انفجاری تشکیل می‌دهند، حائز اهمیت است. پراکسیدهای آلی ترکیباتی هستند که ناپایدارند و خاصیت انفجاری دارند و به گرما، اصطکاک، نور و نیز عوامل اکسیدکننده و احیاکننده حساساند. همه‌ی مواد شیمیایی یا سیلندرهای گازی که تاریخ مصرفشان براساس مفاد مندرج در برچسب یا توصیه‌های مندرج در SDS گذشته باشد، باید به نحوی مناسب دفع شوند.

۳ - در نگهداری مواد شیمیایی باید اصل FIFO^{۴۳} را رعایت کرد؛ بدین معنا که موادی که زودتر وارد انبار شده‌اند، باید زودتر نیز از انبار خارج یا مصرف شوند.

۴ - همواره فهرست کاملی از مواد شیمیایی و سیلندرهای گاز موجود در انبار یا آزمایشگاه را تهیه کرده و آن را به‌روز نگه دارید.

۵ - برای جابه‌جایی مواد خطرناک از ظروف مخصوص استفاده کنید؛

۶ - حداکثر مقدار مجاز نگهداری مایعات اشتعال‌پذیر و مایعات احتراق‌پذیر در فضاهای طراحی شده برای این کار، ۵ گالن، معادل ۱۹ لیتر بر فوت مربع، از کف است.

۷ - هنگام نگهداری و نیز کار با مواد شیمیایی اشتعال‌پذیر باید ترتیبی داده شود تا از تشکیل مخلوطی اشتعال‌پذیر یا انفجاری اجتناب شود. برای این کار، بایداز طریق اقداماتی همچون تهویه یا محدودسازی میزان استفاده، تمهیداتی صورت گیرد که غلظت ماده‌ی اشتعال‌پذیر، از ۲۵ درصد LEL آن فراتر نرود.

۸ - مواد اشتعال‌پذیر بهتر است درون ظروف ایمن ویژه‌ی مواد اشتعال‌پذیر^{۴۴} نگهداری شوند.

۹ - قفسه‌بندی انبار محل نگهداری مواد شیمیایی باید به گونه‌ای باشد که ضمن طبقه‌بندی مواد از استحکام کافی برخوردار بوده و خطر ریزش مواد شیمیایی را به حداقل برساند

مواد شیمیایی ناسازگار^{۴۵} (موادی که با سایر مواد یا با اجزای تشکیل دهنده‌ی دیگر مواد، واکنش ناخواسته می‌دهند) باید به نحوی در کنار هم قرار گیرند که واکنش بین آنها خطری را به‌وجود نیاورد. جداسازی

⁴³ First Input First Output

⁴⁴ Safety can

⁴⁵ Incompatible Material

مواد ناسازگار، چه با حفظ فاصله و چه از طریق مانع، باید به اندازه‌ای کافی باشد که از اختلاط دو ماده در صورتی که ظروف حاوی آن‌ها سقوط کنند و بشکنند، جلوگیری کند. بدین منظور می‌توان از سینی‌های فایبرگلاس برای محدودسازی و محصور کردن ریزش‌های احتمالی مواد استفاده کرد.

۷- ایمنی استفاده از مواد شیمیایی

بسیاری از حوادث مواد شیمیایی در هنگام استفاده از این مواد در نقطه مصرف رخ می‌دهند. این حوادث عمدتاً ناشی از عدم آگاهی مصرف‌کنندگان از خطرات و خواص مواد شیمیایی است. بدین منظور لازم است دستورالعمل نحوه استفاده، خطرات مواد و اصول ایمنی مورد نیاز در هنگام استفاده از مواد شیمیایی به صورت واضح بر روی برچسب مواد شیمیایی درج گردد و آموزش‌های لازم به افراد در این خصوص داده شود. در ادامه اصول ایمنی استفاده از مواد شیمیایی خانگی و نیز سموم و آفات کشاورزی بیان می‌گردد.

۷-۱- ایمنی مواد شیمیایی در منزل

امروزه از انواع مختلفی از مواد شوینده، دترجنت‌ها، مواد ضدعفونی‌کننده، شوینده‌های فرها (اجاق و تنورها)، خوشبوکننده‌های هوا، مواد خشک‌کننده، نرم‌کننده‌ها در خانه‌ها استفاده می‌شود. برخی از این مواد نظیر جرم‌گیر، لوله‌بازکن، سفیدکننده‌ها و ضدعفونی‌کننده‌ها دارای خاصیت خوردگی و برخی دیگر دارای خاصیت واکنش‌پذیری هستند (نظیر وایتکس با جوهر نمک، لوله‌بازکن محتوی سود سوزآور با ظروف و اتصالات آلومینیومی). این مواد هرچند باعث پاکیزگی می‌شود اما رعایت نکردن نکات دقیق مصرف، می‌تواند سلامتی را به مخاطره اندازد. استفاده نادرست از این مواد در کوتاه مدت و طولانی مدت می‌تواند منجر به بیماری‌های پوستی و تنفسی گردد. شوینده‌های مورد مصرف، بدلیل داشتن مواد اسیدی لکه بر قوی، عموماً خاصیت از بین برنده چربی‌ها را دارند و از آنجا که در پوست نیز لایه محافظی از چربی وجود دارد، استفاده مکرر از مواد شوینده بدون محافظ همچون دستکش سبب خواهد شد تا ضمن از بین رفتن مقدار چربی لایه شاخی پوست، به آن آسیب جدی وارد آید. آسیب‌های یاد شده ابتدا به شکل جمع نشدن دست بروز پیدا می‌کند و سپس باعث می‌شود تا شیارهای دست واضح‌تر از قبل مشخص شود و پس از ایجاد خارش به عنوان شروع موارد حاد، التهاب و اگزما ایجاد می‌شود که گاهی همراه با عفونت و ترشح پوستی خواهد بود.

۷-۲- ایمنی کار با مواد شیمیایی و سموم در کشاورزی

مواجهه با سموم و آفت‌کش‌ها، از مخاطرات مهم در کشاورزی می‌باشد. مواد شیمیایی مختلفی در مزارع به کار برده می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان به این موارد اشاره نمود: سود سوزآور برای تمیز کردن ظروف و وسایل شیردوشی و... هیپوکلریت سدیم برای ضدعفونی کردن این وسایل، کاربونات سدیم برای تمیز کردن و چربی‌زدائی وسایل جوجه‌کشی و همچنین سموم و آفت‌کش‌هایی برای مبارزه با آفات و علف‌های هرز که این مواد خود می‌توانند خطرات زیادی را برای کشاورزان ایجاد کنند. قبل از استفاده از این مواد حتماً بایستی برگه اطلاعات ایمنی این مواد را که بر روی ظروف آن‌ها قرار دارد مطالعه شده و دقیقاً بر مبنای همان راهنما برای حمل

ونقل و استفاده و دفع آن‌ها استفاده شود. از قرار گرفتن در معرض موادشیمیایی به شکل حاد و مزمن باید اجتناب شود. قرار گرفتن در معرض آفت کش‌ها به شکل حاد می‌تواند منجر به مسمومیت‌های کشنده و شدید گردد. بلعیدن تصادفی تمیز کننده‌های خط لوله‌ها و کانال‌ها توسط بچه‌ها منجر به سوختگی و مسمومیت می‌گردد. تماس با مواد شیمیایی و آفت‌کش‌ها ریسک سرطان را بالا می‌برد. تماس با مواد شیمیایی معمولاً از طریق تنفس و تماس پوستی و تماس از طریق چشم است. وجود وسایل محافظتی فردی شامل دستکش ماسک لباس مناسب و... در موقع تماس با مواد شیمیایی مهم است. انبار مناسب برای ذخیره مواد شیمیایی و مراحل دفع آن‌ها باید با دقت کافی صورت بگیرد تا از صدمه به کودکان و افراد غیر مجاز و محیط زیست جلوگیری شود.

۸- حمل و نقل مواد شیمیایی

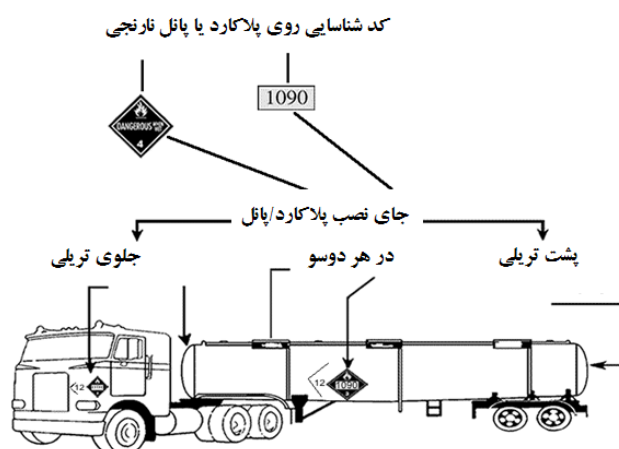
مواد شیمیایی ممکن است درون یک واحد صنعتی، از کارخانه‌ای به کارخانه دیگر، از شهری به شهر دیگر و حتی از قاره‌ای به قاره دیگر حمل و نقل شوند. انتخاب روش و وسیله حمل و نقل، بستگی به حالت فیزیکی، خاصیت شیمیایی و مقدار ماده شیمیایی و نیز مسافت میان مبدأ و مقصد دارد. چنانچه مسافت طولانی و بیرون از صنعت باشد، از روش حمل ناپیوسته^{۴۶} استفاده می‌شود؛ مانند حمل مواد در ظروف و بشکه‌ها به وسیله کامیون، راه‌آهن، کشتی و غیره (شکل ۵). چنانچه مسافت کوتاه و درون صنعت باشد، از روش حمل پیوسته^{۴۷} استفاده می‌شود؛ مانند حمل به وسیله نوار نقاله یا لوله. البته، در مورد بعضی از مواد شیمیایی از روش حمل پیوسته در مسافت‌های طولانی نیز استفاده می‌شود. برای نمونه، انتقال مواد به وسیله خطوط لوله از شهری به شهر دیگر در صنایع نفت سابقه طولانی دارد.

۸-۱- حمل و نقل پیمان‌های کالاهای خطرناک

حمل و نقل پیمان‌های کالاهای خطرناک از طریق کامیون، راه‌آهن، کشتی و هواپیما صورت می‌گیرد. برنامه مدرک قرارداد حمل است که متصدی در قبال دریافت کرایه حمل صادر می‌کند و بر اساس آن تعهد حمل کالا را از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌پذیرد. به عنوان شناسنامه بار، تمامی اطلاعات مربوط به کالاهای مورد حمل در برنامه ثبت می‌شود. بنابراین براساس آن می‌توان به ماهیت کالای برده و در صورت بروز حادثه، اتفاق و یا ضرورت‌های دیگر اقدامات احتیاطی، ایمنی و ... متناسب با آن را به عمل آورد. خودروهای ویژه حمل مواد شیمیایی باید با نصب برچسب و پانل (پلاکارد) متناسب با نوع ماده شیمیایی موجود در مخزن اطلاعات ضروری را به سایر استفاده کنندگان از مسیر و نیز محل‌های توقف (بارگیری، تخلیه و استراحتگاه) انتقال دهند. این امر به کنترل کنندگان امنیت جاده‌ها و نیز مسئولین ایمنی در محوطه‌هایی که این تریلی‌ها در آن تردد دارند، کمک خواهد نمود تا نسبت به پیش‌بینی تمهیدات لازم برای جا به جایی ایمن مواد شیمیایی اقدام نمایند.

⁴⁶ Batch

⁴⁷ Continuous



شکل ۵. نمونه‌ای از نحوه‌ی علامت‌گذاری وسایل نقلیه‌ی حامل مواد خطرناک

۸-۲- حمل پیوسته مواد شیمیایی

بسیاری از گازها و مایعات (گاهی نیز مواد پودری شکل) در صنعت، از محل تخلیه کشتی یا راه‌آهن به صنعت و حتی در میان شهرها درون لوله انتقال می‌یابند. لوله‌هایی که برای انتقال مواد به کار می‌روند ممکن است رو یا زیر سطح زمین، کار گذاشته شوند. غالباً درون کارخانه، لوله‌ها روی زمین (بیشتر در ارتفاع شش متری) و در فاصله‌ای طولانی‌تر (در شهرها یا میان شهرها و حتی در بستر دریاها)، "خط لوله"^{۴۸} در یک ترانشه یا دالان آدرو در زیر سطح زمین قرار می‌گیرد. از دیدگاه ایمنی، شناسایی صحیح سیال درون لوله به ویژه در مواردی که خطوط لوله زیادی در کنار هم احداث شده‌اند بسیار حیاتی است. برای معرفی محتویات درون لوله‌ای که از روی زمین می‌گذرد، باید لوله برابر استاندارد معتبر رنگ‌آمیزی شود.

۹- ایمنی دفع مواد زائد خطرناک و پسماندهای شیمیایی

مواد زائد خطرناک، مواد جامد یا مایعی هستند که بنابر کمیت، غلظت، کیفیت فیزیکی، شیمیایی یا زیستی، برای محیط زیست، خطرناک‌اند. زباله‌های خطرناک معمولاً مشخصاتی همچون قابلیت انفجار، احتراق، خوردگی، واکنش‌پذیری و سمی بودن را دارند و اغلب با عنوان مواد زائد رادیواکتیو، پسماندهای شیمیایی، زائدات اشتعال‌پذیر، زائدات زیستی و مواد منفجره، دسته‌بندی می‌شوند. دفع مواد زائد خطرناک، همواره با مخاطرات و حوادثی همراه است که برای پیشگیری از آنها، ضروری است اصول ایمنی در فرایندهای مختلف دفع پسماندهای شیمیایی رعایت شود. روش‌های نگهداری و دفع مواد شیمیایی خطرناک، با توجه به نوع ماده، متفاوت بوده و این اطلاعات معمولاً از SDS مواد قابل دستیابی است.

۱۰- واکنش اضطراری در حوادث ناشی از مواد شیمیایی خطرناک

به‌رغم به‌کارگیری اصول ایمنی، وقوع حوادث در مراحل مختلف عمر مواد شیمیایی، اعم از تولید و توزیع

و مصرف آن‌ها اجتناب‌ناپذیر است. این حوادث عمدتاً شامل حریق و انفجار و رهائش مواد شیمیایی خطرناک است و خسارت جانی و مالی عمده‌ای در پی خواهد داشت؛ بنابراین **ضروری است با انجام اقداماتی نظیر تخلیه‌ی محل و پناه گرفتن در محل یا واکنش به موقع و صحیح هنگام رخداد حوادث برآمده از مواد خطرناک، پیامدهای ناشی از این حوادث، برای انسان‌های در معرض خطر و همچنین محیط زیست به حداقل رسانده شود.**

مهمترین اقدامات در واکنش اضطراری به حوادث شیمیایی، شامل کمک‌های اولیه، اطفای حریق، کنترل نشتی و ریزش مواد شیمیایی است که برای این منظور لازم است امکانات و تجهیزات اضطراری از جمله موارد زیر از قبل تهیه و در دسترس باشد:

الف - امکانات و تجهیزات کمک‌های اولیه: همه‌ی محیط‌های کاری باید با توجه به ماهیت و مقدار و خطرات مواد شیمیایی، حضور افراد متخصص در زمینه‌ی خدمات درمانی، نزدیکی به درمانگاه‌ها، در دسترس بودن وسایل نقلیه، توانایی ارتباط برای درخواست کمک از خارج، مثلاً تلفن و بی‌سیم‌های دوطرفه و تجهیزات اضطراری مثل دوش‌های چشم‌شوی اضطراری در محل تجهیزات و امکانات کمک‌های اولیه را داشته باشند. جزئیات کمک‌های اولیه و اقدامات اضطراری درمان افراد حادثه دیده در کار با مواد شیمیایی، در SDS هر ماده ارائه شده است.

در دسترس بودن کمک‌های اولیه و دستگاه احیای قلبی - ریوی (CPR)، بسیار حیاتی است. در هر نوبت کاری وجود افرادی که بتوانند از این دستگاه استفاده کنند و خدمات کمک‌های اولیه را ارائه دهند، اهمیتی ویژه دارد. تجهیزات درمانی اضطراری باید در ایستگاه‌های مناسب وجود داشته باشد؛ همچنین ضروری است، از قبل، هماهنگی‌های لازم با نزدیکترین مراکز درمانی برای دریافت کمک‌های فوری صورت گرفته باشد.

ب - دوش و چشم‌شوی‌های اضطراری: نصب دوش و چشم‌شوی‌های اضطراری برای آزمایشگاه‌ها و محیط‌هایی که در آن‌ها از مواد شیمیایی استفاده می‌شود و نیز در محیط‌هایی که کارکنان با موادی سروکار دارند که در برگه‌های SDS آن مواد، ضرورت وجود دوش و چشم‌شوی بیان شده باشد، الزامی است. این تجهیزات هنگامی استفاده می‌شود که مواد شیمیایی روی پوست یا چشم فرد ریخته می‌شود.

ج - کیت‌های مخصوص مقابله با ریزش مواد شیمیایی: این کیت‌ها برای کنترل ریزش‌های مواد شیمیایی استفاده می‌شود.

د - تجهیزات حفاظت فردی: تجهیزات مهم حفاظت فردی، هنگام رخدادن حوادث ناشی از مواد شیمیایی، شامل دستگاه‌های تنفسی، لباس‌های ویژه‌ی مواد شیمیایی، دستکش‌های حفاظتی، عینک‌های ایمنی و کفش ایمنی است.

یکی از حوادث رایج در استفاده و کار با مواد شیمیایی، ریزش و نشتی آن‌ها است که بسته به مقدار ریزش و نیز ویژگی‌های مواد می‌تواند پیامدهای مختلفی برای جمعیت در معرض داشته باشد. اقدامات مورد نیاز برای مقابله با ریزش هر کدام از مواد، با یکدیگر متفاوت است و برای هر کدام از مواد می‌بایست بر اساس مفاد

مندرج در SDS اقدام نمود. لکن با توجه به میزان نشتی یا ریزش مواد شیمیایی، اقدامات عمومی زیر می‌بایست در واکنش به ریزش مواد شیمیایی انجام شود:

- کارکنان غیرضروری را از محل خطر، به مکانی ایمن تخلیه کرده و در صورت لزوم، کمک‌های اولیه را برای آن‌ها انجام دهید.
- در صورتی که مواد شیمیایی به گونه‌ای باشد که بتوان از آن‌ها استفاده کرد، ریسک حریق و انفجار را با مهار آتش و حذف گرما کاهش دهید.
- وضعیت را از نظر نیازمندی به کمک خارجی ارزیابی کنید.
- از قبل، تجهیزات حفاظت فردی ضروری را برای مقابله با شرایط اضطراری، براساس مندرجات SDS پیش‌بینی کنید.
- با کنترل در منبع، از طریق بستن شیر و نشت‌بندی تانک و ...، از گسترش بیشتر مواد شیمیایی جلوگیری کنید.
- با استفاده از مواد جاذب و کیت‌های مخصوص، نشتی مواد را محدود کنید و در صورت امکان به بسته‌بندی یا خنثی‌سازی مواد ریخته شده، اقدام کنید.
- پس از نگهداری یا خنثی‌سازی ایمن مواد ریخته شده، محل ریزش یا نشتی مواد شیمیایی را آلودگی‌زدایی کنید.
- پس از حصول اطمینان از ایمنی محل، می‌توان فعالیت‌های معمول را انجام داد.
- برای اطلاع از اقدامات تخصصی مورد نیاز در هنگام ریزش مواد به SDS مربوطه مراجعه کنید.

منابع:

1. United Nations Economic Commission for Europe, A Guide to The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals, 4th ed. 2011. Available from:

https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/English/ST-SG-AC10-30-Rev4e.pdf. [Last accessed on 2019 March 23].

2. NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response, Available form; <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=704> [Last accessed on 2019 March 23].

۳ - جهانگیری مهدی، جمشیدی حمیدرضا، اصول ایمنی مواد شیمیایی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز، ۱۳۹۶. صفحات ۲۰۷-۲۵۷، ۶۳-۷۷، ۸۹-۱۰۰

۴ - وزارت راه و ترابری، آییننامه‌ی اجرایی حمل و نقل جاده‌ای مواد خطرناک، ۱۳۸۰. صفحات ۷-۸

۵ - راه آهن جمهوری اسلامی ایران، معاونت بهره‌برداری و سیر و حرکت، حمل و نقل ریلی مواد خطرناک، ۱۳۸۳ و بهار و تابستان ۱۳۸۴. صفحات ۹-۱۱

۶ - جهانگیری، مهدی و همکاران، مدیریت بحران و واکنش اضطراری در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، تهران: فن‌آوران، ۱۳۹۲. صفحات ۷-۱۲

۷ - راهنمای واکنش اضطراری (ERG)، ترجمه مهدی جهانگیری و دیگران، تهران: حک، ۱۳۹۱. صفحات ۵-۲۸

۸ - پویاکیان مصطفی، ارقامی شیرازه. ایمنی مواد شیمیایی؛ طبقه‌بندی، برچسب‌گذاری، بسته‌بندی، حمل و نگهداری، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ۱۳۹۶ صفحات ۱-۲۵۶.