



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت کار و امور اجتماعی  
معاونت روابط کار

# عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار



مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار  
تهیه و تنظیم: خانم مهندس حافظ امینی

1392

عوامل شیمیایی

زیان آور محیط کار

تہیہ کنندہ: حافظ امینی

## فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	<b>فصل اول : کلیات</b>
۳	عوامل زیان آور محیط کار
۴	کنترل عوامل زیان آور محیط کار
۵	عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار
۷	راههای ورود مواد شیمیایی به بدن در محیط کاری
۱۰	تقسیم بندی مواد شیمیایی
۱۰	تقسیم بندی مواد شیمیایی بر اساس حالات فیزیکی
۱۳	تقسیم بندی مواد بر مبنای محل اثر
۱۳	تقسیم بندی مواد بر مبنای اثرات فیزیولوژیکی
۱۷	<b>فصل دوم : سم شناسی</b>
۱۷	روند ورود سموم در بدن
۱۹	مسمومیت
۲۳	<b>فصل سوم : مقادیر حد مجاز عوامل زیان آور</b>
۲۴	TLV-TWA
۲۴	STEL
۲۴	(TLV-C)
۲۶	مقادیر حد تراکم مجاز برای تماس های کوتاه مدت
۲۸	مقادیر حدود مجاز برای مخلوط مواد شیمیایی
۲۹	مقادیر حد تراکم مجاز مخلوط مایعات
۲۹	مقادیر حد تراکم مجاز مخلوط گرد و غبار های معدنی
۳۰	واحد TLV عوامل شیمیایی محیط کار

۳۳	فصل چهارم : طبقه بندی مواد شیمیائی از نظر نوع مخاطرات
۳۴	مواد قابل انفجار
۳۴	مواد قابل اشتعال
۳۵	مواد اکسید کننده
۳۶	موادی که نسبت به آب داری حساسیت می باشند
۳۶	موادی که نسبت به اسیدها و بخارات آن حساس می باشند
۳۷	گازهای تحت فشار
۳۷	مواد سمی
۳۸	مواد رادیواکتیو
۳۸	مواد خورنده
۳۹	شرایط و ویژگی های انبارهای مواد شیمیائی و سموم
۴۷	تعریف MSDS و کاربرد آن

## مقدمه :

بهداشت ، علم حفظ سلامت و تندرستی است. سازمان بهداشت جهانی WHO سلامت را رفاه کامل جسمی ، روانی، اجتماعی و نه فقدان بیماری میداند.

امروزه به دلیل تخصصی شدن حرفه های مختلف و صنعتی شدن کشور ، بهداشت حرفه ای نیاز اساسی برای رسیدن به توسعه پایدار شناخته شده است. نیروی انسانی متخصص و سالم می تواند توسعه پایدار را تضمین کند و این امر میسر نیست مگر اینکه اجرای صحیح علم و ضوابط بهداشت حرفه ای در جامعه نهادینه شود.

بهداشت حرفه ای شاخه ای از علم بهداشت است که باشناسایی، ارزشیابی و کنترل عوامل زیان آور در محیط کار از بروز بیماری ها و عوارضی که ممکن است توسط عوامل زیان آور فیزیکی ، شیمیایی ، بیولوژیکی ، ارگونومیکی ، مکانیکی ، روانی بوجود آید ، جلوگیری می کند.

کنترل عوامل تهدید کننده سلامت در محیط کار تا حد زیادی از ظهور عواقب و عوارض بعدی شامل بیماری ها و حوادث شغلی و رکود اقتصادی و کاهش بهره وری بعثت از کارافتادگی می کاهد. سقراط و بوعلی سینا برای اولین بار در آثار خود از دردهای شکمی قلنج مانند در بین کارگران نقاش نام برده اند که مسلما با سرب موجود در رنگ های مصرفی ارتباط داشته است.

امید است این مجموعه در تامین ، حفظ و ارتقای سطح سلامت جسمانی ، روانی و اجتماعی کارگران کلیه مشاغل و پیش گیری از بروز بیماری ها و حوادث ناشی از کار مورد استفاده قرار گیرد.

## فصل اول کلیات

### عوامل زیان آور محیط کار

اثرات نامطلوبی که ممکن است در هر شرایط کاری روی سلامت کارگران تاثیر داشته باشد تحت عنوان عوامل زیان آور محیط کار شناخته میشود جهت سهولت در مطالعه این عوامل آنها را به صورت زیر تقسیم بندی می کنند.

- عوامل زیان آور فیزیکی
- عوامل زیان آور شیمیایی
- عوامل زیان آور مکانیکی
- عوامل زیان آور بیولوژیکی
- عوامل ارگونومی یا مهندسی انسانی
- عوامل روانی

**الف -** کنترل های پزشکی : این اقدامات عموماً به شخص کارگر توجه دارد.

۱- معاینات قبل از استخدام در بهداشت حرفه ای با توجه به محیط کاری که فرد

متقاضی شغل قرار است در آن محیط شروع به کار نماید فرد را مورد معاینه قرار

میدهند تا قابلیت او را در مقابل آن عامل زیان آور شناسائی نمایند.

از جمله فواید معاینات قبل از استخدام شناخت بیماری های مسری و اعتیاد و

جلوگیری از انتشار آن در محیط های کار، تشخیص زودرس بیماری ها و درمان

آنها میباشد.

۲- معاینات دوره ای : در بهداشت حرفه ای بسته به نوع عامل زیان آوری که فرد با

آن در تماس است هر چند گاه یکبار او را مورد معاینه قرار میدهند. تا به محض

مشاهده علائم و عوارض اولیه ، با اقدامات به موقع ، از تماس بیشتر او با آن عامل

زیان جلوگیری شود در نتیجه از قطعی شدن بیماری جلوگیری شود.

۳- معاینات ویژه : این معاینات در هنگام تغییر شغل و یا معاینات در هنگام برگشت به

کار پس از بیماری یا حادثه انجام میشود.

**ب-** کنترل های مهندسی : هدف از انجام کنترل های مهندسی اصلاح محیط کار

به طریقی است که از وجود عوامل زیان آور جلوگیری شود.

۱- اقدامات کنترلی در منبع



- جایگزینی : جایگزینی موادی که سمیت کمتری دارند به جای موادی که سمیت بیشتری دارند.

- محصور کردن : مانند استفاده از سیستم ها و روش هایی که از انتشار آلودگی به محیط جلوگیری کنند.

- جداسازی : مانند جدا کردن یک قسمت آلوده از سایر قسمت ها جهت جلوگیری از انتشار آلودگی در کل محیط کار.

۲- بهره گیری از یکسری اقدامات جهت جلوگیری از انتقال عامل زیان آور از محل تولید به فرد کارگر.

۳- استفاده از وسایل حفاظت فردی.

### عوامل شیمیایی زیان آور در محیط کار :

عوامل شیمیایی در محیط کار در برگیرنده تمام مواد اولیه ، مواد خام ، مواد واسطه و فرآورده های اصلی که در صنعت بکار می روند. یا تولید می شوند، می باشد. این مواد که به شکل گاز، مایع یا جامد هستند ، ممکن است مصنوعی یا طبیعی بوده و دارای منشاء گیاهی ، حیوانی یا سنتتیک (معدنی یا آلی) باشند. هر یک از این مواد دارای خطرات و اثرات نامطلوب بر روی کارگران می باشد. زیان های حاصل از آنها به نوع ، راه ورود، مقدار و طول زمان بستگی دارد.

کارگران در صنعت با مایعات زیادی سرو کار داشته و در تماس هستند. تعدادی از این مایعات خورنده و سوزاننده بوده و شامل برخی از اسیدهای معدنی و یا آلی، قلیاها و تعدادی از دیگر مواد شیمیایی مانند آب اکسیژنه و ... می باشند.

بعضی از مواد با اینکه مایع نیستند می توانند خاصیت سوزانندگی یا خورندگی داشته باشند. مواد جامد بصورت های توده، کلوخه، دانه و پودر بکار می روند. مهمترین شکل از مواد جامد که دارای اثرات فیزیولوژیک قابل توجه می باشد، گرد و غبار آنهاست. زیرا از طریق استنشاق وارد بدن شده و اثرات خود را ظاهر می سازد.

کره زمین بوسیله اتمسفر گازی شکل با ترکیب معینی احاطه شده است. این ترکیبات شامل حدود ۷۸/۹٪ نیتروژن، ۲۰/۹۵٪ اکسیژن، ۰/۹۳٪ آرگون و ۰/۰۳٪ دی اکسید کربن و مقادیر ناچیزی نئون، هلیم، کریپتون، هیدروژن، گزنون، مواد رادیواکتیو، اکسیدهای ازت و ازن می شود که ممکن است در جاهای مختلف دارای رطوبت یا بخار آب به میزان مختلف باشد، چنانچه هر یک از این ترکیبات بیشتر شده یا مواد دیگری به

اتمسفرف اضافه شود آلاینده به شمار خواهد رفت.



## راه ورود مواد شیمیایی به بدن در محیط های کاری

۱- راه استنشاقی: انسان بطور متوسط در هر بار عمل تنفس حدود نیم لیتر هوا را به درون ریه خود فرستاده و یا از آن خارج می کند. دستگاه تنفس انسان از دو قسمت فوقانی شامل بینی و گلو و قسمت تحتانی شامل نای، نایژه ها، برنش ها و کیسه های هوایی یا آلوئول ها تشکیل شده است. در داخل بینی موها اولین موانعی هستند که میتوانند از ورود مواد جامد به داخل دستگاه تنفس جلوگیری کنند. ولی گازها و بخارات و ذرات بسیار کوچک ممکن است از این سد عبور کرده و خود را به انتهای دستگاه تنفس برسانند و نیز ممکن است مقادیری از آنها از طریق دیواره های مرطوب دستگاه تنفس جذب بدن شوند. سطح جذبی که در ریه ها وجود دارد بسیار وسیع و در یک فرد بالغ حدود یکصد و پنجاه متر مربع است از این رو سمومی که به داخل ریه ها راه می یابند ممکن است به مقدار زیادی جذب بدن شوند.

در رابطه با گرد و غبارها و مواد جامد، نفوذ یک سم به دستگاه تنفس بستگی به بعد ذره دارد و هر قدر اندازه ذره کوچکتر باشد مقداری از آن که به آلوئول ها میرسد بیشتر است. بطوریکه ذرات بزرگتر از ده میکرون اصولاً نمی توانند خود را به داخل حبابچه های ریه برسانند. از این رو ذرات را بر حسب قطر آنها به دو دسته ذرات قابل استنشاق و ذرات غیر قابل استنشاق تقسیم می کنند. ذرات قابل استنشاق ذراتی هستند که دارای قطر  $10-1 \mu$ .

می باشند و ذرات غیر قابل استنشاق با قطر بیشتر از  $10\ \mu$  و یا کمتر از  $0.1\ \mu$  هستند که یا به اعماق ریه نمی رسند و یا در هنگام بازدم به همراه هوای تنفسی به خارج رانده میشوند.

۲- راه پوستی : پوست سالم در مقابل مواد خارجی و سموم ، نسج مقاومی است و به طور کلی حفاظ خوبی محسوب می گردد. ولی میل بعضی از مواد شیمیائی به چربی های محافظ پوست باعث می شود که راه نفوذ آن ها در پوست تسهیل گردد. همچنین زمانی که پوست به علت خراش ، زخم و یا سوختگی و ضربه شکسته شده باشد مواد سمی می توانند با سرعت بیشتری وارد بدن شوند.

اثر مواد سمی بر روی پوست متفاوت است. بعضی از آن ها فقط تولید قرمزی ، خارش و التهاب و گاهی سوزش می نمایند. اینگونه اثرات را گاهی بنام « حساسیت موضعی » می نامند.

بعضی از مواد خاصیت خورندگی و سوزانندگی داشته و روی پوست سالم اثر خواهند کرد. مانند اسیدها و برخی از قلیایی ها که بسته به نوع ماده خورنده و سوزاننده و طول مدت تماس ، ممکن است ایجاد زخم های ساده و گاهی زخم های عمیق نمایند مثلا اسید فلئوریدریک زخم های عمیقی در پوست ایجاد می کند که مدت های طولانی لازم است تا بهبودی یابد. لازم به ذکر است اثر مواد بر روی مخاط های بدن بیش از اثر آنها در روی

پوست است و جذب و تاثیر داروها و سموم از مخاطهای مختلف (دهان ، چشم و ...) یکی از راههای ورودی مهم به شمار میرود.

۳- راه گوارشی : آخرین راه ورود مواد شیمیائی به بدن راه گوارشی است . معمولا مواد شیمیایی به دلیل عادات غلط کارگران و عدم آگاهی آنان ، از این راه وارد بدن می شوند. بسیاری از کارگران عادت دارند در هنگام کار اشیاء و ابزار کار خود را در دهان گذارند مانند گذاشتن قلموی حاوی رنگ در دهان توسط نقاشان.

همچنین خوردن و آشامیدن در محیط های کاری و عدم توجه به شستشوی دست ها قبل از صرف نهار میتواند منجر به ورود مواد شیمیائی به داخل بدن کارگران گردد. در مسمومیت های حرفه ای مهمترین راه ورود مواد سمی از طریق استنشاق است و سپس راه جلدی قرار دارد و به ندرت از راه گوارشی ممکن است شخص مسمومیت شغلی پیدا کند. در مسمومیت های حرفه ای به ندرت مواد سمی از راه خوراکی وارد بدن می شوند. در بین عده ای از کارگران مسمومیت از طریق گوارش گزارش گردیده است که آن هم در اثر عاداتی بوده است که کارگران ندانسته به آن مبتلا گردیده اند. و نیز ممکن است مقداری از گردو غبار و مواد استنشاق شده از طریق حلق و حنجره به تدریج وارد معده گردند ولیکن مقدار آن ناچیز و دارای اثرات زیادی نخواهد بود.

## تقسیم بندی مواد شیمیائی

مواد شیمیائی از دیدگاههای مختلفی ممکن است مورد تقسیم بندی قرار گیرند از جمله آن:

**تقسیم بندی مواد بر مبنای ساختمان شیمیائی.** این تقسیم بندی براساس چگونگی ترکیب و فرمول شیمیائی مواد می باشد از این نظر مواد را میتوان به دستجات مختلف از قبیل فلزات، مواد معدنی، غیرفلزی، الکل ها، آلدئیدها ستن و ... تقسیم بندی نمود. که در بحث اصلی سم شناسی صنعتی مطالعه مواد براساس این تقسیم بندی انجام می شود.

## تقسیم بندی آلاینده های شیمیائی بر اساس حالات فیزیکی.

بر مبنای شکل فیزیکی هر یک از مواد شیمیائی میتوان آنها را به صورت زیر تقسیم بندی نمود.

### ۱- گازها و بخارات .

گازها موادی هستند که در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و فشار یک اتمسفر حالت گازی داشته باشند و بخار حالت گازی موادی است که در درجه حرارت و فشار یاد شده به صورت مایع یا جامد می باشند.

تعداد گازها بسیار زیاد است برخی در فرآیندهای صنعتی به عنوان ماده اولیه مصرف و برخی به عنوان فرآورده نهایی تولید می شوند. بیشتر گازها دارای بوی نافذ بوده و در

مقادیر کم قابل تشخیص اند. مثلاً گاز کلر سبزرنگ و دارای بوی نافذ و خفه کننده است. ولی تعدادی از گازها هم رنگ و بوی خاصی ندارند و اگر سمی باشند بسیار خطرناکند مثل منوکسید کربن و دی اکسید کربن. بعضی از گازها هم اشتعال پذیرند و در اثر عدم تشخیص می توانند منجر به آتش سوزی های بزرگ شده و خطرات زیادی ببار آورند.

## ۲- مواد معلق

انتشار و پراکندگی ذرات میکروسکوپی جامد یا مایع در یک فاز گازی خاص یا در هوا مواد معلق (آئروسول) نامیده می شوند. باین ترتیب مواد معلق شامل گرد و غبار، مه، دود، مه دود و اسپری خواهد بود.

**گرد و غبار (Dust)** در اثر اعمال مکانیکی در صنایع مثل خرد کردن، اره کردن، شکستن، مته کردن، سائیدن و ... ذرات از جسم جدا شده و در هوا بصورت معلق در می آیند که به آن گرد و غبار می گویند. عوارض حاصل از گرد و غبار به جنس، اندازه ذرات، طول مدت استنشاق و حساسیت فردی بستگی دارد.

**مه (Fog):** مه در اثر کندانسه شدن بخار آب در شرایط خاص فیزیکی (حرارت و فشار) ایجاد می شود و معمولاً قابل رویت می باشد. مه می تواند مقداری از مواد آلوده کننده محیط و صنعت را بصورت آئروسول در خود داشته باشد. مسیت معمولاً در مورد مواد

شیمیائی مختلف که به صورت مایع در فضا پراکنده می شوند به کار میرود مانند میست اسیدها.

دود (smoke): در اثر احتراق ناقص مواد آلی مانند چوب، کاه، تنباکو، روغن، مواد چرب، نسوج حیوانی و ... تولید می شود.

دمه یا دود فلزی (Fume). فیوم ها عبارتند از ذرات فلزی جامد که از سطح فلز مذاب خارج شده و در هوا منتشر می شوند. و تولید آنها معمولاً با یک واکنش شیمیائی از قبیل اکسیداسیون همراه است. بعلت کوچکی ذرات فیوم استنشاق این مواد به آسانی صورت می گیرد از اختصاصات مهم دمه ها خاصیت انعقاد یا به هم چسبندگی آنهاست. بدین معنا که در هنگام برخورد با یکدیگر می توانند به هم متصل شده و ذرات درشت تری را بوجود آورند. در حالیکه این ویژگی برای گرد و غبارها وجود ندارد.

اسموک smog: آلودگی های وسیع اتمسفری ناشی از آلاینده های صنعتی و منابع طبیعی است که از دو کلمه smoke, fog گرفته شده است.

اسپری یا افشانه: به کار بردن آئروسولها، سوسپانسیونها یا امولسیونها تحت فشار و بصورت پاشیدنی بنام اسپری معروف است. در صنایع خودروسازی جهت رنگ آمیزی بدنه خودرو به روش افشانه عمل می شود.



## تقسیم بندی مواد بر مبنای محل اثر

اثرات مواد شیمیائی از نظر محل ایجاد به دو دسته تقسیم می شود.

۱- اثرات موضعی: اثراتی است که معمولاً در محل ورود به بدن و یا در محل تماس

سم با بدن بوجود می آید.

۲- اثرات سیستمیک: اثراتی هستند که بعد از جذب و توزیع در بدن در محلی خاص

و یا کل بدن بوجود می آید.

## تقسیم بندی مواد بر مبنای اثرات فیزیولوژیکی

اثرات فیزیولوژیکی مواد شیمیائی در بسیاری از موارد به غلظت آن بستگی دارد. مثلاً

بخار یک نوع ماده شیمیائی در یک غلظت معین ممکن است دارای خاصیت بیهوشی

آور باشد در صورتیکه همان بخار در غلظت کمتر بدون داشتن خاصیت بیهوشی آور

ایجاد عوارضی در سایر اعضای داخلی بدن نماید در هر حال این تقسیم بندی به

صورت زیر است.

۱- مواد شیمیائی تحریک کننده و التهاب آور: این دسته از مواد اثرات

سوزاننده داشته و باعث ایجاد ورم و التهاب در پوست و مخاط می نمایند. فاکتور

غلظت در مورد این موارد دارای اهمیت بیشتری نسبت به زمان و طول مدت تماس

است. بخارات اسیدها و قلیاها، کلر، برم، اکسیدهای ازت، فسژن را میتوان به عنوان مواد محرک و التهاب آور طبقه بندی نمود.

## ۲- مواد خفگی آور: این دسته از مواد با ایجاد اختلال در عمل اکسیداسیون نسوج

باعث ایجاد خفگی می شوند. که خود به دو دسته مواد خفقان آور ساده و شیمیائی تقسیم بندی می شوند.

مواد خفقان آور ساده موادی هستند که اثرات فیزیولوژیکی سوئی ندارند ولی هنگامی که در هوا وارد شوند با رقیق کردن اکسیژن موجود در هوا، مانع نفوذ اکسیژن به جریان خون، در کیسه های هوایی می شوند. و در نتیجه هیپوکسی (کاهش اکسیژن خون) ایجاد شده که در صورت شدت، ممکن است منجر به خفگی شود. از جمله این مواد می توان ازت - دی اکسید کربن و گازهای نادر را نام برد.

مواد خفقان آور شیمیائی موادی هستند که با داشتن اثر شیمیائی از حمل اکسیژن توسط خون در ریه جلوگیری می کنند مانند منوکسید کربن و یا درحالیکه خون دارای اکسیژن کافی است اجازه مصرف آن را به بافت ها نمی دهد مانند سیانور.

۳- مواد بیهوشی آور و مخدر: ایندسته از مواد اثر خود را به عنوان مواد بیهوشی آور ساده بدون ایجاد عوارض شدید ایجاد کرده و بعضی دارای اثر رخوت آور بر

روی سلسله اعصاب مرکزی می باشند بعضی از این مواد شامل هیدروکربن های

اسیتلنی ، هیدروکربن های اتیلنی ، الکهای آلیفامیک ، استرها و ... می شوند.

۴- سموم سیستمیک : این مواد باعث اثر روی سیستم های مختلف بدن می شوند.

الف - موادی که باعث آسیب به برخی از اندام های داخلی می شوند مانند بیشتر هیدروکربن های هالوژنه.

ب - موادی که باعث آسیب دستگاه خونسازمی شوند مانند : بنزن- فنل ها - تولوئن - گزین و ...

ج - سمومی که باعث آسیب به سیستم عصبی میشوند مثل سولفور دو کربن - متانل - تیوفن.

د - فلزات سمی مثل سرب ، جیوه ، کادمیوم ، منگنز و ...

ی - مواد معدنی غیر فلزی سمی مانند آرسنیک ، فسفر ، گوگرد ، فلوئورها و ...

۵- مواد کارسینوژن : هنگامی که اثرات یک ماده شیمیائی منجر به ایجاد سرطان شود

آن ماده را کارسینوژن یا سرطانزا می نامند. مواد کارسینوژن در واقع با ایجاد اختلال

در DNA سلولهای مختلف باعث تغییر در کد ژنتیکی سلول شده و نتیجتاً سلول های

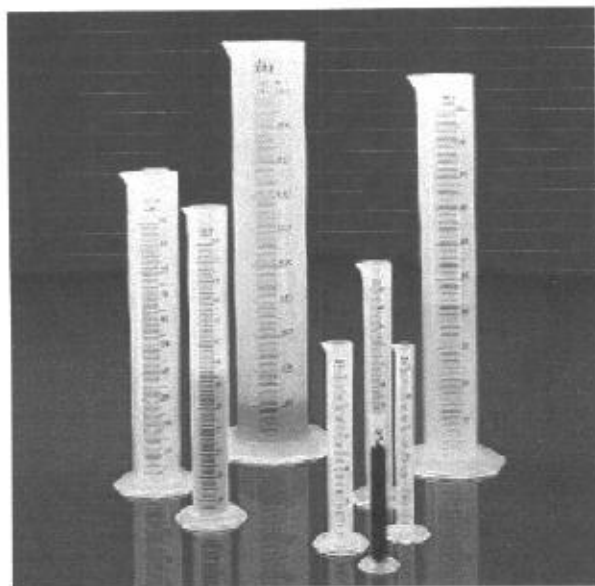
آن بافت از روند طبیعی خود تبعیت نخواهند کرد و به این ترتیب سرطان ایجاد

میگردد.

۶- مواد موتاژن : این مواد منجر به ایجاد موتاسیون در سلولهای جنسی می شوند.

۷- مواد ترا توژن : موادی هستند که در صورت مواجهه زن باردار با این مواد خصوصا سه ماهه اول بارداری رشد جنین آن زن مختل شده و در سلول های جنین ایجاد موتاسیون می شود. بدون آنکه ژن مادر تغییر کند.

۸- مواد آلرژن یا حساس کننده : ایندسته از مواد در اولین تماس هیچگونه صدمه ای را ایجاد نمی کنند ولی تماس بعدی با آنها ممکنست منجر به واکنش های شدید گردد. در واقع در اولین تماس با چنین موادی ، سیستم ایمنی بدن این مواد را شناسایی کرده و بدن نسبت به آنها حساس می شود.



## فصل دوم :

### سم شناسی

سمیت بسیاری از سموم با اصطلاحی بنام LD50 بیان می شود (Lethal Dose 50) :  
این اصطلاح بیانگر مقدار ماده سمی است که اگر از یک راه مشخص و معین وارد بدن حیوانات آزمایشگاهی شود باعث مرگ ۵۰٪ از حیوانات مورد مطالعه میگردد.  
برای اینکه بتوان بر حسب LD50 به درجه سمیت مواد پی برد، سازمان های مسئول و بین المللی سمیت را بر حسب LD50 تقسیم بندی نموده اند.

سمومی که LD50 آنها کمتر از ۰/۰۲۵ میلی گرم در کیلوگرم باشد به نام سموم « بی نهایت سمی »  
سمومی که LD50 آنها بین ۰/۰۲۵ تا یک میلی گرم در کیلوگرم باشد به نام سموم « خیلی سمی »  
سمومی که LD50 آنها بین یک تا ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم باشد به نام سموم « سمی »  
سمومی که LD50 آنها بین ۵۰ تا ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم باشد به نام سموم « متوسط سمی »  
سمومی که LD50 آنها بین ۰/۵ تا ۵ گرم در کیلوگرم باشد به نام سموم « کم سمی »  
سمومی که LD50 آنها بین ۵ تا ۱۵ گرم در کیلوگرم باشد به نام « غیر سمی »  
سمومی که LD50 آنها بیش از ۱۵ گرم در کیلوگرم باشد به نام ماده « بی خطر » خوانده می شوند.

**روند ورود سموم در بدن :** خط مسیر یک ماده سمی در بدن شامل جذب ،

انتشار ، ثابت شدن ، تغییر شکل و دفع آن است.

جذب: مواد شیمیائی گوناگون ممکن است از راههای تنفسی، پوستی و یا گوارشی جذب بدن شوند که میزان تاثیرات حاصله با توجه به راه ورودی متغیر است چنانچه از طریق پوستی و خوراکی اثرات سموم دیرتر ظاهر میشود و از راه استنشاقی تاثیر سریعتر است. در عین حال نوع سم و خواص شیمیائی و فیزیکی و فیزیولوژیکی آن در بروز اثر و ظهور و عوارض تاثیر زیادی دارد.

انتشار: سم از هر راهی که وارد بدن شود بالاخره وارد خون شده و به بافت ها میرسد و در آنها منتشر میشود سرعت انتشار از بعضی از راههای جذب مانند ریه شدیدتر است و آثار مسمومیت در کوتاه مدت ظاهر میگردد.

ثابت شدن: تثبیت سموم در اعضا و دستگاههای بدن به تناسب میل ترکیبی آنها می باشد. مثلا کبد اغلب سموم، مخصوصا سرب و جیوه و آرسنیک را قبول می کند. تخدیر کننده ها و خواب آورها روی سیستم عصبی ثابت می شوند.

تغییر شکل: همانطور که سموم روی بدن اثر کرده و باعث تغییرات گوناگون در آن می گردد. بدن نیز به وسیله اعمالی چون اکسیداسیون، احیاء، هیدرولیز و ... روی سموم اثر کرده و سبب تغییر شکل آن ها میشود.

این تغییر شکل ممکن است در بعضی موارد تا تلاشی شدن کامل و از بین رفتن سم پیش رود و در موارد دیگر باعث بوجود آمدن متابلیت هایی شود که خود آن ها

ممکن است اثر سمی را کم و بیش از دست داده باشند و یا برعکس سمیتی شدیدتر از سم کامل اعمال نمایند.

دفع: مهمترین راه دفع مواد سمی از طریق ادرار و مدفوع میباشد. مواد سمی که جذب وارد بدن شده اند از طریق خون و سپس از طریق لگو مرول ها و یا لوله های کلیوی همراه ادرار دفع می گردند و به این ترتیب ادرار شاخص خوبی برای نشان دادن ماده جذب شده و مقدار آن خواهد بود.

دفع از طریق مدفوع کمتر بوده، قسمتی از مواد به همان صورت اولیه ممکن است از این راه دفع شوند و نیز مواد محلول در چربی توسط کبد و صفرا بداخل روده ها وارد شده و همراه مدفوع خارج می گردند.

**مسمومیت**، عبارت است از بهم خوردن تعادل فیزیولوژیک، جسمانی یا روانی موجود زنده که در اثر ورود و تماس با ماده خارجی از راههای گوناگونی مثل پوست، استنشاق و ... رخ میدهد.

مسمومیت با ظهور علائم و عوارض خاص همراه بوده که شدت آن به نوع ماده سمی، مقدار آن و طول مدت تماس بستگی خواهد داشت.

مسمومیت ها بطور کلی به دو گونه ذیل تقسیم بندی می شوند.

الف- مسمومیت حاد: که معمولا ماده سمی یکباره به مقدار نسبتا زیاد با شخص تماس می یابد و از راه معین تاثیر می کند. علائم و عوارض مسمومیت حاد و اغلب

شدید و سریع بوده و در صورت نرسیدن کمک و اقدامات درمانی به مرگ منتهی میشود.

ب- مسمومیت مزمن : معمولاً ماده سمی به مقدار اندک یا جزئی در نوبت های متعدد و در مدت زمان طولانی وارد بدن می شود. و عوارض آن به کندی و پس از گذشت مدت زمان طولانی ظاهر می شود و لذا شخص به مدت طولانی از مسمومیت ناآگاه می باشد و تنها با آزمایشات و معاینات دوره ای قابل تشخیص می باشد.

مسمومیت ها به سه دسته اتفاقی ، عمدی و شغلی تقسیم می شوند. در مسمومیت شغلی راه ورود ماده سمی در درجه اول تنفسی و در مرحله بعد پوست می باشد. در زیر به برخی از مواد مهمی که در صنعت باعث ایجاد مسمومیت های شغلی می شوند به اختصار اشاره می گردد.

### سرب :

این فلز بیشتر زمانی که به شکل دمه یا دود فلزی بوده و از طریق ریه ها جذب شود باعث مسمومیت می شود. جوشکارانی که تیرهای آهنی رنگ شده با ضد رنگ یا سرنج را جوش میدهند، کارگران ریخته گری ، لحیم کاری ، باطری سازی ، ساخت لوله ، سرامیک سازی ، و... در تماس با این ماده هستند . آزمایش خون و ادرار وجود مسمومیت را اثبات می کند. مسمومیت با سرب ساتورنیسم نامیده میشود و باعث



عوارضی مثل قولنج روده ، یبوست ، حالت تهوع ، کم خونی ، ضعف و سستی در مچ دست و قوزک پا ، سردرد، توهم ، اغما و سرانجام مرگ میشود.

### سیلیس :

سیلیس فراوان ترین ماده معدنی در پوسته زمین است که به دو شکل آزاد و ترکیبی وجود دارد. سیلیس آزاد مانند کوارتز ، سنگ چخماق و ... می باشد و در صنایع مختلفی مثل شیشه سازی و ریخته گری مصرف می شود. این ماده باعث بیماری مهمی بنام سیلیکوزیس (فیروز ریه ) می شود.

### آزبست :

آزبست یا پنبه نسوز در ساخت لباس های ایمنی ، انواع فیلتر ها ، سیمان ، آجر کف اتاق ، پتوهای خاموش کننده آتش ، لنت ترمز و کلاچ ماشین و ... مصرف شده و در معادن ، آسیاب ها ، کارخانه های نساجی رشته های آزبست ، و همچنین در ساختمان سازی ، لوله کشی ، جوشکاری و ... کارگران را درگیر می کند. مهمترین عوارض آزبست آزیستوزیس (فیروز ریه) ، سرطان ریه ، سرطان حنجره و ... می باشد.

### جیوه :

ترکیبات آن در صنایع پتروشیمی ، تولید دماسنج ، فشارسنج ، لامپ های جیوه ای ، فرآورده های دندان پزشکی و ... مصرف می شود. در گذشته که در نمد بافی از جیوه

استفاده میشده است کارگران آن دچار لرزش های مخصوص در بدن می شده اند که به آن لرزش کلاه سازان می گویند. در مسمومیت حاد عارضه اصلی آسیب به کلیه هاست. و در مسمومیت مزمن عوارض روانی، نبود تمرکز فکر، سردرد، خستگی و ضعف، گیجی و بی خوابی است.

## فصل سوم

### مقادیر مجاز عوامل زیان آور

از آنجایی که در بسیاری از موارد حذف کامل عوامل زیان آور در محیط های کار غیرممکن و اگر هم ممکن باشد توجیه اقتصادی نخواهد داشت. حدودی را به عنوان حدود مجاز در نظر می گیرند. این حدود در کشورهای مختلف و توسط سازمان های متفاوت به اسامی گوناگون نامیده میشود.

TLV: Threshold limit value ( آمریکا ، ACGIH )

MAC: Maximum Allowable concentration ( کشورهای بلوک شرق )

PEL : Permissible Exposure limit ( آمریکا OSHA )

OEL: Occupational Exposure limit ( انگلستان )

AOE: Allowable occupational exposure ( ایران )

(TLV-TWA) مقادیر حد تراکم مجاز برحسب متوسط زمان تماس یا وزن مواد در طول مدت

Threshold limit Value – Time weighted Average

- به معنای حد تماس شغلی بر مبنای متوسط غلظت زمانی در واقع مقداری از عامل زیان آور است که شخص یا کارگر معمولی (غیرحساس) در هر روز هشت ساعت و هر هفته پنج روز (چهل ساعت در هفته) با آن در تماس مداوم بوده و در طول مدت زمان طولانی هیچگونه آثار و عوارض سوئی ناشی از آن عامل زیان آور در او دیده نشود.

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

که در این رابطه

TWA: میانگین وزن مواد در طول مدت بر حسب میلی گرم در متر مکعب یا ppm

$C_1, C_2$ : غلظت های اندازه گیری شده یک آلوده کننده معین در زمان تماس

$T_1, T_2$ : مدت زمان های تماس بر حسب ساعت یا دقیقه

**مثال:** کارگری در یک کارگاه نجاری، ۴ ساعت در معرض  $25 \text{ mg/m}^3$  و ۳

ساعت در معرض  $32 \text{ mg/m}^3$  گرد و غبار قرار دارد. متوسط غلظت تماس روزانه

برای این کارگر را محاسبه نمائید.

$$TWA = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + C_n T_n}{8} = \frac{(25 \times 4) + (32 \times 3)}{8} = 4/5 \text{ Mg/m}^3$$

مثال ۲: چنانچه کارگری در شیفت کارخود در چند محل کار کند نتایج آلودگی در نمونه های کوتاه مدت به شرح ذیل است.

محل کار	زمان	نمونه	نتایج هر پنج دقیقه یک نمونه (ppm)
کارگاه شستشو	۸-۱۱/۳۵	A	۱۲۰
		B	۱۵۰
		C	۱۷۰
		D	۱۹۰
		E	۲۱۰
کارگاه چاپ	۱۲/۳۰-۱۶/۳۰	F	۷۰
		G	۹۰
		H	۱۱۰
		I	۱۲۰

$$\text{میانگین تماس در کارگاه شستشو} = \frac{۱۲۰ + ۱۵۰ + ۱۷۰ + ۱۹۰ + ۲۱۰}{۵} = ۱۶۸ \text{ ppm}$$

$$\text{میانگین تماس در کارگاه چاپ} = \frac{۷۰ + ۹۰ + ۱۱۰ + ۱۲۰}{۴} = ۹۷/۵ \text{ ppm}$$

$$TWA = \frac{(۱۶۸ \times ۳/۵) + (۹۷/۵ \times ۴)}{۸} = ۱۲۲/۲۵ \text{ ppm}$$

به مقادیر حد تراکم مجاز برای تماس های کوتاه مدت.

#### Threshold limit Value – Short term Expousure

این مقدار از مواد شیمیائی حداکثر غلظتی است که کارگران می توانند به مدت کوتاه (تا ۱۵ دقیقه) به طور مداوم در معرض آن ها قرار گیرند. بدون اینکه کوچکترین تاثیر زیان آور ، به صورت های تحریک ، تغییرات بافتی غیر قابل برگشت و مزمن ، که موجب بروز حادثه یا کاهش راندمان کار میشود. به شرطی که در هر روز کاری بیشتر از چهار مرتبه تکرار نشود و بین این تکرارها حداقل ۶۰ دقیقه فاصله باشد.

ج- مقادیر تراکم مجاز برای حد تماس شغلی سقفی

#### Threshold limit value-ceiling

غلظتی از ماده شیمیائی که حتی برای یک لحظه هم نباید از آن مقدار تجاوز کند. در مواردیکه برای مواد شیمیائی سقفی تعیین نشده است میتوان از ضرایب تصحیح استفاده کرد.

## تعیین حد تراکم مجاز سقفی با استفاده از ضرایب تصحیح

برای مثال : TLV منو کسید کربن = ۵۰، TLV سقفی با استفاده از ضریب تصحیح از

$$\text{رابطه زیر بدست می آید.} \quad ۵۰ \times ۱/۵ = ۷۵ \text{ppm}$$

TLV مواد	ضریب تصحیح
۰-۱	۳
۱-۱۰	۲
۱۰-۱۰۰	۱/۵
۱۰۰-۱۰۰۰	۱/۲۵

اصطلاح حد تراکم مجاز TLV که معادل حداکثر مجاز MAC یا PEL شناخته شده است. درسم شناسی صنعتی و بهداشت حرفه ای حدود تماس مجاز کارگران و افراد را با سموم مختلف بیان می کند در کشورهای پیشرفته از سال ها قبل مقادیر مجاز سموم مختلف برای کارگران در حرف گوناگون تعیین گردیده و مورد استفاده قرار می گیرند.

در امریکا کمیته دولتی متخصصین بهداشت صنعتی : ACGIH

(American conference of governmental industrial hygienists)

سازمان کار آمریکا : OSHA

(Occupational safety and health administration)

یا انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی : NIOSH

(National institute for occupational safety and health )

که همه ساله مقادیر حدود تراکم مجاز برای تعداد زیادی از سموم و مواد شیمیایی را بصورت مجموعه ای منتشر می کنند.

### مقادیر حدود مجاز برای مخلوط مواد شیمیایی

هنگامی که دو یا چند ماده شیمیایی در محیط کار وجود داشته باشد و اثرات آن ها بر روی بدن کارگر مشابه یکدیگر باشد. از رابطه زیر استفاده می شود.

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} = 1$$

C غلظت ماده آلوده کننده

T حد تراکم مجاز مواد آلاینده.

چنانچه حاصل فرمول فوق کمتر از یک باشد تماس فرد با آن ماده سمی در کمتر از حد مجاز است و چنانچه برابر با یک شود تماس دقیقاً در حد مجاز و در صورتیکه بیشتر از یک باشد تماس فرد با آن ماده سمی از حد مجاز تجاوز نموده است.

زمانی که مواد شیمیایی مختلف در محیط کار هر کدام اثرات سمی مختلفی بر بدن می گذارند رابطه بصورت زیر است.

$$\frac{C_1}{T_1} = 1 \quad \frac{C_2}{T_2} = 1 \quad \frac{C_3}{T_3} = 1$$



در مواردی که مخلوط شامل چند نوع آلوده کننده به شکل مایع بوده و اثرات مشابهی بر روی بدن بگذارند برای محاسبه مقادیر حد مجاز آن از TLV مخلوط مایعات استفاده میشود.

$$TLV = \frac{1}{\frac{fa}{TLV_a} + \frac{fb}{TLV_b} + \frac{fc}{TLV_c} + \dots + \frac{fn}{TLV_n}}$$

مقادیر حد تراکم مجاز مخلوط گرد و غبار های معدنی :

برای محاسبه TLV مخلوط گرد و غبار های معدنی که اثرات مشابهی بر بدن دارند عینا از رابطه TLV مخلوط مایعات استفاده میشود.

مثال : مخلوطی شامل ۸۰ درصد تالمک فاقد آسبستوس و ۲۰ درصد کوارتز ، TLV صدر صد مخلوط به صورت ذیل محاسبه میشود.

میلی گرم در متر مکعب  $TLV = 2$  تالمک فاقد آسبستوس

$$\text{میلی گرم در متر مکعب } TLV = 0.1 \text{ کوارتز} \quad \%80 = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$TLV = \frac{1}{\frac{0.8}{2} + \frac{0.2}{0.1}} = 0.4 \quad \text{میلی گرم در متر مکعب} \quad \%20 = \frac{20}{100} = 0.2$$

میلی گرم در متر مکعب  $0.4 = 0.8 \times 0.4$  یا ۸۰٪ تالمک

میلی گرم در متر مکعب  $0.4 = 0.2 \times 0.4$  یا ۲۰٪ کوارتز

زمان مجاز تماس با مواد آلوده کننده

زمان مجاز تماس با مواد آلوده کننده

زمان مجاز تماس کارگر با مواد آلوده کننده هوا از رابطه زیر بدست می آید.

$$t = \frac{TLV \times 8}{TWA}$$

T، زمان مجاز تماس بر حسب ساعت

TLV: حد تراکم مجاز ماده آلوده کننده بر حسب میلی گرم در متر مکعب

TWA: میانگین تماس کار با ماده آلوده کننده بر حسب میلی گرم بر متر مکعب.

واحد TLV عوامل شیمیائی محیط کار

حدود تماس برای گازها و بخارات بر حسب ppm و ذرات گرد و غبار بر حسب

میلی گرم در متر مکعب هوا محاسبه می شود. برای تبدیل قسمت در میلیون به میلی گرم

در متر مکعب هوا و بلعکس از رابطه زیر استفاده می شود.

\* در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و فشار ۷۶۰ میلی متر جیوه حجم یک ملکول گرم گاز

حقیقی و یا بخار معادل ۲۲/۴۵ لیتر است.

=  $\frac{\text{قسمت در میلیون} \times \text{وزن ملکولی}}{۲۲/۴۵}$  = میلی گرم در متر مکعب

۲۲/۴۵

مثال: غلظت ۴ppm از ترکیب بنزن در هوا بر حسب واحد  $\text{mg/m}^3$  را محاسبه کنید.

$$\text{mg/m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{وزن ملکولی}}{۲۴/۴۵} = \frac{۷۸ \times ۴}{۲۴/۴۵} = ۱۲/۷۶ \text{ Mg/m}^3$$

۲۴/۴۵

۲۴/۴۵

مثال: کارگری در مدت ۳/۵ ساعت با غلظت ۱۵ ppm، ۴ ساعت با غلظت ۱۶

میلی گرم در مترمکعب و نیم ساعت با غلظت ۲۰ ppm دی متیل آمین در یک شیفت

کار تماس دارد. زمان مجاز تماس با این ماده را تعیین کنید. (شرایط استاندارد ۲۵ درجه

سانتی گراد و ۷۶۰ میلی متر جیوه). میزان استاندارد ماده بر حسب میلی گرم به متر مکعب

هوا محاسبه شود.

$$\text{وزن ملکولی} = 45/08$$

$$\text{میلی گرم در متر مکعب} = 18 \text{ TLV}$$

$$TWA = \frac{(27/66 \times 3/5) + (16 \times 4) + (36/87 \times 0/5)}{8} = 22/4$$

$$\text{میلی گرم در متر مکعب} = \frac{45/08 \times 15}{24/45} = 27/66$$

$$\text{میلی گرم در متر مکعب} = \frac{45/08 \times 20}{24/45} = 36/87$$

$$t = \frac{18 \times 8}{22/4} = 6/4 \text{ ساعت}$$

کارمتر بیشتر از ۶/۴ ساعت در شیفت مجاز بکار نمی باشد.

ایجاد محیط ایمن کار از وظایف اصلی مدیریت در هر سازمان است. در چنین محیطی است که می توان انتظار داشت کارکنان در راستای تولید بهره ورتلاش کنند چنانچه عوامل زیان آور (فیزیکی، شیمیائی، مکانیکی، ارگونومیک، روانی و بیولوژیک) در محیط کار در کنار مواردی چون خطرات حریق، انفجار و ... به درستی شناسایی نشوند و راهکارهایی جهت مقابله با آنها لحاظ نگردد. می توانند منشا حوادث جبران ناپذیری شوند. از اینرو تلاش در راستای حذف و کاهش خطرات به یکی از اولویت های سازمان های امروزی تبدیل شده است.

اما علیرغم تلاش های فراوانی که در این راستا صورت می گیرد. هیچگاه خطرات به طور کامل حذف نمی شوند و احتمال بروز حوادث همواره وجود دارد.

حذف یا کاهش خطرات به طور کلی در سه مرحله (محل ایجاد، مسیر انتقال و محل دریافت) صورت می گیرد. تغییر در طراحی تجهیزات، فرایندها، جایگزینی مواد و روش های تولید، حفاظ گذاری و ایزوله کردن تجهیزات و ... از جمله فعالیت ها در راستای مواجهه با خطرات در محیط کار هستند. در این میان استفاده از تجهیزات حفاظت فردی به عنوان آخرین عامل کاهنده شدت اثرات حادثه (به دنبال لحاظ نمودن تدابیر حفاظتی مختلف) اهمیت خاصی دارد. انتخاب صحیح تجهیزات حفاظتی مناسب با نوع کار، استفاده درست از تجهیزات، مراقبت و نگهداری مناسب از جمله مواردی هستند که باید در برنامه های حفاظتی و پیشگیرانه هر سازمان در نظر گرفته شوند.

## فصل چهارم

در انبار نمودن و نگاهداری مواد خطرناک شیمیائی رعایت اصول انبارداری و قوانین مربوطه میتواند از حوادث احتمالی پیشگیری کند. مواد شیمیایی که در انبار نگاهداری میشوند باید از نظر خواص فیزیکی و شیمیائی کاملاً مشخص شده باشند و با در نظر گرفتن این موارد آن‌ها را مورد طبقه بندی و چیدمان قرار داد. متأسفانه مشکل انبارداری و نگاهداری مواد و کالایکی از مشکلات عمده و خطرناک می باشد. عدم رعایت استاندارد، بی توجهی به آئین نامه ایمنی انبارها، عدم آگاهی و آموزش، نگاهداری مواد مختلف در یک انبار بدون توجه به خطرات آن‌ها و ... انبارها را به مکانی خطرناک تبدیل کرده است.

بیشتر حریق‌های بزرگ از انبار کردن نادرست مواد شروع می شوند و انبارداری نامناسب کمک زیادی به گسترش حریق می نماید.

### طبقه بندی مواد شیمیائی از نظر نوع مخاطرات :

#### ۱- مواد قابل انفجار

این دسته از مواد شامل موادی است که ممکن است بصورت جامد، مایع یا گاز بوده و در شرایط معینی از حرارت، شوک (ضربه) یا فعل و انفعالات شیمیائی به آسانی و بطور سریع تجزیه شده و تولید مقدار زیادی گاز یا حرارت می نماید. یک انفجار عبارتست از یک تجزیه سریع شیمیائی به آسانی و یا احتراق مواد قابل انفجار. اختلاف بین سوختن

سریع یک ماده قابل انفجار و سوختن معمولی چوب - ذغال و یا سایر مواد قابل احتراق در آنستکه اکسیژن لازم برای احتراق در ماده اول مستقیماً از خود ماده قابل انفجار تامین می شود. در مورد دوم باید به مقدار زیادی از هوا گرفته شود.

در طی انفجار تولید گاز به قدرتی زیاد و سریع انجام می گیرد که در هنگام توسعه یافتن موجب اعمال یک نیروی مفید یا مخرب روی اشیاء مجاور می گردد. در نتیجه یک انفجار ممکنست حرارت به مقدار زیاد نیز تولید شود بنابر این با توجه به خطراتی که مواد قابل انفجار دارا هستند بایستی در انتخاب و شرایط انبار و سپس در جابجا نمودن و حمل و نقل و نگهداری این مواد بی نهایت توجه و دقت به عمل آید.

## ۲- مواد قابل اشتعال

مواد قابل اشتعال شامل موادی است که به صورت جامد، گرد، مایع، بخار یا گاز بوده و پس از ترکیب با اکسیژن هوا در حرارت معینی (بسته به نوع ماده) بوسیله شعله، جرقه یا منابع حرارتی، محترق و سپس مشتعل می گردند. معمولاً از ترکیب بخار یک سوخت (ماده قابل اشتعال) و یا ذرات ریز یا گرد آن در حرارت معینی با مقدار هوای کافی و روشن نمودن آن عمل احتراق و سپس اشتعال رخ میدهد. بنابراین برای اینکه سوخت جامد قابل اشتعالی را بسوزانیم لازمست که مقداری از آن را تا حدی که به قدر کافی بخار ایجاد نموده و آتش بگیرد حرارت دهیم و نیز چون در یک حرارت معینی مایعات دارای فشار بخار بیشتری از جامدات بوده لذا مایعات قابل اشتعال سریعتر از جامدات قابل

اشتعال آتش می گیرند. و مسلم است که گازهای قابل اشتعال خیلی سریع تر از دو دسته مذکور محترق گشته و مشتعل می شوند.

### ۳- مواد اکسید کننده

این دسته از مواد در اثر حرارت یا فعل و انفعالات شیمیائی اکسیژن آزاد نموده بنابراین منبع اکسیژن که یکی از عوامل لازم برای ایجاد آتش سوزی است محسوب می شود. هوای معمولی با ۲۱ درصد اکسیژن خود منبع اصلی اکسیژن است و نیز مواد بسیاری یافت می شوند که برحسب ترکیبات ساختمانی که دارا است حتی در غیاب هوا در فعل و انفعالات شیمیائی از خود تولید اکسیژن می نماید.

بعضی از این مواد برای تولید اکسیژن احتیاج به حرارت دارد و نیز بعضی در حرارت معمولی نیز به میزان قابل توجهی اکسیژن تولید می نمایند. بنابراین هنگامی که ظروف یا مخازن محتوی مواد نامبرده شکسته یا آسیب ببیند در نتیجه هنگامی که امکان اختلاط این مواد با موادی که در ظرف دیگر نگهداری می شود وجود داشته باشد ممکن است موجب بروز حریق یا انفجار شدید شود. نکات مذکور شاهد و دلیل روشنی مبنی بر لزوم تشکیل انبارهای جداگانه جهت مواد مختلف است و به همین دلیل، بایستی از نگهداری مواد مختلف در یک انبار خودداری کرد. در اینجا به ذکر نام معدودی از مواد مولد اکسیژن می پردازیم.

پراکسیدهای آلی و معدنی ، اکسیدها ، پرمنگنات ها ، کلرات ها ، پرکلرات ها ، پرسولفات ها ، نیتريت های آلی و معدنی ، نیترات های آلی و معدنی ، یدات ها ، پریدات ها ، کرمت ها ، ازن ، پربرماتها ، پربرات ها ، دی کرومات ها و ...

مواد مولد اکسیژن بر دو نوع بوده بعضی در این خاصیت قوی و بعضی ضعیف می باشند. بنابراین باید این مواد را شناسایی و آنها را در یک انبار در نزدیک موادیکه دارای خاصیت اکسیده شدن هستند قرار نداد.

بطور کلی انبار کردن مواد مولد اکسیژن در مجاورت موادیکه دارای نقطه اشتعال زیاد است خطرناک بوده حتی موادیکه دارای قابلیت احتراق ضعیف می باشند از مواد مولد اکسیژن قوی باید جدا و مجزا از هم انبار شوند.

۴- موادی که نسبت به آب داری حساسیت می باشند.

این دسته از مواد شامل موادی است که با آب ، بخار آب و یا محلول آب ایجاد فعل و انفعالات شیمیائی کرده و تولید حرارت ، یا گازهای قابل اشتعال و یا انفجار می نماید. برای مثال به موارد زیر اشاره شود.

لیتیم - سدیم - پتاسیم - کلسیم - روییدیم - سزیوم - نیدریدها - نیتريدها - سولفورها - کربورها ، فسفورها - انیدرید اسیدها - اسیدها و قلیائی های غلیظ.

۵- موادی که نسبت به اسیدها و بخارات آن حساس می باشند.



این دسته از موادی تشکیل می شوند که با اسیدها یا بخارات آن دارای فعل و انفعالات شیمیائی حرارت زا بوده و تولید گاز ئیدروژن و یا گازهای قابل اشتعال وانفجار می نمایند. لیتیوم - سدیم - پتاسیم - کلسیم - روبیدیوم - ئیدرورها - نیتريد ها - سولفورها - کربورها - برورها - فسفورها - ارسنیک - سلنیوم - تلور - سیانورها. بنابراین لازمست از انبار نمودن اسیدها در مجاورت مواد نامبرده خودداری به عمل آید.

#### ۶- گازهای تحت فشار

سیلندرهائی محتوی گاز حامل فشار زیادی می باشد لذا در نگهداری یا نقل وانتقال آنها در انبار رعایت اصول ایمنی ضروری است. علاوه بر آن ممکن است با انتشار گازهای محرک ، سمی و یا قابل اشتعال باعث ایجاد مخاطرات گاز زدگی یا آتش سوزی نیز گشته و خطرات جانی ومالی جبران ناپذیری به بار آورد.

#### ۷- مواد سمی

در صنایع امروزی از مواد سمی بسیاری استفاده می شود. در انبارداری اینگونه مواد ، بایستی توجه شود که محیط انبار دارای تهویه کافی بوده تا بخارات ناشی از تصعید مواد سمی در محیط باقی نماند چراکه برای سلامتی مضر می باشد. برای مثال تتراکلرید کربن (cel4) در شرایط عادی از خود بخاراتی متصاعد می کند که فوق العاده مضر است. و در شرایط غیر عادی نظیر حرارت زیاد ایجاد فسژن (phosgene) که گازی فوق العاده سمی است می نماید.

در انبار مواد سمی همیشه مقداری از بخارات این مواد در فضای انبار موجود است همچنین هوا - رطوبت و CO<sub>2</sub> ممکن است در معرض تماس با این گازها قرار گرفته و تولید فعل و انفعالات شیمیائی خطرناک نماید.

### مواد رادیواکتیو :

این مواد هوا را آلوده نموده و از راه تماس با بدن - بلع - تنفس و یا تشعشع وارد بدن می شوند.

نگاهداری مقدار کمی از مواد رادیواکتیو در تحت شرایط معمولی در ظرف مخصوص باز هم دارای خطرات زیادی می باشند زیرا بععل غیر مترقبه ای ممکن است این مواد از ظرف خود بخارج نفوذ کرده و فضا را آلوده نماید.

با وجود اینکه مواد رادیواکتیو را معمولا در قوطی های سربی نگاه می دارند این ظروف در اثر حرارت زیاد ذوب شده و ماده رادیواکتیو را تبخیر و موجب تشعشع آن باشخاص و اطراف می گردد. بنابراین بایستی در نگاهداری این مواد احتیاط های لازم را دقیقا رعیات کرد.

### ۸- مواد خورنده

مواد خورنده شامل اسیدها و ایندرید. اسیدها و مواد قلیائی بوده و این مواد اغلب ظرف خود را خورده خراب یا سوراخ نموده و بداخل محوطه انبار نیز نفوذ مینماید برخی از این مواد فرار است و بعضی شدیداً با رطوبت هوا ترکیب یا فعل و انفعالاتی ایجاد می کند.

شرایط و ویژگی های انبارهای مواد شیمیائی و سموم

۱- انبار مواد شیمیائی به محلی اطلاق می شود که انواع ترکیبات شیمیائی و سموم با اشکال مختلف گاز، مایع و جامد در آن بطور موقت نگهداری می شود.

۲- محل انبار می بایستی به نحوی انتخاب گردد که حداقل سه جهت اطراف ساختمان به لحاظ دسترسی خودروهای امدادی و وسایل اطفاء حریق و ارسال تجهیزات ضروری در شرایط اضطراری آزاد باشد.

۳- وجود گذرگاههای شیدار RAMP در مبادی ورودی های انبار برای ممانعت از خروج تراوشات به خارج از انبار ضروری میباشد این گذرگاه بایستی در داخل انبار و در خارج انبار در ورودی ها احداث گردد.

۴- دیوارهای داخلی بایستی صاف و صیقلی بوده، عاری از ترک و لبه باشد تا به آسانی پاکیزه شود.

۵- دفتر انباردار باید جدا از منطقه نگهداری سموم و مواد شیمیائی باشد.

۶- علاوه بر درب اصلی انبار بایستی درهای اضطراری نیز در نظر گرفته شود.

۷- درب ها بایستی مجهز به قفل و ایمنی و میله های حفاظتی بوده، پنجره ها و

هواکش ها نیز باید به میله های حفاظتی مجهز بوده تا ورود افراد غیر مسئول

ممانعت شود.

۸- سیستم هواکش مناسب ، مجهز به فیلتر جهت ممانعت از تجمع بخارات شیمیائی مواد و خطر آتش زایی تعبیه گردد. این سیستم باید به نسبت وسعت انبار نصب شود و سطح آن بایستی حداقل ۱/۱۵۰ سطح کف باشد.

۹- علائم هشدار دهنده بایستی در خارج از انبار به زبان فارسی نصب گردد. علائم خطر سموم ، آتش زایی و عدم اجازه ورود افراد غیر مسئول از جمله علائم هشدار دهنده مهم است.

۱۰- سیستم خنک کننده و گرم کننده بایستی به گونه ای تعبیه گردند که موجب گرم شدن و یا سرد شدن مستقیم مواد انبار نگردند استفاده از وسایل گرم کننده هوا که با نفت و گاز می سوزند ممنوع است.

۱۱- دیوارهای و سقف و سرپناه تمام انبارها بدون استثناء باید از مصالح غیر قابل اشتعال ساخته شود، بکار بردن چوب ، تخته ، پلاستیک و خرپاهای چوبی و تخته ای در ساختمان انبارها بکلی ممنوع است. اجزاء مقاوم نظیر خرپاها و تیر آهن و یا حمال های بتونی با مصالح غیر قابل اشتعال باید به طریقی عایق کاری شوند که در برابر آتش سوزی برای مدت حداقل دو ساعت وستون ها برای مدت ۳ ساعت مقاومت نمایند.

۱۲- کف تمام انبارها باید بتون یا سنگ فرش بوده و نسبت به مواد شیمیائی و سموم غیر قابل نفوذ باشد. شیب و آبروی کف محوطه طوری باشد که مایعات در زیر کالا ها جمع نشود و نیز صاف بوده ، لغزنده نباشد و فاقد هر گونه ترک و یا شکاف باشند.

۱۳- در انبارهای برزگ مواد شیمیایی و سموم ، هر گونه زه کشی باید برای دفع فاضلاب به حوضچه ای متصل باشد. تا از ورود فاضلاب به درون آبراهها و یا مجاری فاضلاب عمومی جلوگیری شود.

۱۴- محوطه انبارها باید عاری از پوشال ، خاشاک و خرده چوب و کاغذ و سایر مواد زائد قابل اشتعال باشد.

۱۵- انبارها می بایست به تناسب موادی که از آنها نگهداری می شود مجهز به وسایل ضروری اطفاء حریق مطابق استاندارد های سازمان آتش نشانی باشد.

۱۶- در کلیه انبارهای مواد شیمیایی و سموم نصب سیستم های هشداردهنده اجباری است.

۱۷- روشنایی طبیعی انبارها می بایست به گونه ای طراحی گردند که مواد شیمیایی و سموم موجود در آنها در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار نگیرند.

۱۸- دمای انبار ها حسب نوع مواد نگهداری شده طبق استاندارد GMP در یک یا دو دامنه زیر می بایستی قرار گیرد.

الف) دمای سردخانه ای، ۵-۲ درجه سانتی گراد.

ب) انبار خنک ۱۵-۸ درجه سانتی گراد.

۱۹- میزان رطوبت انبارها می بایست زیر ۴۰ درصد تنظیم گردد.

۲۰- جهت کنترل دما و رطوبت ، در چند نقطه انبار می بایست دما سنج و رطوبت سنج نصب گردیده و بطور روزانه کنترل شود.

۲۱- انبار مواد شیمیائی و سموم باید حداقل مجهز به دو دستگاه پودر گاز ۱۲ کیلو گرمی و یک دستگاه کپسول پودر گاز ۵۰ کیلو گرمی بوده و به نسبت حجم انبارها ، دارای تعدادی سطل آتش نشانی سرباز محتوی ماسه خشک سرند شده باشند.

۲۲- کپسول های آتش نشانی می بایست حسب زمان اعتبار مورد بازدید قرار گیرند.

۲۳- موجودی بایستی به گونه ای نگهداری شود که محموله ای که زودتر وارد انبار شده زودتر نیز خارج گردد. به عبارتی محموله های قدیمی تر قبل از محموله های جدید مصرف گردد.

۲۴- محموله ها در انبار بایستی مرتب بازرسی گردند تا وضعیت آنها شامل فساد، سفت و تراکم شدن ، رسوبی شدن ، ژله ای شدن، تغییر رنگ و نیز وضعیت ظروف بررسی گردند.

۲۵- محتوی ظروف آسیب دیده و نشسته نموده بایستی فوراً بسته بندی و برچسب گذاری گردند.

۲۶- هنگام کار در انبار از خوردن ، آشامیدن و استعمال دخانیات خودداری می شود.

۲۷- انباردار و کارگران انبار باید آموزش های لازم ذیل جهت انبارداری ثبت و حمل جابه جایی را ببینند.

- شناخت رفتار انواع سموم و مواد شیمیائی مطابق طبقه بندی انجام شده در آئین نامه.
- اطلاعات لازم مبنی بر رفتار احتیاطی لازم در حین جابجایی و حمل به منظور اجتناب از بروز حوادث.
  - اطلاعات مربوط به نحوه عملکرد در حین بروز حوادث احتمالی در جهت کاهش خطرات حادثه نسبت به انسان و محیط زیست.
  - اطلاعات لازم در زمینه اطفاء حریق، کمک های اولیه ، استفاده از وسایل ایمنی و حفاظتی مناسب، روش های مناسب جهت جلوگیری از مخاطرات ناشی از نشت و تراوش مواد.
  - اطلاعات لازم در خصوص طبقه بندی انواع مختلف سموم و مواد شیمیائی.
- ۲۸- انباردار و کارگران در هنگام کار باید از وسایل ایمنی ، حفاظتی ذیل استفاده نمایند:
- لباس یکسره آستین دار بلند از جنس مقاوم که تمام بدن را پوشاند.
  - عینک حفاظتی مناسب جهت حفاظت از چشم در مقابل حوادث و خطرات ناشی از سموم و مواد شیمیائی.
  - ماسک مناسب جهت تصفیه بخارات و گازهای ناشی از مواد سمی.
  - دستکش لاستیکی مناسب.
  - چکمه لاستیکی ضخیم.

پیش بند از جنس PVC ، نئوپرن و یا پیش بندهای یکبار مصرف از مواد پلی اتیلنی که از گردن تا پائین زانو را بپوشانند.

۲۹- سیستم ثبت سموم و مواد شیمیائی در انبار.

۳۰- سیستم ثبت بستگی به میزان کارآیی انبار و تجهیزات موجود در آن دارد.

۳۱- فرم ساده ای از مشخصات محموله بایستی به محموله چسبانده شده و در کنار بلوک ها قرار گیرد.

۳۲- به محض ورود و خروج محموله بایستی مشخصات کاملی از محموله توسط انباردار ثبت گردد.

مشخصات شامل موارد ذیل می باشد.

نام شیمیائی و تجارתי محموله ، تاریخ ورود و یا خروج ، مبداء و یا مقصد ، فرمولاسیون ، مقدار کل حجم واحد، بسته بندی ، تاریخ ساخت ، تاریخ انقضاء ، نام تولید کننده ، شماره پارت ، این آمار بایستی به روز باشد.

۳۳- در داخل انبارها باید به نسبت وسعت آن بر حسب مورد دستگاههای هواکش مجهز به فیلتر نصب شود تا هوای انبار مرتباً تعویض گردد.

۳۴- سموم و مواد شیمیائی در گروههای مختلف حسب حالت فیزیکی ، قابلیت خطرزائی (آتش گیری ، انفجار و ...) در طبقه بندی انبار قرار گیرند.



۳۵- مواد شیمیائی و سمومی که سمیت آنها بسیار زیاد است در قسمتی جداگانه از انبار قرار گیرند.

۳۶- بشکه ها و بسته بندی مواد شیمیائی و سموم می بایستی طوری روی هم قرار گیرند تا فشار بیش از حد مجاز بر آنها وارد نشود.

۳۷- جنس ظروف می بایست به گونه ای انتخاب شود که نسبت به نفوذ رطوبت و تاثیر حرارت دارای مقاومت باشد.

۳۸- نگهداری انواع مواد قابل اشتعال در ظروف سرباز یا قوطی و بشکه های دارای نشت بطور کلی ممنوع است.

۳۹- برای نگهداری شیشه ها ، قوطی ها و ظروف محتوی مواد روغنی و مایعات قابل اشتعال باید قفسه بندی فلزی مناسب در انبار فراهم کرد به نحوی که از وارد آمدن فشار و در نتیجه شکستگی یا ساییدگی ظروف مذکور جلوگیری به عمل آید.

۴۰- حلال ها و سایر موادی که دارای فشار بخار بالایی هستند نمی باستی در معرض نور مستقیم در بشکه های سیاه پر شوند.

۴۱- ظروف و بسته بندی های مواد شیمیائی و سموم بطور هفتگی میبایستی از نظر محل نگهداری ، نشت مواد، وضعیت ایمنی، وسایل حفاظت فردی شاغلین در انبارها و محیط انبار و همچنین عملیات پاکسازی مورد بازدید قرار گیرد.

۴۲- مواد شیمیائی و سموم ناسازگار نمی بایستی در کنار یکدیگر نگهداری شوند و در صورت لزوم می بایست با استفاده از دیوارهای مستحکم و خاکریز پیش بینی های لازم را اعمال نمود.

۴۳- مواد شیمیائی با قابلیت اشتعال بالا و میل ترکیبی زیاد می بایست حداقل با ۱۵ متر فاصله از سایر مواد قرار گیرند.

۴۴- درهر انبار میبایست ظروف و بشکه های خالی جهت انتقال محتویات ظروف آسیب دیده موجود باشد.



تعریف MSDS و کاربرد آن.

«Material safety Data sheets» MSDS یا برگه های شناسایی ایمنی مواد شیمیائی اطلاعات اساسی بهداشتی و ایمنی مواد شیمیائی را برای مصرف و کاربرد آنها در محیط کار توسط کارگران و کارفرمایان صنایع، کشاورزی، ساختمان سازی و دیگر محل های کاری فراهم و مشخص می نمایند.

MSDS متشکل از متن ها و عبارت های استاندارد می باشد که اطلاعات بهداشتی و ایمنی مواد شیمیائی را به طور خلاصه بیان نموده و این اطلاعات توسط کارشناسان مجرب سازمان های بین المللی از شرکت های سازنده و مراکز کنترل سموم مورد جمع آوری، اصلاح و بررسی قرار گرفته است.

برگه های شناسایی ایمنی مواد شیمیائی، برگه های اطلاعات فنی می باشند که اطلاعات مربوط به مخاطرات ویژه، کار کردن ایمن و دستورالعمل های اضطراری و اطلاعات اساسی بهداشتی و ایمنی مواد شیمیائی را برای مصرف و کاربرد آنها در محیط کار توسط کارگران و کارفرمایان صنایع، کشاورزی، ساختمان سازی و دیگر محل های کاری فراهم و مشخص می نمایند. چون MSDS حاوی اطلاعات جزئی و تخصصی ایمنی و بهداشتی ویژه هر ماده شیمیائی می باشد باید بعنوان منبع اصلی اطلاعاتی برای برنامه هایی آموزشی و مقررات کاری ایمن مورد استفاده قرار گیرد.

## مشخصات کارت های MSDS

برگه های شناسایی ایمنی مواد شیمیایی MSDS شامل موارد زیر میباشد.

- ۱- عنوان یا نام ماده شیمیایی
- ۲- فرمول یا ترکیب شیمیایی ماده
- ۳- شناسایی مخاطرات ماده شیمیایی از نظر حریق و انفجار ، تماس از طریق تنفس ، پوست ، چشم و خورده شدن. آشامیدن ، مقرررات پیشگیری (همراه با وسایل حفاظت فردی) ، کمک های اولیه، روش های اطفاء حریق و ...
- ۴- اقدامات لازم در مورد نشتی و دفع ماده شیمیایی.
- ۵- انبارداری و نگهداری ماده شیمیایی.
- ۶- بسته بندی ، برچسب گذاری و حمل و نقل ماده شیمیایی.
- ۷- اطلاعات مهم ، درباره ماده شیمیایی شامل حدود تماس شغلی ، مخاطرات فیزیکی و شیمیایی ، راههای تماس، اثرات تماس کوتاه مدت یا طولانی مدت با ماده شیمیایی.
- ۸- خواص فیزیکی ماده شیمیایی
- ۹- اطلاعات زیست محیطی
- ۱۰- ملاحظات

## منابع و ماخذ

- ۱- سم شناسی صنعتی ، جلد اول ، تالیف دکتر غلامحسین ثنایی.
- ۲- شناسائی عوامل شیمیائی محیط کار (گاز ها و بخارات) تالیف مهندس مهدی قاسم خانی
- ۳- مبانی بهداشت حرفه ای تالیف علیرضا حاجی قاسم خان.
- ۴- راهنمای نکات حفاظتی در انبارداری مواد خطرناک تالیف مهندس نورا... باستانی
- ۵- ایمنی در انبارداری نگهداری مواد شیمیائی ترجمه دکتر فیروزرفاهی و دکتر جعفر نوری آشتیانی.