

کتاب جامع بهداشت عمومی

جلد ۱: فصل پنجم: بهداشت حرفه‌ای

صفحه	عنوان	گفتار
۷۶۸	اصول، مبانی و کلیات بهداشت حرفه‌ای	اول
۷۸۸	دکتر سمیه فرهنگ دهقان، دکتر احمد جنیدی جعفری ایمنی کار و کنترل خطرات و بیماری‌های ناشی از کار	دوم
۸۰۲	دکتر ایرج محمدفام، دکتر جواد عدل (ره) ایمنی شیمیایی	سوم
۸۲۰	دکتر مهدی جهانگیری، دکتر مصطفی پویا کیان سلامت کارکنان حرفه‌های پزشکی	چهارم
۸۴۰	دکتر حسین حاتمی اصول ارگونومی و تطابق شرایط کار با کارگر	پنجم
۸۵۶	دکتر حسن صادقی نائینی، دکتر علی اصغر فرشاد ارزیابی ریسک مواد شیمیایی در تماس‌های شغلی	ششم
	دکتر منصور رضازاده آذری، مهندس میرداود سیدی	



پیش‌آزمون فصل پنجم :

- ۱ - بهداشت حرفه‌ای را تعریف نموده اهمیت آن را متذکر شوید؟
- ۲ - تعریف بهداشت حرفه‌ای از دیدگاه سازمان جهانی بهداشت چیست؟
- ۳ - اصول بهداشت حرفه‌ای کدامند؟
- ۴ - سیاست‌های بهداشت حرفه‌ای ایران را توضیح دهید؟
- ۵ - ایمنی کار و خطر را تعریف کنید؟
- ۶ - چگونه می‌توان خطر را شناسایی نمود؟
- ۷ - چگونه می‌توان خطر را از بین برده یا حذف نمود؟
- ۸ - منظور از سیستم‌ها و دستگاه‌های امداد چیست؟
- ۹ - مفهوم ایمنی شیمیایی را توضیح دهید؟
- ۱۰ - مدیریت مواد شیمیایی چه اهمیتی دارد؟
- ۱۱ - اهمیت برنامه ایمنی و مدیریت مواد شیمیایی را متذکر شوید؟
- ۱۲ - مواد آلوده کننده آلی پایدار، کدامند؟
- ۱۳ - چرا باید به آموزش و ارتقاء آگاهی‌ها در زمینه مواد شیمیایی، پرداخته شود؟
- ۱۴ - اهمیت رعایت موازین بهداشتی در پیشگیری از مخاطرات شغلی را شرح دهید؟
- ۱۵ - اجزاء نظام سلامت کارکنان را نام ببرید؟
- ۱۶ - آیا نظام سلامت کارکنان به معنی کمیته کنترل عفونت در بیمارستان است؟
- ۱۷ - راه‌های انتقال عوامل عفونت‌زا در تماس با بیماران و مواد آلوده کدامند؟
- ۱۸ - اجزاء نظام سلامت کارکنان، کدام است؟
- ۱۹ - عفونت‌های قابل انتقال از کارکنان به بیماران را نام ببرید؟
- ۲۰ - نحوه رویارویی با کارکنانی که در تماس با خون و فرآورده‌های خونی بوده‌اند چگونه است؟
- ۲۱ - لزوم تشکیل پرونده بهداشتی برای کارکنان حرفه‌های پزشکی و بهداشت را شرح دهید؟
- ۲۲ - عوامل عفونت‌زای منتقله از طریق خون در محیط کار را نام ببرید؟
- ۲۳ - عوامل منتقله از طریق هوا در محیط کار را بیان کنید؟
- ۲۴ - عوامل منتقله از طریق تماس با مدفوع در محیط کار را متذکر شوید؟
- ۲۵ - عوامل منتقله از طریق تماس پوست آسیب دیده با عوامل عفونت‌زا در محیط کار را نام ببرید؟
- ۲۶ - آزمون‌های تشخیصی مهمی که در بدو استخدام کارکنان باید انجام دهیم کدامند؟
- ۲۷ - منظور از واکنش یادآور در تست توبرکولین، چیست و چگونه می‌توان آنرا حذف نمود؟
- ۲۸ - نحوه رویارویی با کارکنانی که در تماس با آبله مرغان بوده‌اند کدام است؟
- ۲۹ - نحوه ایمنسازی کارکنان و لزوم آن را توضیح دهید؟
- ۳۰ - مدت زمان محدودیت حضور در محل کار برای بیماری‌های آبله مرغان، زونا، اوریون، سرخجه، گال، شپش، توبرکولوز، عفونت استرپتوکوکی A، عفونت‌های رودهای و... چقدر است؟

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۵ / گفتار ۸ / دکتر سمیه فرهنگ دهقان، دکتر احمد جنیدی جعفری

اصول، مبانی و کلیات بهداشت حرفه‌ای

فهرست مطالب

اهداف درس	۷۶۹
۱ - مقدمه	۷۶۹
توسعه اقدامات اصلاحی توسط بهداشت حرفه‌ای	۷۷۰
حقایق کلیدی در بهداشت حرفه‌ای	۷۷۰
۲ - کدهای اخلاقی در بهداشت حرفه‌ای	۷۷۱
معیارهای رفتار اخلاقی و دستورالعمل‌های تفسیری	۷۷۲
۳ - تیم سلامت و ایمنی شغلی	۷۷۲
۴ - مقررات بهداشت حرفه‌ای	۷۷۵
۵ - عوامل و استرس‌های محیطی	۷۷۸
خطرات شیمیایی	۷۷۸
خطرات فیزیکی	۷۸۰
خطرات ارگونومی	۷۸۳
خطرات بیولوژیکی	۷۸۴
۶ - ارزشیابی عوامل زیان آور محیط کار	۷۸۴
۷ - کنترل عوامل زیان آور محیط کار	۷۸۶
۸ - معرفی رشته دانشگاهی مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار در ایران	۷۸۶
منابع	۷۸۷

اصول، مبانی و کلیات بهداشت حرفه‌ای

Occupational health

دکتر سمیه فرهنگ دهقان*، دکتر احمد جنیدی جعفری**

*دانشکده بهداشت و ایمنی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

**دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

اهداف درس

انتظار می‌رود فراگیرنده، پس از گذراندن این درس:

- با تعریف علم و هنر بهداشت حرفه‌ای آشنا گردد
- با وظایف متخصص بهداشت حرفه‌ای در محیط کار آشنا گردد
- تاریخچه تدوین کدهای بین‌المللی اخلاق در بهداشت حرفه‌ای را بداند
- اجزاء و وظایف تیم سلامت و ایمنی شغلی را بشناسد
- با سازمان‌های ملی و بین‌المللی متولی بهداشت حرفه‌ای آشنا شود
- با مقررات کلی بهداشت حرفه‌ای آشنا شود
- استرس‌ها و عوامل زیان آور محیطی را بشناسد
- با مفهوم کلی عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار آشنا گردد
- با مفهوم کلی عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار آشنا گردد
- با مفهوم کلی خطرات ارگونومی در محیط کار آشنا گردد
- با مفهوم کلی عوامل بیولوژیکی زیان آور محیط کار آشنا گردد
- با رویکرد کلی ارزشیابی و کنترل عوامل زیان آور محیط کار آشنا شود
- با سیر تحول رشته دانشگاهی مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار در ایران آشنا شوند

۱ - مقدمه

بهداشت حرفه‌ای، علم و هنر مربوط به پیش‌بینی، تشخیص، ارزشیابی و کنترل عوامل یا استرس‌های محیطی منتج و یا موجود در محیط کار است که می‌تواند باعث بیماری، اختلال در سلامت و سطح رفاه و یا عدم آسایش و ناراحتی قابل توجهی در کارکنان و یا شهروندان، گردد.

متخصصین بهداشت حرفه‌ای، افرادی هستند که بیشتر، دغدغه کنترل استرس‌های محیطی یا خطرات بهداشتی شغلی منتج از انجام کار و یا ایجاد شده در حین انجام کار را دارند. این متخصصین، تشخیص می‌دهند

که آیا استرس‌های محیطی ممکن است زندگی و سلامت کارکنان را به خطر بیاندازد و اینکه روند پیری را تسریع و یا باعث ناراحتی قابل توجهی شود. اگرچه متخصصین بهداشت حرفه‌ای در زمینه علوم مهندسی، فیزیک، شیمی، علوم زیستی، ایمنی و یا زیست‌شناسی آموزش‌های لازم را دیده‌اند، لازم است در زمینه اثرات بهداشتی عوامل زیان‌آور شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی (زیستی) و ارگونومی محیط کار، دوره تحصیلات تکمیلی را گذرانده و یا در این خصوص کسب تجربه نمایند. متخصصین بهداشت حرفه‌ای، درگیر پایش و تجزیه و تحلیل‌های مورد نیاز برای تشخیص میزان مواجهه با عوامل زیان‌آور محیط کار و تعیین روش‌های مهندسی کنترل خطر و سایر روش‌های پیشگیرانه هستند.

ارزشیابی میزان خطرات و استرس‌های محیطی مربوط به کار توسط متخصصین بهداشت حرفه‌ای با کمک آموزش، تجربه و سنجش کمی عوامل زیان‌آور شیمیایی، فیزیکی، ارگونومی یا بیولوژیکی انجام می‌شود. بنابراین؛ متخصصین مورد اشاره می‌توانند نظر کارشناسانه نسبت به میزان ریسک استرس‌های محیطی، ارائه دهند.

توسعه اقدامات اصلاحی توسط بهداشت حرفه‌ای

علم بهداشت حرفه‌ای به توسعه اقدامات اصلاحی در زمینه کنترل خطرات بهداشتی از طریق کاهش و یا حذف مواجهه می‌پردازد. این روش‌های کنترل در برگیرنده موارد زیر می‌باشند:

- جایگزینی مواد مضر یا سمی با مواد کم خطرتر
- تغییر فرآیندهای کاری برای حذف یا به حداقل رساندن مواجهه کاری
- طراحی سیستم‌های تهویه
- رعایت نظم و ترتیب (از جمله روش‌های دفع ایمن زباله)
- تعیین تجهیزات حفاظت فردی مناسب.

یک برنامه موثر بهداشت حرفه‌ای شامل پیش‌بینی و شناسایی خطرات بهداشتی ناشی از عملیات و فرایندهای کاری، ارزشیابی و اندازه‌گیری میزان خطر (بر اساس تجربه و مطالعات گذشته) و کنترل خطر است. خطرات بهداشت شغلی ممکن است به معنای شرایطی باشد که باعث بیماری‌های قابل پرداخت غرامت گردد و یا می‌تواند هر شرایطی را شامل شود که در محیط کار به سلامت کارکنان آسیب رساند و زمان کاری را هدر داده و یا ناراحتی قابل توجهی را سبب گردد. هر دو مورد نامطلوب و البته قابل پیشگیری هستند. اصلاح این شرایط به مسئولیت پذیری مدیریت آن مجموعه بستگی دارد.

حقایق کلیدی در بهداشت حرفه‌ای

- در بسیاری از کشورها بیش از نیمی از کارگران در بخش غیررسمی و بدون هیچگونه حمایت اجتماعی در خصوص مراقبت‌های سلامتی و اجرای قوانین ایمنی و بهداشت مشغول به کار هستند.
- خدمات بهداشت حرفه‌ای در زمینه مشاوره کارفرمایان در جهت بهبود شرایط کاری و نظارت بر سلامت کارگران، عمدتاً شامل شرکت‌های بزرگ و بخش رسمی می‌شود و این در حالی است که بیش از ۸۵ درصد

از کارگران در واحدهای کوچک صنعتی، بخش غیر رسمی و کشاورزی بدون هیچ گونه مراقبت بهداشتی، مشغول به فعالیت هستند.

- برخی از خطرات شغلی مانند صدا، عوامل سرطان‌زا، ذرات هوابرد و خطرات ارگونومی، بخش مهمی از بیماری‌های مزمن را تشکیل می‌دهند: ۳۷٪ از بیماری‌های شغلی مربوط به کمر درد ۱۶٪ افت شنوایی، ۱۳٪ بیماری مزمن انسدادی ریه، ۱۱٪ آسم، ۸٪ آسیب‌های شغلی، ۹٪ سرطان ریه، ۲٪ سرطان خون و ۸٪ افسردگی است.
- سالانه ۱۲/۲ میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه (در حالی که هنوز در سن کار هستند) به علت بیماری‌های غیرواگیر جان خود را از دست می‌دهند.
- در اکثر کشورها، مشکلات سلامتی مرتبط با کار منجر به زیان‌های اقتصادی (در حدود ۴-۶ درصد تولید ناخالص ملی) می‌شوند. هزینه خدمات اولیه بهداشتی برای پیشگیری از بیماری‌های شغلی و مرتبط با کار به طور متوسط بین ۱۸ تا ۶۰ دلار آمریکا به ازای هر کارگر است.
- حدود ۷۰ درصد کارگران کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه، فاقد بیمه‌های خدمات درمانی هستند که بتوانند در صورت بروز بیماری‌ها و صدمات شغلی، هزینه‌های درمانی خود را تامین کنند.
- تحقیقات نشان داده‌اند که انجام اقدامات اصلاحی در محیط کار منجر به کاهش ۲۷ درصدی غیبت از کار به علت آسیب‌های شغلی و کاهش ۲۶ درصدی هزینه‌های مراقبت سلامت یا خدمات درمانی شرکت‌ها می‌شود.

۲ - کدهای اخلاقی در بهداشت حرفه‌ای

در اواخر سال ۱۹۹۴ میلادی، چهار سازمان اصلی بهداشت حرفه‌ای ایالات متحده آمریکا^۱، تاییدیه نهایی در خصوص کد اصلاح شده اخلاق در عملیات بهداشت حرفه‌ای را ارائه دادند. این سازمان‌ها عبارت بودند از: کنفرانس دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH^۲)، آکادمی بهداشت صنعتی آمریکا (AAIH^۳)، بورد بهداشت صنعتی آمریکا (ABIH^۴) و انجمن بهداشت صنعتی آمریکا (AIHA^۵).

^۱ سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی دولتی و خصوصی زیادی در دنیا مانند سازمان سلامت و ایمنی شغلی (OSHA) و موسسه ملی سلامت و ایمنی شغلی (NIOSH)، در خصوص ارزیابی و کنترل خطرات ناشی از عوامل زیان آور در محیط کار و تدوین معیارهای مواجهه فعالیت دارند که اهم آن‌ها در کشور ایالات متحده قرار دارند. کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی انتشار یافته توسط وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی ایران - مرکز سلامت محیط و کار نیز عمده‌تاً مبتنی بر کتابچه معروف و شناخته شده TLV (حد آستانه مجاز) سازمان ACGIH آمریکا توسعه یافته است.

^۲ American Conference of Governmental Industrial Hygienists

^۳ American Academy of Industrial Hygiene

^۴ American Board of Industrial Hygiene

^۵ American Industrial Hygiene Association

معیارهای رفتار اخلاقی و دستورالعمل‌های تفسیری

کدهای جدید، بیانگر استانداردهای عملیاتی (معیارهای رفتار اخلاقی) و برنامه‌های کاربردی (دستورالعمل‌های تفسیری) است. این معیارها عبارتند از:

- توصیه می‌شود متخصصین بهداشت حرفه‌ای وظیفه خود را مطابق اصول علمی شناخته شده با درک این موضوع انجام دهند که زندگی، سلامت و رفاه مردم ممکن است به قضاوت حرفه‌ای آن‌ها بستگی داشته باشد و این که آن‌ها مسئول حفاظت از سلامتی و رفاه آن‌ها هستند.
- توصیه می‌شود متخصصین بهداشت حرفه‌ای به گروه‌های تحت تاثیر در خصوص ریسک سلامتی احتمالی و اقدامات احتیاطی لازم برای جلوگیری از اثرات نامطلوب بهداشتی مشاوره دهند.
- توصیه می‌شود متخصصین بهداشت حرفه‌ای اطلاعات شخصی افراد و شرکت‌ها را که در طی انجام فعالیت‌های بهداشتی شغلی به دست آمده محرمانه نگه دارند، به جز در مواردی که قانون الزام می‌کند و یا ملاحظات سلامت و ایمنی نادیده گرفته می‌شود.
- توصیه می‌شود متخصصین بهداشت حرفه‌ای از شرايطی که در آن مصالحه در قضاوت حرفه‌ای یا تضاد منافع ممکن است بوجود آید، جلوگیری کنند.
- توصیه می‌شود متخصصین بهداشت حرفه‌ای صرفاً در زمینه تخصص کاری خود ارائه خدمات دهند.
- متخصصین بهداشت حرفه‌ای باید برای حفظ یکپارچگی حرفه خود به طور مسئولانه عمل کنند.

۳- تیم سلامت و ایمنی شغلی

هدف اصلی اجرای یک برنامه سلامت و ایمنی شغلی در یک مرکز، پیشگیری از بروز بیماری‌ها و آسیب‌های شغلی از طریق پیش‌بینی، شناسایی، ارزشیابی و کنترل خطرات سلامت و ایمنی شغلی است. برنامه‌های ایمنی، بهداشت حرفه‌ای و پزشکی ممکن است اهداف مجزا و متمایزی داشته باشند، اما همه آن‌ها با یکدیگر تعامل داشته و اغلب اجزای متفاوتی از یک برنامه جامع سلامت و ایمنی را در نظر می‌گیرند.

تیم سلامت و ایمنی شغلی متشکل است از: متخصص بهداشت حرفه‌ای، متخصص ایمنی، پرستار سلامت شغلی، پزشک طب کار، کارکنان، مدیریت ارشد و خط تولید و سایر افرادی که بسته به بزرگی و ویژگی آن مرکز خاص مورد نیاز است. همه اعضای تیم باید در کنار هم جهت ارائه اطلاعات و انجام فعالیت‌ها به منظور دستیابی به هدف کلی یک محیط کار سالم و ایمن عمل نمایند. بنابراین، عملیات جداگانه آن‌ها باید به نحوی مدیریت شود که به یکدیگر مرتبط بوده تا یک برنامه موفق و روان اجرا گردد.

اولین جزء حیاتی در یک برنامه سلامت و ایمنی کار، تعهد مدیریت ارشد و مدیریت خط تولید است.

تعهد جدی، زمانی وجود دارد که مدیریت به طور قابل توجهی در این برنامه از طریق حمایت مدیریتی خود و موافقت فردی با تمام عملیات سلامت و ایمنی، دخیل باشد. به همان اندازه مهم است که تفویض اختیارات و

همچنین مسئولیت برای اجرای برنامه سلامت و ایمنی صورت پذیرد. باید به اندازه عملیات تولیدی در یک شرکت برای عملیات سلامت و ایمنی نیز اهمیت قائل شده و مسئولیت‌پذیری وجود داشته باشد.

مولفه‌های برنامه بهداشت حرفه‌ای

وظایف متخصص بهداشت حرفه‌ای در بالا تعریف شد. برنامه بهداشت حرفه‌ای باید از چندین مولفه اصلی تشکیل شده باشد:

- یک برنامه نوشته شده / بیانییه سیاست کاری
- روش‌های شناسایی خطر
- ارزیابی مواجهه و ارزشیابی خطر
- کنترل خطر
- آموزش کارکنان
- مشارکت دادن کارکنان
- ارزشیابی برنامه و
- ممیزی و ثبت اطلاعات.

گروه کاری سلامت و ایمنی شغلی

امروزه، گستردگی دامنه علوم و پیشرفت‌های سریع فن‌آوری، ارتباط علمی و عملی تخصص‌ها با یکدیگر، فعالیت‌های گروهی و "جامع‌نگری" را بخصوص در علوم پزشکی و بهداشت، اجتناب‌ناپذیر کرده است. پدیده جالب توجهی که اثرات مفید و سازنده خود را در اندیشه و رفتار بهداشت حرفه‌ای، به خوبی نشان داده و به همین دلیل است که گروه کاری بهداشت حرفه‌ای، به شرحی که گفته خواهد شد؛ متشکل از متخصص ایمنی، پرستار سلامت شغلی، پزشک متخصص طب کار و حتی خود کارکنان و ... می‌باشد.

متخصص ایمنی باید دانش تخصصی در زمینه علوم فیزیک و اجتماعی، را داشته باشد. دانش مهندسی، فیزیک، شیمی، آمار، ریاضیات و اصول اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل در ارزیابی عملکرد ایمنی به هم درآمیخته است. متخصص ایمنی باید عوامل مشارکت کننده در وقوع حوادث را کاملاً درک کند و این موضوع را با بحث شناخت انگیزه، رفتار و ارتباطات ترکیب نماید تا روش‌ها و رویه‌هایی برای کنترل خطرات ایمنی را ارائه دهد. از آنجایی که عملیات متخصص ایمنی و متخصص بهداشت حرفه‌ای بسیار نزدیک است، بسیار کم اتفاق می‌افتد که یک متخصص ایمنی برخی از عملیات مرسوم بهداشت حرفه‌ای را انجام نداده باشد و یا بالعکس. در پاره‌ای از موارد، مسئولیت‌های متخصص ایمنی و بهداشت حرفه‌ای ممکن است به یک فرد یا یک جایگاه شغلی واگذار گردد.

پرستار سلامت شغلی کلید تحویل خدمات جامع بهداشتی و درمانی به کارگران است. تمرکز اصلی این پرستار بر ارتقاء، حفاظت و بازیابی سطح سلامت کارگران در راستای ایجاد یک محیط کاری سالم و ایمن است.

پرستار سلامت شغلی ارتباط حیاتی بین وضعیت سلامت کارکنان، فرآیند کاری و تعیین توانایی کارکنان برای انجام کار را فراهم می‌کند. دانش در خصوص مقررات بهداشتی و ایمنی، خطرات محیط کار، مهارت‌های مراقبت مستقیم، مشاوره، آموزش و مدیریت برنامه، تنها بخشی از حوزه‌های کلیدی برای این پرستاران محسوب می‌شود، ضمن این‌که داشتن مهارت‌های ارتباطی قوی نیز برای آن‌ها ضروری است. پرستاران سلامت شغلی مراقبت‌های با کیفیت بالا را در محل کار ارائه می‌دهند و از دستورالعمل‌های پیشگیرانه اولیه تبعیت می‌کنند، از آنجایی که بیشتر آسیب‌ها و بیماری‌های مرتبط با کار قابل پیشگیری هستند. در صورتی که جراحی رخ دهد، آن‌ها از یک رویکرد مورد-مدیریتی استفاده می‌کنند تا کارکنان آسیب دیده را به موقع به کار مناسب برگردانند. این پرستاران اغلب دارای نقش‌های مختلف در جایگاه شغلی خود، از جمله پزشک بالینی، مربی، مدیر و مشاور هستند.

پزشک طب کار لازم است از طریق تحصیلات دانشگاهی و کسب تجربه، دانش گسترده‌ای از روابط علت و معلولی خطرات شیمیایی، فیزیکی، زیستی و ارگونومی، همچنین علائم و نشانه‌های مواجهه‌های حاد و مزمن و درمان عوارض جانبی آن‌ها را به دست آورد. هدف اصلی پزشک طب کار این است که از بروز بیماری‌های شغلی جلوگیری نماید و هنگامی که بیماری حادث شد سلامت کارکنان را در راستای ایجاد یک محیط کاری سالم و ایمن بازگرداند. در بسیاری از مقررات، یک حداقل برنامه نظارت پزشکی گنجانده شده است و روش‌های و آزمایشات اجباری مشخص گردیده است. پزشک طب کار و پرستار سلامت شغلی باید با تمام مشاغل، مواد و فرایندهای مورد استفاده آشنا باشند. بازرسی گاه به گاه محیط کار توسط تیم پزشکی، آن‌ها را قادر می‌سازد تا اقدامات حفاظتی مناسب‌تر توصیه کنند و آن‌ها را برای پیشنهاد جایگذاری مناسب کارکنان در مشاغل متناسب با توانایی‌های فیزیکی آن‌ها، یاری رسانند.

تعیین بیمارهای مرتبط با کار، وظیفه دیگر پزشک طب کار است. متخصص بهداشت حرفه‌ای، اطلاعات مربوط به عملیات تولید و محیط کاری شرکت را به بخش پزشکی ارائه می‌دهد. در بسیاری از موارد، بسیار مشکل است تا بین علائم بیماری شغلی و غیر شغلی تفاوت قائل شد. متخصص بهداشت حرفه‌ای، اطلاعات مربوط به عملیات کاری و خطرات مربوط به آن‌ها را فراهم می‌کند و با این کار بخش پزشکی را قادر می‌سازد که بین وضعیت و علائم کارکنان با خطرات بهداشتی احتمالی محیط کار آن‌ها ارتباط برقرار کنند.

کارکنان نقش مهمی در برنامه سلامت و ایمنی شغلی ایفا می‌کند. کارکنان منابع عالی اطلاعاتی در مورد فرآیندها و رویه‌های کاری و خطرات عملیات روزانه خود هستند. متخصصین بهداشت حرفه‌ای از این منبع اطلاعات بهره‌مند می‌شوند و اغلب پیشنهادهای نوآورانه‌ای برای کنترل خطرات به دست می‌آورند.

کمیته حفاظت فنی، محیطی برای اطمینان از همکاری، هماهنگی و تبادل ایده‌ها در میان کسانی که در برنامه‌های سلامت و ایمنی مشارکت دارند، فراهم می‌نماید. این موضوع باعث مشارکت کارکنان با این برنامه‌ها می‌شود. وظایف معمول کمیته سلامت و ایمنی شامل موارد زیر می‌شود: بررسی مسائل مربوط به ایمنی و بهداشت شرکت و ارزیابی سیاست‌های پیشنهادی به مدیریت، انجام بازرسی‌های دوره‌ای در محیط کار و افزایش سطح علاقه‌مندی کارکنان به برنامه سلامت و ایمنی. کمیته‌های مشترک سلامت و ایمنی مدیریت-نیروی کار اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند که در آنجا کارکنان از اتحادیه مربوطه نماینده دارند. جلسات کمیته همچنین فرصتی برای بحث در مورد نگرانی‌های اصلی برنامه‌های بهداشت حرفه‌ای و اتخاذ سیاست‌های مناسب را فراهم می‌آورند.

۴ - مقررات بهداشت حرفه‌ای

تاریخچه تدوین مقررات بهداشت و ایمنی کار در ایران

وزارت کار و امور اجتماعی در مرداد ماه سال ۱۳۲۵ تشکیل شد و قانون موقت کار را تدوین نمود. در سال ۱۳۳۷ قانون مزبور با اصلاحاتی به صورت قانون به تصویب رسید و اجرای وظایف مربوط به بهداشت و ایمنی مندرج در قانون کار وقت به عهده اداره کل بازرسی کار قرار گرفت. جهت حفظ سلامت و بهداشت کارگران، در وزارت کار و امور اجتماعی وقت، "اداره بهداشت کار" به عنوان مسئول همکاری و نظارت در تهیه و تدوین استانداردها و آیین نامه‌های لازم جهت پیشگیری از بیماری‌های حرفه‌ای و بهبود محیط و شرایط کار، "اداره میزان‌های کار" به عنوان مسئول تهیه آیین نامه‌های حفاظتی برای کارگاه‌های مشمول قانون کار وقت مطالعه و تحقیق در زمینه استانداردهای حفاظتی موجود در کشور، بررسی برنامه و نقشه‌های کارگاه‌های جدیدالتاسیس و یا در حال گسترش و "اداره نظارت و هماهنگی کار" به عنوان مسئول بررسی، تجزیه و تحلیل پیشنهادهای واحدهای استانی و شهرستانی هماهنگ کننده در امر روش‌های بازرسی کار، تنظیم کننده برنامه‌های کوتاه مدت آموزشی بازرسان کار و همکاری با اداره میزان‌های کار در تهیه و تدوین آیین نامه‌های حفاظتی ایجاد گردید.

در سال ۱۳۴۶ در حوزه معاونت فنی وزارت بهداشت وقت، "اداره بهداشت محیط کار" و "اداره طب صنعتی" در تشکیلات اداری پیش بینی شد. سپس تا سال ۱۳۵۳، اداره بهداشت محیط کار به "بهداشت محیط کار و هوا" تغییر نام داد و اداره طب صنعتی همچنان به وظایف خود ادامه می داد. در اواخر دهه ۱۳۵۰ در حوزه معاونت امور بهداشتی و جمعیت و تنظیم خانواده وزارت بهداشت وقت، "اداره بهداشت حرفه‌ای" در دفتر خدمات بهداشتی ویژه که بعداً به اداره کل خدمات بهداشتی ویژه تغییر نام داد تشکیل گردید.

تا قبل از سال ۱۳۶۲ وزارت کار و امور اجتماعی و وزارت بهداشت وقت مشترک بر نیروی کار و محیط کار نظارت و مراقبت داشتند. به منظور جلوگیری از دوباره کاری و ارتقاء کیفیت ارائه خدمات برای حفظ و بالا بردن سلامت شاغلین طی مصوبه مورخ ۶۲/۱۰/۳ در هیئت دولت، مسائل بهداشتی محیط کار و کارگر، از وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی شناخته شد و جهت انجام این وظیفه خطیر، اداره کل بهداشت حرفه‌ای تشکیل و مسئولیت حفظ و ارتقاء سلامت نیروهای شاغل کشور در مشاغل گوناگون جامعه را عهده دار گردید و با توجه به تصویب قانون جدید کار توسط مجمع تشخیص مصلحت نظام جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۶۹، به حکم ماده ۸۵ قانون کار، "وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی" عهده دار مسائل بهداشت و درمان کارگران و "وزارت کار و امور اجتماعی" مسئول ایمنی کارگران گردید.

قانون کار جمهوری اسلامی ایران

طبق تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار جمهوری اسلامی ایران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مسئول برنامه‌ریزی، کنترل، ارزشیابی و بازرسی در زمینه بهداشت کار و درمان کارگری بوده و موظف است اقدامات لازم را در این زمینه به عمل آورد. ماده ۸۵ قانون کار نیز صراحتاً اذعان می‌دارد برای صیانت از نیروی

انسانی و منابع مادی کشور، رعایت دستورالعمل‌هایی که از طریق شورای عالی حفاظت فنی (جهت تأمین حفاظت فنی) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت جلوگیری از بیماری‌های حرفه‌ای و تأمین بهداشت کار و کارگر و محیط کار) تدوین می‌شود، برای کلیه کارگاه‌ها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است. همچنین مطابق ماده ۱۰ آیین نامه اجرایی قانون اصلاح ماده ۷۶ قانون تأمین اجتماعی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تغییرات حدود تماس شغلی آلاینده‌های محیط کار و عوامل بیماری‌زا را به شورای عالی حفاظت فنی اعلام و شورای عالی مذکور مراتب را به کمیته‌های استانی، کارهای سخت و زیان آور برای اجرا ابلاغ می‌نماید. مرکز سلامت محیط و کار ایران یکی از مراکز مهم زیر مجموعه معاونت سلامت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی است که تدوین سیاست‌ها و دستورالعمل‌ها و اجرا و اعمال قوانین مربوط به بهداشت محیط و بهداشت حرفه‌ای را در سراسر ایران عهده‌دار است. زیر نظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، دانشگاه‌های علوم پزشکی قرار دارند که تشکیلات بهداشتی و درمانی و معاونت‌های بهداشتی زیر مجموعه آن‌ها قرار می‌گیرند. بعد از معاونت‌ها به ترتیب شبکه‌های بهداشتی درمانی، مراکز بهداشتی درمانی، خانه‌های بهداشت و نهایتاً پایگاه‌های بهداشتی زیر مجموعه این تشکل بهداشتی درمانی هستند. بازرسی از مسائل سلامت شغلی و ایمنی در محیط‌های کاری به ترتیب توسط بازرسین مراکز بهداشتی درمانی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و اداره بازرسی کار وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی صورت می‌گیرد. بازرسی‌ها معمولاً به صورت دوره‌ای و یا موردی براساس تقاضای کارگران، کارفرمایان و مراجع ذیربط در چارچوب مفاد قانونی صورت می‌گیرد.

تاریخچه تدوین قانون OSHAct ایالات متحده

قبل از سال ۱۹۷۰ میلادی در ایالات متحده، قوانین دولتی بهداشت و ایمنی عمدتاً مربوط به آژانس‌های ایالتی بود و در کدها و استانداردها و یا در کاربرد آن‌ها یک‌دستی و هماهنگی وجود نداشت و تقریباً هیچ رویکرد اجرایی وجود نداشت.

در ۲۹ دسامبر ۱۹۷۰، قانون سلامت و ایمنی شغلی که به نام OSHAct شناخته می‌شد، توسط کنگره آمریکا تصویب شد. هدف این قانون حصول اطمینان از وجود شرایط کاری سالم و ایمن برای هر زن و مرد شاغل تا حد امکان و همچنین حفظ منابع انسانی بود.

طبق قانون OSHAct، دو وظیفه را برای کارفرمایان تعیین شده است:

- ۱ - هر کارفرما باید برای هر کارمند خود محیطی عاری از خطرات شناخته شده که به طور قطع یا احتمالاً باعث مرگ و یا آسیب جدی به آن‌ها می‌شود، را فراهم آورد.
- ۲ - هر کارفرما باید مطابق استانداردهای قانونی سلامت و ایمنی شغلی عمل نماید.

طبق OSHAct توصیه می‌شود شرایط هر فرد شاغل با استانداردهای سلامت و ایمنی شغلی و تمامی قوانین، مقررات و دستورات صادر شده بر اساس قانون که مربوط به اقدامات و رفتار آن‌ها می‌شود، مطابقت داشته باشد.

برخی از سازمان‌ها، موسسات و قوانین مرتبط با بهداشت حرفه‌ای در ایالات متحده

سازمان سلامت و ایمنی شغلی (OSHA)⁷

سازمان سلامت و ایمنی شغلی (OSHA) در تاریخ ۲۸ آوریل ۱۹۷۱ به طور رسمی تاسیس شد و از آن تاریخ به بعد OSHA به طور موثری اجرا گردید. این سازمان زیر مجموعه وزارت کار ایالات متحده است. طبق OSHA موسسه ملی سلامت و ایمنی شغلی (NIOSH)⁸ در مرکز کنترل و پیشگیری بیماری آمریکا (CDC)⁹ نیز تاسیس شد که بخشی از مرکز خدمات بهداشت عمومی ایالات متحده محسوب می‌شود. سازمان OSHA اجازه صدور استانداردهای سلامت و ایمنی شغلی را با مشاوره فنی NIOSH دارد و همچنین مجوز ورود به محل کار برای بررسی تخطی‌های احتمالی از این استانداردها و انجام بازرسی‌های معمول را دارا است. شکایات رسمی مربوط به این تخلفات ممکن است توسط کارکنان یا نمایندگان آنها انجام شود. طبق قانون OSHA، سازمان OSHA:

- حق صدور استنادات و مجازات را دارد،
- اجازه بازرسی و یا مصاحبه با کارکنان را دارا است،
- می‌تواند کارفرمایان را به حفظ و نگهداری سوابق دقیق مواجهه با مواد بالقوه خطرناک ملزم نماید و
- می‌تواند کارکنان را از نتایج پایش خود مطلع سازد.

موسسه ملی سلامت و ایمنی شغلی (NIOSH)

موسسه NIOSH آژانس اصلی در زمینه تحقیقات سلامت و ایمنی شغلی در آمریکا است. این آژانس مسئول شناسایی خطرات و ارائه توصیه‌های لازم برای تدوین مقررات است که به عنوان حدود توصیه شده مواجهه (RELs)¹⁰ شناخته می‌شوند. موسسه NIOSH نیز مستندات معیار و مرجع و هشدارهای مربوط به انواع خطرات بهداشتی را منتشر می‌کند و همچنین مسئول تست و تایید تجهیزات حفاظتی تنفسی است. بخشی از تحقیقات NIOSH در حین فعالیت‌هایی تحت عنوان *ارزشیابی مخاطرات بهداشتی* انجام می‌شود. این تحقیقات درمورد گزارش‌های دریافتی در خصوص مواجهه کارگران است که در پاسخ به درخواست کارفرما، فرد شاغل و یا نماینده آن صورت می‌گیرد. علاوه بر برنامه تحقیقاتی خود، NIOSH بودجه فعالیت‌های پژوهشی را در تعدادی از دانشگاه‌ها و موسسات خصوصی تأمین می‌کند.

موسسه NIOSH دارای برنامه‌های کمک آموزشی در دانشگاه‌ها بوده و امکان تربیت نیروهای متخصص مانند پزشکان طب کار، پرستاران سلامت شغلی، متخصصین بهداشت حرفه‌ای، متخصصین ایمنی،

⁷ Occupational Safety and Health Administration

⁸ National Institute for Occupational Safety and Health

⁹ Centers for Disease Control and Prevention

¹⁰ Recommended Exposure Limits

ارگونومیست‌ها و سایر افراد فعال در زمینه ایمنی و بهداشت را در مراکز پژوهش و آموزش (ERCs¹¹) خود را دارا است.

۵ - عوامل و استرس‌های محیطی

عوامل و استرس‌های مختلف محیطی که می‌توانند موجب بیماری و اختلال در سلامتی کارگران شوند، به چهار گروه عوامل شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی یا ارگونومی طبقه‌بندی می‌شوند.

خطرات شیمیایی

هنگامی که تراکم آلاینده‌های هوا به شکل گردو غبار، فیوم، میست، بخارات، گازها و غیره به بیش از حد مجاز برسد، خطر مواجهه با عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار وجود دارد. علاوه بر خطر مواجهه تنفسی، بعضی از این مواد ممکن است از طریق پوست جذب شده و به عنوان محرک پوست عمل کنند. درجه خطر برای یک ماده شیمیایی خاص، به تراکم آلاینده و مدت زمان مواجهه بستگی دارد. برای شناسایی عوامل زیان آور شیمیایی، توصیه می‌شود متخصص بهداشت حرفه‌ای ابتدا در مورد ماهیت مواد شیمیایی مورد استفاده چه به عنوان ماده خام مصرفی و چه به عنوان محصول جانبی و یا نهایی اطلاعات لازم را کسب نماید. این امر گاهی نیاز به تلاش بسیار دارد با این حال برخی اطلاعات مورد نیاز را می‌توان از برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS¹²) دریافت کرد.

بسیاری از مواد صنعتی مانند رزین‌ها و پلیمرها در هنگام استفاده در شرایط معمول، نسبتاً بی‌اثر و غیرسمی هستند، اما وقتی که حرارت داده می‌شوند یا ماشین‌کاری می‌گردند، می‌توانند تجزیه شده و مواد سمی تولید کنند. اطلاعات در مورد این محصولات خطرناک نیز باید در برنامه مدیریت خطر شرکت قرار گیرد. ورود برخی از مواد شیمیایی از راه تنفس بسته به میزان حلالیت آن‌ها می‌تواند دستگاه تنفسی فوقانی یا مسیرهای انتهایی ریه و کیسه‌های هوایی را تحریک کند. تماس مواد محرک با سطح پوست می‌تواند انواع مختلف درماتیت (التهاب پوست) را ایجاد کند. وجود تراکم‌های بالای گازهای بی اثر در هوا نیز می‌تواند سطح اکسیژن اتمسفر را به کمتر از مقدار مورد نیاز برای حفظ حد اشباع طبیعی خون کاهش دهد و باعث اختلال در فرایندهای سلولی شود. سایر گازها و بخارات می‌توانند از انتقال اکسیژن به بافت جلوگیری کنند و یا انتقال آن را از خون به بافت مختل نمایند و باعث بروز خفگی ساده و شیمیایی شوند. مونوکسیدکربن و سیانید هیدروژن نمونه‌هایی از خفگی آورهای شیمیایی هستند. بعضی از مواد ممکن است بر سیستم عصبی مرکزی و مغز اثر گذاشته و ایجاد ناركوزیس (خواب آلودگی) یا بیهوشی نمایند. برای بسیاری از حلال‌ها در تراکم‌های مختلف، این اثرات مشاهده شده است. بر حسب واکنشی که مواد شیمیایی در بدن ایجاد می‌کنند، به گروه‌های خفگی آورها، سموم سیستمیک، عوامل تولید پنوموکونیوز، مواد سرطان زا، گازهای محرک و غیره طبقه‌بندی می‌شوند.

¹¹ Education and Research Centers

¹² Material Safety Data Sheet

مرکز سلامت محیط و کار وابسته به وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی جمهوری اسلامی ایران، حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL^{13}) را برای برخی عوامل شیمیایی در کتابچه‌ای تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی" منتشر کرده است. الگوی این کتابچه برگرفته از کتاب "حدود آستانه مجاز" ($TLVs^{14}$) برای مواد شیمیایی و عوامل فیزیکی و شاخص‌های مواجهه بیولوژیک ($BEIs^{15}$) از انتشارات سازمان ACGIH است. متخصصین بهداشت حرفه‌ای و یا هر فرد مسئول دیگر، باید درک کاملی از مفاهیم $OELs/TLVs$ و اصطلاحات مربوط به آن داشته باشد که در بیان تراکم مواد شیمیایی به کار می‌رود. مقادیر $OELs/TLVs$ ، تراکمی از مواد هوابرد و شرایطی را مطرح می‌کند که در آن تراکم، تقریباً تمام کارگران می‌توانند بدون عوارض نامطلوب، به‌طور پیوسته روزانه با آن مواجهه داشته باشند. در کنترل عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار، فرض بر این است که برای هر ماده شیمیایی یک سطح ایمن یا قابل تحمل مواجهه وجود دارد که هیچ اثری سوء قابل ملاحظه‌ای ایجاد نمی‌نماید. سه طبقه‌بندی برای حدود آستانه مجاز مواجهه به شرح زیر وجود دارد:

□ **حد متوسط وزنی - زمانی** ($OEL/TLV-TWA^{16}$): این مقدار، تراکم متوسط وزنی - زمانی برای هشت ساعت کار معمول روزانه و یک هفته کاری ۴۰ ساعته است که تقریباً تمام کارگران می‌توانند روزانه و بدون هیچ‌گونه عارضه جانبی به طور مرتب با این سطح تراکم مواجهه داشته باشند.

□ **حد مجاز مواجهه کوتاه مدت** ($OEL/TLV-STEL^{17}$): این مقدار، تراکمی است که کارگران می‌توانند با آن به‌طور پیوسته برای مدت کوتاهی مواجهه داشته باشند، بدون اینکه عوارضی مانند تحریک، آسیب بافتی مزمن یا غیر قابل بازگشت و نارکوزیس (بی‌حسی و خواب آلودگی) به نحوی که احتمال بروز حوادث را افزایش داده و مانع از رفتار ایمن فرد در این شرایط شده و یا کارایی آن را کاهش دهد، پیش آید. حد $STEL$ یک مواجهه ۱۵ دقیقه‌ای متوسط وزنی - زمانی (TWA) است که هرگز نباید میزان مواجهه در طول یک روز کاری از آن مقدار تجاوز کند، حتی اگر میانگین مواجهه وزنی - زمانی هشت ساعته در حد $TLV-TWA$ باشد. مواجهه با حد تراکم بین $TLV-TWA$ تا $STEL$ نباید بیش از ۱۵ دقیقه به طول انجامد و بیش از چهار بار در روز تکرار نشود و حداقل ۶۰ دقیقه بین هر مواجهه با این محدوده تراکم، فاصله زمانی وجود داشته باشد.

□ **حد سقف** ($OEL/TLV-C^{18}$): این مقدار، تراکمی است که هرگز نباید حتی برای یک لحظه سطح مواجهه از این مقدار فراتر رود. برای ارزیابی $TLV-C$ اگر پایش لحظه‌ای امکان پذیر نباشد، نمونه برداری هوا برای یک دوره ۱۵ دقیقه‌ای انجام می‌شود، البته به غیر از مواردی که می‌تواند موجب تحریک فوری در مواجهه کوتاه مدت شوند. برای برخی از مواد (مانند گازهای محرک) تنها $TLV-C$

¹³ Occupational Exposure Limits

¹⁴ Threshold Limit Values

¹⁵ Biological Exposure Indices

¹⁶ Time-Weighted Average

¹⁷ Short-Term Exposure Limit

¹⁸ Ceiling

در کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده است و برای مواد دیگر، بسته به فعالیت فیزیولوژیکی آنها، دو یا سه نوع TLV وجود دارد.

خطرات فیزیکی

مشکلات ناشی از عواملی مانند صدا و ارتعاش، دمای بالا، اشعه یونیزان، تابش غیر یونیزان و فشار بالا و یا پایین هوا، به عنوان استرس‌ها و عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار شناخته می‌شوند. مهم است که کارفرمایان، سرپرستان و کسانی که مسئول سلامت و ایمنی محیط کار هستند نسبت به این خطرات هوشیار باشند، زیرا که مواجهه با آنها اثرات فوری یا تجمعی برای سلامت کارکنان به همراه دارد.

صدا (صوت ناخواسته) به عنوان یکی از شایع‌ترین عوامل فیزیکی در محیط‌های کاری، نوعی ارتعاش است که از طریق جامدات، مایعات یا گازها منتقل می‌شود. اثرات نامطلوب صدا عبارتند از:

- اثرات روان‌شناختی (صدا اثر آزاردهندگی داشته و می‌تواند باعث اختلال در تمرکز، خواب و یا آرامش افراد گردد)

- تداخل در ارتباطات گفتاری و به تبع آن، اختلال در عملکرد و ایمنی شغلی

- اثرات فیزیولوژیکی (مانند کاهش شنوایی ناشی از صدا و یا درد گوش هنگام مواجهه با صداهایی با تراز بالا)

پارامترهایی که بر شدت اثرات مواجهه با صدا تاثیر گذار هستند، شامل: حساسیت فردی، انرژی صوت، توزیع فرکانسی صوت، نوع صوت (پیوسته، منقطع، کوبه‌ای)، کل زمان مواجهه و طول دوره کاری فرد در محیط پرسرو صدا است. مطابق کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی انتشار یافته توسط مرکز سلامت محیط کار ایران، حد مجاز مواجهه شغلی با تراز معادل فشار صوت برای ۸ ساعت کار روزانه ۸۵ dB(A) است و در صورتی که فرد شاغل با تراز صدای بالاتر از میزان توصیه شده در طی ساعت کاری خود مواجهه داشته باشد، لازم است اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی در جهت کاهش تراز مواجهه صورت گیرد. بر مبنای قاعده ۳ دسی بل نیز، به ازای افزایش هر ۳ دسی بل تراز فشار صوت نسبت به حد مجاز، لازم است زمان مجاز مواجهه نصف شود.

شاید گرمای محیط یکی از ابتدایی‌ترین عوامل زیان آوری محسوب شود که به کنترل آن در محیط‌های کاری پرداخته شده است. **دمای بالا یا استرس گرمایی** بر ظرفیت کاری افراد و نحوه انجام کار آنها تاثیر می‌گذارد. در صنایع، عمدتاً مسئله دماهای بالا (استرس گرمایی) شایع‌تر از دماهای پایین (استرس سرمایی) است. بدن پیوسته گرما را از طریق فرآیندهای متابولیک تولید می‌کند و از آنجایی که بدن می‌تواند در گستره بسیار محدودی از دما عملکرد مناسبی داشته باشد، باید این گرمای تولید شده را به همان سرعت دفع نماید. یک سیستم سریع و حساس برای سنجش دما، فرایندهای تنظیم دما را در بدن کنترل می‌کند. اگر نوسانات دمای عمقی بدن کمتر از ۲ درجه فارنهایت و یا بیشتر از ۳ درجه فارنهایت نسبت به دمای طبیعی عمقی یعنی ۹۹/۶ درجه فارنهایت (۳۷/۶ درجه سانتیگراد) باشد، که معادل ۹۸/۶ درجه فارنهایت دمای دهان (۳۷ درجه سانتیگراد) است، عملکرد فرد به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. اگر این میزان تغییرات از پنج درجه فارنهایت بالاتر رود، سلامتی فرد به

خطر می‌افتد. بدن با افزایش ضربان قلب، به مقابله با اثرات دمای بالا می‌پردازد. مویرگ‌های پوستی نیز برای افزایش جریان خون در سطح بدن و تسریع فرایند خنک شدن اتساع می‌یابند. عرق کردن نیز عامل مهمی در خنک کردن بدن است.

ارزیابی استرس گرمایی در محیط‌های کاری، موضوع ساده‌ای نیست و بیش از یک پایش ساده دمای هوا و تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات حاصله است. در روش‌های معمول برای برآورد استرس گرمایی متغیرهای مختلف فیزیولوژیکی و محیطی در نظر گرفته می‌شود و نتیجه نهایی آن در قالب یک عدد ارائه می‌گردد که این عدد به عنوان یک شاخص و راهنمایی برای ارزیابی استرس گرمایی به کار می‌رود. به عنوان مثال، برای محاسبه شاخص دمای موثر (ET^{19})، دمای هوا (دمای خشک)، رطوبت (دمای تر) و سرعت جریان هوا اندازه‌گیری می‌شوند. در این خصوص، شاخص دمای تر گویشان ($WBGT^{20}$) پرکاربردترین شاخص استرس گرمایی بوده که به تایید سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO^{21}) نیز رسیده است و حدود مجاز مواجهه با استرس گرمایی توسط این شاخص ارائه می‌گردد. در محاسبه این شاخص، پارامترهای محیطی مانند دمای خشک، دمای تر طبیعی و دمای گویشان مورد استفاده قرار می‌گیرند. حد مجاز مواجهه شغلی با توجه به شاخص $WBGT$ ، بار کاری (از کار سبک تا کار خیلی سنگین، بسته به میزان متابولیسم مصرفی) و مدت زمان کار-استراحت تعیین می‌شود و در صورتی که کارگر از لباس و تجهیزات حفاظت فردی خاصی استفاده نماید، لازم است مقدار مجاز $WBGT$ اصلاح گردد.

پرتوهای یونساز (یونیزان) از دیگر عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار محسوب می‌شوند که در برگیرنده ذرات باردار مانند آلفا و بتا (ساطع شده از مواد رادیواکتیو)، ذرات نوترون (حاصل تابش واکنش‌های هسته‌ای در راکتورها و شتاب دهنده‌ها) و پرتوهای الکترومغناطیس (مانند پرتو گاما، حاصل تابش مواد پرتوزا و پرتو ایکس، حاصل تابش شتاب دهنده‌های الکترون و دستگاه‌های تولید پرتو ایکس) است.

در خصوص ایمنی پرتوهای یونساز باید حداقل سه عامل اصلی مد نظر قرار گرفته شود:

- (۱) مواد رادیواکتیو، انرژی را منتشر می‌کنند که می‌تواند موجب آسیب به بافت‌های زنده شود.
- (۲) بسته به نوع ماده رادیواکتیو، مسائل و ملاحظات ایمنی آن نیز متفاوت است.
- (۳) مواد رادیواکتیو می‌توانند به دو شکل مختلف، مخاطره آمیز باشند. بعضی از مواد ممکن است حتی در فاصله دور از بدن نیز ایجاد خطر نمایند که به آن‌ها خطرات خارجی می‌گویند. نوع دوم، خطراتی هستند که صرفاً وقتی که از طریق تنفس، خوردن و یا پوست وارد بدن شوند، ایجاد مخاطره می‌نمایند که به آن‌ها خطرات داخلی می‌گویند.

مواد رادیواکتیو که پرتوهای ایکس، گاما یا نوترون ها را منتشر می‌کنند، جزء خطرات خارجی پرتوهای یونساز محسوب می‌گردند. به عبارت دیگر، چنین موادی می‌توانند در فاصله‌ای مشخص نسبت به بدن قرار بگیرند و هنگام عبور از بدن یونیزاسیون ایجاد می‌نمایند و باعث بروز آسیب‌های بافتی می‌گردند. کنترل خطرات خارجی

¹⁹ Effective Temperature

²⁰ Wet Bulb Globe Temperature

²¹ International Organization for Standardization

از طریق محدود کردن زمان مواجهه، انجام کار در یک فاصله ایمن، استفاده از موانع یا محافظ، یا ترکیبی از آن‌ها قابل انجام است. ماده رادیواکتیوی که فقط ذرات آلفا را منتشر می‌کند، اگر خارج از بدن باقی بماند، مشکلی ایجاد نمی‌کند. ولی در داخل بدن، حضور این ذرات خطرناک است، زیرا توانایی یونیزاسیون بافت نرم را در مسافت بسیار کوتاه دارند و در این شرایط مانند یک بولدوزر واقعی عمل می‌نمایند. در داخل بدن، بطور مثال در ریه، معده و یا یک زخم باز، هیچ لایه‌ای از پوست به عنوان مانع وجود ندارد، که این امر باعث آسیب بافتی می‌شود. مواد رادیواکتیوی که ذرات آلفا منتشر می‌کنند به شکل رسوبات ماندگار در بخش‌های خاصی از بدن تجمع می‌یابند که بسیار خطرناک هستند. مواد رادیواکتیوی که ذرات بتا منتشر می‌کنند معمولاً به عنوان یک خطر داخلی محسوب می‌شوند، اگر چه آن‌ها را می‌توان یک خطر خارجی نیز در نظر گرفت زیرا ممکن است هنگام تماس با پوست، سوختگی ایجاد نمایند. اگر این ذرات بتوانند در هوا معلق بمانند، اقدامات احتیاطی مشابه ذرات آلفا برای آن‌ها در نظر گرفته می‌شود.

حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوهای یونساز در ایران، با توجه به مقادیر پیشنهادی کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر پرتوها (ICRP²²) ارائه شده است که این مقادیر به صورت دوز موثر، دوز معادل سالانه برای عدسی چشم، پوست، دست و پا، دوز معادل ماهانه، دوز سطحی، دوز موثر تجمعی و غیره وجود دارند.

پرتوهای غیر یونساز (غیر یونیزان)، نوعی از تابش الکترومغناطیسی است که با توجه به طول موج تابش تأثیرات مختلفی در بدن ایجاد می‌نمایند. این پرتوها طیف وسیعی از طول موج‌های بلند (امواج رادیویی) تا طول موج‌های کوتاه (امواج فرابنفش) را در بر می‌گیرند. طول موج‌های بلندتر (امواج منتشر شده از خطوط انتقال نیرو و امواج رادیویی بلند و کوتاه) می‌توانند گرمای کلی بدن را افزایش دهند. با این حال، خطر سلامتی این نوع تابش بسیار کم است، زیرا این تابش‌ها شدت کافی برای ایجاد اثرات قابل توجه را ندارند. امواج میکروویو در تجهیزات رادار، ارتباطات، انواع پخت و پز و برنامه‌های گرمای درمانی بکار گرفته می‌شوند. شدت امواج میکروویو می‌تواند اثرات حرارتی قابل توجه در بافت‌ها ایجاد نمایند. این اثرات بسته به طول موج، شدت پرتو و زمان مواجهه متفاوت است و به طور کلی، طول موج‌های بلندتر موجب افزایش نفوذ و افزایش دما در بافت‌های عمیق‌تر نسبت به طول موج‌های کوتاه‌تر می‌شوند.

پرتو فروسرخ تا لایه سطحی پوست قابلیت نفوذ دارد، بنابراین تنها اثر حرارتی آن بر پوست و بافت‌های زیر آن است. نور مرئی، که حدوداً در وسط طیف الکترومغناطیسی است (۷۰۰ نانومتر تا ۱ میلی‌متر)، اهمیت زیادی دارد زیرا می‌تواند کیفیت و دقت کار را تحت تأثیر قرار دهد. پرتو فرابنفش نیز در صنعت می‌تواند در اطراف قوس‌های الکتریکی یافت شود و لازم است با بکارگیری مواد مات در مقابل امواج فرابنفش، از افراد محافظت شود تا از آسیب‌های پوستی و چشم جلوگیری گردد. حدود مجاز مواجهه شغلی بر اساس نوع پرتو متفاوت است.

فشار بیش از حد (هایپرباریک) به فشار بالاتر از فشار نرمال هوا اطلاق می‌شود. اثرات مختلف بهداشتی، غواصان و افرادی را تهدید می‌کند که تحت فشار بیش از فشار معمول جو مشغول به فعالیت هستند. دندان‌ها، سینوس‌ها و گوش‌ها اغلب تحت تأثیر اختلافات فشار قرار می‌گیرند.

²² International Commission of Radiation Protection

خطرات ارگونومی

ارگونومی از لحاظ لغوی به معنی مطالعه یا اندازه‌گیری کار است. در واقع ارگونومی کاربرد علم بیولوژیکی انسان در تعامل با علوم مهندسی است تا از این طریق به یک حد تطبیق بهینه متقابل بین انسان و کار دست یابد. نتیجه بکارگیری علم ارگونومی، افزایش کارایی و رفاه انسان در محیط کار است و رویکرد آن فراتر از بهره‌وری، سلامت و ایمنی شغلی است. در علم ارگونومی، کل نیازهای فیزیولوژیکی و روانی شغل را در نظر گرفته می‌شود. بطور کلی، مزایایی که می‌توان از طراحی سیستم‌های کاری برای به حداقل رساندن فشار فیزیکی بر روی کارگران انتظار داشت، عبارتند از:

- کاهش میزان بروز اختلالات حرکت تکراری
- کاهش میزان آسیب‌های جسمانی
- افزایش راندمان کار
- حوادث کمتر
- کاهش هزینه عملیات کاری
- کاهش زمان آموزش افراد
- استفاده موثرتر از نیروی انسانی

بدن انسان می‌تواند ناراحتی و استرس زیاد و پوسچرهای غیرمعمول و غیر طبیعی را برای مدت زمان محدودی تحمل کند. با این حال، زمانی که این پوسچرها و حرکات غیر معمول برای مدت طولانی ادامه یابد، می‌تواند از توانایی‌های فیزیولوژیکی کارگر فراتر رود. برای اطمینان از حفظ عملکرد بالا، سیستم‌های کاری باید متناسب با ظرفیت و محدودیت‌های انسانی طراحی شوند.

در علم ارگونومی، استرس‌های فیزیولوژیکی و روانی وظایف شغلی را در نظر گرفته می‌شود. وظایف شغلی نباید فراتر از توان عضلانی فرد باشند و لازم است شرایط سن، جنسیت و وضعیت سلامتی کارگر در آن‌ها لحاظ گردد. کار نباید خیلی آسان و سبک باشد تا دل‌زدگی و بی‌توجهی ایجاد نماید و در نتیجه منجر به افزایش خطاهای غیر ضروری، هدر رفت مواد و بروز حوادث گردد. استرس‌های ارگونومی می‌توانند مانند استرس‌های محیطی سلامت و کارایی کارگر را تحت تاثیر قرار دهند.

وظیفه مهندس طراحی و متخصص بهداشت حرفه‌ای یافتن حد واسطی بین مشاغل "آسان" و "دشوار" است. در هر سیستم انسان-ماشین، وظایفی وجود دارد که انسان آن را بهتر از ماشین انجام می‌دهد و برعکس، وظایفی که توسط ماشین بهتر انجام می‌شود.

طراحی و بکارگیری ابزارهای دستی، شیوه حمل و نقل دستی بار، نحوه انجام کارهای استاتیک، طراحی محیط کار، جمع‌آوری و پردازش داده‌های آنتروپومتری انسان، جنبه‌های رفتاری و نیازهای افراد و طراحی و بکارگیری نمایشگرها و کنترل‌گرها، تنها بخشی از مفاهیم و موضوعات کاربردی علم ارگونومی است. حدود مجاز برای مباحث ارزیابی بار کار جسمانی و ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی-عضلانی در کتابچه حدود مجاز

مواجهه شغلی ارائه شده است.

خطرات بیولوژیکی

حدود ۲۰۰ عامل بیولوژیکی از قبیل میکروارگانیسم‌های عفونی، آلرژن‌ها و سموم زیستی، شناخته شده‌اند که می‌توانند عفونت و واکنش‌های آلرژیک (حساسیت‌زا)، سمی و سرطان‌زا در کارگران ایجاد نمایند. اکثر خطرات بیولوژیکی متعلق به این گروه‌ها هستند:

- میکروارگانیسم‌ها و سموم آن‌ها (ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و محصولات آن‌ها) باعث بروز عفونت و یا حساسیت می‌شوند.
 - بندپایان (سخت پوستان، تنندگان، حشرات) که نیش یا گزش آن‌ها منجر به التهاب پوست، مسمومیت سیستمیک و انتقال عوامل عفونی یا پاسخ آلرژیک می‌شوند.
 - آلرژن‌ها و سموم ناشی از گیاهان آوندی، ایجاد درماتیت، رینیت یا آسم می‌نماید.
 - آلرژن‌های پروتئینی (مانند ادرار، مدفوع، مو، بزاق و انسداد) مربوط به جانوران مهره‌دار.
- گروه‌های دیگری که پتانسیل ایجاد خطرات بیولوژیکی را برای کارگران دارند شامل گیاهان بدون آوند (گل‌سنگ، جلبک، سرخس)، بی‌مهره‌گانی غیر از بندپایان (انگل‌هایی مانند پروتوزوئرها، شیستوزوما) و کرم‌های حلقوی (آسکاریس) هستند. کار در حوزه‌های کشاورزی، پزشکی و آزمایشگاهی به عنوان مشاغل با ریسک بالای مواجهه با خطرات بیولوژیکی شناخته شده‌اند، با این حال در بسیاری از محیط‌های کاری، شانس مواجهه با این عوامل زیان‌آور، وجود دارد.

۶ - ارزشیابی عوامل زیان‌آور محیط کار

ارزشیابی عوامل زیان‌آور محیط کار می‌تواند به عنوان یک فرایند تصمیم‌گیری در نظر گرفته شود که منجر به تعیین میزان خطرات سلامتی ناشی از عوامل زیان‌آور شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و یا ارگونومی در عملیات صنعتی گردد. رویکرد اصلی برای کنترل بیماری‌های شغلی شامل ارزیابی خطرات بالقوه و کنترل خطرات خاص توسط تکنیک‌های بهداشت حرفه‌ای مناسب است. فرایند ارزشیابی، قضاوت در مورد سطح استرس‌های شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و یا ارگونومی در محیط کار را در بر می‌گیرد. برای تعیین اینکه آیا یک خطر بهداشتی وجود دارد یا خیر، تصمیم‌گیری بر مبنای ترکیبی از تکنیک‌های مشاهده مستقیم، مصاحبه و اندازه‌گیری سطح آلاینده و همچنین ارزیابی اثربخشی اقدامات کنترلی در محیط کار صورت می‌گیرد. پس از اندازه‌گیری‌های عوامل زیان‌آور محیطی، متخصص بهداشت حرفه‌ای نتایج این اندازه‌گیری‌ها را با حدود مجاز مواجهه مانند OEL و یا گزارش‌های موجود در مقالات و یا کتب علمی مقایسه می‌کند.

به طور کلی، ارزشیابی، شامل تعیین سطوح عوامل زیان‌آور فیزیکی و شیمیایی محیط کار، مطالعه رویه‌های کاری و تعیین اثربخشی تجهیزات مورد استفاده برای کنترل خطرات است. پیش‌بینی و شناخت خطرات بهداشت حرفه‌ای شامل شناخت و درک انواع مختلف استرس‌های محیطی و اثرات آن‌ها بر سلامت کارگر است.

کنترل این خطرات شامل کاهش استرس‌های محیطی به میزانی که کارگر بتواند بدون اختلال در سلامت یا بهره‌وری خود، آن را تحمل کند. اندازه‌گیری و تعیین میزان استرس‌های محیطی، از اجزای ضروری و مهم در حوزه بهداشت حرفه‌ای مدرن است و در حفظ سلامتی و رفاه کارگران کمک بسیاری می‌کند. یک روش اساسی و سیستماتیک برای شناسایی و ارزشیابی خطرات محیطی وجود دارد که سوالات زیر را در بر می‌گیرد:

- ✓ چه چیزی تولید می‌شود؟
- ✓ چه مواد اولیه‌ای استفاده می‌گردد؟
- ✓ چه موادی به این فرایند اضافه شده است؟
- ✓ از چه تجهیزاتی می‌شود؟
- ✓ چرخه عملیات چیست؟
- ✓ چه روش‌های عملیاتی به کار برده می‌شود؟
- ✓ آیا یک دستورالعمل مستند برای نگهداری و حمل ایمن مواد وجود دارد؟
- ✓ در خصوص کنترل گرد و غبار، پس از نشت و دفع ضایعات چه تدابیری به کار گرفته می‌شود؟
- ✓ آیا سیستم‌های تهویه عمومی و موضعی به تعداد کافی وجود دارد؟
- ✓ آیا طراحی و چیدمان تجهیزات به صورتی است که امکان مواجهه را به حداقل برساند؟
- ✓ آیا محیط کار و افراد به خوبی به وسایل ایمنی مانند دوش‌ها، چشم شوی‌های اضطراری، ماسک‌ها و وسایل حفاظت تنفسی مجهز شده‌اند؟
- ✓ آیا رویه‌های کاری ایمن مشخص و اجرا شده‌اند؟
- ✓ آیا یک برنامه جامع مدیریت خطر (که الزامات ایمنی و بهداشت را رعایت کرده باشد) وجود دارد؟

برای درک چگونگی انتشار آلاینده‌ها در محیط باید فرایندهای صنعتی را به خوبی مورد بررسی قرار داده و

برای هر فرآیند، موارد زیر را انجام دهیم:

- برای هر آلاینده، راهنمای حدود مجاز مواجهه شغلی براساس اثرات سمی آن ماده پیدا کنیم.
- سطح واقعی مواجهه با عوامل فیزیکی زیان آور را تعیین کنیم.
- تعداد کارکنان در معرض مواجهه و همچنین طول مدت مواجهه را مشخص نماییم.
- مواد شیمیایی و آلاینده‌ها را در این فرایند شناسایی کنیم.
- با استفاده از تکنیک‌های اندازه‌گیری و نمونه برداری، سطح آلاینده‌های موجود را تعیین نماییم.
- با استفاده از نتایج حاصل از اندازه‌گیری، میانگین مواجهه روزانه، مواجهه حداکثری و همچنین مدت زمان مواجهه کارکنان را محاسبه کنیم.
- مقدار مواجهه به دست آمده را با حدود مجاز مواجهه شغلی مقایسه نماییم.

۷- کنترل عوامل زیان آور محیط کار

متخصصین بهداشت حرفه‌ای باید مهارت‌های لازم را برای اجرای روش‌های کنترل عوامل زیان آور در محیط‌های مختلف صنعتی و در محل‌های کار از قبیل آزمایشگاه‌ها، دفاتر اداری و مراکز خدمات درمانی داشته باشند. خطرات محیط کار ممکن است به تبع زمان تغییر کنند، بنابراین سیستم‌های کنترل خطر به طور پیوسته نیاز به بررسی و به‌روزرسانی دارند.

روش‌های کنترل خطرات بهداشتی در محیط‌های کاری

- روش‌های کنترل خطرات بهداشتی در محیط‌های کاری به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:
 - روش‌های کنترل مهندسی، از طریق تغییر ویژگی‌های طراحی و یا با استفاده از روش‌های جایگزینی، جداسازی (ایزولاسیون)، محصورسازی یا نصب سیستم تهویه، به کنترل خطر در محیط کار می‌پردازند. در سلسله مراتب روش‌های کنترل خطر، استفاده از کنترل‌های مهندسی در الویت قرار دارند.
 - روش‌های کنترل مدیریتی، با کاهش زمان کاری در مناطق آلوده (یا انجام کار طی زمان‌های خنک‌تر روز، برای مقابله با استرس گرمایی)، باعث کاهش مواجهه افراد می‌شود. روش‌های کنترل مدیریتی شامل آموزش کارکنان در خصوص شناسایی خطر و شیوه‌های ایمن کار نیز می‌شود که به کاهش میزان مواجهه کمک می‌کند (طبق قانون، این نوع آموزش‌ها برای همه کارکنان در معرض مواد مخاطره آمیز الزامی است).
 - تجهیزات حفاظت فردی (PPE²³) را کارگران برای محافظت خود در برابر عوامل زیان آور محیطی استفاده می‌کنند. این تجهیزات طیف وسیعی از دستکش تا لباس مجهز شده به وسایل حفاظت تنفسی را شامل می‌شوند و در کنار روش‌های کنترل مهندسی و مدیریتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- روش‌های کنترل مهندسی شامل سیستم‌های تهویه برای به حداقل رساندن میزان پراکندگی آلودگی هوا، جداسازی عملیات مخاطره آمیز یا مواد خطرناک با استفاده از موانع یا محفظه و جایگزینی مواد، تجهیزات و یا فرایند است. اگرچه اقدامات کنترل مدیریتی می‌توانند مدت زمان مواجهه افراد را محدود کنند، کارفرمایان به طور کلی از اجرای آن‌ها سر باز می‌زنند، زیرا اجرا و حفظ آن‌ها در محیط کار دشوار است. به این دلیل، کنترل خطرات بهداشتی با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی معمولاً به عنوان اولویت دوم بعد از روش‌های کنترل مهندسی در سلسله مراتب کنترل خطر مد نظر قرار می‌گیرند.

۸- معرفی رشته دانشگاهی مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار در ایران

رشته "مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار" برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۵۱ تحت عنوان "بهداشت صنعتی" در مقطع کارشناسی در انستیتو عالی علوم بیمارستانی که یک مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی بود، تاسیس شد. بنیان دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، سال‌ها قبل از انقلاب

²³ Personal protective equipment

اسلامی، در این انستیتو پی‌ریزی گردید. چندی بعد این رشته با عنوان "حفاظت صنعتی و بهداشت حرفه‌ای" در مقطع کارشناسی ارشد، در دانشگاه تهران راه اندازی شد.

این رشته طی دوره انقلاب فرهنگی مورد بازنگری قرار گرفت و با نام رشته "بهداشت حرفه‌ای" در دو مقطع کاردانی و کارشناسی ناپیوسته تعریف گردید. پس از آن در دانشگاه‌های اصفهان و سایر دانشگاه‌های کشور در مقاطع کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری راه اندازی شد.

در اواسط دهه ۸۰ این رشته بازنگری شد و پس از آن پذیرش دانشجویان در مقطع کارشناسی پیوسته در وزارت بهداشت به تصویب رسید. پس از تصویب کارشناسی پیوسته به تدریج پذیرش دانشجویان در مقطع کاردانی و کارشناسی ناپیوسته در دانشگاه‌های بزرگ کشور متوقف گردید.

در سال ۱۳۸۸، با توجه به ماهیت دروس و اهداف بهداشت حرفه‌ای، عنوان دانشنامه این رشته رسماً از طرف وزارت متبوع به رشته "مهندسی بهداشت حرفه‌ای" تغییر یافت و مدرک دانشنامه فارغ التحصیلان سال ۱۳۶۳ به بعد این رشته با عنوان "مهندسی بهداشت حرفه‌ای" صادر و ارزشیابی شد.

در تیرماه ۱۳۹۵، برنامه آموزشی رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای در مقطع کارشناسی پیوسته شامل مشخصات کلی، برنامه، سرفصل دروس و نحوه ارزشیابی، مجدداً مورد بازنگری قرار گرفت و در نهایت با توجه به مصوب شصت و ششمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی مورخ ۱۳۹۶/۰۳/۱۶ و نامه شماره ۵۰۰/۱۶۴۲/د مورخ ۱۳۹۷/۰۳/۳۰ معاون آموزشی و دبیر شورای آموزش پزشکی و تخصصی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، به طور رسمی برنامه آموزشی این رشته اصلاح گردید و عنوان دوره کارشناسی پیوسته از "مهندسی بهداشت حرفه‌ای" به "مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار" تغییر یافت.

منابع

1. Plog BA, Quinlan PJ (2002). Fundamentals of Industrial Hygiene, 5th Ed. United States of America: National Safety Council Press. P. 3-32.
2. World Health Organization. Protecting workers health Factsheet 2017. Available from: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health> [Last accessed on 2019 March 12].
3. گروه نویسندگان (قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای کشور) (۱۳۹۵)، حدود مجاز مواجهه شغلی، ویرایش چهارم، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت سلامت، مرکز سلامت محیط و کار: انتشارات دانشجو.
4. گروه نویسندگان (۱۳۹۶)، برنامه آموزشی دوره کارشناسی پیوسته رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی. قابل دسترسی در: <http://hcmep.behdasht.gov.ir/index.aspx?siteid=369&pageid=59284>، مورخ ۷ شهریور ۱۳۹۷.
5. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (۱۳۸۸)، سیر تحول رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای، قابل دسترسی در: <http://ph.sbm.ac.ir/index.jsp?fkeyid=&siteid=355&pageid=32065>، مورخ ۷ شهریور ۱۳۹۷.
6. معاونت بهداشتی شبکه دانشگاه علوم پزشکی کاشان (۱۳۹۷)، تاریخچه بهداشت حرفه‌ای در جهان، قابل دسترسی در: <http://healthab.kaums.ac.ir/Default.aspx?PageID=13>، مورخ ۲۱ مهر ۱۳۹۷.

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۵ / گفتار ۲ / دکتر ایرج محمدفام، دکتر جواد عدل (ره)

ایمنی کار و کنترل خطرات و بیماری‌های ناشی از کار

فهرست مطالب

اهداف درس	۷۸۹
مقدمه	۷۸۹
ایمنی کار	۷۹۰
شناسایی خطرات (Hazard Identification)	۷۹۱
تعریف خطر	۷۹۲
ارزیابی خطرات (Hazard Assessment)	۷۹۳
برنامه کنترل خطرات (Hazard Control Program)	۷۹۵
۱) از بین بردن یا حذف خطر (Hazard Elimination)	۷۹۷
۲) محدود سازی خطر (Hazard Limitation)	۷۹۷
۳) استفاده از طرح‌ها و دستگاه‌های ایمنی (Use of safety devices)	۷۹۷
۳-۱) دستگاه‌هایی که به خاطر سیستم، از بین می‌روند (Fail-safe devices : FSD)	۷۹۸
۳-۲) قفل‌های ایمنی (Safety Locks)	۷۹۸
۳-۳) دستگاه‌های تن به ضرر کم دادن (Minor Loss acceptance)	۷۹۸
۳-۴) مانیتورها (Monitors)	۷۹۹
۳-۵) دستگاه‌های هشدار دهنده (Warning devices)	۷۹۹
۴) استفاده از طرح‌های فرار و بقاء (Escape & survival)	۷۹۹
۵) سیستم‌ها و دستگاه‌های امداد (Rescue)	۸۰۰
۶) جداسازی (Isolation)	۸۰۰
منابع	۸۰۱

ایمنی کار و کنترل خطرات و بیماری‌های ناشی از کار

Workplace safety and control of occupational hazards and diseases

دکتر ایرج محمدفام*، دکتر جواد عدل (ره)**

* دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

** دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

اهداف درس

انتظار می‌رود فراگیرنده، پس از گذراندن این درس، بتواند:

- خطر را تعریف کند
- نحوه شناسایی خطر را شرح دهد
- چگونگی ارزیابی خطرات را توضیح دهد
- نحوه از بین بردن یا حذف خطر را شرح دهد
- طرح‌ها و دستگاه‌های ایمنی را نام ببرد
- چگونگی استفاده از طرح‌های فرار و بقاء را توضیح دهد
- سیستم‌ها و دستگاه‌های امداد را نام ببرد
- انواع تکنیک‌های شناسایی خطرات را نام برده هریک از آنها را توضیح دهد
- کاربرد تکنیک تجزیه و تحلیل خطاهای کاری را بیان کند.

مقدمه

در زبان عامیانه کار به صورت آنچه که فرد به عنوان یک شغل انجام می‌دهد تا درآمدی داشته باشد تعریف می‌شود. ولی به عبارت دقیق‌تر، کار عبارتست از استفاده از جسم و فکر یک فرد برای انجام یا ساختن چیزی بشرط آنکه جنبه استراحت و بازی نداشته باشد. طبیعی است که بشر در انجام هر کاری هدف بدست آوردن نتیجه بیشتر و بهتر و مرغوبتر را دنبال می‌کند. وقتی از فکر و جسم انسان به خوبی و به درستی استفاده

شود نتیجه کار بهتر و بیشتر و مورد پسندتر خواهد بود. اگر تجهیزات و ابزاری که برای سرعت بخشیدن به انجام کار و ممکن ساختن کارهای عظیم، مورد استفاده انسان قرار می‌گیرند بخوبی نگهداری شده و همواره آماده ارائه خدمات باشند نتیجه حاصل از کار را برای زمان‌های طولانی‌تری تداوم بخشیده و ازدیاد آنرا میسر می‌سازند. دقت در انتخاب و کیفیت مواد و مصالح مورد استفاده در انجام کار و همین‌طور دقت در کیفیت انجام خود کار و محصول بدست آمده، درجه تقاضا و مقبولیت محصول را افزایش می‌دهد. به همین دلیل امروزه مسایل و موضوعات مختلفی چون **نیروی کار** (شامل انتخاب، دانش، آموزش، مهارت و تواناییهای جسمی و ذهنی و ...)، **روش‌های کاری** (مطالعه و تغییر روش‌ها به منظور دستیابی به روش‌های ساده، ممکن، کارآ و کم هزینه و ...)، **تجهیزات و ابزار کار** (شامل طراحی و ساخت مناسب، روش‌های استفاده بهینه، برنامه‌های تعمیر و نگهداری و ...) و **کیفیت** (شامل کیفیت مواد مصرفی، میانی و محصول). کیفیت انجام کار و ... بسیار مورد توجه قرار گرفته و به صورت رشته‌های خاصی مورد مطالعه پیوسته انسان می‌باشند.

اما نکته‌ای که قابل ذکر است اینکه وقتی انسان در انجام کار به میزان بسیار ناچیزی از درستی انجام کار دور می‌شود (که در بسیاری از موارد این دور شدن کاملاً غیر عمد و بعضاً به دلایلی اجباری است) نتیجه کار لطمه بزرگی می‌خورد و آنطوری که باید بهتر و بیشتر و مورد پسندتر باشد نمی‌گردد. یا اینکه وقتی در انتخاب مواد اولیه و کیفیت آنها دقت کافی مبذول نمی‌گردد (که می‌تواند به دلایل اقتصادی، جغرافیایی، سیاسی و ... باشد) منجر به پایین آمدن کیفیت محصول و نتیجه کار می‌گردد. مواقعی که ابزار و تجهیزات کار بخوبی نگهداری نشده و بدرستی مورد استفاده قرار نگیرند ضمن کوتاه شدن عمر کاری آن‌ها در بعضی مواقع شکستگی، فرسودگی و از کار افتادگی زودرس، پیش آمده و باعث لطمه وارد شدن به اهداف انسان می‌گردد. همه این اتفاقات یعنی پایین آمدن کیفیت محصول و نتیجه کار و کم شدن آن نسبت به تلاشی که برای انجام کار مبذول شده، از همان ابتدا که بشر شروع به کار نموده وجود داشته است و به همین دلیل یکی دیگر از موضوعاتی که مورد توجه انسان قرار گرفته **ایمنی کار** می‌باشد.

از همان آغاز، بشر به فکر این بوده که در انجام هر کاری جنبه ایمنی آنرا مورد مطالعه قرار داده و از اتفاقاتی که منجر به کاهش میزان محصول یا نتیجه کار و پایین آمدن کیفیت آن و هدر رفتن نیرو و تلاش‌های فراوان صرف شده برای انجام کار می‌گردند جلوگیری نماید. مثال زیر توجه انسان اولیه به ایمنی کار را بخوبی نشان می‌دهد:

بشر اولیه وقتی تلاش نمود که سنگی را با کمک نیروی بازو طوری بشکند یا به اصطلاح امروزی طوری بتراشد که لبه نسبتاً نازک و تیزی داشته باشد تا بتواند مثلاً بدن حیوان شکار شده را ببرد خیلی زود متوجه شد که پس از انجام کار، آن قسمت از سنگ که بدست گرفته بود باعث وارد شدن صدمه به دست او شده است و لذا با پیچیدن برگ درخت به دور آن میزان صدمه وارده به دست را کاهش داد. این همان فکر و توجه به ایمنی کار می‌باشد.

ایمنی کار

همانطور که در مقدمه اشاره شد ایمنی کار یعنی تلاش برای جلوگیری از آنچه که باعث کاهش میزان

محصول یا نتیجه کار و پایین آمدن کیفیت آن و هدر رفتن نیرو و تلاش‌های صرف شده در انجام کار می‌گردد. امروزه ایمنی کار به صورت‌های مختلفی چون پیشگیری از حوادث یا داشتن سطح قابل قبول ریسک‌های مختلف موجود در انجام کار تعریف شده است. یکی از بهترین تعاریف عبارتست از میزان یا درجه فرار از خطرات (Degree of freedom from hazards) قسمت اصلی در این تعریف، فرار از خطرات می‌باشد و کلمه میزان یا درجه برای تعیین محدوده و مرز بکار رفته است. به مثالی که در مورد بشر اولیه در مقدمه اشاره شد توجه کنید. بشر اولیه می‌توانست برای جلوگیری یا کاهش میزان صدمه به دست یک یا چند برگ درخت را روی دسته سنگ بپیچد. طبیعی است که هرچه تعداد برگ‌های درخت پیچیده شده بیشتر باشد میزان صدمه به دست در حین انجام کار کمتر می‌شود. از طرف دیگر زیاد شدن تعداد برگ‌های پیچیده شده مانعی در انجام راحت و درست کار به شمار می‌آید. بنابراین به خود آن انسان اولیه بستگی داشت که تصمیم گرفته و از یک یا چند برگ درخت استفاده نماید. اگر دست‌هایش بزرگ و قوی بود بخوبی از عهده گرفتن دسته سنگ با چند لایه برگ برمی‌آمد و برعکس. پس می‌توان گفت که هر شخص، هر صنعت، هر کارخانه، هر سازمان و هر کشوری باید خود تصمیم بگیرد که میزان یا درجه فرار از خطرات یا ایمنی چقدر باشد. این بستگی درجه یا میزان ایمنی به خود هر سازمان و کشور یکی از عمده ترین دلایلی است که موجب شده تا امروزه ایمنی نتواند، همانند کیفیت و محیط زیست به صورت استانداردهای بین المللی مطرح شود. تصمیم گیری در مورد این میزان یا درجه ایمنی به عوامل مختلفی مربوط می‌شود که عبارتند از :

(۱) دانش و آگاهی: هرچه سطح دانش و آگاهی یک فرد، صنعت یا سازمان بالاتر باشد بیشتر تمایل خواهد داشت که میزان ایمنی را بالاتر ببرد. مثلاً اگر در صنعتی میزان صدای موجود بالا باشد و افراد مشغول به کار و مسئولین صنعت، به موضوع آلودگی صدا و اثرات آن در سلامتی انسان‌ها و حد مجاز قرار گیری در معرض صدا در طول ساعات کار، آگاهی داشته باشند طبیعی است که به فکر رفع و کنترل صدا خواهند بود. در غیر این صورت اصلاً به وجود صدا پی نخواهند برد.

(۲) توانایی‌های مختلف : اگر صنعت مورد نظر، امکانات مالی خوبی نداشته باشد با وجود تمایل مسئولین و افراد مشغول به کار در آن صنعت برای رفع و کنترل خطر آلودگی صوتی امکان انجام کار مهمی ممکن نخواهد بود. به همین ترتیب سایر امکانات نظیر امکانات فیزیکی، اجتماعی، سیاسی و تکنولوژیکی به صورت مانعی در بالا بردن درجه فرار از خطر خواهند بود. میزان یا درجه ایمنی، نشانگر آن است که ایمنی قابل اندازه گیری است. با تعیین مقدار آن هم می‌توان وضعیت ایمنی یک صنعت یا سازمان را در یک زمان خاص معین ساخت و هم با مقایسه وضعیت ایمنی موجود در دو زمان مختلف در مورد برنامه‌های ایمن سازی و ارتقاء سطح یا درجه ایمنی صنعت یا سازمان در دوره محدود به دو زمان مزبور اظهار نظر نمود.

شناسایی خطرات (Hazard Identification)

پس از روشن شدن مفهوم میزان یا درجه در ابتدای تعریف ایمنی به قسمت اصلی آن یعنی فرار از

خطرات یا دوری گزیدن از خطرات می‌پردازیم. برای آنکه بتوان از خطرات دوری کرد یا به اصطلاح از آن‌ها فرار کرد باید در وهله اول آن‌ها را شناسایی نمود و قبل از هر چیز باید خود خطر را تعریف کرد :

تعریف خطر

شرایطی که دارای پتانسیل یا بالقوه‌گی وارد آوردن آسیب بدنی و خسارت مالی به انسان باشد را خط می‌نامند. خطر دارای انواع مختلفی است که از آن جمله می‌توان به خطرات زیر اشاره نمود :

۱) خطرات فیزیکی (Physical hazards) مانند تغییر فاز، انتقال گرما، تبخیر و ایجاد سرما

۲) خطرات شیمیایی (Chemical hazards) مانند قابلیت اشتعال، قابلیت انفجار، ناپایداری و میل ترکیبی فراوان

۳) خطرات تهدید کننده سلامتی (Health hazards) هر ماده شیمیایی یا هر جسم دیگری که طبق مدارک علمی موجود می‌تواند در هنگام قرارگیری انسان در معرض آن‌ها اثرات سوء آنی (Acute effects) یا درازمدتی (Chronic effects) در سلامتی انسان داشته باشد. از جمله مواد شیمیایی مزبور می‌توان به انواع زیر اشاره کرد: مواد Carcinogen، مواد سمی (toxic agents) یا reproductive toxins، مواد تحریک کننده (irritants) مواد خورنده (Corrosives)، مواد حساسیت زا (Sensitizers)، موادی که به کبد صدمه می‌زنند (hepatotoxins)، موادی که به کلیه‌ها آسیب می‌رسانند (nephrotoxins)، موادی که روی سلول‌های عصبی اثر دارند (neurotoxins)، موادی که در مکانیسم تولید خون اثر سوء دارند، مواد آسیب رسان به ریه‌ها، پوست و چشم‌ها.

بنابراین شناسایی خطرات یعنی شناسایی و تشخیص شرایط موجود در محیط کار یا زندگی انسان. بعضا این شرایط به آسانی قابل تشخیص می‌باشند و متخصصین ایمنی، همانند یک پزشک به هنگام رویارویی با یک بیمار، با مشاهده دقیق یک فعالیت یا یک وضعیت یا محیط کار، بسیاری از خطرات را تشخیص می‌دهند. این نوع شناسایی خطر را اصطلاحاً تحت عنوان Walking, talking through method می‌خوانند که درست شبیه ویزیت و معاینه کردن بیمار توسط یک پزشک می‌باشد. بسیاری از شرایط هم هستند که به آسانی قابل تشخیص و شناسایی نبوده و نیاز به استفاده از روش‌های پیچیده، پرهزینه و زمان بر دارند. درست نظیر پزشکی که برای تشخیص بیماری نیاز به نمونه برداری و انجام آزمایش‌هایی دارد، در شناسایی خطرات هم روش‌های مشابهی وجود دارند. امروزه نزدیک به ۱۲۷ روش یا تکنیک شناسایی خطرات وجود دارد که به تدریج و با گذشت زمان در جریان توسعه علم ایمنی ابداع و بکار برده شده‌اند. بعضی از این تکنیک‌ها خطرات خاصی را مورد شناسایی قرار می‌دهند و بعضی دیگر برای شناسایی خطرات بالقوه یک فعالیت یا دستگاه خاص بوجود آمده‌اند. در جدول شماره ۱ - اسامی تعدادی از این تکنیک‌ها ارائه شده است.

جدول ۱ - اسامی تعدادی از تکنیک‌های شناسایی خطر

نام تکنیک	شرح	موارد کاربرد
تجزیه و تحلیل خطاهای کاری Action Error Analysis	این تکنیک، تداخل بین انسان و ماشین را بررسی می‌کند و خطاهای بالقوهٔ انسان را در انجام وظایف، شناسایی می‌نماید	در مورد مشاغلی چون جراحان، خلبانان و کنترل‌کننده‌های اطاق فرمان صنایع، کاربرد دارد.
ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظ‌ها و موانع Energy Trace & Barrier Analysis	جریان انرژی‌های مختلف را ردیابی کرده و جریان‌های ناخواسته را مشخص می‌سازد	در کلیه سیستم‌هایی که دارای انرژی هستند کاربرد دارد. مانند فرایندهای شیمیایی
تجزیه و تحلیل علت - پیامد Cause Consequence Analysis	ترکیبی از روش‌های بالا به پایین و پایین به بالا می‌باشد (Even Trace Fault Trace)	در مواردی که ریسک‌های ترکیبی یک سیستم، ارزیابی می‌شوند کاربرد دارد
تجزیه و تحلیل تغییرات Change Analysis	اثرات اصلاحات و تغییرات را بررسی می‌کند	در همه سیستم‌ها وقتی تغییری ایجاد شد و نکته اصلاحی انجام شد کاربرد دارد
تکنیک وقایع بحرانی Critical Incident Technique	روشی جهت شناسایی شرایط ناامن و خطاهای انسانی می‌باشد	کادر بهره برداری وقتی اطلاعات کافی در مورد عملیات را جمع‌آوری کردند این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد
تجزیه و تحلیل انواع نقص‌ها و اثرات آن‌ها در سیستم Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)	یک تجزیه و تحلیل قابلیت اعتماد سیستم می‌باشد	در مورد سیستم‌های الکتریکی، الکترونیکی هوا فضائی و سخت افزارهای مختلف کاربرد دارد
تجزیه و تحلیل غفلت‌ها و فراموشکاری‌های مدیریتی Management oversight and Risk Trace Analysis (MORT)	روشی جهت تجزیه و تحلیل حوادث به صورت سیستماتیک می‌باشد	در مورد همهٔ حوادث، قابل اجرا است

ارزیابی خطرات (Hazard Assessment)

پس از شناسایی خطرات برنامه کنترل خطرات اجراء می‌شود تا خطرات شناسایی شده به کلی از بین برده شده یا به نوعی تحت کنترل در آیند. اینکه برنامه کنترل خطر را باید از کدام خطر یا خطرات آغاز نمود نیاز به تعیین اولویت‌های خطرات دارد. برای تعیین اولویت خطرات، اولین کار محاسبه ریسک آنها می‌باشد. در ساده‌ترین

تعریف ریسک هر خطر از حاصل ضرب احتمال تبدیل شدن آن خطر به حادثه (احتمال وقوع حادثه) در پی آمد حاصله یا شدت حادثه به دست می‌آید. هم احتمال وقوع و هم پی آمد حادثه هر دو به صورت عدد کیفی بیان می‌شوند و معمولاً بر اساس نظر خبرگان، مستندات موجود، بانک‌های داده و شبیه‌سازی‌ها می‌گردند. چنانچه در صنعتی حوادث اتفاق افتاده به طور دقیق ثبت نشده و در نتیجه محاسبه احتمال وقوع و پی‌آمد از حوادث امکان پذیر نباشد می‌توان با توجه به آمار صنایع مشابه در نقاط مختلف کشور یا حتی جهان این ارقام را محاسبه کرد. به همین دلیل است که ثبت حوادث و نگهداری اطلاعات مربوطه حائز اهمیت فراوان می‌باشد. آنچه که در محاسبه ارقام مورد بحث مهم است این است که اگر احتمال وقوع در مورد یک حادثه خاص یا در مورد یکی از خطرات شناسایی شده بر حسب مثلاً درصد بیان شود باید در مورد بقیه خطرات نیز بر حسب درصد معین شود. پی‌آمد هم به همین ترتیب است یعنی اگر در مورد یکی از خطرات بر حسب مقدار کل خسارت وارده یا بر حسب تعداد کل روزهای از دست رفته محاسبه شود باید در مورد کلیه خطرات به همین ترتیب عمل شود. در غیر این صورت، ریسک هر خطر به صورت مجزا و یک عدد بیان می‌شود و قابل مقایسه با سایر ریسک‌ها نخواهد بود.

با محاسبه ریسک مربوط به کلیه خطرات شناسایی شده لیستی تهیه می‌شود که در آن ریسک‌های بزرگتر یا بیشتر در اول و ریسک‌های کوچکتر یا کمتر در آخر لیست قرار می‌گیرند و بدین ترتیب اهمیت و اولویت خطرها نسبت به همدیگر تعیین می‌گردد. پس از آماده شدن این لیست با توجه به خط مشی ایمنی (Safety policy) صنعت یا سازمان مورد مطالعه به خطرات مختلف ضرایبی داده می‌شود. مثلاً اگر خطرات مربوط به یک دستگاه خاص که با ارزش خارجی خریداری شده و به دلیل کمبود منابع ارزی از اهمیت خاصی برخوردار است به آن‌ها ضریبی بیشتر از یک (در مقایسه با سایر خطرات و اهمیت آن‌ها) تعلق می‌گیرد. این نوع اهمیت دادن‌ها در خط مشی ایمنی مشخص می‌شود. حالا اگر خطری ضریب ۲ داشته باشد ریسک مربوط به آن در ۲ ضرب می‌گردد. پس از دادن ضرایب مربوط به تک تک خطرات لیست دقیق اولویتی آن‌ها با توجه به ریسک ضرب شده در ضریب تهیه می‌گردد.

امروزه سعی می‌شود که پس از تدوین خط مشی ایمنی، ماتریس ریسک (Risk matrix) نیز تهیه گردد. در ماتریس ریسک که نمونه‌ای از آن در شکل ۱ نشان داده شده احتمال وقوع در محور X ها و پی‌آمد حادثه در محور Y ها برده می‌شود. از جمله نقاط لازم در خط مشی ایمنی تعیین سطح یا میزان ریسک‌پذیری یا ریسک قابل قبول صنعت یا سازمان می‌باشد که به صورت خطی در ماتریس ریسک مشخص می‌گردد.

وقتی لیست ریسک‌های خطرات شناسایی شده تهیه شد همه آن ریسک‌ها را به ماتریس ریسک منتقل می‌کنند. آن دسته از ریسک‌هایی که در پایین خط سطح ریسک‌پذیری قرار دارند خودبخود از لیست خطرات قابل کنترل حذف می‌شوند و ریسک‌های قرار گرفته در بالای سطح ریسک‌پذیری، مورد توجه قرار گرفته و بین خود به همان ترتیب فوق‌الذکر (با در نظر گرفتن ضرایب اهمیت آن‌ها) تعیین اولویت شده و برای اجرای برنامه کنترل خطرات آماده می‌شوند. در جدول ۲ - نمونه‌ای از ماتریس سه بعدی ارائه شده است:

جدول ۲ - ماتریس ریسک (Risk Assessment Matrix)

شدت	پیامد				احتمال						قابلیت کشف
	انسان	سرمایه	محیط زیست	اعتبار	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۵	سطح ۶	
۱	بدون جراحت آسیب	بدون آسیب	بدون اثر	بدون اثر	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	۱
۲	جراحات یا اثرات سطحی	آسیب خفیف	اثرات خفیف	اثرات خفیف	سبز	سبز	سبز	سبز	زرد	زرد	۲
۳	جراحات یا اثرات جزئی	آسیب جزئی	اثرات جزئی	اثرات جزئی	سبز	سبز	سبز	زرد	زرد	قرمز	۳
۴	جراحات یا اثرات عمده	آسیب موضعی	اثرات موضعی	اثرات قابل توجه	سبز	سبز	زرد	زرد	قرمز	قرمز	۴
۵	مرگ و میر یا ناتوانی دائمی	آسیب شدید	اثرات عمده	اثرات ملی	سبز	زرد	زرد	قرمز	قرمز	قرمز	۵
۶	مرگ و میر متعدد یا ناتوانی کلی	آسیب گسترده	اثرات وسیع	اثرات بین‌المللی	زرد	زرد	قرمز	قرمز	قرمز	قرمز	۶

برنامه کنترل خطرات (Hazard Control Program)

پس از تعیین خطراتی با ریسک‌های غیرقابل قبول، ضروری است اقدامات لازم جهت کنترل آن‌ها به شرح زیر به عمل آید:

الف- حذف علل ریشه‌ای نقص

ب- کاهش وخامت اثر خطا

ج- افزایش احتمال کشف نقص در فرآیند

د- افزایش رضایت کاری کارکنان از وضعیت ایمنی

در این فاز توجه به چهار اصل زیر حیاتی است:

۱. برای هر خطری با ریسک غیرقابل قبول بیش از یک راهکار ارائه کنید. این امر باعث می‌شود دست مدیریت برای اعمال اصلاحات بازتر بوده و احتمال پذیرفته شدن راهکار پیشنهادی شما بیشتر شود. برای

این کار می‌توانید از استراتژی‌های دهگانه‌ی هادون^۱ استفاده کنید. این اصول دهگانه با توجه به مدل انرژی و سه عنصر آن یعنی خطر، حفاظ و عنصر آسیب‌پذیر دسته‌بندی می‌شوند (جدول ۳):

جدول ۳- راهبردهای کنترل خطر بر اساس مدل انرژی هادون

راهبردهای مرتبط با خطر:	راهبردهای مرتبط با حفاظ	راهبردهای مرتبط با عنصر آسیب‌پذیر
از ایجاد انرژی جلوگیری کنید. کیفیت انرژی را تعدیل و اصلاح کنید. کمیت انرژی را تعدیل و اصلاح کنید. از رهایی کنترل‌نشده‌ی انرژی جلوگیری کنید. نرخ و نحوه‌ی توزیع انرژی آزادشده را تعدیل کنید.	از جداسازی مکانی و زمانی منبع انرژی و عنصر آسیب‌پذیر استفاده کنید. به حفاظ‌گذاری فیزیکی و جداسازی از طریق موانع بیندیشید.	افزایش مقاومت عنصر آسیب‌پذیر در برابر صدمات ناشی از جریان انرژی را مدنظر قرار دهید. به محدود کردن و مقابله با تلفات، جراحات و آسیب‌های حاصله فکر کنید. به تعمیر و توان‌بخشی عنصر یا فرد آسیب‌دیده توجه کنید.

۲. در تعیین راهکارهای کنترلی اولویت‌های ایمنی سامانه را به شرح زیر در نظر داشته باشید.
 - طراحی ایمن (به‌طوری‌که ریسک‌ها به حداقل ممکن تقلیل یابند): اجرای این مرحله با پیاده‌سازی فرایند ارزیابی و مدیریت ریسک در فازهای ایده و تفکر و طراحی امکان‌پذیر می‌شود. در این صورت امکان شناسایی و حذف خطرات قبل از ساخت و به‌کارگیری سامانه‌ها عملی می‌شود.
 - تعبیه‌ی تدابیر ایمنی: تدابیر ایمنی به کلیه‌ی تجهیزات و اقداماتی گفته می‌شود که قادرند خطرات را شناسایی و بدون نیاز به اقدام افراد درگیر با آن‌ها، کنترل کنند. فیوزها، رله‌ها، شیرهای ایمنی و... نمونه‌ای از این تدابیر به شمار می‌روند.
 - فراهم کردن وسایل هشداردهنده: این‌گونه تدابیر به‌تنهایی امکان کنترل خطرات را نداشته و به هنگام بالفعل درآمدن خطرات تنها به ارائه‌ی هشدارهای لازم به افراد بسنده می‌کنند. انواع آلارم‌های هشداردهنده نمونه‌ای از این تدابیر محسوب می‌شوند.
 - گسترش و بهبود دستورالعمل‌های عملیاتی، آموزش‌ها و...: این‌گونه تدابیر برای موفقیت به اقدام کاربران متکی هستند؛ به عبارت دیگر استفاده از این تدابیر زمانی موفقیت‌آمیز خواهد بود که کاربران آموزش‌های ارائه‌شده را فراگرفته و به مفاهیم ارائه‌شده در آن‌ها عمل کنند.
 - پذیرش ریسک: در صورتی که بنا به دلایل مختلف امکان کاهش ریسک‌ها به حد قابل قبول نباشد لازم

¹ Haddon

است:

۳. هزینه‌های احتمالی پیاده‌سازی راهکارهای پیشنهادی را برآورد و ارائه دهید. بیان هزینه‌های احتمالی کنترل خطرات به همراه میزان کاهش ریسک مورد انتظار آنها، تصمیم‌گیری مدیریت درباره‌ی پذیرش راهکارهای پیشنهادی را تسهیل می‌نماید.

۴. برای راهکارهای پیشنهادی مصوب، تاریخ اجرا و مسئول مشخص تعیین کنید. این امر باعث می‌شود که واحد یا شخص مسئول خود را در برابر هرگونه اهمال یا سستی مسئول دانسته و پیگیر اجرای مصوبات مربوطه باشد.

رویکردهای کلی برای کاهش ریسک‌های غیر قابل قبول عبارتند از:

۱) از بین بردن یا حذف خطر (Hazard Elimination)

برای کنترل هر خطر اول باید تلاش شود که به ترتیبی خطر از بین برده شده یا حذف گردد و معمولاً با خطر دیگری جایگزین می‌گردد. این کار با تغییر تکنولوژی و فرآیند یا تعویض و جایگزینی مواد عملی می‌گردد. طبیعی است وقتی فرآیندی تغییر یافت و خطر مورد بحث از بین رفت در فرآیند جدید هم خطر یا خطراتی وجود خواهد داشت که باید همواره سعی شود تا انتخاب فرآیند جدید به صورتی باشد که خطرات جدید از نظر میزان ریسک در منطقه پایین خط سطح ریسک پذیری مشخص شده در ماتریس ریسک قرار داشته باشند و دیگر نیازی به کنترل مجدد نباشد. به عنوان مثال می‌توان به تغییر رنگ‌های اتومبیل از سیستم حلالی مرسوم به سیستم آبی جدید اشاره نمود که در آن پایه یا base رنگ‌ها از حلال‌های آلی به آب تبدیل شده و بدین ترتیب خطر حلال‌ها (خطرات تهدید کننده سلامتی) از بین رفته و سیستم جدید دیگر خطری از این بابت ندارد.

۲) محدود سازی خطر (Hazard Limitation)

وقتی امکان از بین بردن و حذف خطر وجود نداشته باشد باید سعی نمود که به نوعی خطر محدود گردد. محدود سازی می‌تواند هم از نظر مکانی (جغرافیایی) و هم از نظر زمانی و هم از نظر گروه افرادی که در معرض خطر قرار دارند عملی گردد. مثلاً عدم صدور مجوز صنعتی برای اطراف شهرها و ایجاد شهرک‌های صنعتی در کشور نمونه‌ای از محدود سازی کلیه خطرات صنایع به یک منطقه بنام شهرک صنعتی می‌باشد. ممنوع ساختن ورود افراد متفرقه به داخل انبار مواد شیمیایی (فقط انبار دار حق رفتن به داخل انبار دارد) نیز نوعی محدود سازی می‌باشد و بالاخره اجرای عملیات تعمیر و نگهداری در شیفت روز (طبق برنامه نگهداری) نوعی محدودسازی زمانی است.

۳) استفاده از طرح‌ها و دستگاههای ایمنی (Use of safety devices)

دستگاه‌های ایمنی همانطور که از نام آنها پیداست دستگاه‌هایی هستند که ایمنی سیستم را فراهم

می‌نمایند و دارای انواع متعددی می‌باشند که به عنوان نمونه به چند نوع زیر اشاره می‌شود :

۱-۳) دستگاه‌هایی که به خاطر سیستم، از بین می‌روند (Fail-safe devices : FSD)

این دستگاه‌ها به هنگام خطر از کار می‌افتند یا به عبارت دقیق تر متوقف می‌شوند و سیستم را در حالت ایمن نگهداری می‌کنند. به عنوان نمونه می‌توان به فیوز برق در ورودی ساختمان یا دستگاه اشاره کرد که به محض بروز اشکال در سیستم برق رسانی (خطر مدار کوتاه یا کشیده شدن بار زیادتر از حد) می‌سوزد و باعث نجات سیستم یا دستگاه می‌شود. وقتی فیوز عمل کرد برق ساختمان یا دستگاه به کلی قطع و کار دستگاه متوقف می‌شود. به همین دلیل فیوز و امثال آنرا دستگاه‌های FSD از نوع انفعالی (Passive) می‌نامند. بعضی از این نوع دستگاه‌ها هستند که پس از عملکرد، کار سیستم یا دستگاه را در حداقل سطح ایمن، حفظ می‌کنند و باعث متوقف شدن کامل کار سیستم نمی‌گردند. آن‌ها را دستگاه‌های FSD از نوع عملیاتی (Operational) می‌نامند.

۲-۳) قفل‌های ایمنی (Safety Locks)

قفل‌های ایمنی بر سه نوع می‌باشند :

الف) قفل‌های درونی (Lock-ins) قفل‌هایی که خطر را در داخل به صورت محبوس نگه می‌دارند و اجازه نمی‌دهند که در معرض باشند. مثل قرار دادن سموم در یک هود یا قفسه مخصوص و قفل کردن درب آن. بدین ترتیب هیچکس بجز در مواقع ضروری و افراد با تجربه نمی‌تواند دسترسی به سموم داشته باشد و خطر سموم در داخل قفسه به صورت قفل شده می‌ماند. قفل پست‌ها و تابلوهای برق نیز از این نوع می‌باشند.

ب) قفل‌های بیرونی (Lock-outs) قفل‌هایی که بر عکس نوع اول خطر را در بیرون نگه داشته و اجازه ورود نمی‌دهند. بستن درها و پنجره‌ها و کلید روزنه‌ها به هنگام آلودگی هوا یا نشت گاز در محوطه صنعتی نوعی Lock-out می‌باشد که خطر آلاینده‌ها را در بیرون نگه داشته و از ورود آن‌ها به داخل سالن و منزل جلوگیری می‌نماید. کلیدهای برق ضد انفجار نوعی از این قفل‌ها به حساب می‌آیند که در محیط‌های دارای گازهای قابل اشتعال و انفجار نصب می‌گردند.

ج) قفل‌های خودکار (Inter-locks) قفل‌هایی که بطور خودکار و با بروز یک خطر، جریان بالا دستی یا کار سیستم را در بالا دست متوقف می‌سازند تا خطری بوجود نیاید. مثلاً در دیگ‌های بخار این نوع قفل با کم شدن جریان آب ورودی به دیگ که خطر انفجار را در پی دارد بطور خودکار شیر فلکه گاز ورودی به مشعل را می‌بندد و از بالا رفتن بیش از حد درجه حرارت در داخل دیگ جلوگیری می‌نماید. در ماشین‌های تراشکاری به محض باز کردن حفاظ شفاف روی قطعه کار قفل مزبور عمل کرده و برق موتور ماشین تراشکاری را قطع می‌نماید تا هیچ بخشی از قسمت‌های گردان در دسترس تراش کار نباشد.

۳-۳) دستگاه‌های تن به ضرر کم دادن (Minor Loss acceptance)

این دستگاه‌ها باعث می‌شوند که با وارد شدن یک ضرر و زیان کم از ضرر و زیان‌های بزرگتر جلوگیری شود. مثلاً صفحاتی بنام Rupture disk که در مخازن یا ظروف تحت فشار نصب می‌شوند و به محض بالا رفتن

فشار داخل مخزن از حد مجاز ترکیده و فشار را در مسیر خاصی آزاد می‌سازند و بدین ترتیب از انفجار مخزن تحت فشار جلوگیری می‌نمایند.

۳-۴) مانیتورها (Monitors)

با اینکه بسیاری از مانیتورها برای نشان دادن وضعیت یک فرآیند، طراحی و نصب می‌شوند و در جهت بهبود کیفی کار و محصول آگاهی‌های لازم را در اختیار انسان قرار می‌دهند ولی تعداد زیادی از آن‌ها هم شرایط و موقعیت‌های پیش آمده خطرناک را به انسان نشان می‌دهند تا با اقدامات لازم از وقوع حادثه پیشگیری نماید. به عنوان مثال کیلومتر شمار اتومبیل در سرعت‌های پایین یک مانیتور به منظور اهداف تکنیکی است تا راننده با دیدن سرعت ماشین و موتور به موقع دنده عوض کرده و استفاده بهینه از موتور داشته باشد. ولی همین مانیتور در سرعت‌های بالاتر از ۸۰ کیلومتر در ساعت به عنوان یک دستگاه ایمنی عمل می‌کند و به راننده پیش آمدن حالت خطرناک را نشان می‌دهد و هیچگونه کار تکنیکی را دنبال نمی‌نماید.

۳-۵) دستگاه‌های هشدار دهنده (Warning devices)

از آنجاییکه انسان به دلایل مختلفی نظیر فراموشکاری، خواب آلودگی و بی توجهی در بسیاری از مواقع به مانیتورها توجه نکرده و حالات خطرناک پیش آمده را متوجه نمی‌شود همیشه در کنار مانیتورها دستگاه‌های هشدار دهنده ضرورتاً نصب می‌شوند تا توجه انسان را به حالات و موقعیت‌های خطرناک پیش آمده که توسط مانیتورها نشان داده می‌شوند جلب نماید. مثلاً در صنایع شیمیایی به محض بالا رفتن مقدار گازهای خطرناک در داخل دستگاه‌ها یا در محیط کار و رسیدن عقربه مانیتور به نزدیک حالات خطرناک هشدار دهنده‌های صوتی (آلارم) عمل کرده و توجه انسان‌ها را جلب می‌نماید. هشدار دهنده‌های بینایی به صورت روشن شدن لامپ یا چشمک زدن لامپ عمل می‌کنند.

۴) استفاده از طرح‌های فرار و بقاء (Escape & survival)

سه مرحله فوق‌الذکر در برنامه کنترل خطر مخصوص جلوگیری از تبدیل شدن خطر به حادثه بودند و اصطلاحاً اعمال کنترلی قبل از وقوع (Pre - event) نامیده می‌شوند. حالا به سه مرحله دیگر برنامه کنترل خطر پرداخته می‌شود که به منظور کاهش پیآمدهای تبدیل شدن خطر به حادثه می‌باشند و اصطلاحاً بنام اعمال کنترلی بعد از وقوع (Post - event) خوانده می‌شوند. هدف در این مراحل کاهش تا حد امکان پیآمدهای حوادث می‌باشد که در چهار بخش صدمات جزئی (Minor injuries)، صدمات ناتوان کننده (Disabling injuries)، بیماری‌های ناشی از کار (Work-related diseases) و خسارات مالی خلاصه شده‌اند.

طرح‌های فرار و بقاء به آن منظور طراحی، ساخته و نصب می‌شوند که انسان بتواند به محض وقوع حادثه خود و دارایی‌های خود نظیر مواد و تجهیزات را از مهلکه دور کرده و نجات دهد. بهترین مثال برای این گونه طرح‌ها راه‌های فرار اضطراری (Exit) بخصوص در مواقع آتش سوزی است. هدف از ایجاد راه‌های فرار اضطراری

به عنوان یک طرح فرار و بقاء نشان می‌دهد که وجود هر راه اضافی در یک محیط کار یا ساختمان نمی‌تواند راه فرار اضطراری تلقی شود. اینگونه راه‌ها باید علاوه بر مقاوم بودن در برابر حریق عاری از دود و گازهای ناشی از حریق بوده و حرارت هوای داخل آن‌ها قابل تحمل برای انسان باشد تا بتواند از طریق آن‌ها خود را به سلامت از مهلکه دور کرده و به یک جای امن برساند. از این نوع طرح‌ها برای خارج ساختن مواد شیمیایی از مهلکه وجود دارد که نمونه بارز آن‌ها در مخازن مواد نفتی با سقف شناور نصب می‌شود.

۵) سیستم‌ها و دستگاه‌های امداد (Rescue)

سیستم و دستگاه‌هایی هستند که به منظور امداد رسانی به شخص گیر افتاده در حادثه و بعضاً به منظور نجات مواد و دستگاه‌ها طراحی و نصب می‌شوند. مثلاً امروزه سقف اتومبیل‌ها را به صورت یکپارچه با روزنه‌ای در قسمت بالای سر راننده طراحی می‌کنند. این روزنه دارای ابعادی در حدود ۶۵ سانتی متر بوده و تقریباً مربعی شکل است و دریچه‌ای به کمک ضربه یا پیچ آنرا در محل سقف اتومبیل می‌بندد. به هنگام وقوع حادثه مخصوصاً مواقعی که حادثه در خارج از شهرها و جاده‌های دور افتاده باشد پیدا کردن گاز استیلن و دستگاه برش سقف بسیار مشکل و نیاز به زمان زیاد دارد. زمانی که برای راننده مجروح و در حال خونریزی بسیار اهمیت دارد. با خارج ساختن دریچه مزبور، که به آسانی امکانپذیر است، راننده به موقع از خدمات امداد رسانی بهره مند می‌گردد.

۶) جداسازی (Isolation)

آخرین مرحله در برنامه کنترل خطرات، جدا سازی می‌باشد. یعنی وقتی نتوانستیم در مورد یک خطر از مراحل قبلی کنترل استفاده کنیم یا اینکه استفاده از مراحل قبلی در حد لزوم کفایت نکرد باید به مرحله جداسازی پرداخته شود. این مرحله مخصوصاً در مورد آن دسته از خطراتی که با توجه به قوانین و مقررات، اصلاً خطر تلقی نمی‌شوند مانند وجود بعضی آلاینده‌های شیمیایی در هوای محیط کار به میزان کمتر از حد مجاز که قانوناً به صورت مشکل مطرح نمی‌گردد ولی در دراز مدت باعث بیماری‌هایی چون سردردهای مزمن و ناراحتی‌های عصبی و ... می‌گردد بسیار مفید و کاربردی است.

جداسازی یعنی جدا کردن فیزیکی یا ایجاد مانع بین فرد و خطر یا بین دستگاه و خطر که از قرار گرفتن فرد یا دستگاه در معرض خطر جلوگیری می‌نماید. در انبارهای مواد شیمیایی اگر وسعت کافی موجود باشد بین مواد شیمیایی مختلف مخصوصاً بین مواد ناسازگار (Incompatible chemicals) باید فاصله کافی (طبق استانداردهای موجود) در نظر گرفته شود که نقش جداسازی را ایفا می‌نماید. وقتی وسعت انبار کافی نباشد مواد را نزدیک بهم انبار می‌کنند ولی بین آن‌ها دیواری به ارتفاع حداقل ۱/۵ متر بالاتر از سطح مواد انبار شده ایجاد می‌نمایند تا به عنوان جدا کننده عمل نماید. این نوع جداسازی فیزیکی مخصوصاً در طراحی کارخانه‌های صنعتی بسیار مورد توجه قرار دارد.

لوازم یا وسایل حفاظت فردی (Personal protective equipment = PPE) مهمترین نمونه از سیستم‌های جداسازی است وقتی امکان پیشگیری از نشت گاز در مواقع عادی یا اضطراری وجود نداشت یا به درجات پایین وجود داشت ماسک‌های تنفس در اختیار قرار می‌دهیم تا افراد با پوشیدن آنها سیستم تنفسی و حتی

در مواقع خاص پوست خود را از آلاینده‌ها حفاظت نمایند یا جداسازی کنند و بتوانند به سلامت از محیط آلوده خارج شده و خود را ایمن نگه دارند. لازم به یادآوری است که نقش اصلی لوازم حفاظت فردی همین جداسازی است و باید به هنگام وقوع حالت نامناسب و جهت دور شدن از محیط آلوده یا جدا بودن از خطر مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

۱. محمدفام ایرج. مهندسی ایمنی. تهران: انتشارات فن‌آوران، ۱۳۹۱.
۲. محمدفام ایرج. تجهیزات حفاظت فردی. تهران: انتشارات فن‌آوران، ۱۳۹۱.
۳. محمدفام ایرج، میرزایی علی‌آبادی مصطفی. ایمنی و بهداشت برای مهندسين. تهران: انتشارات فن‌آوران، ۱۳۹۲.
۴. جهانگیری مهدی. مدیریت و ارزیابی ریسک، ج ۱ (کلیات و ارزیابی ریسک کیفی). تهران: انتشارات فن‌آوران، ۱۳۹۴.
5. Oxford Learner's pocket Dictionary, New Ed. , Oxford University press, 1996.
6. Bretheric, L. Incompatible chemicals in the storeroom Identification & segregation PP. 87-101 in : safe storage of laboratory chemicals, Pipitone (Editor), John Willey & Sons, New York, 1991.

با درود به روان پاک استاد فقید، زنده یاد، دکتر جواد عدل و آرزوی مزید توفیقات و عمر با عزت و سرافرازی و پویایی برای استاد عالیقدر، جناب دکتر ایرج محمدفام که زحمت بازننگری این مبحث را تقبل فرمودند.

کتاب جامع

بهداشت عمومی

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

ایمنی شیمیایی

فهرست مطالب

۸۰۳	اهداف درس
۸۰۳	۱- مقدمه
۸۰۴	۲- حوادث و ایمنی شیمیایی
۸۰۴	۳- مدیریت ایمنی شیمیایی
۸۰۵	۴- طبقه بندی و کدگذاری مواد شیمیایی
۸۰۵	۴-۱- کدهای شناسایی مواد
۸۰۶	۴-۲- کدهای شناسایی خطرات (کدهای اقدامات اضطراری)
۸۰۶	۴-۳- طبقه بندی کالاهای خطرناک
۸۰۷	۴-۴- طبقه بندی کالاهای خطرناک در هنگام حمل و نقل بر اساس سامانه UN
۸۰۸	۴-۵- سامانه‌ی هماهنگ جهانی طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی (GHS)
۸۱۱	۵- بسته بندی و درج اطلاعات روی بسته های کالاهای خطرناک
۸۱۲	۶- ایمنی نگهداری و انبارداری مواد خطرناک
۸۱۴	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
۸۱۵	۸- حمل و نقل مواد شیمیایی
۸۱۵	۸-۱- حمل و نقل پیمانهای کالاهای خطرناک
۸۱۶	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
۸۱۸	منابع:

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 هرساله نیز

¹ 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 رهايش 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 ۲۰۱۴^۲ "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 رهايش 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 ارایه شده است و در کشورهای بریتانیا، استرالیا، نیوزیلند و مالزی استفاده می‌شود. این کد، نشان دهنده 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 ارایه 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- طبقه‌بندی 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)

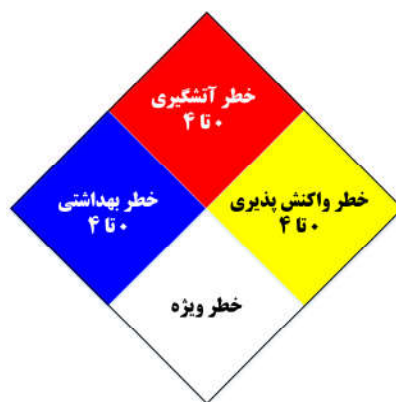
²⁴ Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response

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 به‌تدریج 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 خوردندگی 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 خوردنده 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 خوردنده
- 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

^{۳۱} Packaging Groups

^{۳۲} 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 اوزون 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 سامانه‌ای 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 - علایم خطر مواد شیمیایی در GHS و مفاهیم هر کدام

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

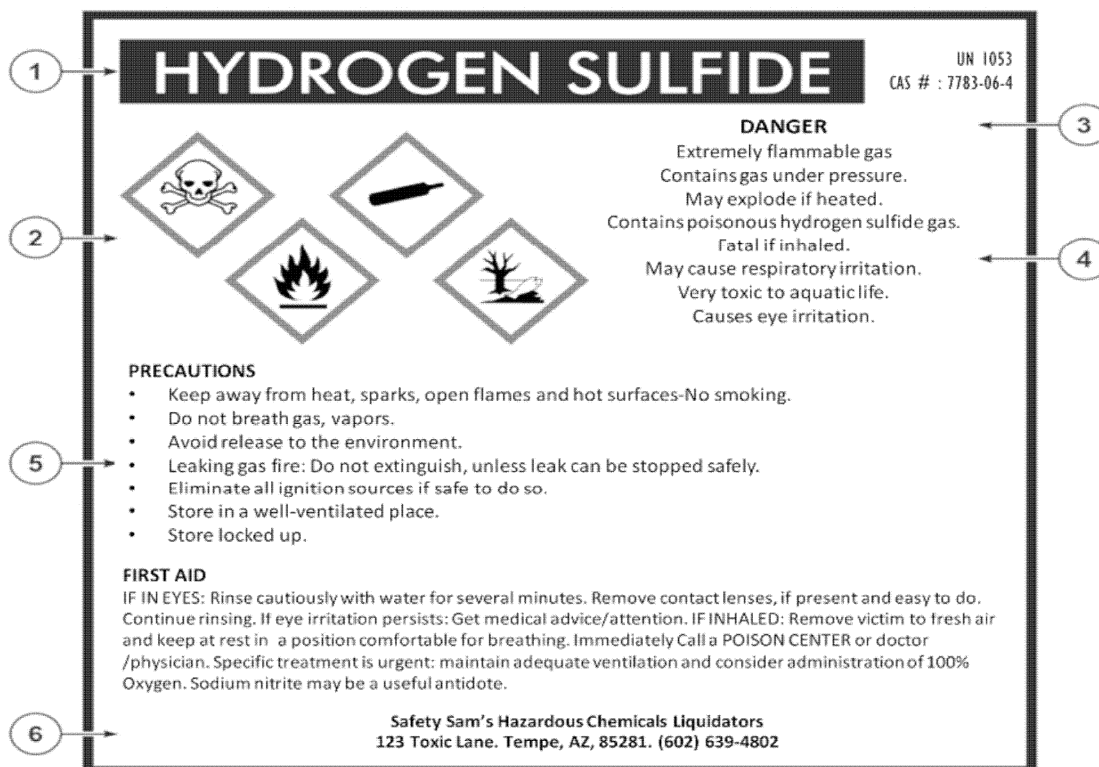
۴-۵-۱ - برچسب GHS

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 سه گانه خطرات معرفی شده است. در جدول ۱ علامت‌های خطر و مفهوم هر کدام روی برچسب‌های GHS برای سه گروه 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 ارایه 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

^{۳۸} American National Safety Institute

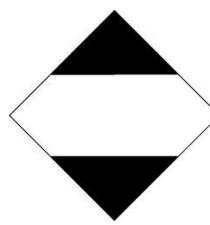
^{۳۹} International Standard Organization

^{۴۰} Label

^{۴۱} Placard

^{۴۲} 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»**

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 ^{۴۳}FIFO 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، باید از 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. بدین‌منظور 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. بدین‌منظور 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 اگرچه 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 چربی زدائی 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

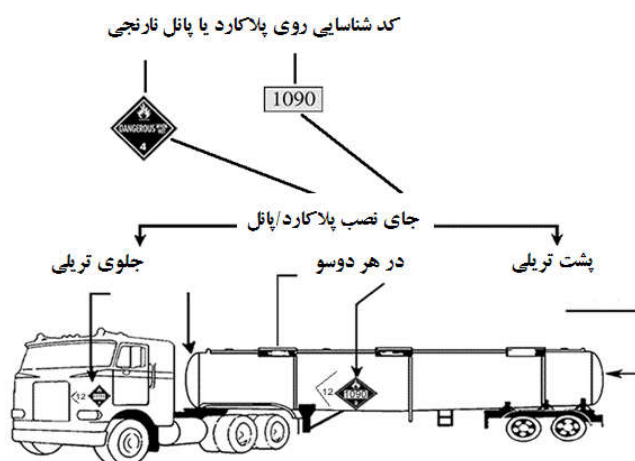
مواد شیمیایی ممکن است درون یک واحد صنعتی، از کارخانه‌ای به کارخانه دیگر، از شهری به شهر دیگر و حتی از قاره‌ای به قاره دیگر حمل و نقل شوند. انتخاب روش و وسیله حمل و نقل، بستگی به حالت فیزیکی، خاصیت شیمیایی و مقدار ماده شیمیایی و نیز مسافت میان مبدأ و مقصد دارد. چنانچه مسافت طولانی و بیرون از صنعت باشد، 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. بارنامه 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 بارنامه ثبت می‌شود. بنابراین براساس آن می‌توان به ماهیت کالا پی 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 آدمرو 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

⁴⁸ Pipeline

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 چشم‌شوی 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 ۸-۷

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: فناوران، 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.

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۵ / گفتار ۴ / دکتر حسین حاتمی

سلامت کارکنان حرفه‌های پزشکی

فهرست مطالب

اهداف درس	۸۲۱
مقدمه	۸۲۱
سازمان دهی نظام سلامت کارکنان	۸۲۲
اهداف کلی	۸۲۲
اهداف ویژه	۸۲۲
انتقال عوامل عفونت‌زا در محیط کار	۸۲۴
انتقال عوامل عفونت‌زا از طریق خون (Blood borne)	۸۲۴
انتقال از طریق هوا (Air-borne Transmission) و ذرات قطره‌ای (Droplet nuclei)	۸۲۵
انتقال مدفوعی دهانی (Fecal-oral Transmission)	۸۲۵
انتقال از طریق تماس پوستی	۸۲۶
طغیان بیماری‌های عفونی ناشی از تماس کارکنان بهداشتی ناقل بعضی از عفونت‌ها	۸۲۶
طغیان بیماری‌های عفونی ناشی از تماس کارکنان بهداشتی مبتلا به این بیماری‌ها	۸۲۷
غربالگری و پیشگیری بیماری‌های مُسری در کارکنان حرفه‌های پزشکی	۸۳۰
پیشگیری منظم آزمون‌های کارکنان و واکسیناسیون یادآور در موارد لازم	۸۳۱
آزمون‌های رایج برای کارکنان جدید بیمارستان‌ها	۸۳۱
واکنش یادآور (Booster effect)	۸۳۱
نحوه رویارویی با کارکنانی که در تماس با خون و سایر مایعات بدن قرار گرفته‌اند	۸۳۳
نحوه رویارویی با کارکنان و بیمارانی که در تماس با آبله مرغان قرار گرفته‌اند	۸۳۳
نحوه رویارویی با کارکنان و بیمارانی که در تماس با مننگوکوک بوده‌اند	۸۳۷
مبانی پیشگیری از SARS و بیماری‌های مشابه آن در مراکز بهداشتی - درمانی	۸۳۷
حفاظت کارکنان آزمایشگاه‌ها	۸۳۸
منابع:	۸۳۹

سلامت کارکنان حرفه‌های پزشکی Health care workers' health

دکتر حسین حاتمی

دانشکده بهداشت و ایمنی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

اهداف درس

انتظار می‌رود فراگیرنده، پس از گذراندن این درس، بتواند:

- اهمیت رعایت موازین بهداشتی در پیشگیری از مخاطرات شغلی را شرح دهد
- اجزاء نظام سلامت کارکنان را نام ببرد
- راه‌های انتقال عوامل عفونت‌زا در محیط کار را توضیح دهد
- طغیان‌های ناشی از تماس کارکنان ناقل و بیمار در محیط کار را با ذکر مثال، شرح دهد
- عفونت‌های قابل انتقال از کارکنان به بیماران و بالعکس را نام ببرد
- نحوه رویارویی با کارکنانی که در تماس با خون و سایر مایعات بدن قرار گرفته‌اند را شرح دهد
- لزوم تشکیل پرونده بهداشتی و صدور کارت بهداشتی برای پرسنل را متذکر شود
- در مورد لزوم محدودیت حضور کارکنان بیمار در محل کار، توضیح داده و مثال بزند
- در خصوص پیشگیری دارویی و واکسیناسیون پرسنل بهداشتی - درمانی، توضیح داده و مثال بزند

مقدمه

منظور از نظام سلامت حرفه‌های پزشکی یا نظام سلامت مشاغل مرتبط با خدمات بهداشتی عبارتست از سیاستگذاری‌ها، برنامه‌ها و فعالیت‌هایی که به منظور حفظ و ارتقاء سلامتی کارکنان به هنگام سلامت و بازگرداندن سلامتی آن‌ها در زمان بیماری و قطع زنجیره انتقال با رعایت موازین بهداشتی، کنترل عفونت‌های محل خدمت، اعم از بیمارستان، درمانگاه . . . و آزمایشگاه، اعمال می‌شود. منظور از حرفه‌های پزشکی عبارتست از پزشکان عمومی، متخصصین رشته‌های مختلف پزشکی، دندانپزشکی، مامایی، رشته‌های پرستاری و وابسته به

آن، رشته‌های علوم آزمایشگاهی، کارکنان اورژانس‌های پزشکی، دانشجویان رشته‌های پزشکی و وابسته به آن، کارکنان موسسات پژوهشی مرتبط با سلامت و بهداشت و کلیه کسانی که به نحوی با بیماران، نمونه‌های بالینی آنها و عوامل عفونت‌زا سروکار دارند و اگر با اقتدای به حکیم نظامی، حفظ و ارتقای سلامتی را به مفهوم کسب آسودگی، تلقی کنیم (سلامت به اقلیم آسودگیست) هدف اصلی نظام سلامت کارکنان، ایجاد امنیت بهداشتی در محیط کار برای کارکنان حرفه‌های پزشکی و مراجعین به آنها می‌باشد و بدیهی است که منظور از اقلیم آسودگی، همان تامین و ارتقاء سلامت جسمی، روانی و اجتماعی است تا در سایه آن متولیان و خدمتگزاران امر سلامت جامعه، خود جزو سالم‌ترین‌ها باشند و با پوشیدن لباس دانش و مهارت موازین بهداشتی، همچون غواصانی آگاه، ماهر و آماده، بدون هیچگونه احساس خطری به نجات غرق‌شدگان در دریای عوامل عفونت‌زا بپردازند.

سازمان دهی نظام سلامت کارکنان

سازمان دهی نظام سلامت کارکنان، بر حسب دامنه‌ای که برای اهداف اصلی آن تعریف می‌کنیم متفاوت خواهد بود به طوری که اگر جامعه هدف، فقط کارکنان بیمارستان‌ها باشند جزئی از برنامه‌های مدون کمیته‌های کنترل عفونت در بیمارستان‌ها را تشکیل خواهد داد ولی اگر شامل کلیه دست‌اندرکاران نظام سلامت جامعه و زیرمجموعه‌های مستقیم و غیر مستقیم وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی باشد باید تشکیلات سازمانی مفصلی نظیر آنچه که در الگوریتم شماره ۱ پیشنهاد شده است مد نظر قرار گیرد و حقیقت امر اینست که با توجه به اهمیت و وسعت موضوع و اینکه هر لحظه ممکن است با نوپدیدی و بازپدیدی یکی از بیماری‌های عفونی نظیر SARS و تب‌های خونریزی دهنده، مواجه شویم و یا توسط تروریسم جهانی، تهدید گردیم نیاز به سیاستگذاری‌های کشوری و ابلاغ به سطوح پایینتر، کاملاً محسوس می‌باشد و چنین ایجاب می‌کند که با ژرفای بیشتری به این مفاهیم، بنگریم و بر این اساس، سریعاً به تدوین و اجرای برنامه‌های لازم بپردازیم.

اهداف کلی

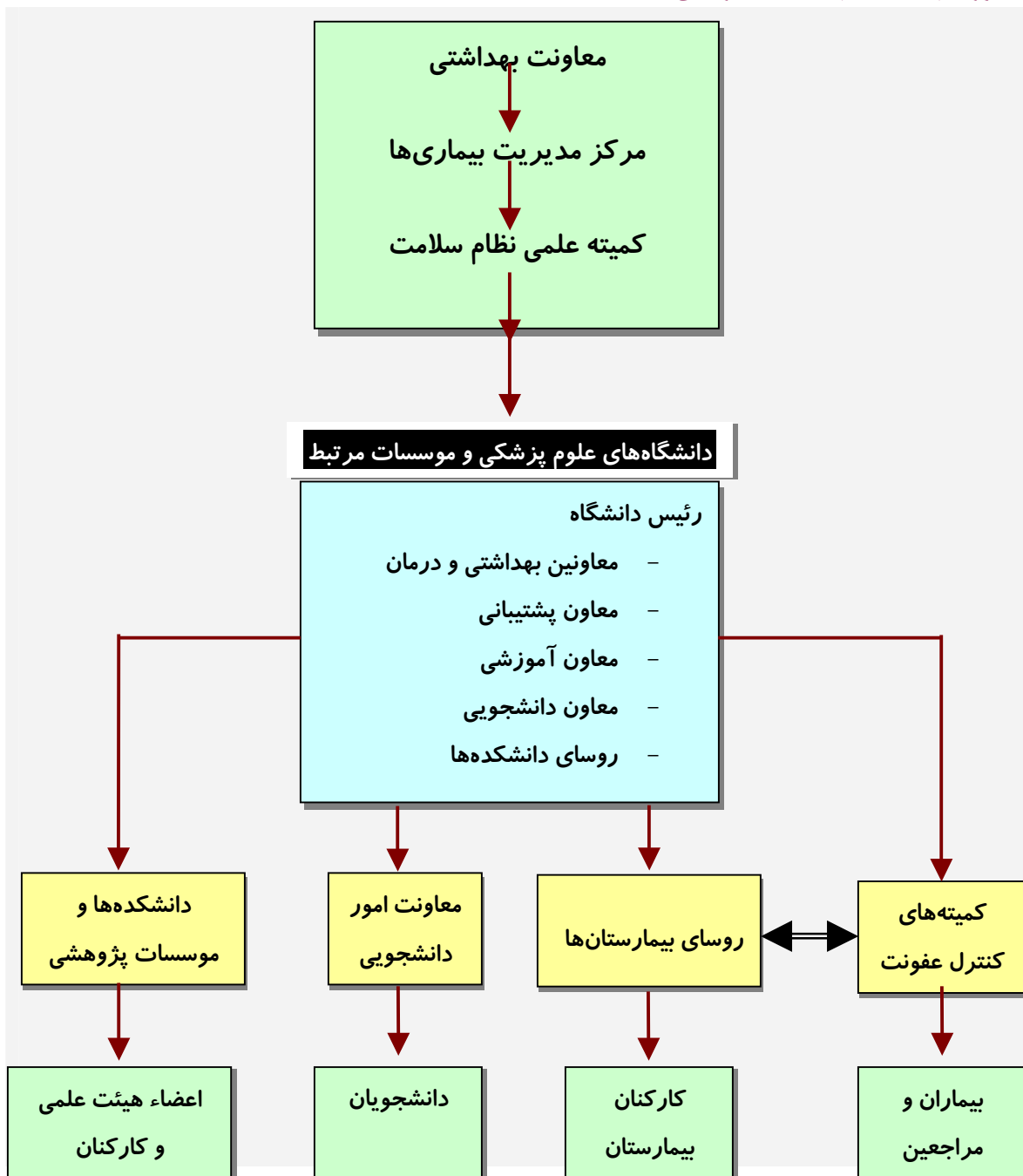
- ۱ - حفظ سلامتی کارکنان
- ۲ - ارتقای سلامتی کارکنان
- ۳ - پایش فعال به منظور قطع زنجیره انتقال بیماری‌های عفونی از کارکنان به همکاران، بیماران، مراجعین و بالعکس
- ۴ - حفظ و ارتقای سلامت روانی اجتماعی و معنوی کارکنان

اهداف ویژه

- ۱ - تشکیل پرونده سلامت برای کارکنان جدید و تکمیل آن برای کارکنان شاغل و بازنشستگان
- ۲ - بررسی وضعیت ایمنی کارکنان در مقابل بیماری‌های مسری
- ۳ - واکسیناسیون کارکنان در معرض خطر
- ۴ - بازآموزی و نوآموزی موازین بهداشتی به منظور ارتقاء آگاهی‌های بهداشتی و مهارت‌های لازم

- ۵ - تشکیل پرونده بهداشتی و پایش سلامت دانشجویان و اعضاء هیئت علمی
- ۶ - تامین محیط اجتماعی سالم به منظور ارائه خدمات بهداشتی درمانی با کیفیت عالی
- ۷ - نوآموزی و بازآموزی بیماری‌های نوپدید و بازپدید و مخاطرات احتمالی آن‌ها برای کارکنان حرفه‌های پزشکی و ایجاد آمادگی به منظور پیشگیری و مقابله با اینگونه بیماری‌ها

آلگوریتم ۱ - نظام سلامت کارکنان



انتقال عوامل عفونت‌زا در محیط کار

عوامل عفونت‌زا در محیط بیمارستان و محیط‌های مشابه، به طرق مختلفی منتقل می‌گردند که عمده ترین آنها عبارتست از :

- انتقال از طریق خون
- انتقال از طریق تنفس
- انتقال از طریق دستگاه گوارش
- انتقال از طریق پوست

در این گفتار به اشاره مختصر و ذکر مثال‌هایی در مورد برخی از این بیماری‌ها بسنده شده، شرح مفصل آن را به “کتاب نوپدید و بازپدید بیماری‌ها و سلامت حرفه‌های پزشکی” محول می‌نماییم.

انتقال عوامل عفونت‌زا از طریق خون (Blood borne)

توجه به انتقال عوامل عفونت‌زای منتقله از طریق خون، حائز اهمیت فراوانی است. براساس مطالعات موجود احتمال انتقال ویروس عامل ایدز (HIV) در حدود ۰/۳ درصد می‌باشد و تا کنون موارد ثابت شده منتقله از طریق اصابت سرسوزن و حتی موارد منتقله از طریق تماس مخاطی، در بین کارکنان بهداشتی، کاملاً به اثبات رسیده است.

البته احتمال انتقال ویروس هپاتیت B در تماس‌های شغلی به مراتب بیشتر از ویروس عامل ایدز است و به گزارش مرکز کنترل بیماری‌های آمریکا، سالانه حدود ۳۰۰ نفر از کارکنان بهداشتی ایالات متحده در اثر ابتلاء شغلی هپاتیت B جان خود را از دست می‌دهند. بدیهی است که میزان قابلیت سرایت هپاتیت B مستقیماً در ارتباط با مثبت بودن HBeAg است به طوری که در افراد HBeAg منفی در حدود ۳ درصد و در افراد مثبت در حدود ۳۰ درصد می‌باشد و براساس بعضی از گزارش‌ها، با استقبال بیشتر کارکنان بهداشتی، از واکسیناسیون هپاتیت B از میزان بروز و در نتیجه از عوارض احتمالی و مرگ ناشی از بیماری در آن‌ها کاسته شده است.

میزان مرگ ناشی از هپاتیت C منتقله از طریق تماس‌های شغلی، مشخص نمی‌باشد ولی آمارها نشان دهنده این واقعیت است که در صورت اصابت اشیاء نوک تیز آلوده، احتمال انتقال در حدود ۳٪ یعنی ده برابر HIV می‌باشد و در افرادی که به تازگی مبتلا شده‌اند احتمال پیشرفت هپاتیت C به سمت حالات مزمن و عوارضی نظیر سیروز در حدود ۸۰٪ خواهد بود و با توجه به اینکه واکسن، پروفیلاکسی و درمان شفابخشی (Curative) برای آن وجود ندارد رعایت موازین احتیاط‌های همه جانبه (استاندارد) در پیشگیری از بروز آن حائز اهمیت بسیار زیادی است.

طغیان‌های ناشی از انواع تب‌های همورائیک و از جمله تب خونریزی دهنده ناشی از ویروس Ebola باعث ابتلاء عده کثیری از کارکنان بهداشتی در بیمارستان‌ها گردیده و طی سال‌های ۱۶-۲۰۱۴ در همه گیری وسیع شرق آفریقا بار دیگر به اثبات رسیده است. هرچند CMV می‌تواند برای کارکنانی که در دوران بارداری در تماس با آن قرار می‌گیرند مشکل ساز باشد ولی مطالعات اخیر، نشان داده است که احتمال انتقال آن از طریق تماس‌های شغلی در پرستاران بخش اطفال و سایر کارکنان، بیشتر از سایر افراد جامعه نمی‌باشد.

انتقال از طریق هوا (Air-borne Transmission) و ذرات قطره‌ای (Droplet nuclei)

خطر مراقبت از مبتلایان به سل و انتقال میکوباکتریوم به کارکنان بهداشتی، اخیراً در چند طغیان نسبتاً شدید بیمارستانی عفونت ناشی از ارگانیسم‌های مقاوم به چند دارو در ایالات متحده به اثبات رسیده است و در این طغیان‌ها حداقل ۲۰ نفر از کارکنان تماس یافته، دچار بیماری علامت دار، گردیده و صدها نفر به عفونت سلی بدون علامت، مبتلا شده‌اند و چند نفر از کارکنان بهداشتی آن کشور که از طریق تماس شغلی، مبتلا گردیده‌اند جان باخته‌اند. احتمال انتقال ویروس آبله مرغان / زونا از طریق تنفس، وجود دارد و هرچند میزان قابلیت سرایت آن مشخص نشده است ولی میزان بروز آن در افراد حساس تماس یافته را در حدود ۱۰٪ در سال، ذکر کرده‌اند و لذا واکسن VZV به منظور کنترل عفونت‌های بیمارستانی ناشی از این ویروس، با اهمیت تلقی می‌شود.

میزان حمله سرخک در کارکنان بهداشتی تماس یافته، در حد بالایی قرار دارد و از طرفی احتمال عدم تاثیر واکسن، وجود دارد و مصونیت ناشی از آن نیز مادام العمر نبوده و از آنجا که پزشکان و پرستاران، در معرض خطر بیشتری می‌باشند لازم است همواره در مقابل این بیماری شدیداً مَسری، از مصونیت کافی برخوردار باشند. عفونت ناشی از ویروس سرخچه و پاروویروس B19 در کارکنان باردار، از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا رشد و تکامل جنینی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

انتقال آدنوویروس، RSV و عامل سیاه سرفه نیز به کارکنان بهداشتی به اثبات رسیده است. و کروناویروس عامل SARS نیز بیش از یک سوم قربانیان خود را از بین کارکنان حرفه‌های پزشکی برگزیده است.

انتقال مدفوعی دهانی (Fecal-oral Transmission)

طغیان‌های متعددی از هپاتیت A با انتشار به کارکنان بهداشتی، گزارش گردیده است و حتی یکی از همه‌گیری‌ها پس از بستری کردن کودک مبتلا به هپاتیت A در زمینه نقص ایمنی در یکی از بیمارستان‌ها رخ داده است و به علت عدم پاسخ ایمنی و مثبت نشدن آزمون سرولوژیک تشخیصی، موازین بهداشتی لازم، مراعات نشده و حدود ۱۵٪ از کارکنان آن بیمارستان را مبتلا نموده است. لازم به ذکر است که با توجه به آندمیک بودن این بیماری در نقاط مختلف کشور ایران و اینکه ابتلاء به آشکال با علامت یا بدون علامت آن در دوران کودکی باعث مصونیت مادام العمر می‌شود و از طرفی بررسی‌های انجام شده، حاکی از وجود آنتی‌بادی IgG مصونیت بخش در بیش از ۹۰ درصد افراد بالاتر از ۱۸ ساله و بیش از ۹۵ درصد افراد بالاتر از ۳۵ ساله ایرانی است انتظار نمی‌رود در حال حاضر این بیماری جزو مخاطرات شغلی کشور، به حساب آید.

شایان ذکر است که سالمونلاها نیز به طرق مختلفی در بیمارستان‌ها ممکن است منتشر شوند:

- ۱ - از طریق یک منبع مشترک (غذای آلوده)
 - ۲ - از بیماران به کارکنان
 - ۳ - از طریق تماس با فضولات و خون آلوده بیماران در بخش‌های بالینی و آزمایشگاه‌های تشخیص طبی یا تحقیقاتی.
- لازم به ذکر است که بررسی‌های رایج کارکنانی که دست اندر کار تهیه و توزیع غذا در بیمارستان هستند

ممکن است جوابگو نباشد و علاوه بر این‌ها نه تنها نیروهای پرستاری بلکه کارکنان رختشویخانه‌ها و آزمایشگاه‌های بیمارستان‌ها نیز در معرض خطر ابتلاء به این بیماری می‌باشند. سایر عفونت‌های شایع روده‌ای نظیر بیماری ناشی از ویروس نورواک و کریپتوسپوریديوز نیز ممکن است به کارکنان انتقال یابد و مخصوصاً در مورد ویروس نورواک گزارش‌های موجود حاکی از قابلیت سرایت شدید و انتشار در بین بیش از ۹۰٪ از کارکنان تماس یافته می‌باشد.

انتقال از طریق تماس پوستی

ممکن است هرپس انگشتان (Herpetic whitlow)، کچلی (Tinea corporis) و زگیل (Papilloma virus) از این طریق به کارکنان، منتقل شود.

طغیان بیماری‌های عفونی ناشی از تماس کارکنان بهداشتی ناقل بعضی از عفونت‌ها

کارکنان بهداشتی که ناقل بعضی از عفونت‌ها هستند ممکن است عوامل عفونت‌زا را به سایر کارکنان و به بیماران، منتقل کنند. گزارش‌های اخیر، حاکی از آنست که ویروس عامل هپاتیت B و C می‌تواند از پرسنل پزشکی و پرستاری به بیماران، انتقال یابد و براساس یک گزارش تایید شده، ۱۹ نفر (۱۳٪) از ۱۴۴ بیماری که به وسیله یکی از جراحان قفسه سینه HBsAg+ و HBeAg+ دچار عفونت ناشی از ویروس هپاتیت B گردیده‌اند و انجام PCR بر روی سرم جراح مزبور، وجود بیش از یک بیلیون از ذرات ویروسی در هر میلی لیتر خون او را به اثبات رسانده و ضمناً مشخص شده است که واکسیناسیون این پزشک، ناقص بوده و خود او در تماس‌های شغلی، مبتلا گردیده است. همچنین انتقال ویروس هپاتیت C از یک نفر جراح قلب، حداقل به پنج نفر از بیمارانی که تحت عمل جراحی دریچه قلب قرار گرفته‌اند نیز گزارش شده است.

حالت ناقلی استافیلوکوک آرئوس که در ۹۰-۲۰ درصد کارکنان بهداشتی یافت می‌شود در ارتباط با طغیان‌های این عفونت، مخصوصاً در بخش‌های مراقبت ویژه بوده و مشخص شده است که عدم شستشوی کامل دست‌ها باعث انتقال باکتری شده است. براساس گزارش دیگری یکی از جراحان ناقل استافیلوکوک آرئوس مقاوم به متی‌سیلین باعث انتقال این باکتری به ۸ نفر از ۴۳ بیمار خود در بخش مراقبت‌های ویژه گردیده است. ضمناً در مطالعه دیگری به دنبال استفاده جراح مزبور، از ماسک از میزان بروز عفونت منتقله کاسته شده است. شایان ذکر است که حالت ناقلی داخل بینی را می‌توان با تجویز پماد Mupirocin و سیپروفلوکساسین خوراکی و ریفامپین، ریشه کن نمود. طغیان عفونت‌های ناشی از استرپتوکوک‌های گروه A منتقله از طریق کارکنان بهداشتی، بارها به اثبات رسیده است. بدیهی است که در اغلب موارد، کارکنان بهداشتی، فاقد علائم بالینی هستند ولی کشت نمونه‌های حلق، واژن، رکتوم یا پوست آن‌ها، وجود استرپتوکوک‌ها را به اثبات می‌رساند. گاهی انتقال استرپتوکوک‌ها از طریق ذرات قطره‌ای یا بوسیله غذا صورت می‌گیرد و لذا کارگران مسئول تهیه و توزیع غذا می‌توانند عفونت را از طریق اقداماتی که در آشپزخانه یا رستوران صورت می‌گیرد انتقال دهند.

و اغراق‌آمیز نیست اگر گفته شود: عرصه خدمات پزشکی، وادی مقدسی است که تنها کسانی که دارای طینت پاک، پوست پاک، مخاط پاک و خون پاکی هستند باید اجازه حضور و خدمت رسانی در آن را داشته باشند.

طغیان بیماری‌های عفونی ناشی از تماس کارکنان بهداشتی مبتلا به این بیماری‌ها

یکی از مسائل قابل توجه، حضور در محل کار و ادامه فعالیت روزمره توسط کارکنانی است که دچار بیماری هستند و بدینوسیله عامل عفونت را در محیط، منتشر می‌نمایند. مثلاً طی چندین گزارش، مشخص شده است که طغیان سرخک در بخش‌های بیمارستانی در اثر حضور دانشجویان مبتلا به این بیماری بوده است و آبله مرغان نیز ممکن است به وسیله کارکنان خدمات بهداشتی، منتقل گردد. به طوری که طی گزارشی مشخص شده است که یکی از دستیاران رشته تخصصی کودکان، پس از تماس با فرد مبتلا دچار آبله مرغان گردیده و تا زمان بروز علائم بالینی به کار خود ادامه داده است و نهایتاً باعث تماس با حدود ۲۵۰ بیمار و کارگر شده و حدود ده هزار دلار، خسارت به بار آورده است. یادآور میشود که هرچند واکسیناسیون واریسلا برای کارکنان بهداشتی، الزامی نیست ولی به وسیله کمیته مشورتی ایمن‌سازی و مرکز کنترل بیماری‌ها توصیه شده است. البته یکی دیگر از راه‌های جلوگیری از انتقال این ویروس از کارکنان به بیماران، استفاده از ماسک طی دوران عفونت‌زایی احتمالی و دریافت آسیکلوویر است و انتقال ویروس عامل SARS از کارکنان حرفه‌های پزشکی به بیماران و سایر تماس یافتگان در محیط بیمارستان و حتی در محیط‌های خارج بیمارستانی و مخصوصاً هتل محل اقامت آنان در اولین جهانگیری بیماری، به کرات، رخ داده است.

توبرکولوز نیز یکی از بیماری‌هایی است که ممکن است از کارکنان بیمار به سایر کارکنان و بیمارانی که با آن‌ها در تماس هستند منتقل شود. طی مطالعه‌ای ۸ نفر از کارکنان بهداشتی، دچار توبرکولوز فعال گردیده و میزان تبدیل تست توبرکولین از منفی به مثبت در کارکنان بخش سل به حدود ۴۸-۳۰ درصد افزایش یافته و انتقال از کارکنان بیمار به کارکنان سالم نیز کاملاً به اثبات رسیده است.

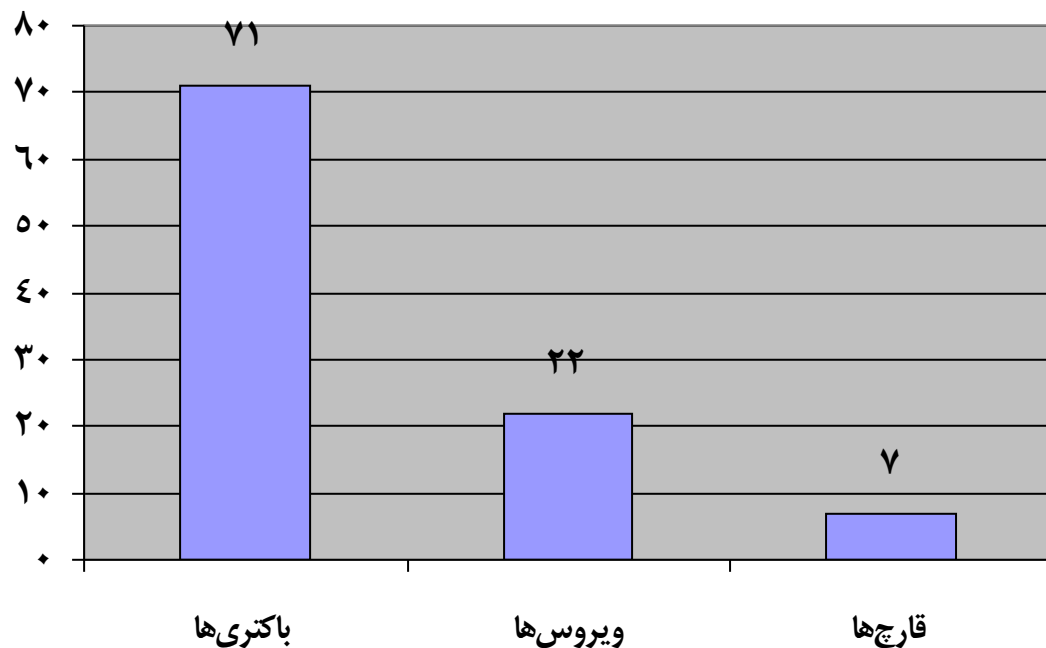
انجام آزمون‌های سرمی بعضی از بیماری‌ها چه از نظر سلامت خود کارکنان و چه از نظر سلامت بیماران از اهمیت زیادی برخوردار است. به طوری که بررسی وضعیت ایمنی کارکنان نسبت به هیپاتیت B و واکسیناسیون کارکنان غیرایمن، در بیمارستان‌هایی که به مورد اجرا گذاشته شده است باعث کاهش عوارض و مرگ ناشی از این بیماری گردیده است. بررسی از نظر آنتی‌بادی ضد واریسلا زوستر نیز لازم است و حتی در بعضی از کشورهای متمدن، واکسیناسیون کارکنان حساس نیز صورت می‌گیرد.

مطالعات انجام شده حاکی از وقوع طغیان‌هایی از عفونت‌های پنوموکوکی مقاوم به پنی‌سیلین در بین کارکنان بیمارستان‌ها می‌باشد و هرچند پنوموکوک به عنوان یک عامل عفونت‌زای بیمارستانی در نظر گرفته نشده است ولی با توجه به گزارش‌هایی که حاکی از انتشار بیمارستانی آن است باید توجه بیشتری به این موضوع، معطوف گردد و بالاخره در صورتی که واکسن‌های CMV و RSV فراهم شود، لازم است کارکنان بیمارستان‌ها علیه این ارگاناسم‌ها نیز واکسینه شوند.

در مجموع؛ هریک از کارکنان، باید دارای پرونده بهداشتی باشند و اطلاعات مربوط به سلامت و بیماری آنان و ازجمله نتایج غربالگری‌ها و سایر اطلاعات مربوطه در آن پرونده‌ها ثبت گردد.

گاهی ممکن است منشاء همه‌گیری عفونت‌های بیمارستانی، خود پرسنل، اعم از پزشکان، پرستاران و سایر کارکنان باشند. اخیراً مطالعه وسیعی که به روش مرور سیستماتیک، انجام گردیده بسیاری از همه‌گیری‌های با منشاء کارکنان بیمارستان‌ها که در منابع معتبر جهانی، گزارش گردیده را مورد بررسی قرار داده است. در این مطالعه به متغیرهایی نظیر عوامل عفونت‌زا (نمودار ۱)، راه‌های انتقال و شغل کارکنان، پرداخته شده و همه‌گیری‌های کوچک و بزرگ، به تعداد ۱۵۲ همه‌گیری که عمدتاً در بخش‌های جراحی، نوزادان و زنان، رخ داده است مورد ارزیابی قرار گرفته و مشخص شده است که شایع‌ترین همه‌گیری‌ها شامل همه‌گیری عفونت محل عمل زخم جراحی، عفونت ناشی از ویروس هپاتیت B و سپتی سمی بوده است. ۲۷ فقره از این همه‌گیری‌ها مربوط به عفونت ناشی از ویروس هپاتیت B، ۴۹ فقره آن ناشی از استافیلوکوک آرنوس و ۱۹ مورد آن ناشی از استرپتوکوک‌های پیوژن بوده است.

فراوانی (%)



شایع‌ترین عوامل عفونت‌زا

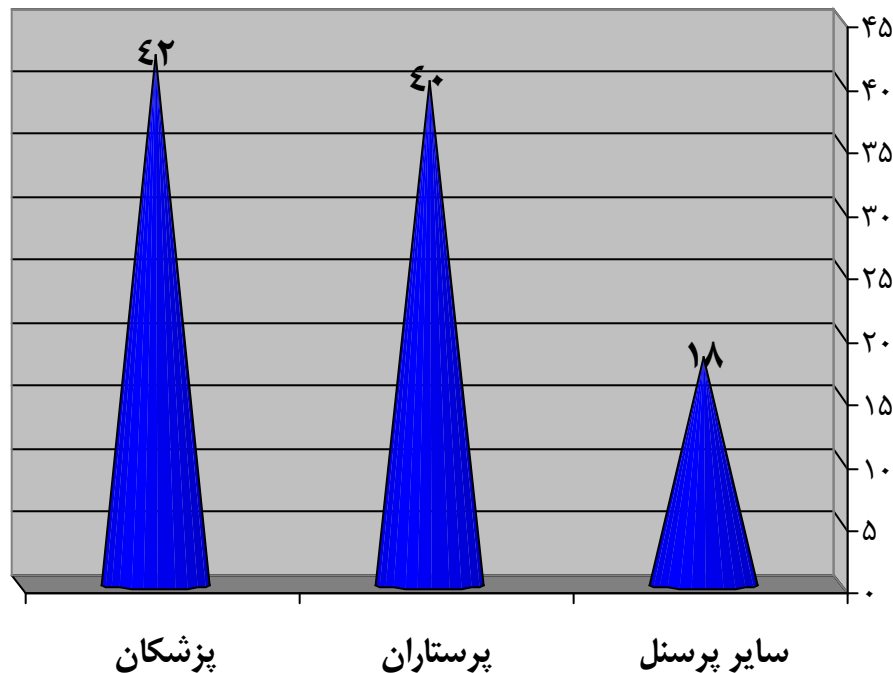
نمودار ۱ - شایع‌ترین عوامل عفونت‌زای مولد همه‌گیری‌های بیمارستانی منتقله از طریق کارکنان

منبع تعداد ۵۹ همه‌گیری (۴۱/۵ درصد) را پزشکان و ۵۶ فقره از آنها (۳۹/۴ درصد) را پرستاران، تشکیل می‌دهد (نمودار ۲). راه اصلی انتقال، عمدتاً شامل تماس مستقیم با بیماران، بوده و از نظر محل وقوع و وسعت همه‌گیری‌ها بخش‌های جراحی و کودکان، شاهد همه‌گیری‌های کوچک‌تری بوده ولی بخش‌های زنان و زایمان با همه‌گیری‌های بزرگ‌تری مواجه گردیده‌اند و برنامه‌های آموزشی و آگاهی کارکنان نسبت به حالت ناقلی آنها به طرز معنی داری از وقوع همه‌گیری‌های وسیع بعدی، کاسته است.

جدول ۱ - بیماری‌های عفونی منتقله از بیماران به کارکنان و بالعکس

عامل یا نوع عفونت	میزان انتقال	پرسنل بهداشتی در معرض خطر
قابل انتقال از طریق خون (Blood-borne)		
HIV/AIDS	۳٪ درصد	همه، مخصوصاً پرستاران و کارکنان آزمایشگاه
ویروس هپاتیت B	HBeAg منفی = ۳٪ HBeAg مثبت = ۳۰٪	همه، مخصوصاً پرستاران، کارکنان آزمایشگاه، جراحان، دندانپزشکان، کارکنان بخش دیالیز
ویروس هپاتیت C	۳٪	همه، مخصوصاً جراحان دهان
ویروس سیتومگال	بسیار کم	احتمال انتقال به پرسنل چندان زیاد نمی‌باشد
ویروس ابولا	بسیار زیاد	طی طغیان‌های اخیر، بیش از ۳۰٪ موارد در پرسنل بهداشتی رخ داده است
تب‌های هموراژیک	زیاد	همه، مخصوصاً پرستاران، جراحان
قابل انتقال از طریق هوا (Air-borne)		
SARS-coV	زیاد	کلیه تماس یافتگان نزدیک، در فاصله کمتر از ۱ متر، به هنگام معاینه، ساکشن، انتوباسیون، احیاء قلبی - تنفسی
آنفلوآنزا	زیاد	همه، مخصوصاً پزشکان و پرستاران
توبرکولوز	۵۰-۲۰ درصد طی طغیان‌ها	همه، مخصوصاً کارکنان بخش اورژانس، فیزیوتراپیست‌های تنفس، پاتولوژیست‌ها، کارکنان آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی، متخصصین ریه، پرستاران
واریسلا	۱۵-۵ درصد	همه
سرخک	بسیار زیاد	همه، بیشتر در پزشکان و پرستاران عارض می‌شود
سرخجه	۱۳٪	پرسنل بارداری که مبتلا شده‌اند ممکن است مجبور به سقط جنین شوند
پاروویروس B19	بیش از ۲۵٪	سرعت و شدت انتشار آن کمتر از محیط مدرسه است
ویروس سنسشیال تنفسی	بیش از ۴۰٪	مداخله‌های مرتبط با کنترل عفونت، باعث کاهش انتقال به بیماران میشود
آدنوویروس	بیش از ۲۰٪	همه، مخصوصاً در بخش مراقبت‌های ویژه، مراقبت‌های طولانی مدت کودکان
سیاه سرفه	۴۳٪	همه، در یکی از طغیان‌ها به ۸۷ نفر از پرسنل، منتقل شده است
منتقله از طریق مدفوع (Enteric)		
ویروس هپاتیت A	۲۰٪	پرستاران کودکان در معرض خطر بیشتری هستند، در کشور ایران بیش از ۹۰٪ پرسنل بیمارستان‌ها مصون می‌باشند
سالمونلا	۲۰-۵ درصد	همه، مخصوصاً پرستاران و کارکنان رختشویخانه
هلیکوباکتر پیلوری	نامشخص	علت بالا بودن شیوع سرمی آن در آندوسکوپیست‌ها معلوم نیست
ویروس نورواک	بیش از ۵۰٪	قابلیت سرایت زیاد برای پرستاران
کریپتوسپوریدیوز	بیش از ۳۰٪	کارکنان آزمایشگاه‌ها که در تماس با حیوانات هستند در معرض خطر بیشتری می‌باشند
کلستریدیوم دیفیسیل	نامشخص	در یکی از پرسنل بیمارستان‌ها منجر به مرگ شده است

فراوانی (%)



شغل کارکنان

نمودار ۲ - کارکنانی که بیشترین نقش را در وقوع همه‌گیریهای عفونتهای بیمارستانی، داشته‌اند

غربالگری و پیشگیری بیماری‌های مُسری در کارکنان حرفه‌های پزشکی

الف - غربالگری توبرکولوز

۱- تست توبرکولین یا آزمون بررسی آزادسازی انترفرون گاما (IGRA) در زمان تشکیل پرونده، تکرار سالانه در موارد منفی و تکرار به فاصله چند هفته بعد از تماس با سل فعال

۲- کلیشه رادیوگرافی قفسه سینه در زمان تشکیل پرونده در افراد PPD مثبت و تکرار آن در صورت وجود شک بالینی نسبت به بیماری سل و یا در افرادی که تست منفی آنها در بررسی‌های دوره‌ای، تبدیل به مثبت شده است.

ب - غربالگری هپاتیت B

۱ - ایمن‌سازی کلیه کارکنان و بویژه کسانی که در معرض تماس با خون یا مایعات بدن می‌باشند

ج - واکسیناسیون علیه بیماری‌های واجد واکسن

دیفتری، کزاز، سرخک، سرخجه، اوریون، آنفلوآنزا و ...

د - غربالگری از طریق سنجش عیار سرمی آنتی‌بادی‌های ضد هیپاتیت B و C و ... سرخجه، سرخک، واریسلا

پیگیری منظم آزمون‌های کارکنان و واکسیناسیون یادآور در موارد لازم

آزمون‌های رایج برای کارکنان جدید بیمارستان‌ها

یکی از وظایف اساسی نظام سلامت کارکنان، شامل ارزیابی وضعیت سلامت آنان می‌باشد. چراکه تمامی کارکنان جدید باید از نظر وضعیت ایمنی در مقابل بیماری‌های بالقوه مسری که در جدول ۱ به برخی از آنها اشاره شده است مورد بررسی قرار گیرند. این بررسی‌ها از طریق انجام آزمون‌های سرمی و تست توبرکولین، انجام پذیر است و تهیه رادیوگرافی قفسه سینه را می‌توان به مواردی محدود ساخت که دچار مشکلات ریوی قبلی بوده یا کلیشه آنها قبلاً غیرطبیعی بوده و یا تست توبرکولین مثبتی داشته‌اند.

طی دهه‌های اخیر، با کاهش میزان سل در بعضی از جوامع غربی از اهمیت برنامه‌های کنترلی این بیماری کاسته شده ولی با توجه به افزایش ناگهانی میزان بروز بیماری در بسیاری از شهرهای ایالات متحده در اواخر دهه ۱۹۸۰ و وقوع چند طغیان چشمگیر توبرکولوز بیمارستانی، مجدداً برنامه کنترل سل در بیمارستان‌ها با جدیت زیادی برقرار گردید اما با توجه به عدم وجود اطلاعات پایه در مورد وضعیت توبرکولوز در بین کارکنان، بروز واکنش یادآور (Booster effect) ناشی از تست‌های مکرر و عدم وجود پیش‌گیری دارویی موثر در مقابل عفونت‌های ناشی از TB مقاوم به چند دارو تا حدودی افت کرد.

شایان ذکر است که در کارکنان جدید و مخصوصاً در آنهایی که علیه سل واکسینه شده‌اند و یا سن آنها بیش از ۴۵-۴۰ سال است انجام تست توبرکولین دو مرحله‌ای باعث حذف واکنش یادآور می‌شود.

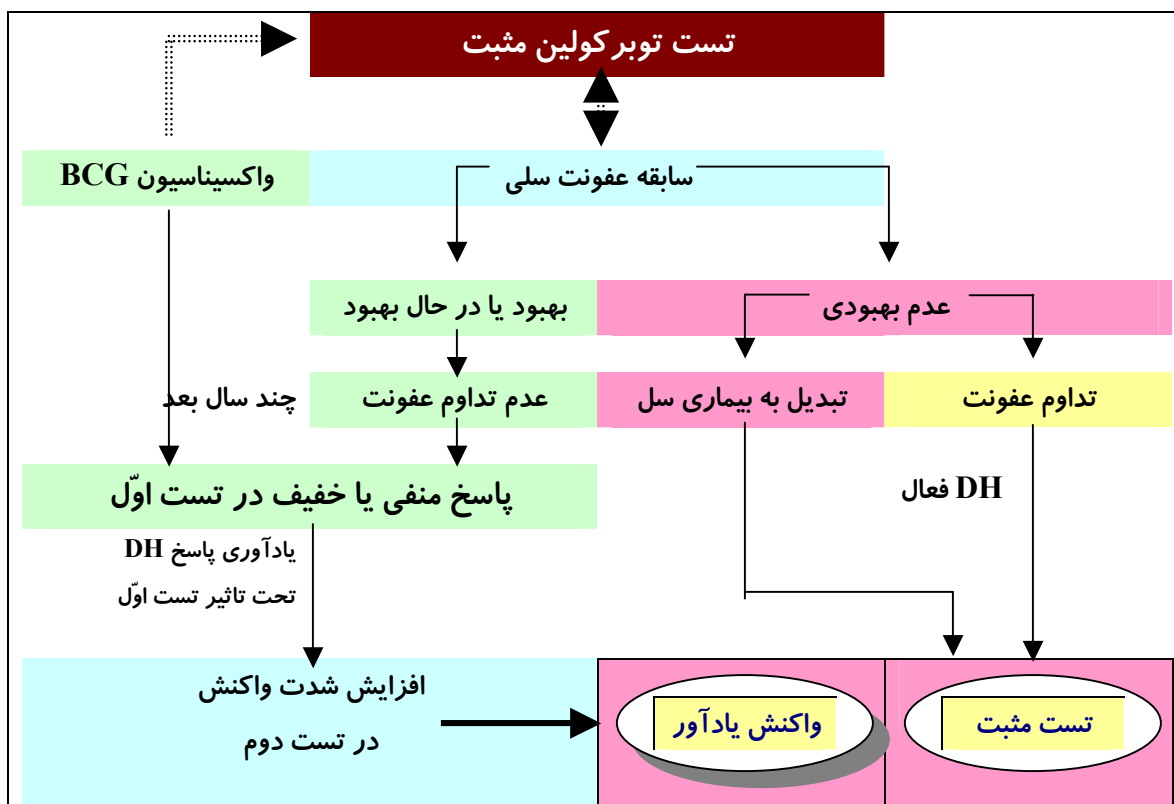
واکنش یادآور (Booster effect)

تزریق مجدد ماده توبرکولین در خلال بیش از ۷ روز تا ۱۲ ماه بعد از انجام آزمونی که نتیجه آن منفی بوده (عدم واکنش یا واکنش خیلی ضعیف) ممکن است موجب تقویت پاسخ واکنش ضعیف قبلی بشود و شدت واکنش دوم، بیشتر از تست قبلی باشد. این پدیده، اصطلاحاً "واکنش یادآور" نامیده می‌شود.

به عبارت دیگر تست توبرکولین، خود باعث ایجاد حساسیت نمی‌شود ولی میتواند موجب تحریک مجدد یا تشدید واکنش تاخیری بشود که در گذشته، مثبت بوده و به هنگام انجام اولین آزمون، منفی گردیده است. شایان ذکر است که این پدیده در سنین متوسط و در بین سالخوردگان، شایع بوده و طی بررسی‌های سالیانه تست توبرکولین افراد در معرض خطر و مخصوصاً کارکنان بیمارستان‌ها می‌تواند باعث ایجاد شک و تردید بشود و لذا به خاطر رفع چنین شبهه‌ای پیشنهاد شده است که در چنین افرادی در صورت منفی بودن اولین تست، به فاصله یک هفته بعد، آزمون مجددی را انجام داده و دومین پاسخ را در پرونده آنها ثبت نماییم و طی بررسی که به فاصله یکسال بعد، انجام خواهیم داد پاسخ آخرین آزمون را با تست جدید مقایسه کنیم. مثلاً اگر قطر واکنش توبرکولین پرستاری که اخیراً وارد بخش بیماری‌های عفونی گردیده است در ابتدا ۳ میلی متر و پس از انجام دومین آزمونی که به

فاصله دو هفته بعد انجام می‌دهیم ۸ میلی متر باشد اولاً تفاوت این دو پاسخ، ناشی از عفونت جدید نمی‌باشد بلکه به وجود عفونت بهبود یافته‌ای در گذشته، اشاره دارد و تزریق ماده توبرکولین، تنها موجب یادآوری خاطره واکنش تاخیری ناشی از آن عفونت گردیده و ثانیاً بایستی در بررسی‌های سالانه، نتیجه آزمون جدید را با عدد ۸ مقایسه کنیم نه با عدد ۰۳. شایان ذکر است که واکنش بوستر، در رابطه با عفونت‌های ناشی از مایکوباکتریوم‌های غیرتوبرکولوزی، در سالمندان و افراد واکسینه، با شیوع بیشتری رخ می‌دهد.

الگوریتم ۲ - واکنش یادآور



یکی دیگر از فعالیت‌های نظام سلامت کارکنان، برنامه‌ریزی به منظور انجام واکسیناسیون سالانه آنفلوآنزا است که هرچند اثرات بسیار مفید آن در کارکنان و بیماران بستری در بیمارستان‌ها به اثبات رسیده است ولی در بعضی از کشورها با استقبال خوبی روبرو نشده و فقط مورد توجه نیمی از کارکنان، قرار گرفته است درحالی‌که همکاری آنها در مورد واکسیناسیون علیه سیاه سرفه یا اوربیون طی طغیان‌های مربوطه خیلی بیشتر بوده است. طغیان سرخک در اوائل دهه ۱۹۹۰ در بین افرادی که قبلاً واکسینه گردیده بودند هشدار بود مبنی بر محدود بودن دوره ایمنی ناشی از این واکسن و لذا بر این اساس در بعضی از کشورها واکسیناسیون یادآور سرخک در دوران نوجوانی را به مورد اجرا گذاشتند و علاوه برآن در مورد طولانی بودن مصونیت ناشی از واکسن واریسلا، سیاه سرفه و هپاتیت B نیز تردید کردند ولی با این وجود در حال حاضر مراقبت خاصی را در مورد اینگونه

بیماری‌ها توصیه نمی‌کنند و تنها زمانی که با طغیان ناشی از آنها مواجه شویم بررسی افراد در معرض خطر از نظر سطح ایمنی را توصیه کرده‌اند. مثلاً در برنامه‌های مربوط به کنترل سرخک، انجام غربالگری و واکسیناسیون افراد حساس، نسبت به واکسیناسیون کل کارکنان، باصرفه‌تر می‌باشد.

نحوه رویارویی با کارکنانی که در تماس با خون و سایر مایعات بدن قرار گرفته‌اند

تماس با خون و مایعات بدن یکی از مخاطرات شغلی مهم به حساب می‌آید و لازم است کارکنان تماس یافته هرچه سریعتر موضوع را به مسئولین مربوطه گزارش نموده تحت پوشش اقدامات پیشگیرنده بعد از تماس، قرار گیرند و همچنین لازم است اقدامات غیراختصاصی زیر نیز انجام شود :

۱ - شستشوی محل تماس یا اصابت اشیاء نوک تیز

در اینگونه موارد می‌توان از آب و محلول شستشوی مناسبی استفاده کرد. مثلاً صابون‌های ملایم و غیرمحرک، یا مواد آنتی باکتریال، مناسب می‌باشد ولی در صورتی که ماده آلوده به داخل چشم‌ها یا غشاهای مخاطی پاشیده باشد باید بلافاصله محلول سالین یا سایر محلول‌های غیرمحرک را با فشار به محل آلودگی پاشیم در اینگونه موارد هرگز نباید از مواد تند و محرکی که آسیب مضاعفی بر نسوج وارد می‌کنند استفاده نماییم.

۲ - اقدامات پیشگیرنده سریع به وسیله بخش اورژانس یا پایگاه عملیاتی نظام سلامت کارکنان

در چنین مواقعی باید توجه داشت که اقدامات پیشگیرنده بعد از تماسی که در عرض چند ساعت اول انجام شود از تاثیر بیشتری برخوردار خواهد بود. مثلاً تجویز داروهای ضد رتروویروس در تماس‌یافتگان با HIV، تجویز ایمونوگلوبولین و واکسن هپاتیت B در تماس‌یافتگان با HBV و تجویز Ribavirin در تماس‌یافتگان با CCHF باید هرچه سریعتر آغاز شود.

۳ - گزارش مورد تماس به مراکز بهداشت در عرض ۲۴ ساعت

لازم است گزارش یا پیام به صورت محرمانه با ذکر نام، تاریخ تماس، نام بیمار اصلی، محل وقوع تماس و امثال اینها ارسال گردد.

۴ - مشاوره، درمان و انجام آزمایش‌ها باید به صورت محرمانه و رایگان انجام شود.

نحوه رویارویی با کارکنان و بیمارانی که در تماس با آبله مرغان قرار گرفته‌اند

آبله مرغان یکی از بیماری‌های ویروسی شدیداً مُسری منتقله از راه تنفس است که در افراد مبتلا به نقایص ایمنی نظیر لوسمی و سایر اختلالات گلبول‌های سفید، سوختگی‌ها، افراد تحت شیمی درمانی یا استروئیدها و یا بیماری‌های سرکوبگر ایمنی دیگر ممکن است از شدت بالایی برخوردار بوده و یا منجر به مرگ شود. از طرفی در صورتی که طی ۹۶ ساعت اول پس از تماس، از ایمونوگلوبولین ضد وریسلا زوستر (VZIG) استفاده شود از شدت بیماری کاسته خواهد شد و بنابراین در کارکنان تماس یافته، لازم است هرچه سریعتر اقدامات ذیل

انجام شود :

۱ - تایید تشخیص

باید توجه داشت که هرچند مبتلایان به زونا دارای ضایعات تاولی متعددی هستند ولی بزاق آنان عاری از ویروس است در حالیکه در مبتلایان به آبله مرغان به گونه دیگری است و از این گذشته مبتلایان به Zona بیماری را از طریق تماس مستقیم به دیگران منتقل می‌کنند و نه از طریق تنفس و لذا با توجه به این حقایق باید با بهره‌گیری از تجربیات بالینی و ارسال نمونه‌های مناسب به آزمایشگاه به تایید تشخیص، پرداخت.

۲ - جداسازی بیماران

مبتلایان را باید در یک اتاق مجزا یا در اتاقی که مورد شناخته شده آبله مرغان، بستری شده است بستری نماییم و تابلوی هشداردهنده "بیماری مسری منتقله از طریق هوا" را در اتاق بیماران نصب کنیم. ضمناً کارکنانی که قبلاً دچار آبله مرغان نشده‌اند نباید وارد اتاق شوند و بیماران نباید جز در موارد کاملاً ضروری از اتاق خود خارج گردند و به ملاقات کنندگانی که قبلاً آبله مرغان نگرفته‌اند نیز حساس بودن احتمالی آن‌ها در مقابل آبله مرغان باید گوشزد شود.

۳ - محاسبه دوره قابلیت سرایت

برای این منظور باید آغاز عفونت‌زایی را چهار روز قبل از ظهور اولین بثورات در نظر گرفته کلیه افرادی که با بیماران تماس چهره به چهره داشته‌اند و یا مشترکاً به مدت بیش از ۳۰ دقیقه در یک اتاق حضور داشته و از هوای مشترکی استفاده کرده‌اند باید به عنوان "تماس یافته" تلقی گردند. ضمناً بیماران را باید تا حدود ۶ روز بعد از ظهور آخرین بثورات یا تا زمانی که بثورات کاملاً کبره بسته و خشک شوند مسری در نظر بگیریم.

۴ - ثبت اسامی کلیه بیماران و کارکنان تماس یافته

اسامی کلیه افرادی که تعریف فرد "تماس یافته" شامل آن‌ها می‌شود را باید یادداشت نمود و از آن‌ها پرسید که آیا قبلاً دچار آبله مرغان شده‌اند یا خیر؟ و در صورت منفی بودن جواب، پرسیده شود آیا نزدیکان یا کودکانی که با آنها زندگی می‌کنند هیچگاه دچار آبله مرغان بوده‌اند یا خیر؟ و در صورتی که بازهم جواب منفی دادند لازم است وضعیت ایمنی آنها از طریق آزمون‌های سرمی، بررسی گردد.

۵ - هشدار به پزشکان غیرایمنی که بیماران را معاینه کرده‌اند

پزشکان تماس یافته در فاصله دوره قابلیت سرایت بیماری در صورتی که با بیماران و کارکنان حساس دیگری تماس داشته باشند لازم است ایمونوگلوبولین ضد ویروس واریسلا زوستر (VZIG) دریافت کنند.

۶ - ارسال نمونه به آزمایشگاه به منظور انجام آزمون‌های سرمی

به منظور رعایت حقوق بهداشتی کارکنان آزمایشگاه‌ها و حفاظت آنان در مقابل بیماری‌های مسری، پس از اخذ نمونه باید روی تمامی لوله‌ها برچسب "وضعیت ایمنی مربوط به واریسلا زوستر" چسبانده شود.

جدول ۲ - ایمن‌سازی کارکنان بهداشتی

بیماری	دوز و نحوه واکسیناسیون	موارد لزوم واکسیناسیون	موارد ممنوعیت واکسن
هپاتیت B	۱ میلی لیتر در عضله دلتوئید در زمان‌های ۰ و ۱ و ۶ ماه بعد	کلیه کارکنانی که در معرض خطر تماس با خون و مایعات بدن هستند	حساسیت نسبت به مخمرها
آنفلوآنزا	۰.۵ میلی لیتر سالانه	کلیه کارکنان بیمارستان	سابقه حساسیت شدید نسبت به تخم مرغ
سرخک	۰.۵ میلی لیتر زیر جلدی از واکسن MMR	کارکنانی که سابقه سرخک را ذکر نمی‌کنند و یا شواهد مصونیت در مقابل بیماری در آزمون سرمی آنها وجود ندارد	حاملگی، سابقه حساسیت شدید نسبت به تخم مرغ یا نئومایسین، تب شدید، سرکوب سیستم ایمنی، مصرف اخیر IVIG
اوریون	نظیر سرخک	نظیر سرخک	نظیر سرخک
عفونت پنوموکوکی	۰.۵ میلی لیتر زیر جلدی یا عضلانی و تزریق یادآور هر ۱۰-۶ سال	کارکنان بیش از ۶۵ ساله یا آنهایی که دچار بیماری‌های قلبی، ریوی، کبدی، کلیوی و یا سرکوبگر ایمنی هستند	سلامت آن در دوران بارداری مشخص نیست
سرخجه	نظیر سرخک	کارکنانی که شواهد سرمی ابتلاء و مصونیت قبلی در آنها وجود ندارد	نظیر سرخک
کزاز	سری اول: ۰.۵ میلی لیتر عضلانی در زمان ۰ و ۱ و ۱۲-۶ ماه بعد و دوز های یادآور برای پرسنل ایمن به مقدار ۰.۵ میلی لیتر هر ۱۰ سال	کارکنانی که سری اول واکسیناسیون را تکمیل ننموده‌اند و یا دوز یادآور واکسن را طی ۱۰ سال اخیر، دریافت ننموده‌اند	سابقه واکنش نرولوژیک یا حساسیتی شدید به دنبال مصرف دوز قبلی، سه ماهه اول حاملگی
آبله مرغان / زونا	۰.۵ میلی لیتر در زمان ۰ و ۸-۴ هفته	کارکنان تماس یافته با بیمارانی که سابقه ابتلاء به آبله مرغان را ذکر نمی‌کنند و آنتی‌بادی ضد واریسلا نیز در سرم آنها منفی است	حساسیت شدید نسبت به واکسن، ژلاتین، نئومایسین، سرکوب یا نقص سیستم ایمنی، سل فعال، ناخوشی‌های تب دار، بارداری

جدول ۳ - مدت زمان محدودیت حضور یا تماس در رابطه با برخی از بیماری‌های عفونی

بیماری	مدت و نوع محدودیت
آبله مرغان	تا زمان خشک شدن و پوسته ریزی تاول‌ها
زونا	در صورت پوشاندن ضایعات، تماس با افراد ایمن، بلامانع است
اوریون	تا ۹ روز بعد از ظهور تورم غدد بناگوشی و در صورت فروکش سریع تورم، این زمان را می‌توان کاهش داد
سرخجه	تا ۵ روز بعد از ظهور بثورات پوستی
گال یا شپش	تا ۱۲ ساعت بعد از شروع درمان مناسب
توبرکولوز	تا حدود ۲ هفته پس از شروع درمان موثر و احساس بهبودی در بیمار
استرپتوکوک گروه A استافیلوکوک کواگولاز +	نیازی به استراحت پزشکی و محدودیت خاصی نمی‌باشد مگر مورد ثابت شده‌ای از انتقال بوسیله فرد ناقل، وجود داشته باشد
هپاتیت B حاد یا حالت ناقلی HBsAg مثبت هپاتیت C حاد مبتلایان HIV/AIDS	محدودیت‌های کاری، صرفاً به وضعیت بهداشتی فرد مبتلا و جلوگیری از تماس خون و سایر مایعات بدن با سایر کارکنان و تماس یافتگان دیگر بستگی دارد
مننگوکوک	حالت ناقلی مننگوکوکی نیازی به درمان یا محدودیت کاری ندارد و مبتلایان به بیماری حاد مننگوکوکی و از جمله مننژیت نیز آنقدر بد حال هستند که بستری بوده و در محل کار خود حاضر نباشند
آمییباز، سالمونلوز، کلرا، شیگلوز، هپاتیت A، آلودگی‌های کرمی	محدودیت از نظر تماس با مواد غذایی و بررسی سایر کارکنانی که از غذای مشترکی استفاده کرده‌اند
محدودیت حضور در محل کار در دوره کمون برخی از بیماری‌های عفونی	
آبله مرغان و زونا	دوره کمون آن ۲۱-۱۳ روز است، محدودیت حضور در محل کار از ۱۰ روز بعد از اولین تماس تا ۲۱ روز بعد از تماس یا تا زمان بروز بیماری و خشک شدن و پوسته ریزی تاول‌ها
سرخک	دوره کمون آن حدود ۱۸-۷ روز است، محدودیت حضور در محل کار از روز هفتم بعد از اولین تماس تا چهارده روز بعد از آخرین تماس و در صورت بروز بیماری تا چهار روز بعد از ظهور بثورات. ضمناً در صورتی که طی ۷۲ ساعت اول بعد از تماس از واکسن زنده سرخک استفاده شود ممکن است از بروز بیماری جلوگیری کند
اوریون	دوره کمون آن ۲۱-۱۴ روز است و محدودیت حضور در محل کار از روز دوازدهم تا بیست و یکم بعد از تماس و در صورت بروز علائم بالینی تا ۹ روز بعد از شروع تورم غدد پاروتید می‌باشد. ایمن‌سازی تماس یافتگان بعد از تماس، اقدام مطمئنی نمی‌باشد
سرخجه	دوره کمون آن ۲۳-۱۴ روز است و محدودیت حضور در محل کار از روز هفتم تا بیست و سوم بعد از تماس و در صورت بروز بیماری تا ۴ روز بعد از ظهور بثورات پوستی می‌باشد

۷- محدود کردن تماس یافتگان حساس

تماس یافتگان حساس از ۱۰ روز بعد از اولین تماس تا ۲۱ روز پس از آخرین تماس، حتی اگر VZIG هم دریافت کرده‌اند نباید در بیمارستان و اماکن دیگری که احتمالاً افراد حساسی حضور دارند، حاضر شوند. ضمناً در صورتیکه تماس یافتگان، به طور طولانی مدت در بیمارستان بستری هستند موازین جداسازی به شیوه‌ای که در بند ۲ توضیح داده شد باید برای آن‌ها به مورد اجرا گذاشته شود.

نحوه رویارویی با کارکنان و بیمارانی که در تماس با منگوکوک بوده‌اند

تعریف تماس

- ۱- فردی که به بیمار مبتلا به بیماری منگوکوکی درمان نشده، تنفس دهان به دهان داده است
- ۲- تماس نزدیک در فاصله کمتر از یک متری فرد مبتلا به پنومونی، تراکئوبرونشیت منگوکوکی که دچار سرفه است و یا به دستگاه تنفس مصنوعی (Ventilator) وصل می‌باشد.

اقدامات مورد نیاز

- ۱- اثبات مورد بیماری
- ۲- یافتن تماس یافتگان با بیمار درمان نشده طبق تعریف فوق
- ۳- شروع کمپروپیلاکسی در اسرع وقت و ترجیحاً در ۴۸ ساعت اول بعد از تماس و خودداری از تجویز دارو به تماس یافتگانی که به فاصله بیش از ۷ روز بعد از تماس، مراجعه نموده‌اند.

مبانی پیشگیری از SARS و بیماری‌های مشابه آن در مراکز بهداشتی - درمانی

۱- ایزولاسیون بیماران و رعایت موازین کنترل عفونت

- بهداشت دست‌ها
- مراقبت‌های تماسی نظیر استفاده از دستکش و گان
- مواظبت از چشم‌ها
- پاکسازی محیط اطراف
- مواظبت‌های مرتبط با انتقال از طریق هوا (استفاده از ماسک مخصوص N-95 و فشار منفی. توضیح اینکه ماسک جراحی را برای این منظور، مناسب ندانسته‌اند و تنها در صورت موجود نبودن N-95 باید مورد استفاده قرار گیرد).

۲- به حداقل رساندن احتمال تولید افشانه طی انجام اقدامات تشخیصی و درمانی

- احتمال انتقال ویروس عامل SARS طی انجام عملیات تشخیصی و درمانی، وجود دارد
- مواردی از انتقال ویروس توسط اقداماتی که منجر به تولید افشانه گردیده است در کارکنان

- پزشکی و بهداشتی کانادا، هنگ کنگ، سنگاپور و هانویی، به اثبات رسیده است
- اقداماتی نظیر انتوباسیون و ساکشن کردن ترشحات تنفسی ممکن است به آسانی باعث تولید و انتشار افشانه‌های آلوده گردد
- محدود کردن انجام اقداماتی که باعث القاء سرفه میشود با خودداری از به کارگیری ونتیلاسیون غیرتهاجمی با فشار منفی (BiPAP و CPAP) و حفاظت از محیط، با بهره‌گیری از وسایلی که امکان انجام ساکشن در فضای بسته را فراهم می‌کند و نیز استفاده از فیلتراسیون HEPA در دریچه خروجی ساکشن.

۳- حفاظت از پرسنل به هنگام انجام عملیاتی که باعث تولید افشانه میشود

- محدود کردن تعداد کارکنان به حداقل مورد نیاز
- پوشیدن وسایل حفاظتی نظیر گان و دستکش
- استفاده از عینک محافظ چشم
- استفاده از ماسک‌های مناسب.

۴- ایزولاسیون ویروس بایستی تحت شرایط ایمنی زیستی سطح ۴ (BL4) صورت گیرد.

محدودیت حضور در محل کار برای کارکنانی که مبتلای به یک بیماری مسری هستند

محدود کردن حضور کارکنانی که مبتلای به یک بیماری مسری هستند یا در اواخر دوره نهفتگی و اوائل شروع علائم احتمالی یک بیماری عفونی به سر می‌برند به منظور پیشگیری از انتقال آن به سایر همکاران و تماس یافتگان دیگر اقدام لازم و مفیدی در راستای قطع زنجیره انتقال بیماری‌ها به حساب می‌آید و برحسب دوره نهفتگی و راه‌های انتقال در بیماری‌های عفونی مختلف، زمان‌های متفاوتی را به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۳)

حفاظت کارکنان آزمایشگاه‌ها

بسیاری از کارکنان آزمایشگاه‌ها نه تنها با نمونه‌های آلوده به عوامل بیولوژیک بیماری‌زا در تماس هستند بلکه به منظور نمونه‌گیری، انجام و قرائت آزمون‌های پوستی، در تماس تنگاتنگ با بیماران بستری و سرپایی، قرار می‌گیرند و لذا در نظام سلامت کارکنان حرفه‌های پزشکی، از طرفی نظیر کارکنان بالینی، باید مورد توجه قرار گیرند و از طرف دیگر لازم است امنیت بهداشتی محل اصلی فعالیت آنان یعنی آزمایشگاه، تامین گردد و لذا به منظور حفظ سلامتی کلیه کارکنان آزمایشگاه‌ها، پیشگیری از فرار و انتشار عوامل بیولوژیک و جلوگیری از سرایت عوامل عفونت‌زا به مراجعین به آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و آزمایشگاه‌های پژوهشی مرتبط، علاوه بر آموزش موازین کلی سطوح مختلف زیست ایمنی (Biosafety) نیز بایستی مورد توجه، قرار گیرد.

کلام پایانی

بدون شک، نه تنها کارکنان شاغل در صنایع مختلف، بلکه تمامی کارکنان و ازجمله پرسنل پزشکی و

بهداشت و پیراپزشکی نیز علاوه بر مراقبت های بهداشتی عمومی، به منظور ارزیابی و کاهش خطرات شغلی و نیز نظارت پزشکی برای تشخیص زودهنگام بیماری و آسیب های مرتبط با شغل و فعالیت های مرتبط، نیاز به خدمات بهداشتی دارند. از طرفی با توجه به این که ارزشیابی میزان خطرات و استرس های محیطی مرتبط با کار، با بهره گیری از آموزش، تجربه و سنجش کمی عوامل زیان آور شیمیایی، فیزیکی، ارگونومی یا بیولوژیکی، توسط متخصصین بهداشت حرفه‌ای انجام می‌شود و آن‌ها می‌توانند نظر کارشناسانه نسبت به میزان ریسک استرس های محیطی فعالیت های پزشکی و بهداشتی را نیز تعیین نمایند، لذا مبحث سلامت کارکنان حرفه‌های پزشکی را نیز در کنار سایر مباحث مرتبط با بهداشت حرفه‌ای، گنجانده‌ایم تا با دید جامع تری در مواقع لازم بتوانیم از همکاری ها و رهنمودهای تخصصی آنان نیز برخوردار گردیم.

منابع:

1. Guglielmo Dini, Alessandra Toletone, Laura Sticchi, Andrea Orsi, Nicola Luigi Bragazzi & Paolo Durando (2018) Influenza vaccination in healthcare workers: A comprehensive critical appraisal of the literature, *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 14:3, 772-789, DOI: 10.1080/21645515.2017.1348442.
 2. WHO. Protecting workers' health, Fact sheet 30 November 2017
 3. Danzmann L, Gastmeier P, Schwab F, Vonberg RP. Health care workers causing large nosocomial outbreaks: a systematic review. *BMC Infectious Diseases* 2013, 13:98.
 4. John E. Conte, Jr. *Manual of Antibiotics and Infectious Diseases, Treatment and Prevention*, 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins Publishers, 2002.
 5. Ksiazek TG, Erdman D, Goldsmith CS, Zaki SR, Peret T, Emery S, Tong S. A Novel Coronavirus Associated with Severe Acute Respiratory Syndrome. *N Engl J Med* 2003; 348:1953-1966, May 15, 2003.
 6. Mandell, Douglas, Bennett. *Principles and practice of infectious diseases*, 7th ed. 2010.
 7. David L. Heymann, *Acute Viral Respiratory Disease, Control of Communicable Diseases*, 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC. 2008.
 8. Barbara C. Gärtner, Alexandra Kloss, Harald Kaul, Urban Sester, Klaus Roemer, Hans Pees, Hans Köhler, and Nikolaus Mueller-Lantzsch, Risk of Occupational Human Herpes virus 8 Infection for Health Care Workers, *Journal of Clinical Microbiology*. 2003; 41(5): 2156-57.
 9. *The Role of Laboratories and Blood Banks in Disasters Situations: Pan American Health Organization Regional Office of the World Health Organization*, Washington, D.C. 2002.
 10. Keith A. Rosenbach, Sally H. Houston, Jhon T. Sinnott, Joann Palumbo Shea, *Infectious diseases aspects of Employee*, in: Robert F. Betts, Stanley W. Chapman, Robert L. penn, *A practical Approach to Infectious Diseases*, 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins Publishers, Philadelphia, 2003, pp. 957-68.
- ۱۱ - ملک زاده رضا: اپیدمیولوژی هپاتیت های ویروسی. در: عزیزی فریدون، حاتمی حسین، جانقربانی محسن: اپیدمیولوژی و کنترل بیماری های شایع در ایران، مرکز تحقیقات غدد درون ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، چاپ چهارم، نشر اشتیاق، سال ۱۳۹۶، صفحات ۷۸-۱۴۲۷.

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۵ / گفتار ۵ / دکتر حسن صادقی نائینی، دکتر علی اصغر فرشاد

اصول ارگونومی و تطابق شرایط کار با کارگر

فهرست مطالب

اهداف درس.....	۸۴۱
بیان مسئله	۸۴۱
اهداف و دامنه عملکرد ارگونومی:.....	۸۴۲
زیرگروه‌های علم ارگونومی	۸۴۳
سیستم انسان - ماشین	۸۴۳
تعیین رژیم‌های کار - استراحت:.....	۸۴۵
ایستگاه‌های کار (Work Station):.....	۸۴۵
آنتروپومتری (Anthropometry):.....	۸۴۶
بررسی صدمات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار:	۸۴۹
عوامل خطر بروز عوارض اسکلتی - عضلانی	۸۴۹
حمل دستی کالا.....	۸۵۰
حالاتی که در بلند کردن بار دستی، رخ می‌دهد:.....	۸۵۰
فیزیولوژی کار (Work Physiology):.....	۸۵۳
پیشنهادهای:.....	۸۵۳
خلاصه	۸۵۳
منابع:	۸۵۵

ارگونومی: علم اصلاح و بهینه سازی محیط، مشاغل و تجهیزات است به گونه‌ای که متناسب با محدودیت‌ها و قابلیت‌های انسان باشند

اصول ارگونومی و تطابق شرایط کار با کارگر

Ergonomic principles & adaptation of working conditions to workers

دکتر حسن صادقی نائینی*، دکتر علی اصغر فرشاد**

* دانشگاه علم و صنعت ایران

** دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

اهداف درس

پس از یادگیری این مطالب، فراگیرنده قادر خواهد بود به پرسش‌های زیر پاسخ دهد:

- ارگونومی چیست؟
- حیطه‌های ارگونومی چه مواردی را شامل می‌شود؟
- سیستم اسان - ماشین دارای چه عوامل و فاکتورهایی است؟
- چگونه می‌توان با کاربرد سیستم انسان - ماشین، ریسک فاکتورهای شغلی را کشف نمود؟
- آنتروپومتری چیست و چه کاربردهایی در کاهش صدمات جسمانی دارد؟
- ویژگی‌های ایستگاه‌های کار ایستاده و نشسته از منظر ارگونومی چه هستند؟
- روش صحیح حمل دستی بار چیست؟
- حد توصیه وزنی بار را چگونه می‌توان محاسبه نمود؟

بیان مسئله

کمتر فعالیتی را می‌توان یافت که عاری از هر گونه عامل تهدیدکننده‌ای باشد. از این رو حفظ صیانت نیروی انسانی به عنوان رسالتی مهم مطرح می‌گردد و در این بین بخش عمده مواردی که سلامت جسمی و روحی کاربران را به خطر می‌اندازد مربوط به شرایط ارگونومی (مهندسی فاکتورهای انسانی) محیط‌های کار می‌باشد.

ارگونومی (Ergonomia) از نظر لغوی به معنای قوانین، اصول و همچنین مطالعه کار می‌باشد. در حقیقت واژه "ارگو" به معنی کار و واژه "نومی" به مفهوم قوانین و اصول، آمده است. ارگونومی از تطابق هرچه

بیشتر شرایط محیط کار با اپراتور سخن می‌گوید. در این کتاب، ارگونومی را اینگونه تعریف شده است: "علم اصلاح و بهینه سازی محیط، مشاغل و تجهیزات، به گونه ای که متناسب با محدودیت‌ها و قابلیت‌های انسان باشند". با توجه به این تعریف، مشخص می‌گردد که دامنه عملکرد این علم می‌تواند بسیار وسیع باشد.

اهداف و دامنه عملکرد ارگونومی:

مهم ترین اهداف ارگونومی عبارتند از:

الف) ایمنی - بهداشت

ب) تولید - بهره وری

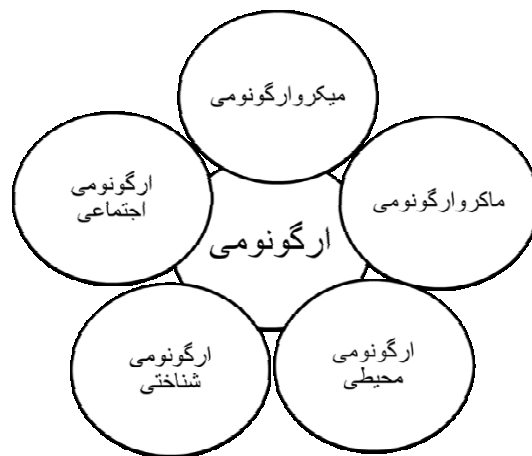
این علم از یک سو به سلامت افراد می‌اندیشد و از سوی دیگر کارآمد بودن و بهره‌وری سیستم‌ها را در فعالیت‌های متنوع صنعتی یا غیرصنعتی به طور دقیق، مد نظر دارد. با عنایت به آنچه تاکنون ذکر شده و اهداف مزبور، بخشی از حیطه‌های عملکردی ارگونومی را می‌توان به شرح زیر دانست:

- ۱) بررسی میزان توانمندی شاغلین با توجه به نوع کار و انرژی مصرفی
- ۲) مطالعه ابعاد فیزیکی بدن (آنتروپومتری) و کاربرد این دسته از اطلاعات در طراحی ایستگاه‌های کار
- ۳) طراحی ارگونومیک ابزارهای دستی
- ۴) طراحی ایستگاه‌های کار نشسته، ایستاده، نشسته - ایستاده
- ۵) آنالیز سیستم انسان - ماشین
- ۶) بررسی‌های روانشناختی از دیدگاه نحوه ارتباط بین افراد و سیستم
- ۷) تعیین رژیم‌های کار و استراحت (زمانه ای استراحت و مدت انجام کار)
- ۸) بررسی روش‌های حمل دستی کالا و طراحی خطوط بسته بندی و بارگیری دستی
- ۹) بررسی صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار
- ۱۰) آنالیز وضعیت‌های بدنی در حین انجام فعالیت
- ۱۱) بیومکانیک شغلی
- ۱۲) بررسی عوامل محیطی مرتبط با افراد
- ۱۳) طراحی محصولات متناسب با نیاز افراد

آن چه که ذکر شد بخشی از موضوعاتی است که از دیدگاه ارگونومی، قابل بررسی و ارزیابی می‌باشد، و در صفحات بعد، نکاتی در مورد برخی از آن‌ها به اختصار ذکر می‌شود. شایان ذکر است که با عنایت به تنوع عملکرد و گستره وسیع حیطه‌ها در ارگونومی، این علم به پنج زیر گروه، به قرار زیر دسته بندی شده است:

زیرگروه‌های علم ارگونومی (شکل ۱)

۱. ارگونومی خرد (Micro-Ergonomics)،
۲. ارگونومی محیطی (Environmental Ergonomics)،
۳. ارگونومی کلان (Macro-Ergonomics)،
۴. ارگونومی شناختی - ادراکی (Cognitive Ergonomics)
۵. ارگونومی اجتماعی - فرهنگی (Cultural/Social Ergonomics).



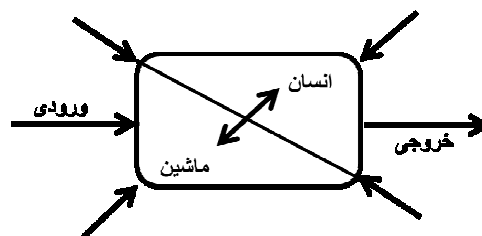
شکل ۱ - زیرگروه‌های ارگونومی

- هر یک از این موارد، بخش‌های خاصی از ارگونومی را پوشش می‌دهند. برای نمونه؛ طراحی ایستگاه‌های کار (Work station) نشسته یا ایستاده مبتنی بر داده‌های ابعادی بدن از موضوعات میکرو ارگونومی محسوب می‌شود.
- عواملی چون صدا (Noise)، ارتعاش (Vibration) و استرس‌های گرمایی در ارگونومی محیطی مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- مسائل مرتبط با تعامل تکنولوژی و ویژگی‌های اجتماعی کاربران و همچنین حوزه‌های مدیریتی، در ارگونومی کلان، مورد دقت قرار می‌گیرد.
- ادراک علائم و نشانه‌ها از مباحث ارگونومی شناختی است. ویژگی‌های اجتماعی افراد در ارگونومی اجتماعی - فرهنگی طرح می‌شود.

سیستم انسان - ماشین

یکی از سیستم‌های فراگیر در مبحث ارگونومی، سیستم انسان - ماشین است که دارای چهار فاکتور

اساسی می‌باشد که عبارتند از انسان - محیط - تجهیزات - شغل. بدیهی است چنانچه بتوان در هر سیستم یا محیطی این چهار عامل را آنالیز نمود، می‌توان مزایا و معایب آن سیستم یا ساختار را معین ساخت و به دنبال آن به بررسی معایب و رفع آن‌ها پرداخت. به بیان دیگر هر سیستم کاری شامل عناصر و المان‌های انسانی و تجهیزاتی می‌باشد که در یک محیط تعریف شده ای مستقر هستند. این سیستم‌ها یا به تعبیری ارگوسیستم‌ها می‌توانند به شکل‌های ساده یا پیچیده که تحت نام کلی سیستم انسان - ماشین نیز خوانده می‌شوند، مطرح گردند. بالطبع هر یک از المان‌های تشکیل دهنده یک سیستم انسان - ماشینی می‌تواند بر حسب نوع و شرایط، اثرات قوی یا ضعیفی را بر روی دیگر عوامل سیستم بگذارند. سیستم انسان - ماشین می‌تواند ساختاری ساده داشته باشد مثل ورق زدن کتاب، نگارش متن، کار با انبردست و یا پیچیده باشد؛ مثل کنترل خطوط تردد قطارها، ترافیک هوایی، تجهیزات کامپیوتری. در هر یک از این موارد، چهار ویژگی مهم وجود دارد که در شکل ۲ به صورت شماتیک آمده است:



شکل ۲ - دیاگرام ساده سیستم انسان - ماشین (نگارنده)

بر اساس شکل فوق می‌توان ویژگی‌های زیر را برای سیستم انسان - ماشین به ترتیب زیر دانست:

- الف) دو جزء اصلی انسان و ماشین
- ب) وجود تعامل بین اجزاء
- پ) دارا بودن ورودی و خروجی
- ت) هدف دار بودن

علاوه بر این ویژگی‌ها و همانگونه که پیشتر هم اشاره شد، سیستم انسان - ماشین، متشکل از حداقل چهار عامل محیط (Environment)، مشاغل (Tasks)، تجهیزات (Equipment) و ویژگی‌های فردی می‌باشد.

- "محیط" شامل مواردی است از جمله روشنایی (Illumination)، صدا (Noise)، ارتعاش (Vibration)، حرارت (Heat) و پرتوها (Radiation)
- "مشاغل" شامل مواردی است از جمله نوع کار، شدت کار، ریتم فعالیت‌ها، زمان و مدت فعالیت
- "تجهیزات" شامل مواردی است از جمله نشانگرها (Display)، کنترل کننده‌ها (Controls)، اهرم‌ها (Lever) و پدال‌ها (Pedal)

- "ویژگی‌های فردی" شامل مواردی است از جمله مهارت، توانمندی، سن، جنس، انگیزش، ابعاد بدنی و رضایتمندی
به کمک آنالیز سیستم انسان - ماشین می‌توان عوامل خطر (ریسک فاکتورها) ارگونومیک ایستگاه‌های کار و مشاغل را کشف نمود.

تعیین رژیم‌های کار - استراحت:

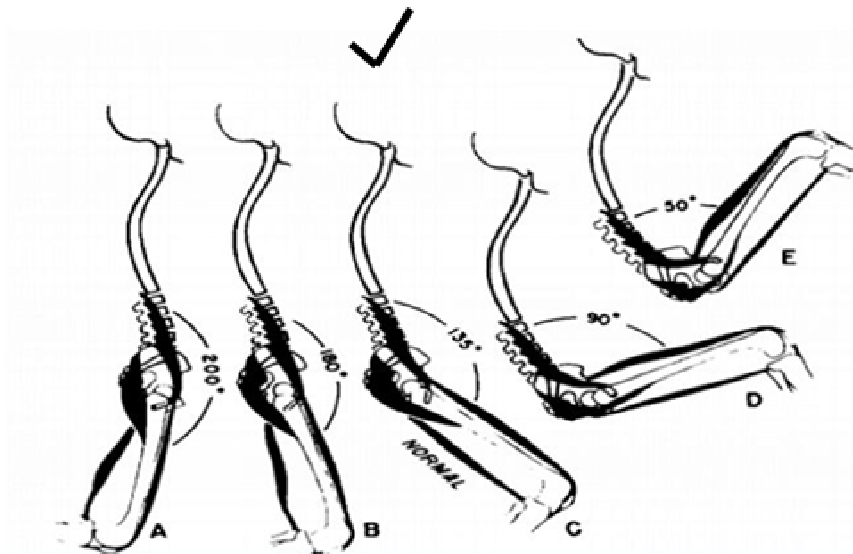
از جمله موارد حائز اهمیت در انجام فعالیت‌های شغلی، خصوصاً امور صنعتی، تنظیم زمان‌های کار و استراحت پرسنل می‌باشد. مطالعات انجام شده، متوسط میزان مصرف انرژی را در مشاغل مختلف، مشخص نموده است. از طرفی به کمک تجهیزاتی چون ارگوسیکل یا نوارگردان و یا با محاسبه ضربان قلب می‌توان برآورد مناسبی از قابلیت‌های مصرف انرژی در افراد مختلف را تعیین نمود و سپس به کمک معادلاتی می‌توان زمان‌های استراحت و کار را مشخص کرد.

ایستگاه‌های کار (Work Station):

در بررسی‌های ارگونومیک، ایستگاه‌های کار از جمله مواردی هستند که بطور دقیق بررسی می‌شوند. ایستگاه‌های کار را بطور عمده به سه دسته نشسته، ایستاده، و نشسته - ایستاده تقسیم می‌کنند و در طراحی هر یک از آن‌ها به اصول ابعاد شناسی بدن، حدود دسترسی کاربر، نوع فعالیت، زمان و عوامل مرتبط دیگر توجه می‌شود. بدیهی است عدم رعایت اصول ارگونومی در طراحی ایستگاه‌های کار می‌تواند باعث بروز صدمات جسمانی و کاهش بازده، گردد. بسیاری از مشکلات جسمانی ناحیه ستون فقرات (بویژه کمر)، ناراحتی‌های اندام فوقانی (بویژه مچ دست و شانه‌ها) و حتی عوارض بینایی در اثر کار در شرایط نامناسب ایستگاه‌های کار، رخ می‌دهد.

برای پیشگیری از این دسته از صدمات باید به ویژگی‌های ارگونومیک ایستگاه کار توجه داشت. در امور نشسته، باید حداقل نیازهای طراحی ارگونومیک صندلی رعایت شود. پشتی و کفی صندلی از جمله مهم‌ترین بخش‌های یک صندلی است که باید به طور دقیق، طراحی شوند. مطالعات ارتوپدیک، نشان داده که در حالت نشسته به دلیل چرخش لگن خاصره، انحناى ناحیه کمری، تغییر می‌کند. از این رو زاویه مناسب برای نشستن (زاویه تنه و ران) می‌تواند بسیار مهم و تعیین کننده باشد. این مطالعات نشان داده که نشستن با زاویه ۱۳۵ درجه، حالتی است که در آن انحناى ناحیه کمر، مشابه حالت ایستاده است (شکل ۳).

بی‌تردید چنین زاویه‌ای برای انجام کارها و امور شغلی، مناسب نیست. مطالعات ارگونومیک، نشان داده که زاویه‌ای ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه می‌تواند شرایط مناسبی را برای انجام کارهای نشسته، فراهم سازد. هرچه قابلیت‌های تنظمی صندلی، بیشتر باشد شرایط راحت‌تری برای افراد تامین خواهد شد. (شکل ۴)



شکل ۳ - نشستن با زاویه ۱۳۵ درجه، حالتی است که در آن انحنای ناحیه کمر به حالت ایستاده نرمال نزدیک تر است (حالت C) - (برگرفته از Oborn 1991)

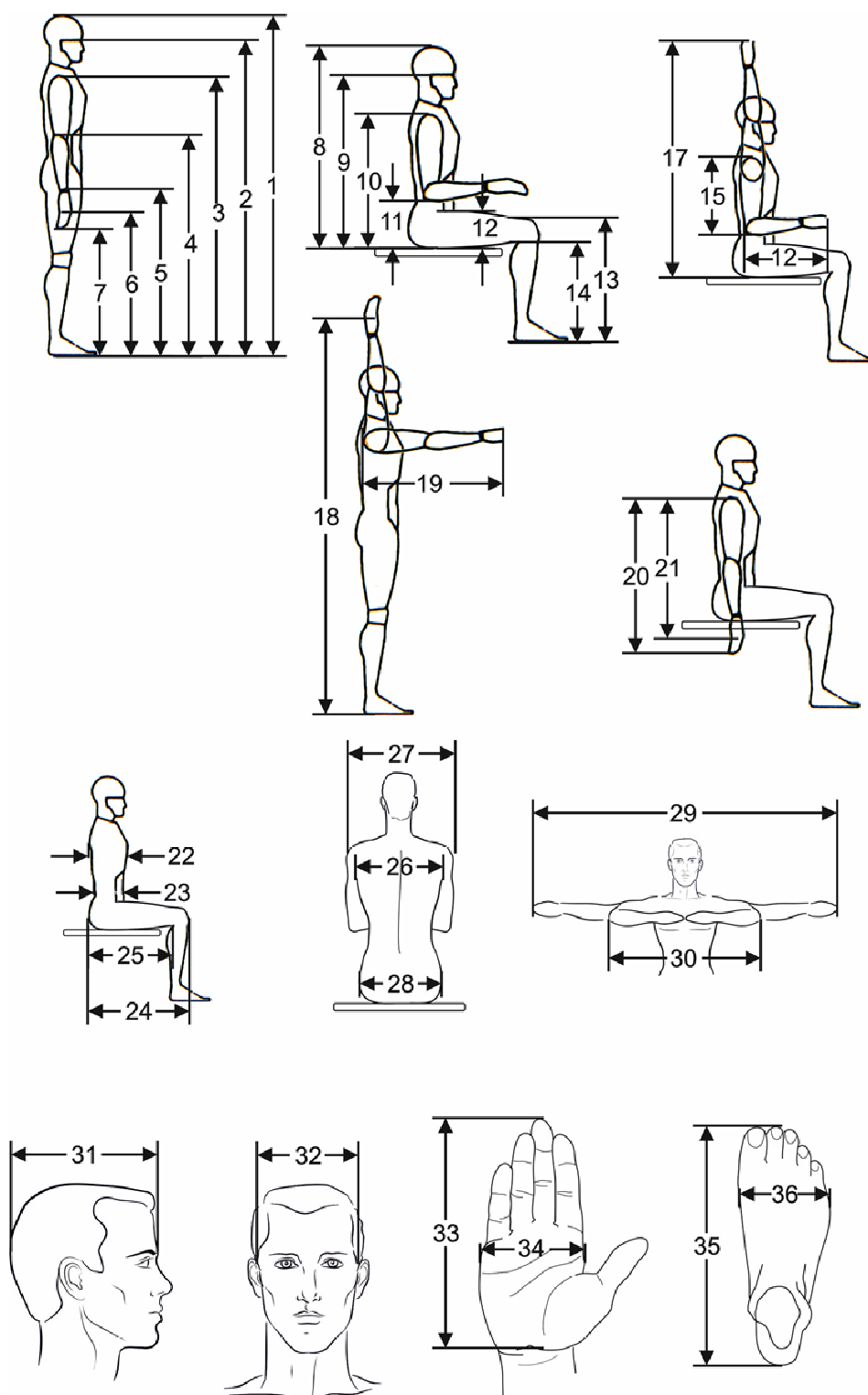


شکل ۴ - قابلیت تنظیم در بخش‌های مختلف صندلی، شرایط بهتری را تامین می‌کند

آنتروپومتری (Anthropometry):

یکی از موارد مهمی که در ارگونومی مطرح می‌باشد، آنتروپومتری است. آنتروپومتری، علم سنجش ابعاد بدن است که در این مبحث از جمله اهداف مهم، تعیین دامنه ابعادی اندام‌های مختلف در بین کاربران می‌باشد. بدیهی است در طراحی ایستگاه‌های کار باید اطلاعات اولیه‌ای در خصوص ویژگی‌های ابعادی بدن در اختیار باشد، به کمک سنجش‌های مطرح در آنتروپومتری می‌توان این اطلاعات اولیه را به دست آورد. آنتروپومتری به دو شکل استاتیک و دینامیک تعریف شده است.

در آنتروپومتری استاتیک، اندازه اندام‌های مختلف در شرایط ثابت و بدون حرکت به دست می‌آید در نوع دینامیک، دامنه حرکتی اندام‌ها و چگونگی حرکات نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند. شکل ۵ و جدول ۱، متغیرهای معمول آنتروپومتری استاتیک را نشان می‌دهد.



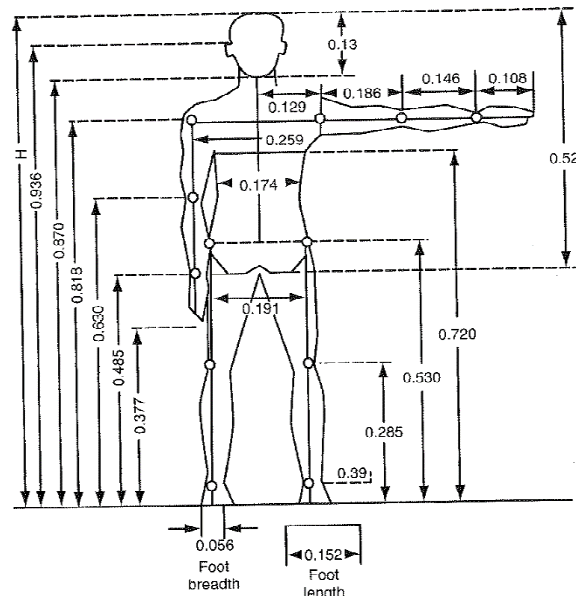
شکل ۵ - متغیرهای آنترپومتریک استاتیک

جدول ۱ - متغیرهای معمول آنتروپومتری استاتیک (متناظر با شکل ۵)

ردیف	متغیر	ایستاده	نشسته	ردیف	متغیر	ایستاده	نشسته
1	قد	*		19	حد دسترسی روبرو	*	
2	ارتفاع چشم	*		20	فاصله شانه تا سرانگشت	*	
3	ارتفاع شانه	*		21	فاصله شانه تا کف دست	*	
4	ارتفاع آرنج	*		22	عمق سینه	*	
5	ارتفاع لگن خاصره	*		23	عمق شکم	*	
6	ارتفاع بند انگشت	*		24	طول ران (از مقابل زانو)	*	
7	ارتفاع سر انگشت	*		25	طول ران (از پشت زانو)	*	
8	ارتفاع نشسته		*	26	عرض شانه (از نقاط آکرومی)	*	
9	ارتفاع چشم		*	27	عرض شانه (از دو طرف عضلات دلتوئید)	*	
10	ارتفاع شانه		*	28	عرض هیپ	*	
11	ارتفاع آرنج		*	29	فاصله سر انگشت دست ها	*	
12	ضخامت ران		*	30	فاصله آرنج- آرنج	*	
13	ارتفاع زانو		*	31	طول سر	*	
14	ارتفاع رکی		*	32	عرض سر	*	
15	طول بازو		*	33	طول کف دست	*	
16	طول آرنج تا سر انگشت		*	34	عرض کف دست	*	
17	حد دسترسی بالای سر		*	35	طول کف پا	*	
18	حد دسترسی بالای سر	*		36	عرض کف پا	*	

لازم به توضیح است که یکی از علل تفاوت‌های ابعادی بین افراد، ژنتیک و شرایط اقلیمی است از اینرو نمی‌توان از استانداردهای سایر کشورها استفاده نمود. با عنایت به مورد اخیر و با توجه به این که متأسفانه در حال حاضر استاندارد برای کشور ایران تدوین نشده است لذا توصیه می‌شود برای اصلاح شرایط ایستگاه‌های کار در صنایع، متناسب با تعداد افراد و با کمک مشاوره‌های آماری، تعدادی از کارکنان به عنوان نمونه انتخاب شوند و داده‌های ابعادی از بین ایشان سنجیده شود و محاسبات خاص آنتروپومتریک و تعیین صدک‌های

۵ و ۹۵ انجام گیرد سپس به اصلاح شرایط پرداخته شود. برخی از مطالعات بین داده‌ها و ابعاد سگمنت‌های مختلف بدن، ارتباط‌هایی را به دست آورده‌اند که بخشی از آن‌ها در شکل ۶ آمده است.



شکل ۶ - نقاط رفرنس و نسبت اندازه‌ها بر اساس مدل Farkas

بررسی صدمات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار:

در محیط‌های کار به علت وجود عوامل مخاطره آمیز گوناگون، احتمال بروز بیماری‌های شغلی، به اثبات رسیده است. در بین صدمات و عوارضی که سلامت شاغلین را تهدید می‌کند برخی از آسیب‌ها جزء بیماری‌های مرتبط با کار (Diseases Related Work) می‌باشند که از جمله مهم ترین آن‌ها، عوارض اسکلتی عضلانی مرتبط با کار (Work-related Musculoskeletal Disorders) هستند.

عوامل خطر بروز عوارض اسکلتی - عضلانی

- از بین عوامل خطر مهمی که در بروز این دسته از صدمات، نقش دارند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- الف) وضعیت نامناسب استقرار بدن حین انجام کار (Awkward Postures)
 - ب) اعمال نیرو و فشار
 - ج) انجام فعالیت‌های تکراری (Repetitive tasks)

از بین صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار که باعث کاهش توانمندی افراد و بالطبع افت بازده شغلی می‌شود می‌توان کمر درد و همچنین عوارض میچ دست مانند سندروم کانال کارپی (CTS) یا همان "سندروم

کارپال تانل“ را نام برد. به کمک اجرای اصول مهندسی ارگونومی می‌توان عوامل مکانیکی و تنش‌های عضلانی را تا حدود قابل توجهی کنترل نمود، به بیان دیگر با کمک روش‌های ارگونومیک می‌توان ضمن طراحی مناسب ایستگاه‌های کار، وضعیت استقرار بدن را تصحیح نمود. البته لازم به توضیح است که فاکتورهای موثر در چگونگی وضعیت استقرار بدن در حین کار، متنوع هستند که برخی از آن‌ها عبارتند از: ویژگی‌های فیزیکی کاربر، نیازهای شغلی، شرایط ایستگاه کار.

حمل دستی کالا

یکی از مشکلات شغلی که از دیدگاه اصول ارگونومی قابل بررسی است حمل دستی بار است. در اکثر صنایع کشور و حتی در امور غیرشغلی به دفعات زیاد، جابجایی دستی کالا و بلند کردن بار (Manual lifting) اتفاق می‌افتد و این امر یکی از دلایل مهم برای بروز کمردرد محسوب می‌شود. به طور کلی در حمل دستی کالا بر حسب نوع فعالیت، حالت‌های مختلفی از جمله بلند کردن بار (Lifting)، کشیدن (Pulling)، هل دادن (Pushing) و جابجایی (Carrying) اتفاق می‌افتد که هر کدام به فراخور شرایط کار و وزن بار، استرس‌های جسمی قابل ملاحظه‌ای را بر کارگر وارد می‌سازند.

صدمات جسمانی ناشی از حمل دستی کالا باعث بروز مشکلات جسمانی، درد و آسیب‌های عضلانی می‌شود. این دسته از موارد از دیدگاه اقتصادی نیز به بروز خسارت‌های مالی، منجر می‌گردد. به گزارش سازمان ناپوش در آمریکا (بیشتر از ۶۰٪ مشکلات ستون فقرات، مربوط به کمر درد) می‌باشد و سالانه حدود نیم میلیون کارگر در برخی از کشورهای صنعتی، به درجات مختلفی به این گونه صدمات مبتلا می‌شوند. این گزارش حاکی از این حقیقت است که در حدود ۶۰٪ غرامت‌های ناشی از صدمات جسمانی در بلند کردن دستی بار و حدود ۲۰٪ در هل دادن و کشیدن بار، اتفاق می‌افتد. کمیسیون ایمنی و بهداشت انگلستان گزارش کرده است که بیش از ۲۵ درصد حوادث، مربوط به جابجایی دستی کالا بوده است.

حالاتی که در بلند کردن بار دستی، رخ می‌دهد:

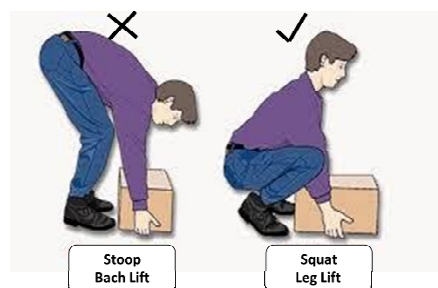
به طور کلی دو حالت متمایز برای بلند کردن بار به صورت دستی ممکن است اتفاق افتد

الف) حالت اسکات (Squat, Leg Lift)

ب) حالت استوپ (Stoop, Back Lift)

حالت اسکات، حالتی است که طی آن ستون فقرات، کاملاً به صورت کشیده و مستقیم نگه داشته می‌شود، زانوها خم شده و بار با دست‌ها به صورت محکم گرفته می‌شود و سپس با نیروی عضلات پا، بار به طرف بالا هدایت می‌گردد. در این روش، نیروهای وارده بر ستون فقرات در حد قابل ملاحظه‌ای کنترل می‌شوند. (شکل ۷).

حالت استوپ، حالتی است که طی آن ستون فقرات، خم شده و پاها مستقیم هستند (شکل ۷) در واقع بلند کردن بار، به این روش باعث می‌شود که نیروهای زیادی بر دیسک‌های بین مهره‌ای اعمال شوند. حالت اول حالتی ایمن و حالت دوم، شرایط غیر ایمن دارد.



شکل ۷ - حالت‌های اسکات و استوپ در بلند کردن بار

لازم به توضیح است که از دیدگاه اصول ارگونومی، روش‌های جدیدی که بر پایه طراحی ایستگاه کار، استوار است تعیین شده است که با اجرای آن لازم نیست خم شدن زانوها و نشستن در حین برداشتن دستی بار اتفاق افتد. در حقیقت با عنایت به مطالعات ارگونومیک محیط کار و به کمک جدیدترین روش‌ها معادله‌های حمل دستی بار (مانند معادله حمل بار نایوش)، ایستگاه کار به گونه‌ای طراحی می‌شود که سلامت کارگر و همچنین سطح بهره‌وری مناسب تا حد امکان در شرایط شایسته‌ای نگه داشته می‌شود. شرح کامل این روش‌ها و به ویژه روش نایوش در این مختصر نمی‌گنجد و فقط اشاره می‌شود که در معادله حمل بار نایوش، به تناسب شرایط کار، میزان توصیه شده ی وزنی کالا قابل محاسبه خواهد بود. این معادله عبارت است از:

$$RWL = 23 \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

در فرمول فوق:

$$RWL^1 = \text{حد توصیه شده وزنی بار}$$

$$HM^2 = \text{ضریب مربوط به فاصله افقی بار تا بدن (H)}$$

$$HM = 25 / H$$

$$VM^3 = \text{ضریب مربوط به ارتفاع محل برداشتن بار (V)}$$

$$VM = 1 - (0.003 \times |V - 75|)$$

$$DM^4 = \text{ضریب مربوط به میزان جابجایی بار در سطح قائم (D)}$$

$$DM = 0.82 + (4.5 / D)$$

$$AM^5 = \text{ضریب مربوط به میزان چرخش تنه در حین جابجایی بار (A)}$$

$$AM = 1 - (0.0032 A)$$

$$FM^6 = \text{ضریب مربوط به ریتم حمل بار (بر حسب تعداد بلند کردن بار در دقیقه) (F) - از جدول ۲ استفاده شود}$$

¹ Recommended Wight Limit

² Horizontal Multiplier

³ Vertical Multiplier

⁴ Distance Multiplier

⁵ Asymmetric Angle

CM^7 = ضریب مربوط به نوع چنگش بار (C) - برای بارهای با دستگیره مناسب و ارگونومیک، و برای بارهایی با دستگیره‌های نامناسب و همچنین برای بسته‌هایی بدون دستگیره، CM به ترتیب برابر است با ۱، ۰.۹۵ و ۰.۹.

جدول ۲ - نحوه تعیین FM

مدت انجام کار در حمل دستی بار (ساعت)						
۲ تا ۸		۱ تا ۲		کمتر از ۱		فرکانس بلند کردن بار (Lift/Min)
>= 75 C	<75 Cm	>= 75 C	<75 Cm	>= 75 C	<75 Cm	
0.85	0.85	0.95	0.95	1.00	1.00	<=0/2
0.81	0.81	0.92	0.92	0.97	0.97	0.5
0.75	0.75	0.88	0.88	0.94	0.94	1
0.65	0.65	0.84	0.84	0.91	0.91	2
0.55	0.55	0.79	0.79	0.88	0.88	3
0.45	0.45	0.72	0.72	0.84	0.84	4
0.35	0.35	0.60	0.60	0.80	0.80	5
0.27	0.27	0.50	0.50	0.75	0.75	6
0.18	0.18	0.42	0.42	0.70	0.70	7
0.15	0.00	0.35	0.35	0.60	0.60	8
0.13	0.00	0.30	0.30	0.52	0.52	9
0.00	0.00	0.26	0.26	0.45	0.45	10
0.00	0.00	0.23	0.00	0.41	0.41	11
0.00	0.00	0.21	0.00	0.37	0.37	12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	13
0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	14
0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	15
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	>15

پس از تعیین RWL، می‌توان با توجه به وزن واقعی بسته‌هایی که حمل می‌شوند، ضریب بسیار مهم اندیس حمل بار (LI) را به ترتیب زیر محاسبه نمود^۸:

$$RWL = W / LI$$

میزان اندیس حمل بار باید حداکثر، یک باشد و هرچه بیشتر شود نشان از استرس‌های شدید دارد و چنان‌چه به مقدار "سه" برسد، یعنی فعالیت مذکور نباید بصورت دستی انجام گیرد.

^۶ Frequency Multiplier

^۷ Coupling Multiplier

^۸ - برای اطلاعات بیشتر به کتاب اصول ارگونومی در سیستم‌های حمل دستی کالا نوشته ح. صادقی نایینی مراجعه شود.

فیزیولوژی کار (Work Physiology):

یکی از مباحث مهم در ارگونومی، فیزیولوژی کار است در فیزیولوژی کار، شاخص‌های فیزیولوژیک بدن که بطور مستقیم یا غیرمستقیم از شرایط محیطی و شغلی، متاثر می‌شود مورد مطالعه قرار می‌گیرد. به کمک یافته‌های فیزیولوژیک مذکور می‌توان اطلاعات گوناگونی را در مورد سطح توانمندی، میزان قابلیت تطابق افراد، سطح خستگی، تغییرات ضربان قلب و ریتم تنفس، میزان انرژی مصرفی را به‌دست آورد. بدیهی است با مطالعه شرایط حرفه‌ای و ویژگی‌های فیزیولوژیک کاربران می‌توان از استرس‌ها و تنش‌های مختلفی که افراد را تهدید می‌کنند جلوگیری نمود. در مطالعات فیزیولوژی کار، نیازهای شغلی باتوجه به توان هوازی لازم نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد مثلاً دریافته اند که انجام فعالیت‌های خیلی سنگین به بیشتر از ۲/۵ لیتر اکسیژن در هر دقیقه نیاز خواهد داشت، این مقدار برای کارهای سبک کمتر از ۰/۵ می‌باشد. در این دسته از مطالعات، ضربان قلب، فشارخون و اسید لاکتیک نیز مورد اندازه گیری و بررسی قرار می‌گیرند.

پیشنهادهای:

با توجه به دامنه عملکرد وسیع علم ارگونومی و نگرش توأم مهندسی انسانی به سلامت افراد و بهره‌وری سیستم‌ها، لازم به نظر می‌رسد که شاغلین در حرفه‌های گوناگون با وظایف شغلی متنوع، نسبت به الگوهای مطرح در ارگونومی، آشنایی لازم را پیدا نموده و در جهت اجرای آن‌ها کوشش نمایند. بدیهی است کارشناسان ارگونومی با عنایت به رسالت خطیر حفظ سلامت افراد، سهم و جایگاه ویژه‌ای را در این راستا به خود اختصاص خواهند داد. لذا توصیه می‌شود ایستگاه‌های کاری مختلف هم در محیط‌های صنعتی و هم سازمان‌ها و ادارات که اکثر کارکنان آن از مشکلات ارگونومیک رنج می‌برند، به تناوب و بر اساس الگوی زمانی خاص، مورد ارزیابی ارگونومیک قرار گرفته و با برگزاری جلسات بارش افکار، راهکارهای اصلاحی و قابل حصول به صورت عملی به اجرا در آید.

مفاهیم بنیادی ارگونومی را حتی می‌توان با زبانی ساده از ابتدایی‌ترین سطوح آموزشی یعنی مهدکودک‌ها و مدارس، تعریف نمود تا حداقل بتوان از بروز صدمات عضوی آتی اқشار جامعه، جلوگیری کرد. البته کاربرد اصول ارگونومی در واحدهای صنعتی و یا در طراحی محصولات، به شکل‌های دیگری قابل دستیابی می‌باشد.

خلاصه

به هر روی، ارگونومی علمی است چند نظامه با دامنه عملکرد وسیع که از اهداف عمده آن ارتقاء سطح سلامت در سایه بهره‌وری هرچه بیشتر سازمان می‌باشد. ارگونومی می‌تواند به سؤالات گوناگونی در زمینه شرایط محیط کار، پاسخ دهد. شاید یکی از پرسش‌های مهمی که مدیران واحدهای مختلف صنعتی به دنبال پاسخ‌گویی به آن می‌باشند، نحوه استخدام بهینه و مناسب نیروی کار است، بدیهی است کارگرانی که در یک واحد صنعتی مشغول به کار می‌شوند باید قادر باشند با شرایط حاکم بر محیط کار، به تولید و فعالیت بپردازند و بالطبع عدم کارایی کاربر، حادثه پذیری و عدم مسئولیت‌پذیری اپراتور از جمله عوامل مهمی هستند که می‌توانند به طور

مستقیم یا غیر مستقیم بر تولید و بهره‌وری اثرات منفی گذارند. به کمک الگوهای ارگونومیک می‌توان فعالیت‌های مورد نظر در انجام امور شغلی را از دیدگاه میزان مصرف انرژی به گروه‌های سبک تا خیلی سنگین تقسیم بندی نمود و بطور موازی با ارزیابی‌های افراد در برنامه‌های قبل از استخدام، نحوه به کارگیری کاربران را متناسب با قابلیت‌های آن‌ها تعریف نمود.

در مباحث مهندسی انسانی، روش‌های ایجاد انگیزش در شاغلین با هدف افزایش سطح رضایت‌مندی و کاهش خطاهای اپراتوری، مطرح می‌شود. یکی دیگر از مواردی که بر روی توانمندی جسمانی و دقت‌های ذهنی و ادراکی پرسنل اثر می‌گذارند، خستگی است. خستگی یک عامل بازدارنده‌ای است که نه تنها باعث کاهش قوای جسمانی افراد می‌شود بلکه به طور غیر مستقیم و در اثر کاهش میزان دقت، حادثه پذیری فرد افزایش یافته و نهایتاً بهره‌وری شغلی، تنزل می‌یابد. در مباحث مهندسی انسانی به کمک معادلات و اندازه‌گیری‌های فردی و محیطی، زمان‌های کار و استراحت تنظیم می‌شوند.

پیشگیری از صدمات جسمانی و به ویژه کمر درد از دیگر رویکردهای مهم ارگونومی محسوب می‌شود که با اعمال ملاحظات میکرو و ماکرو ارگونومی می‌توان آن را محقق ساخت. آنالیز شغلی و بررسی وضعیت‌های بدنی در حین کار و کشف عوامل خطر بروز صدمات اسکلتی - عضلانی از مواردی است که در این دسته از بررسی‌ها جای دارد.

نیم نگاهی هم به طرز نشستن خود بیافکنید، چگونه است؟ چند ساعت در طول شبانه روز از صندلی برای نشستن استفاده می‌کنید؟ آیا نوع صندلی شما مطلوب است؟ آیا نوع مطلوب صندلی را می‌شناسید؟ آیا نوع و طرز نشستن شما مطلوب است؟ آیا روش صحیح نشستن را می‌دانید؟

مطالعات مختلف به اثبات رسانده‌اند که ایستگاه کار (نشسته - ایستاده، و یا توام) چنانچه مطابق با اصول رگونومی نباشد، می‌تواند عاملی مهم و موثر در بروز کمر درد، تلقی شود. بدیهی است چنانچه فعالیت‌های سخت و سنگین جسمانی هم به آن اضافه شوند، این عوارض تشدید می‌گردند. در مباحث ارگونومی، راهکارهای گوناگونی در خصوص اصلاح شرایط کار و کنترل صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار، توصیف می‌شود. شایان ذکر است که علاوه بر ابعاد فیزیکی اصلاح شرایط ایستگاه‌های کار، امروزه رویکردهای نوین طراحی ارگونومیک مبتنی بر احساس مطرح شده که به کمک آن‌ها می‌توان شرایط ایستگاه‌های کار و همچنین محصولات را بنحوی شایسته و متناسب با نیازهای روحی و رفتاری افراد طراحی نمود.

با عنایت به آن‌چه تا کنون در این گفتار، ذکر شد، انتظار می‌رود حضور دست اندرکاران ارگونومی و طراحی ارگونومیک در صنایع و سازمان‌های مختلف کشور که به مطالعه دقیق محیط‌های کار می‌پردازند، شرایط مطلوب‌تری را هم برای کارکنان و هم برای مدیران به ارمغان آورد. بدیهی است اعمال ملاحظات ارگونومیک می‌تواند در راستای اهداف پایداری و چشم اندازهای سازمان جهانی بهداشت در بستر مفاهیم و اهداف توسعه پایدار، وضعیت بهتری را برای سازمان‌ها و دست اندرکاران تولید و صنعت کشور فراهم سازد. دلیل این مدعا نیز رویکردهای توأم سلامت و بهره‌وری و رهیافت‌های جامعه‌نگر در ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی است.

منابع:

1. Sadeghi Naeini, P. Katuzian, N. Salehi. "User-Centered Design (UCD) based on Ergonomics-An effective approach on home appliance design", Sixth International Conference on Design Principles and Practices, University of California, Los Angeles, USA www.Design-Conference.com
2. Vetter P., A. Newen (2014), Varieties of cognitive penetration in visual perception, Consciousness and Cognition, Volume 27, July 2014, Pages 62-75
3. Lin C.L. et al. (2016), Cultural ergonomics in interactional and experiential design: Conceptual framework and case study of the Taiwanese twin cup, Applied Ergonomics, Volume 52, Pages 242-252
4. Bridger R.S. (2009), Introduction to Ergonomics, 3rd Ed. CRC Press.
5. Karwowski W., W.S. Marras (2003), Occupational Ergonomics: Principles of Work Design, CRC Press.
6. Astrand P.O. et al. (2003), Textbook of Work Physiology-4th Physiological Bases of Exercise.
7. Sadeghi N.H., M. Heidaripour (2011), Kansei engineering and ergonomic design of products, International Journal of Occupational Hygiene 3 (2), 81-84.
8. WHO. From MDGs, Millennium Development Goals to SDGs, Sustainable Development Goals. World Health Organization 2015. Available from: <http://www.who.int/gho/publications/mdgs-sdgs/en/>. [Last accessed on 2019 March 18].
- ۹- صادقی نایینی حسن (۱۳۹۳) اصول ارگونومی در سیستم‌های حمل دستی کالا. نشر فن آوران. تهران.
- ۱۰ - صادقی نایینی حسن، اریسیان زهره. (۱۳۹۵) آنتروپومتری کاربردی در طراحی محصول و محیط. نشر ژاله.

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۵ / گفتار ۶ / دکتر منصور رضازاده آذری، مهندس میرداود سیدی

ارزیابی ریسک مواد شیمیایی در تماس‌های شغلی

فهرست مطالب

اهداف درس	۸۵۷
مقدمه	۸۵۷
اهداف	۸۵۸
دامنه کاربرد	۸۵۸
تعاریف	۸۵۹
روش ارزیابی نیمه کمی ریسک	۸۵۹
مراحل ارزیابی ریسک	۸۶۰
مرحله ۱ - تشکیل گروه کاری	۸۶۲
مرحله ۲ - تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر	۸۶۲
مرحله ۳ - شناسایی مواد شیمیایی	۸۶۳
مرحله ۴ - تعیین ضریب مخاطره	۸۶۳
مرحله ۵ - انجام بازرسی و مصاحبه	۸۶۵
مرحله ۶ - جمع‌آوری اطلاعات طول مدت مواجهه و تکرار آن	۸۶۶
مرحله ۷ - تعیین ضریب مواجهه	۸۶۶
مرحله ۸ - تعیین ضریب ریسک	۸۷۶
مرحله ۹ - اجرای اقدامات اصلاحی	۸۷۶
مرحله ۱۰ - مستند سازی ارزیابی	۸۷۸
مرحله ۱۱ - بازنگری ارزیابی	۸۷۸
پیوست ۱ - تخمین مواجهه پوستی با مایعات:	۸۸۳
پیوست ۲ - دسته بندی مواد سرطانی از سوی سازمان‌های مختلف	۸۸۵
پیوست ۳ - چک لیست بازرسی	۸۸۶
پیوست ۴ - حدود مجاز مواجهه با ترکیبات سمی	۸۸۸
پیوست ۵ - آستانه بویایی و غلظتهای محرک مواد شیمیایی	۸۸۸
پیوست ۶ - برنامه حفاظت سیستم تنفسی	۸۸۸
منابع	۸۸۹

ارزیابی ریسک مواد شیمیایی در تماس‌های شغلی

Risk assessment of chemicals in occupational exposures

دکتر منصور رضازاده آذری، مهندس میرداود سیدی
دانشکده بهداشت و ایمنی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

اهداف درس

پس از یادگیری این مبحث، فراگیرنده قادر خواهد بود:

- اهداف کلی ارزیابی ریسک مواد شیمیایی را فهرست نماید
- روش ارزیابی نیمه کمی ریسک را بیان کند
- مراحل ارزیابی ریسک را فهرست کرده، فلوچارت مربوطه را رسم نماید
- نحوه مستندسازی ارزیابی را شرح دهد
- نحوه تخمین مواجهه پوستی با مایعات را در قالب مثال، محاسبه کند
- نحوه طبقه‌بندی مواد سرطانزا را شرح دهد
- چک لیست نحوه بازرسی را تنظیم کند
- چند مثال در خصوص حدود مجاز مواجهه با ترکیبات سمی را ارائه دهد
- ضریب ریسک را به طور مفروض، محاسبه نماید
- غلظت‌های محرک بویایی برخی از مواد شیمیایی را بیان کند
- موضوعات کلیدی در تنظیم برنامه حفاظت سیستم تنفسی را شرح دهد

مقدمه

ارزیابی ریسک مواد شیمیایی بصورت گسترده‌ای در کشورهای مختلف به منظور توجیه اقدامات کنترلی برای جوامع انسانی بویژه کارگران، بصورت یک اقدام معمول بکار برده میشود. این بخش که تاریخ مرجع اصلی آن نزدیک به دو دهه است هنوز یکی از روش‌های معمول برای برآورد ریسک مواجهه شغلی است. نویسندگان این گفتار، مطالعه روش‌های دیگر بخصوص روش قدم به قدم سازمان COSHH را به کارشناسان محترم

مهندسی بهداشت حرفه‌ای توصیه می‌نماید.

مواجهه با مواد شیمیایی سمی، می‌تواند منجر به اثرات مختلفی شود که شدت آنها با توجه به راه مواجهه (تنفسی، پوستی و گوارشی) و میزان تماس، متفاوت خواهد بود. در ارزیابی ریسک مواد شیمیایی سمی، میزان ریسک برای استفاده کنندگان، مشخص شده و اقدامات لازم برای محافظت پرسنل در برابر مواد شیمیایی، پیشنهاد می‌شود. بر اساس دستورالعمل‌ها و قوانین جاری کشور، کارمندان و کارگران صنایع بایستی در شرایط ایمن با مواد شیمیایی مواجهه داشته باشند. در راستای انجام این وظیفه مهم، بایستی از کلیه مواد شیمیایی که در محیط کار استفاده می‌شوند، از طریق شناسایی و ارزشیابی مخاطرات آنها و روش‌های کنترلی اتخاذ شده، ارزیابی دقیقی به عمل آید. لازم به ذکر است که در این ارزیابی‌ها تنها به خطر بیماری‌های ناشی از مواد شیمیایی توجه می‌شود و مخاطرات مربوط به قابلیت اشتعال و انفجار این مواد با استفاده از روش‌های جداگانه و خاصی ارزیابی می‌گردند.

اهداف

- (۱) به طور کلی هدف از انجام ارزیابی ریسک مواد شیمیایی عبارتست از: **شناخت خطرات ناشی از تمام مواد شیمیایی که در محیط کار استفاده، انبار و یا حمل و نقل می‌شود.**
- (۲) ارزیابی میزان مواجهه کارکنان با مواد شیمیایی خطرناک از طریق تنفسی، پوستی و گوارشی
- (۳) ارزیابی میزان کفایت اقدامات کنترلی در دسترس
- (۴) مشخص نمودن وظایف شغلی (Task) با ریسک زیاد برای سلامتی کارکنان
- (۵) پیشنهاد اقدامات کنترلی مناسب برای حذف یا کاهش ریسک

نتیجه عملی و اصلی یک برنامه ارزیابی ریسک، تعیین **”ضریب ریسک (Risk Rating)”** مربوط به وظایف مختلف است. وظایف فرآیندی بر اساس ضریب ریسک، رتبه بندی می‌شوند و این رتبه‌ها برای تعیین اقدامات کنترلی مرتبط، مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدون یک سیستم ارزیابی که مخاطرات را بر اساس پتانسیل خطر آنها رتبه بندی می‌کند، ممکن است زمان و منابع سازمان بر روی مواردی که ریسک پایین دارند معطوف شده و از مواردی که خیلی مهمتر هستند غافل گردند.

دامنه کاربرد

- در این راهنما، ارزیابی‌ها فقط مربوط به مخاطراتی است که سلامتی کارکنان شاغل در محیط‌های کاری را تهدید می‌کنند.
- این راهنما در مورد حمل و نقل مواد شیمیایی سمی و خطرناک اعم از مواد اولیه، محصولات، ترکیبات و محصولات جانبی قابل استفاده است.
- راهنمایی لازم را در راستای وظایف شغلی در مورد اینکه چه کسی باید ارزیابی‌ها را انجام دهد فراهم آورده و تعیین می‌کند که چه کارهایی باید مورد ارزیابی قرار گیرند.
- یک روش عمومی برای ارزیابی ریسک ناشی از انتشار یا تولید مواد شیمیایی خطرناک مطرح می‌کند.

- اقدامات لازم برای انجام یک ارزیابی را توصیف و ملزومات مستندسازی و ارزیابی‌های مجدد را تشریح می‌کند.
- ممکن است بوسیله متصدیان امور ایمنی و بهداشت صنعتی و سایر افرادی که به نوعی درگیر ارزیابی ریسک هستند استفاده می‌شود.
- ارزیابی مورد نظر می‌تواند ریسک نسبی موجود را (چنانچه پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی شناخته شده باشند) مشخص کند. لکن، زمانی که اطلاعات معنی دار در دسترس نباشند یا خطاهای انسانی در طی عملیات ارزیابی وجود داشته باشند، نتایج می‌تواند سوال برانگیز باشند.
- برای ریسک‌های مرتبط با نقص ماشین آلات، تجهیزات و سیستم‌های کنترل که ممکن است به صورت تصادفی و از یک حادثه یا شبه حادثه ناشی شوند، توصیه نمی‌شود.
- همچنین برای ارزیابی ریسک مخاطراتی که متوجه همسایگان صنعت و محیط زیست است توصیه نمی‌گردد.
- این ارزیابی در مورد افرادی که حساسیت خیلی بالایی دارند، نباید بکار برده شود.
- این ارزیابی برای تماس‌های پوستی و گوارشی پیشنهاد نمی‌شود. لکن نمونه محاسبات مربوط به مواجهه پوستی در پیوست ۱ آمده است.

تعاریف

- ✓ **خطر (Hazard)**، یک واژه کلی برای هر مقوله‌ای است که پتانسیل ایجاد صدمه را، داشته باشد. خطر ماده شیمیایی، مربوط به توانائی ایجاد مسمومیت بوده و تابع میزان سمیت آن است.
- ✓ **ریسک (Risk)**، ریسک واژه‌ای است، که برای پیش بینی احتمال وقوع اثرات نامطلوب یک ترکیب شیمیایی یا سایر مخاطرات بکار برده می‌شود.
- ✓ **ارزیابی ریسک (Risk Assessment)**، به شناسایی و تعیین کمیت ریسک حاصل از کاربرد یک ترکیب شیمیایی، با در نظر گرفتن اثرات مضر آن بر روی پرسنل و با احتساب میزان، راه ورود به بدن و مدت زمان مواجهه اطلاق می‌شود.
- ✓ **سمی (Toxic)**، صفت یک ماده شیمیایی است که مبین خاصیت آسیب رسانی آن به موجودات زنده می باشد.
- ✓ **سمیت (Toxicity)**، میزان آسیب رسانی یک ماده شیمیایی به موجودات زنده را بیان می کند.

روش ارزیابی نیمه کمی ریسک

با توجه به اهمیت موضوع ریسک، روش‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک مواد شیمیایی از طرف سازمان‌های مرتبط با مسائل ایمنی و بهداشت صنعتی ارایه شده است. در این روش، ابتدا خطرات ناشی از مواد شیمیایی مشخص، سپس با در نظر گرفتن میزان یا احتمال مواجهه، میزان ریسک محاسبه می‌گردد و در مرحله

بعد اقدامات کنترلی لازم، برای کاهش ریسک‌های مرتبط معرفی و اولویت بندی می‌شوند.
روش ارزیابی نیمه کمی ریسک در یازده مرحله انجام می‌پذیرد:

➤ حمایت و تعهد مدیریت

۱ - تشکیل یک گروه کاری

➤ مشخص کردن مخاطرات و تعیین ضریب آنها

۲ - تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر

۳ - شناسایی مواد شیمیایی

۴ - تعیین ضریب مخاطره (Hazard Rating)

۵ - انجام بازرسی و مصاحبه از مسؤولان و پرسنل

➤ ارزشیابی میزان مواجهه

۶ - جمع‌آوری اطلاعات مربوط به طول مدت مواجهه و تکرار آن

۷ - تعیین ضریب مواجهه (Exposure Rating)

➤ ارزیابی ریسک

۸ - تعیین ضریب ریسک (Risk Rating)

۹ - اجرای عملیات اصلاحی

۱۰ - مستندسازی ارزیابی

۱۱ - بازنگری ارزیابی

برای انجام ارزشیابی مواجهه سه روش وجود دارد. ارزیاب می‌تواند میزان مواجهه واقعی را برای تعیین ضریب مواجهه (ER) و نهایتاً سطح ریسک به کار ببرد. اگر میزان مواجهه واقعی قابل دسترس نبود، فاکتورها یا پارامترهای مواجهه می‌توانند برای تعیین شاخص و ضریب مواجهه مورد استفاده قرار گیرند. برای ارزیابی ریسک ناشی از تماس با مواد شیمیایی در مرحله طراحی کارخانه یا فرآیند، ممکن است میزان مواجهه با استفاده از فرمول‌های تئوریک و تجربی تخمین زده شود.

مراحل ارزیابی ریسک

۷ - تعیین ضریب مواجهه

۸ - تعیین ضریب ریسک

۹ - اجرای اقدامات اصلاحی

۱۰ - مستندسازی ارزیابی

۱۱ - بازنگری ارزیابی

۱ - تشکیل گروه کاری

۲ - تجزیه فرآیند به وظایف کوچک‌تر

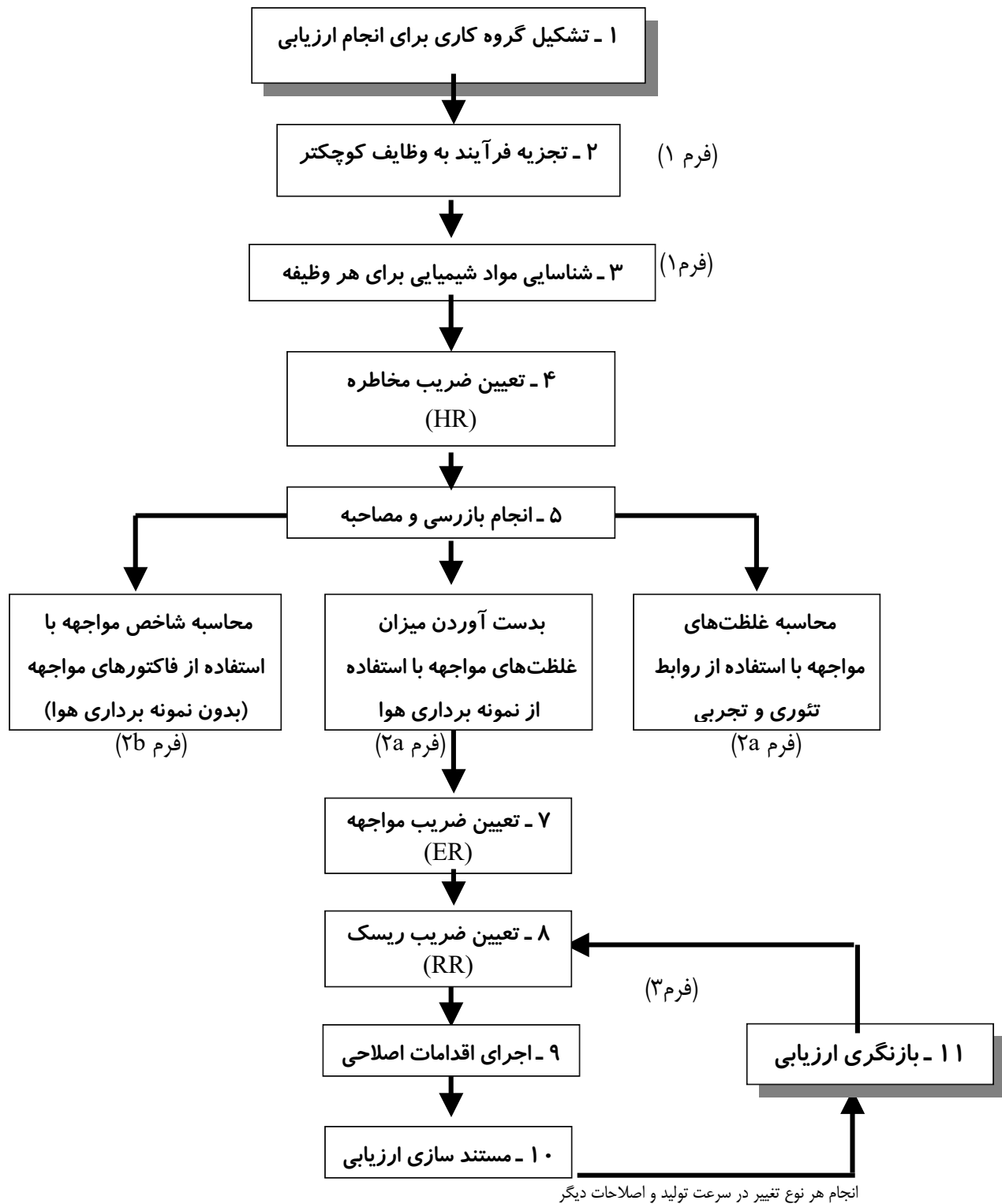
۳ - شناسایی مواد شیمیایی

۴ - تعیین ضریب مخاطره

۵ - انجام بازرسی و مصاحبه

۶ - جمع‌آوری اطلاعات طول مدت مواجهه و تکرار آن

فلوچارت ۱ - فرآیند ارزیابی ریسک



مرحله ۱ - تشکیل گروه کاری

یک گروه کاری شامل نمایندگان از هر دو طرف مدیریت و کارگران است که این افراد صلاحیت و شایستگی همکاری در این زمینه را دارند. فرد شایسته می‌تواند یک کارمند یا هر شخصی باشد که آموزش‌ها و تجربیات لازم را در زمینه مواد مخاطره آمیز، ارزیابی و مدیریت ریسک داشته باشد. همچنین یک مشاوره ایمنی یا متخصص بهداشت صنعتی برای انجام ارزیابی ریسک بایستی استخدام شود.

بین مدیریت و کارکنان بایستی همفکری و همکاری کامل وجود داشته باشد. کارکنانی که واقعاً درگیر کار هستند و کار را انجام می‌دهند کمک شایانی می‌توانند در این زمینه باشند. حضور کارکنان و نمایندگان آنها در کمیته‌های مربوطه می‌تواند در بدست آمدن اطلاعات در زمینه مواد مورد استفاده در وظایف، روش‌های انجام وظایف و راه‌های مختلف مواجهه با این مواد بسیار مفید و مؤثر باشد. مدیریت بایستی درگیر انجام ارزیابی ریسک شده و برای اجرای اقدامات اصلاحی و کنترلی در راستای مدیریت ریسک مصمم باشد.

مرحله ۲ - تجزیه فرآیند به وظایف کوچکتر

تقسیم بندی و تجزیه فرآیندها به ترتیب زیر صورت می‌گیرد :

- کارخانه به واحدهای کوچکتر تقسیم بندی می‌شود؛
- هر واحد به فرآیندهای کوچکتر تقسیم بندی می‌شود؛
- هر فرآیند به وظایف کوچکتر تقسیم بندی می‌شود؛
- کارگران با توجه به موقعیت مکانی و وظایف کاری گروه بندی می‌شوند؛
- برای مشاغلی که نیاز به تحرک در کارخانه دارند، مشاغل آنها به صورت خاص مورد ملاحظه قرار می‌گیرد؛
- از اینکه تمام کارکنانی که با مواد شیمیایی مواجهه دارند اعم از کارکنان تولید، تعمیر و نگهداری، تحقیق و توسعه، پیمانکاران و ماموران نظافت، مد نظر قرار گرفته‌اند اطمینان حاصل می‌شود.

برای پیگیری اجرای برنامه‌ها و اطمینان از اینکه تمام محیط‌های کاری پوشش داده شده‌اند، لازم است کلیه محیط‌های کاری، مورد بازدید قرار گیرند. وظایف معمولاً به صورت فیزیکی یا جغرافیایی از هم جدا شده‌اند. نمودارهای جریان فرآیند (PFD) و نمودارهای ابزار دقیق فرآیند (PID) می‌توانند برای مشخص کردن وظایف در ارزیابی ریسک بکار برده شوند. برای مثال، یک کارخانه ممکن است یک واحد اختلاط اولیه، یک واحد کنترل کیفیت و یک واحد بسته‌بندی داشته باشد. در واحد اختلاط اولیه، فرآیندهایی نظیر اختلاط، آماده‌سازی مقدماتی و تطبیق رنگ‌ها وجود دارد. فرآیند اختلاط خود شامل وظایفی نظیر جمع آوری مواد اولیه، توزین، ریختن مواد اولیه در داخل تانک، به هم زدن دستی و یا اتوماتیک، نمونه برداری و کنترل است.

وظایف حاصل از تجزیه فرآیندهای کاری در فرم شماره ۱ ثبت می‌شود.

مرحله ۳ - شناسایی مواد شیمیایی

تمام مواد شیمیایی که استفاده یا تولید می‌شوند نظیر مواد اولیه، بینابینی، محصولات اصلی و فراورده‌های جانبی بایستی مشخص شوند. یک ماده شیمیایی ممکن است به یکی از شکل‌های جامد، مایع، گاز، بخار، غبار، میست یا فیوم باشد. همه مواد شیمیایی، بدون توجه به سیستم‌های کنترلی موجود در محل میبایست مد نظر قرار داده شوند.

شناسایی مواد شیمیایی می‌تواند از راه‌های زیر انجام گیرد:

- با توجه به لیست مواد موجود در انبار، صورت موجودی، دفتر ثبت، شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) و بر چسب ظروف
- بازدید از همه محل‌های نگهداری و فرایندهای مصرف کننده مواد شیمیایی
- توجه به تمام مواد تولید شده در فرایند کاری
- محصولات جانبی، محصولات نهایی و کلیه عواملی که از فرآیند بیرون می‌آیند، نظیر پسماندها (جامد و مایع)، ضایعات و ترکیبات ناپایدار.
- توجه به تمام مواد شیمیایی تولید شده در حین عملیات‌هایی نظیر راه اندازی آزمایشی، تعمیرات و نگهداری
- برای مثال فرم‌آلدئید ممکن است که در طول عملیات ریخته‌گری تزریقی انتشار یابد و یا اتیل استات که برای چربی‌زدایی و تمیز کردن ماشین‌های ریخته‌گری تزریقی به کار برده می‌شود، منتشر گردد. بنابراین مواد شیمیایی مذکور بایستی در ارزیابی ریسک، مد نظر قرار گیرند.
- ماده یا مواد شیمیایی مشخص شده برای هر وظیفه در فرم شماره ۱ ثبت می‌شود.

مرحله ۴ - تعیین ضریب مخاطره

پس از شناسایی مواد شیمیایی مصرفی و تولیدی در هر وظیفه، ضریب مخاطره این مواد مشخص می‌گردد. مخاطرات ناشی از یک ماده شیمیایی به میزان سمیت و نحوه مواجهه بستگی دارد. ضریب مخاطره می‌تواند با توجه به تأثیرات سمی مواد شیمیایی تعیین گردد (جدول ۱). روش دیگر تعیین ضریب مخاطره از طریق دوز کشنده (LD_{50} = Lethal Dose 50%) و غلظت کشنده (LC_{50} = Lethal Concentration 50%) مواد شیمیایی است (جدول ۲). لازم به ذکر است که اطلاعات ذکر شده در جداول را می‌توان از شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) بدست آورد.

ضریب مخاطره مربوط به مواد در فرم شماره ۱ ثبت شده است.

جدول ۱ - ضریب مخاطره

ضریب مخاطره	توضیح دسته بندی خطر/تاثیر	مثال از مواد شیمیایی
۱	- بدون تاثیرات نامطلوب بر سلامتی - سرطان زایی A5 (ACGIH) (به پیوست ۲ مراجعه شود) - جزء مواد سمی و مضر نیست	کلرید سدیم، بوتان، بوتیل استات، کلسیم کربنات
۲	- تاثیرات نامطلوب بر مخاط و پوست (بدون شدت زیاد) - سرطان زایی A4 (ACGIH) - ایجاد حساسیت و تحریک برای پوست	استن، بوتان، استیک اسید ۱۰٪، نمک باریم، غبار آلومینیم
۳	- امکان سرطان زایی و جهش زایی در انسان یا حیوان (هنوز اطلاعات کافی در این زمینه ارائه نشده) - سرطان زایی A3 (ACGIH) - گروه 2B (IARC) - ماده خورنده ($pH < 5$ یا $11 < pH < 9$) - تحریک تنفسی و جزء طبقه بندی مواد مضر	تولوئن، زایلن، بوتانل، استالدئید، استیک انیدرید، آنیلین
۴	- احتمال سرطان زایی، جهش زایی و اختلالات ژنتیکی (بر اساس مطالعات انجام شده بر روی موجودات آزمایشگاهی) - سرطان زایی A2 (ACGIH) - گروه 2A (IARC) - گروه B (NTP) - ماده خیلی خورنده ($pH < 2$ یا $14 < pH < 11/5$) - ماده سمی	فرمالدئید، کادمیم، متیلن کلراید، اکسید اتیلن، اکریلو نیتریل، ۱-۳ بوتادین
۵	- سرطان زا، جهش زا و بانی اختلالات ژنتیکی در نوزادان - سرطان زایی A1 (ACGIH) - گروه 1 (IARC) - گروه A (NTP) - ماده خیلی سمی	بنزن، سرب، آرسنیک، برلیم، وینیل کلراید، جیوه، کریستال سیلیکات

جدول ۲ - ضریب مخاطره بر حسب سمیت حاد

ضریب مخاطره	LD ₅₀ جذب شده از راه خوراکی در موش صحرایی (وزن بدن mg/Kg)	LD ₅₀ جذب شده از راه پوستی در موش صحرایی یا خرگوش (وزن بدن mg/Kg)	LC ₅₀ جذب شده از راه تنفسی در موش صحرایی (mg/Lit) در ۴ ساعت برای گاز و بخار	LC ₅₀ جذب شده از راه تنفسی در موش صحرایی (mg/Lit) در ۴ ساعت برای ذرات هوابرد
۲	< ۲۰۰۰	< ۲۰۰۰	< ۲۰	< ۵
۳	۲۰۰۰ تا < ۲۰۰۰	۲۰۰۰ تا < ۴۰۰۰	۲۰ تا < ۲۰۰	۵ تا < ۱۰
۴	۲۰۰ تا < ۲۵	۴۰۰ تا < ۵۰	۲ تا < ۵	۱ تا < ۲۵
۵	< ۲۵	< ۵۰	< ۵	< ۲۵

مرحله ۵ - انجام بازرسی و مصاحبه

یک بازرسی دقیق بر طبق وظایف کاری لیست شده در فرم شماره ۱ انجام دهید و در حین بازرسی با کارکنان مصاحبه کنید. هدف از مصاحبه، پیدا کردن همه وظایف لیست شده در فرم ۱ است و اینکه آیا همه کارکنان مد نظر قرار گرفته شده‌اند. به این ترتیب برای ارزیابی اینکه آیا همه کارگران با مواد شیمیایی سمی و مضر مواجهه داشته‌اند، ضروری است که با کارکنان شاغل با توجه به تجربه کاری و روش اجرایی آنها صحبت شود. به عنوان مثال، آنها می‌توانند تشریح کنند که در حین تعمیر و نگهداری، کمبود نیروی انسانی، تغییر در تعداد افراد یا مقدار تولید چه اتفاقی می‌افتد و این تغییرات روی مواجهه با مواد شیمیایی سمی و مضر چه تأثیری می‌گذارد.

اگر یک شغل، فرآیند یا واحد کاری جدید طراحی و برنامه ریزی شده ولی هنوز به بهره برداری نرسیده است، ارزشیابی فرآیندهای کاری مرتبط الزامی است و آن بایستی در فرم شماره ۱ اضافه شود. یک چک لیست برای بازرسی در پیوست شماره ۳ آمده است. این چک لیست بازرسی حول چهار محور زیر طراحی شده است:

- ۱) واحد کاری که در آن مواد شیمیایی سمی مصرف یا تولید می‌شوند
- ۲) شکل انجام کار
- ۳) نحوه انتشار آلودگی
- ۴) مناطق مربوط به آلودگی

مرحله ۶ - جمع‌آوری اطلاعات طول مدت مواجهه و تکرار آن

برای کارگرانی که در معرض مواد شیمیایی سمّی قرار می‌گیرند، میزان مواجهه با توجه به مقدار، تکرار، راه و طول مدت مواجهه تعیین می‌شود. اگر نتایج نمونه برداری از هوا برای وظایف معین قابل دسترسی هستند، فرم ۲a بایستی مورد استفاده قرار گیرد. جایی که نتایج نمونه برداری از هوا موجود نیست، فاکتورهای مواجهه می‌توانند برای محاسبه ضریب مواجهه مورد استفاده قرار گیرند و پارامترهای مربوط در فرم ۲b ثبت می‌شود.

فرم ۲a (نتایج پایش هوا قابل دسترسی هستند)

در فرم ۲a، طول مدت یک وظیفه خاص بایستی مشخص شود. اگر طول مدت وظیفه کمتر از ۸ ساعت بود، تکرار وظیفه بایستی تعیین شود. برای مثال، وزن کردن یک ماده اولیه در حدود ۲ ساعت زمان میبرد ($D=2$)، اما این کار دو بار در روز و ۱۰ بار در هفته تکرار می‌شود ($F=10/\text{week}$). ریخته‌گری تزریقی در سراسر طول شیفت کاری انجام می‌یابد، بنابراین طول مدت وظیفه ۸ ساعت است ($D=8$) و تکرار آن یک بار در روز و ۵ بار در هفته است ($F=5/\text{week}$).

اگر مواجهه به دو یا چند ماده شیمیایی (که تأثیرات آنها بر سلامتی مشابه است) وجود دارد. ردیفی که مربوط به "ماده شیمیایی با تأثیرات مشابه" است را با علامت "Y" (به منزله تایید) پر کنید. اطلاعات مربوط به تأثیرات مواد شیمیایی بر سلامتی می‌تواند از طریق شناسنامه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS) بدست آید.

فرم ۲b (نتایج پایش هوا در دسترس نیست)

در فرم ۲b، پنج فاکتور فشار بخار یا اندازه ذرات، نسبت آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه^۱، میزان کنترل، مقدار ماده شیمیایی مورد مصرف و ساعت کاری با توجه به جدول ۳ (جدول تعیین شاخص مواجهه) (Exposure Index) مشخص و ثبت می‌گردد. تعیین تمام فاکتورهای فوق‌الذکر الزامی نیست و با توجه به اطلاعات موجود، پارامترهای قابل دسترسی بکار برده می‌شوند، ولی مطمئناً هر چه تعداد شاخص‌های استفاده شده بیشتر باشد جوابی دقیق‌تر بدست خواهد آمد.

مرحله ۷ - تعیین ضریب مواجهه

ضریب مواجهه هم می‌تواند از طریق تعیین سطح مواجهه واقعی و هم می‌تواند از طریق تعیین شاخص‌های مواجهه بدست آید.

الف - تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تعیین سطح مواجهه واقعی

مواقعی که نتایج حاصل از نمونه‌برداری و پایش هوا قابل دسترسی باشد، متوسط وزنی - زمانی هفتگی مواجهه (TWA_{week}) با استفاده از رابطه زیر تخمین زده می‌شود.

¹ OT/PEL (Odour Threshold /Permissible Exposure Level)

$$E = \frac{F \times D \times M}{W} \quad (۱)$$

که در آن :

E = میزان مواجهه هفتگی (mg/m^3 یا ppm)

F = تکرار مواجهه در هفته (تعداد در هفته)

M = شدت مواجهه (mg/m^3 یا ppm)

W = متوسط ساعت کار در هفته (۴۰ ساعت)

D = متوسط طول مدت هر مواجهه (ساعت)

در رابطه (۱) فرض شده است که در زمانیکه وظیفه انجام نمی‌شود هیچگونه مواجهه‌ای وجود ندارد. این فرضیه بایستی در مورد هر وظیفه‌ای که تحت بررسی قرار می‌گیرد، مدنظر باشد تا صحت محاسبات تایید گردد.

ضریب مواجهه (ER) :

مقدار مواجهه (E) که از رابطه بالا بدست آمد با مقادیر مواجهه مجاز بلند مدت (PEL) مقایسه می‌شود سپس ضریب مواجهه (ER) از طریق جدول زیر تعیین می‌شود:

جدول ۳ - ضریب مواجهه

ضریب مواجهه (ER)	E/PEL
۱	$< ۰/۱$
۲	$۰/۱ - ۰/۵$
۳	$۰/۵ - ۱/۰$
۴	$۱/۰ - ۲/۰$
۵	$۲/۰ \leq$

مواجهه مرکب (Combined Exposure)

برای تماس با دو یا چند ماده شیمیایی که دارای اثرات مشابه هستند و در فرم Σ با استفاده از حرف Y (تایید اثرات تجمعی) به آنها اشاره شده است، بایستی میزان مواجهه مرکب ($E_{Combined}$) طبق رابطه زیر محاسبه گردد :

$$E_{Combined} = \frac{E_1}{PEL_1} + \frac{E_2}{PEL_2} + \dots + \frac{E_n}{PEL_n} \quad (۲)$$

که در آن :

E = میزان مواجهه (mg/m^3 یا ppm)

PEL = میزان مواجهه مجاز مربوطه (mg/m^3 یا ppm)

مواجهه‌های بیشتر از ۴۰ ساعت در هفته:

میزان مواجهه مجاز بلند مدت (PEL) بایستی که برای مواجهه‌های بیشتر از ۴۰ ساعت در هفته کاهش داده شود. فاکتور کاهش هفتگی (F) که بایستی از میزان مواجهه مجاز بلند مدت (PEL) کسر گردد و مقدار آن از طریق رابطه زیر بدست می آید:

$$F = \frac{40}{H} \times \frac{(168 - H)}{128} \quad (۳)$$

$$PEL_a = PEL - F \quad (۴)$$

H = ساعات کاری در هفته (ساعت)

F = فاکتور کاهش هفتگی

PEL_a = میزان مواجهه مجاز تصحیح شده (mg/m^3 یا ppm)

رابطه بالا از یک دید محافظه کارانه‌ای استفاده می‌کند و مقادیر استاندارد را خیلی پایین می‌آورد. روش‌های دیگری نظیر مدل OSHA و مدل‌های مربوط به علم داروشناسی نیز وجود دارند. وقتی که نیاز به یک تعدیل است، پیشنهاد می‌شود با یک فرد شایسته مشورت شود تا از مناسب و قابل اجرا بودن تعدیل اطمینان حاصل شود. بخاطر اینکه مدل‌های بیان شده اکثراً به صورت تئوری بوده و متکی بر فرضیات هستند ممکن است در مورد بسیاری از مواد شیمیایی صادق (عملی) نباشند، مواد شیمیایی باید دقیقاً شناخته شوند و در مواقعی که اطلاعات سم شناسی در مورد ماده شیمیایی محدود است بایستی کاملاً مراقب بود. لکن، فوائد حاصل از تعدیل حدود مواجهه مهم تر و بیشتر از تردید در مدل‌های تعدیل است. جاهایی که فهرستی از کارهای غیر معمول در حال انجام است، نیاز است که تعدیل حدود مواجهه بررسی شده و مدلی که بیشترین تناسب را داشته باشد انتخاب شود. برای تماس‌های کوتاه مدت و تا ۱۵ دقیقه و یک بار در روز، شدت مواجهه بایستی با مقادیر میزان مواجهه مجاز کوتاه مدت (PEL-Short Term) مقایسه شود.

مقدار بدست آمده برای ضریب مواجهه (ER) را در فرم ۳ ثبت کنید.

ب - تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تعیین شاخص‌های مواجهه

زمانیکه نتایج حاصل از نمونه برداری و پایش هوا در دسترس نباشد، ضریب مواجهه می‌تواند از طریق شاخص‌های مواجهه (EI) و با استفاده از رابطه زیر بدست آید:

$$ER = [(EI)_1 \times (EI)_2 \times \dots (EI)_n]^{\frac{1}{n}} \quad (۵)$$

که در آن:

n = تعداد فاکتورهای مواجهه استفاده شده است

شاخص‌های مواجهه در یک مقیاس عددی از ۱ تا ۵ و به ترتیب افزایش شدت مواجهه درجه بندی شده‌اند، به این معنی که عدد ۱ شدت مواجهه خیلی پایین، عدد ۵ خیلی بالا و عدد ۳ متوسط را نشان می‌دهد.

جدول ۴ - شاخص و فاکتورهای مواجهه

۵	۴	۳	۲	۱	شاخص مواجهه فاکتور مواجهه
۱۰۰< mmHg ماده خشک و ذرات ریز و پودری میکرون <۱۰	۱۰-۱۰۰ mmHg ماده خشک و ذرات ریز ۱۰-۱۰۰ میکرون	۱-۱۰ mmHg ماده خشک و ذرات با قطر کمتر از ۱۰۰ میکرون	۰.۱-۱ mmHg قطر بزرگ و ماده خشک	<۰.۱ mmHg قطر بزرگ، توده یا ماده مرطوب	فشار بخار یا فطر آئرو دینامیکی ذره
۲<	۱-۲	۰.۵-۱	۰.۱-۰.۵	<۰.۱	نسبت آستانه بویایی به حد مجاز مواجهه $\frac{OT}{PEL}$
کلاً بدون کنترل، محیط پر غبارتر	کنترل نا کافی، محیط پر غبار	کنترل کافی بدون نگهداری، غبار متوسط	کنترل کافی با نگهداری نامنظم	کنترل کافی با نگهداری منظم	میزان کنترل آلاینده
مقدار متوسط، کارگران آموزش ندیده برای حمل و کار ۱۰۰۰< کیلوگرم یا لیتر	مقدار زیاد، کارگران آموزش دیده برای حمل و کار ۱۰۰-۱۰۰۰ کیلوگرم یا لیتر	مقدار متوسط، کارگران آموزش دیده برای حمل و کار ۱۰-۱۰۰ کیلوگرم یا لیتر	مقدار کم مصرف ۱-۱۰ کیلوگرم یا لیتر	اغلب مقدار ناچیز ۱ کیلوگرم یا لیتر	مقدار ماده مورد مصرف در هفته
۳۲-۴۰ ساعت	۲۴-۳۲ ساعت	۱۶-۲۴ ساعت	۸-۱۶ ساعت	ساعت <۸	ساعات کاری در هفته

در ردیف اول جدول فوق وقتی که ماده شیمیایی، یک مایع در دمای اتاق است، خطر مواجهه با آن بستگی به فشار بخار آن دارد که می‌تواند از روی شناسنامه ایمنی ماده شیمیایی (MSDS) بدست آید. فشار بخار به دما بستگی دارد. وقتی که فشار بخار یک مایع در دمای دیگری در MSDS ماده ثبت شده است، فشار بخار آن

می‌تواند با استفاده از رابطه آنتوان (Antoine) محاسبه شود. در مورد یک ماده شیمیایی جامد، خطر مواجهه تنفسی با آن بستگی به اندازه ذرات جامد دارد و برای قضاوت در مورد آن باید بازدهایی از محل کار انجام گیرد. اندازه ذرات از طریق محاسبه قطر آئرودینامیکی به دست می‌آید و رابطه آن در زیر آمده است:

$$D_a = D_p \sqrt{s \cdot g} \quad (6)$$

که در آن:

$$D_a = \text{قطر آئرودینامیکی}$$

$$D_p = \text{قطر ذره}$$

$$s \cdot g = \text{وزن مخصوص توده ماده شیمیایی}$$

علاوه بر فشار بخار یا قطر آئرودینامیکی ذرات، ضریب مواجهه به میزان مواجهه مجاز (PEL) و آستانه بویایی قابل تشخیص یک ماده شیمیایی (OT) بستگی دارد که مقادیر آنها به ترتیب از پیوست ۴ و ۵ قابل استخراج است و از روی ردیف دوم جدول ۴ در مورد آن قضاوت می‌شود.

احتمال مواجهه با یک ماده شیمیایی با توجه به تمهیدات کنترل مهندسی موجود و میزان کارایی آنها مشخص می‌شود. طراحی خوب و اجرای مناسب یک سیستم تهویه موضعی خطر مواجهه با مواد شیمیایی را خیلی کاهش خواهد داد و از سوی دیگر در یک فرآیند روباز با طراحی و نگهداری ضعیف مواجهه خیلی زیادی با ماده شیمیایی اتفاق خواهد افتاد. این اختلاف در ردیف میزان کنترل موجود (ردیف ۳ جدول ۴) منعکس شده است.

فرآیند محدود یا محصور و بدون تماس مستقیم، انتشار و رها سازی غیر مشهود آلاینده ها، سرعت ربایش کافی در دهانه هودهای تهویه موضعی نمونه‌هایی از اقدامات کنترلی کافی و مؤثر هستند. در این روش ارزیابی تهیه و تدارک وسایل حفاظت فردی (PPE) جزو تدابیر کنترلی محسوب نمی‌شوند.

همچنین میزان مواجهه با یک ماده شیمیایی به مقدار ماده شیمیایی استفاده شده و طول مدت مواجهه یا کار با ماده شیمیایی بستگی دارد. این موضوع به ترتیب در ردیف‌های چهارم و پنجم جدول ۴ نشان داده شده است. یک دوره کاری هفتگی (معمولاً ۴۰ ساعت) به عنوان اساس تعیین ضریب مواجهه در نظر گرفته شده است. همانطور که مقادیر میزان مواجهه مجاز (PEL) نیز بر مبنای تماس‌های ۴۰ ساعته بنا نهاده شده اند. مثال:

گرد و غبار ریز پودر سیلیس ($EI=5$) در حین عملیات وزن کشی تولید می‌شود و این وظیفه به مدت یک ساعت در روز و ۷ ساعت در هفته ($EI=1$) انجام می‌شود. بر اساس بازرسی‌های بصری گرد و غبار متوسطی در محیط وجود دارد ($EI=3$). مقدار استفاده شده کم است ($EI=2$)، مطلوب است مقدار ضریب مواجهه (ER).

$$ER = [(EI)_1 \times (EI)_2 \times \dots (EI)_n]^{-1/n}$$

$$ER = [5 \times 3 \times 2 \times 1]^{-1/4}$$

$$ER = 2.3$$

ج - تعیین ضریب مواجهه با استفاده از تخمین^A

این بخش برای صناعی که در مرحله طراحی هستند قابل اجراست. تکنیک‌های ارزیابی ریسک با استفاده از روابط تئوری می‌توانند به نتایج دقیقی منجر شوند. با این حال، عدم دسترسی به پارامترهای موجود در فرمول‌ها، خطای انسانی و عدم دقت می‌تواند منجر به نتایج سوال برانگیزی شود. در این روش میزان مواجهه بر حسب ppm یا mg/m^3 محاسبه می‌شود. میزان مواجهه بدست آمده می‌تواند با مقادیر PEL (درازمدت) مقایسه شده و برای بدست آوردن ضریب مواجهه (ER) استفاده شود. لازم به ذکر است که اگر مواجهه کمتر از ۸ ساعت باشد، میزان مواجهه بایستی قبل از مقایسه با حدود مواجهه مجاز درازمدت (PEL-Long Term) با استفاده از رابطه زیر به متوسط وزنی - زمانی ۸ ساعته (C_{TWA}) تبدیل شود:

$$C_{TWA} = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \dots + C_nT_n}{8} \quad (۷)$$

که در آن :

C = غلظت مواجهه ppm یا mg/m^3

T = زمان مواجهه مربوطه hr

رابطه پیش بینی مواجهه تنفسی - برای عملیات انتقال:

این رابطه برای هر عملیات نقل و انتقال نظیر بار کردن تانکرها و بشکه‌ها مناسب می باشد.

$$C_{ppm} = \frac{(1.67 \times 10^4)(VP \times V \times f \times r)}{QK} \quad (۸)$$

که در آن:

C_{ppm} = غلظت آلاینده بر حسب ppm

VP = فشار بخار بر حسب اتمسفر (atm)

مقدار 1.67×10^4 ضریب حاصل از تبدیل واحدها است. (برای تبدیل cm^3 به m^3 برای حجم (V)، تبدیل واحدهای پرشده در ثانیه به واحدهای پرشده در ساعت برای ضریب پرکنندگی r و cm^3/s به m^3/min برای ضریب تهویه (Q).

^A فرض می‌شود، دمای مایع و دمای هوا با هم برابر هستند، ائتلاف ماده ناچیز است، فقط یک منبع تولید آلودگی موجود است، شرایط پایدار حاکم است و قانون گازهای ایدال برقرار است. از ریخت و پاش طی عملیات پر کردن صرف نظر شده است.

^B میزان ورودی برای تخمین‌های فرضی مقداری است که در حدود مرکزی گستره تعیین شده قرار می‌گیرد.

^C روش پر کردن مخازن، از پایین به بالا فرض شده است.

^D تخمین میزان تماس به مراتب بیشتر از میزان واقعی مواجهه شغلی انجام می‌شود.
^E روش پرکردن، همراه با تلاطم است.
^F میزان تهویه در محیط باز بر حسب m^3/min (متر مکعب بر دقیقه) از سرعت تخمینی باد (V) بر حسب متر بر ساعت m/hr محاسبه می‌شود.

جدول ۵ - مقادیر ورودی پیش فرض

نوع ظروف			پارامتر
ماشین تانکر دار	کامیون تانکر دار	بشکه	
۷۶	۱۹	۰/۲۱	$V = \text{حجم ظرف (} m^3 \text{)}$
$0.5^{B,C}$ و $1.0^{B,E}$	$0.5^{B,C}$ و $1.0^{B,E}$	$0.5^{B,C}$ و $1.0^{B,E}$	$f = \text{فاکتور اشباع (بدون واحد)}$
$750V^{D,F}$ و $6700V^{B,F}$	$750V^{D,F}$ و $6700V^{B,F}$	85^B و 14^D	$Q = \text{فاکتور تهویه (} m^3/\text{min} \text{)}$
۱	۲	20^B و 30^D	$r = \text{ضریب پرکنندگی (واحد بر ساعت)}$
0.5^B و 0.1^D	0.5^B و 0.1^D	0.5^B و 0.1^D	$K = \text{فاکتور اختلاط (بدون واحد)}$

رابطه پیش بینی مواجهه تنفسی - برای عملیات روباز^A:

این رابطه می‌تواند برای فرآیندهایی مانند تمیز کاری یک تانک غوطه وری و شستشو، تمیزکاری و چربی زدایی سطوح فلزات مورد استفاده قرار گیرد:

$$C_{eq} = \frac{720VP \left[\frac{1}{MW} + \frac{1}{29} \right]^{0.25} A}{MW^{0.165} Q K \Delta X^{0.25}} \quad (9)$$

که در آن :

$C_{eq} = \text{غلظت آلاینده بر حسب ppm}$

$VP = \text{فشاربخار، بر حسب اتمسفر atm}$

$MW = \text{وزن ملکولی، بر حسب } gr/gr.mol$

این معادله برای موادی قابل استفاده است که فشار بخار آنها در حد کم تا متوسط باشد (یعنی کمتر از ۰/۰۵ اتمسفر). مقدار ۷۲۰ ضریب حاصل از تبدیل واحدها است. (تبدیل cm^3/min به m^3/min برای ضریب تهویه). (Q)

جدول ۶ - مقادیر ورودی پیش فرض

عملیات		پارامتر
سایر سطوح باز	نمونه گیری	
D	40^B و 80^C	$A = \text{سطح} (cm^2)$
85^B و 14^C	85^B و 14^C	$Q = \text{ضریب تهیه} (m^3/min)$
0.1^B و 0.5^C	0.5^B و 0.1^C	$K = \text{فاکتور اختلاط (بدون واحد)}$
D	7^B و 10^C	$\Delta X = \text{طول استخر در جهت جریان هوا} (cm)$

^A فرض می‌شود دمای مواد و دمای هوای موجود در محل برابر با ۲۹۸ کلوین و فشار هوا برابر یک اتمسفر باشد. سرعت جریان هوا مساوی $50/8 \text{ cm/s}$ (100 ft/min) در جهت موازی با استخر و مایع درون آن در نظر گرفته می‌شود. ضمناً فرض می‌شود که شرایط پایدار حاکم است. گرمای مورد نیاز برای تبخیر بوسیله محیط اطراف تامین می‌شود، پراکندگی و لبریز از لبه‌های استخر و در جهت جریان هوا ناچیز و قابل چشم پوشی است، هیچ گونه اختلاط در سطح روی استخر مایعات وجود ندارد، هیچ تهویه موضعی یا مانع فیزیکی در لبه‌های استخر وجود ندارد، قانون گاز ایده آل برقرار است.

^B میزان ورودی پیش فرض برای تخمینهای فرضی مقداری است که در حدود مرکزی گستره تعیین شده قرار گیرد.

^C تخمین میزان تماس به مراتب بیشتر از میزان واقعی مواجهه شغلی، انجام می‌شود.

^D براساس عملیات صنعتی، تخمین زده می‌شود.

برای اطلاعات بیشتر در زمینه روش‌های ارزشیابی مواجهه بر اساس مدل‌های تعادل جرمی به مجله انجمن بهداشت صنعتی آمریکا (AIHA)، سال ۱۹۹۶، شماره ۵۷ مراجعه کنید.

تخمین میزان مواجهه کارگر با مایعات داخل استخرهای تبخیر یا جوشش:

مدل پخش آلودگی به شکل استخری در نظر گرفته می‌شود که مواد شیمیایی در داخل آن ریخته شده‌اند. معادله زیر برای تخمین سرعت تبخیر و فرار یک مایع از داخل یک ظرف روباز استفاده می‌شود.

$$Q_m = \frac{MKAP_{sat}}{R_g T_L} \quad (10)$$

که در آن :

$Q_m = \text{سرعت تبخیر بر حسب } Kg/s$

M = وزن ملکولی آلاینده $Kg/Kg - mol$

K = ضریب انتقال جرم m/s

A = سطح تماس یا سطح استخراج‌های مایع m^2

P_{sat} = فشار بخار اشباع مایع $N/m^2 or Pa$

R_g = ثابت عمومی گازهای کامل که مساوی است با $8.314 Pa \cdot m^3 / mol \cdot K$

T_L = دمای مایع K

برای بدست آوردن ضریب انتقال جرم آلاینده‌ها طبق رابطه زیر عمل می‌کنیم:

$$K = K_0 \left[\frac{M_0}{M} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (11)$$

که در آن:

K_0 = ضریب انتقال جرم ماده مرجع یعنی آب که مساوی است با $(0.0083 m/s)$

M = وزن ملکولی آلاینده $(Kg/Kg - mol)$

M_0 = وزن ملکولی آب $(Kg/Kg - mol)$

تخمین میزان مواجهه کارگر با بخارات سمی با وجود تهویه ترقیقی:

غلظت متوسط (C_{ppm}) یک مایع فرار یا هر ماده‌ای که در یک محوطه وجود دارد با استفاده از دو پارامتر Q_m (سرعت تبخیر) و Q_v (سرعت تهویه) قابل محاسبه است. این غلظت می‌تواند برای هر کارگری که نزدیک یک استخر از مایعات فرار یا درب یک تانک ذخیره یا ظرف یک مایع فرار ایستاده است محاسبه شود.

سرعت تبخیر (Q_m) می‌تواند از رابطه ۱۰ بدست آید.

$$C_{(ppm)} = \frac{Q_m R_g T}{K Q_v P M} \times 10^6 \quad (12)$$

که در آن:

$C_{(ppm)}$ = غلظت متوسط یک بخار فرار در یک محوطه (ppm)

Q_m = سرعت تبخیر یک ماده فرار (Kg/s)

K = فاکتور اختلاط غیر ایده آل که بین ۰/۱ تا ۰/۵ متغیر است برای اختلاط کامل K برابر با ۱ است.

R_g = ثابت عمومی گازهای کامل که مساوی است با $8.314 Pa \cdot m^3 / mol \cdot K$

T = دمای منبع $^\circ K$

M = وزن ملکولی بخار خارج شده (فرار کرده) $Kg/Kg - mol$

Q_v = سرعت تهویه m^3/s

فرضیات

۱ - غلظت بخار محاسبه شده یک غلظت میانگین در محوطه مورد نظر است. ولی به صورت موضعی، غلظت‌های بالایی ایجاد خواهد شد، برای مثال کارگرانی که مستقیماً بالای یک ظرف (کانتینر در باز) در حال انجام کار هستند با غلظت بالای بخار مواجهه خواهند داشت.

۲ - شرایط پایدار فرض می‌شود و بخارات ساطع شده حالت تجمعی و انباشتی ندارند.

مثال:

یک تانک حاوی تولوئن با سطح باز در یک محوطه طی یک عملیات و در دوره زمانی معین وزن می‌شود و سرعت تبخیر متوسط مایع در حدود 0.1 gm/min و سرعت تهویه برابر $100 \text{ ft}^3/\text{min}$ است. دمای آن برابر 80°F درجه فارنهایت و فشار برابر یک اتمسفر است. غلظت بخار تولوئن در محوطه را تخمین بزنید و آن را با حدود تماس مواجهه مجاز طولانی مدت (PEL) که برابر 100 ppm برای تولوئن است مقایسه کنید. راه حل:

$$Q_m = 0.1 \text{ gm/min} = 2.20 \times 10^{-4} \text{ lbm/min}$$

$$R_g = 0.7302 \text{ ft}^3 \text{ atm/lbmol}^\circ \text{R}$$

$$T = 80^\circ \text{F} = 540^\circ \text{R}$$

$$Q_v = 100 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$M = 92 \text{ lbm/lbmol}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$C_{(ppm)} = \frac{Q_m R_g T}{K Q_v P M} \times 10^6 \Rightarrow$$

$$K \cdot C_{(ppm)} = \frac{(2.20 \times 10^{-4})(0.7302)(540)}{(100)(1)(92)} \times 10^6 \Rightarrow$$

$$K \cdot C_{(ppm)} = 9.43 \text{ ppm}$$

از آنجاییکه مقدار K (ضریب اختلاط) بین مقادیر 0.1 تا 0.5 متغیر است بنابراین انتظار می‌رود که مقدار C بین مقادیر 18.9 تا 94.3 ppm در تغییر باشد.

$$K = 0.5 \Rightarrow C_{(ppm)} = \frac{9.43}{0.5} = 18.9 \text{ ppm}$$

$$K = 0.1 \Rightarrow C_{(ppm)} = \frac{9.43}{0.1} = 94.3 \text{ ppm}$$

ضمناً نمونه برداری واقعی از بخارات برای اطمینان از عدم تجاوز غلظت بخارات تولوئن از مقادیر مجاز (PEL) توصیه می‌شود.

مرحله ۸ - تعیین ضریب ریسک

پس از تعیین ضریب مخاطره (مرحله چهارم) و ضریب مواجهه (مرحله هفتم)، ضریب ریسک طبق رابطه زیر بدست می آید:

$$RR = \sqrt{HR \times ER} \quad (۱۳)$$

که در آن:

RR = ضریب ریسک

HR = ضریب مخاطره

ER = ضریب مواجهه

علت جذر گرفتن از نتیجه حاصل، بدست آوردن یک عدد در محدوده ۱ تا ۵ است. ریسک هر وظیفه و رتبه بندی آن با توجه به جدول زیر تعیین می‌شود:

جدول ۷ - ضریب ریسک

رتبه	ضریب ریسک
ناچیز	۰-۱/۷
کم	۱/۷-۲/۸
متوسط	۲/۸-۳/۵
زیاد	۳/۵-۴/۵
خیلی زیاد	۴/۵-۵

ریسک و رتبه بندی بدست آمده برای هر وظیفه در فرم ۳ ثبت می‌شود. این رتبه بندی در اولویت بندی اقدامات اصلاحی برای کاهش ریسک در کارخانه به ما کمک خواهد کرد.

مرحله ۹ - اجرای اقدامات اصلاحی

اگر ارزیابی نشان دهد که انجام وظیفه در یک شغل، ریسک زیاد و قابل توجهی وجود دارد اقدامات اصلاحی مناسبی برای آن شغل بایستی در نظر گرفته شود. این اقدامات می‌تواند در زمینه‌های زیر صورت بگیرد:

- ۱) اقدام اصلاحی مناسبی را برای حذف یا کاهش ریسک انتخاب کنید، نظیر جایگزینی ماده شیمیایی سمی، نصب و راه اندازی سیستم تهویه موضعی یا تهویه ترقیقی، اجرای کنترل‌های مدیریتی و تامین وسایل حفاظت فردی؛

- ۲) دوره‌های آموزشی را برای کارکنان برنامه ریزی کنید؛

- ۳) در صورت نیاز از هوای محیط کار نمونه برداری کنید؛
- ۴) در صورت نیاز از نتایج معاینات پزشکی استفاده کنید؛
- ۵) تجهیزات مربوط به شرایط اضطراری و کمک‌های اولیه را فراهم و روش‌های اجرایی آنها را بررسی کنید. اطمینان از اینکه ریسک در حد قابل قبول است یا نه به عهده کارفرما است. در زیر به برخی از اقدامات اصلاحی ممکن برای سطوح مختلف ریسک اشاره شده است:

ریسک ناچیز

- پایان ارزیابی
- ارزیابی مجدد هر ۵ سال یکبار

ریسک کم

- حفظ کنترل موجود
- انجام غیر مستمر نمونه برداری هوا (در صورت نیاز)
- ارزیابی مجدد هر ۴ سال یک بار

ریسک متوسط

- تکمیل و حفظ کنترل موجود
- انجام مستمر نمونه برداری هوا (در صورت نیاز)
- آموزش کارگران در صورت لزوم
- ارزیابی مجدد هر ۳ سال یک بار

ریسک زیاد

- تکمیل کنترل‌های مهندسی مؤثر
- انجام نمونه برداری هوا
- آموزش کارگران
- بهبود برنامه استفاده از وسایل حفاظت تنفسی (به پیوست ۶ مراجعه کنید)
- تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب نظیر عینک، دستکش و...
- توسعه و تکمیل ایمنی فنی و تصحیح روش‌های انجام کار
- تنظیم دستورالعمل‌های شرایط اضطراری و کمک‌های اولیه
- ارزیابی مجدد بعد از انجام مراحل فوق

ریسک خیلی زیاد

- تکمیل کنترل‌های مهندسی مؤثر
- انجام نمونه برداری هوا
- آموزش کارگران
- بهبود برنامه استفاده از وسایل حفاظت تنفسی (به پیوست ۶ مراجعه کنید)
- تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب نظیر عینک، دستکش و...
- توسعه و تکمیل ایمنی فنی و تصحیح روش‌های انجام کار
- تنظیم دستورالعمل‌های شرایط اضطراری و کمک‌های اولیه
- ارزیابی مجدد (ارزیابی دقیق) بعد از انجام مراحل بالا

مرحله ۱۰ - مستند سازی ارزیابی

تمام ارزیابی‌ها بایستی بخوبی در فرم‌های مربوطه ثبت و به صورت نوشته یا بر روی رایانه نگهداری شوند. مستندات بایستی به صورت مختصر و خلاصه باشند و در آنها به موارد زیر اشاره شود:

- (۱) نام اعضای تیم ارزیابی
- (۲) توصیف واحد کاری
- (۳) تعداد افراد درگیر و شاغل
- (۴) محدوده کاری و زمان
- (۵) لیست کاملی از مواد استفاده و تولید شده و آیا شناسنامه ایمنی مواد در دسترس است یا خیر؟
- (۶) اطلاعاتی در مورد مخاطرات
- (۷) خلاصه فرایندها
- (۸) شناسایی ریسک‌ها
- (۹) یک جمع بندی در مورد ریسک‌ها
- (۱۰) پیشنهادات
- (۱۱) امضاء، تاریخ و نظر تیم ارزیابی
- (۱۲) امضاء، تاریخ و نظر کارفرما در مورد تایید ارزیابی

مرحله ۱۱ - بازنگری ارزیابی

در صورت تحقق یکی از شرایط زیر، بازنگری ارزیابی مورد نیاز است :

- ✓ ایجاد تغییرات در مقدار تولید، مواد اولیه، محصولات، فرایندها و یا اقدامات کنترلی
- ✓ وجود گزارشی مبنی بر بیماری ناشی از کار در واحدهای کاری
- ✓ وقوع حادثه یا رویداد در اثر کنترل نامطلوب

- برخی از خطاهای عمده در فرایند ارزیابی ریسک عبارتند از:

ب - خطاهای ناشی از عدم شناخت کافی مخاطرات مواد

ج - قضاوت با توجه به پیش داوری‌های نادرست

د - تردید در مجهولات، روش‌ها، مدل‌ها و فرضیات محاسبات

فرم‌ها

[illegible]

تعیین ضریب مواجهه

فرم ۲a

(این فرم زمانی استفاده می‌شود که نتایج نمونه برداری از هوا قابل دسترسی است)

فرآیند:

وظیفه:

مواد پارامتر	ماده شیمیایی اول	ماده شیمیایی دوم	
طول مدت مواجهه (D)			
تکرار مواجهه (F)			
شدت مواجهه (نتایج نمونه برداری از هوا) (M)			
ماده شیمیایی با تأثیرات مشابه (Y/N)			
میزان مواجهه (E)			
ضریب مواجهه (ER)			

تعیین ضریب مواجهه

فرم ۲b

(این فرم زمانی استفاده می‌شود که نتایج نمونه برداری از هوا قابل دسترسی نیست)

فرآیند:

وظیفه:

مواد پارامتر	ماده شیمیایی اول	ماده شیمیایی دوم	
فشار بخار یا اندازه ذرات			
نسبت OT/PEL			
میزان کنترل موجود			
مقدار مورد استفاده در هفته			
ساعات کاری در هفته			
ضریب تماس ER			

[illegible]

یوست‌ها

پیوست ۱ - تخمین مواجهه پوستی با مایعات

دوز جذبی کلی روزانه ناشی از جذب پوستی در اثر تماس پوستی با مایعات (D_{dl}) می‌تواند از طریق رابطه زیر محاسبه شود:

$$D_{dl} = \frac{W \times S \times A \times E \times F}{BW} \quad (۱۴)$$

که در آن :

D_{dl} = دوز جذبی پوستی روزانه ($mg/Kg \cdot day$)

W = ترکیب درصد وزنی ماده در محصول (برای مثال ۰/۱ برای یک حلال ۱۰٪)

S = سرعت جذب پوستی (مقادیر تجربی آن داده می‌شود مانند $0.32 \frac{mg}{cm^2 \cdot hr}$)

A = سطحی از پوست که مواجهه داشته (cm^2)

E = طول مدت تماس $\left(\frac{[hr/day][days/yr]}{365 days/yr} \right)$

F = زمان تماس پوستی (کسری از طول مدت تماس به عنوان مثال $F = 2$ برای ۲۰٪ در تماس پوستی متناوب یا $F = 0.01$ برای تماس‌های پوستی تصادفی)

BW = متوسط وزن بدن کارگر (Kg)

جدول ۸ - استاندارد سطح پوست (A) برای یک کرد بزرگسال به صورت زیر است

عضو	سطح استاندارد
بازو(از بیخ شانه تا نوک انگشت) (Arms)	2280 cm^2
بازو(از بیخ شانه تا آرنج) (Upper arms)	1430 cm^2
ساعدها (Forearms)	1140 cm^2
دستها (Hands)	840 cm^2
سر (Head)	1180 cm^2

دوز جذبی پوستی بدست آمده می‌تواند با مقادیر دوزهای کشنده ۵۰٪ برای جذب پوستی یک ماده شیمیایی خاص مقایسه شود.

مثال:

سرعت جذب پوستی، $0.32 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{hr} = S$

زمان تماس پوستی، $0.01 = F$ (تماس تصادفی فرض می‌شود)

سطح مواجهه یافته پوست، $1000 \text{ cm}^2 = A$ (تماس روی دست و ساعد فرض شده است)

طول مدت تماس، $4 \text{ hr/day} = E$ برای 30 day/yr

ترکیب درصد وزنی، $0.9 = W$ (درصد وزنی ماده ۹۰٪ در محصول فرض شده است)

متوسط وزن بدن کارگر، $70 \text{ Kg} = BW$

$$D_{dl} = \frac{W \times S \times A \times E \times F}{BW}$$

$$D_{dl} = \frac{0.9 \times 0.32 \times 1000 \times 4 \times 30 \times 0.01}{70 \times 365} = 0.014 \text{ mg/Kg} \cdot \text{day}$$

پیوست ۲ - طبقه‌بندی مواد سرطانزا از سوی سازمان‌های مختلف

ACGHI - انجمن متخصصین بهداشت صنعتی دولتی آمریکا^۲

- A1 - سرطان زای تأیید شده انسانی
- A2 - مشکوک به سرطان زایی در انسان
- A3 - سرطان زای تأیید شده در حیوان
- A4 - جزء مواد سرطان زای انسانی نیست
- A5 - مشکوک به سرطان زایی در انسان نیست

IARC - آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان^۳

- گروه 1 - سرطان زای انسانی
- گروه 2A - احتمال سرطان زایی در انسان
- گروه 2B - امکان سرطان زایی در انسان

NTP - برنامه سم‌شناسی ملی و خدمات بهداشت عمومی، سازمان بهداشت و خدمات رفاهی ایالات متحده آمریکا^۴

- گروه A - سرطان زای انسانی
- گروه B - سرطان زای انسانی به احتمال بالا

^۲ American Conference of Governmental Industrial Hygienists

^۳ International Agency for Research on Cancer

^۴ National Toxicology Program, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Service

پیوست ۳ - چک لیست بازرسی

سوالات	مشاهدات	ملاحظات
مواد شیمیایی		
۱- آیا مواد شیمیایی اولیه و محصولات در سطح کارگاه رها یا پخش شده است؟		اگر پاسخ این سوالات مثبت است این مواد را به مواد شیمیایی فرم ۱ اضافه کنید
۲ - آیا مواد شیمیایی دیگری برای تهیه محصولات دیگری استفاده می‌شود؟		
۳ - آیا فرآیند، محصولات جانبی تولید می کند؟		
عملیات‌های کاری		
۱. آیا وظیفه غیر معمولی طی فرآیند صورت می‌گیرد؟		اگر پاسخ مثبت است باید این وظیفه به فرم ۱ اضافه شود.
۲. آیا عملیات کاری موجود به صورت صحیح انجام می‌شود؟		اگر پاسخ هر کدام از این سوالات منفی باشد باید به فکر سایر راه‌های مواجهه بود. سطح ریسک بدست آمده در این راهنما نبایستی به عنوان یک شرایط واقعی در نظر گرفته شود بخاطر اینکه این روش فقط روی مواجهه تنفسی تاکید دارد.
۳. آیا لباس‌ها و تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده می‌شود؟		
۴. آیا تسهیلات موجود نظیر رخت کن، دستشویی و رستوران در شرایط خوبی نگهداری می‌شوند؟		
۵. آیا اصول خانه داری و نظافت کارگاهی در محل کار رعایت می‌شود؟		
۶. آیا امکان تماس پوستی وجود دارد؟		اگر پاسخ مثبت است، میزان جذب پوستی را با استفاده از رابطه ۱۴ ارزیابی کنید.

پیوست ۳ - چک لیست بازرسی (ادامه)

ملاحظات	مشاهدات	سوالات
انتشارات آلاینده ها		
اگر پاسخ مثبت است، این می‌تواند به این معنی باشد که کنترل ناکافی است (فرم ۲b). اگر ضریب ریسک بعد از ارزیابی پایین بود، راه‌های دیگر مواجهه را مد نظر داشته باشید.		۱ - آیا مدرکی حاکی از آلوده سازی وجود دارد؟ به عنوان مثال وجود گرد و غبار یا فیوم در هوا یا روی سطوح، وجود مواد شیمیایی روی پوست یا لباس افراد، احساس بوی مواد شیمیایی، نشته‌های واضح، ریخت و پاش و ترشح مواد شیمیایی و...
		۲ - آیا در کارگرانی که در حال انجام کارند، نشانه‌ای از مواجهه دیده می‌شود؟
		۳ - آیا پرونده‌های پزشکی کارگران نتایج غیر عادی نشان می‌دهد؟
اگر پاسخ مثبت بود فرم ۲a می‌تواند استفاده شود. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که آیا اقدامات کنترلی کافی است.		۴ - آیا نمونه برداری و پایش هوای در محیط کار انجام می‌شود؟
تعیین مناطق مربوط به آلودگی		
اگر جواب مثبت است آنها را به وظایف درج شده در فرم ۱ اضافه کنید.		۱ - آیا کارگرانی وجود دارند که مجبور باشند به صورت مستقیم با مواد شیمیایی تماس داشته باشند یا نزدیک مناطق آلوده کار کنند یا از مناطقی که مواد شیمیایی استفاده، تولید، انبار، منتقل یا دفع شده اند، عبور کنند؟
		۲ - آیا کارگران مجبورند که در داخل فضاهای محدودی که ممکن است مواد شیمیایی در آنها وجود داشته باشند، وارد شوند؟
		۳ - آیا کارگران کارهایی نظیر تمیزکاری، انجام تعمیرات و کارهای دیگر را در جائیکه احتمال وجود مواد در آنها وجود دارد انجام می‌دهند؟

پیوست ۴ - حدود مجاز مواجهه با ترکیبات شیمیایی

لطفاً برای کسب جدیدترین اطلاعات به نسخه اینترنتی کتاب "حدود مجاز مواجهه شغلی ۱۳۹۵" منتشره از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. مرکز سلامت محیط و کار ایران به آدرس زیر مراجعه نمایید:

tosea.mui.ac.ir/sites/tosea.mui.ac.ir/files/files/movajehe-shoghli.pdf

پیوست ۵ - آستانه بویایی و غلظت‌های محرک مواد شیمیایی

لطفاً به آخرین نسخه آستانه بویایی از سازمان بهداشت حرفه‌ای کشور آمریکا (AIHA) به تاریخ ۲۰۱۳ مراجعه نمایید:

www.pdo.co.om/hseforcontractors/Health/Documents/HRAs/ODOR%20THRESHOLDS.pdf

پیوست ۶ - برنامه حفاظت سیستم تنفسی

- موضوعات کلیدی که در تنظیم یک برنامه حفاظت سیستم تنفسی کارگران بایستی مد نظر قرار گیرند عبارتند از:
- ۱ - آیا یک برنامه حفاظت تنفسی مستند وجود دارد؟
 - ۲ - آیا ماسک‌های حفاظت تنفسی مورد استفاده مناسب هستند؟
 - ۳ - آیا کارگران در رابطه با استفاده و نگهداری ماسک‌های حفاظت تنفسی آموزش لازم را دیده‌اند؟
 - ۴ - آیا آزمون‌های ویژه برای تعیین اندازه وسایل حفاظت فردی تنفسی مناسب برای کارگران به صورت دو سال یکبار انجام می‌شود؟
 - ۵ - آیا آزمون‌های پزشکی برای تعیین سلامت کارگران استفاده کننده از وسایل حفاظت تنفسی، هر سه سال یکبار انجام می‌شود؟
 - ۶ - آیا علائمی وجود دارند که استفاده از حفاظ‌های تنفسی را در مناطق بخصوص نشان دهند؟
 - ۷ - آیا بازرسی و ارزیابی منظم در مورد استفاده درست از وسایل حفاظت تنفسی وجود دارد؟
 - ۸ - آیا وسایل حفاظت تنفسی در شرایط مناسبی نگهداری می‌شود؟
 - ۹ - آیا از وسایل حفاظت تنفسی متصل به سیستم هوارسان استفاده می‌شود؟
 - ۱۰ - آیا هوای استفاده شده در سیستم هوارسان، مورد آزمایش و دارای کیفیت مطلوب است؟

منابع استفاده شده برای نگارش این فصل مراجع اطلاعاتی زیر میباشند. نویسندگان این بخش مطالعه مراجع اصلی ارزیابی ریسک را توصیه می‌نمایند.

۱. -حدود مجاز مواجهه شغلی . مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی ایران ویرایش چهارم ۱۳۹۵

2. Department of Occupational Health and Safety. Assessing health risks arising from the use of hazardous chemicals in the workplace. Ministry of Human Resources, Malaysia (2000).
3. Health and Safety Executive. COSHH Essentials: Easy Steps to Control Hazardous Substances, The Stationery Office, Norwich (2004).
4. International Agency for Research on Cancer (IARC). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vols 1-76. Lyon, France: World Health Organization (2000).
5. International Program on Chemical Safety. International Chemical Safety Cards, Commission of the European Union, Luxembourg.
www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_113134/lang--en/index.htm
6. National Toxicology Program. 14th Report on carcinogens. Washington, DC: U.S. Department of Health and health Services, Public Health Services (2018).
<https://ntp.niehs.nih.gov/pubhealth/roc/index-1.html>
7. National Occupational Health and Safety Commission. Guidance note for the assessment of health risks arising from the use of hazardous substances in the workplace. NOHSC:3017 (2004).
8. Occupational Health Department. Guidelines for risk Assessment of occupational exposure to harmful chemicals. Ministry of Man Power and Occupational Health Department of Singapore (2005).
9. American Industrial Hygiene Association. Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards, 2nd Edition 2013.
www.pdo.co.om/hseforcontractors/Health/Documents/HRAs/ODOR%20THRESHOLDS