IEUD

حدود مجاز مواجهه شغلی

انجمن علمی مهندسی صنایع دانشگاه آزاد واحد دهاقان
Industrial Engineering Scientific Association
IEUD
www.ieud.ir

انجمن علمی مهندسی صنایع- دانشگاه آزاد دهاقان | www.ieud.ir

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

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

حدود مجاز مواجهه شغلی

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

مرکز سلامت محیط و کار
پژوهشکده محیط زیست

- عنوان گاید لاین: حدود مجاز مواجهه شغلی
- کد الزامات : ۱-۰۳۰۱-۲۰۵۰۲۰۲
- تعداد صفحات: ۲۱۵

مرکز سلامت محیط و کار:
تهران-خیابان حافظ تقاطع جمهوری- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی-مرکز سلامت محیط و کار
تلفن: ۶۶۷۰۷۶۳۶-۰۲۱، دورنگار: ۶۶۷۰۷۴۱۷-۰۲۱
www.markazsalamat.ir

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:
تهران – میدان انقلاب- خیابان کارگر شمالی- نرسیده به بلوار کشاورز- پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم
تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱
http://IER.tums.ac.ir

مجری طرح بازنگری ویرایش سوم:

دکتر رستم گلمحمدی، دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان

اعضای کمیته های علمی بازنگری ویرایش سوم به ترتیب حروف الفبا:

۱. دکتر معصومه احمدی زاده، عضو هیئت ممتحنه و ارزشیابی رشته بهداشت حرفه ای
۲. دکتر حسن اصیلیان، استادیار گروه بهداشت حرفه ای و محیط، دانشگاه تربیت مدرس
۳. دکتر تیمور اللهیاری، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه
۴. دکتر شهناز باکند، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۵. دکتر ابوالفضل برخورداری، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی یزد
۶. دکتر عبدالرحمن بهرامی، استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۷. دکتر محمد پورمهابادیان، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۸. مهندس مهین حق شناس، کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز سلامت محیط و کار
۹. دکتر علی خوانین، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای و محیط، دانشگاه تربیت مدرس
۱۰. دکتر ابوالفضل ذاکریان، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۱۱. دکتر حسن صادقی نائینی، استادیار گروه طراحی صنعتی، دانشگاه علم و صنعت
۱۲. مهندس فاطمه صادقی، کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز سلامت محیط و کار
۱۳. دکتر علی صفری، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی قزوین
۱۴. مهندس محمد جواد عصاری، مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۱۵. مهندس محسن علی آبادی، مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۱۶. دکتر ایرج علیمحمدی، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۱۷. مهندس فرین فاطمی، کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز سلامت محیط و کار
۱۸. دکتر فرشید قربانی، استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۱۹. دکتر مهدی قاسم خانی، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲۰. دکتر حسین کاکویی، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲۱. دکتر فریده گلبابایی، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲۲. دکتر رستم گلمحمدی، دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲۳. دکتر محمود محمدیان، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
۲۴. دکتر مجید معتمدزاده، دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲۵. دکتر محمدرضا منظم، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲۶. دکتر کاظم ندافی، دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲۷. دکتر پروین نصیری، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲۸. دکتر احمد نیک پی، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی قزوین

فهرست

مستندات قانونی ۱
مقدمه ۳

بخش اول
حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی ۷

مقدمه ۷
حدود مجاز مواجهه ۸
متوسط وزنی- زمانی (OEL-TWA) ۹
حد مجاز شغلی کوتاه مدت (OEL-STEL) ۹
حد مجاز شغلی سقفی (OEL-C) ۱۰
محدوده‌های نوسان ۱۰
مقایسه حد مجاز مواجهه شغلی TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلی سقفی ۱۲
حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی ۱۳
تغییرات در شرایط و برنامه های کاری ۱۳
کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول ۱۳
برنامه های کاری غیرمعمول ۱٤
واحدهای OEL ۱۷
نمادها ۱۸
شاخص بیولوژیکی مواجهه (BEI) ۱۸
سرطان زایی ۱۹
بخار و کسر قابل تنفس (IFV) ۱۹
ایجاد حساسیت ۱۹
پوست ۲۰
علائم و حروف مخفف ۲۲
روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی ۲۳
مثالهای حد مجاز شغلی برای مخلوطها ۸٦
References ۹٥

بخش دوم
حدود مجاز شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه ۹٦

پایش بیولوژیک ۹٦

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه ۹۷
ارتباط BEI با OEL ۹۷
جمع آوری نمونه ۹۸
مقبولیت نمونه ادرار ۹۹
ضمانت کیفی ۹۹
نمادهای ملاحظات ۱۰۰
کاربرد BEIs ۱۰۰
اعلام تغییرات در دست بررسی (NIC) ۱۰۸
References ۱۰۹

بخش سوم
حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) با عوامل فیزیکی محیط کار ۱۱۰

مقدمه ۱۱۰
تعاریف ۱۱۱
آکوستیک ۱۱۲
مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پائین ۱۱۲
فراصوت ۱۱۳
حد مجاز مواجهه شغلی با صدا ۱۱۵
صدای پیوسته یا نوبتی ۱۱۸
الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا ۱۱۹
صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای ۱۲۲
ارتعاش ۱۲۳
۱- مواجهه موضعی بدن با ارتعاش ۱۲۳
ارتعاش دست- بازو از نوع پیوسته، منقطع، ضربه‌ای یا کوبه‌ای ۱۲۶
۲ - ارتعاش تمام بدن ۱۳۰
نکات مهم ۱۳۰
حد مجاز مواجهه شغلی (OEL) پرتوهای یونساز ۱۳۸
میدان‌ها و پرتوهای غیر یونساز ۱۴۰
میدان‌های مغناطیسی پایا ۱۴۰
میدان‌های مغناطیسی با فرکانسهای ۳۰ KHz و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیوئی) ۱۴۱
شدت جریان تماسی ۱۴۲

میدانهای الکتریکی پایا و میدانهای الکتریکی با فرکانس KHz ۳۰ و کمتر از آن (زیرفرکانس رادیوئی)

۱٤۱٤٤
پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو ۱٤٤
محدودیت های مواجهه ۱٤۹
نکاتی در مورد روش اندازه‌گیری امواج مایکرویو و رادیوفرکانسی ۱٥۰
حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV) ۱٥۰
مقادیر توصیه شده ۱٥۱
حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR) ۱٥۷
حد مجاز مواجهه شغلی لیزر ۱٥۸
گروه بندی لیزرها ۱٥۹
روزنه محدود ۱٥۹
اندازه منبع و ضریب تصحیح C_E ۱٥۹
ضرایب تصحیح C,B,A (C_A, C_B و C_C)
پرتوگیری پالسی مکرر (RPE) ۱٦۱
روشنایی ۱٦۹
حدود مجاز مواجهه شغلی تنش‌های دمایی ۱۷۲
الف- تنش گرمایی ۱۷۲
ارزیابی و کنترل تنش دمایی ۱۷٤
ب ـ تنش سرمایی ۱۸۰
مقدمه ۱۸۱
ارزیابی و نظارت ۱۸٥
برنامه کار- استراحت توأم با گرم شدن بدن ۱۸۷
ضرورت های پایش محیط کار ۱۹۰
References ۱۹۲

بخش چهارم
حدود مجاز در ارگونومی ۱۹٤
آسیبهای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار (MSDs) ۱۹٤
راهبردهای کنترل ۱۹٥
عوامل غیر شغلی ۱۹٦
بلندکردن بار ۱۹۷

دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلندکردن بار ۱۹۸
References ۲۰۳

پیشگفتار

نیروی کار ماهر در کشور گرانبهاترین سرمایه در تحقق اهداف توسعه پایدار بوده و ارتقاء سلامت این عزیزان از طریق تأمین محیط کار سالم، از اهم اهداف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به شمار می‌رود.

همگام با توسعه واحدهای صنعتی در کشور و کشف و کاربرد دهها هزار نوع ماده شیمیایی با خواص فیزیکی، شیمیایی و فیزیولوژیکی مختلف و بکارگیری بسیاری از دستگاه‌ها و ماشین‌آلات صنعتی، محیط‌های کاری به انواع آلاینده‌های شیمیایی و فیزیکی آلوده می‌گردند. همچنین در بسیاری از مناطق گرمسیر کشور گرمای طاقت فرسای اقلیمی در فصول گرم سال، به همراه گرمای ناشی از فرایندهای گرمازا شاغلین را به خطر ابتلا به استرس‌های گرمایی تهدید می‌نماید. مواجهه شاغلین با عوامل خطر فوق الاشاره احتمال میزان ابتلاء به بیماریهای شغلی و نوپدید را افزایش خواهد داد. برای دستیابی به یک توسعه پایدار باید با عوارض ناخواسته ناشی از این عوامل زیانبار مبارزه نمود تا شاغلین از محیط کار سالم برخوردارگردند. در این راه اولین گام تفریق محیط‌های کاری سالم و ناسالم از یکدیگر بر اساس معیارهایی تحت عنوان "حد مجاز مواجهه شغلی" است تا محیط های کاری که احتمال بروز بیماری را در بین شاغلین افزایش می‌دهند، شناسایی گردند. مسلم است با حمایت‌های قانونی نظیر مواد ۸۵ و تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار، بندهای ۲، ۱۱ و ۱۶ ماده ۱ قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و ماده ۱۰ آیین نامه اجرایی بند (۵) جزء (ب) ماده واحده قانون اصلاح تبصره (۲) الحاقی ماده (۷۶) قانون اصلاح مواد (۷۲) و (۷۷) و تبصره ماده (۷۶) قانون تأمین اجتماعی مصوب ۱۳۵۴ و الحاق دو تبصره به ماده ۷۶ مصوب ۱۳۷۱ – مصوب ۱۳۸۰– مصوب هیئت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۸۵/۱۲/۲۶ در تشخیص مشاغل سخت و زیان آور، که وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی را مکلف به تدوین معیارهای تحت عنوان حدود مجاز مواجهه شغلی نموده است، این حرکت سرعت بیشتری در اجرا خواهد یافت.

برای تحقق مراتب فوق الذکر و از آنجا که همگام با پیشرفت‌های علمی و مطالعات اپیدمیولوژیک انسانی و تحقیقات بر روی حیوانات آزمایشگاهی، مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلی نیز با تغییر روبروست وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اقدام به تدوین، به روز رسانی و ابلاغ مجموعه حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور محیط کار" که آخرین نسخه آن در

سال ۱۳۸۲ ویرایش شده نموده است و کلیه کارفرمایان و مدیران اجرایی کارگاهها و واحدهای شغلی که دارای عوامل مخاطره آمیز خارج از حدود مجاز مزبور هستند موظفند با استفاده از روشهای مناسب فنی، مهندسی و مدیریتی عوامل بیماریزای محیط کار را حذف یا کنترل نمایند.

امید است که با بکارگیری مجموعه حاضر که حاصل زحمات ۲۸ نفر از اساتید دانشگاه و محققین کشور می‌باشد و در سال ۱۳۹۰ در طی نشست‌های متعدد این اعضاء درکمیته‌های فنی تخصصی مربوطه تنظیم شده، شاهد محیط کار سالم جهت کارگران عزیز و زحمتکش کشور باشیم.

دکتر وحید دستجردی

وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مستندات قانونی

مستندات قانونی تدوین و کاربرد حدود مجاز مواجهه شغلی به شرح ذیل می باشد:

۱. ماده ۸۵ قانون کار

برای صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور رعایت دستورالعمل‌هایی که از طریق شورای عالی حفاظت فنی و بهداشت کار (جهت تأمین حفاظت فنی) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت پیشگیری از عوارض و بیماری‌های شغلی و تأمین بهداشت کار، کارگر و محیط کار) تدوین می شود، برای کلیه کارگاهها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است.

۲. تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مسئول برنامه ریزی،کنترل، ارزشیابی و بازرسی در زمینه بهداشت کار و درمان کارگری بوده و موظف است اقدامات لازم را در این زمینه بعمل آورد.

۳. بندهای ۲، ۱۱ و ۱۶ ماده ۱ قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

الف) بند ۲: تأمین بهداشت عمومی و ارتقاء سطح آن از طریق اجرای برنامه‌های بهداشتی مخصوصاً در زمینه بهداشت محیط، کنترل و نظارت بهداشتی بر سموم و مواد شیمیایی، مبارزه با بیماریها، بهداشت خانواده و مدارس،آموزش بهداشت عمومی، بهداشت کار و شاغلین با تأکید بر اولویت مراقبتهای بهداشتی اولیه، به ویژه بهداشت مادران و کودکان با همکاری و هماهنگی دستگاه‌های ذیربط.

ب) بند ۱۱: تعیین و اعلام استانداردهای مربوط به:

- خدمات بهداشتی، درمانی، بهزیستی و دارویی.
- مواد دارویی، خوراکی، آشامیدنی، آرایشی، آزمایشگاهی، تجهیزات، ملزومات و مواد مصرفی پزشکی و توان بخشی.
- بهداشت کلیه مؤسسات خدماتی و تولیدی مربوط به خدمات و مواد مذکور در فوق.

ج) بند ۱۶: تعیین ضوابط مربوط به ارزیابی، نظارت و کنترل بر برنامه‌ها و خدمات واحدها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی، بهداشتی – درمانی و بهزیستی و انجام این امور براساس استانداردهای مربوطه.

طبق مستندات قانونی فوق و با هدف حفظ و ارتقاء سطح سلامت جسمی و روانی نیروی انسانی کار و بهداشتی نمودن محیط‌کار و نهایتاً حفظ سلامت محیط زیست لازم است که مشاغل و فرآیند تولید،

به نحوی طراحی و مورد بهره برداری قرارگیرند که میزان عوامل زیان‌آور محیط کار از حدود مجازی که از طرف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تعیین گردیده، تجاوز نکند. (در روند پیشگیرانه ملاحظات فنی باید از مرحله طراحی محیطهای کاری مورد توجه قرارگیرند. مجموعه حاضر براساس تکالیف قانونی وزارت بهداشت و شرح وظایف مرکز سلامت محیط وکار، تهیه گردیده و به تأیید و امضاء وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی رسیده است. لذا رعایت حدود مجاز مواجهه شغلی مندرج در آن برای کلیه کارفرمایان، کارگران و کارآموزان کارگاه‌ها الزامی است.

مقدمه

دستیابی به سلامت حق اساسی آحاد جامعه از جمله کارگران و کارکنان مشاغل مختلف است. رشته بهداشت حرفه‌ای به منظور تأمین این حق اساسی در جهت حرکت به سمت عدالت اجتماعی و حفظ کرامت اقشار زحمتکش جامعه فعالیت می‌نماید بهداشت حرفه‌ای علم و فنی است که با پیش بینی، شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل مخاطره زای شغلی در جهت تأمین، حفظ و ارتقاء بالاترین سطح سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی کارکنان تمام مشاغل تلاش می کند. مسئولیت نظارت بر اجرای برنامه ها و طرح های بهداشت حرفه ای در محیط‌های کاری کشور به عهده مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت و درمان می‌باشد و از مهم ترین سیاست های اصلی بهداشت حرفه‌ای در ایران تحقق اهداف عالی بهداشتی اشاره شده در قانون اساسی کشور و تأمین، حفظ و ارتقاء سطح سلامت وکیفیت نیروی انسانی جهت دستیابی به توسعه پایدار مندرج در سند چشم انداز توسعه فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی کشور و نقشه جامع علمی بخش سلامت می‌باشد. طبق برآورد، در ایران حدود ۱۶ میلیون کارگر در ۲ میلیون واحد شغلی در حال فعالیت هستند که از این تعداد، ۴۵ درصد نیروی کاری خدماتی، ۳۰ درصد در بخش کشاورزی و ۲۵ درصد در بخشهای صنعتی شاغل هستند که به شکل های مختلف در معرض عوامل زیان آور بهداشتی ناشی از فعالیت کاری قرار دارند. تدوین حدود مجاز ملی برای آلوده‌کننده‌های محیط کار امری لازم و اجتناب ناپذیر است به نحوی که دست اندرکاران علوم بهداشتی و صاحبان صنایع و کارکنان را تا آنجا که ممکن است راهنمایی نموده و ضوابط مشخص و واحدی را برای کنترل عوامل زیان بار محیط کار در اختیار آنان قرار می‌دهد.

در سال ۱۳۷۸ به منظور صیانت از سلامت شاغلین، وزارت بهداشت با جلب مشارکت گروهی از متخصصین بهداشت حرفه‌ای کشور و برمبنای منابع علمی معتبر بین المللی و در نظر گرفتن ملاحظات بومی اقدام به تدوین حدود تماس شغلی عوامل زیان‌آور محیط کار نموده است. در طول دهه های گذشته مراکز و سازمان‌های قانونی و تحقیقاتی متعددی در کشورهای مختلف، حدود مجاز مواجهه شغلی را به صورت راهنما و کتاب ارائه نموده‌اند که عمدتاً در کشورهای مختلف دنیا مورد پذیرش قرار گرفته و یا مبنایی برای تدوین استاندارد ملی بوده است. حدود قانونی مواجهه با عوامل زیان آور بایستی ضمن حفاظت کارگران، آنقدر سخت‌گیرانه نباشد که صنایع را از روند اصلی تولید و رقابت در عرصه های جهانی باز دارد.

پس از تعیین و ابلاغ حدود مجاز مواجهه شغلی پس از دوره‌های زمانی مشخص به دلایلی از جمله تغییر قوانین بین‌المللی یا ملی، دعاوی قضایی، تقاضای جامعه، تغییر و اصلاح فرایندهای تولید و سطح فناوری، اهمیت روز افزون معضلات جهانی از جمله مسائل زیست‌محیطی، ارتقاء سطح دانش و

مهارت‌های علمی در زمینه روش‌ها و تکنیک‌های آزمایشگاهی، ارتقاء سطح تکنیک های آماری مورد استفاده به ویژه در مطالعات اپیدمیولوژیک، افزایش ارتباطات و تبادل اطلاعات در بعد جهانی، تفاوت ها در قابلیت تحمل ریسک و سهولت دسترسی به نتایج داده‌های مربوط به حدود مجاز مواجهه شغلی سایر کشورها، لازم است که این حدود مورد بازنگری قرارگرفته و به روزرسانی شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهد حدود مجاز مواجهه شغلی با عناوین متنوع در کشورهای مختلف در دوره های زمانی بین ۳ الی ۵ سال بازنگری می‌شوند. باتوجه به لازم الاجرا بودن حدود مجاز مواجهه شغلی تدوین شده در ایران بر مبنای ماده ۸۵ قانون کار در محیط‌های کاری کشور و استفاده از آن توسط کارشناسان، متخصصین و محققین به عنوان معیار قضاوت و تصمیم‌گیری درخصوص شرایط بهداشتی محیط کار، اهمیت به روز رسانی آن دو چندان می‌گردد. ویرایش‌های قبلی منتشر شده این حدود مجاز در کشور مربوط به سال-های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۲ بوده است و اینک ویرایش سوم آن تدوین و ارائه می‌گردد.

به منظور اجرای این طرح در گام نخست کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه ای با عضویت متخصصین و افراد خبره و باسابقه با رعایت سهم نسبی تخصصهای مورد نیاز به پیشنهاد مجری طرح و تأیید مرکز سلامت محیط و کار تشکیل گردید. وظیفه کمیته مذکور ارائه راه کارهای کلی تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی و تأیید و پیشنهاد آن به مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت می باشد. در زیر مجموعه کمیته مذکور، چهار کار گروه عوامل شیمیایی، سم شناسی و نشانگرهای زیستی، عوامل فیزیکی و ارگونومیکی تشکیل گردید. در هر کارگروه تعداد اعضاء متناسب با تعداد عوامل زیان آور مستلزم بازنگری یا اضافه شدن، فراوانی عوامل در محیط کار، میزان کاربرد، تعداد کارگران در مواجهه، قابلیت دسترسی به اطلاعات علمی در مورد عامل مورد نظر و وجود یا عدم وجود حدود مجاز شغلی برای آن عامل، مشخص شد. اعضای کارگروههای مذکور شامل اعضای هیئت علمی با رشته‌های مرتبط دانشگاهی، نمایندگانی از کارشناسان و بازرسان با تجربه وزارت بهداشت بوده است. مجری طرح تحت نظارت مرکز سلامت و محیط کار وظیفه راهبری و هماهنگی‌های لازم بین کارگروه ها و جمع بندی نتایج کار آنها را عهده دار بوده است.

تدوین حدود مجاز مواجهه با عوامل مخاطره زا باید اساساً منطبق بر پژوهشهای فراگیر و مستمر باشد. اما اغلب محدویت‌های تحقیقاتی و ملاحظات اجرایی این اجازه را نمی‌دهد که با موضوع رویکردی کاملاً پژوهش محور داشت. تجربیات کشورهای پیشرو و سازمانهای فراملیتی نیز به طور مطلق منطبق و متکی بر پژوهشهای خود آنان نیست بلکه با بهره گیری از نتایج کار محققین در سراسر دنیا و تجربیات میدانی و اجرایی و با در نظر گرفتن ملاحظات محلی حدود مجاز را برای عوامل زیان آور تدوین و منتشر می‌کنند. بدین جهت کمیته تدوین و بازنگری در حدود مجاز مواجهه شغلی در سال

۱۳۹۰ تحت نظارت مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت تصمیم گرفت که با رعایت سه رویکرد: اقتباس، پژوهش محوری و اجماع علمی صاحب نظران به بازنگری حدود مجاز مواجهه شغلی بپردازد. در هر حال پایه اصلی تدوین ویرایش جدید با رعایت قالب اصلی ویرایش‌های قبلی کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی بوده است.

پس از تشکیل کمیته مشترک علمی و تعیین کارگروهها، جلسه توجیهی و راهنمایی برای آنها تشکیل شد و براساس نظر کمیته مشترک، حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL[1]) جدید کشوری با در نظر گرفتن موارد زیر تدوین گردید:

۱ – در نظر گرفتن کتاب "حدود تماس شغلی" ویرایش دوم، انتشار سال ۱۳۸۲.

۲ – استفاده از راهنما و فهرست آخرین حدود مجاز شغلی سازمانهای ACGIH، NIOSH، OSHA، استانداردهای اتحادیه اروپا و حدود مجاز کشورهای ژاپن و روسیه.

۳ – استفاده از منابع علمی نو و معتبر بین‌المللی و نتایج آخرین مطالعات در کشورهای دیگر

۴ – استفاده از نتایج مطالعات و پژوهشهای انجام شده در کشور

۵ – استفاده از پایگاههای اطلاعات معتبر بین‌المللی

۶ – در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، فناوری، اجتماعی و راهبردهای مصوب بالادستی کشور

۷ – در نظر گرفتن وسعت و خصوصیات جامعه کارگری در مواجهه با عامل زیان آور

۸ – در نظر گرفتن پیمانها و قوانین ملی و بین‌المللی مرتبط

کتاب حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی"، می‌تواند به عنوان راهنما برای تأمین سلامت شاغلین مورد استفاده متخصصین بهداشت حرفه‌ای قرارگیرد. بنا براین استفاده و تفسیر حدود مجاز مزبور محدود به کسانی است که دانش لازم را برای آنها آموخته باشند و از محدودیت‌هایی که ممکن است در حالات مختلف عملی پدید آید آگاهی داشته و بتوانند تفسیر صحیحی از تطابق این حدود مجاز با آلودگی محیط کار بدست آورند. مطالعه اسناد و مدارکی که بر پایه آن حدود مجاز وضع گردیده می‌تواند راهنمای خوبی در این زمینه باشد. جهت استفاده از این کتاب مقدمه هر بخش را بدقت مطالعه و در موارد ضروری با متخصصین مربوطه مشورت نمایند، بدیهی است که مسئولیت عواقبی که از کاربرد غیر صحیح این حدود مجاز بوجود آید و یا احیاناً مربوط به حالات استثنایی و بسیار نادر باشد به عهده کمیته تدوین این حدود نخواهد بود. کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه‌ای کتاب معیارهای «حدود مجاز مواجهه شغلی» را هر دو سال یکبار مطابق با مقتضیات و

۱ - Occupational Exposure Limits

اولویت‌های کشوری مورد تجدید نظر قرار می‌دهد، لذا کلیه اسناد و مدارک بدست آمده در ارتباط با تأیید یا رد موارد اعلام شده در کمیته مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در صورت تأیید در چاپ بعدی ملحوظ خواهد شد. رعایت حدود مجاز اعلام شده در این کتاب برآوردی از وضعیتی است که در آن شرایط اختلال فیزیولوژیک یا بیماری مشهودی برای شاغلین در محدوده های اعلام شده حادث نگردد. لیکن باید توجه داشت که شرایط جسمانی و زمینه های فردی شاغلین متفاوت می‌باشد و این حدود بیان کننده مرز حقیقی بین سلامت و خطر نمی‌باشد به همین منظور در اغلب موارد حد مراقبت نیز تعریف گردیده است. به نظر می‌رسد اگر شاغلین روزانه ۸ ساعت و ۴۰ ساعت کار هفتگی با حدود اعلام شده مواجهه داشته باشند برای یک دوره کاری سلامت آنان تأمین می گردد.

کتاب بازنگری شده حاضر، حاصل یک سال کار مداوم و پی گیر اعضاء کمیته های علمی مرتبط بوده است که به جامعه متخصصین و شاغلین پر تلاش کشور تقدیم می گردد. امید است مورد توجه و عنایت خداوند متعال قرار گیرد. از کلیه همکاران محترم استدعا داریم که نظرات اصلاحی و پیشنهادی خود را به دبیرخانه کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه ای مستقر در مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ارسال نمایند.

کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه ای
اسفند ۱۳۹۰

بخش اول

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی

مقدمه

در این فصل حدود مجاز مواجهه تعیین شده عوامل زیان آور شیمیایی به همراه مطالب تکمیلی مفید جهت بیان بهتر واژه‌های اختصاصی و تعاریف و کاربرد هر یک از آنها ارائه می‌شود. حد مجاز مواجهه بایستی توسط کارشناسان و متخصصان بهداشت حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. این حدود با هدف ارزیابی و کنترل مخاطرات محیط‌های کاری تعیین شده است و نباید در موارد دیگر مثل ارزیابی و کنترل آلودگی هوای مناطق شهری، روستایی یا زیست محیطی مورد استفاده قرارگیرند. همچنین از این حدود نباید برای برآورد پتانسیل سمیت مواجهه‌های مداوم و بی وقفه یا دوره های کاری طولانی مدت استفاده نمود. از دیگر موارد ممنوعیت استفاده از حدود مجاز برای اثبات یا رد وجود یک عارضه یا بیماری در افراد است. حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده برای عوامل شیمیایی بسته به نوع حد، تعاریف و کاربردهای ویژه دارد. انتظار می‌رود با تأمین شرایط مناسب و اعمال اقدامات کنترلی در محیطهای کاری به طوری که منجر به کاهش مواجهه شاغلین با عوامل شیمیائی با غلظت کمتر از حدود مجاز مواجهه آنها گردد، اثرات سوء کوتاه مدت و بلند مدت ناشی از این عوامل در شاغلین ایجاد نگردد. به دلایل مختلف از جمله تفاوت در حساسیت و آسیب پذیری افراد، ممکن است بخش کوچکی از شاغلین در اثر مواجهه با مقادیر معادل و یا حتی کمتر از حد تعیین شده دچار عوارض جزئی، بیماری یا عارضه جدی و تشدید یا پیشرفت عوارض و بیماریهای قبلی شوند. در این موارد، متخصص طب کار بایستی این گروه از افراد را شناسایی و تحت مراقبت ویژه قرار دهند. بنابراین هرچند ملاحظات کافی برای تدوین این حدود مجاز اعمال شده است اما باید در نظر داشت که حدود اعلام شده مرز قطعی بین ایمنی و خطر مواجهه شغلی با مواد شیمیایی نمی‌باشد و همواره باید جانب احتیاط را مراعات نمود و عقل و منطق حکم می‌کند که غلظت تمام آلاینده‌های هوای محیط کار در پایین ترین سطح ممکن کنترل شود.

علاوه بر حساسیت‌های فردی عوامل دیگری نیز می‌تواند در تماس با غلظت‌های برابر یا کمتر از حد تماس شغلی در بروز اثرات سوء بر سلامتی مؤثر باشد که از آن جمله می‌توان خصوصیات ارثی و

مادرزادی، سن، عادات فردی، استعمال سیگار، مواد مخدر، درمان‌های دارویی و مواجهه‌های قبلی با مواد شیمیایی را نام برد. استعمال دخانیات می‌تواند سیستم‌های بدن را در برابر مواد سمی تضعیف نموده و نیز باعث تشدید اثرات بیولوژیک مواد شیمیایی موجود در محیط کار شود.

منابع اصلی که در تعیین حد مجاز مواجهه شغلی مورد استفاده و استناد قرار گرفته‌اند عبارتند از: اطلاعات حاصل از تجارب محیط کار کشوری، مطالعات تجربی بر روی انسان، حیوانات و یا ترکیبی از منابع مذکور، استفاده از حدود مجاز برخی از کشورها و سازمانهای معتبر. بر این اساس مبنای تعیین حد مجاز شغلی برای مواد شیمیایی مختلف متفاوت است و بعلاوه در تعیین آن برای برخی مواد پیشگیری از بیماری یا عارضه‌ای خاص مورد نظر بوده و در مواردی نیز حالاتی نظیر: تحریک، تخدیر، آزاردهندگی و استرس‌زایی مبنا و پایه تعیین حد مجاز شغلی قرارگرفته‌اند. در ضمن در تدوین این حدود سعی شده است که علاوه بر اثرات و عوارض عوامل شیمیایی، شرایط و محدودیتهای فنی، اقتصادی و قابلیتهای اجرائی نیز در نظر گرفته شوند.

به دلیل تفاوت‌های موجود در کیفیت و کمیت اطلاعات مورد استفاده برای تعیین حد مجاز مواجهه شغلی مواد مختلف، ارقام تعیین شده دارای دقت یکسانی نیستند. لذا جهت تعیین مقدار دقیق حد مجاز مواجهه باید جدیدترین و مطمئن‌ترین مستندات و اطلاعات مورد استفاده قرار گیرد. این موضوع باید همواره به اطلاع مسئولین ذیربط در مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی رسانده شود تا در بازنگری‌های بعدی حدود مجاز مواجهه شغلی مورد استناد قرار گیرد.

حدود مجاز مواجهه

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی در سه گروه: ۱) متوسط وزنی - زمانی ۲)حد مواجهه شغلی کوتاه مدت ۳) حد مجاز مواجهه سقفی با کاربردهای گوناگون و مکمل ارائه شده است. برای اکثر عوامل، حد متوسط وزنی زمانی به تنهایی یا همراه با حد مجاز مواجهه شغلی کوتاه مدت ارائه شده است. برای برخی از مواد نظیرگازهای محرک نیز فقط حد مجاز مواجهه سقفی کاربرد دارد. اگر میزان مواجهه شاغلین از هر یک از سه حد ارائه شده فزونی یابد احتمال مخاطرات شغلی ناشی از آن ماده شیمیایی وجود خواهد داشت. بنابراین زیر بنای هر برنامه ارزیابی عومل شیمیایی محیط کار، تعیین نوع حد مجاز مواجهه شغلی آن و انتخاب روش پایش متناسب با آن حد می باشد.

در مواردی که حدود مجاز مواجهه دو عامل شیمیایی با هم برابر باشند، ضرورتاً به معنی اثرات یکسان یا مشابه آنها نیست بلکه ممکن است هر یک از آنها اثرات کاملاً متفاوتی از همدیگر داشته

باشند. اگرچه حدود مجاز ارائه شده در این بخش برای غلظت مواد شیمیایی در هوا می باشد اما برای برخی از آنها ممکن است مواجهه پوستی نیز امکانپذیر باشد (به مبحث تعاریف و نمادها رجوع شود).

متوسط وزنی – زمانی[1] (OEL-TWA)

عبارت است از متوسط غلظت مجاز ماده شیمیایی در ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار در هفته به طوری که مواجهه مستمر و روز به روز با این مقدار تقریباً در کلیه کارگران باعث ایجاد عارضه نامطلوبی نگردد مشروط بر آنکه فاصله زمانی بین پایان ۸ ساعت کار و شروع مجدد آن کمتر از ۱۶ ساعت نباشد و در این مدت با همان مواد شیمیایی یا عوامل تشدید کننده اثرات آنها مواجهه نداشته باشند. گمان می‌رود دستگاههای دفاعی بدن بتوانند سموم حاصل از ۸ ساعت کار را دفع و یا بوسیله پدیده‌های بیولوژیکی خنثی نمایند. بایستی در نظر داشت که اگرچه در برخی از موارد محاسبه غلظت متوسط هفتگی (بدون در نظر گرفتن روزهای کاری) ممکن است مناسب باشد، اما حدود تعیین شده با شرط ۸ ساعت کار روزانه می‌باشد و بایستی متوسط غلظت روزانه با حدود تعیین شده مورد مقایسه قرار گیرد.

حد مجاز شغلی کوتاه مدت[2] (OEL-STEL)

عبارت است از حد مجاز مواجهه میانگین وزنی - زمانی ۱۵دقیقه‌ای با یک عامل شیمیایی است که در هیچ زمانی از یک شیفت کاری نباید غلظت آن عامل از این حد بیشتر باشد حتی اگر میانگین مواجهه ۸ ساعته شاغلین کمتر از حد OEL-TWA باشد. OEL-STEL غلظتی از یک عامل شیمیایی است که اعتقاد بر این است که کارگران می توان برای کوتاه مدت با غلظتهای کمتر از آن بطور مداوم مواجهه داشته باشند بدون آنکه عوارضی زیر را ایجاد کند:

۱) تحریک
۲) آسیبهای بافتی مزمن یا غیر قابل برگشت
۳) اثرات سمی وابسته به نرخ دز
۴) خواب آلودگی، به حدی که باعث ایجاد حادثه شده، و یا عکس العمل‌های فرد را برای دور شدن از عامل حادثه ساز مختل ساخته و یا کارایی وی را کاهش دهد.

---

۱ - Time Weighted Average

۲ - Short Term Exposure Limit

اگر OEL-TWA بیشتر از حد مجاز باشد، لزوماً OEL-STEL قادر به حفاظت شاغلین از اثرات مذکور نخواهد بود. STEL برای آن دسته از مواد شیمیایی توصیه شده است که علاوه بر اثرات سمی مزمن دارای اثرات حاد شناخته شده نیز هستند و اثرات سمی حاد ناشی از تماس کوتاه مدت با غلظت‌های بالای آنها در انسان یا حیوان گزارش شده باشد. با این وجود، ممکن است حد مجاز OEL-STEL یک حد کاملاً مستقل و مجزا باشد. زمان مواجهه شغلی با غلظتهای بین TWA تا STEL نباید از ۱۵ دقیقه تجاوز نماید، این دوره زمانی مواجهه ۱۵ دقیقه‌ای می‌تواند حداکثر تا ۴ مرتبه در طول ۸ ساعت کار مداوم تکرار شود مشروط بر آنکه فاصله بین دو دوره ۱۵ دقیقه‌ای کمتر از ۶۰ دقیقه نباشد. درصورتیکه اثرات بیولوژیکی مشاهده شده ناشی از مواجهه با عوامل شیمیایی با زمانهای متفاوت تضمین کننده باشند، می‌توان مدت زمان ۱۵ دقیقه را تغییر داد.

حد مجاز شغلی سقفی[۱] (OEL-C)

عبارت است از غلظتی از ماده شیمیایی که مواجهه شغلی بیش از آن حد حتی برای یک لحظه نیز مجاز نیست. اگر سنجش لحظه‌ای ماده شیمیایی برای مقایسه با OEL-C امکانپذیر نباشد، نمونه برداری باید در یک حداقل زمان کافی انجام شود تا مواجهه معادل یا بیشتر از حد سقفی تشخیص داده شود.

برای برخی مواد مانند گازهای محرک فقط TLV-C کاربرد دارد و برای سایر مواد می‌توان برحسب اثرات فیزیولوژیک آنها از یک یا دو حد مجاز استفاده نمود. اعتقاد بر این است که حدود مجاز مبتنی بر تحریکات فیزیکی نباید کم اهمیت تر از حدود مجاز مبتنی بر آسیب های فیزیکی تلقی شود. شواهد روزافزونی نشانگر آن است که تحریک ممکن است شروع کننده، افزایش دهنده یا تسریع کننده اثرات بهداشتی زیان‌آور از طریق بر هم‌کنش با سایر عوامل شیمیایی یا بیولوژیک یا از طریق مکانیسم‌های دیگر باشد. نکته مهم آن است که هرگاه غلظت ماده شیمیایی در هوای محیط کار از یکی از ۳ حد مذکور تجاوز نماید امکان ایجاد مخاطره برای افراد وجود خواهد داشت.

محدوده‌های نوسان[۲]

تعداد کثیری از مواد شیمیایی که OEL-TWA برای آنها معین شده است به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی سم شناسی، فاقد OEL-STEL هستند. محدوده های نوسان در این موارد مورد استفاده قرار می گیرند. در صورتی که میانگین غلظت مواجهه هشت ساعته کارگران با این مواد کمتر از OEL-

۱- Ceiling Value

۲ - Excursion Limits

TWA آنها باشد، نوسان کوتاه مدت غلظت مواجهه بیشتر از حد مجاز آنها باید کاملاً کنترل شود. از آنجا که تجربیات سم شناسی و بهداشت صنعتی دلایل و شواهد مشخصی برای تعیین مقادیر مجاز افزایش (OEL-TWA) ارائه نمی‌دهند لذا هر فرآیندکاری باید به قدر کافی کنترل شده باشد تا نوسان غلظت در آن در حدود قابل قبول انجام شود و حداکثر نوسان پیشنهاد شده نیز باید مرتبط با نوساناتی که غالباً در فرآیند واقعی صنعت مورد نظر اتفاق می افتد باشد.

نوسانات غلظت مواجهه شاغلین می‌تواند تا ۳ برابر OEL-TWA برای حداکثر ۳۰ دقیقه در خلال یک روز کاری باشد به‌شرطی که میانگین مواجهه کارگر بیشتر از OEL-TWA نباشد. تحت هیچ شرایطی دامنه نوسانات مواجهه کارگر حتی برای یک لحظه هم نباید از ۵ برابر OEL-TWA تجاوز کند.

رویکرد اصلی در تعیین حداکثر حد نوسانات پیشنهادی در مورد یک عامل شیمیایی با میزان تغییرپذیری معمول مشاهده شده در فرایندهای صنعتی واقعی صنعتی است. مطالعه بر روی تعداد زیادی از تحقیقات و بررسی‌های بهداشت صنعتی انجام شده نشانگر این بوده است که مقادیر مواجهه کوتاه مدت عموماً دارای توزیع لگ نرمال [۱] (لگاریتمی نرمال) هستند.

با وجود آنکه مباحث کامل تئوری و ویژگیهای توزیع لگ نرمال فراتر از اهداف این بخش است لذا فقط توصیف مختصری از واژه های مهم ارائه شده است. در توزیع لگ نرمال، باید از میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی استفاده نمود. در این توزیع شاخص تمایل مرکزی عبارت از آنتی لگاریتم میانگین لگاریتم مقادیر نمونه‌ها است. این توزیع دارای چولگی[۲] بوده و میانگین هندسی آن (mg) همیشه کوچکتر از میانگین حسابی است به مقداری که بستگی به انحراف معیار هندسی (sdg) دارد. در توزیع لگ نرمال، انحراف معیار هندسی، معادل آنتی لگاریتم انحراف معیار لگاریتم مقادیر نمونه است. در این توزیع ۶۸/۲۶٪ مقادیرنمونه ها، بین mg / sdg و mg× sdg قرار می گیرند.

اگر مقادیر مواجهه کوتاه مدت در یک شرایط معین دارای انحراف معیار هندسی ۲ باشد، ۵ ٪ از کل مقادیر، فراتر از ۳/۱۳ برابر میانگین هندسی خواهند بود. اگر در فرایندی تغییر پذیری بیش از این مقدار باشد آن فرآیند تحت کنترل مناسب نبوده و باید اقدامات لازم برای کنترل شرایط کار اعمال شود. اساس پیشنهاد حد نوسان برای دسته ای از مواد شیمیایی که دارای (OEL-TWA) هستند ولی STEL ندارند نیز بر این مسئله استوار است.

۱- Lognormally Distributed

۲ - Skewed

رویکرد اصلی این بخش ساده سازی مفهوم توزیع لگ نرمال غلظت است اما در هر حال بهتر است توسط متخصصین بهداشت حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که نوسانات مواجهه در حدود پیشنهاد شده حفظ شوند، انحراف معیار هندسی مقادیر اندازه‌گیری شده غلظت نزدیک ۲ خواهد بود و اهداف مورد نظر حاصل خواهد شد. چنانچه در برخی از محیطهای کاری انحراف معیار هندسی بیشتر از ۲ بوده و توزیع داده ها مشخص باشد، چنانچه ریسک اثرات زیانبار بهداشتی حاصل از آن ماده افزایش نیافته باشد، توصیه می‌شود که حدود نوسان مربوط به آن محیط کار بر اساس داده‌های موجود، اصلاح شود. در صورتیکه اطلاعات سم شناسی برای تعیین OEL-STEL یا OEL-C یک ماده شیمیایی موجود باشد، این حدود نسبت به حد نوسان اولویت خواهند داشت.

مقایسه حد مجاز مواجهه شغلی TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلی سقفی

یک ماده شیمیایی ممکن است دارای ویژگیهای سم شناسی خاصی باشد که نیازمند استفاده از OEL-C به جای حد نوسان OEL-TWA یا OEL-STEL باشد. مقداری از غلظت مواجهه با یک ماده که می تواند برای کوتاه مدت از حد مجاز مواجهه TWA تجاوز کند بدون آنکه آسیبی به سلامت شاغل وارد نماید بستگی به عواملی زیادی دارد که عبارتند از: ماهیت آلاینده، امکان ایجاد مسمومیت حاد در مواجهه با غلظت‌های زیاد حتی در کوتاه مدت، احتمال اثرات تجمعی و تعداد دفعات و طول مدت زمان مواجهه با غلظت های بالا. هنگام تصمیم‌گیری در مورد وجود یا عدم وجود وضعیت مخاطره آمیز باید کلیه موارد فوق را درنظر گرفت. اگرچه غلظت میانگین وزنی زمانی آلاینده‌های هوابرد (TWA)، روشی بسیار موفق و عملی برای تطبیق با حدود مجاز است اما در موارد خاصی، این تطبیق ممکن است نامناسب باشد.

حد مواجهه شغلی ـ سقف (TLV -C): عبارت است از مرز معینی که غلظت نباید از آن حد بیشتر شود و برای گروهی از مواد استفاده می‌شود که غالباً اثرات آنی داشته و TLV براساس اثرات اختصاصی آنها تعیین می‌شود در حالیکه حد تماس شغلی متوسط سنجش زمانی (TLV -TWA) حدی است که بطور مشروط نوسان مقادیر بالاتر از TLV را مجاز می‌سازد زیرا در طی زمانی که متوسط سنجش زمانی(TWA) آن تعیین می‌شود غلظت ماده می‌تواند به بالاتر یا پایین تر از TLV نوسان نماید، مشروط بر آنکه مقادیر کمتر از TLV مقادیر بالاتر از آن را جبران نماید. متوسط سنجش زمانی را می‌توان برای یک روز کاری و در برخی موارد نیز برای یک هفته کاری محاسبه نمود، البته رابطه بین TLV و نوسان مجاز قاعده‌ای است که در برخی موارد کاربرد ندارد زیرا مجاز بودن نوسان غلظت به بالاتر از TLV به عواملی بدین شرح بستگی دارد: ماهیت آلاینده، آیا آلاینده در غلظت‌های زیاد حتی در کوتاه مدت

ایجاد مسمومیت می‌نماید یا خیر؟، آیا اثرات آلاینده تجمعی است یا خیر؟ و بالاخره تعداد دفعات و طول مدت زمانی که غلظت‌های بالا در آن اتفاق می‌افتد. لذا باید توجه داشت که روش نمونه‌گیری برای تعیین انواع حدود مجاز (TWA-STEL-C) متفاوت است. بطور مثال برای تعیین حد تماس شغلی سقف (C) می‌توان از یک نمونه‌گیری کوتاه مدت و مختصر استفاده نمود ولی برای تعیین حد TWA به تعداد کافی نمونه در یک شیفت یا یک دوره کامل کاری نیاز است.

حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی

در استفاده از حدود مجاز مواجهه در ارزیابی مخاطرات بهداشتی ناشی از مواجهه همزمان با دو یا چند ماده شیمیایی، باید ملاحظات ویژه‌ای در نظر گرفته شوند. در ضمیمه (ه) این بخش، بطور مختصر این ملاحظات و روشهای محاسباتی مربوط به آن همراه با مثالهایی ارائه شده است.

تغییرات در شرایط و برنامه های کاری

کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول

زمانی که شاغلین در شرایط دما و فشار با تفاوت قابل توجه‌ای با وضعیت نرمال دارد(NTP) (دمای ۲۵°c و فشار ۷۶۰ mmHg) با آلاینده‌های هوا مواجهه دارند، باید در مقایسه نتایج نمونه برداری با حدود مجاز مواجهه دقت نمود. برای آئروسول‌ها، غلظت مواجهه TWA (محاسبه شده از حجم نمونه بدون تصحیح شرایط دما و فشار) باید مستقیماً با حدود مجاز مواجهه تعیین شده مقایسه شود. برای گازها و بخارات، گزینه های مختلفی برای مقایسه نتایج نمونه برداری هوا با حدود مجاز مواجهه وجود دارد. یک روش ساده به این ترتیب است که:

الف- غلظت مواجهه بر حسب واحدهای جرم بر حجم (mg/m^3) بدون تصحیح شرایط دما و فشار تعیین شود

ب- چنانچه واحد حد مجاز آلاینده برحسب mg/m^3 یا سایر واحدهای جرم بر حجم نبود، واحد آن به mg/m^3 تبدیل شود. در رابطه تبدیل واحدها، حجم یک مول از گاز ۲۴/۴ لیتر لحاظ شود.

ج- نتیجه اندازه‌گیری غلظت با حد مجاز با واحدهای یکسان مقایسه شود.

در مقایسه نتایج نمونه‌برداری تحت شرایط جوی غیرمعمول با حدود مجاز، چندین پیش فرض درنظر گرفته می‌شود. یکی از این فرضیه‌ها این است که حجم هوای استنشاقی شاغل در یک روز کاری تحت شرایط دما و فشار متوسط محیط در مقایسه با شرایط استاندارد، چندان تفاوتی ندارد. یک فرض دیگر برای گازها و بخارات آن است که دز جذب شده با فشار نسبی ترکیب استنشاق شده مرتبط است.

نتایج نمونه برداری حاصله تحت شرایط غیرمعمول را نمی‌توان به سهولت با حدود مجاز تدوین شده مقایسه نمود. چنانچه شاغلین در مواجهه با فشارهای خیلی زیاد یا خیلی کم باشند، بایستی مراقبت شدید در این مقایسه ها اعمال شود.

برنامه های کاری غیرمعمول

کاربرد حدود مجاز برای برنامه‌های (زمان بندی) کاری بسیار متفاوت با شرایط معمول ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت هفتگی، نیازمند تحلیل خاصی به منظور حفاظت از چنین شاغلینی در مقایسه با شاغلین با برنامه زمان بندی کاری معمول است. هفته های کاری کوتاه به شاغلین این اجازه را می دهد تا شغل (های) دیگری داشته باشند که در آن شغل ممکن است مواجهه‌های مشابه داشته باشند که در نتیجه علیرغم اینکه حتی در هیچ یک از مشاغل مواجهه بیشتر از حد مجاز نبوده اما در مجموع مواجهه فرد بیش از حد مجاز باشد.

مدلهای ریاضی متعددی برای تحلیل برنامه‌های زمان‌بندی کاری غیرمعمول ارائه شده است. برحسب اصول سم شناسی، هدف کلی آنها شناسایی دزی است که اطمینان حاصل نمود که پیک بار بدنی[۱] روزانه یا هفتگی از آنچه که در طی یک شیفت ۸ ساعته روزانه و ۵ روز در هفته رخ می دهد، تجاوز نمی کند.

مدل دیگر نشان دهنده برنامه زمان بندی غیرمعمول، مدل بریف و اسکالا[۲] می باشد. این مدل حد مجاز را متناسب با افزایش زمان مواجهه و کاهش زمان بهبود[۳] یا زمان بازگشت (زمان بدون مواجهه)، کاهش می دهد. این مدل معمولاً برای برنامه‌های زمان کار بیشتر از ۸ ساعت روزانه یا بیشتر از ۴۰ ساعت هفتگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل نباید برای تحلیل مواجهه‌های بسیار زیاد تحت شرایطی که مدت زمان مواجهه خیلی کوتاه است مورد استفاده قرار گیرد (به عنوان مثال مواجهه ۸ برابر OEL-TWA در ظرف مدت ۱ساعت و در باقی زمان شیفت کاری هیچ مواجهه‌ای نباشد). در این رابطه باید حدود نوسان یا OEL-STEL برای جلوگیری از کاربرد نامناسب این مدل برای شیفت‌ها یا دوره های مواجهه بسیار کوتاه مدت، مورد استفاده قرار گیرند.

در مدل بریف و اسکالا به این واقعیت توجه شده است که در هر روزکاری ۱۲ ساعته، مواجهه با یک عامل شیمیایی ۵۰٪ بیش از یک شیفت کاری ۸ ساعته در شرایط مشابه می‌باشد و دوره بازتوانی و

۱- Peak Body Burden

۲- Brief and Scala Model

۳- Recovery Time

سم زدایی بدن نسبت به آن عامل ۲۵٪ کمتر از شیفت ۸ ساعته است (دوره سم زدایی از ۱۶ ساعت به ۱۲ ساعت کاهش می یابد). همچنین در این مدل به این نکته توجه شده است که تکرار مواجهه طی روزهای کاری در بعضی موارد ممکن است فشار زیادی را بر مکانیسم‌های سم زدایی بدن وارد نماید تا جائی که این احتمال وجود دارد که تجمع سموم در ارگانهای هدف هر ماده روی دهد. این مسئله اغلب باعث می‌شود که علیرغم وجود محدوده ایمنی برای مقادیر OEL، مصونیت در مقابل سمیت مواد در شیفتهای غیرمعمول کاهش یابد.

برای بکارگیری مدل بریف و اسکالا در مواجهه‌های غیرمعمول ابتدا یک فاکتور یا ضریب کاهش روزانه و یا هفتگی با استفاده از روابط زیر محاسبه شده و سپس این ضریب در اعداد اعلام شده بعنوان OEL-TWA ضرب شده تا OEL اصلاح شده بدست آید (مطابق رابطه زیر):

OEL اصلاح شده = OEL-TWA × (ضریب کاهش روزانه یا هفتگی)

اگر ساعات کار روزانه بیش از ۸ ساعت باشد از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{RF (ضریب کاهش روزانه)} = \frac{8}{hr} \times \frac{(24 - hr)}{16}$$

در رابطه فوق، hr ساعات کار روزانه است.

اگر ساعات کار هفتگی بیش از ۴۰ ساعت باشد از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{RF (ضریب کاهش هفتگی)} = \frac{40}{hr} \times \frac{(168 - hr)}{128}$$

در رابطه فوق، hr ساعات کار هفتگی می باشد.

مثال

در صورتی که OEL-TWA یک ماده شیمیایی معادل ppm ۵۰ باشد، در یک شیفت کاری روزانه معادل ۱۰ ساعت این حد به ppm ۳۵ و در یک شیفت ۱۲ ساعته به ppm ۲۵ کاهش می‌یابد.

نکته: چنانچه هم ساعات کار روزانه و هم ساعات کار هفتگی خارج از حالت تعریف شده باشد (مثلاً فرد ۱۰ ساعت در روز و ۵۰ ساعت در هفته کار کند) باید با هر دو رابطه ضریب کاهش را محاسبه و فاکتور کاهش کوچکتر (روزانه یا هفتگی) را بکار برد. بطورکلی با درنظر داشتن نقاط قوت و ضعف مدل بریف و اسکالا موارد زیر در کاربرد این مدل توصیه می‌شود:

الف- در مواردی که OEL بر مبنای اثرات سیستمیک (حاد و مزمن) مواد شیمیایی است، فاکتور کاهش OEL باید به کار برده شود و OEL کاهش یافته به عنوان OEL-TWA درنظر گرفته شود.

ب- در مورد ساعات کاری غیر معمول، محدوده‌های نوسان نیز (به قسمت محدوده های نوسان مراجعه کنید) می‌بایست تصحیح گردند. برای این کار ضریب نوسان برای حدود OEL طبق رابطه زیر کاهش می یابد:

$$EF = (EF(۸)-۱)\ RF + ۱$$

EF: ضریب نوسان

EF(۸): مقادیر ضریب نوسان مربوط به حد مجاز ۸ ساعته

RF: ضریب کاهش OEL

ج- تکنیک های فوق برای نوبتهای کاری ۲۴ ساعته (نظیر زیر دریائی ها، سفینه های فضایی یا سایر محیطهای مشابه که کار و زندگی در یک محل انجام می شود) عملی نمی‌باشد زیرا در این موارد اصولاً OEL کاربرد ندارد.

د- این تکنیکها برای فرایندهای کاری کمتر از ۷ تا ۸ ساعت در روز و یا کمتر از ۴۰ ساعت در هفته کاربرد ندارد.

ه- این مدل به این نکته توجه دارد که مقادیر RF برای OEL هایی می‌تواند بکار رود که برحسب میانگین وزنی زمانی (TWA) ارائه شده باشند و با مقادیر نوسان میانگین و نیز مقادیر مجاز نوسان درنظر گرفته شود.

و- مقادیر RF برای OEL هایی می‌تواند بکار رود که دارای OEL سقفی باشند (در جدول حدود آستانه مواجهه با کد C مشخص شده‌اند)، مگر وقتی که کد C منحصراً به علت تحریک حسی (sensory irritation) تخصیص یافتــه بــاشد زیرا در این موارد آستانه پاسخهای تحریکی احتمالاً با

افزایش ساعات کار رابطه خطی نداشته و نیازی به اصلاح OEL وجود ندارد. اینگونه موارد از طریق مراجعه به ستون مبنای تعیین حد مجاز مواجهه در جدول حدود مجاز مواجهه شغلی قابل مشاهده است.

کاربرد مدل بریف و اسکالا آسانتر از مدلهای بسیار پیچیده مبتنی بر کنشهای فارماکوکینتیکی است. کاربرد این مدلها معمولاً مستلزم دانستن نیمه عمر هر ماده و برخی از مدلها نیازمند داده‌های بیشتری است. مدل ارائه شده دیگر در این موارد، مبتنی بر استفاده از روش هابر برای محاسبه حدود مواجهه تعدیل شده است. اعداد تعیین شده با این روش نزدیک به اعداد حاصل از مدلهای فیزیولوژیکی فارماکوکینتیکی می باشند.

به دلیل آنکه OEL تعدیل شده، از سوابق و مشاهدات بلند مدت گذشته شاغل بهره نبرده است لذا در آغاز استفاده از این حد تعدیل شده، نظارت پزشکی شاغلین توصیه می‌شود. حتی اگر یک مدل نشانگر مواجهه شاغل در حدود مجاز باشد، بایستی از مواجهه‌های غیرضروری اجتناب شود. مدلهای ریاضی نباید برای تعدیل مواجهه‌های بیشتر از حد ضرورت مورد استفاده قرار گیرند.

واحدهای OEL

حدود مجاز مواجهه شغلی با مواد شیمیایی بر حسب ppm یا mg/m^3 ارائه می‌شود. یک ماده شیمیایی استنشاق شده ممکن است به شکل گاز، بخار یا آئروسول باشد.

گاز: ماده شیمیایی است که مولکولهای آن در فضایی که در آن محبوس شده‌اند (مثل سیلندر یا مخزن)، به طور آزاد تحت شرایط دما و فشار نرمال حرکت می‌کند. فرض می شود که گازها هیچ شکل یا حجمی ندارند.

بخار: فاز گازی یک ماده شیمیایی است که در شرایط نرمال دما و فشار به شکل مایع یا جامد است. میزان بخار متصاعد شده یک ماده شیمیایی بصورت فشار بخار بیان می شود و تابعی از دما و فشار است.

آئروسل: سوسپانسیونی از ذرات جامد یا قطرات مایع در یک گاز است. انواع آئروسل ها عبارتند از: غبار، مسیت، دمه، مه، لیف، دود و مه دود. آئروسل‌ها ممکن است با رفتار آئرودینامیکی و محل (های) ته نشینی آنها در سیستم تنفسی انسان متمایز شوند.

حدود مجاز آئروسول‌ها معمولاً بر حسب مقدار جرم ماده شیمیایی در حجم هوا (mg/m^3) اظهار می‌شوند. واحد حدود مجاز گازها و بخارات معمولاً بر حسب قسمت در میلیون حجمی (ppm) آلاینده در هوا یا ممکن است بر حسب mg/m^3 باشد. برای سهولت کاربران، وزن مولکولی هر یک از ترکیبات شیمیایی برای تبدیل واحد آنها در جداول حدود مجاز نیز ارائه شده است. با توجه به آنکه حجم مولی

هوا در شرایط NTP معادل ۲۴/۴۵ لیتر می باشد، روابط تبدیل واحدهای ppm و mg/m^3 گازها و بخارات در شرایط NTP عبارت است از:

$$OEL_{(ppm)} = \frac{OEL_{(mg/m^3)} \times (۲۴.۴۵)}{M_{(g/mol)}}$$

یا

$$OEL_{(mg/m^3)} = \frac{OEL_{(ppm)} \times M_{(g/mol)}}{۲۴.۴۵}$$

زمان تبدیل واحد مقادیر ارائه شده بصورت عنصری برای ترکیبات مختلف یک عنصر، وزن مولکولی آن عنصر بایستی به جای وزن مولکولی کل ترکیب در رابطه مورد استفاده قرار گیرد. در تبدیل واحدها برای مواد با وزن مولکولی متغیر، وزن مولکولی مناسب باید برآورد یا فرض شود.

نمادها

شاخص بیولوژیکی مواجهه[۱] (BEI)

نماد BEI مربوط به شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه است و در زمانی که این شاخص برای یک ماده شیمیایی تدوین شده باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. سه زیرگروه برای این نماد اضافه شده است. این سه زیرگروه به کاربران کمک می‌کند تا تشخیص دهند این نمادها فقط مربوط به آفت کشهای بازدارنده استیل کولین استراز یا ایجاد کننده مت هموگلوبین می‌باشند. این سه زیرگروه عبارتنداز:

BEI_A: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای آفت کشهای مهارکننده استیل کولین‌استراز مراجعه شود.

BEI_M: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای ایجاد کننده‌های مت هموگلوبین مراجعه شود.

BEI_P: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه ای (PAHS) مراجعه شود.

برای ارزیابی مواجهه کلی این مواد از منابع مختلف از جمله پوست، گوارش یا مواجهه غیرشغلی بایستی پایش بیولوژیکی انجام شود. برای اطلاع از شاخص بیولوژیکی مواجهه این مواد به فصل مربوطه مراجعه شود.

۱ - Biological Exposure indices

سرطان زایی[1]

سرطان زا عاملی است که باعث ایجاد یک تومور خوش خیم یا بدخیم می شود. شواهد سرطان ـ زایی از مطالعه های سم شناسی، اپیدمیولوژی و مکانیکی حاصل می‌شود. نمادهای مختلف توسط سازمانهای و مراکز علمی معتبر برای نشان دادن قابلیت سرطان زایی عوامل مختلف ارائه شده است. در این بخش از نمادهای ارائه شده توسط مجمع دولتی متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا[2] (ACGIH) که با حرف A همراه با اعداد ۱ تا ۵ که نشانگر درجه سرطان زایی مواد است استفاده شده است. طبقه بندی و تعاریف مربوط به نمادهای مختلف سرطان زایی در ضمیمه الف به طور مفصل ارائه شده است.

بخار و کسر قابل تنفس[3] (IFV)

این نماد زمانی استفاده می‌شود که یک ماده فشار بخار کافی برای بودن در هر دو فاز ذره‌ای و بخار را با نسبت معنی‌داری از دوز در غلظت OEL-TWA داشته باشد. هنگام تعیین IFV، نسبت غلظت بخار اشباع[4] (SVC) به OEL-TWA درنظر گرفته می‌شود. این نماد به طور معمول برای موادی با نسبت SVC/OEL بین ۰/۱ و ۱۰ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کارشناس بهداشت حرفه‌ای باید هر دو فاز ذره و بخار را هنگام انتخاب تکنیک نمونه‌برداری برای بررسی مواجهه با آلاینده‌های ناشی از شرایط زیر را در نظر بگیرد:

الف- عملیاتهای اسپری کردن

ب- فرایندهایی که تغییرات دما روی حالت فیزیکی ماده اثرگذار است

ج- در مواردی که بخش عمده‌ای از بخار در داخل ذرات ماده دیگر حل می شود یا بر روی آن جذب می شود مثل ترکیبات محلول در آب در محیطهای مرطوب

ایجاد حساسیت

نماد حساسیت اشاره به قابلیت یک ماده برای ایجاد حساسیت است که توسط مطالعات انسانی و حیوانی اثبات شده است. این نماد دلالت بر این ندارد که حساسیت یک اثر مهم در تعیین OEL داشته است یا حساسیت تنها عامل تعیین کننده OEL بوده است. اگر داده‌های مربوط به حساسیت زایی

۱- Carcinogenicity

۲- American Conference of Governmental Industrial Hygienist

۳- Inhalable Fraction and Vapor

۴- Saturated Vapor Concentration

موجود بود از آنها با دقت در پیشنهاد حد مجاز یک ماده استفاده شود. برای موادی که مبنای تعیین حد مجاز آنها، حساسیت زایی بوده است به معنای آن است که انتظار می‌رود با رعایت این حد، از ایجاد حساسیت در شاغلین حفاظت خواهد شد. این حدود مجاز برای حفاظت از شاغلینی که قبلاً به آن ماده حساسیت پیدا کرده‌اند، در نظر گرفته نمی‌شود.

در محیطهای کاری، مواجهه با عوامل حساسیت زا ممکن است از طریق تنفسی، پوستی و ملتحمه رخ دهد. از طرفی عوامل حساسیت زا باعث واکنشهای تنفسی، پوستی و ملتحمه ای می‌شوند. در حال حاضر این نماد، بین حساسیت اعضای مختلف تمایز قائل نشده است. عدم استفاده از این نماد به معنی فقدان قابلیت یک ماده برای حساسیت زایی هم نیست بلکه ممکن است نشانگر شواهد علمی اندک یا ناکافی باشد.

حساسیت زایی اغلب از طریق یک مکانیسم ایمونولوژیکی رخ می‌دهد و نباید با شرایط یا اصطلاحات دیگر مانند بیش فعالی، استعداد یا حساسیت داشتن، اشتباه گرفته شود. در ابتدای مواجهه با یک عامل حساسیت زا ممکن است هیچ پاسخی مشاهده نشود و یا پاسخ اندکی مشاهده شود. با این وجود زمانی که یک فرد دچار حساسیت ناشی از مواجهه با آن عامل شد، مواجهه های بعدی می‌تواند باعث پاسخ های شدید حتی در مواجهه با غلظت های کم (کمتر از OEL) شود. این واکنش ها ممکن است حیات یک فرد را تهدید کند و می‌تواند دارای آغاز سریع یا تأخیری باشد. شاغلینی که به یک عامل خاص حساس شده‌اند، ممکن است به عوامل دیگری که از لحاظ ساختار شیمیایی مشابه عامل اصلی است، یک واکنش مقطعی نشان دهند.کاهش مواجهه با عوامل حساسیت زا و ترکیبات با ساختار مشابه با آنها معمولاً شیوع واکنش‌های آلرژیک را در افراد حساس شده کاهش می‌دهد. برای برخی از افراد حساس شده، اجتناب کامل از مواجهه با عامل حساسیت زا و ترکیبات مشابه آن تنها راه حل پیشگیری از پاسخهای ایمنی خاص می‌باشد.

مواد شیمیایی با قابلیت حساسیت زایی مشکلات خاصی را در محیط کار ایجاد می‌کنند. مواجهه با این مواد از طریق تنفسی، پوستی و ملتحمه باید از طریق اقدامات کنترلی فرایند یا حفاظت فردی کاهش یابد. آموزش افرادی که با این مواد کار می‌کنند بخصوص آموزش در مورد اثرات بالقوه بهداشتی آنها، روش های حمل ایمن آنها و اطلاعات مربوط به شرایط اضطراری نیز ضروری می‌باشد.

پوست

نماد پوست برای موادی بکار می رود که سهم قابل توجهی از جذب آنها از طریق جلدی، غشاهای مخاطی و چشم‌ها در اثر تماس با بخارات، مایعات و جامدات، انجام می‌شود. هرجا که مطالعات پوستی

نشانگر آن باشد که جذب پوستی قادر به ایجاد اثرات سیستمیک به‌دنبال مواجهه است، نماد پوست بایستی برای آن عامل مورد استفاده قرار گیرد. نماد پوست هشداری برای کارشناسان بهداشت حرفه‌ای است مبنی بر اینکه ممکن است مواجهه بیش از حد مجاز به‌دنبال تماس با مایع یا آئروسول ها رخ دهد حتی در شرایطی که مواجهه‌های هوابرد کمتر از حد مجاز است.

نماد پوست نباید برای مواد شیمیایی که باعث تحریک پوستی می‌شوند به کار رود. البته این نماد ممکن است همراه با نماد حساسیت برای موادی استفاده شود که به‌دنبال مواجهه جلدی باعث ایجاد حساسیت تنفسی می‌شوند. با وجودی که نماد پوست ممکن است برای مواد شیمیایی استفاده نشده باشد اما کارشناسان بهداشت حرفه‌ای باید بدانند که عوامل متعددی هستند که ممکن است پتانسیل جذب پوستی یک ماده را که قابلیت ورود جلدی آن کم است را افزایش دهد. برخی از مواد می توانند به عنوان یک حامل عمل کنند بطوریکه وقتی بر روی پوست قرار می‌گیرند یا با یک ماده ای مخلوط می-شوند، می توانند میزان انتقال مواد را به داخل پوست افزایش دهند. علاوه بر این وجود برخی از شرایط جلدی نیز می تواند بر روی میزان ورود مواد از طریق پوست یا زخم تأثیرگذار باشد.

افزودنیهای موجود در محلولها و یا مخلوطها می‌توانند بطور قابل ملاحظه‌ای قابلیت جذب پوستی را افزایش دهند. هرچند برخی مواد می‌توانند سبب تحریک یا التهاب و یا حساسیت پوستی در شاغلین گردند، ولی این خصوصیات در ارزیابی‌های مربوط به لزوم یا عدم لزوم ذکر نماد پوست دخیل نبوده‌اند ولی در هر حال ضایعات پوستی بطور قابل ملاحظه‌ای سبب افزایش جذب از راه پوست می‌گردند.

زمانی که اطلاعات کمی در ارتباط با جذب پوستی گازها و بخارات و مایعات توسط شاغلین وجود داشته باشد، پیشنهاد می شود که مجموع یافته‌های حاصل از مطالعات بر روی بیماریهای جلدی حاد و مطالعات در زمینه تماسهای مکرر پوستی بر روی حیوانات و انسانها، همراه با قابلیت جذب مواد شیمیایی، در تصمیم گیری برای نمادگذاری پوست مورد استفاده قرار گیرد. بطورکلی چنانچه یافته‌های موجود نشان دهنده جذب قابل توجه ماده شیمیایی از طریق دستها و ساعدها در طی ساعات کار روزانه بخصوص برای مواد شیمیایی دارای OEL پایین باشد، باید از نماد پوست استفاده شود. بر پایه یافته‌های حاصل از سمیت حاد بر روی حیوانات در مورد مواد شیمیایی که دارای LD_{50} نسبتاً کم (۱۰۰۰ mg/kg یا کمتر) باشند، باید نماد پوست بکار برده شود.

در مواردی که ماده شیمیایی به سهولت از پوست نفوذ می کند (مواد با ضرایب جزئی اکتانول-آب بالا) و در مواردی که برون یابی اثرات سیستمیک حاصل از روشهای دیگر مواجهه نشانگر آن باشد که جذب جلدی ممکن است در سمیت مهم باشد، بایستی نماد پوست در نظر گرفته شود. نماد پوست برای مواد شیمیایی که باعث اثرات تحریک یا خورندگی بدون سمیت سیستمیک شوند، بکار نمی‌رود.

مواد شیمیایی دارای نماد پوست و OEL کم ممکن است مشکلات خاصی را در فرایندهایی که غلظت آن ماده در هوا زیاد باشد ایجاد کند این مشکل زمانی قابل توجه ویژه است که سطح وسیعی از پوست برای طولانی مدت در مواجهه با آن باشد. در چنین شرایطی ممکن است احتیاطهای ویژه‌ای برای پیشگیری یا کاهش و یا قطع تماس پوستی لازم باشد.

برای تعیین نسبت سهم تماس پوستی به کل مقدار ورود سم به بدن باید از روشهای پایش بیولوژیکی استفاده نمود. فصل شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه حاوی تعدادی از شاخصهای بیولوژیکی پذیرفته شده می‌باشد و به عنوان ابزار تکمیلی در هنگام ارزیابی تماس کلی کارگر با ماده شیمیایی مورد نظر بکار می‌رود. مشاهده نماد پوست برای ماده شیمیایی مورد نظر، هشداری است که نشان می‌دهد نمونه برداری هوا به تنهایی برای تعیین قطعی میزان مواجهه کافی نیست و بر اقداماتی که برای حفاظت کامل کارگر در مقابل جذب پوستی لازم است، تأکید می‌نماید.

علائم و حروف مخفف

‡ : کاندید تغییر حد مجاز

A: سرطان زایی (ضمیمه الف)

C: حد مجاز سقفی

D: خفگی آور ساده

E: حد مجاز صرفاً برای ذرات فاقد آزبست و دارای سیلیس بلورین کمتر از ۱ درصد

F: الیاف قابل استنشاق: دارای طول بزرگتر از 5μm و نسبت طول به قطر بیشتر از ۳ که با روش فیلتر غشائی نمونه‌گیری و با میکروسکوپ فاز کنتراست با بزرگنمایی ۴۵۰–۴۰۰ شمارش می‌شوند.

G: با نمونه گیر دالان ته نشینی عمودی مخصوص پنبه (کتان) اندازه‌گیری شود.

H: فقط آئروسول

I: ذرات قابل تنفس (ضمیمه ج)

IFV: بخار و کسر قابل تنفس

J: شامل ترکیبات استئارات فلزات سمی نمی‌باشد.

K: نباید جرم ذرات قابل استنشاق بیشتر از $2\ mg/m^3$ باشد.

L: بایستی با کنترل محیط مواجهه شاغل از طریق کلیه روشها تا حد ممکن کاهش یابد.

M: طبقه بندی انجام شده اشاره به اسید سولفوریک موجود در میستهای اسیدی قوی معدنی دارد.

O: نمونه برداری با روشی که بخار را جمع‌آوری نمی‌کند، انجام شود.

P: کاربرد محدود به شرایطی است که مواجهه با آئروسول قابل صرفنظر است.

R: ذرات قابل استنشاق (ضمیمه ج)

T: ذرات توراسیک (ضمیمه ج)

V: بخار و آئروسول

روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی

در ویرایش حاضر جدول حدود مجاز مواجهه شغلی سعی شده است با ساختار بندی ساده و حذف مطالب تکراری و دارای اهمیت کمتر، امکان استفاده از آن را برای کاربران تسهیل و تسریع نماید. چیدمان مواد شیمیایی بر اساس حروف الفبای انگلیسی مشهورترین نام آنها می باشد. در ضمن سعی شده برخی از اسامی مترادف مشهور مواد شیمیایی نیز در ستون نام مواد شیمیایی اضافه شود. در صورت مشکوک بودن به نام فارسی یک ترکیب با کنترل معادل انگلیسی و وزن مولکولی ارائه شده در ستون بعدی، می توان از صحیح بودن نام ماده شیمیایی اطمینان حاصل نمود. در ستون اول این جدول که شماره گذاری ردیفی مواد شیمیایی است می تواند در تدوین گزارشها و دعاوی حقوقی برای پیشگیری از اشتباهات تفسیری مورد استفاده قرار گیرد.

ستون حدود مجاز نیز برای هر سه نوع حدود مجاز TWA، STEL و Ceiling طراحی شده است. در مواردی که ستون مربوط به هر یک این حدود برای ماده‌ای خالی می باشد به معنی فقدان آن نوع از حد مجاز می باشد. در استفاده از اعداد حدود مجاز ارائه شده بایستی دقت نمود که برخی از آنها همراه با علامت یا حرف مخفف خاصی هستند که معانی هریک از آنها در بخش قبلی و ضمایم انتهای این بخش، ارائه شده است.

ستون نمادها و مبنای تعیین حد مجاز نیز معرف اجمالی نوع اثرات و ملاک تدوین حد مجاز برای هریک از مواد شیمیایی می باشد. این ستون ها بطور خاص در ارزیابی مخلوط ترکیبات مختلف باید مورد توجه ویژه قرار گیرند.

فهرست حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقدها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۱	‡ استالدئید Acetaldehyde	۴۴/۰۵	–	C ۲۵ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۲	اسید استیک Acetic acid	۶۶	۱۰ppm	۱۵ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تأثیر بر عملکرد ریوی
۳	انیدرید استیک Acetic anhydride	۱۰۲/۰۲	۱ppm	۳ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۴	‡ استون Aceton	۵۸/۰۵	۵۰۰ ppm	۷۵۰ppm	A۴ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی
۵	استون سیانو هیدرین Acetone cyanohydrin ,as CN	۵۸/۱۰	–	C۵ mg/m^3	پوست	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ سردرد؛ هیپوکسی و سیانوز
۶	استونیتریل Acetonitrile	۴۱/۰۵	۲۰ppm	-	پوست A۴	تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس
۷	استو فنون Acetophenone	۱۲۰/۱۵	۱۰ ppm	-	-	سوزش چشم
۸	۲- استیل آمینو فلورن ۲-Acetylamino flourene	۲۲۳/۲۷	۱ ppm	–	–	تحریک و سوزش چشم
۹	استیلن Acetylene	۲۶/۰۲		خفگی آور ساده (D)		خفگی
۱۰	ترا برمید استیلن Acetylene Tetrabromide	۳۴۵/۷	۱ ppm	–	–	تحریک و سوزش
۱۱	اسید استیل سالیسیلیک Acetylsalicylic (آسپیرین) acid	۱۸۰/۱۵	۵ mg/m^3	–	–	سوزش چشم و پوست
۱۲	آکرولئین Acrolein	۵۶/۰۶	–	C ۰/۱ ppm	پوست A۴	سوزش چشم و قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ ادم وآمفیزم ریوی
۱۳	آکریل آمید Acrylamide	۷۱/۰۸	۰/۰۳mg/m$^{3(IVF)}$	–	پوست A۳	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۴	اسیدآکریلیک Acrylic acid	۷۲/۰۶	۲ ppm	–	پوست A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۱۵	آکریلونیتریل Acrylonitrile	۵۳/۰۵	۲ ppm	–	پوست A۳	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی
۱۶	اسید آدیپیک Adipic acid	۱۴۶/۱۴	۵ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب خودکار
۱۷	آدیپونیتریل Adiponitrile	۱۰۸/۱۰	۲ ppm	–	پوست	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی
۱۸	آلاکلر Alachlor	۲۶۹/۸	۱ mg/m$^{3(IVF)}$	–	حساسیت A۳	هموسیدروزیس
۱۹	آلدرین Aldrin	۳۴۶/۹۳	mg/m$^{3(IVF)}$ ۰/۰۵	–	پوست A۳	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی
۲۰	گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C۱-C۴) Aliphatic hydrocarbon gases, Alkane [C۱-C۴]	متفاوت	۱۰۰۰ ppm	–	–	حساسیت های قلبی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۱	آلیل الکل Allyl alcohol	۵۸/۰۸	۰/۵ ppm	–	پوست A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۲۲	آلیل کلرید Allyl choloride	۷۶/۵۰	۱ ppm	۲ppm	پوست A۳	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی
۲۳	آلیل گلیسیدیل اتر Allyl glycidyl Ether	۱۴۴/۱۴	۱ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ درماتیت سوزش چشم و پوست
۲۴	آلیل پروپیل دی سولفید Allyl propyl disulfide	۱۴۸/۱۶	۰/۵ ppm	–	حساسیت	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۲۵	فلز آلومینیوم و ترکیبات نامحلول آن Aluminum metal and insoluble compounds	۲۶/۹۸ متفاوت	۱mg/m$^{3(R)}$	–	A۴	پنوموکونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی؛ سمیت عصبی
۲۶	۴- آمینو دی فنیل ۴-Amino diphenyl	۱۶۹/۲۳		–	پوست A۱	سرطان کبد و مثانه

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۲۷	۲- آمینو دی فنیل 2-Amino dipheny	۹۱/۱۱	۰/۵ ppm	–	–	سردرد؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سرگیجه
۲۸	۲- آمینو پیریدین یا ۲-پیریدیل آمین 2-Aminopyridine	۹۱/۱۱	۰/۵ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۹	آمیترول Amitrol	۸۴/۸۰	۰/۲ mg/m^3	–	A۳	اثرات تیروئیدی
۳۰	آمونیاک Ammonia	۱۷/۳۰	۲۵ ppm	۳۵ ppm	–	آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی
۳۱	دمه کلرید آمونیوم Ammonium chloride fume	۵۳/۵۰	۱۰ mg/m^3	۲۰ mg/m^3	–	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس و چشم
۳۲	پرفلورو اکتانوات آمونیوم Ammonium Perfluorooctanoate	۴۳۱	۰/۰۱ mg/m^3	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی
۳۳	سولفامات آمونیم Ammonium sulfamate	۱۱۴/۱۳	۱۰mg/m^3	–	–	–
۳۴	استات آمیل نرمال n-Amyl acetate	۱۳۰/۱۸	۱۰۰ ppm	–	–	تحریک و سوزش
۳۵	اسات آمیل نوع دوم sec-Amyl acetate	۱۳۰	۱۲۵ ppm	–	–	تحریک و سوزش
۳۶	ترت- آمیل متیل اتر tert-Amyl methyl Ethere (TAME)	۱۰۲/۲	۲۰ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب جنینی
۳۷	آنیلین Aniline	۹۳/۱۲	۲ ppm	–	BEI؛ پوست؛ A۳	مت هموگلوبینی
۳۸	ارتو- آنیزیدین o-Anisidine	۱۲۳/۱۵	۰/۵ mg/m^3	–	BEI_M؛ پوست؛ A۳	مت هموگلوبینی
۳۹	پارا- آنیزیدین p-Anisidine	۱۲۳/۱۵	۰/۵ mg/m^3	-	BEI_M؛ پوست؛ A۴	مت هموگلوبینی
۴۰	آنتی موآن و ترکیبات آن Antimony and compound, as Sb	۱۲۱/۷۵	۰/۵ mg/m^3	-	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۴۱	هیدرید آنتی موآن Antimony hydride	۱۲۴/۷۸	۰/۱ppm	–	–	همولیز؛ آسیب کلیوی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی
۴۲	تری اکسید آنتی موآن Antimony trioxide	۲۹۱/۵		–	A۲	سرطان ریه؛ پنوموکنیوزیس
۴۳	آنتو؛ (آلفا) نفتیل تیوکاربامید، ANTU α-Naphthyl thio carbamide	۲۰۲/۲۷	۰/۳ mg/m^3	–	پوست A۴	اثرات تیروئیدی؛ تهوع
۴۴	آرگون Argon	۳۹/۹۵	خفگی آور ساده (D)			خفگی
۴۵	الیاف قابل استنشاق پارا آرامید p-Aramid respirable fibres		۰/۵ f/ml	–	–	–
۴۶	آرسنیک و ترکیبات معدنی Arsenic and inorganic compound, as As	۷۴/۹۲ متفاوت	۰/۰۱ mg/m^3	–	BEI A۱	سرطان ریه
۴۷	آرسین Arsine	۷۷/۹۵	۰/۰۰۵ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب و عروق محیطی؛ اختلال کلیوی و کبدی
۴۸	تمام اشکال آزبست Asbestos, all forms	–	۰/۱ f/cc(F)	-	A۱	پنوموکونیوزیس؛ سرطان ریه؛ مزوتلیوم
۴۹	دمه آسفالت (قیر) برحسب آئروسل محلول در بنزن Asphalt(Bitumen)fume, as benzene-soluble aerosol	–	۰/۵ mg/m^3	-	A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۵۰	آترازین Atrazine	۲۱۶/۰۶	۵mg/m^3	–	A۴	تشنج سیستم اعصاب مرکزی
۵۱	متیل آزینفوس Azinphos-methyl	۳۱۷/۳۴	۰/۲mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ حساسیت؛ BEI_A؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۵۲	آزو دی کربن آمید Azodicarbonamide	۱۱۶/۰۸	۱mg/m^3	۳mg/m^3	–	حساسیت
۵۳	باریم و ترکیبات محلول آن Barium and soluble compound, as Ba	۱۳۷/۳۰	۰/۵ mg/m^3	–	A۴	سوزش پوست؛ چشم و دستگاه گوارش؛ تونوس عضلات
۵۴	سولفات باریم	۲۳۳/۴۳	۱۰mg/m^3	–	–	پنوموکونیوزیس

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	Barium sulfate					
۵۵	بنومیل Benomyl	۲۹۰/۳۲	۱mg/m^3	–	حساسیت A۳	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ آسیب به بیضه و دستگاه تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی
۵۶	بنزو (آلفا) آنتراسن Benz[α]anthrancene	۲۲۸/۳۰		–	BEIp؛ A۲	سرطان پوست
۵۷	بنزن Benzene	۷۸/۱۱	۰/۵ ppm	۲/۵ ppm	BEI؛ پوست؛ A۱	سرطان خون
۵۸	بنزیدین Benzidine	۱۸۴/۲۳		–	پوست؛ A۱	سرطان مثانه
۵۹	بنزو (بتا) فلورانتن Benzo[b]fluoroanthene	۲۵۲/۳۰		–	BEIp؛ A۲	سرطان
۶۰	بنزو (آلفا) پیرن nzo[a]pyrene	۲۵۲/۳۰		–	BEIp؛ A۲	سرطان
۶۱	بنزو تری کلرید Benzotrichloride	۱۹۵/۵۰	–	C۰/۱ ppm	پوست A۲	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست
۶۲	کلرید بنزوئیل Benzoyl chloride	۱۴۰/۵۷	–	C ۰/۵ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۶۳	پراکسید بنزوئیل Benzoyl Peroxide	۲۴۲/۲۲	۵ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست
۶۴	استات بنزیل Benzyl acetate	۱۵۰/۱۸	۱۰ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی
۶۵	بنزیل بوتیل فتالات Benzyl butyl phthalate		۵ mg/m^3	–	–	–
۶۶	کلرید بنزیل Benzyl chloride	۱۲۶/۵۸	۱ ppm	–	A۳	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست
۶۷	بریلیم و ترکیبات آن Beryllium and compounds, as Be	۹/۰۱	۰/۰۰۰۰۵ mg/m^3	–	پوست؛ A۱ حساسیت	حساسیت بریلیوم؛ بیماری مزمن ناشی از بریلیوم (بریلیوزیس)

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		یادداشت‌ها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۶۸	بی فنیل Biphenyl	۱۵۴/۲۰	۰/۲ ppm	–	–	عملکرد ریوی
۶۹	بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات Bis(۲-ethylhexyl) phthalate	۳۹۰/۵۶	۵ mg/m^3	۱۰ mg/m^3	–	–
۷۰	بیس (کلرو متیل) اتر Bis(chloromethyl) ether	۱۱۴/۹۶	۰/۰۰۱ ppm	–	–	سرطان زایی
۷۱	بیس (۲- دی متیل آمینو اتیل) اتر Bis (۲-dimethylaminoethyl) ether (DMAE)	۱۶۰/۲۶	۰/۰۵ ppm	۰/۱۵ ppm	پوست؛	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست
۷۲	بیسموت تلورید ترکیب غیر منقوط ترکیب منقوط با سلنیم Bismuth Telluride Undoped Se-doped as Bi۲Te۳	۸۰۰/۸۳	۱۰ mg/m^3 ۵ mg/m^3	– –	A۴ A۴	آسیب ریوی
۷۳	ترکیبات بورات؛ معدنی Borate compounds, Inorganic	متفاوت	۲ mg/m^3	۶ mg/m^3	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۷۴	اکسید بور Boron oxide	۶۹/۶۴	۱۰ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۷۵	تری برمید بور Boron tribromide	۲۵۰/۵۷	–	C ۱ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۷۶	تری فلورید بور Boron trifluoride	۶۷/۸۲	–	C ۱ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ پنومونیت
۷۷	بروماسیل Bromacil	۲۶۱/۱۱	۱۰ mg/m^3	–	A۳	اثرات تیروئیدی
۷۸	بروم Bromine	۱۵۹/۸۱	۰/۱ ppm	۰/۲ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی؛ آسیب ریوی
۷۹	پنتا فلورید بروم Bromine pentafluoride	۱۷۴/۹۲	۰/۱ ppm	–	–	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست
۸۰	برموفرم Bromoform	۲۵۹/۷۳	۰/۵ ppm	–	A۳	آسیب کبدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
						چشم
۸۱	‡ ۱- برمو پروپان 1- Bromopropane	۱۲۲/۹۹	۱۰ ppm	–	–	آسیب های کبدی و جنینی؛ سمیت اعصاب
۸۲	۱و۳- بوتادین 1,3-Butadiene	۵۴/۹۰	۲ ppm	–	A3	سرطان
۸۳	همه ایزومرهای بوتان Butane, all isomers		مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک: آلکانها (C1-C4)			
۸۴	ان_ بوتانول n-Butanol	۷۴/۱۲	۲۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۸۵	بوتانول نوع دوم sec-Butanol	۷۴/۱۲	۱۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۸۶	بوتانو ل نوع سوم tert-Butanol	۷۴/۱۲	۱۰۰ ppm	–	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۸۷	همه ایزومرهای بوتن ها ایزو بوتن Butene, all isomers, Isobutene	۵۶/۱۱ –	۲۵۰ ppm ۲۵۰ ppm	– –	– A4	اثر روی وزن بدن تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اثر روی وزن بدن
۸۸	۲- بوتوکسی اتانول 2-Butoxyethanol (EGBE)	۱۱۸/۱۷	۲۰ ppm	–	BEI A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۸۹	۲- بوتوکسی اتیل استات 2-Butoxyethyl acetate	۱۶۰/۲	۲۰ ppm	–	A3	همولیز
۹۰	بوتیل استات نرمال n-Butyl acetate	۱۱۶/۱۶	۱۵۰ ppm	۲۰۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۱	بوتیل استات نوع دوم sec-Butyl acetate	۱۱۶/۱۶	۲۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۲	بوتیل استات نوع سوم tert-Butyl acetate	۱۱۶/۱۶	۲۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۳	بوتیل آکریلات نرمال n-Butyl acrylate	۱۲۸/۱۷	۲ ppm	–	حساسیت A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
۹۴	بوتیل آمین نرمال n-Butylamine	۷۳/۱۴	–	C ۵ ppm	پوست	سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۵	هیدروکسی تولوئن بوتیل دار Butylated	۲۲۰/۳۴	۲ mg/m^3 (IVF)	–	A4	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	hydroxytoluene					تنفسی
۹۶	بوتیل کرومات نوع سوم tert-Butyl chromates, as CrO۳	۲۳۰/۲۲	–	C۰/۱ mg/m^3	پوست	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و پوست
۹۷	بوتیل گلیسیدیل اتر نرمال n-Butyl glycidyl ether (BGE)	۱۳۰/۲۱	۳ ppm	–	حساسیت پوست	آسیب سیستم تولید مثل
۹۸	بوتیل لاکتات نرمال n-Butyl lactate	۱۴۶/۱۹	۵ ppm	–	–	سردرد؛تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۹۹	بوتیل مرکاپتان نرمال n-Butyl mercaptan	۲۰/۱۹	۰/۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۰۰	ارتو بوتیل فنول نوع دوم o-sec Butylphenol	۵۱۰/۲۲	۵ ppm	–	پوست	تحریک قسمت تحتانی تنفسی، پوست و چشم
۱۰۱	پارا بوتیل تولوئن نوع سوم p-tert-Butyl toluene	۱۴۸/۱۸	۱ ppm	–	–	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۱۰۲	کادمیوم و ترکیباتش Cadmium and compounds, as Cd	۱۱۲/۴۰ متفاوت	۰/۰۱mg/m^3 ۰/۰۰۲mg/m$^{3(R)}$	- -	BEI؛ A۲ BEI؛ A۲	آسیب های کلیوی
۱۰۳	کربنات کلسیم Calcium carbonate	۱۰۰/۰۹	۴ mg/m$^{3(R)}$	–	–	–
۱۰۴	کرومات کلیسم Calcium chromate	۱۵۶/۰۹	۰/۰۰۱mg/m^3	–	A۲	سرطان ریه
۱۰۵	سیانید کلسیم، بصورت سیانید Calcium cyanide, as CN	۹۲/۱۱	–	C ۵ mg/m^3	پوست	–
۱۰۶	سیانامید کلسیم Calcium cyanamide	۸۰/۱۱	۰/۵ mg/m^3	-	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۰۷	هیدروکسیدکلسیم Calcium hydroxide	۷۴/۱۰	۵ mg/m^3	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۱۰۸	اکسید کلسیم Calcium oxide	۵۶/۰۸	۲ mg/m^3	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۰۹	سیلیکات کلسیم؛ غیر فیبروزی مصنوعی Calcium silicate Synthetic nonfibrous	–	۱۰ mg/m$^{3(E)}$	-	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۱۰	سولفات کلسیم Calcium sulfate	۱۳۶/۱۴	۱۰ mg/m^3	-	–	پاره شدن تیغه بینی
۱۱۱	کافور، مصنوعی	۱۵۲/۲۳	۲ ppm	۳ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	Camphor, synthetic					تنفسی و چشم؛ فقدان حس شامه
۱۱۲	کاپرولاکتام Caprolactam	۱۱۳/۱۶	۵ mg/m^3 (IVF)	–	A۵	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۱۳	کاپتافول Captafol	۳۴۹/۰۶	۰/۱ mg/m^3	–	پوست ؛ A۴	سوزش پوست
۱۱۴	کاپتان Captan	۳۰۰/۶۰	۵ mg/m^3	–	حساسیت؛ A۳	سوزش پوست
۱۱۵	کاربارایل Carbaryl	۲۰۱/۲۰	۰/۵ mg/m^3 (IVF)	–	حساسیت A۲	بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ آسیب سیستم تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی
۱۱۶	کاربوفوران Carbofuran	۲۲۱/۳۰	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	–	BEI_A؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۱۷	دوده Carbon black	–	۳ mg/m^3	–	A۳	برونشیت
۱۱۸	دی اکسید کربن Carbon dioxide	۴۴/۰۱	۵۰۰۰ ppm	۳۰۰۰۰ ppm	–	خفگی
۱۱۹	دی سولفید کربن Carbon disulfide	۷۶/۱۴	۱ ppm	–	حساسیت؛ A۴ ؛ BEI	اختلال سیستم اعصاب محیطی
۱۲۰	مونوکسید کربن Carbon monoxide	۲۸/۰۱	۲۵ ppm	–	BEI	کربوکسی هموگلوبین
۱۲۱	تترابرمید کربن Carbon tetrabromide	۳۳۱/۶۵	۰/۱ ppm	۰/۳ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب کبدی
۱۲۳	تتراکلرید کربن Carbon tetrachloride	۱۵۳/۸۴	۵ ppm	۱۰ ppm	پوست؛ A۲	آسیب کبدی
۱۲۴	فلوئورید کربونیل Carbonyl fluoride	۶۶/۰۱	۲ ppm	۵ ppm	–	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب استخوانی
۱۲۵	کاتکول Catechol	۱۱۰/۱۱	۵ ppm	–	پوست A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت
۱۲۶	سلولز Cellulose	نامشخص	۱۰ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۲۷	هیدروکسید سزیم	۱۴۹/۹۲	۲ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	Cesium hydroxide					تنفسی و چشم
۱۲۸	کلردان Chlordane	۴۰۹/۸۰	۰/۵ mg/m^3	–	پوست: A۳	آسیب کبدی
۱۲۹	کامفن کلره Chlorinated camphene	۴۱۴/۰۰	۰/۵ mg/m^3	۱mg/m^3	پوست: A۳	تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۱۳۰	ارتو دی فنیل اکساید کلره o-Chlorinated diphenyl oxide	۳۷۷/۰۰	۰/۵ mg/m^3	–	–	جوش آکنه مانند؛ آسیب کبدی
۱۳۱	کلر Chlorine	۷۰/۹۱	۰/۵ ppm	۱ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۳۲	دی اکسید کلر Chlorine dioxide	۶۷/۴۶	۰/۱ ppm	۰/۳ ppm	–	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ برونشیت
۱۳۳	تری فلورید کلر Chlorine trifluoride	۹۲/۴۶	–	C ۰/۱ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب ریوی
۱۳۴	کلرواستالدئید Chloroacetaldehyde	۸۷/۵۰	–	C ۱ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۳۵	کلرواستون Chloroacetone	۹۲/۵۳	–	C ۱ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۳۶	۲- کلرواستوفنون ۲-Chloroaceto phenone	۱۵۴/۵۹	۰/۰۵ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۱۳۷	کلرواستیل کلراید Chloroacetyl chloride	۱۱۲/۹۵	۰/۰۵ ppm	۰/۱۵ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۳۸	کلرو بنزن Chlorobenzene	۱۱۲/۵۶	۱۰ ppm	–	BEI ؛A۳	آسیب های کبدی
۱۳۹	ارتوکلرو بنزیلیدن مالونونیتریل o-Chlorobenzylidene malononitrile	۱۸۸/۶۱	–	C۰/۰۵ ppm	پوست A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی ؛ حساسیت پوستی
۱۴۰	کلرو برمو متان Chlorobromomethane	۱۲۹/۳۹	۲۰۰ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۱۴۱	کلرو دی فلورو متان Chlorodifluoromethane	۷۶/۴۷	۱۰۰۰ ppm	–	A۴	اختلال سیستم مرکزی؛ خفگی حساسیت قلبی
۱۴۲	کلرو دی فنیل (۴۲٪کلر) Chlorodiphenyl (۴۲٪ chlorine)	۲۶۶/۵۰	۱ mg/m^3	-	پوست	آسیب کبدی تحریک چشمی کلرانس
۱۴۳	کلرو دی فنیل (۵۴٪کلر)	۳۲۸/۴۰	۰/۵ mg/m^3	-	پوست:	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	Chlorodiphenyl (۵۴٪ chlorine)				A۳	تنفسی؛ آسیب کبدی؛ جوش آکنه مانند
۱۴۴	کلروفرم Chloroform	۱۱۹/۳۸	۱۰ ppm	–	A۳	آسیب کبدی؛ آسیبهای جنینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۴۵	بیس (کلرومتیل) اتر bis (Chloromethy) ether	۱۱۴/۴۶	۰/۰۰۱ ppm	–	A۱	سرطان ریه
۱۴۶	کلرو متیل متیل اتر Chloromethyl methyl ether	۸۰/۵۰		–	A۲	سرطان ریه
۱۴۷	۱-کلرو-۱- نیتروپروپان ۱-Chloro-۱-nitropropane	۱۲۳/۵۴	۲ ppm	–	–	سوزش چشم؛ آسیب ریوی
۱۴۸	۱-کلرو- ۴- نیتروبنزن ۱-Chloro-۴-nitrobenzene	۱۵۷/۵۵	۱ mg/m^3	۲ mg/m^3	پوست	–
۱۴۹	کلرو پنتا فلورو اتان Chloropenta fluoroethane	۱۵۴/۴۷	۱۰۰۰ ppm	–	–	حساسیت قلبی
۱۵۰	کلروپیکرین Chloropicrin	۱۴۶/۳۹	۰/۱ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریوی
۱۵۱	۱-کلرو-۲- پروپانول و ۲-کلرو-۱- پروپانول ۱-Chloro-۲-propanol & ۲-Chloro-۱-propanol	۹۴/۵۴	۱ ppm	–	پوست؛ A۴	آسیب کبدی
۱۵۲	بتا-کلروپرن B-Chloroprene	۸۸/۵۴	۱۰ ppm	–	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۵۳	۲-کلروپروپانیک اسید ۲-Chloropropionic acid	۱۰۸/۵۳	۰/۱ ppm	–	پوست	آسیب سیستم تولید مثل مردان
۱۵۴	ارتوکلرو استایرن o-Chlorostyrene	۱۳۸/۶۰	۵۰ ppm	۷۵ ppm	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی
۱۵۵	ارتو کلرو تولوئن o-Chlorotoluene	۱۲۶/۵۹	۵۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۱۵۶	کلروپیریفوس Chlorpyrifos	۳۵۰/۵۷	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴؛ BEIA	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۵۷	کرومات حاصل از فرآوری	–	۰/۰۵ mg/m^3	-	A۱	سرطان ریه

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	سنگ معدنی کرومیت Chromite ore processing (Chromate), as Cr					
	کروم و ترکیبات معدنی آن Chromium & inorganic compounds, as Cr					
	ترکیبات فلزی و کروم سه ظرفیتی Metal and Cr III compounds	متفاوت	۰/۵ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۱۵۸	ترکیبات کروم شش ظرفیتی محلول درآب Water- soluble Cr VI compounds	متفاوت	۰/۰۵ mg/m^3	–	A۱؛ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سرطان
	ترکیبات کروم شش ظرفیتی نامحلول درآب Insoluble Cr VI compounds	متفاوت	۰/۰۱ mg/m^3	–	A۱	سرطان ریه
۱۵۹	کلرید کرومیل Chromyl chloride	۱۵۴/۹۲	۰/۰۲۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۱۶۰	کرایزن Chrysene	۲۲۸/۳۰		–	BEIp؛ A۳	سرطان
۱۶۱	سیترال Citral	۱۵۲/۲۴	۵ ppm (IVF)	–	حساسیت پوست A۴	اثر روی وزن بدن؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
۱۶۲	کلوپیدال Clopidol	۱۹۲/۰۶	۱۰ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۶۳	غبار ذغال سنگ Coal dust آنتراسیت(Anthracite) بیتومینوس (Bituminous)	– –	۰/۴ mg/m^3 (R) ۰/۹ mg/m^3 (R)	– –	A۴ A۴	سرطان و فیبروز ریه سرطان و فیبروز ریه
۱۶۴	مواد فرار قیر قطران ذغال سنگ به صورت آئروسل محلول در بنزن Coal tar pitch volatiles as benzene soluble	–	۰/۲ mg/m^3	–	BEIp؛ A۱	سرطان

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	aerosol					
۱۶۵	کبالت و ترکیبات معدنی آن Cobalt and inorganic Compounds; as Co	۵۸/۹۳ متفاوت	۰/۰۲ mg/m^3	–	BEI؛ A۳	آسم؛ عملکرد ریوی اثرات میوکاردیال
۱۶۶	کربونیل کبالت Cobalt carbonyl, as Co	۳۴۱/۹۴	۰/۱ mg/m^3	–	–	آسیب ریوی آسیب طحال
۱۶۷	هیدروکربونیل کبالت Cobalt hydrocarbonyl, as Co	۱۷۱/۹۸	۰/۱ mg/m^3	–	–	آسیب ریوی ادم ریوی
۱۶۸	مس Copper دمه Fume غبار و میست ها Dust and mist as Cu	۶۳/۵۵	۰/۲ mg/m^3 ۱ mg/m^3	– –	– –	محرک؛ اثرات گوارشی؛ تب دمه فلزی
۱۶۹	غبار پنبه خام Cotton dust, raw, untreated	-	۰/۱ mg/m^3 (T)	-	A۴	برونشیت؛ بیسینوزیس؛ عملکرد ریوی
۱۷۰	کومافوس Coumaphos	۳۶۲/۸	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	–	BEIp؛ A۳ پوست	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۷۱	همه ایزومرهای کروزول Cresol, all isomers	۱۰۸/۱۴	۲۰ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۷۲	کروتون آلدئید Crotonaldehyde	۷۰/۰۹	–	C۰/۳ ppm	پوست؛ A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۷۳	کروفومات Crufomate	۲۹۱/۷۱	۵ mg/m^3	–	BEIA؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۷۴	کومن Cumene	۱۲۰/۱۹	۵۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۷۵	سیانامید Cyanamide	۴۲/۰۴	۲ mg/m^3	–	–	تحریک چشمی و پوستی
۱۷۶	سیانوژن Cyanogen	۵۲/۰۴	۱۰ ppm	–	–	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم
۱۷۷	کلرید سیانوژن Cyanogen Chloride	۶۱/۴۸	-	C۰/۳ ppm	-	ادم ریوی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		یادداشت‌ها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۱۷۸	سیکلو هگزان Cyclohexane	۸۴/۱۶	۱۰۰ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۷۹	سیکلوهگزانول Cyclohexanol	۱۰۰/۱۶	۵۰ ppm	–	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و چشم
۱۸۰	سیکلو هگزانون Cyclohexanone	۹۸/۱۴	۲۰ ppm	۵۰ ppm	پوست؛ A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۸۱	سیکلوهگزن Cyclohexene	۸۲/۱۴	۳۰۰ ppm	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۸۲	سیکلوهگزیل آمین Cyclohexylamine	۹۹/۱۷	۱۰ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۸۳	سیکلونیت Cyclonite	۲۲۲/۲۶	۰/۵ mg/m^3	–	پوست؛ A۴	آسیب کبدی
۱۸۴	سیکلو پنتادین Cyclopentadiene	۶۶/۱۰	۷۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۸۵	سیکلو پنتان Cyclopentane	۷۰/۱۳	۶۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۸۶	سی هگزاتین Cyhexatin	۳۸۵/۱۶	۵ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تاثیر روی وزن بدن؛ اثرات کلیوی
۱۸۷	۲-۴ دی کلروفنوکسی استیک اسید (۲،۴-D)	۲۲۴/۰۴	۱۰mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۱۸۸	ددت Dichlorodiphenyl trichloro ethane	۳۵۴/۵۰	۱mg/m^3	–	A۳	اثرات کبدی
۱۸۹	دکابوران Decaborane	۱۲۲/۳۱	۰/۰۵ ppm	۰/۱۵ ppm	پوست	تشنج سیستم اعصاب مرکزی ؛ کاهش قوه ادراکی
۱۹۰	دمتون Demeton	۲۵۸/۳۴	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ BEI_A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۹۱	دمتون –اس– متیل Demeton-S-methyl	۲۳۰/۳	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ BEI_A A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C	حساسیت	
۱۹۲	الکل دی استون Diacetone alcohol	۱۱۶/۱۶	۵۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۹۳	دیازینون Diazinon	۳۰۴/۳۶	۰/۰۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۹۴	دیازومتان Diazomethane	۴۲/۴۰	۰/۲ ppm	–	A۲	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۹۵	دی بوران Diborane	۲۷/۶۹	۰/۱ ppm	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سردرد
۱۹۶	۲- ان- دی بوتیل آمینو اتانول ۲-N-Dibutylamino ethanol	۱۷۳/۲۹	۰/۵ ppm	–	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۹۸	دی بوتیل فسفات Dibutyl phosphate	۲۱۰/۲۱	۵ mg/m^3 (IVF)	–	پوست	مثانه ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۹۹	دی بوتیل فنیل فسفات Dibutyl phenyl phosphate	۲۸۶/۲۶	۰/۳ Ppm	–	پوست	بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۰۰	دی بوتیل فتالات Dibutyl phthalate	۲۷۸/۳۴	۵ mg/m^3	–	–	آسیب بیضه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۰۱	اسید دی کلرواستیک Dichloroacetic acid	۱۲۸/۹۵	۰/۵ ppm	–	پوست؛ A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب بیضه
۲۰۲	دی کلرو استیلن Dichloroacetylene	۹۴/۹۳	–	C۰/۱ ppm	A۳	تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب محیطی
۲۰۳	ارتو دی کلرو بنزن o-Dichlorobenzene	۱۴۷/۰۱	۲۵ ppm	۵۰ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی
۲۰۴	پارا دی کلرو بنزن p-Dichlorobenzene	۱۴۷/۰۱	۱۰ ppm	–	A۳	تحریک و سوزش چشم و آسیب کلیوی
۲۰۵	۳ و۳- دی کلرو بنزیدین ۳،۳-Dichloro benzidine	۲۵۳/۱۳		-	پوست؛ A۳	سرطان مثانه وتحریک چشم
۲۰۶	۱و۴- دی کلرو- ۲- بوتن	۱۲۴/۹۹	۰/۰۰۵ ppm	–	پوست؛	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	۱،۴-Dichloro-۲-butene				A۲	تنفسی و چشم
۲۰۷	دی کلرو دی فلوئورو متان Dichlorodifluoro methane	۱۲۰/۹۱	۱۰۰۰ ppm	–	A۴	حساسیت های قلبی
۲۰۸	۱و۳- دی کلرو- ۵ و ۵- دی متیل هیدانتوئین ۱،۳-Dichloro-۵،۵- dimethyl hydantoin	۱۹۷/۰۳	۰/۲ mg/m^3	۰/۴ mg/m^3	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۰۹	۱و۱- دی کلرو اتان ۱،۱- Dichloroethane	۹۸/۹۷	۱۰۰ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کلیوی و کبدی
۲۱۰	۱و۲- دی کلرو اتیلن؛ همه ایزومرها ۱,۲ -Dichloro ethylene	۹۶/۹۵	۲۰۰ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی سوزش چشم
۲۱۱	دی کلرو اتیل اتر Dichloroethyl ether	۱۴۳/۰۲	۵ ppm	۱۰ ppm	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۲۱۲	دی کلرو فلوئورو متان Dichloromonofluoro methane	۱۰۲/۹۲	۱۰ ppm	–	–	آسیب کبدی
۲۱۳	دی کلرو متان Dichloromethane	۸۴/۹۳	۵۰ ppm	–	A۳ BEI	کربوکسی هموگلوبینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۱۴	۱و۱- دی کلرو- ۱- نیتروواتان ۱،۱- Dichloro-۱- nitroethane	۱۴۳/۹۶	۲ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۱۵	۱و۳- دی کلرو پروپن propene ۱،۳- Dichloro	۱۱۰/۹۸	۱ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب های کلیوی
۲۱۶	۲و۲- دی کلرو پروپانیک اسید ۲،۲- Dichloro propionic acid	۱۴۲/۹۷	۵ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۱۷	دی کلرو تترا فلوئورو اتان Dichlorotetrafluoro ethane	۱۷۰/۹۳	۱۰۰۰ ppm	–	A۴	تأثیر بر عملکرد ریوی
۲۱۸	دی کلروس Dichlorvos	۲۲۰/۹۸	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛	بازدارنده آنزیم کولین

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
					A۴ حساسیت؛ BEI_A	استراز
۲۱۹	دی کروتوفوس Dicrotophos	۲۳۷/۲۱	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴ حساسیت؛ BEI_A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۲۰	دی سیکلو پنتادین Dicyclopentadiene	۱۳۲/۲۱	۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
۲۲۱	دی سیکلو پنتادیل آهن Dicyclopentadienyl iron	۱۸۶/۰۳	۱۰mg/m^3	–	–	آسیب کبدی
۲۲۲	دیلیدرین Dieldrin	۳۸۰/۹۳	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی؛ اثرات سیستم تولید مثل؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۲۳	سوخت دیزل بصورت هیدروکربن های کل Diesel fuel as total Hydrocarbons	متفاوت	۱۰۰ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۳	درماتیت
۲۲۴	دی اتانول آمین Diethanolamine	۱۰۵/۱۴	۱ mg/m^3 (IVF)		پوست؛ A۳	آسیب کبدی و کلیوی
۲۲۵	دی اتیل آمین Diethylamine	۷۳/۱۴	۵ ppm	۱۵ ppm	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۲۶	۲- دی اتیل آمینو اتانول ۲-diethylamino ethanol	۱۱۷/۱۹	۲ ppm	–	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی
۲۲۷	دی اتیلن تری آمین Diethylene triamine	۱۰۳/۱۷	۱ ppm	–	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۲۸	دی(۲-اتیل هگزیل) فتالات Di(۲- ethylhexyl) phthalate	۳۹۰/۵۴	۵ mg/m^3	-	A۳	تحریک قسمت تحتانی تنفسی
۲۲۹	دی اتیل کتون	۸۶/۱۳	۲۰۰ ppm	۳۰۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۳۰	دی اتیل فتالات	۲۲۲/۲۳	۵ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	Diethyl phthalate					تنفسی
۲۳۱	دی اتیل سولفات Diethyl sulphate	۱۵۴/۱۸	۰/۰۵ ppm	–	A۲	سرطان زائی، سوزش پوست
۲۳۲	دی فلوئورید برمو متان	۲۰۹/۸۳	۱۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی
۲۳۳	دی ایزو دسیل فتالات Diisodecyl phthalate	۴۴۶/۶۶	۵ mg/m^3	–	–	
۲۳۴	دی ایزو نونیل فتالات Diisononyl phthalate	۴۱۸/۶۱	۵ mg/m^3	–	–	
۲۳۵	دی گلایسیدیل اتر Diglycidyl ether	۱۳۰/۱۴	۰/۰۱ ppm	–	A۴	تحریک و سوزش پوست و چشم؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان
۲۳۶	دی ایزو بوتیل کتون Diisobutyl ketone	۱۴۲/۲۳	۲۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۳۷	دی ایزو پروپیل آمین Diisopropylamine	۱۰۱/۱۹	۵ ppm	-	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
۲۳۸	ان؛ ان – دی متیل استامید N,N-Dimethyl acetamide	۸۷/۱۲	۱۰ ppm	-	پوست؛ A۴ BEI	آسیب کبدی و آسیب جنینی
۲۳۹	دی متیل آمین Dimethylamine	۴۵/۰۸	۵ ppm	۱۵ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۴۰	بیس (۲–دی متیل آمین و اتیل) اتر؛ DMAEE Bis (۲-Dimethyl aminoethyl) ether	۱۶۰/۲۶	۰/۰۵ ppm	۰/۱۵ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
۲۴۱	دی متیل آنیلین Dimethylaniline	۱۲۱/۱۸	۵ ppm	۱۵ ppm	پوست؛ A۴ BEIM	مت هموگلوبینی
۲۴۲	دی متیل کاربامیل کلراید Dimethyl carbamoyl chloride	۱۰۷/۵۴	۰/۰۰۵ ppm	–	پوست؛ A۲	سرطان بینی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۴۳	دی متیل دی سولفید Dimethyl disulfide	۹۴/۲	۰/۵ ppm	–	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
						اعصاب مرکزی
۲۴۴	دی اتیل اتوکسی سیلان Diethylethoxysilane	۱۰۴/۲۰	۰/۵ ppm	۱/۵ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سردرد
۲۴۵	دی متیل فرمامید Dimethylformamide	۷۳/۰۹	۱۰ ppm	–	پوست؛ A۴ BEI	آسیب کبدی
۲۴۶	۱و۱- دی متیل هیدرازین ۱،۱-Dimethyl hydrazine	۶۰/۱۲	۰/۰۱ ppm	–	پوست؛ A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرطان بینی
۲۴۷	دی متیل فتالات Dimethylphthalate	۱۹۴/۱۹	۵ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۴۸	دی متیل سولفات Dimethyl sulfate	۱۲۶/۱۰	۰/۱ ppm	–	پوست؛ A۳	سوزش پوست و چشم
۲۴۹	دی متیل سولفید Dimethyl sulfide	۶۲/۱۴	۱۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۵۰	کلیه ایزومرهای دی نیترو بنزن Dinitrobenzene,all isomers	۱۶۸/۱۱	۰/۱۵ ppm	–	پوست	مت هموگلوبینی آسیب چشم
۲۵۱	دی نیترو – ارتو-کروزول Dinitro-o-cresol	۱۹۸/۱۳	۰/۲ mg/m^3	–	پوست	متابولیسم پایه
۲۵۲	۳و۵- دی نیترو- ارتو –تولوئن ۳،۵-Dinitro-o-toluamide	۲۲۵/۱۶	۱ mg/m^3	–	A۴	آسیب کبدی
۲۵۳	دی نیترو تولوئن Ditnitrotoluene	۱۸۲/۱۵	۰/۲ mg/m^3	–	پوست؛ A۳	اختلالات قلبی؛ اثرات سیستم تولید مثل
۲۵۴	۱و۴- دی اکسان ۱،۴-Dioxane	۸۸/۱۰	۲۰ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی
۲۵۵	دی اکساتیون Dioxathion	۴۵۶/۵۴	۰/۱mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۵۶	۱و۳- دی اکسولان ۱،۳-Dioxolane	۷۴/۰۸	۲۰ ppm	–	–	اثرات خونی
۲۵۷	دی فنیل آمین Diphenylamine	۱۶۹/۱۲	۱۰mg/m^3	–	A۴	آسیب کبدی و کلیوی؛ اثرات خونی
۲۵۸	پنتا اکسید دی فسفر Diphosphorus pentoxide	۱۴۱/۹۵	۱ mg/m^3	۲ mg/m^3	–	
۲۵۹	دی پروپیل کتون Dipropyl ketone	۱۱۴/۸۰	۵۰ ppm	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۲۶۰	دی کوات Diqaut	متفاوت	۰/۵ mg/m^3 ۰/۱mg/m^3 (R)	– –	پوست؛ A۴ پوست؛ A۴	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید
۲۶۱	دی سولفیرام Disulfiram	۲۹۶/۵۴	۲ mg/m^3	–	A۴	اتساع عروق؛ تهوع
۲۶۲	دی سولفتون Disulfoton	۲۷۴/۳۸	۰/۰۵mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۶۳	دیورون Diuron	۲۳۳/۱۰	۱۰ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۶۴	دی وینیل بنزن Divinybenzene	۱۳۰/۱۹	۱۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۶۵	دودسیل مرکاپتان Dodecyl mercaptan	۲۰۲/۰۴	۰/۱ ppm	–	حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۶۶	اندو سولفان Endosulfan	۴۰۶/۹۵	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و آسیب کبدی وکلیوی
۲۶۷	اندرین Endrin	۳۸۰/۹۳	۰/۱ mg/m^3	–	پوست؛ A۴	آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی و سردرد
۲۶۸	انفلوران Enflurane	۱۸۴/۵۰	۷۵ ppm	–	A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و اختلالات قلبی
۲۶۹	اپی کلرو هیدرین Epichlorohydrin	۹۲/۵۳	۰/۵ ppm	–	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان
۲۷۰	EPN (فلوتولانیل)	۳۲۳/۳۱	۰/۱mg/m^3	–	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کوین استراز
۲۷۱	اتان Ethane	مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C۱-C۴)				
۲۷۲	اتانول	۴۶/۰۷	–	۱۰۰۰ ppm	A۳	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	یادداشت‌ها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	Ethanol					تنفسی
۲۷۳	اتانول آمین Ethanolamine	۶۱/۰۸	۳ ppm	۶ ppm	–	تحریک و سوزش پوست و چشم
۲۷۴	اتیون Ethion	۳۸۴/۴۸	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۷۵	۲- اتیل هگزیل کلروفرمات ۲-Ethylhexyl chloroformate	۱۹۲/۷	۱ ppm	–	–	–
۲۷۶	۲- اتوکسی اتیل استات ۲-Ethoxyethyl acetate	۹۰/۱۲	۵ ppm	-	پوست EBI	آسیب سیستم تولید مثل در مردان؛ آسیب جنینی
۲۷۷	۲- اتوکسی اتیل استات ۲-Ethoxyethyl acetate	۱۳۲/۱۶	۵ ppm	-	پوست EBI	آسیب سیستم تولید مثل مردان
۲۷۸	اتیل استات Ethyl acetate	۸۸/۱۰	۴۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۷۹	اتیل آکریلات Ethyl acrylate	۱۰۰/۱۱	۵ ppm	۱۵ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ حساسیت پوستی
۲۸۰	اتیل آمین Ethyl amine	۴۵/۰۸	۵ ppm	۱۵ ppm	پوست	تحریک و سوزش پوست و چشم؛ آسیب چشمی
۲۸۱	اتیل آمیل کتون Ethyl amyl ketone	۱۲۸/۲۱	۱۰ ppm	–	–	ایجاد سمیت اعصاب
۲۸۲	اتیل بنزن Ethyl benzene	۱۰۶/۱۶	۲۰ ppm	–	A۳ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب کلیوی (نفروپاتی)؛ اختلال بخش حلزونی گوش میانی
۲۸۳	اتیل بروماید Ethyl bromide	۱۰۸/۹۸	۵ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۸۴	‡ اتیل ترت- بوتیل اتر Ethyl tert-butyl ether(ETBE)	۱۰۲/۱۸	۵ ppm	–	(–)	(واکنش ریوی و آسیب بیضه)
۲۸۵	اتیل بوتیل کتون Ethyl butyl ketone	۱۱۴/۱۹	۵۰ ppm	۷۵ ppm	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش پوست

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
						و چشم
۲۸۶	اتیل کلراید Ethyl chloride	۶۴/۵۲	۱۰۰ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی
۲۸۷	اتیل کلروفرمات Ethyl chloroformate	۱۰۸/۵۲	۱ ppm	–	–	
۲۸۸	اتیل سیانوآکریلات Ethyl cyanoacrylate	۱۲۵/۱۲	۰/۲ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۲۸۹	اتیلن Ethylene	۲۸/۰۵	۲۰۰ ppm	–	A۴	خفگی
۲۹۰	اتیلن کلرو هیدرین Ethylene chlorohydrin	۸۰/۵۲	–	C ۱ ppm	پوست؛ A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۲۹۱	اتیلن دی آمین Ethylen diamine	۶۰/۱۰	۱۰ ppm	–	پوست؛ A۴	–
۲۹۲	اتیلن دی بروماید Ethylene dibromide	۱۸۷/۸۸	۰/۵ ppm	–	پوست؛ A۳	–
۲۹۳	اتیلن دی کلرید Ethylene dichloride	۹۸/۹۶	۱۰ ppm	–	A۴	آسیب کبدی ؛ تهوع
۲۹۴	اتیلن گلیکول Ethylene glycol	۶۲/۰۷	–	C ۱۰۰ mg/m^3 (H)	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۹۵	اتیلن گلیکول دنیتریت Ethylene glycol dinitrate	۱۵۲/۰۶	۰/۰۵ ppm	–	پوست	اتساع عروق و سردرد
۲۹۶	اتیلن اکساید Ethylene oxide	۴۴/۰۵	۱ ppm	–	A۲	سرطان؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۹۷	اتیلن ایمین Ethylen imine	۴۳/۰۸	۰/۰۵ ppm	۰/۱ ppm	پوست؛ A۳	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۲۹۸	اتیل اتر Ethyl ether	۷۴/۱۲	۴۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۹۹	‡ اتیل فرمات Ethyl formate	۷۴/۰۸	۱۰۰ ppm	(–)	(–)	(تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم)
۳۰۰	۲- اتیل هگزانوییک اسید ۲-Ethylhexanoic acid	۱۴۴/۲۴	۵ mg/m^3 (IVF)	–	–	اثرات ناقص الخلقه زایی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۳۰۱	اتیلیدن نوربونن Ethylidene norbornene	۱۲۰/۱۹	–	C ۵ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۰۲	اتیل مرکاپتان Ethyl mercaptan	۶۲/۱۳	۰/۵ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۰۳	اتیل مورفولین نرمال N-Ethylmorpholine	۱۱۵/۱۸	۵ ppm	-	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
۳۰۴	اتیل سیلیکات یا تترا اتوکسی سیلان Ethyl silicate	۲۰۸/۳۰	۱۰ ppm	-	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ آسیب کلیوی
۳۰۵	فنامیفوز Fenimiphos	۳۰۳/۴۰	۰/۰۵mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۶	فن سولفوتیان Fensulfothian	۳۰۸/۳۵	۰/۰۱ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۷	فنیتروتیون Fenitrothion	۲۷۷/۲۳	۱ ppm	–	پوست	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۸	فنوبوکارب Fenobucarb	۲۰۷/۲۷	۵ ppm	–	پوست	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۹	فنتیون Fenthion	۲۷۸/۳۴	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۱۰	فربام Ferbam	۴۱۶/۵۰	۵ mg/m^3	–	A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی تأثیر روی وزن بدن آسیب طحال
۳۱۱	غبار فرو وانادیوم Ferrovanadium dust	–	۱ mg/m^3	۳ mg/m^3	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
۳۱۲	غبار آرد Flour dust	–	۰/۵mg/m^3	–	حساسیت	آسم؛ برونشیت؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۱۳	فلوئوریدها Fluorides, as F	متفاوت	۲/۵ mg/m^3	–	A۴ BEI	آسیب استخوانی فلوئوروزیس
۳۱۴	فلوئور Fluorine	۳۸	۱ ppm	۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
						تنفسی و تحریک چشم و پوست
۳۱۵	فونوفوس Fonofos	۲۴۶/۳۲	۰/۰۱ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۱۶	فرم آلدئید Formaldehyde	۳۰/۰۳	-	C۰/۳ ppm	A۲ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم
۳۱۷	فرمامید Formamide	۴۵/۰۴	۱۰ ppm	–	پوست	تحریک چشم و پوست و آسیب کبدی و کلیوی
۳۱۸	اسید فرمیک Formic acid	۴۶/۰۲	۵ ppm	۱۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
۳۱۹	فتالید Fthalide	۲۷۱/۹۱	۱۰ mg/m^3	–	–	
۳۲۰	فورفورال Furfural	۹۶/۰۸	۲ ppm	–	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۲۱	فورفوریل الکل Furfuryl alcohol	۹۸/۱۰	۱۰ ppm	۱۵ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم
۳۲۲	گالیم آرسنید Gallium arsenide	۱۴۴/۶۴	۰/۰۰۰۳ mg/m^3 (R)	-	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۲۳	بنزین Gasoline	–	۳۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۲۴	تراهیدرید ژرمانیوم Germanium tetrahydride	۷۶/۶۳	۰/۲ ppm	–	–	اثرات خونی
۳۲۵	گلوتارآلدئید فعال و غیر فعال Glutaraldehyde, activated and inactivated	۱۰۰/۱۱	-	C۰/۰۵ppm	A۴ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۲۶	‡ میست گلیسرین Gllycerin mist	۹۲/۰۹	۱۰ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۲۷	گلیسیدول Glycidol	۷۴/۰۸	۲ ppm	–	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
۳۲۸	گلای اکزال Glyoxal	۵۸/۰۴	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	–	A۴ حساسیت	متاپلازی حنجره

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۳۲۹	گردغبار غلات (جو دو سر؛ گندم) Grain dust (oat, wheat, barley)	نامشخص	۴ mg/m^3	–	–	برونشیت؛ اثرات ریوی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۳۰	گرافیت(همه اشکال جز فیبر گرافیت) Graphite (all forms except graphite fibres)	–	۲ mg/m^3 (R)	–	–	پنوموکونیوزیس
۳۳۱	هافنیم و ترکیبات آن Hafnium and compounds, as Hf	۱۷۸/۴۹	۰/۵ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی
۳۳۲	هالوتان Halothane	۱۸۷/۳۹	۵۰ ppm	–	A۴	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اتساع عروق
۳۳۳	هلیم Helium	۴	خفگی آور ساده (D)			خفگی
۳۳۴	هپتاکلر و هپتاکلر اپوکسید Heptachlor and Heptachlor epoxide	۳۷۳/۳۲ ۳۸۹/۴۰	۰/۰۵ mg/m^3	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی
۳۳۵	کلیه ایزومرهای هپتان Haptane, all isomers	۱۰۰/۲۰	۴۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۳۶	هگزوکلرو بنزن Hexachlorobenzene	۲۷۴/۷۸	۰/۰۰۲ mg/m^3	–	پوست؛ A۳	اثرات پورفیرین؛ آسیب پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۳۷	هگزا کلرو بوتادین Hexachlorobutadiene	۲۶۰/۷۶	۰/۰۲ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب کلیوی
۳۳۸	هگزا کلرو سیکلو پنتادین Hexachlorocyclo pentadiene	۲۷۲/۷۵	۰/۰۱ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۳۹	هگزا کلرو اتان Hexachloroethane	۲۳۶/۷۴	۱ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب کلیوی و کبدی
۳۴۰	هگزا کلرو نفتالن Hexachloro naphthalene	۳۳۴/۷۴	۰/۲ mg/m^3	–	پوست	آسیب کبدی و جوشهای شبه آکنه
۳۴۱	هگزا فلوئورو استون	۱۶۶/۰۲	۰/۱ ppm	–	–	آسیب بیضه؛ آسیب

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	Hexafluoroacetone					کلیوی
۳۴۲	هگزا فلوئورو پروپیلن Hexafluoropropylene	۱۵۰/۰۲	۰/۱ ppm	–	–	آسیب کلیوی
۳۴۳	هگزا هیدروفتالیک انیدرید؛ کلیه ایزومرها Hexahydrophthalic anhydride, all isomers	۱۵۴/۱۷	-	C ۰/۰۰۵ mg/m^3 (IVF)	حساسیت	حساسیت ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم
۳۴۴	هگزا متیلن دی ایزوسیانات Hexamethylene diisocyanate	۱۶۸/۲۲	۰/۰۰۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ حساسیت سیستم تولید مثل
۳۴۵	هگزا متیل فسفرآمید Hexamethyl phosphoramide	۱۷۹/۲۰	–	–	پوست؛ A۳	سرطان قسمت فوقانی تنفسی
۳۴۶	هگزان نرمال n-Hexane	۸۶/۱۸	۵۰ ppm	–	پوست BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی عمومی؛ سوزش چشمی
۳۴۷	کلیه ایزومرهای هگزان بجز هگزان نرمال Hexane, isomer, other than n-Hexane	۸۶/۱۸	۵۰۰ ppm	۱۰۰۰ ppm	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۴۸	۱و۶- هگزان دی آمین ۱،۶-Hexanediamine	۱۱۶/۲۱	۰/۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۳۴۹	۱- هگزان ۱-Hexane	۸۴/۱۶	۵۰ ppm	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۵۰	هگزیل استات نوع دوم sec-Hexyl acetate	۱۴۴/۲۱	۵۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۵۱	هگزیلن گلیکول Hexylene glycol	۱۱۸/۱۷	–	C ۲۵ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۵۲	هیدرازین Hydrazine	۳۲/۰۵	۰/۰۱ ppm	-	پوست؛ A۳	سرطان قسمت فوقانی تنفسی
۳۵۳	هیدروژن Hydrogen	۱/۰۱		خفگی آور ساده (D)		خفگی
۳۵۴	ترفنیل های هیدروژنه Hydrogenated terphenyls	۲۴۱/۰۰	۰/۵ ppm	–	–	آسیب کبدی
۳۵۵	برومید هیدروژن Hydrogen bromide	۸۰/۹۲	–	C ۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۳۵۶	کلرید هیدروژن Hydrogen chloride	۳۶/۴۷	–	C ۲ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۵۷	سیانید هیدروژن و نمکهای سیانید					
	سیانید هیدروژن Hydrogen cyanide	۲۷/۰۳	–	C ۴/۷ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع؛ سردرد؛ اثرات تیروئیدی
	نمکهای سیانید Cyanide salts	متفاوت	–	C ۵ mg/m^3	پوست	
۳۵۸	فلوئورید هیدروژن Hydrogen fluoride, as F	۲۰/۰۱	۰/۵ ppm	C ۲ ppm	پوست EBI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، تحتانی، پوست و چشم؛ فلوروزیس
۳۵۹	پروکسید هیدروژن Hydrogen peroxide	۳۴/۰۲	۱ppm	–	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم
۳۶۰	سلنید هیدروژن Hydrogen seleninde, as Se	۸۰/۹۸	۰/۰۵ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۳۶۱	سولفید هیدروژن Hydrogen sulfide	۳۴/۰۸	۱ ppm	۵ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۶۴	هیدرو کینون Hydroquinone	۱۱۰/۱۱	۱ mg/m^3	–	حساسیت A۳	تحریک و آسیب چشم
۳۶۵	۲- هیدروکسی پروپیل آکریلات ۲-Hydroxypropyl acrylate	۱۳۰/۱۴	۰/۵ ppm	–	پوست؛ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۶۶	ایندن Indene	۱۱۶/۱۵	۵ ppm	–	-	آسیب کبدی
۳۶۷	ایندیم و ترکیبات آن Indium & compounds, as In	۴۹	۰/۱ mg/m^3	–	-	ادم ریه؛ پنوموکونیوزیس؛ فرسایش دندان؛ ضعف و بیقراری
۳۶۸	ید و یدیدها					
	ید Iodine	متفاوت	۰/۰۱ ppm$^{(IVF)}$	۰/۱ppm$^{(V)}$	A۴	کم کاری تیروئید؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ کم کاری
	یدیدها Iodides	متفاوت	۰/۰۱ ppm$^{(IVF)}$	–	A۴	تیروئید تحریک قسمت فوقانی تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۳۶۹	یودوفرم Iodoform	۳۹۳/۷۸	۰/۶ ppm	–	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۷۰	اکسید آهن Iron oxide	۱۵۹/۷۰	۵ mg/m^3 (R)	–	A۴	پنوموکنیوزیس
۳۷۱	پنتا کربونیل آهن Iron pentacarbonyl, as Fe	۱۹۶/۹۰	۰/۱ppm	۰/۲ ppm	–	ادم ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۷۲	نمک های محلول آهن مثل سولفات؛ کلرید؛ نیترات و ... Iron salts, soluble, as Fe	متفاوت	۱ mg/m^3	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۳۷۳	الکل ایزوآمیل یا الکل ایزوپنتیل Isoamyl alcohol	۸۸/۱۵	۱۰۰ ppm	۱۲۵ ppm		تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۷۴	ایزوبوتانول Isobutanol	۷۴/۱۲	۵۰ ppm	–	–	تحریک پوست و چشم
۳۷۵	ایزوبوتیل استات Isobutyl acetate	۱۱۶/۱۶	۱۵۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی
۳۷۶	ایزو بوتیل نیتریت Isobutyl nitrite	۱۰۳/۱۲	–	C ۱ ppm (IVF)	A۳ BEI_M	اتساع عروق خونی؛ مت هموگلوبینی
۳۷۷	ایزوفلوران Isoflurane	۱۸۴/۵	۵۰ ppm	–	–	
۳۷۸	الکل ایزواکتیل Isooctyl alcohol	۱۳۰/۲۳	۵۰ ppm	–	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۷۹	ایزوفورون Isophorone	۱۳۸/۲۱	–	C ۵ ppm	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ خستگی؛ ضعف و بیقراری
۳۸۰	ایزوفورون دی ایزوسیانات Isophorone diisocyanate	۲۲۲/۳۰	۰/۰۰۵ ppm	–	–	حساسیت سیستم تولید مثل
۳۸۱	۲- ایزو پروپوکسی اتانول ۲-Isopropoxy ethanol	۱۰۴/۱۵	۲۵ ppm	–	پوست	اثرات خونی
۳۸۲	ایزو پروپیل استیک Isopropyl acetate	۱۰۲/۱۳	۱۰۰ ppm	۲۰۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۳۸۳	ایزوپروپیل آمین Isopropylamine	۵۹/۰۸	۵ ppm	۱۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب چشمی
۳۸۴	ایزوپروپیل کلروفرمات Isopropyl chloroformate	۱۲۲/۵۵	۱ ppm	–	–	
۳۸۵	ایزوپروپیل آنیلین نرمال N-Isopropylaniline	۱۳۵/۲۱	۲ ppm	–	پوست؛ BEI_M	مت هموگلوبینی
۳۸۶	ایزو پروپیل اتر Isopropyl ether	۱۰۲/۱۷	۲۵۰ ppm	۳۱۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۸۷	ایزو پروپیل گلایسیدل اتر Isopropyl glycidyl ether (IGE)	۱۱۶/۱۸	۵۰ ppm	۷۵ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت
۳۸۸	ایزوپروتیولان Isoprothiolane	۲۹۰/۴	۵ mg/m^3	–	–	
۳۸۹	کائولن Kaolin	–	۲ mg/m^3 (E,R)	-	A۴	پنوموکونیوزیس
۳۹۰	کروزن/ سوخت های جت برحسب بخار هیدروکربن کل Kerosene/Jet fuels, as total hydrocarbon vapor	متفاوت	۲۰۰ mg/m^3 (P)	-	پوست؛ A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۹۱	کتن Ketene	۴۲/۰۴	۰/۵ ppm	۱/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و ادم ریه
۳۹۲	سرب و ترکیبات معدنی آن Lead and inorganic compounds as Pb	۲۰۷/۲۰ متفاوت	۰/۰۵ mg/m^3	-	BEI ؛A۳	اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مرکزی؛ اثرات خونی
۳۹۳	کرومات سرب؛ به عنوان سرب Lead shromat as Pb به عنوان کروم as Cr	۳۲۳/۲۲ –	۰/۰۵ mg/m^3 ۰/۰۱۲ mg/m^3	– –	BEI ؛A۲ A۲	آسیب سیستم تولید مثل در مردان و اثرات ناقص زایی؛ انقباض عروق
۳۹۴	لیندان Lindane	۲۹۰/۸۵	۰/۵ mg/m^3	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۹۵	هیدرید لیتیم Lithium hydride	۷/۹۵	۰/۰۲۵ mg/m^3	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم
۳۹۶	هیدروکسید لیتیم Lithium hydroxide	۲۳/۹۵	–	۱mg/m^3	–	
۳۹۷	گاز مایع (L.P.G)		مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C۱-C۴)			

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	Liquified petroleum gas					
۳۹۸	اکسید منیزیم Magnesium oxide	۴۰/۳۲	۱۰ mg/m^3	–	A۴	–
۳۹۹	مالاتیون Malathion	۳۳۰/۳۶	۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۰۰	مالئیک انیدرید Maleic anhydride	۹۸/۰۶	۰/۰۱ mg/m^3 (IVF)	–	A۴ حساسیت	حساسیت سیستم تولید مثل
۴۰۱	‡ منگنز و ترکیبات معدنی آن Manganese, and inorganic compound, as Mn	۵۴/۹۴ متفاوت	۰/۲ mg/m^3	–	(–)	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۰۲	منگنزسیکلوپنتا دینیل تری کربونیل Manganese cyclopentadienyl tricarbonyl, as Mn	۲۰۴/۱۰	۰/۱ mg/m^3	–	پوست	تحریک پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۰۳	مپرونیل Mepronil	۲۶۹/۳۴	۵ mg/m^3	–	–	
۴۰۴	جیوه Mercury ترکیبات آلکیل Alkyl compounds	۲۰۰/۵۹ متغیر	۰/۰۱ mg/m^3	۰/۰۳ mg/m^3	پوست	اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و محیطی؛ آسیب کلیوی
	ترکیبات آریل Aryl compounds	متغیر	۰/۱ mg/m^3	–	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی
	اشکال معدنی و عنصری Elemental and inorganic forms	متغیر	۰/۰۲۵ mg/m^3	–	پوست؛ A۴ BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کلیوی
۴۰۵	مزیتیل اکساید Mesityl oxide	۹۸/۱۴	۱۵ ppm	۲۵ ppm	–	تحریک چشم و قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۰۶	اسید مت آکریلیک Methacrylic acid	۸۶/۰۹	۲۰ ppm	–	–	تحریک پوست و چشم
۴۰۷	متان Methane	گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک را ببینید؛ آلکانها (C۱-C۴)				
۴۰۸	متانول Methanlol	۳۲/۰۴	۲۰۰ ppm	۲۵۰ ppm	پوست؛ BEI	سردرد و آسیب چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۴۰۹	متومیل Methomyl	۱۶۲/۲۰	۲/۵ mg/m^3	-	A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۱۰	متوکسی کلر Methoxychlor	۳۴۵/۶۵	۱۰ mg/m^3	-	A۴	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۱۱	۲- متوکسی اتانول ۲-Methoxyethanol (EGME)	۷۶/۰۹	۰/۱ ppm	-	پوست؛ BEI	اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل
۴۱۲	۲- (۲- متوکسی اتوکسی) اتانول ۲-(۲-Methoxy ethoxy) ethanol	۱۲۰/۱۵	۱۰ ppm	–	پوست	
۴۱۳	۲- متوکسی اتیل استات (EGMEA) ۲-Methoxyethyl acetate	۱۱۸/۱۳	۰/۱ ppm	-	پوست؛ BEI	اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل
۴۱۴	(۲- متوکسی متیل اتوکسی) پروپانول (۲-Methoxymethyl ethoxy) propanol	۱۴۸/۲۰	۱۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۱۵	۴- متوکسی فنول ۴-Methoxyphenol	۱۲۴/۱۵	۵ mg/m^3	–	–	سوزش چشم؛ آسیب پوست
۴۱۶	۱- متوکسی- ۲- پروپانول ۱-Methoxy-۲-propanol	۹۰/۱۲	۱۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	-	سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۱۷	۲- متوکسی پروپیل استات ۲-Methoxypropyl acetate	۱۳۲/۱۶	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	پوست	
۴۱۸	متیل استات Methyl acetate	۷۴/۰۸	۲۰۰ ppm	۲۵۰ ppm	-	سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب عصب چشم
۴۱۹	متیل استیلن Methyl acetylene	۴۰/۰۷	۱۰۰۰ ppm	–	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۲۰	مخلوط متیل استیلن پروپادین Methyl acetylene-propadiene mixture	۴۰/۰۷	۱۰۰۰ ppm	۱۲۵۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۲۱	متیل آکریلات Methyl acrylate	۸۶/۰۹	۲ ppm	–	پوست؛ A۴ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۴۲۲	متیل آکریلونیتریل Methyl acrylonitrile	۶۷/۰۹	۱ ppm	–	پوست؛ A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش چشم و پوست
۴۲۳	متیلال Methylal	۷۶/۱۰	۱۰۰۰ ppm	–	-	سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۲۴	متیل آمین Methyl amine	۳۱/۰۶	۵ ppm	۱۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۴۲۵	متیل ان- آمیل کتون Methyl n-amyl ketone	۱۱۴/۱۸	۵۰ ppm	–	-	تحریک چشمی و پوست
۴۲۶	متیل آنیلین نرمال N-Methyl aniline	۱۰۷/۱۵	۰/۵ ppm	–	پوست	مت هموگلوبینی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۲۷	متیل بروماید Methyl bromide	۹۴/۹۵	۱ ppm	–	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۴۲۸	متیل ترت بوتیل اتر Methyl-tert-butyl ether	۸۸/۱۷	۵۰ ppm	–	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کلیوی
۴۲۹	متیل ان- بوتیل کتون Methyl n-butyl ketone	۱۰۰/۱۶	۵ ppm	۱۰ ppm	پوست BEI	نوروپاتی محیطی؛ آسیب بیضه
۴۳۰	متیل کلرید Methyl chloride	۵۰/۴۹	۵۰ppm	۱۰۰ ppm	پوست؛ A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی وکبدی؛ آسیب بیضه؛ اثرات ناقص الخلقه- زایی
۴۳۱	متیل کلروفرم Methyl chloroform	۱۳۳/۴۲	۳۵۰ ppm	۴۵۰ ppm	A۴ BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کبدی
۴۳۲	متیل ۲- سیانوآکریلات Methyl ۲-cyano acrylate	۱۱۱/۱۰	۰/۲ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۴۳۳	متیل سیکلو هگزان Methyl cyclohexane	۹۸/۱۹	۴۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی وکبدی
۴۳۴	متیل سیکلو هگزانول Methyl cyclohexanol	۱۱۴/۱۹	۵۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی
۴۳۵	ارتو- متیل سیکلوهگزانون o-Methycyclo hexanone	۱۱۲/۱۷	۵۰ ppm	۷۵ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
						تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۳۶	۲- متیل سیکلو پنتادینیل منگنز تری کربونیل ۲-Methylcyclo pentadienyl manganese tricarbonyl, as Mn	۲۱۸/۱۰	۰/۲ mg/m^3	–	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه؛ اثرات کبدی و کلیوی
۴۳۷	متیل دمتون Methyl demeton	۲۳۰/۳۰	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ BEI_A	بازدارنده آنزیم کولین استرلز
۴۳۸	متیلن بیس فنیل ایزوسیانات Methylene bisphenyl isocyanate (MDI)	۲۵۰/۲۶	۰/۰۰۵ ppm	-	-	حساسیت های سیستم تولید مثل
۴۳۹	۴و۴- متیلن بیس (۲- کلرو آنیلین) ۴،۴-Methylene bis (۲-Chloroaniline)	۲۶۷/۱۷	۰/۰۱ ppm	-	پوست؛ A۲	مت هموگلوبینی سرطان مثانه
۴۴۰	متیلن بیس (۴- سیکلو هگزیل ایزوسیانات) Methlene bis (۴-cyclo-hexylisocyanate)	۲۶۲/۳۵	۰/۰۰۰۵ ppm	–	-	حساسیت سیستم تولید مثل؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی
۴۴۱	۴و۴- متیلن دی آنیلین ۴،۴- Methylene dianiline	۱۹۸/۲۶	۰/۱ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی
۴۴۲	متیل اتیل کتون Methyl ethyl ketone (MEK)	۷۲/۱۰	۲۰۰ ppm	۳۰۰ ppm	BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و محیطی
۴۴۳	متیل اتیل کتون پروکساید Methyl ethyl ketone proxide	۱۷۶/۲۴	–	C ۰/۲ ppm	-	تحریک پوست و چشم؛ آسیب کبدی و کلیوی
۴۴۴	متیل فرمات Methyl formate	۶۰/۰۵	۱۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
۴۴۵	متیل هیدرازین Methyl hydrazine	۴۶/۰۷	۰/۰۱ppm	–	پوست؛ A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان ریه؛ آسیب کبدی
۴۴۶	متیل یدید یا یدومتان Methyl iodide	۱۴۱/۹۵	۲ ppm	–	پوست	آسیب چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۴۷	متیل ایزو آمیل کتون یا	۱۱۴/۲۰	۵۰ ppm	–	-	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	هگزانون Methyl isoamyl ketone					تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۴۴۸	متیل ایزوبوتیل کاربینول Methyl isobutyl carbinol	۱۰۲/۱۸	۲۵ ppm	۴۰ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۴۹	متیل ایزو بوتیل کتون Methyl isobutyl ketone	۱۰۰/۱۶	۲۰ ppm	۷۵ ppm	A۳ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرگیجه و سردرد
۴۵۰	متیل ایزوسیانات Methyl isocyanate	۵۷/۰۵	۰/۰۲ ppm	-	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۵۱	متیل ایزو پروپیل کتون Methyl isopropyl ketone	۸۶/۱۴	۲۰ ppm	-	-	آسیب های جنینی وجنین؛ سمیت جنینی
۴۵۲	متیل مرکاپتان Methyl mercaptan	۴۸/۱۱	۰/۵ ppm	-	-	آسیب کبدی
۴۵۳	متیل مت آکریلات Methyl methacrylate	۱۰۰/۱۳	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اثرات روی وزن؛ ادم ریه
۴۵۴	۱- متیل نفتالین و ۲- متیل نفتالین ۱- Methyl naphthalene and ۲-Methyl naphthalene	۱۴۲/۲	۰/۵ ppm	–	پوست؛ A۴	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب ریه
۴۵۵	متیل پاراتیون Methyl parathion	۲۶۳/۲	۰/۰۲ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۵۶	متیل پروپیل کتون Methyl propyl ketone	۸۶/۱۷	–	۱۵۰ ppm	–	واکنش ریوی؛ تحریک چشم
۴۵۷	متیل سیلیکات Methyl silicate	۱۵۲/۲۲	۱ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب چشم
۴۵۸	آلفا- متیل استایرن یا ۲-فنیل پروپن α-Methyl styrene	۱۱۸/۱۸	۱۰ ppm	–	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب کلیوی؛ آسیب تولیدمثل در زنان
۴۵۹	متیل وینیل کتون Methyl vinyl ketone	۷۰/۱۰	-	C ۰/۲ ppm	پوست حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	سیستم اعصاب مرکزی					
۴۶۰	متری بوزین Metribuzin	۲۱۴/۲۸	۵ mg/m^3	-	A۴	آسیب کبدی؛ اثرات خونی
۴۶۱	موین فوس Mevinphos	۲۲۴/۱۶	۰/۰۱ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۶۲	میکا Mica	–	۳ mg/m^3 (R)	-	-	پنوموکنیوزیس
۴۶۳	روغن معدنی به استثناء سیالات فلزکاری خالص، با تصفیه خوب با تصفیه متوسط و ضعیف Mineral oilexcluding metal working fluids : -Pure,highly & severely refined -Poorly & mildly refined	–	۵ mg/m^3	- -	A۴ A۲	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۶۴	مولیبدن ترکیبات محلول ترکیبات نامحلول و فلزی Molybdenum, as Mo Soluble compounds Metal and insoluble compounds	۹۵/۹۵	۰/۵ mg/m^3 (R) ۱۰ mg/m^3 ۳ mg/m^3 (R)	– – –	A۳ – –	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۶۵	اسید مونو کلرو استیک Monochloroacetic acid	۹۴/۵	۰/۵ ppm(IVF)	–	پوست؛ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۶۶	مونوکروتوفوس Monocrotophos	۲۲۳/۱۶	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۶۷	مورفولین Morpholine	۸۷/۱۲	۲۰ ppm	–	پوست؛ A۴	آسیب چشم ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۶۸	نالد Naled	۳۸۰/۷۹	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴ حساسیت؛ BEI_A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۶۹	‡ نفتالن Naphthalene	۱۲۸/۱۹	۱۰ ppm	۱۵ ppm	پوست؛ A۴	اثرات خونی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛ آسیب چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۴۷۰	بتا- نفتیل آمین β-Naphathylamine	۱۴۳/۱۸		–	A۱	سرطان مثانه
۴۷۱	گاز طبیعی Natural gas		مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C۱-C۴)			
۴۷۲	لاتکس لاستیک طبیعی به عنوان پروتئین های حساسیت زای قابل تنفس Natural rubber latex as inhalable allergenic protein	متفاوت	۰/۰۰۱ mg/m^3	–	پوست حساسیت	حساسیت های سیستم تولید مثل
۴۷۳	نئون Neon	۲۰/۱۸	خفگی آور ساده (D)			خفگی
۴۷۴	نیکل Nickel, as Ni عنصر نیکل ترکیبات معدنی محلول ترکیبات معدنی نا محلول ترکیبات گوگرد دار نیکل -Elemental Soluble inorganic compounds -Insoluble inorganic compounds -Nickel subsulfide	 ۵۸/۷۱ متفاوت متفاوت ۲۴۰/۱۹	 ۱/۵mg/m^3 ۰/۱mg/m^3 ۰/۲mg/m^3 ۰/۱mg/m^3	 – – – –	 A۵ A۴ A۱ A۱	درماتیت؛ پنوموکنیوزیس آسیب ریه؛ سرطان بینی سرطان ریه سرطان ریه
۴۷۵	نیکل کربونیل Nickel carbonyl	۱۷۰/۷۳	۰/۰۵ ppm	–	–	پنومونیت شیمیائی
۴۷۶	نیکوتین Nicotine	۱۶۲/۲۳	۰/۵ mg/m^3	–	پوست	آسیب گوارشی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اختلالات قلبی عروقی
۴۷۷	نیترایایرین Nitrapyrin	۲۳۰/۹۳	۱۰ mg/m^3	۲۰mg/m^3	A۴	آسیب کبدی
۴۷۸	اسید نیتریک Nitric acid	۶۳/۰۲	۲ ppm	۴ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛ فرسایش دندان
۴۷۹	اکسید نیتریک Nitric oxide	۳۰/۰۱	۲۵ ppm	–		هیپوکسی؛ سیانوز؛ نیتروز/ هموگلوبین؛ تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
						تنفسی
۴۸۰	پارا نیترو آنیلین p-Nitroaniline	۱۳۸/۱۲	۳ mg/m^3	–	پوست؛A۴	مت هموگلوبینی آسیب کبدی؛ سوزش چشم
۴۸۱	نیترو بنزن Nitrobenzene	۱۲۳/۱۱	۱ ppm	–	پوست؛A۳ BEI	مت هموگلوبینی
۴۸۲	پارا نیترو کلرو بنزن p-Nitrochloro benzene	۱۵۷/۵۶	۰/۱ ppm	–	پوست؛A۳	مت هموگلوبینی
۴۸۳	۴- نیترو دی فنیل ۴-Nitrodiphenyl	۱۹۹/۲۰		–	پوست؛A۲	سرطان مثانه
۴۸۴	نیترواتان Nitroethane	۷۵/۰۷	۱۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۴۸۵	نیتروژن Nitrogen	۱۴/۰۱		خفگی آور ساده (D)		خفگی
۴۸۶	‡ دی اکسید نیتروژن Nitrogen dioxide	۴۶/۰۱	۳ ppm	۵ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی
۴۸۷	تری فلوئورید نیتروژن Nitrogen trifluoride	۷۱/۰۰	۱۰ ppm	–		مت هموگلوبینی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۴۸۸	نیتروگلیسرین یا نیتروگلیکول Nitroglycerin	۲۷۷/۰۹	۰/۰۵ ppm	–	پوست	اتساع عروق
۴۸۹	نیترو متان Nitromethane	۶۱/۰۴	۲۰ ppm	–	A۳	آسیب تیروئیدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه
۴۹۰	۱- نیترو پروپان ۱-Nitropropane	۸۹/۰۹	۲۵ ppm	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبد
۴۹۱	۲- نیترو پروپان ۲-Nitropropane	۸۹/۰۹	۱۰ ppm	–	A۳	آسیب کبدی؛ سرطان کبد

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۴۹۲	ان- نیترو سودیمتیل آمین N-Nitrosodimethyl amine	۸۴/۰۸		–	پوست؛A۳	آسیب کبدی؛ سرطان کبدی و کلیوی
۴۹۳	نیترو تولوئن، کلیه ایزومرها Nitrotoluene, all isomers	۱۳۷/۱۳	۲ ppm		پوست؛ BEI_M	مت هموگلوبینی
۴۹۴	۵- نیترو- ارتو- تولوئیدین	۱۵۲/۱۶	۱mg/m^3(I)	–	A۳	آسیب کبدی
۴۹۵	اکسید نیتروز Nitrous oxide	۴۴/۰۲	۵۰ ppm	–	A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی؛ اثرات جنینی
۴۹۶	‡ نونان، کلیه ایزومرها Nonane, all isomers	(۱۲۸/۲۶)	۲۰۰ ppm	–	–	(اختلال سیستم اعصاب مرکزی)
۴۹۷	اکتا کلرو نفتالن Octachloro naphthalene	۴۰۳/۷۴	۰/۱ mg/m^3	۰/۳ mg/m^3	پوست	آسیب کبدی
۴۹۸	اکتان، کلیه ایزومرها Octane, all isomers	۱۱۴/۲۲	۳۰۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۹۹	تتروکسید اوسمیوم Osmium tetroxide, as Os	۲۵۴/۲۰	۰/۰۰۰۲ ppm	۰/۰۰۰۶ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سوزش چشم و پوست
۵۰۰	اسید اگزالیک Oxalic acid	۹۰/۰۴	۱ mg/m^3	۲ mg/m^3	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۰۱	پارا، پارا- اگزی بیس (بنزن سولفونیل هیدرازید) p,p- Oxybis (benzene sulfonyl hydrazide)	۳۲۶/۰۰	۰/۱mg/m^3	–	–	اثرات ناقص الخلقه زایی
۵۰۲	دی فلورید اکسیژن Oxygen difluoride	۴۵	-	C ۰/۰۵ ppm	-	سردرد؛ ادم ریه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۰۳	ازن Ozone کار سنگین Heavy work کار متوسط Moderate work کار سبک Light work بار کار سنگین، متوسط یا سبک (کمتر از ۲ ساعت)	۴۸	۰/۰۵ ppm ۰/۰۸ ppm ۰/۱ ppm ۰/۲ ppm	– – – –	A۴ A۴ A۴ A۴	عملکرد واکنشی ریوی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		یادداشتها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	Light moderate or light (workloads (≤۲ hours)					
۵۰۴	پارا استامول Paracetamol	۱۵۱/۱۷	۱۰mg/m³	–	–	
۵۰۵	دمه واکس پارافین Paraffin wax fume	–	۲ mg/m³	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع
۵۰۶	پاراکوآت بصورت کاتیون Paraquat, as cathion	۲۵۷/۱۸	۰/۵ mg/m³ ۰/۱ mg/m³ (R)	- -	- -	آسیب ریوی
۵۰۷	پاراتیون Parathion	۲۹۱/۲۷	۰/۰۵ mg/m³ (IVF)	-	پوست؛A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۵۰۸	ذرات (نامحلول یا کم محلول)که در جای دیگر مشخص نشده‌اند Particles (insoluble or poorly soluble) not otherwise specified	ضمیمه ب را مشاهده کنید				
۵۰۹	پنتا بوران Pentaborane	۶۳/۱۷	۰/۰۰۵ ppm	۰/۰۱۵ PPM	–	تشنج و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۱۰	پنتا کلرو نفتالین Pentachloronaphthalene	۳۰۰/۴۰	۰/۵ mg/m³	–	پوست	آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه
۵۱۱	پنتا کلرو نیترو بنزن Pentachloronitrobenzene	۲۹۵/۳۶	۰/۵ mg/m³	–	A۴	آسیب کبدی
۵۱۲	پنتاکلروفنول Pentachlorophenol	۲۶۶/۳۵	۰/۵ mg/m³	–	پوست؛ A۳ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی
۵۱۳	پنتا آریتریتول Pentaerythriol	۱۳۶/۱۵	۱۰ mg/m³	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۱۴	پنتان، کلیه ایزومرها Pentane, all isomers	۷۲/۱۵	۶۰۰ ppm	–	-	نوروپاتی (آسیب اعصاب) محیطی
۵۱۵	۲و۴- پنتان دی ان ۲،۴-pentanedione	۱۰۰/۱۲	۲۵ ppm	–	پوست	سمیت اعصاب و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۱۶	پنتیل استات، کلیه ایزومرها Pentyl acetate, all	۱۳۰/۲۰	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی

www.ieud.ir

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	isomers					
۵۱۷	پرکلرو متیل مرکاپتان Perchloromethyl mercaptan	۱۸۵/۸۷	۰/۱ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۱۸	فلوئورید پرکلریل Perchloryl fluoride	۱۰۲/۴۶	۳ ppm	۶ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحتانی؛ مت هموگلوبینی؛ فلوئورزیس
۵۱۹	اسید پرفلوورو اوکتانوئیک Perfluorooctanoic acid	۴۱۴/۰۷	۰/۰۰۵ mg/m^3	–	–	
۵۲۰	پرفلوئورو بوتیل اتیلن Perfluorobutyl ethylene	۲۴۶/۱	۱۰۰ ppm		–	اثرات خونی
۵۲۱	پر فلوئورو ایزو بوتیلن Perfluoroisobutylene	۲۰۰/۰۴	-	C ۰/۰۱ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات خونی
۵۲۲	پرسولفات ها بصورت پرسولفات Persulfates, as Persulfate	متفاوت	۰/۱ mg/m^3	–	–	تحریک پوست
۵۲۳	فنول Phenol	۹۷/۱۱	۵ ppm	–	پوست؛ A۴ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۲۴	فنوتیازین Phenothiazine	۱۹۹/۲۶	۵ mg/m^3	–	پوست	تحریک پوستی وگیرنده های نوری چشمی
۵۲۵	ان- فنیل- بتا- نفتیل آمین N-Phenyl-beta-naphthylamine	۲۱۹/۲۹		–	A۴	سرطان
۵۲۶	ارتو فنیلین دی آمین o-Phenylene diamine	۱۰۸/۰۵	۰/۱ mg/m^3	–	A۳	کم خونی
۵۲۷	متا فنیلین دی آمین m-Phenylene diamine	۱۰۸/۰۵	۰/۱ mg/m^3	–	A۴	آسیب کبدی و تحریک پوستی
۵۲۸	پارا فنیلین دی آمین p-Phenylene diamine	۱۰۸/۰۵	۰/۱ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و حساسیت پوستی
۵۲۹	فنیل اتر، بخار Phenyl ether,Vapor	۱۷۰/۲۰	۱ ppm	۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۵۳۰	فنیل گلیسیدیل اتر Phenyl glycidyl ether	۱۵۰/۱۷	۰/۱ppm	–	پوست؛	آسیب بیضه

www.ieud.ir

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نشانه‌ها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
					A۳ حساسیت	
۵۳۲	فنیل مرکاپتان Phenyl mercaptan	۱۱۰/۱۸	۰/۱ppm	–	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک چشم و پوست
۵۳۳	فنیل فسفین Phenylphosphine	۱۱۰/۱۰	–	C ۰/۰۵ppm	–	درماتیت؛ اثر روی خون و بیضه
۵۳۴	فورات Phorate	۲۶۰/۴۰	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۵۳۵	فسژن Phosgene	۹۸/۹۲	۰/۱ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ ادم ریه؛ آمفیزم ریه
۵۳۶	فسفین Phosphine	۳۴/۰۰	۰/۳ ppm	۱ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۳۷	اسید فسفریک Phosphoric acid	۹۸/۰۰	۱ mg/m^3	۳ mg/m^3	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۳۸	فسفر (زرد) Phosphorus(yellow)	۱۲۳/۹۲	۰/۱ mg/m^3	–	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی؛ آسیب کبدی
۵۳۹	اکسی کلرید فسفر یا تری کلرید فسفریل Phosphorus oxychloride	۱۵۳/۳۵	۰/۱ ppm	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۴۰	پنتا کلرید فسفر Phosphorus pentachloride	۲۰۸/۲۴	۰/۱ ppm	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۴۱	پنتا سولفید فسفر Phosphorus pentasulfide	۲۲۲/۲۹	۱ mg/m^3	۳ mg/m^3	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۴۲	تری کلرید فسفر Phosphorus trichloride	۱۳۷/۳۵	۰/۲ ppm	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست
۵۴۳	انیدرید فتالیک Phthalic anhydride	۱۴۸/۱۱	۱	–	A۴ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۵۴۴	متا فتالودی نیتریل m-Phthlodinitrile	۱۲۸/۱۴	۵ mg/m^3 (IVF)	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست
۵۴۵	پیکلورام Picloram	۲۴۱/۴۸	۱۰ mg/m^3	–	A۴	آسیب کبدی و کلیوی
۵۴۶	اسید پیکریک Picric acid	۲۲۹/۱۱	۰/۱ mg/m^3	–	–	حساسیت های پوستی؛ درماتیت؛تحریک چشم
۵۴۷	پیندون Pindone	۲۳۰/۲۵	۰/۱ mg/m^3	–	–	انعقاد
۵۴۸	‡دی هیدروکلرید پی پرازین Piperazine dihydrochloride	(۱۵۹/۰۵)	۵ mg/m^3	–	–	سوزش پوست و چشم؛ حساسیت پوستی ؛ آسم
۵۴۹	پیپریدین Piperidine	۸۵/۱۵	۱ppm	پوست	–	
۵۵۰	پلاتین Platium فلز Metal نمکهای محلول، بصورت پلاتین Soluble salts, as Pt	۱۹۵/۰۹ متفاوت	۱ mg/m^3 ۰/۰۰۲ mg/m^3	– –	– –	آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۵۱	پلی وینیل کلراید Polyvinyl chloride (PVC)	متفاوت	۱ mg/m^3 (R)	–	A۴	پنوموکونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ تغییرعملکرد ریوی
۵۵۲	سیمان پرتلند Portland cement	–	۱ mg/m^3 (E,R)	–	A۴	عملکرد ریوی؛ علائم تنفسی؛ آسم
۵۵۳	هیدروکسید پتاسیم Potassium hydroxide	۵۶/۱۰	-	C ۲ mg/m^3	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۵۴	پروپان Propane	مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C۱-C۴)				
۵۵۵	پروپان سولتون Propane sultone	۱۲۲/۱۴		–	A۳	سرطان
۵۵۶	ان- پروپانول (ان- پروپیل الکل) n- Propanol (n- Propyl alchol)	۶۰/۰۹	۱۰۰ ppm	-	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۵۵۷	۲- پروپانول یا ایزوپروپانول 2-Propanol	۶۰/۰۹	۲۰۰ ppm	۴۰۰ ppm	A۴ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفس و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۵۸	الکل پروپارژیل Propargyl alchol	۵۶/۰۶	۱ ppm	-	پوست	تحریک پوست؛ آسیب کبدی و کلیوی
۵۵۹	بتا- پروپیول استون β-Propiolactone	۷۲/۰۶	۰/۵ ppm	-	A۳	سرطان پوست؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۶۰	پروپیون آلدئید Propionaldehyde	۵۸/۱	۲۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۶۲	اسید پروپیونیک Propionic acid	۸۴/۰۸	۱۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۶۳	پروپوکسور Propoxur	۲۰۹/۲۴	۰/۵ mg/m^3	–	A۳؛ BEI_A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۵۶۴	پروپرانول ال Propranolol	۲۵۹/۳۴	۲ mg/m^3	۶ mg/m^3	–	
۵۶۵	ان- پروپیل استات n-Propyl acetate	۱۰۲/۱۳	۲۰۰ ppm	۲۵۰ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۶۶	پروپیلن Propylene	۴۲/۰۸	۵۰۰ ppm	-	A۴	خفگی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۶۷	پروپیلن دی کلرید Propylene dichloride	۱۱۲/۹۹	۱۰ ppm	–	A۴ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثر روی وزن بدن
۵۶۸	پروپیلن گلیکول دی نیترات Propylene glycol dinitrate	۱۶۶/۰۹	۰/۰۵ ppm	–	پوست	سردرد ؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۶۹	اکسید پروپیلن Propylene oxide	۵۸/۰۸	۲ ppm	–	A۴ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۷۰	پروپیلن ایمین Propylene imine	۵۷/۰۹	۰/۲ppm	۰/۴ ppm	پوست؛ A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کبدی
۵۷۱	ان- پروپیل نیترات n-Propyl nitrate	۱۰۵/۰۹	۲۵ ppm	۴۰ ppm		تهوع؛ سردرد
۵۷۲	پیرترووم Pyrethrum	۳۴۵ (میانگین)	۵ mg/m^3	–	A۴	آسیب کبدی؛ تحریک قسمت تنفسی تحتانی
۵۷۳	پیریدین Pyridine	۷۹/۱۰	۱ ppm	–	A۳	تحریک پوست؛ آسیب کبدی و کلیوی

www.ieud.ir

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۵۷۴	پیریدافنتیون Pyridaphenthion	۳۴۰/۳۳	۰/۲ mg/m^3	–	پوست	
۵۷۵	کینون Quinone	۱۰۸/۰۹	۰/۱ ppm	–	–	تحریک چشم؛ آسیب پوست
۵۷۶	رزورسینول Resorcinol	۱۱۰/۱۱	۱۰ ppm	۲۰ ppm	A۴	سوزش چشم و پوست
۵۷۷	رودیوم Rhodium	۱۰۲/۹۱	۱ mg/m^3	–	A۴	فلزات؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	ترکیبات نامحلول و فلزی Metal and insoluble compounds	متفاوت				نامحلول ها؛ تحریک
	ترکیبات محلول Soluble compounds	متفاوت	۰/۰۱ mg/m^3	–	A۴	قسمت تنفسی تحتانی؛ آسم
۵۷۸	رونل Ronnel	۳۲۱/۵۷	۵ mg/m^3 (IVF)	–	A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۵۷۹	آلاینده های حاصل از تجزیه حرارتی روزین در زمان لحیم کاری (کولوفونی) Rosin core solder thermal decomposition Products colophony)	NA		-	حساسیت	حساسیت پوستی درماتیت؛ آسم
۵۸۰	روتنون (تجاری) Rotenone (commercial)	۳۹۱/۴۱	۵ mg/m^3	-	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۸۱	سلنیم و ترکیبات آن بصورت سلنیم Selenium and compounds	۷۸/۹۶	۰/۲ mg/m^3	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۸۲	هگزا فلوراید سلنیم Selenium hexafluoride, as Se	۱۹۲/۹۶	۰/۰۵ ppm	–	–	ادم ریوی
۵۸۳	سزون Sesone	۳۰۴/۳۱	۱۰ mg/m^3		A۳	تحریک سیستم گوارشی
۵۸۴	سلیس؛ کریستالی، آلفا کوارتز و کریستوبالیت Silica, Crystalline-α-Quartz and cristobalite	۶۰/۰۹	۰/۰۲۵ mg/m^3 (R)	-	A۲	فیبروز و سرطان ریه

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		یادداشتها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۵۸۵	سیلیس بی شکل Silica amorphous	۶۰/۰۹	۲/۴ mg/m^3 (R) ۶ mg/m^3	-	-	
۵۸۶	کاربید سیلیکون Silicon carbide	۴۰/۱۰				
	غیر الیافی Non-fibrous		۱۰ mg/m^3 (I,E) ۳ mg/m^3 (R,E)	- -	- -	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	الیافی (شامل الیاف سیلی شکل) Fibrous		۰/۱ f/cc(F)	-	A۲	تحریک قسمت فوقانی تنفسی مزوتلومیا؛ سرطان
۵۸۷	تترا هیدرید سیلیکون Silicon tetrahydride	۳۲/۱۲	۵ ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۵۸۸	نقره Silver فلزی، غبار و دمه Metal, dust & fume	۱۰۷/۸۷	۰/۱ mg/m^3	–	–	آرژیری (تجمع رنگدانه ها در بافتها)
	ترکیبات محلول، بصورت نقره Soluble compounds as Ag	متفاوت	۰/۰۱ mg/m^3	–	–	
۵۸۹	آزید سدیم بصورت آزید سدیم As Sodium azide	۶۵/۰۲	-	۰/۲۹mg/m^3 C	A۴	اختلال قلبی و آسیب ریوی
	بصورت بخار اسید هیدرا زوئیک As Hydrozoic acid vapour		-	C ۰/۱۱ppm	A۴	
۵۹۰	بی سولفیت سدیم Sodium bisulfate	۱۰۴/۰۷	۵ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم
۵۹۱	فلوئورو استات سدیم Sodium fluoroaccetate	۱۰۰/۰۲	۰/۰۵ mg/m^3	–	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی؛ تهوع
۵۹۲	هیدروکسید سدیم Sodium hydroxide	۴۰/۰۱	–	C ۲ mg/m^3	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۹۳	متا بی سولفیت سدیم Sodium metabisulfite	۱۹۰/۱۳	۵ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۹۴	نشاسته Starch	–	۱۰ mg/m^3	–	A۴	درماتیت

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۵۹۵	استئارات ها Stearates	متفاوت	۱۰ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۹۶	حلال استودارد Stoddard solvent	۱۴۰/۰۰	۱۰۰ ppm	–	–	تحریک پوست و چشم؛ آسیب کلیوی؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۹۷	کرومات استرونسیوم Strontium chromate, as Cr	۲۰۳/۶۰	۰/۰۰۰۵ mg/m^3	–	A۲	سرطان
۵۹۸	استرکنین Strychnine	۳۳۴/۴۰	۰/۱۵ mg/m^3	–	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۹۹	مومنومر استایرن Styrene, monomer	۱۰۴/۱۶	۲۰ ppm	۴۰ppm	A۴ BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی محیطی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۶۰۰	سوبتیلیزین ها بصورت آنزیم فعال بلوری Subtilisins as crystalline active enzyme	–	–	C ۰/۰۰۰۰۶ mg/m^3	–	آسم؛ تحریک قسمت تحتانی و فوقانی تنفسی
۶۰۱	سوکروز Sucrose	۳۴۲/۳۰	۱۰ mg/m^3	-	A۴	فرسایش دندان
۶۰۲	متیل سولفو متورون Sulfometuron methyl	۳۶۴/۳۸	۵ mg/m^3	-	A۴	اثرات خونی
۶۰۳	سولفوتپ Sulfotep(TEDP)	۳۲۲/۳۰	۰/۱ $mg/m^{3\,(IVF)}$	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۰۴	دی اکسید سولفور Sulfur dioxide	۶۴/۰۷	-	۲ ppm	A۴	واکنش ریوی؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی
۶۰۵	هگزا فلوئورید گوگرد Sulfur hexafluoride	۱۴۶/۰۷	۱۰۰۰ ppm	–		خفگی
۶۰۶	اسید سولفوریک Sulfuric acid	۹۸/۰۸	۰/۲ $mg/m^{3\,(T)}$	–	A۲ (M)	واکنش ریوی
۶۰۷	سولفور مونوکلرید Sulfur monochloride	۱۳۵/۰۳	-	C ۱ ppm		تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۶۰۸	پنتا فلوئورید گوگرد Sulfur pentafluoride	۲۵۴/۱۱	-	C ۰/۰۱ ppm		تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه
۶۰۹	ترا فلورید گوگرد Sulfur tetrafluoride	۱۰۸/۰۷	-	C ۰/۱ ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛آسیب ریه

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۶۱۰	سولفوریل فلوئورید Sulfuryl fluoride	۱۰۲/۰۷	۵ ppm	۱۰ ppm	–	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۱۱	سولپروفوس Sulprofos	۳۲۲/۴۳	۰/۱ mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۱۲	الیاف های شیشه مصنوعی فایبرگلاس رشته ای پیوسته (Synthetic vitreous fibers)	–	۱ f/cc(F) ۵ mg/m^3	– –	A۴ A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	الیاف پشم شیشه (Glass Wool fibers)	–	۱ f/cc(F)	–	A۳	
	الیاف پشم سنگ (Rock wool fibers)	–	۱ f/cc(F)	–	A۳	
	الیاف پشم سرباره (Slag wool fibers)	–	۱ f/cc(F)	–	A۳	
	فایبرگلاسهای خاص (Special purpose glass fibers)	–	۱ f/cc(F)	–	A۳	
	الیاف نسوز سرامیکی (Refractory Ceramic fibers)	–	۰/۲ f/cc(F)	–	A۳	فیبروز ریه؛ واکنش ریوی
۶۱۳	۲و۴و۵- تری کلروفنوکسی استیک اسید (۲،۴،۵-T) ۲،۴،۵-Trichloro phenoxy acetic acid	۲۵۵/۹۴	۱۰ mg/m^3	–	A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۱۷	تالک Talc فاقد آزبست containing no asbestos fibres	–	۲ mg/m^3 (E,R)	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	دارای آزبست containing asbestos fibres	–	حد مجاز آزبست(K)	–	A۱	
۶۱۸	تلوریم و ترکیباتش بصورت تلوریم به استثناء تلورید هیدروژن Tellurium and compounds, as Te, excluding hydrogen telluride	۱۲۷/۶	۰/۱ mg/m^3	–	–	بوی بد دهان
۶۱۹	هگزا فلورید تلوریم Tellurium hexafluride	۲۴۱/۶۱	۰/۰۲ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
						تنفسی
۶۲۰	تمفوس Temephos	۴۶۶/۴۶	۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۲۱	تربوفوس Terbufos	۲۸۸/۴۵	۰/۰۱mg/m^3 (IVF)	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۲۲	اسید ترفتالیک Terephthalic acid	۱۶۶/۱۳	۱۰ mg/m^3	–		–
۶۲۳	ترفنیل ها Terphenyls	۲۳۰/۳۱	–	C ۵ mg/m^3	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۲۴	۱و۱و۲و۲- تترابرمواتان ۱،۱،۲،۲,-Tetra bromoethane	۳۴۵/۷۰	۰/۱ ppm (IVF)	-	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ ادم ریه؛ آسیب کبدی
۶۲۵	۱و۱و۱و۲- تتراکلرو-۲ و۲- فلوئورو اتان ۱،۱،۱،۲-Tetra chloro- ۲،۲ difluoroethane	۲۰۳/۸۳	۱۰۰ ppm	-	–	آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۲۶	۱و۱و۲و۲- تتراکلرو-۱ و۲- فلوئورو اتان ۱،۱،۱،۲-Tetra chloro- ۱،۲ difluoroethane	۲۰۳/۸۳	۵۰ ppm	-	–	آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۲۷	۱و۱و۲و۲- تتراکلرواتان ۱،۱،۲،۲-Tetra chloroethane	۱۶۷/۸۶	۱ ppm	-	پوست؛ A۳	آسیب کبدی
۶۲۸	تترا کلرو اتیلن یا پرکلرواتیلن Tetrachloroethylene	۱۶۵/۸۰	۲۵ ppm	۱۰۰ ppm	BEI ؛A۳	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۲۹	تترا کلرو نفتالن Tetrachloromethane	۲۶۵/۹۶	۲ mg/m^3	–	–	آسیب کبدی
۶۳۰	تترا اتیل سرب Tetraethyl lead, as Pb	۳۲۳/۴۵	۰/۱ mg/m^3	–	پوست؛ A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۱	تترا اتیل پیرو فسفات Tetraethyl pyrophosphate	۲۹۰/۲۰	۰/۰۱ mg/m^3 (IVF)	–	پوست؛ BEI_A	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۲	تترا فلوئورو اتیلن Tetrafluoroethylene	۱۰۰/۲۰	۲ ppm	–	A۳	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۳۳	۱و۱و۱و۲ – تترا فلورو اتان ۱،۱،۱،۲-tetra	۱۰۲/۰۳	۱۰۰۰ ppm	–	–	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
	fluoroethane					
۶۳۴	تتراهیدروفوران Tetrahydrofuran	۷۲/۱۰	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	پوست؛ A۳	آسیب کبدی و کلیوی؛ سرطان کبدی و کلیوی
۶۳۵	نمک های فسفونیوم تراکیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium salts کلرید فسفونیوم تترا کیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride	۱۹۰/۵۶	۲ mg/m^3	–	A۴	کاهش وزن بدن؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی
	سولفات فسفونیوم تترا کیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium sulfate	۴۰۶/۲۶	۲ mg/m^3	–	حساسیت؛ A۴	
۶۳۶	ترا متیل سرب Tetramethyl lead, as Pb	۲۶۷/۳۳	۰/۱۵ mg/m^3	–	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۷	ترا متیل سوکسینو نیتریل Tetramethyl succinonitrile	۱۳۶/۲۰	۰/۵ ppm	–	پوست	سردرد؛ تهوع؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۸	ترا نیترو متان Tetranitromethane	۱۹۶/۰۴	۰/۰۰۵ ppm	–	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان قسمت فوقانی تنفسی
۶۳۹	تتریل Tetryl	۲۸۷/۱۵	۱/۵ mg/m^3	–	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۶۴۰	تالیم و ترکیباتش، بصورت تالیوم Thallium and compounds, as Tl	۲۰۴/۳۷ متفاوت	۰/۰۲ mg/m^3	–	پوست	نوروپاتی محیطی؛ آسیب گوارشی
۶۴۱	۴و۴'- تیوبیس (۶- ترت- بوتیل- متا- کروزول) ۴،۴'-Thiobis (۶-tert-butyl-m-cresol)	۳۵۸/۵۲	۱ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۶۴۲	اسید تیوگلیکولیک Thioglycolic acid	۹۲/۱۲	۱ ppm		پوست	تحریک قسمت پوست و چشم
۶۴۳	کارید تیونیل Thionyl chloride	۱۱۸/۹۸	–	۰/۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی

www.ieud.ir

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
						تنفسی
۶۴۴	تیرام Thiuram	۲۴۰/۴۴	۰/۰۵ mg/m^3 (IVF)		A۴ حساسیت	تاثیر در وزن بدن؛ اثرات خونی
۶۴۵	قلع Tin فلزی ترکیبات معدنی و اکسیدی بجز هیدرید Oxide & inorganic compounds, except tin hydride ترکیبات آلی Organic compounds	۱۱۸/۶۹ متفاوت متفلوت	۲ mg/m^3 ۲ mg/m^3 ۰/۱ mg/m^3	– – ۰/۲ mg/m^3	- - پوست؛ A۴	پنوموکونیوزیس (یا استانوزیس) تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات روی سیستم ایمنی بدن
۶۴۶	دی اکسید تیتانیم Titanium oxide	۷۹/۹۰	۱۰ mg/m^3	–	A۴	تحریک قسمت تحتانی تنفسی
۶۴۷	ارتو تولیدین o-Tolidine	۲۱۲/۲۸	–	–	پوست؛ A۳	سوزش چشم؛ مثانه و کلیه؛ سرطان مثانه؛ مت هموگلوبینی
۶۴۸	تولوئن Tlouene	۹۲/۱۳	۲۰ ppm	–	A۴ EBI	اختلالات بصری؛ اثرات سیستم تولید مثل زنان؛
۶۴۹	‡ تولوئن-۲و۴- یا ۲و۶- دی ایزوسیانات (یا بصورت مخلوط) Toluene -۲،۴- or ۲،۶-diisocyanate(or as a mixture)	۱۷۴/۱۵	۰/۰۰۵ ppm	۰/۰۲ ppm	حساسیت (A۴)	حساسیت های تنفسی
۶۵۰	پارا تولوئن سولفونیل کلراید p-Toluenesulphonyl chloride	۱۹۰/۶۵	–	۵ mg/m^3	–	
۶۵۱	ارتو تولوئیدین o-Toluidine	۱۰۷/۱۵	۲ ppm	–	پوست؛ A۳	–

www.ieud.ir

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۶۵۲	متا تولوئیدین m-Toluidine	۱۰۷/۱۵	۲ ppm	–	پوست؛ A۳	سوزش چشم ؛ مثانه و کلیه مت هموگلوبینی
۶۵۳	پارا تولوئیدن p-Toluidine	۱۰۷/۱۵	۲ ppm		پوست؛ A۳	مت هموگلوبینی
۶۵۴	تری بیوتیل فسفات Tributyl phosphate	۲۶۶/۳۲	۰/۲ ppm			تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد
۶۵۵	اسید تری کلرو استیک Trichloroacetic acid	۱۶۳/۳۹	۱ ppm		A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۵۶	۱و۲و۴- تری کلرو بنزن benzene ۱،۲،۴-Trichloro	۱۸۱/۴۶	–	C ۵ppm	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۵۷	۱و۱و۲- تری کلرو اتان ethane ۱،۱،۲- Trichloro	۱۳۳/۴۱	۱۰ ppm		پوست؛ A۳	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۶۵۸	تری کلرو اتیلن Trichloroethylene	۱۳۱/۴۰	۱۰ ppm	۲۵ ppm	A۲ BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سمیت کلیوی؛ کاهش قوه ادراک
۶۵۹	تری کلرو فلوئورو متان methane Trichlorofluro	۱۳۷/۳۸		C ۱۰۰۰ppm	A۴	حساسیت های قلبی عروقی
۶۶۰	تری کلرو نفتالن Trichloronapthalene	۲۳۱/۵۱	۵ mg/m^3	–	پوست	آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه
۶۶۱	۱و۲و۳- تری کلرو پروپان propane ۱،۲،۳-Trichloro	۱۴۷/۴۳	۱۰ ppm	–	پوست؛ A۳	–
۶۶۲	۱و۱و۲- تری کلرو-۱و۲و۲- تری فلوئورو اتان ۱،۱،۲-Trichloro-۱،۲،۲-Trifuoroethane	۱۸۷/۴۰	۱۰۰۰ ppm	۱۲۵۰ ppm	A۴	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۶۳	تری سیکل آزول Tricyclazole	۱۸۹/۲۴	۳ mg/m^3	–	–	
۶۶۴	تری کلرو فون Trichlorphon	۲۵۷/۶۰	۱mg/m^3	-	A۴؛ BEI_A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۶۵	تری اتانول آمین Triethanloamine	۱۴۹/۲۲	۵ mg/m^3		-	سوزش پوست و چشم
۶۶۶	تری اتیل آمین Triethylamine	۱۰۱/۱۹	۱ ppm	۳ ppm	پوست؛	اختلالات بصری

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
					A۴	
۶۶۷	تری فلوئورو برمو متان Trifluobromo methane	۱۴۸/۹۲	۱۰۰۰ ppm	–	–	اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی
۶۶۸	۱و۳و۵- تری گلیسیدیل -اس- تری آزینتریون ۱،۳،۵-Triglycidyl-S-Triazinetrione	۲۹۷/۲۵	۰/۰۵ mg/m^3	–	–	آسیب های تولید مثل در مردان
۶۶۹	تری ملیتیک انیدرید Trimellitic anhydride	۱۹۲/۱۲	۰/۰۰۰۵ mg/m^3 (IVF)	۰/۰۰۲ mg/m^3 (IVF)	پوست حساسیت	حساسیت های سیستم تولید مثل
۶۷۰	تری متیل آمین Trimethyl amine	۵۹/۱۱	۵ ppm	۱۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛
۶۷۱	تری متیل بنزن (مخلوط ایزومرها) Trimethyl benzene ((mixed Isomers	۱۲۰/۱۹	۲۵ ppm	-	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسم؛ اثرات خونی
۶۷۲	تری متیل فسفیت Trimethyl phosphite	۱۲۴/۰۸	۲ ppm	-	-	تحریک چشم بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۷۳	۲و۴و۶- تری نیترو تولوئن ۲،۴،۶-Trinitro toluene (TNT)	۲۲۷/۱۳	۰/۱ mg/m^3	-	پوست	مت هموگلوبینی؛ آسیب کبدی؛ آب مروارید
۶۷۴	تری اورتوکرسیل فسفات Triorthocresyl phosphate	۳۶۸/۳۷	۰/۱ mg/m^3	-	پوست؛ A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۷۵	تری فنیل فسفات Triphenyl phosphate	۳۲۶/۲۸	۳ mg/m^3	–	A۴	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۷۶	تنگستن Tungsten, as W فلزات و ترکیبات نامحلول Metal and insoluble compounds ترکیبات محلول soluble compounds	۱۸۳/۸۵ متفاوت متفاوت	۵ mg/m^3 ۱ mg/m^3	۱۰ mg/m^3 ۳ mg/m^3	– –	تحریک قسمت تحتانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ فیبروز ریه
۶۷۷	ترپنتین و منوترپن های منتخب Turpentine and selected Monoterpenes	۱۳۶/۰۰ متفاوت	۲۰ ppm	–	A۴ حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
						مرکزی؛ آسیب ریه
۶۷۸	اورانیوم طبیعی ترکیبات محلول و نامحلول آن بصورت اورانیوم Uranium(natural) Soluble and insoluble	۲۳۸/۰۳ متفاوت	۰/۲ mg/m^3	۰/۶ mg/m^3	A۱ BEI	آسیب کلیوی
۶۷۹	ان- والر آلدئید n-Valer aldehyde	۸۶/۱۳	۵۰ ppm	–	–	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ پوست
۶۸۰	پنتوکسید وانادیوم Vanadium pentoxide as V	۱۸۱/۸۸	۰/۰۵ mg/m^3	–	A۳	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی
۶۸۱	میست روغن های نباتی Vagetable oils mist	متغیر	۱۰ mg/m^3	–	–	اثرات تنفسی
۶۸۲	استات وینیل Vinyl acetate	۸۶/۰۹	۱۰ ppm	۱۵ppm	A۳	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۸۳	برومایدوینیل Vinyl bromide	۱۰۶/۹۶	۰/۵ ppm	–	A۲	سرطان کبد
۶۸۴	کلرید وینیل Vinyl chloride	۶۲/۵۰	۱ ppm	–	A۱	سرطان ریه؛ آسیب کبدی
۶۸۵	۴- وینیل سیکلوهگزان ۴- Vinyl cyclohexene	۱۰۸/۱۸	۰/۱ ppm	–	A۳	آسیب های تولید مثل در مردان و زنان
۶۸۶	وینیل سیکلوهگزان دی اکسید Vinyl cyclohexene dioxide	۱۴۰/۱۸	۰/۱ ppm	–	پوست؛ A۳	آسیب های سیستم تولید مثل در مردان و زنان
۶۸۷	فلورید وینیل Vinyl fluoride	۴۶/۰۵	۱ ppm	–	A۲	سرطان کبد و آسیب کبدی
۶۸۸	ان- وینیل -۲- پیرولیدون N-Vinyl-۲-pyrrolidone	۱۱۱/۱۶	۰/۰۵ ppm	–	A۳	آسیب کبدی
۶۸۹	کلرید وینیلیدن Vinylidene chloride	۹۶/۹۵	۵ ppm	–	A۴	آسیب کبدی و کلیوی
۶۹۰	فلوئورید وینیلیدن Vinylidene flouride	۶۴/۰۴	۵۰۰ ppm	–	A۴	آسیب کبدی
۶۹۱	وینیل تولوئن Vinyl toluene	۱۱۸/۱۸	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	A۴	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۹۲	وارفارین Warfarin	۳۰۸/۳۲	۰/۱ mg/m^3	–	–	انعقاد خون

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			TWA	STEL/C		
۶۹۳	غبار چوب Wood dust سرو قرمز غربی Western red cedar گونه های دیگر سرطان زائی All other species carcinogenicity بلوط و راش Oak and beech غان ؛ چوب ماهون و درخت ساج ؛ گردو Birch, mahogany, teak, walnut غبار کلیه چوب های دیگر All other wood dusts	نامشخص	۰/۵ mg/m^3 ۱ mg/m^3 - - - -	– – – – – –	A۴؛ حساسیت – A۱ A۲ A۴	آسم عملکرد ریوی
۶۹۴	گزیلن (ایزومرهای ارتو، متا و پارا) Xylene) o-, m-, p-(isosmers	۱۰۶/۱۶	۱۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	A۴ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۹۵	متا گزیلن آلفا و آلفا دی امین m-Xylene α, α-diamine	۱۳۶/۲۰	–	C ۰/۱mg/m^3	پوست	تحریک چشم؛ پوست
۶۹۶	گزیلیدین (مخلوط ایزومرها) Xylidine (mixed isomers)	۱۲۱/۱۷	۰/۵ ppm (IVF)	–	پوست؛ A۳	آسیب کبدی؛ مت هموگلوبینی
۶۹۷	ایتریوم و ترکیبات آن Yttrium and Compounds, as Y	۷۷/۹۱	۱ mg/m^3	-	-	فیبروز ریه
۶۹۸	دمه کلرید روی Zinc chloride fume	۱۳۶/۲۹	۱ mg/m^3	۲ mg/m^3	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی
۶۹۹	کرومات روی Zinc chromates, as Cr	متفاوت	۰/۰۱ mg/m^3	-	A۱	سرطان بینی
۷۰۰	اکسید روی Zinc oxide	۷۱/۳۷	۲ mg/m^3	۱۰ mg/m^3	-	تب دمه فلزی
۷۰۱	دی استئارات روی یا استئارات روی Zinc stearate	۶۳۲/۳۵	۱۰ mg/m^3 ۴ mg/m$^{3\,(R)}$	۲۰mg/m^3	–	
۷۰۲	زیرکونیوم و ترکیباتش Zirconium and compounds, as Zr	۹۱/۲۲	۵ mg/m^3	۱۰ mg/m^3	A۴	–

ضمائم حدود مجاز مواجهه با عوامل شیمیایی

ضمیمه الف: سرطان زایی

امروزه جامعه به مواد شیمیایی و فرایندهای صنعتی که باعث سرطان یا افزایش ریسک ابتلا به سرطان می‌شوند، توجه و حساسیت روزافزونی دارد. روشهای بسیار پیچیده ارزیابی بیولوژیکی و استفاده از مدلهای سخت ریاضی برای تعیین سطح ریسک سرطان زایی عوامل مختلف در بین شاغلین، منجر به تفاسیر و اختلاف نظرهایی در بین متخصصان جهت تعیین قابلیت سرطان زایی و یا اینکه حداکثر مقدار مجاز مواجهه با آنها شده است. با در نظر گرفتن جنبه های مختلف روش طبقه بندی قابلیت سرطان زایی عوامل مختلف ارائه شده توسط ACGIH در این بخش معرفی می‌گردد. براساس این روش عوامل سرطان زا به گروههای زیر طبقه بندی می‌شوند:

A۱- سرطان زای تائید شده انسانی

براساس مدارک مستدل از طریق مطالعات اپیدمیولوژیکی ماده شیمیایی برای انسان سرطان زا می‌باشد.

A۲- مشکوک به سرطان زایی در انسان:

اطلاعات کیفی مربوط به سرطان زایی ماده شیمیایی در حد کفایت مورد قبول قرارگرفته است ولی در اطلاعات ارائه شده کمبودهایی به‌شرح زیر وجود دارد که باعث تردیدهایی در تأثیر سرطان زایی قطعی ماده شیمیایی در انسان می‌گردد:

الف- اطلاعات متناقض

ب- اطلاعات ناقص از لحاظ کمیت

ج- ماده شیمیایی در مطالعات انجام شده بر روی حیوانات آزمایشگاهی سرطان زا می‌باشد و شرایط خاص سم‌شناسی ماده [دز(ها)، راه(های) تماس، اندام(های) مورد هدف، نوع بافت و مکانیزم(های) اثرات وارده] مشابهت لازم با مواجهه های شغلی کارگران را دارا می‌باشد.

بطور کلی طبقه‌بندی A۲ در شرایطی بکار می‌رود که شواهد سرطان زایی انسانی یک عامل محدود بوده اما شواهد کافی در مورد سرطان زایی آن عامل در حیوانات آزمایشگاهی مشابه انسان موجود باشد.

A۳- سرطان زای تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان

عواملی‌که سرطان زایی آنها برای حیوانات آزمایشگاهی در یک دز نسبتاً زیاد با یک روش(ها)، محل (های) اثر، سوابق و مکانیسمهایی که ممکن است چندان مرتبط با مواجهه شاغلین نباشد، به اثبات رسیده است. مطالعه‌های اپیدمیولوژیکی موجود، افزایش ریسک سرطان زایی انسانی این عوامل را تأیید نمی-

کنند. شواهد موجود سرطان زایی این عوامل را در شرایط معمول مواجهه تأیید نمی‌کنند مگر مواجهه تحت شرایط غیرمعمول، با روشهای غیرمحتمل و حدود مواجهه غیرطبیعی باشد.

A٤- غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان زای انسانی:

عواملی که نگرانی‌هایی را در مورد سرطان زایی برای انسان پدید آورده است اما به دلیل کمبود داده ها امکان ارزیابی جامع در مورد آنها وجود ندارد. این مواد به علت فقدان اطلاعات کافی نمی‌تواند به طور صحیح مورد ارزیابی قرارگیرد. مطالعه‌های انجام‌شده بر روی بافت زنده و بر روی حیوانات آزمایشگاهی، شواهدی از سرطان‌زایی این مواد را بطوری که بتوان آنها را در یکی از گروههای قبلی طبقه‌بندی نمود، ارائه نشده است.

A٥- مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان زای انسانی:

عواملی هستندکه بر اساس مطالعه‌های جامع و صحیح اپیدمیولوژیکی، مشکوک به سرطان زایی در انسان نمی‌باشند. این مطالعه های اپیدمیولوژیکی دارای جامعیت لازم، پیگیری مناسب برنامه پژوهشی و با سوابق مواجهه شغلی قابل اطمینان در دزهای زیاد بوده است. تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات به‌دست آمده از این پژوهش‌ها نشانگر عدم افزایش ریسک سرطان زای انسانی در اثر مواجهه با این عوامل می‌باشد و یا هیچ اطلاعاتی در مورد سرطان زایی آنها بر روی حیوانات آزمایشگاهی موجود نمی‌باشد. موادی که هیچ گونه داده ای در مورد سرطان زایی انسانی یا حیوانی برای آنها گزارش نشده است لقب بدون سرطان زایی را به خود اختصاص داده‌اند.

مواجهه‌های شغلی با عوامل سرطان‌زا باید در حداقل میزان نگهداشته شود.کارگرانی که با سرطان‌زاهای طبقه A۱ بدون حد مجاز مشخص، مواجهه دارند می‌بایست به طور صحیح برای حذف بیشترین حد ممکن هنگام مواجهه با این مواد تجهیز شوند. برای سرطان زاهای A۱ با حد مجاز(OEL) مشخص و سرطان زاهای گروه A۲ و A۳، مواجهه کارگر از کلیه روشها می‌بایست به طور دقیق کنترل شود تا در نهایت مواجهه تا حد ممکن کمتر از OEL شود.

ضمیمه ب: ذراتی نامحلول یا با انحلال پذیری ضعیف که در جای دیگر مشخص نشده‌اند (PNOS)

هدف کمیته تدوین حدود مجاز عوامل شیمیایی، تعیین OEL برای کلیه موادی است که شواهدی در مورد اثرات بهداشتی در غلظتهای هوابرد مشخص در محیط‌های کاری وجود داشته باشد. زمانی که شواهد کافی در مورد یک ذره وجود داشته باشد، برای آن OEL تعیین می‌شود. چنانچه این شواهد برای ذرات، کم یا ناکافی باشد، در یک گروه خاصی تحت عنوان PNOS قرار می‌گیرند. کلیه ذرات این گروه دارای یک حد مجاز یکسان می‌باشند مگر آنکه مطالعه ها و پژوهشهای آتی، اطلاعات کافی

جهت تعیین حد مجاز مواجهه مستقل برای یک ذره را ارائه نماید که در این‌صورت، آن ذره از لیست خارج می‌شود. حد مجاز مواجهه گروه PNOS برای موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

الف- ذره فاقد OEL کاربردی باشد.

ب- ذره باید در آب (یا ترجیحاً در مایعات موجود در ریه‌ها) نامحلول یا انحلال پذیری کمی داشته باشد.

ج- سمیت ذره کم باشد. (سمیت سلولی و ژنتیکی نداشته باشد و به عبارت دیگر هیچ گونه واکنش شیمیایی با بافت ریه نداده، پرتوهای یونساز تابش نکرده، باعث حساسیت زایی ایمونولوژیکی نشده یا باعث اثرات سمی به جز التهاب یا مکانیسم اشغال ریه نشود).

باور این کمیته بر آن است که ذراتی که از لحاظ بیولوژیکی خنثی، نامحلول یا دارای انحلال ـ پذیری کم باشند، ممکن است دارای اثرات زیان آور باشند و توصیه می‌شود که غلظت ذرات قابل استنشاق[1] هوابرد آنها در مقادیر کمتر از $۳\ mg/m^3$ و غلظت ذرات قابل تنفس[2] آنها کمتر از $۱۰\ mg/m^3$ حفظ شود تا زمانی که حدود مجاز اختصاصی برای آنها تعیین شود.

ضمیمه ج- معیار نمونه‌برداری مبتنی بر انتخاب سایز ذرات هوابرد

مخاطرات بالقوه مواد شیمیایی که به شکل ذرات جامد یا مایع معلق همراه با هوای تنفسی وارد بدن می‌شوند بنا به دلایل زیر به اندازه ذرات و غلظت جرمی آنها بستگی دارد:

تأثیر اندازه ذرات در تعیین محل ته‌نشینی آنها در دستگاه تنفسی

بسیاری از بیماریهای شغلی مرتبط با ذراتی هستند که در مناطق معینی از دستگاه تنفسی ته‌نشین می‌شوند.

حد مجاز مواجهه ذرات سیلیس آزاد کریستالی در ابعاد و اندازه معینی پیشنهاد گردیده است و از سالهای قبل مشخص گردیده که ارتباط معنی‌داری بین بیماری سیلیکوزیس و غلظت جرمی ذرات قابل تنفس سیلیس آزاد کریستالی وجود دارد. در حال حاضر کمیته فنی با تکیه بر دو اصل ذیل در حال بررسی مجدد سایر مواد شیمیایی است که به‌صورت ذره در محیط کار منتشر می‌گردند:

۱- برای هر ماده شیمیایی که بر سلامت انسان مؤثر است اندازه ذرات نقش تعیین کننده‌ای دارد.

۲- غلظت جرمی ذرات مزبور در حد مجاز مواجهه مجاز تأثیرگذار است.

---

۱ - Respirable

۲- Inhalable

حد مجاز مواجهه براساس اندازه و ابعاد ذرات به سه شکل بیان می‌شود:

۱) حد مجاز مواجهه ذرات قابل تنفس[۱] (IPM-OEL):

مربوط به مواد شیمیایی است که درصورت ته‌نشین شدن در هر قسمت از دستگاه تنفسی، مخاطره آمیز هستند.

۲) حد مجاز مواجهه ذرات توراسیکی[۲] (TPM-OEL):

شامل آن دسته از مواد شیمیایی است که درصورت ته‌نشین شدن در هر قسمت از راههای هوایی ریه و ناحیه تبادل گازی ایجاد مخاطره می کنند.

۳) حد مجاز مواجهه ذرات قابل استنشاق[۳] (RPM-OEL):

شامل آن دسته از مواد شیمیایی است که درصورت ته‌نشین شدن در ناحیه تبادل گازی (کیسه‌های هوایی ریه) ایجاد مخاطره می کنند.

بیان کمی سه گروه از ذرات فوق الذکر بر طبق روابط زیر می‌باشد:

الف – توده ذرات قابل تنفس:

شامل ذراتی می‌شود که گرفته شدن آنها بر اساس راندمان جمع آوری زیر بدون درنظر گرفتن موقعیت نمونه‌بردار نسبت به مسیر جریان باد می‌باشد:

$$IPM\ (d_{ae})=۰,۵[۱+\exp(-۰,۰۶d)]$$

برای ذراتی که $۰ < d \leq ۱۰۰\ \mu m$ باشد.

که در رابطه فوق، $IPM\ (d_{ae})$ بازده جمع‌آوری ذرات با قطر آئرودینامیکی و d_{ae} قطر آئرودینامیکی ذرات برحسب میکرومتر می‌باشد.

ب) توده ذرات توراسیکی:

متشکل از ذراتی است که گرفته شدن آنها مطابق با رابطه بازده جمع آوری زیر می‌باشد:

$$TPM\ (d_{ae})=IPM\ (d_{ae})[۱-F(X)]$$

که در آن، F(X) تابع احتمال تجمعی متغیر نرمال استاندارد شده X است.

$$X = \frac{\ln(d_{ae} / \Gamma)}{\ln(\sum)}$$

ln: لگاریتم طبیعی

۱- Inhalable Particulate Matter

۲- Thoracic Particulate Matter

۳- Respirable Particulate Matter

Γ: ۱۱/۶۴ µm

Σ= ۱/۵

ج- توده ذرات قابل استنشاق:

متشکل از ذراتی است که گرفته شدن آنها مطابق با رابطه بازده جمع‌آوری زیر می‌باشد:

$$RPM\ (d_{ae}) = IPM\ (d_{ae})[1-F(x)]$$

که F(x) همان مفهوم اشاره شده در بخش قبلی است اما Γ = ۴/۲۵ µm و $\sum$=۱/۵ می‌باشد.

مهمترین تغییر اعمال شده مربوط به این بخش از ذرات تغییر قطر میانه از ۳/۵ به ۴ میکرومتر می‌باشد. این مطلب با پروتکل سازمان بین‌المللی استاندارد و کمیته تدوین استانداردهای اروپا (ISO/CEN) تطابق دارد. در حال حاضر هیچ تغییری برای اندازه‌گیری ذرات قابل استنشاق با سیکلون نایلونی ۱۰mm در دبی ۱/۷ L/min توصیه نمی‌شود. دو آنالیز انجام شده بر روی داده های موجود نشان داده است که دبی ۱/۷ L/min به سیکلون نایلونی ۱۰mm اجازه می‌دهد که یک تقریب صحیحی از غلظت ذرات قابل استنشاق را به نسبت یک نمونه‌گیر ایده‌آل ذرات قابل استنشاق فراهم نماید. بازده جمع آوری سایزهای مختلف ذرات با کسر جرمی هر یک در جداول زیر ارائه شده است:

جدول ۱: ذرات قابل تنفس

قطر آئرودینامیکی ذره (µm)	بازده جمع آوری ذرات قابل تنفس (٪)
0	100
1	97
2	94
5	87
10	77
20	65
30	58
40	54/5
50	52/5
100	50

جدول ۲: ذرات توراسیک

قطر آئرودینامیکی ذره (µm)	بازده جمع آوری ذرات توراسیک (٪)
0	100
2	94
4	89
6	80/5
8	67
10	50
12	35
14	23
16	15
18	9/5
20	6
25	2

جدول ۳: ذرات قابل استنشاق

قطر آئرودینامیکی ذره (µm)	بازده جمع آوری ذرات قابل استنشاق (٪)
0	100
1	97
2	91
3	74
4	50
5	30
6	17
7	9
8	5
10	1

ضمیمه د : معیار حد مجاز مواجهه شغلی برای مخلوط‌ها

بیشتر مقادیر OEL برای یک ماده شیمیایی منفرد تعریف شده‌اند ولی در عمل اغلب شاغلین در معرض مواجهه همزمان با چند ماده شیمیایی هستند. در این شرایط مقایسه مقادیر مواجهه با مقادیر OEL باید به شکلی انجام شود که کارگران در معرض مخاطرات شغلی قرار نگیرند.

هنگام مواجهه با مخلوط مواد شیمیایی وضعیتهای مختلفی ممکن است رخ دهد: اثر افزایشی زمانی ایجاد می‌شود که اثر بیولوژیکی ترکیب مواد برابر مجموع اثر هر یک از مواد شیمیایی به‌تنهایی باشد. اثر سینرژیک هنگامی رخ می‌دهد که اثر ترکیبی حاصل از چند ماده، بزرگتر از مجموع اثر هر یک از مواد به تنهایی باشد و اثر آنتاگونیسم در شرایطی است که اثر ترکیبی حاصله، کمتر از مجموع اثر هر یک از مواد باشد.

کاربرد فرمول مخلوط مواد برای حالت اثرات افزایشی

ستون آخر جدول حدود مجاز مواجهه که نشانگر مبنای تعیین حد مجاز مواجهه است می‌تواند به کاربر در خصوص احتمال اثرات افزایشی مخلوطی از مواد، هشدار دهد. مواد با مبنای تعیین OEL مشابه احتمالاً اثرات افزایشی داشته و حد مجاز تک تک آنها باید کمتر از مقدار ارائه شده در جدول در نظر گرفته شود.

در صورتی که دو یا چند ماده خطرناک با اثرات مشابه سم شناسی بر روی سیستم یا ارگان هدف وجود داشته باشند، اثر ترکیبی آنها باید بیشتر از اثر انفرادی آنها مورد توجه قرار گیرد. درصورت عدم وجود اطلاعاتی که نمایانگر تأثیرات متقابل این مواد بر یکدیگر باشد، در مواردی که اثر بهداشتی و سیستم یا ارگان هدف آنها مشابه باشد، اثرات این عوامل را باید به صورت افزایشی درنظر گرفت. در این حالت اگر حاصل جمع رابطه زیر از عدد یک بیشتر شود، مواجهه شغلی با مخلوط مواد بیشتر از حد مجاز می-باشد:

$$\frac{C_1}{T_1}+\frac{C_2}{T_2}+....\frac{C_n}{T_n}$$

C نمایانگر غلظت ماده موجود در هوای محیط کار وT حد مجاز مواجهه شغلی مربوط به آن ماده شیمیایی می‌باشد. به مثال ارائه شده در انتهای این بخش مراجعه شود. لازم است که هوای محیط هم به صورت کیفی و هم کمی آنالیز شود تا حد مجاز مواجهه مخلوط مواد تعیین شود.

رابطه محاسباتی اثر افزایشی برای مواجهه همزمان با عوامل زیان‌آور با مقادیر حدود مجاز شغلی STEL TWA و Ceiling بکار می‌رود. مقادیر بکار رفته در فرمول برای مواد مختلف باید تا حد امکان یکسان باشند. بدین معنی که انواع حدود مواجهه شغلی (C, STEL, TWA) با مقادیر مشابه خود بررسی شوند. چنانچه عواملی با اثرات سم‌شناسی مشابه، OEL یکسان نداشته باشند، استفاده از انواع مقادیر حدود تماس شغلی امکان‌پذیر خواهد بود. در جدول زیر انواع حالات ممکن از ترکیب انواع OELها که با فرمول اثر افزایشی قابل محاسبه خواهد بود، ارائه شده است. وقتی ماده‌ای با یک حد STEL یا C با ماده‌ای با OEL–TWA ولی بدون STEL مخلوط شود، مقایسه حد کوتاه مدت با محدوده نوسان آن بکار می‌رود. محدوده نوسان معادل ۵ برابر حد OEL–TWA آن ماده خواهد بود.

مدل افزایشی همچنین برای مواجهات متوالی با مواد مختلف که در طول یک شیفت کاری رخ می‌دهد نیز بکار می‌رود. برای موادی که دارای OEL – TWA (STEL یا محدوده نوسان) هستند نیز به همین شکل عمل می‌شود. رابطه فوق برای مواجهه های متوالی با موادی که OEL-C دارند، کاربرد ندارد.

جدول د-۱ حالتهای مختلف ترکیب احتمالی انواع حدود مجاز در فرمول اثر افزایشی مخلوط

تمام شیفت یا کوتاه مدت	ماده ۱	ماده ۲
تمام شیفت	OEL – TWA	OEL – TWA
تمام شیفت	OEL – TWA	OEL – C
کوتاه مدت	OEL – STEL	OEL – STEL
کوتاه مدت	OEL – C	OEL – C
کوتاه مدت	اگر STEL وجود ندارد از محدوده نوسان استفاده شود (۵ برابر TWA)	STEL یاOEL – C
کوتاه مدت	OEL – STEL	OEL – C

برای این حالت رابطه اصلاح شده به شرح زیر خواهد بود:

$$\frac{C_1}{T_{1STEL}} + \frac{C_2}{5T_2} \leq 1$$

که:

$T_{۱STEL}$: OEL – STEL

$T_۲$: OEL – TWA ماده بدون دارا بودن STEL

محدودیت ها و موارد خاص

قانون فوق هنگامی استثناء دارد که براساس دلایل موجه، اثرات اصلی مواد زیان آور مختلف، به صورت افزایشی نباشد و هر یک از مواد مخلوط به صورت مستقل بر بدن تأثیر گذارند. این وضعیت زمانی رخ می‌دهد که اثرات سم شناسی مواد و ارگان هدف آنها مشابه نباشد. این وضعیت همچنین می-تواند زمانی حادث شود که برهم‌کنش مخلوط مواد باعث مهار اثر سمی آنها شود. در چنین مواردی مواجهه زمانی بیشتر از حد مجاز تلقی می‌شود که حداقل غلظت یکی از اجزاء بیشتر از حد مجاز خود باشد.

ممکن است برخی از آلاینده‌های هوا دارای اثرات سینرژیک یا تشدیدی باشند در چنین حالاتی باید مواد شیمیایی به تنهایی تعیین و ارزیابی گردند. هر یک از مواد با اثرات تشدیدی به تنهایی الزاماً زیان-آور نیستند. اثرات تشدیدی ماده شیمیایی می‌تواند از راههای استنشاق، مثلاً نوشیدن الکل هم زمان با استنشاق مواد خواب‌آور (تری کلرواتیلن) باشد، اثرات تشدیدی مخصوصاً در غلظتهای خیلی زیاد نمایان می‌شود و احتمال بروز آن در غلظتهای پایین کمتر است. هنگامیکه در فرایند یا عملیاتی معین آلاینده‌های مختلفی به صورت گرد و غبار، دمه‌های فلزی بخارات یا گازها در هوا منتشر می‌گردند، غالباً ارزیابی مقادیر سنجش شده یک ماده شیمیایی امکان پذیر است. در این موارد حد مجاز مواجهه شغلی که برای قیاس بکار می‌رود باید با یک ضریب مناسب که ضریب سینرژیک است، کاهش یابد. مقدار این کاهش به عواملی نظیر تعداد مواد شیمیایی در مخلوط، سمیت آنها و مقدار نسبی سایر آلاینده‌های موجود بستگی دارد. فرایندهایی که باعث تولید دو یا تعداد بیشتری از آلاینده‌های زیان‌آور در هوا می‌گردند و به عنوان نمونه می‌توان ذکر نمود شامل: جوشکاری، تعمیرات اتومبیل، بلاستینگ، رنگ‌آمیزی، لاک‌زنی، جلاکاری، برخی عملیات ریخته‌گری، گازهای خروجی از موتورهای دیزلی و غیره می‌باشد.

رابطه اثرات افزایشی برای مخلوطی از چند عامل بکار می‌رود این روابط را نباید برای مخلوطهایی که اجزاء آن واکنشهای بسیار متفاوتی دارند بکار برد، مانند اسید سیانیدریک (HCN) و دی اکسید گوگرد (SO_2). در چنین مواردی باید فرمول اثرات مستقل مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این رابطه برای مخلوطهای پیچیده با اجزاء زیاد (مثل بنزین، خروجی دیزل، محصولات تجزیه حرارتی، خاکستر و ...) نباید مورد استفاده قرار گیرد.

لازم به ذکر است که در مخلوط مواد سرطان زا در دسته‌های A۲, A۱ یا A۳ باید دقت نمود. صرف نظر از کاربرد فرمول مخلوط از مواجهه با مخلوط مواد سرطان زا باید اجتناب نمود یا تا حد امکان مواجهه پایین نگه داشته شود (به بخش نمادگذاری مراجعه شود).

مثالهای حد مجاز شغلی برای مخلوطها

مثال الف:

مواجهه هوابرد کارگری برای یک شیفت کامل و مواجهه کوتاه مدت آن پایش شده است. نتایج پایش در جدول زیر ارائه شده است:

عامل شیمیایی	نتایج پایش کل شیفت (OEL-TWA)	نتایج مواجهه کوتاه مدت (OEL-STEL)
استون	۱۶۰ppm (۵۰۰ ppm)	۴۹۰ ppm (۷۵۰ ppm)
استات بوتیل نوع دوم	۲۰ ppm (۲۰۰ ppm)	۱۵۰ ppm (تعیین نشده)
متیل اتیل کتون	۹۰ ppm (۲۰۰ ppm)	۲۲۰ ppm (۳۰۰ ppm)

هر سه این مواد دارای اثرات تحریکی بر روی سیستم تنفسی بوده و باید اثرات آنها را افزایشی در نظر گرفت. استون و متیل اتیل کتون دارای اثرات روی سیستم اعصاب مرکزی نیز می‌باشند. برای آنالیز وضعیت موجود برای کل شیفت به روش زیر محاسبه انجام می‌شود:

مواجهه کل شیفت کمتر از حد مجاز است.

$$\frac{C_1}{T_1}+\frac{C_2}{T_2}+\frac{C_3}{T_3}\le 1$$

$$\frac{160}{500}+\frac{20}{200}+\frac{90}{200}=0.32+0.1+0.45=0.87$$

آنالیز مواجهه کوتاه مدت به روش زیر انجام می‌شود:

$$\frac{C_1}{T_{1STEL}}+\frac{C_2}{5T_2}+\frac{C_3}{T_{3Stel}}\le 1$$

$$\frac{490}{750}+\frac{150}{1000}+\frac{220}{300}=0.65+0.15+0.73=1.53$$

نتیجه: حد مجاز مواجهه کوتاه مدت مخلوط مواد موجود در هوا بیشتر از حد مجاز است.

مثال ب- اثرات مستقل:

هنگامی که اثرات اصلی مواد زیان‌آور مختلف، به صورت افزایشی نباشد و هر یک از مواد مخلوط به صورت مستقل بر بدن تأثیر گذارند، بدین معنی که اثر سم‌شناسی مشابهی نداشته باشند و اندام هدف نیز برای مواد موردنظر یکسان نباشد، در این موارد حد مجاز مواجهه شغلی مخلوط، مطابق با رابطه زیر خواهد بود:

$$\frac{C1}{T1} \leq ۱ \qquad \frac{C2}{T2} \leq ۱ \qquad \frac{C3}{T3} \leq ۱$$

هوایی حاوی غلظت سرب معادل ۰٫۱۲ mg/m^3 سرب (با OEL =۰٫۱۵) و ۰٫۷ mg/m^3 اسید سولفوریک (با OEL =۱) موجود است.

$$\frac{0.12}{0.15} = 0.8 \qquad \frac{0.7}{1} = 0.7$$

غلظت مخلوط کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

ضمیمه ه: حداقل محتوای اکسیژن[۱]

تحویل اکسیژن کافی به بافت‌های بدن برای ادامه حیات لازم بوده و به: ۱) سطح اکسیژن موجود در هوای دمی ۲) وجود و یا عدم وجود بیماریهای ریوی ۳) سطح هموگلوبین خون ۴) کینیتیک[۲] اکسیژنی که به هموگلوبین متصل می‌گردد ۵) بازده قلبی و ۶) جریان خون بافتی، بستگی دارد. در این قسمت فقط اثرات کاهش اکسیژن در هوای دمی مورد بحث قرار می‌گیرد.

مغز و میوکارد حساسترین بافتهای بدن نسبت به کاهش اکسیژن هستند. علائم اولیه کمبود اکسیژن عبارتند از: افزایش تهویه، افزایش بازده قلبی و خستگی. علائم دیگر ممکن است شامل سردرد، صدمه به فرایندهای فکری و هوشیاری، کاهش هماهنگی، اختلال دید، تهوع، بیهوشی، صرع و مرگ باشد. به هرحال ممکن است قبل از بیهوشی علامت مشخصی وجود نداشته باشد. آغاز و شدت علائم به عوامل متعددی مثل میزان نقصان اکسیژن، مدت زمان نقصان اکسیژن، بار کاری، نرخ تنفس، درجه حرارت بدن فرد، وضعیت سلامتی فرد، سن و تطابق ریوی بستگی دارد. علائم اولیه افزایش تنفس و افزایش ضربان قلب وقتی آشکار می‌شود که اشباع اکسیژن هموگلوبین به زیر ۹۰ درصد کاهش یابد. در اشباع اکسیژن هموگلوبین بین ۸۰ تا ۹۰ درصد، تغییرات فیزیولوژیکی در وضعیت سلامت فرد اتفاق می‌افتد تا

۱ - Minimal Oxygen Content

۲-Kinetic

در برابر کاهش اکسیژن مقاومت کند، ولی در افراد در معرض خطر مثل بیماران آمفیزمی، اکسیژن درمانی برای اشباع اکسیژن هموگلوبین زیر ۹۰ درصد، تجویز می‌شود. تا وقتی که فشار جزئی اکسیژن (PO_2) در مویرگهای ریوی بالای ۶۰ تور بماند، هموگلوبین بیش از ۹۰ درصد اشباع خواهد شد و سطح نرمال انتقال اکسیژن در افراد بزرگسال سالم حفظ خواهد شد. به علت فضای مرده آناتومیکی، دی‌اکسیدکربن و بخار آب، سطح فشار جزئی اکسیژن آلوئولی ۶۰ تور برابر است با فشار جزئی اکسیژن ۱۲۰ تور در هوای اطراف.

NIOSH فشار نسبی اکسیژن آلوئولی ۶۰ تور را به عنوان حد فیزیولوژیکی تعیین کرده و محیطی که فشار جزئی اکسیژن در آن کمتر از ۱۳۲ تور باشد را به عنوان محیطی که کمبود اکسیژن دارد، درنظر گرفته است. وجود حداقل ۱۹٫۵ درصد اکسیژن در سطح دریا (فشار جزئی ۱۴۸ تور، هوای خشک) برای اغلب اعمال کاری یک حاشیه ایمنی مناسب (مقدار کافی از اکسیژن) را فراهم می‌آورد. به هر حال این حاشیه ایمنی به طور معنی داری با افزایش ارتفاع و افزایش بخار آب کاهش می‌یابد، به طوری که در ارتفاع ۵۰۰۰ فوتی، فشار جزئی اکسیژن اتمسفری به ۱۲۰ تور می‌رسد و در ارتفاع بیش از ۸۰۰۰ فوتی انتظار می‌رود به کمتر از ۱۲۰ تور برسد. اثرات فیزیولوژیکی کمبود اکسیژن و تغییرات فشار جزئی اکسیژن با ارتفاع از سطح دریا برای هوای خشک شامل ۲۰٫۹۴۸ درصد اکسیژن در جدول و-۱ نشان داده شده‌است. هیچ گونه اثرات فیزیولوژیکی به واسطه نقصان اکسیژن در افراد بزرگسال و سالم در فشار جزئی اکسیژن بیشتر از ۱۳۲ تور یا در ارتفاع کمتر از ۵۰۰۰ فوت انتظار نمی‌رود.

برخی ضایعات تطابق با تاریکی در ارتفاعات بیش از ۵۰۰۰ فوت گزارش شده است. در فشار جزئی اکسیژن کمتر از ۱۲۰ تور (معادل ارتفاع حدود ۷۰۰۰ فوت یا ۵۰۰۰ فوت که برای بخار آب و عبور وقایع آب و هوایی کم فشار در نظر گرفته می‌شود) علائم در کارگران تطابق نیافته شامل افزایش تهویه ریوی و بازده قلبی، عدم هماهنگی و از دست دادن توجه و قدرت تفکر می‌باشد. براین اساس، ACGIH، حداقل فشار جزئی اکسیژن محیطی ۱۳۲ تور را توصیه می‌کند که در برابر گازهای خنثی جایگزین شونده با اکسیژن و فرایندهای مصرف اکسیژن در ارتفاعات تا ۵۰۰۰ فوت محافظت ایجاد می‌کند.

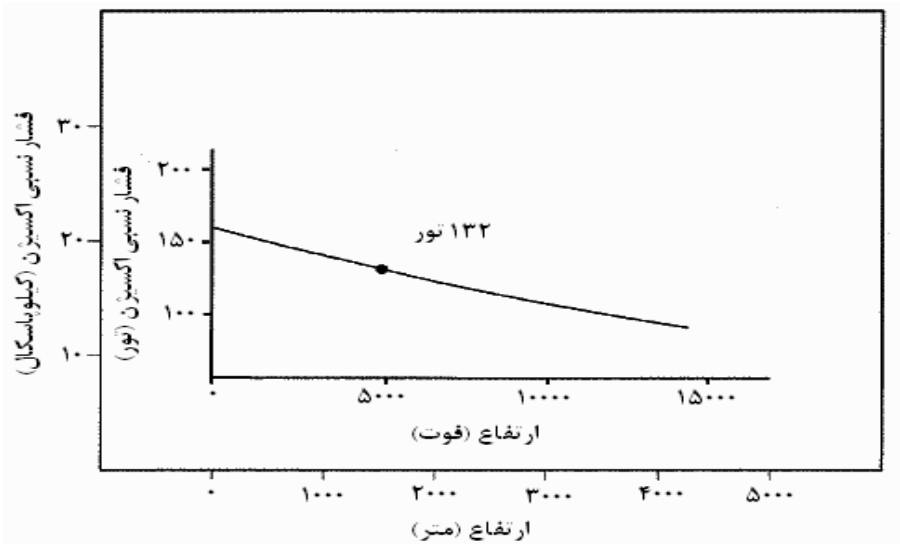
شکل ه-۱، نمودار نسبت PO_2 با افزایش ارتفاع است که نشان دهنده حداقل مقدار ۱۳۲ تور است. اگر فشار جزئی اکسیژن کمتر از ۱۳۲ تور باشد یا اگر کمتر از مقدار قابل انتظار برای آن ارتفاع باشد، مطابق جدول ه-۱، اقدامات جایگزینی همچون ارزیابی کامل محیطهای محصور برای شناسایی علت غلظت پایین اکسیژن، استفاده از پایشهای مداوم جامع با وسایل هشداردهنده توصیه می‌شود. در کارگران تطابق یافته با ارتفاع، تطابق با ارتفاع می‌تواند ظرفیت کاری افراد را تا ۷۰ درصد افزایش دهد. استفاده از

چرخه‌های کار و استراحت با کاهش بار کاری و افزاش دوره‌های استراحت، آموزش، بازرسی و پایش کارگران و دسترسی سریع و راحت به تجهیزات حفاظت تنفسی تأمین کننده اکسیژن نیز مناسب است.

گازهای جایگزین اکسیژن ممکن است خاصیت قابلیت اشتعال داشته یا دارای اثرات فیزیولوژیکی باشند، در این صورت بایستی در مورد شناسایی آنها و منبعشان بررسیهای لازم به طور کامل انجام شود.

بعضی از گازها و بخارات وقتی در غلظتهای بالا در هوا حضور می‌یابند در مرحله نخست به عنوان خفه کننده ساده بدون اثرات عمده فیزیولوژیک عمل می‌کنند. یک OEL ممکن است برای هر خفه کننده ساده پیشنهاد نشده باشد زیرا فاکتور محدود کننده، اکسیژن موجود است.کمبود اکسیژن اتمسفری هشدارهای کافی را فراهم نمی‌نماید و بیشتر خفه کننده‌های ساده نیز بی بو هستند. این فاکتور بایستی در محدود کردن غلظت خفه کننده به ویژه در ارتفاعات بیشتر از ۵۰۰۰ فوت جایی‌که PO_2 اتمسفر ممکن است کمتر از ۱۲۰ تور باشد، در نظر گرفته شود.

شکل ه-۱ نمودار فشار نسبی اکسیژن (PO۲) با افزایش ارتفاع، که فشار جزئی اکسیژن پیشنهادی ۱۳۲ تور است.



جدول ه-۱ فشار بارومتریک، فشار نسبی اکسیژن و درصد تغییرات غلظت اکسیژن با ارتفاع و اثر فیزیولوژیکی

ارتفاع فوت (متر)	فشار بارومتریک تور، هوای خشک[1] (کیلوپاسکال)	pO_2 معادل، تور هوای خشک در ۲۰/۹۴۸ درصد اکسیژن[2] (کیلوپاسکال)	درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا[3] (درصد)	تأثیر فیزیولوژیکی مقادیر pO_2[4]
۰ (۰)	۷۶۰ (۱۰۱)	۱۵۹ (۲۱/۲)	۲۰/۹	–
۱۰۰۰ (۳۰۵)	۷۳۱ (۹۷/۴)	۱۵۳ (۲۰/۴)	۲۰/۱	–
۲۰۰۰ (۶۱۰)	۷۰۴ (۹۳/۸)	۱۴۷ (۱۹/۶)	۱۹/۳	–
۳۰۰۰ (۹۱۴)	۶۷۷ (۹۰/۳)	۱۴۲ (۱۸/۹)	۱۸/۷	–
۴۰۰۰ (۱۲۱۹)	۶۵۲ (۸۶/۹)	۱۳۷ (۱۸/۳)	۱۸	–
۵۰۰۰ (۱۵۲۴)	۶۲۷ (۸۳/۶)	۱۳۱ (۱۷/۵)	۱۷/۲	هیچ اثری در بزرگسالان سالم ندارد.
۶۰۰۰ (۱۸۲۹)	۶۰۳ (۸۰/۴)	۱۲۶ (۱۶/۸)	۱۶/۶	از دست دادن سازگاری با تاریکی می‌تواند در ارتفاعات بالای ۵۰۰۰ فوت اتفاق افتد.
۷۰۰۰ (۲۱۳۴)	۵۸۰ (۷۷/۳)	۱۲۱ (۱۶/۱)	۱۶	افزایش تهویه ریوی و برون ده قلبی، عدم تعادل، افت دقت و قدرت تفکر
۸۰۰۰ (۲۴۳۸)	۵۵۹ (۷۴/۵)	۱۱۷ (۱۵/۶)	۱۵/۴	قرار گرفتن سریع در ارتفاع بالاتر از ۸۰۰۰ فوت ممکن است باعث بیماری ارتفاع بالا(آلکالوز تنفسی، سردرد، تهوع و استفراغ) در افراد تطابق نیافته شود. صعود سریع ریسک ادم ریوی و مغزی در ارتفاع بالا را افزایش می‌دهد.
۹۰۰۰ (۲۷۴۳)	۵۳۷ (۷۱/۶)	۱۱۲ (۱۴/۹)	۱۴/۷	–

ارتفاع فوت (متر)	فشار بارومتریک تور، هوای خشک[1] (کیلوپاسکال)	pO_2 معادل، تور هوای خشک در ۲۰/۹۴۸ درصد اکسیژن[2] (کیلوپاسکال)	درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا[3] (درصد)	تأثیر فیزیولوژیکی مقادیر pO_2[4]
(۳۰۴۸) ۱۰۰۰۰	۵۱۷ (۶۸/۹)	۱۰۸ (۱۴/۴)	۱۴/۲	–
(۳۳۵۳) ۱۱۰۰۰	۴۹۸ (۶۶/۴)	۱۰۴ (۱۳/۹)	۱۳/۷	خستگی غیرنرمال در اعمال نیرو، عدم تعادل، قضاوت ضعیف، آشفتگی عصبی
(۳۶۵۸) ۱۲۰۰۰	۴۷۹ (۶۳/۸)	۱۰۰ (۱۳/۳)	۱۳/۲	–
(۳۹۶۲) ۱۳۰۰۰	۴۶۱ (۶۱/۵)	۹۸ (۱۲/۹)	۱۲/۸	–
(۴۲۶۷) ۱۴۰۰۰	۴۴۳ (۵۹/۱)	۹۳ (۱۲/۴)	۱۲/۲	نارسایی در تنفس، قضاوت و هماهنگی خیلی ضعیف، بینایی ضعیف

۱ – از این رابطه محاسبه می گردد: $P_{re:Sealevel} = 760 \times e^{-(altitude in\ ft / 25970)}$

۲ – از این رابطه محاسبه می گردد: $PO_2 = 0.20948 \times 760 \times e^{-(altitude\ in\ ft / 25970)}$

۳ – از این رابطه محاسبه می گردد: $P_{\%O_2} = 20.948 \times 760 \times e^{-(altitude in\ ft / 25970)}$

۴- اثرات فیزیولوژیکی تقریبی در سلامت بزرگسالان تحت تاثیر مدت کمبود اکسیژن، میزان کار، میزان تنفس، دما، وضعیت سلامت، سن و تطابق ریوی می‌باشد.

ضمیمه و: روش محاسبه دو طرفه برای مخلوطهای بخارحلال هیدروکربنی تصفیه شده معین[1]

هدف کمیته تدوین حدود مجاز عوامل شیمیایی، ارائه OEL برای کلیه مواد و مخلوطهایی است که شواهدی از اثرات بهداشتی آنها در غلظتهای معمول محیط کار وجود دارد. زمانی که شواهد زیادی در

۱- Reciprocal Calculation Method for Certain Refined Hydrocarbon Solvent Vapors Mixtures

مورد آنها وجود داشته باشد، OEL تعیین می‌شود. با این وجود حلالهای هیدروکربنی اغلب ترکیب پیچیده و متغیر دارند. در چنین مواردی استفاده از رابطه محاسباتی ارائه شده برای مخلوط مواد (ضمیمه د) مشکل است، چون این مخلوطهای نفتی دارای تعداد زیادی از ترکیباتی هستند که بسیاری از آنها فاقد OEL می‌باشند.

روش محاسبه دوطرفه (RCP) برای بدست آوردن حدود مواجهه شغلی (OEL) حلالهای هیدروکربنی تصفیه شده، بکار می‌رود. این حلالها اغلب بصورت مخلوطی هستند که از تقطیر نفت خام در یک دامنه مشخص نقطه جوش بدست می‌آیند. این مخلوطها ممکن است بیش از ۲۰۰ جزء از هیدروکربنهای آلیفاتیک (آلکانها)، سیکلوآلیفاتیک (سیکلو آلکان) و آروماتیک با رنج ۵ تا ۱۵ کربن باشند.

دو جنبه RCP عبارتند از: متدولوژی و مقادیر راهنمای گروهی[۱] (GGV_S). فرمول RCP یک OEL مشخص را براساس نسبت جرم مخلوط، GGV_S و در جائیکه کاربرد داشته باشد OEL ماده خالص، محاسبه می‌کند. دو نمونه از GGV_S منتشر شده در جدول ز-۱ نشان داده شده که، GGV_S از ستون B یا C و OEL از ستون D بدست می‌آید.

ACGIH این روش را برای مخلوطهایی که اثرات سمی افزایشی دارند (اثر سم‌شناسی مشابه بر روی همان ارگان یا سیستم هدف)، بکار می‌برد. اثرات سم‌شناسی اصلی حلالهای هیدروکربنی شامل انحطاط حاد سیستم اعصاب مرکزی (شامل اثرات سرگیجه و خواب آلودگی تا بیهوشی) و تحریک چشم و دستگاه تنفسی می‌باشد.

اگر در مخلوط هگزان نرمال (OEL-۱۷۶ mg/m□) و متیل نفتالین‌ها(OEL-۳ mg/m□) وجود داشته باشد، که حدود آنها کمتر از GGV است، این اجزاء باید جداگانه اندازه‌گیری و بر اساس روش ضمیمه د ارزیابی شوند.

۱- Group guidance values

جدول و-۱ مقادیر راهنمای گروهی (GGV)

A Hydrocarbon Group	B McKee et al. (mg/m^3)	C UK-HSE 40/2000 (mg/m^3)	D ACGIH® Unique TLVs® (mg/m^3)
C_5–C_6 Alkanes	1500	1800	Pentane, all isomers (1770) Hexane isomers (1760)
C_7–C_8 Alkanes	1500	1200	Heptane, all isomers (1640) Octane, all isomers (1401)
C_5–C_6 Cycloalkanes	1500	1800	Cyclopentane (1720) Cyclohexane (350)
C_7–C_8 Cycloalkanes	1500	800	Methyl cyclohexane (1610)
C_7–C_8 Aromatics	200	500	Toluene (75) Xylene, all isomers (434) Ethyl benzene (434)
C_9–C_{15} Alkanes	1200	1200	Nonane, all isomers (1050)
C_9–C_{15} Cycloalkanes	1200	800	
C_9–C_{15} Aromatics*	100	500	Trimethyl benzene, isomers (123) Naphthalene (52) Cumen (246)

کاربرد:

RCP فقط برای حلالهای هیدروکربنی که شامل آلفاتیک های اشباع شده (نرمال، ایزو آلکانها و سیکلو آلکانها) و آروماتیک‌ها با تعداد کربن $C_5 - C_{15}$ که از مواد نفتی بدست می‌آیند و دارای نقطه جوش ۳۵–۳۲۰°c است، بکار می‌رود و برای مواد نفتی مشتق از سوختها، روغنهای روان‌کننده یا مخلوط حلالها بکار نمی‌رود. همچنین برای هیدروکربنهایی که سمیت آنها بطور معنی‌داری بیشتر از مخلوط است (مثل بنزن) نیز بکار نمی‌رود.

اگر تمام اجزاء مخلوط شامل موادی با OEL مشخص باشد، باید مطابق ضمیمه عمل نمود. هنگامی که مخلوط شامل مقدار مشخصی از یک ماده است که یک OEL دارد. (در مواردی که استفاده از OEL باعث کمتر شدن $GGV\text{-}TWA_{mixture}$ شود)، همان مقادیر مشخص OEL باید در RCP وارد شود (ستون D جدول و-۱). هنگامیکه مخلوط به تنهایی یک OEL مشخص دارد، برای آن مقدار از روشهای این ضمیمه استفاده نمی‌شود. رابطه محاسبه دو طرفه مخلوط عبارتست از:

$$GGV_{mixture} = \frac{۱}{\frac{\text{Fa}}{\text{GGV}_a} + \ldots + \frac{Fn}{GGV_n}}$$

$GGV_{mixture}$: OEL-TWA محاسبه شده برای مخلوط

GGV_a : مقدار راهنما (یا OEL) برای گروه (یا ماده)

Fa : کسر جرم مایع گروه (یا ماده) در مخلوط هیدروکربنی (بین ۱–۰)، درصد وزنی

در محاسبه باید مشخص شود که از کدام قسمت جدول (ستونB یا C) استفاده می‌شود. مقدار محاسبه شده باید به نزدیکترین عدد گرد شود.

محدودیت‌ها:

برای محاسبه فرمول باید در ترکیب مخلوط، جزئیات درصد جرم گروههای جدول و-۱ مشخص باشد. این فرمول برای حلالهایی که شامل بنزن یا ان- هگزان یا متیل نفتالین که OEL آنها کمتر از GGV است و خواص سم‌شناسی مشخصی دارند، بکار نمی‌رود. در صورت وجود در مخلوط، این مواد باید به‌تنهایی با استفاده از روش ضمیمه اندازه‌گیری و ارزیابی شوند.

این روش نباید برای موقعیتهایی که ترکیب مایع از ترکیب بخار متفاوت است، بکار رود. در غیر این صورت در این فرمول Fn می‌تواند با کسر جرم بخار (درصد وزنی بخار) برای هر گروه در مخلوط هیدروکربنی براساس غلظتهای خاص هوابردهای اندازه‌گیری شده، جایگزین شود.

GGV_s فقط برای بخارات بکار می‌رود و برای میست‌ها یا آئروسلها بکار نمی‌رود. این روش برای مخلوط اولفین‌ها یا دیگر ترکیبات غیراشباع یا هیدروکربنهای آروماتیک پلی‌سیکلیک بکار نمی‌رود.

مثال:

حل: مطابق ستون D از جدول ز-۱ ، $GGV_{mixture}$ به طریق زیر بدست می‌آید:

$$GGV_{mixture} = \frac{۱}{\frac{۰/۴۵}{۱۵۰۰} + \frac{۰/۴}{۱۲۰۰} + \frac{۰/۰۹}{۲۰۰} + \frac{۰/۰۶}{۷۵}} = ۵۳۱ \cong ۵۵۰ \ mg/m^{۳}$$

بنزن، بطور جداگانه براساس OEL خودش ارزیابی می‌شود.

مشخصات یک حلال شامل ترکیب وزنی و مقادیر راهنمای گروهی به قرار زیر است:

اجزاء	درصد وزنی	GGV (mg/m۳)
آلکانهای C۸ – C۷، سیکلوآلکانها	٪۴۵	۱۵۰۰
آلکانهای C۱۰ – C۹، سیکلوآلکانها	٪۴۰	۱۲۰۰
آروماتیک‌های C۸ – C۷	٪۹	۲۰۰
تولوئن	٪۶	۷۵
بنزن	<٪۱	NA

References

American Conference of Governmental Industrial (ACGIH). Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ۲۰۱۱, ACGIH® Signature Publication, Cincinnati, Ohio.

The Japan Society for Occupational Health. Recommendation of Occupational Exposure Limits. ۲۰۱۰, J OCC Health, ۵۲: ۳۰۸–۳۲۴.

Health and Safety Executive (HSE). EH۴۰/۲۰۰۵ Workplace exposure limits. ۲th ed, ۲۰۱۱, Crown copyright, London, UK.

Occupation Safety and Health Administration (OSHA). Occupational safety and health standards: Toxic and hazardous substances, Limit for air contaminants. ۲۹ CFR ۱۹۱۰, subpart Z, Last adopted: ۲۰۰۶, Washington DC, USA.

Tan K T, Lee H S, David K. The development and regulation of occupational exposure limits in Singapore. ۲۰۰۶, Regulatory Toxicology and Pharmacology, ۴۶: ۱۳۶–۱۴۱.

Shuker L, James K, Massey J, Levy L. Institute of Environment and Health (IEH). The Setting and Use of Occupational Exposure Limits. ۲۰۰۷, ICCM, London, UK.

Walters D, Grodzki K, Walters S. The role of occupational exposure limits in the health and safety systems of EU Member States. ۱st ed., ۲۰۰۳, Centre for Industrial and Environmental Safety and Health, South Bank University, CROWN copyright, London. UK.

بخش دوم

حدود مجاز شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه[1]

پایش بیولوژیک[2]

پایش بیولوژیک سنجش غلظت یک ماده شیمیایی یا متابولیت های آن در ماتریس های بیولوژیک بوده و امکان ارزیابی مواجهه کارگران با مواد شیمیایی موجود در محیط کار را در زمان های مشخص، از طریق اندازه‌گیری نشانگرهای مناسب در نمونه های بیولوژیک (شامل ادرار، خون و هوای بازدم) فراهم می نماید. پایش بیولوژیک مکملی جهت ارزیابی مواجهه از طریق نمونه برداری هوا بوده و با شناخت به موقع اثرات برگشت پذیر، نقش مهمی در کاهش ریسک های مؤثر بر سلامت کارگران دارد. انجام برنامه های مراقبت بهداشتی کارگران در قالب پایش بیولوژیک، مستلزم به کارگیری یک ساز و کار اصولی و منظم مبتنی بر مقررات طی یک دوره زمانی طولانی بوده و متخصصین بهداشت حرفه‌ای را در انجام امور زیر یاری می کند:

- شناسایی و تعیین مقدار ماده شیمیایی که علاوه بر استنشاق از طریق پوست و خوراکی جذب شده
- اطلاع از مواجهات انجام شده در گذشته و ارزیابی میزان سربار بدن
- شناسایی مواجهات غیر شغلی کارگران
- بررسی میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی و کنترل های مهندسی
- نظارت بر شیوه انجام کار

معمولاً جهت طراحی، انجام و تفسیر پایش بیولوژیک در مواجهات شغلی از شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) استفاده می گردد، که کاربرد این شاخص بستگی به میزان تجربه در زمینه بهداشت حرفه‌ای و مستندات موجود در خصوص حد مجاز مواجهه شغلی[1] (OEL) دارد.

۱- Biological Exposure Indices

۲- Biological Monitoring

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه، مقادیر راهنما جهت ارزیابی نتایج پایش بیولوژیک بوده و از نمونه‌های جمع آوری شده از کارگران سالمی که از راه استنشاق در مواجهه با مقادیر در محدوده OEL می‌باشند، به دست می آید. در این بین موادی که OEL آنها بر مبنای محافظت در مقابل آثار غیر سیستمیک (مانند تحریک یا اختلالات تنفسی) ارائه شده، به علت جذب قابل ملاحظه این مواد از سایر راهها (اغلب پوست) استثناء بوده و لذا در این موارد نیاز به انجام پایش بیولوژیک خواهد بود.

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه به طور کلی معرف مقادیری است که در پائین تر از آن اثرات زیان-آوری بر سلامتی کارگران وجود نداشته باشد. هر چند BEI جهت سنجش اثرات زیان آور یا تشخیص بیماری ها توصیه نشده، معذلک متخصصین بهداشت حرفه‌ای را جهت شناسایی و تعیین مقدار مواد شیمیایی که علاوه بر استنشاق، از طریق پوست یا گوارش جذب شده‌اند، یاری می کند.

ارتباط BEI با OEL

پایش هوا به منظور تعیین OEL، نشان دهنده مواجهه استنشاقی بالقوه فردی یا گروهی بوده، در حالی که BEI، شاخص جذب ماده شیمیایی توسط فرد می باشد. به دلایل مختلف، میزان جذب افراد یک گروه شاغل با یکدیگر متفاوت است، از این رو ممکن است بین اطلاعات به دست آمده از نتایج نمونه‌برداری هوا و پایش بیولوژیکی تناقضات زیر مشاهده گردد. لذا قبل از طراحی و تفسیر برنامه پایش بیولوژیکی، مراجعه به مستندات اختصاصی BEIs ضروری است.

- تفاوت فیزیولوژیکی و سطح سلامتی کارگران از جمله: ساختار بدنی، رژیم غذایی، فعالیت آنزیمی و متابولیکی، ترکیب مایعات بدن، سن، جنس، بارداری، مصرف دارو و بیماری.
- فاکتورهای مواجهه شغلی مانند: سرعت، شدت و مدت زمان انجام کار، مواجهه پوستی، دما و رطوبت، مواجهه هم زمان با انواع مواد شیمیایی و سایر عادات شغلی.
- برنامه زمانی نمونه برداری[۲]: رعایت دقیق برنامه زمانی به علت متفاوت بودن فرایندهای توزیع، دفع و تغییرات بیوشیمیایی حاصل از مواجهه با مواد شیمیایی، و توصیه جهت استفاده از شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه تنها در صورت رعایت برنامه زمانی توصیه شده.

۱- Occupational Exposure Limit

۲- Schedule Sampling

- فاکتورهای روش کار شامل: آلودگی ثانویه نمونه، تخریب نمونه هنگام جمع آوری، نگهداری و تجزیه و نیز خطا و اشتباه در انتخاب روش تجزیه.
- موقعیت قرار گیری وسیله پایش هوا نسبت به منطقه تنفسی کارگر.
- توزیع اندازه ذرات و فراهم زیستی.[۱]
- میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی.
- فاکتورهای مواجهه غیر شغلی مانند: آلاینده‌های خانگی[۲] و محیطی، آلودگی آب و غذا، بهداشت فردی، استعمال دخانیات، دارو و الکل، مواجهه با بعضی مواد شیمیایی که مصرف خانگی دارند، مواجهه با مواد شیمیایی مربوط به تفریح و سرگرمی یا موجود در سایر محیط های کاری.

اساس پیشنهاد هر BEI در مستندات موجود ارائه گردیده، اغلب BEIs با OEL ارتباط مستقیم داشته و لذا هنگامی که غلظت مواد شیمیایی هوابرد در محدوده OEL باشد، غلظت شاخص‌ها قابل پیش بینی خواهد بود. در حالیکه مقادیر برخی از شاخص‌ها مانند سرب از OEL به دست نیامده و با میزان پیشرفت اثرات بهداشتی نامطلوب ارتباط دارد.

جمع آوری نمونه

از آن جایی‌که غلظت برخی از نشانگرها ممکن است سریعاً تغییر کند، لذا زمان جمع آوری نمونه بسیار حائز اهمیت بوده و بایستی با دقت کنترل و ثبت گردد. زمان نمونه برداری با توجه به زمان ماندگاری نشانگر تعیین می‌گردد. مواد شیمیایی که در بدن تجمع می‌یابند، به زمان نمونه برداری خاصی نیاز ندارند. زمانهای جمع آوری نمونه توصیه شده به شرح زیر می باشند:

- ابتدای شیفت[۳]: ۱۶ ساعت بعد از خاتمه مواجهه.
- در طی شیفت[۴]: در هر زمان پس از ۲ ساعت مواجهه.
- انتهای شیفت[۵]: در اولین فرصت پس از خاتمه مواجهه.
- انتهای هفته کاری[۶]: بعد از ۴ یا ۵ روز مواجهه مداوم.

۱- Bioavailability

۲- Household

۳- Prior to Shift

۴- During Shift

۵- Prior to Shift

۶- End of Shift

- اختیاری[۱]: در هر زمان دلخواه.

مقبولیت[۲] نمونه ادرار

نمونه‌های ادرار خیلی رقیق یا خیلی غلیظ معمولاً جهت پایش مناسب نیستند. سازمان بهداشت جهانی در خصوص حدود قابل نمونه ادرار دستورالعمل زیر را ارائه نموده است:

- غلظت کراتینین بین ۳ gr/L – ۰/۳ یا وزن مخصوص بین ۱/۰۳۰ – ۱/۰۱۰

نمونه های خارج از مقادیر فوق بایستی دور ریخته شده و نمونه‌های دیگری جمع‌آوری گردد. از کارگرانی که به طور متوالی نمونه ادرار غیر قابل قبول داشته باشند، بایستی معاینات پزشکی به عمل آید. غلظت آن دسته از BEIs که وابسته به میزان ادرار باشد، نسبت به کراتینین بیان می گردد. در حالیکه مواد شیمیایی دفع شده از راه انتشار، لزومی به اصلاح برون ده ادرار ندارند. زمانی که داده‌های میدانی اندازه‌گیری کراتینین در دسترس باشد، BEI را بایستی نسبت به کراتینین بیان نمود. در سایر موارد که اصلاح توصیه نشده باشد، BEI به صورت غلظت در ادرار گزارش می‌گردد.

ضمانت کیفی

پایش بیولوژیک از تمامی جوانب بایستی مطابق با یک برنامه تضمین کیفیت انجام گیرد. نمونه ها بایستی فاقد آلودگی ثانویه بوده، هنگام جمع‌آوری تخریب نشده و با استفاده از ظروف مناسب و ثبت دقیق مشخصات فرد نمونه دهنده، زمان نمونه‌گیری و شرایط زمانی- مکانی مواجهه، جمع آوری گردد. روش تجزیه آزمایشگاهی باید از صحت، دقت و حساسیت مناسب جهت اندازه‌گیری BEI برخوردار بوده و تجزیه نمونه ها مطابق با ضوابط کنترل کیفیت معمول آزمایشگاهی انجام گیرد.

متخصصین بهداشت حرفه‌ای جهت ارزیابی صحت و درستی نتایج، بایستی همراه با نمونه کارگر، یک سری نمونه کور[۳] شامل انواع نمونه شاهد[۴] و نمونه‌های حاوی استاندارد افزوده[۵] تهیه و به آزمایشگاه ارسال نمایند، تا بدین وسیله نسبت به توانایی آزمایشگاه در اندازه‌گیری دقیق BEI، اطمینان حاصل کنند.

---

۱ .Discretionary

۲ - Acceptability

۳ - Blind

٤ - Blank

٥ - Spiked

نمادهای ملاحظات

- "B" (زمینه): نشانگر مورد نظر ممکن است به میزان قابل ملاحظه‌ای در نمونه های بیولوژیک اخذ شده از افرادی که مواجهه شغلی ندارند نیز یافت شود، این مقادیر زمینه‌ای در تعیین BEI لحاظ شده است.
- "Nq" (غیر کمی): بر مبنای مطالعه متون علمی موجود، لازم است برای این ترکیب نیز پایش بیولوژیک منظور شود اما در حال حاضر اطلاعات کافی جهت تعیین BEI اختصاصی موجود نمی باشد.
- "NS" (غیر اختصاصی): نشانگر غیر اختصاصی بوده و ممکن است در اثر مواجهه با سایر مواد شیمیایی نیز در نمونه بیولوژیک یافت گردد.
- "Sq" (نیمه کمی): هر چند این نشانگر به عنوان شاخص بیولوژیک مواجهه با مواد شیمیایی کاربرد دارد، اما اندازه‌گیری آن از نظر کمی به دقت قابل تفسیر نمی باشد. لذا در مواقعی که انجام آزمایش کمی مقدور نباشد و یا آزمایش کمی اختصاصی نبوده و اصل نشانگر مورد سؤال باشد، جهت آزمایش غربالگری و اثبات تشخیص، می توان از این نشانگر استفاده نمود.

کاربرد BEIs

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه که به عنوان راهنمایی جهت ارزیابی خطرات بهداشتی بالقوه در بهداشت حرفه‌ای کاربرد دارد، نشان دهنده تمایز مشخص بین مرز مواجهات خطرناک و بی خطر نمی‌باشد. به طور مثال در مواردی ممکن است بالا بودن غلظت نشانگر خاصی از BEI، منجر به افزایش ریسک سلامت نگردد. چنانچه نتایج اندازه‌گیری نمونه های مختلف اخذ شده از یک کارگر از BEI بیشتر باشد، بایستی علت موضوع بررسی و اقداماتی در راستای کاهش مواجهه انجام گردد. همچنین اگر نتایج اندازه‌گیری به دست آمده از گروهی از کارگران شاغل در یک محیط کاری واحد، از مقادیر BEI تجاوز کند، ثبت اطلاعات مربوط به عملیات کاری و انجام تحقیقات ضرورت می یابد.

با توجه به تغییرات طبیعی غلظت BEI در نمونه های بیولوژیک، نتایج به دست آمده از یک نمونه واحد نبایستی ملاک عمل قرار گرفته و جز در مواقع نمونه برداری مکرر و یا تجزیه تکراری یک نمونه، عملیات اجرایی را نبایستی به یک نمونه واحد محدود نمود. چنانچه دلایل قانع کننده‌ای دال بر معنی دار بودن حتی یک نتیجه بالا حاصل از مواجهه زیاد وجود داشته باشد، بهتر است از ادامه کار کارگر ممانعت گردد. در مقابل مشاهدات مقادیر پایین‌تر از BEI نیز لزوماً گویای عدم وجود ریسک مؤثر بر سلامتی نمی باشد.

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه صرفاً جهت کنترل خطرات بهداشتی بالقوه در کارگر توصیه شده و جهت استفاده در جمعیت‌های عمومی و مواجهات غیر شغلی مناسب نمی باشد. شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه برای ۸ ساعت مواجهه روزانه در ۵ روز هفته کاربرد دارد، هر چند ممکن است در برخی مشاغل، از تغییر برنامه زمان کاری استفاده شود، معذلک کمیته BEI هیچ گونه تغییر یا فاکتور اصلاحی را در BEIs توصیه نمی‌کند. مقادیر BEI نه خط مرزی بین سلامت و غلظت های خطرناک بوده و نه شاخص سمیت محسوب گردیده و بایستی توسط مطلعین بهداشت حرفه‌ای استفاده گردد. از آن جایی که دانش متابولیسم، توزیع، تجمع، دفع و اثرات مواد شیمیائی به طور مؤثری در استفاده از BEIs مفید می باشد، لذا هنگام تصویب BEIs از اطلاعات توکسیکوکینتیک[۱] و توکسیکودینامیک[۲] نیز بهره گرفته شده است.

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS[۳] No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۱	استن ACETONE	[۶۷-۶۴-۱]	استن در ادرار	انتهای شیفت	۵۰ mg/L	غیراختصاصی
۲	آفت کش های مهار کننده استیل کولین استراز ACETYLCHOLINESTERAS INHIBITING PESTICIDES	--	فعالیت کولین استرازی در گلبول های قرمز	اختیاری	۷۰٪ فعالیت پایه خود فرد	غیراختصاصی
۳	آنیلین ANILINE	[۶۲-۵۳-۳]	آنیلین در ادرار	انتهای شیفت	--	غیرکمی
			آنیلین آزاد شده از هموگلوبین در خون	انتهای شیفت	--	غیرکمی
			پارا آمینوفنل در ادرار	انتهای شیفت	۵۰ mg/L	زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی

۱- Toxicokinetic

۲- Toxicodynamic

۳- Chemical Abstracts Service

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS[۳] No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۴	آرسنیک فلزی ARSENIC, ELEMENTALترکیبات غیر آلی محلول (شامل آرسنید گالیم و آرسین) and SOLUBLE INORGANIC COMPOUNDS (excludes gallium arsenide and arsine)	[۷۴۴۰-۳۸-۲]	آرسنیک غیر آلی به علاوه متابولیت های متیله در ادرار	انتهای هفته کاری	۳۵ µgAs/L	زمینه
۵	بنزن BENZENE	[۷۱-۴۳-۲]	اس- فنیل مرکاپتوریک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۲۵µg/g کراتینین	زمینه
			ترانس- ترانس موکونیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۵۰۰ µg/gکراتینین	زمینه
۶	۱و۳ بوتادی ان ۱،۳-BUTADIENE	[۱۰۶-۹۹-۰]	۱و۲ دی هیدروکسی- ۴- (ان- استیل سیستئینیل)- بوتان در ادرار	انتهای شیفت	۲/۵ mg/L	زمینه و غیراختصاصی
			مخلوط ان-۱ و ان-۱۲ (هیدروکسی بوتینیل) والین متصل شده به هموگلوبین (Hb) در خون	اختیاری	۲ /۵ pmol/g هموگلوبین	غیراختصاصی
۷	۲- بوتوکسی اتانول و ۲- بوتوکسی اتیل استات ۲-BUTOXYETHANOL and ۲-BUTOXYETHYL ACETATE	[۱۱۱-۷۶-۲]	بوتوکسی استیک اسید (BAA) در ادرار	انتهای شیفت	۲۰۰mg/gکراتینین	---
۸	کادمیوم CADMIUM و ترکیبات غیرآلی آن and INORGANIC COMPOUNDS	[۷۴۴۰-۴۳-۹]	کادمیوم در ادرار	اختیاری	۵µg/g کراتینین	زمینه
			کادمیوم در خون	اختیاری	۵µg/L	زمینه

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS[۳] No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۹	دی سولفید کربن CARBON DISULFIDE	[۷۵-۱۵-۰]	۲-تیواکسوتیازولیدین - ۴-کربوکسیلیک اسید (TTCA) در ادرار	انتهای شیفت	۰/۵ mg/g کراتینین	زمینه و غیراختصاصی
۱۰	منوکسید کربن CARBON MONOXIDE	[۷۵-۱۵-۰]	کربوکسی هموگلوبین در خون	انتهای شیفت	٪۳/۵ هموگلوبین	زمینه و غیراختصاصی
			منوکسید کربن در هوای بازدم	انتهای شیفت	۲۰ppm	زمینه و غیراختصاصی
۱۱	کلروبنزن CHLOROBENZENE	[۱۰۸-۹۰-۷]	۴-کلروکاتکول در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۰۰ mg/g کراتینین	غیراختصاصی
			پاراکلروفنل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۲۰mg/g کراتینین	غیراختصاصی
۱۲	کروم(VI) و فیوم های محلول در آب CHROMIUM (VI), Water-soluble fume	--	کروم کل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۲۵µg/L	---
				افزایش یافته در طول شیفت	۱۰µg/L	---
۱۳	کبالت COBALT	[۷۴۴۰-۴۸-۴]	کبالت در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۵µg/L	زمینه
			کبالت در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	۱µg/L	زمینه و غیراختصاصی
۱۴	سیکلوهگزانول CYCLOHEXANOL	[۱۰۸-۹۳-۰]	۱و۲-سیکلوهگزان دی ال در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	--	غیرکمی و غیراختصاصی
			سیکلوهگزانول در ادرار	انتهای شیفت	--	غیرکمی و غیراختصاصی
۱۵	سیکلوهگزانون CYCLOHEXANONE	[۱۰۸-۹۴-۱]	۱و۲-سیکلوهگزان دی ال در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۸۰mg/L	نیمه‌کمی و غیراختصاصی
			سیکلوهگزانول در ادرار	انتهای شیفت	۸mg/L	نیمه‌کمی و غیراختصاصی
۱۶	دی کلرومتان DICHLOROMETHANE	[۷۵-۰۹-۲]	دی کلرومتان در ادرار	انتهای شیفت	۰/۳ mg/L	نیمه‌کمی
۱۷	ان و ان دی متیل استامید N,N-DIMETHYLACETAMIDE	[۱۲۷-۱۹-۵]	ان- متیل استامید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۳۰ mg/g کراتینین	---

www.ieud.ir

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS[۳] No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۱۸	ان و ان دی متیل فورمامید (DMF) N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	[۶۸-۱۲-۲]	ان- متیل فورمامید در ادرار	انتهای شیفت	۱۵ mg/L	---
			ان- استیل- اس-(ان- متیل کاربامویل) سیستئین در ادرار	ابتدای آخرین شیفت هفته	۴۰ mg/L	نیمه‌کمی
۱۹	۲- اتوکسی اتانول (EGEE) و ۲-اتوکسی اتیل استات (EGEEA) ۲-ETHOXYETHANOL and ۲-ETHOXYETHYL ACETATE	[۱۱۰-۸۰-۵] And [۱۱۱-۱۵-۹]	۲- اتوکسی استیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۰۰ mg/g کراتینین	---
۲۰	اتیل بنزن ETHYL BENZENE	[۱۰۰-۴۱-۴]	مجموع ماندلیک اسید و فنیل گلی اگزالیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۰/۷ mg/g کراتینین	نیمه‌کمی و غیراختصاصی
			اتیل بنزن در هوای بازدم	اختیاری	--	نیمه‌کمی
۲۱	* فلورایدها FLUORIDES	--	فلورایدها در ادرار	ابتدای شیفت	۳ mg/g کراتینین	زمینه و غیراختصاصی
				انتهای شیفت	۱۰ g/g کراتینین	زمینه و غیراختصاصی
۲۲	فورفورال FURFURAL	[۹۸-۰۱-۱]	فوروئیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۲۰۰ mg/L	غیراختصاصی
۲۳	ان- هگزان n-HEXANE	[۱۱۰-۵۴-۳]	۲و۵- هگزان دی ان در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۰/۴ mg/L	---
۲۴	سرب LEAD	[۷۴۳۹-۹۲-۱]	پروتوپورفیرین روی (ZPP) در خون	حداقل پس از ۱ ماه مواجهه	۲۵۰µg/dL گلبولهای قرمز	زمینه
					۱۰۰µg/dL خون	زمینه
			دلتا آمینو لوولنیک (ΔALA) در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۵ mg/L	نیمه‌کمی
			سرب در خون	اختیاری	۳۰µg/dL	---
تذکر: زنان باردار با سرب خون بالاتر از ۱۰ µg/dL به طور بالقوه در معرض ریسک به دنیا آوردن نوزادن با سرب خون بیش از مقادیر توصیه شده توسط مرکز کنترل بیماری ها (CDC)، قرار دارند. ریسک نارسائی شناختی در این کودکان بالا بوده و لذا سرب خون آنان بایستی به طور منظم پایش شده و اقدامات مناسبی جهت به حداقل رساندن مواجهه محیطی این کودکان اتخاذ گردد. (پیشگیری از مسمومیت با سرب در نوزادان- CDC - اکتبر ۱۹۹۱)						

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS[۳] No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۲۵	جیوه MERCURY	--	جیوه غیرآلی کل در ادرار	ابتدای شیفت	۳۵µg/g کراتینین	زمینه
			جیوه غیرآلی کل در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۵µg/L	زمینه
۲۶	متانول METHANOL	[۶۷-۵۶-۱]	متانول در ادرار	انتهای شیفت	۱۵ mg/L	زمینه و غیراختصاصی
۲۷	القاء کننده های متهموگلوبینی METHEMOGLOBIN INDUCERS	--	مت هموگلوبین در خون	در طول یا انتهای شیفت	۱/۵٪ هموگلوبین	زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی
۲۸	۲- متوکسی اتانول (EGME) و متوکسی اتیل استات (EGMEA) ۲-METHOXYETHANOL and ۲-METHOXYETHYL ACETATE	[۱۰۹-۸۶-۴] and [۱۱۰-۴۹-۶]	۲- متوکسی استیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱mg/g کراتینین	---
۲۹	متیل ان- بوتیل کتون METHYL n-BUTYL KETONE	[۵۹۱-۷۸-۶]	۲و۵ - هگزان دی ان در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۰/۴ mg/L	---
۳۰	متیل کلروفرم METHYL CHLOROFORM	[۷۱-۵۵-۶]	متیل کلروفرم در هوای بازدم	ابتدای آخرین شیفت هفته	۴۰ppm	---
			تری کلرواستیک اسید در ادرار	انتهای هفته کاری	۱۰ mg/L	نیمه‌کمی و غیراختصاصی
			تری کلرواتانول کل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۳۰ mg/L	نیمه‌کمی و غیراختصاصی
			تری کلرواتانول کل در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	۱ mg/L	غیراختصاصی
۳۱	۴و۴- متیلن بیس (۲-کلروآنیلین) [MBOCA] ۴,۴-METHYLENE BIS (۲-CHLOROANILINE)	[۱۰۱-۱۴-۴]	MBOCA کل در ادرار	انتهای شیفت	--	نیمه‌کمی
۳۲	متیل اتیل کتون (MEK) METHYL ETHYL KETONE	[۷۸-۹۳-۳]	MEK در ادرار	انتهای شیفت	۲ mg/L	---
۳۳	متیل ایزوبوتیل کتون (MIBK) METHYL ISOBUTYL	[۱۰۸-۱۰-۱]	MIBK در ادرار	انتهای شیفت	۱ mg/L	---

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS[۳] No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
	KETONE					
۳۴	ان-متیل-۲-پیرولیدین N-METHYL-۲PYROLIDONE	[۸۷۲-۵۰-۴]	۵-هیدروکسی-ان-متیل-۲-پیرولیدون در ادرار	انتهای شیفت	۱۰۰ mg/L	---
۳۵	نیتروبنزن NITROBENZENE	[۹۸-۹۵-۳]	پارانیتروفنل کل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۵ mg/g کراتینین	غیراختصاصی
			متهموگلوبین در خون	انتهای شیفت	٪۱/۵ هموگلوبین	زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی
۳۶	پاراتیون PARATHION	[۵۶-۳۸-۲]	پارانیتروفنل کل در ادرار	انتهای شیفت	۰/ ۵ mg/g کراتینین	غیراختصاصی
			فعالیت کولین استراز در گلبول های قرمز	اختیاری	٪۷۰ فعالیت پایه خود فرد	زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی
۳۷	پنتاکلروفنل (PCP) PENTACHLOROPHENOL	[۸۷-۸۶-۵]	PCP کل در ادرار	ابتدای آخرین شیفت هفته	۲ mg/g کراتینین	زمینه
			PCP آزاد در پلاسما	انتهای شیفت	۵ mg/L	زمینه
۳۸	فنل PHENOL	[۱۰۸-۹۵-۲]	فنل در ادرار	انتهای شیفت	۲۵۰mg کراتینین	زمینه و غیراختصاصی
۳۹	بای فنیل های پلی کلرینه (PCBs) POLYCHLOROBIPHENYLS	--	PCB کل در خون	اختیاری	۲۵µg/L	---
۴۰	هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای(PAHs) POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS	--	۱-هیدروکسی پیرین (۱-HP) در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	--	نیمه‌کمی
۴۱	۲-پروپانول ۲-PROPANOL	[۶۷-۶۳-۰]	استون در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۴۰mg/L	زمینه و غیراختصاصی
۴۲	استایرن STYRENE	[۱۰۰-۴۲-۵]	مندلیک اسید به علاوه فنیل گلی اگزالیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۴۰۰mg/g کراتینین	غیراختصاصی
			استیرن در خون وریدی	انتهای شیفت	۰/۲ mg/L	نیمه‌کمی
۴۳	تتراکلرواتیلن	[۱۲۷-۱۸-۴]	تتراکلرواتیلن در هوای	ابتدای شیفت	۳ppm	---

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS[۳] No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
	TETRACHLORO ETHYLENE		بازدم			
			تتراکلرواتیلن در خون	ابتدای شیفت	۰/۵ mg/L	---
۴۴	تتراهیدروفوران TETRAHYDROFURAN	[۱۰۹-۹۹-۹]	تتراهیدروفوران در ادرار	انتهای شیفت	۲ mg/L	---
۴۵	تولوئن TOLUENE	[۱۰۸-۸۸-۳]	تولوئن در خون	ابتدای آخرین شیفت هفته	۰/۰۲ mg/L	---
			تولوئن در ادرار	انتهای شیفت	۰/۰۳ mg/L	---
			اتوکروزول در ادرار	انتهای شیفت	۰/ ۳ mg/g کراتینین	زمینه
			اسید هیپوریک در ادرار	انتهای شیفت	۱/ ۶ g/g کراتینین	زمینه و غیراختصاصی
۴۶	تری کلرواتیلن TRICHLOROETHYLENE	[۷۹-۰۱-۶]	تری کلرواستیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۵ mg/L	غیراختصاصی
			تری کلرواتانول در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	۰/۵ mg/L	غیراختصاصی
			تری کلرواتانول در ادرار	ابتدای آخرین شیفت هفته	۱۰۰mg/L	غیراختصاصی
			ترکیبات تری کلرو کل در ادرار	ابتدای آخرین شیفت هفته	۱۵۰mg/L	غیراختصاصی
			تری کلرواتیلن در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	--	نیمه‌کمی
			تری کلرواتیلن در هوای بازدم	انتهای شیفت در آخر هفته	--	نیمه‌کمی
۴۷	اورانیوم URANIUM	[۷۴۴۰-۶۱-۱]	اورانیوم در ادرار	انتهای شیفت	۲۰۰µg/L	---
۴۸	پنتوکسید وانادیوم VANADIUM PENTOIDE	[۷۹-۰۱-۶]	وانادیوم در ادرار	انتهای شیفت	۵۰ µg /g کراتینین	---
۴۹	گزیل‌ها (آزمایشگاهی یا تجارتی) XYLENES (technical or commercial grade)	[۹۵-۴۷-۶; ۱۰۸-۳۸-۳; ۱۰۶-۴۲-۳; ۱۳۳۰-۲۰-۷]	متیل هیپوریک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۱/ ۵ g/g کراتینین	---

اعلام تغییرات در دست بررسی[1] (NIC)

مواد شیمیایی و شاخص‌های بیولوژیکی مربوط به آنها به یکی از دلایل زیر در لیست تغییرات در دست بررسی (NIC) قرار گرفته و در مدت قرارگیری BEI در لیست، پیشنهادات رسیده توسط کمیته فنی مربوطه بررسی می‌گردد.

- پیشنهاد یک شاخص بیولوژیکی برای اولین بار.
- پیشنهاد تغییر برای یک شاخص بیولوژیکی تصویب شده.
- پیشنهاد باقی ماندن ماده شیمیایی در لیست تغییرات.
- رد پیشنهاد پذیرش و عدم خروج BEI مورد نظر از لیست.

چنانچه در مدت حضور ماده شیمیایی در لیست تغییرات در دست بررسی، مستندات کافی مبتنی بر علمی بودن دلایل تغییر در BEI موجود دریافت نگردد، BEI تصویب شده قبلی از جانب کمیته فنی مورد پذیرش قرار می‌گیرد. اما اگر مستندات و شواهد دریافت شده در این مدت از نقطه نظر کارشناسی قانع کننده باشد، کمیته فنی مجاز به باقی گذاشتن و یا خارج نمودن ماده شیمیایی از لیست NIC می‌باشد.

اعلام تغییرات در دست بررسی (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۱	فلورایدها FLUORIDES	--	فلورایدها در ادرار	ابتدای شیفت	۲ mg/L کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی
				انتهای شیفت	۳ mg/L کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی

۱- Notice Intended Ghanges

References

ACGIH, Threshold limit values (TLVs) for chemicals substances and Physical agents and biological exposure indices. Cincinati, Ohaio, ۲۰۱۱.

European Agency for Safety and Health at Work, Exploratory Survey of OELs for Carcinogens, Mutagens and Reprotoxic Substances at EU Member States Level. ۲۰۰۷.

The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (۲۰۱۰–۲۰۱۱), J Occup Health. ۴۹(۴): pp ۳۰۸–۲۴ (۲۰۱۰).

The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (۲۰۰۸–۲۰۰۹) ,۵۰(۴):pp ۴۲۶–۴۳ (۲۰۰۸).

The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (۲۰۰۶–۲۰۰۷). J Occup Health, ۴۶(۴): pp ۲۹۰–۳۰۶(۲۰۰۶).

The National Institute for Occupational Safety and Health , Manual of Analytical Methods, NIOSH, USA (۲۰۱۱), available in: www.cdc.gov/niosh/docs/۲۰۰۳–۱۵۴/method-i.html

Occupational Safety and Health Administration, Index of Sampling & Analytical Methods, OSHA, USA (۲۰۱۱), available in: www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc.html

بخش سوم

حدود مجاز مواجهه شغلی(OEL) با عوامل فیزیکی محیط کار

مقدمه

در این بخش مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) شاغلین با عوامل فیزیکی شامل صدا، ارتعاش، پرتوهای یون ساز، پرتو های فرابنفش و فرو سرخ، لیزر و شرایط جوی (شامل گرما و سرما) ارائه می‌گردد. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با عوامل فیزیکی نیز همانند سایر حدود تعیین شده در این کتابچه به شرایطی اشاره دارد که اگر تقریباً کلیه شاغلین سالم روزانه و به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند آثار نامطلوب قابل توجهی بر سلامت آنان ظاهر نگردد. طبعاً این مقادیر بیان کننده مرز قطعی سلامت و خطر نمی‌باشد. اعداد ذکر شده در این کتابچه تعیین کننده حد مجاز مواجهه شغلی با یک عامل فیزیکی به تنهایی است و در صورتی که فرد به طور همزمان با سایر عوامل فیزیکی یا حتی شیمیایی تشدیدکننده اثرات این عوامل مواجهه داشته باشد، حد مجاز به حد مراقبت (اقدام) کاهش پیدا می‌کند و مسئولین ذیربط باید بررسی‌های متناسبی برای پیشگیری از اثرات توأم تا اطمینان از حفظ سلامت شاغلین به عمل آورند.

به واسطه تنوع عوامل فیزیکی و گستره وسیع طول موج آنها، در اندازه‌گیری و ارزشیابی این عوامل از روشهای علمی، فنون و وسایل اندازه‌گیری گوناگونی استفاده می‌شود. به همین دلیل کاربرد حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی توسط افرادی که در زمینه روشهای اندازه‌گیری و ارزشیابی آن آموزش و تجربه کافی کسب نموده باشند بسیار حائز اهمیت است، بدیهی است به دلیل پیچیدگی موضوع هنگام کاربرد حد مجاز مواجهه شغلی بایستی رایج ترین مستندات علمی مورد مطالعه و دقت قرار گیرد.

به‌دلیل وجود تفاوت در حساسیت افراد، مواجهه فرد با مقادیری در حد مجاز مواجهه شغلی یا حتی کمتر از آن، می‌تواند در افراد حساس سبب آزار، بدتر شدن شرایط موجود، یا گاه موجب اختلال یا صدمه فیزیولوژیک در وی گردد. همچنین برخی افراد در مواجهه همزمان با تعدادی از عوامل فیزیکی در محیط کار حساسیت بیش از حدی از خود نشان می‌دهند که این امر ناشی از عوامل متعددی از جمله زمینه ژنتیک فرد، سن، عادات فردی (مثلاً استعمال دخانیات، الکل، یا سایر مواد مخدر) تحت درمان با

دارو، یا مواجهه های قبلی یا همزمان می باشد. در مواجهه با برخی عوامل فیزیکی این گروه از کارگران را نمی‌توان از اثرات نامطلوب ناشی از مواجهه در حد مجاز مواجهه شغلی یا حتی کمتر از آن محافظت نمود. باید این گروه کارگران با استفاده از انجام معاینات دوره‌ای برای اعمال محافظت بیشتر مشخص گردند.

حد مجاز مواجهه شغلی حاضر در زمینه عوامل فیزیکی حاصل جمع بندی ترکیبی از اقتباس[۱] از نهادهای علمی و تخصصی بین المللی، اطلاعات حاصل از تجارب صنعتی، مطالعات پژوهشی[۲] و تجربی داخل و خارج از کشور، اجماع[۳] متخصصین و صاحب نظران و در برخی موارد ترکیبی از هر سه نوع می‌باشد. حد مجاز مواجهه شغلی با عوامل فیزیکی برای عملیات بهداشت حرفه‌ای در نظر گرفته شده است و باید فقط توسط مهندسین بهداشت حرفه‌ای تفسیر و بکار گرفته شود. حدود تعیین شده نباید در موارد زیر بکار رود:

۱) ارزشیابی یا کنترل کیفیت عوامل فیزیکی در خارج از محیط کار

۲) به عنوان تنها برهان جهت قبول یا رد صدمات یا ناتوانی جسمی افراد

تعاریف

در این بخش مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تحت عناوین زیر بیان گردیده است:

الف : مقدار حد مجاز مواجهه شغلی – میانگین وزنی زمانی (OEL-TWA[۴])

منظور حد مجاز عامل مورد نظر در مواجهه ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار هفتگی می باشد.

ب : مقدار حد مجاز مواجهه شغلی – حد سقفی (OEL-Ceiling)

منظور مقادیری است که شاغلین نباید حتی برای مدتی کوتاه در مواجهه با مقادیری بیش از حد مذکور قرار گیرند.

ج– حد مراقبت (اقدام) (Action Limit)

منظور مقادیری است که مراقبت‌های پیشگیرانه و احتیاطی در مواجهه با عامل زیان آور شروع گردد. این مراقبت‌ها شامل تدابیر مدیریتی، پزشکی، فنی و حفاظت فردی می‌باشد تا از صدمات ناشی از مواجهه افراد حساس و مواجهه های توأم با عوامل تشدید کننده جلوگیری شود.

---

۱ - Derivation

۲ - Researchs

۳ - Consensus

۴ - Time Weight Average

آکوستیک

مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پایین

حد مجاز مواجهه شغلی فرو صوت و صوت‌های با بسامد پایین به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آنها قرار گیرند اثر سوء مشهودی، منهای اثر بر شنوایی انسان، بر آنان عارض نگردد. به استثناء اصوات ضربه‌ای با زمان تکرار کمتر از ۲ ثانیه، در فرکانس‌های یک سوم اکتاوباند از ۱ تا ۸۰ هرتز، نباید مقدار سقف تراز فشار صوت از dB(C) ۱۴۵ فراتر رود. علاوه بر آن، تراز کلی فشار صوتی وزن نیافته نباید از مقدار سقف dB(C) ۱۵۰ افزون گردد. معیارها نیز باید با استاندارد ANSI - S۱,۱۱-۱۹۸۶(R۱۹۹۸) مطابقت نماید. برای این نوع مواجهه‌ها در مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی بیان شده برای فراصوت و صدا (NOISE) ، جهت پیشگیری از افت شنوایی ناشی از آن محدودیت زمانی تعیین شده است. کاهشی در مقادیر حدود مواجهه شغلی مزبور متناسب با زمان مواجهه نیز پیش بینی شده است که میزان این کاهش بستگی به میزان افزایش تراز صوت داشته و به منظور حفاظت از شنوایی افراد پیش بینی شده است.

در این حدود مجاز، الگوی مکملی جهت ارزیابی مواجهه با صدا متناسب با درک شنوایی انسان نیز توصیه شده است. معمولاً برای ارزیابی تراز فشار صوت در محیط کار در مقایسه با حدود مجاز شغلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه گیری می‌شود. ترازسنج صوت در شبکه A، متناسب با درک شنوایی انسان از صدای واقعی محیط در ترازهای فشار صوت پایین بر مبنای منحنی‌های بلندی صوت عمل می‌کند. بر اساس تفسیر منحنی‌های بلندی صوت در ترازهای فشار صوت بالا، صداسنجی و تعیین ترازکلی صدا بر مبنای شبکه A از اعتبار کافی متناسب با درک شنوایی انسان برخوردار نخواهد بود. روش تکمیلی در این خصوص بدین صورت است‌که در شرایطی‌که تجزیه فرکانسی در یک اکتاو باند و در شبکه خطی از صدای محیط صورت گیرد، می‌توان تراز معادل صدا درشبکه A را از طریق نموگرامی تحت عنوان کنتورهای تراز معادل صوت در شبکه A برآورد نمود.

معیار جایگزین و نسبتاً محدودتر دیگر که برای صداهای پر نوسان یا ضربه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، تراز فشار صوت قله (SPL-Peak) می‌باشد که بیان‌کننده تراز ضربه‌ای یا کوبه‌ای صوت بوده و مقدار آن نباید از dB(L[۱]) ۱۴۵ فراتر رود. در هنگام کاربرد این معیار، وسایل سنجش باید مطابق با

۱- تراز صدای اندازه‌گیری شده در شبکه خطی

استاندارد IEC-۸۰۴-۱۹۹۰, ANSI-S۱,۲۵-۱۹۹۱(R۲۰۰۷), ANSI-S۱,۴-۱۹۸۳(R۲۰۰۶) باشند و حساسیت‌پاسخ فرکانس خطی یا وزن نیافته آنها حداقل ۲ هرتز باشد.

نکته

اصوات با دامنه فرکانس پایین در ناحیه قفسه سینه می‌تواند باعث ایجاد رزونانس (تشدید) شده که در حدود ۶۰-۵۰ هرتز ارتعاش کل بدن را به دنبال دارد. این حالت موجب آزار و ناراحتی افراد می‌گردد. در چنین مواردی تراز فشار صوت باید تا حدی که مشکل ایجاد شده برطرف شود، کاهش داده شود.

فراصوت

حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در این بخش مندرج در جدول۱ به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب مشهودی در توانایی شنیداری و درک محاوره طبیعی آنان ایجاد نگردد.حدود مجاز مواجهه شغلی تعیین شده در این مبحث، برای فرکانس‌های فراصوت۱۰تا۲۰ کیلوهرتز می‌باشدکه به منظور پیشگیری از عوارض ذهنی (Subjective) بکار رفته و در جدول شماره۱ نشان داده شده است. مقادیر کلی تراز مواجهه وزنی زمانی (TWA) برای ۸ ساعت مواجهه مانند حدود مجاز مواجهه شغلی صدا و برابر ۸۵ دسی بل تعیین گردیده است. مقادیر سقف را می‌توان با استفاده از یک دستگاه سنجش تراز صوت (صداسنج)، که در حالت اندازه‌گیری "slow" و باند اندازه‌گیری یک سوم اکتاو تنظیم شده است، مورد سنجش قرار داد. مقادیر TWA را نیز می‌توان با یک دستگاه تراز سنج صوت از نوع یکپارچه (Integrating) و در تجزیه یک سوم اکتاو باند اندازه‌گیری نمود.کلیه دستگاه‌ها باید از حساسیت فرکانسی مناسب برخوردار بوده و با ویژگی‌های مندرج در IEC ۸۰۴,ANSI S۱,۴-۱۹۸۳(R۲۰۰۶) مطابقت نمایند.

جدول۱- حدود مجاز مواجهه شغلی برای فرا صوت

فرکانس مرکزی تجزیه یک سوم اکتاوباند (کیلوهرتز)	تراز فشار فراصوت در تجزیه یک سوم اکتاو باند		
	اندازه‌گیری شده در هوا بر حسب dB (سر فرد درون هوا) (فشار مبنا ۲۰ میکرو پاسکال)		اندازه‌گیری شده در آب برحسب dB (سر فرد درون آب) (فشار مبنا ۱ میکرو پاسکال)
	مقادیر سقف	TWA هشت ساعته	مقادیر سقف
۱۰	۱۰۵*	۸۸*	۱۶۷
۱۲/۵	۱۰۵*	۸۹*	۱۶۷
۱۶	۱۰۵*	۹۲*	۱۶۷
۲۰	۱۰۵*	۹۴*	۱۶۷
۲۵	۱۱۰+	–	۱۷۲
۳۱/۵	۱۱۵+	–	۱۷۷
۴۰	۱۱۵+	–	۱۷۷
۵۰	۱۱۵+	–	۱۷۷
۶۳	۱۱۵+	–	۱۷۷
۸۰	۱۱۵+	–	۱۷۷
۱۰۰	۱۱۵+	–	۱۷۷

* امکان بروز ناراحتی و عدم آسایش ذهنی در برخی افراد در ترازهای ۷۵ تا ۱۰۵ دسی‌بل و در فرکانس‌های ۱۰تا۲۰ کیلوهرتز وجود دارد، خصوصاً اگر اصوات ماهیتاً از نوع تونال باشند. ممکن است برای جلوگیری از عوارض ذهنی نیاز به اقدامات حفاظتی و کنترل‌های مهندسی باشد. برخی مواقع ضرورتاً می‌بایست تراز اصوات تونال را در فرکانس‌های کمتر از ۱۰ KHz به پایین‌تر از ۸۰ دسی‌بل کاهش داد.در این مقادیر فرض بر آن است که انسان در آب یا محیط واسط دیگری قرار گرفته است. در صورتی که بین بدن و آب یا سایر محیط‌های واسط تماس برقرار نباشد این احتمال وجود دارد که حدود آستانه تا۳۰ دسی‌بل نیز افزایش یابد. [زمانی که منبع فراصوت مستقیماً با بدن در تماس قرار گیرد، مقادیر مندرج در جدول کاربردی نخواهند داشت. در این موارد باید از تراز ارتعاشی استخوان ماستوئید استفاده نمود] . در مواردی که تراز شتاب ارتعاش بیش از ۱۵dB و بیش از مرجع ۱g/rms می‌باشد، باید مواجهه کاهش یابد یا تماس مستقیم بدن با اتصالات محافظت شود(g : شتاب ثقل برابر ۹/۸۰۶۶۵ متر بر مجذور ثانیه به صورت مؤثر (rms) است)

حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن (طبق جدول شماره ۲) به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره‌ی طبیعی آنان ظاهر نشود. در گذشته اختلال شنوایی در درک مکالمات به حدی اطلاق می‌شد که متوسط حد آستانه شنوایی از dB ۲۵ در فرکانسهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز تجاوز نماید (ANSI S۳,۶-۱۹۸۹). مقادیر ارائه شده در این کتابچه برای پیشگیری از افت شنوایی به محدودهٔ فرکانس‌های بالاتر مانند ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز نیز گسترش یافته است. لذا مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی می‌بایست میانه (Median) جامعه شاغلین را در مقابل افت شنوایی ناشی از صدا (NIHL[۱]) در حد ۲ دسی بل در فرکانس‌های ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ ، ۲۰۰۰ ، ۳۰۰۰ و۴۰۰۰ هرتز پس از ۴۰ سال مواجهه شغلی با صدا محافظت نماید. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار می گیرد و با توجه به حساسیت متفاوت افراد نباید به عنوان مرز حقیقی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردد. باید تأکید نمود که مقادیر حد مواجهه شغلی، همه شاغلین را در برابر اثرات نامطلوب مواجهه با صدا محافظت نمی‌نماید و برای افرادی که مواجهه بیش از حدود تعین شده در این کتابچه دارند مراقبتهای پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آنها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایراقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد.

براساس جدول شماره ۲ حد مجاز مواجهه شغلی با صدا بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با dB(A) ۸۵ است. در صورتی‌که کارگر طی نوبت کاری ۸ ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد می‌بایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت (اقدام)[۲] توصیه شده صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی[۳] HCP برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با dBA ۸۲ تعیین شده است. اجرای برنامه حفاظت شنوائی با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر شامل اندازه‌گیری و ارزیابی مدوام مواجهه کارگر، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی، آموزش و نظارت کافی بر کارگران و آزمایش شنوایی سنجی در مواقعی که شاغلین در مواجهه با صدای بیش از حد مراقبت (اقدام) توصیه شده dB(A) ۸۲ قرار دارند، ضروری است. طبق این حد مجاز، قاعده ۳ دسی بل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به

۱ - Noise Induced Hearing Loss

۲ - Action Level

۳ - Hearing Conservation Program

ازای افزایش ۳ دسی بل تراز فشار صوت، زمان مجاز مواجهه نصف خواهد شد. به همین منظور برای مواجهه با تراز ۸۸dB(A) مدت زمان مجاز ۴ ساعت تعیین شده است و این معیار برای ترازهای بالاتر به همین صورت ادامه می‌یابد.

برای شاغلینی که در محیطهای صنعتی یا مشاغل دیگر دارای فعالیت اداری یا فکری می‌باشند، همانند اپراتورهای اتاق کنترل یا متصدیان امور بانکی و سایر مشاغل دفتری[۱]، هر چند حدود توصیه شده در این مبحث برای آنها به تمامی مرجعیت دارد، لیکن با توجه به فعالیت فکری آنان حد تراز معادل ۸ ساعته، برای کنترل استرس شغلی و تأمین سلامت عصبی- روانی آنان به میزان ۷۵ dB(A) تعیین می-گردد. این حد قابل تسری به سایر مشاغل نمی‌باشد.

۱ - office workers

جدول ۲: مقادیر حد مجاز و حد مراقبت(اقدام) مواجهه شغلی با صدا *

مدت مواجهه در روز	حد مجاز تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A)** (فشار مبنا ۲۰ میکروپاسکال)	حد مراقبت (اقدام) تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A)** (فشار مبنا ۲۰ میکروپاسکال)
۲۴ ساعت	۸۰	۷۷
۱۶ ساعت	۸۲	۷۹
۸ ساعت	۸۵	۸۲
۴ ساعت	۸۸	۸۵
۲ ساعت	۹۱	۸۸
۱ ساعت	۹۴	۹۱
۳۰ دقیقه	۹۷	۹۴
۱۵ دقیقه	۱۰۰	۹۷
۷/۵ دقیقه Δ	۱۰۳	۱۰۰
۳/۷۵ دقیقه Δ	۱۰۶	۱۰۳
۱/۸۸ دقیقه Δ	۱۰۹	۱۰۶
۰/۹۴ دقیقه Δ	۱۱۲	۱۰۹
۲۸/۱۲ ثانیه Δ	۱۱۵	۱۱۲
۱۴/۰۶ ثانیه Δ	۱۱۸	۱۱۵
۷/۰۳ ثانیه Δ	۱۲۱	۱۱۸
۳/۵۲ ثانیه Δ	۱۲۴	۱۲۱
۱/۷۶ ثانیه Δ	۱۲۷	۱۲۴
۰/۸۸ ثانیه Δ	۱۳۰	۱۲۷
۰/۴۴ ثانیه Δ	۱۳۳	۱۳۰
۰/۲۲ ثانیه Δ	۱۳۶	۱۳۳
۰/۱۱ ثانیه Δ	۱۳۹	۱۳۶

* مواجهه با صداهای پیوسته، متناوب کوبه‌ای با تراز فشار صوت ماکزیمم در شبکه وزن یافته C بیش از ۱۴۰ دسی بل مجاز نمی باشد.

** تراز فشار صوت بر حسب دسی بل با دستگاه صداسنج اندازه‌گیری می‌شود و دستگاه مذکور باید مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ANSI کد S۱,۴,۱۹۸۳(R۲۰۰۶) و گروه تراز سنج صوت Type-S۲A باشد و اندازه‌گیری در شبکه وزنی A و در وضعیت سرعت پاسخ slow انجام پذیرد. این وسایل باید به طور صحیح و با دستگاه استاندارد کالیبره شوند.

Δ در این مقادیر صدای منبع باید به روشی غیر از روش‌های کنترل مدیریتی کاهش یابد و حفاظت فردی به تنهایی نمی‌تواند روش کنترل تلقی گردد. همچنین توصیه می‌شود برای صداهای بیش از ۱۲۰ دسی‌بل از دوزیمتر یا صداسنج های پیشرفته موسوم به (Integrated) استفاده گردد. در مقادیری که حد مجاز آن به ثانیه اعلام شده است معمولاً مصداق آن مواجهه با صدای کوبه‌ای و ضربه‌ای می‌باشد. در این صورت اگر برای هر ضربه یا کوبه زمان تداومی تعیین گردد مجموع مواجهه فرد با صدا از این حد نباید تجاوز نماید. به طور مثال اگر تراز فشار صوت ۱۲۴ دسی بل و مدت تداوم هر ضربه ۰/۲ ثانیه باشد فرد شاغل فقط مجاز به مواجهه با ۱۷ ضربه صوتی از این نوع در روز می‌باشد.

صدای پیوسته یا نوبتی[۱]

تراز فشار صوت باید توسط صداسنج Type S۲A یا دوزیمتری تعیین گردد که حداقل با ویژگی‌های استاندارد ANSI- S۱,۴-۱۹۸۳(R۲۰۰۶) یا ANSI-S۱,۲۵-۱۹۹۱(R۲۰۰۷) برای دوزیمترهای فردی صدا مطابقت داشته باشد. وسایل اندازه‌گیری باید در شبکه وزن یافته A در وضعیت آهسته (SLOW) تنظیم شوند. مدت مواجهه شاغلین نباید از مقادیر مندرج در جدول ۲ تجاوز نماید. این مقادیر بدون توجه به اینکه مواجهه به صورت مداوم یا به صورت مواجهه‌های کوتاه مدت است، برای کل مدت مواجهه کار روزانه به کار می‌رود. وقتی مواجهه روزانه با صدا از دو یا چند دوره زمانی با ترازهای متفاوت تشکیل شده باشد اثر ترکیبی آنها باید بیشتر از اثر جداگانه هر یک از مواجهه‌ها مورد نظر قرار گیرد در چنین مواردی برای ارزیابی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\frac{C_1}{T_1}+\frac{C_2}{T_2}....\frac{C_n}{T_n}$$

در رابطه فوق C_n بیانگر مدت مواجهه با تراز فشار صوت معین و T_n بیانگر مدت مجاز مواجهه با همان تراز فشار صوتی معین می‌باشد. در صورتی که حاصل جمع رابطه فوق از عدد یک تجاوز کند

۱- Continuous or Intermittent Noise

میزان مواجهه از مقدار حد مجاز شغلی فراتر رفته است. تمام مواجهه‌های شغلی با تراز فشار صوتی ۸۰ دسی بل A و بیشتر به طریق فوق محاسبه می‌شود.

در صورت استفاده از صداسنج معمولی این رابطه زمانی قابل استفاده است که صدا با تراز یکنواخت حداقل به مدت ۳ ثانیه ادامه داشته باشد. در غیر این صورت باید از دوزیمتر و یا صداسنج از نوع یکپارچه (integrated) استفاده شود که توانایی انجام محاسبات مربوط به تراز معادل فشار صوت[۱] (L_{eq}) را در دوره زمانی اندازه‌گیری داشته باشد. لذا در دستگاه دوزیمتری که مطابق با اصل قاعده ۳ دسی بل نسبت به زمان و تراز صدای ۸۵ دسی بل A برای ۸ ساعت مواجهه تنظیم شده است، چنانچه دوزیمتر دوز صدا را بیش از ۱۰۰ درصد نشان دهد، مواجهه با صدا بیش از حد مجاز است. لذا دوز بیش از ۱۰۰ در صد دلیل بر مواجهه بیش از ۸۵ دسی بل A به ازای ۸ ساعت کار است. به طور مثال دوز ۳۰۰ درصد به این معنا است که فرد مذکور سه برابر بیش از مدت زمان مجاز خود با صدا مواجهه داشته است. به همین صورت تعیین مواجهه بیش از حد مجاز مواجهه شغلی بر اساس نتایج اندازه گیری با دستگاه صداسنج از نوع یکپارچه هنگامی معتبر است که معدل تراز صدا (L_{eq}) از مقادیر مندرج در جدول ۲ تجاوز نماید.

وقتی مواجهه روزانه با صدا شامل دو یا چند دوره زمانی با ترازهای متفاوت باشد، راه دیگر برای برآورد اثر ترکیبی آنها، تبدیل مقادیر به تراز معادل فشار صوت (L_{eq}) است که همان معدل زمانی ترازها (SPL- TWA) می‌باشد. برای این کار می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$L_{eq}(dB) = 10\log\left[\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} t_i 10^{LP_i/10}\right]$$

در رابطه فوق، L_{eq} تراز معادل مواجهه با صدا، t_i طول زمان هر مواجهه به ساعت، T زمان مرجع (معمولاً ۸ ساعت) و LP_i تراز فشار صوت در هر مواجهه به dB(A) می‌باشد. پس از محاسبه تراز فوق، می‌توان آن را با توجه به زمان مرجع با جدول شماره ۲ مقایسه و در مورد مجاز یا غیر مجاز بودن مواجهه اظهار نظر نمود.

الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا

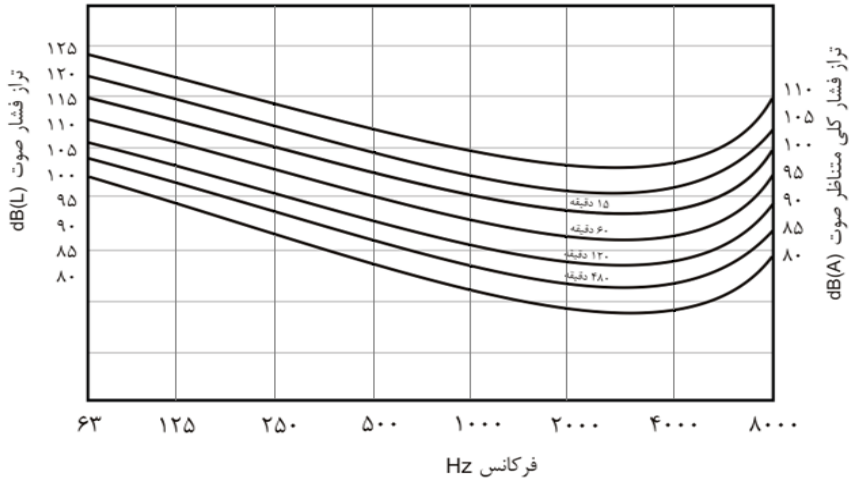
معمولاً برای ارزیابی تراز صدا در محیط کار در مقایسه با حدود مجاز شغلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه‌گیری می‌شود. ترازسنج صوت در شبکه A ، متناسب با درک شنوایی انسان از صدای واقعی محیط در ترازهای فشار صوت پایین بر مبنای منحنی‌های بلندی صوت عمل می‌کند. بر

۱ -Equivalent sound pressure level

اساس تفسیر منحنی‌های بلندی صوت در تراز های فشار صوت بالا، صداسنجی و تعیین تراز کلی صدا بر مبنای شبکه A از اعتبار کافی متناسب با درک شنوایی انسان برخوردار نخواهد بود. روش تکمیلی در این خصوص بدین صورت است که در شرایطی که تجزیه فرکانسی در یک اکتاوباند و در شبکه خطی از صدای محیط صورت گیرد، می‌توان تراز معادل صدا درشبکه A را از طریق نموگرامی تحت عنوان کنتورهای تراز معادل صوت در شبکه A مطابق با شکل ۱ برآورد نمود.

ترازهای فشار صوت در یک اکتاو باند شبکه خطی را می‌توان از طریق ترسیم آن بر روی این نموگرام به یک تراز معادل صدا در شبکه A تبدیل نمود. بدین منظور تراز معادل صدا در شبکه A متناسب با بالاترین نقطه یا مکان روی خطوط هم بلندی تعیین می‌گردد. تراز معادل صدا در شبکه A برآورد شده از نموگرام که ممکن است با تراز کلی صدای اندازه گیری شده با صداسنج در شبکه A متفاوت باشد برای مقایسه با حدود مجاز مواجهه از اعتبار کافی برخوردار است. منحنی‌های شکل ۱ بر اساس الگوی ارائه شده توسط سازمان OSHA و همچنین منحنی خطوط هم بلندی صوت اقتباس شده است. برای استفاده از این نمودار باید مقادیر تراز فشار صوت اندازه گیری شده با آنالیز فرکانس یک اکتاو باند در شبکه خطی بر روی آن ثبت گردد. تلاقی بالاترین عدد ثبت شده با هریک از خطوط منحنی ها در سمت چپ نمودار برآورد تراز فشار صوت در شبکه وزنی A را نشان می‌دهد. به طور متناظر و همزمان می‌توان مدت زمان مجاز مواجهه شغلی با این میزان صدا را نیز بر روی خطوط منحنی ها تعیین نمود.

در این شکل خط همتراز با تراز معادل فشار صوت ۸۵ دسی بل در شبکه وزنی A در واقع حد آستانه مجاز مواجهه شغلی را در تجزیه فرکانسی یک اوکتاوباند نشان می‌دهد و در راستای اهداف برنامه



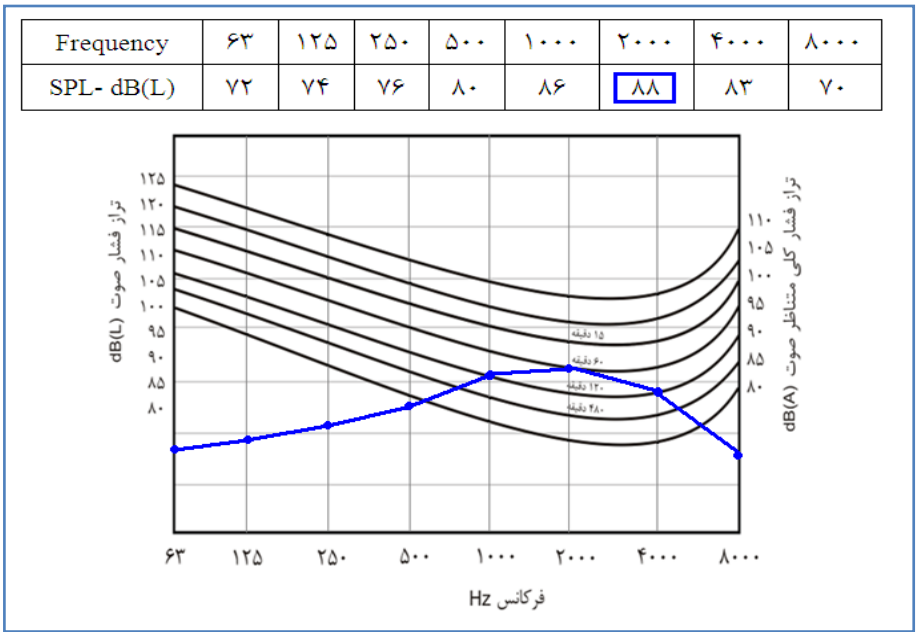
شکل ۱- منحنی‌های هم بلندی برآورد تراز معادل صوت در شبکه A متناسب با تجزیه فرکانسی درشبکه خطی

حفاظت شنوایی، تراز صدا بر مبنای قاعده نصف شدن زمان مجاز مواجهه به ازای افزایش ۳ دسی بل تراز فشار صوت اعمال شده است.

مثال

در اندازه‌گیری مواجهه یک کارگر فلز کار با صدا، مقادیر تراز فشار صوت در شبکه خطی در تجزیه یک اکتاوباند [SPL-dB(L)] در جدول زیر درج شده است. تراز مجموع (کلی) برای این مواجهه ۹۱/۵۲ dB(L) ثبت شده است. تراز متناظر فشار صوت [L_{eq}-dB(A)] و مدت زمان مجاز مواجهه را برآورد نمایید:

Frequency	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
SPL- dB(L)	۷۲	۷۴	۷۶	۸۰	۸۶	۸۸	۸۳	۷۰



ملاحظه می‌گردد که فرکانس غالب ۲۰۰۰ هرتز و تراز فشار صوت در آن فرکانس برابر ۸۸ دسی بل بوده که با منحنی مربوط به خط همتراز ۹۵ دسی بل برخورد کرده است. این بدان معنا است که برآورد تراز فشار صوت متناظر مواجهه در شبکه وزنی A برابر ۹۵ دسی بل است، لذا مدت زمان مجاز مواجهه روزانه این کارگر با این صدا ۶۰ دقیقه تعیین می‌گردد.

صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای[1]

در صورت استفاده از وسایل اندازه‌گیری توصیه شده توسط ANSI-S۱,۴-۱۹۸۳(R۲۰۰۶) ، IEC-۸۰۴-۱۹۹۰ و ANSI-S۱,۲۵-۱۹۹۱(R۲۰۰۷) صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای در هنگام سنجش صدا به طور خودکار اندازه‌گیری می‌شود. تنها ضابطه آن است که دامنه اندازه‌گیری مورد نیاز باید بین ۱۴۰-۸۰ دسی‌بل A و دامنه ضربه از تراز زمینه باید حداقل ۶۳ دسی‌بل باشد. مواجهه بدون حفاظ گوش، با تراز فشار صوت بیش از ۱۴۰ دسی بل در شبکه وزن یافته C مجاز نمی‌باشد. اگر وسیله اندازه‌گیری قادر به اندازه‌گیری تراز قله در شبکه وزن یافته C نباشد آنگاه باید اندازه‌گیری تراز قله (SPL- Peak) با میزان کمتر از ۱۴۰ دسی بل ملاک اندازه‌گیری قرارگیرد. اندازه‌گیری و اظهار نظر در مورد صداهای ضربه‌ای یا کوبه‌ای همپوشان همانند صدا های پیوسته می‌باشد. در خصوص صدا های ضربه‌ای یا کوبه‌ای در صدای زمینه پیوسته که شامل این بند نمی‌شود، باید از قواعد صداهای نوبتی که در مبحث قبلی تشریح گردید استفاده شود.

تذکر

۱) برای صداهای ضربه‌ای بالاتر از ۱۴۰ دسی بل C در هر حال باید از وسیله حفاظت از شنوایی استفاده شود و برای چنین شرایطی از محافظ شنوایی (روگوشی[2] یا توگوشی[3]) با ویژگی‌های MIL-STD-۱۴۷۴ C(۱۹۹۷) به تنهایی یا توأم استفاده شود.

۲) ممکن است مواجهه با برخی از مواد شیمیایی منجر به افت شنوایی گردد. لذا انجام شنوایی سنجی دوره‌ای شاغلین در محیط‌هایی که علاوه بر مواجهه با صدا، امکان مواجهه با برخی مواد شیمیایی نظیر تولوئن، سرب، منگنز، ان بوتیل الکل وجود دارد، تأکید می‌گردد.

۳) پیشنهاد می‌گردد که بانوان باردار (بعد از ۶ ماهگی) با مقادیر صدای وزن یافته SPL-TWA بیش از(C)dB ۱۱۵ یا تراز پیک (C)dB ۱۵۵ مواجهه نداشته باشند، زیرا این مواجهه می‌تواند باعث افت شنوایی در جنین گردد.

---

۱ - Impulsive or impact Noise

۲ - Ear muff

۳ - Ear plug

۴) وسایل حفاظت از شنوایی شخصی بوده و در هر حال باید در نظافت و بهداشت آنها دقت و توجه لازم معمول گردد. تناسب و کفایت فنی این حفاظها باید طبق اصول محاسبات علمی یا از طریق آزمایش مورد تأیید قرار گرفته باشد.

۵) در موارد استثنایی، حاصل جمع نسبت زمان مواجهه با تراز صوتی مشخص به زمان مجاز [$\frac{C_1}{T_1}+\frac{C_2}{T_2}....\frac{C_n}{T_n}$] در هر روز می تواند از یک تجاوز نماید مشروط بر اینکه حاصل جمع ۷ روزه نسبت فوق الذکر از ۵ بیشتر نشود و این نسبت در هر روز از ۳ بالاتر نباشد.

۶) جدول ۲ مدت زمانی را برای باز توانی شنوایی در نظر گرفته است که جمع مدت استراحت و مدت مواجهه مجاز با صدا ۲۴ ساعت می‌گردد، لذا فرد در خارج از این مدت مجاز مواجهه باید در استراحت صوتی باشد. حد تعیین شده برای شرایط استراحت صوتی dB(A) ۷۰ تعیین شده است. بنابراین نباید این افراد در مواجهه با منابع صوتی قرار گیرند که مخل استراحت شنوایی آنان تلقی می‌شود.

ارتعاش

۱– مواجهه موضعی بدن با ارتعاش

راه انتقال انرژی ارتعاشی به بدن عمدتاً اندام‌های فوقانی و تحتانی به خصوص دستها است و بدین جهت است که اثرات موضعی ارتعاش به نام سندرم دست و بازو ناشی از ارتعاش (HAVS)[۱] خوانده شده است. مقادیر"حد مجاز مواجهه شغلی" ذکر شده در جدول ۳ به آن مقدار مؤلفه شتاب و مدت مواجهه با آن اشاره می کند که تحت آن شرایط کارگران ممکن است مکرراً در مواجهه با ارتعاش باشند، بدون آنکه از مرحله یک طبقه‌بندی استکهلم برای ایجاد انگشت سفید ناشی از ارتعاش (VWF)[۲] که در ضمن به نام پدیده رینولد[۳] با منشاء شغلی هم شناخته شده است، فراتر روند. این حد به جهت محدود بودن اطلاعات لازم درباره ارتباط بین پاسخ-دوز و عارضه VWF ناشی از ارتعاش، براساس مطالعات اپیدمیولوژیک و در بین کارگران جنگل کاری، معدن و فلزکاری و بر مبنای استناد مفاد استاندارد ISO-۵۳۴۹(۲۰۰۱) تدوین شده است. برای اندازه گیری ارتعاش دست- بازو باید از ارتعاش سنج

۱ - Hand-Arm vibration syndrome

۲ - Vibration- induced white finger

۳ - Raynauds phenomenon

انسانی[1] کالیبره‌ای شده که جرم شتاب سنج آن از ۲ گرم تجاوز ننماید استفاده شود باید ارتعاش در سه جهت X,Y,Z مطابق مؤلفه های شکل ۲ اندازه گیری شود و بالاترین شتاب ثبت شده (شتاب غالب) مربوط به هر جهت ورود باشد و با مقادیر جدول ۳ مقایسه گردد. این مقادیر بایستی جهت کنترل و کاهش مواجهه با ارتعاش مورد استفاده قرار گیرند و به جهت حساسیت بعضی افراد نباید به عنوان مرز میان ایمنی و خطر تلقی گردند. باید در نظر داشت که حفاظت دست و بازو در برابر سندرم ناشی از ارتعاش فقط با اعلام یا مراعات حد مجاز مواجهه شغلی میسر نمی‌گردد و برای پیشگیری از ابتلا به عارضه مذکور باید توصیه‌های زیر بکار رود:

۱) ابزار کار به وسایل و قطعات ضد ارتعاش مجهز باشد.

۲) از دستکش‌های ضد ارتعاش، حین کار استفاده شود.

۳) برای کاهش مواجهه با ارتعاش، کار به روش مناسب انجام گیرد به طوری که دست‌ها و بقیه بدن

جدول ۳: مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش دست – بازو

(مستند به استاندارد ISO –۵۳۴۹–۲۰۰۱)

مدت مواجهه روزانه* (دقیقه)	حد مجاز شتاب مؤثر** معادل(جهت اصلی) (m/s^2)	حد مراقبت(عمل) شتاب مؤثر** (جهت اصلی) (m/s^2)
۱۴۴۰	۰/۲۵	۰/۱۵
۹۶۰	۰/۵۰	۰/۳۰
۴۸۰	۰/۷۰	۰/۴۲
۲۴۰	۲/۹۰	۱/۷۵
۱۲۰	۴/۰	۲/۴۰
۶۰	۵/۰	۳/۰
۳۰	۸/۰	۴/۸
۱۵	۱۲/۰	۷/۲
۷/۵	۱۷/۵	۱۰/۵

حین کار گرم نگه داشته شوند و همچنین انتقال ارتعاش از ابزار مرتعش به کارگر به حداقل ممکن کاهش یابد.

* کل زمانی که ارتعاش طی یک روز کاری به صورت پیوسته یا متناوب به دست منتقل می‌شود.

۱ - Human vibration meter

** مقدار RMS مد نظر است. معمولاً ارتعاش در یک محور بیشتر از دو محور دیگر می‌باشد. اگر در یک یا چند محور میزان ارتعاش از "کل مدت مواجهه مجاز روزانه" تجاوز کند، از حد مجاز مواجهه شغلی نیز تجاوز کرده است.

۴) انجام یک برنامه مراقبت پزشکی هوشیارانه می‌تواند سندرم دست بازو ناشی از ارتعاش از محیط کار را حذف نماید.

نکاتی درباره جدول ۳

۱) در شکل ۴ شبکه سنجش وزنی مورد استفاده قرارگرفته است که بهترین وسیله برای دستیابی به مؤلفه‌های شتاب در فرکانس‌های وزن یافته می‌باشد. از آنجایی‌که مطالعات اخیر نشان داده‌اند شبکه وزنی فرکانسی در فرکانس‌های بالا (بیش از ۱۶ هرتز) حفاظت را به طور کامل تأمین نمی‌نماید، بنابراین باید در هنگام استفاده از ابزارآلاتی که فرکانس‌های بالا را تولید می‌نمایند جانب احتیاط را رعایت نمود.

۲) مواجهه‌های حاد با مؤلفه‌های شتاب مؤثر (rms) در فرکانس‌های وزن یافته در مقادیری بیش از حد مواجهه شغلی که به صورت گاهگاه و یا نامکرر اتفاق می افتد (مثلاً ۱ روز در هفته و یا چند روز در طی دو هفته) الزاماً زیان بالاتری ندارند و در این صورت استثنائاً افزایش دوز دریافتی تا ۱/۵ برابر مجاز می‌باشد.

۳) به نظر می‌رسد مواجهه‌های حاد با مؤلفه‌های شتاب مؤثر (rms) در فرکانس‌های وزن یافته به میزان سه برابر مقدار حد مواجهه شغلی، عوارضی مشابه اثرات ناشی از ۵ تا ۶ سال مواجهه با ارتعاش را به‌بار می آورد.

۴) برای جلوگیری از بروز عارضه HAVS (جدول ۴) و همچنین شناخت افراد حساس به ارتعاش، باید معاینات پزشکی سالیانه و دوره‌ای در مورد کارگران در معرض ارتعاشات وارد بر دست- بازو انجام گیرد.

۵) در موارد مواجهه مداوم، برای کاهش اثرات زیان آور ناشی از ارتعاش، برنامه کار باید تعدیل شود و به صورت یک ساعت کار و ده دقیقه استراحت تنظیم گردد.

۶) کار باید با روش مناسب انجام گیرد و بدین منظور باید کارگران در خصوص استفاده از ابزارها و فرایند های پرقدرت در حالی‌که عملیات در شرایط ایمن انجام می‌گیرد آموزش داده شوند تا:

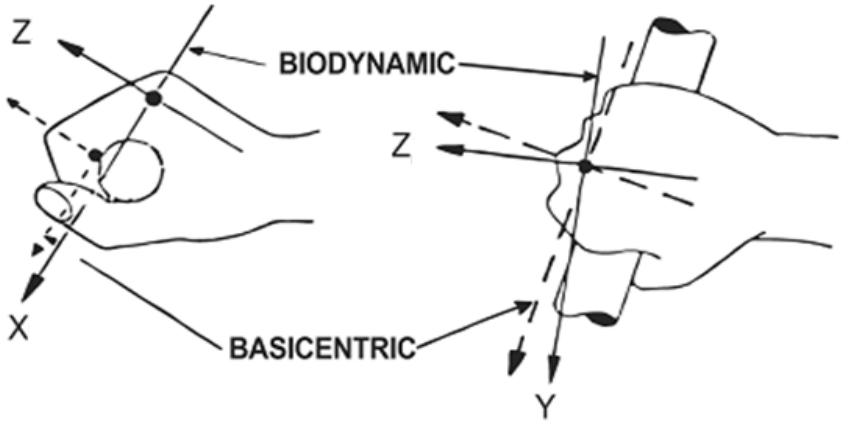
- میزان نیروی مصرفی برای چنگش و گرفتن دسته ابزار به حداقل برسد.
- بدن و دستها را گرم و خشک نگهدارند.

- از استعمال دخانیات پرهیز نمایند.

- تا حد امکان از ابزارها و دستکش‌های ضد ارتعاش استفاده نمایند. به طور کلی، دستکشها برای میرایی ارتعاش مربوط به فرکانس‌های بالا تأثیر بیشتری دارند.

۷) وزن شتاب سنج دستگاه همراه با وسایلی که برای مواجهه با منبع ارتعاش بکار می‌رود باید بیش از ۲ گرم باشد و باید خطای اندازه‌گیری در محورهای سه گانه (X,Y,Z) کمتر از ۱۰٪ باشد.

۸) اندازه‌گیری ارتعاشات از نوع ضربه‌ای با جابجایی زیاد مانند آنچه که در وسایل بادی ضربه زن وجود دارد، توسط شتاب سنجهای پیزو الکتریک (با میرائی مکانیکی کم) با خطای زیاد انجام می‌گیرد. با قراردادن فیلترهای مکانیکی پایین‌گذر، بین شتاب سنج و منبع ارتعاشی برای حذف



شکل ۲- سیستم Basicentric و بیودینامیک دست، نمایش محورهای مؤلفه‌های شتاب

(ANSI S۳,۳۴-۱۹۸۶(R۱۹۹۷) و ISO ۵۳۴۹-۲۰۰۱)

فرکانس‌های ۱۵۰۰ هرتز و یا بیشتر، می‌توان خطای سنجش در هنگام خواندن مقادیر را کاهش داد.

۹) نام سازنده و شماره نوع تمام وسایلی که برای سنجش ارتعاش بکار می‌روند و همچنین مقدار شتاب مؤثر(rms)، فرکانس وزن یافته و محور غالب و همچنین مشخصات کالیبراتور باید گزارش شود.

ارتعاش دست– بازو از نوع پیوسته، منقطع، ضربه‌ای یا کوبه‌ای[1]

اندازه‌گیری ارتعاش باید براساس روشها و وسایل اندازه‌گیری که توسط ISO۵۳۴۹(۲۰۰۱) و ANSI S۳,۳۴ -۱۹۸۶(R۱۹۹۷) توصیه شده انجام گیرد و خلاصه آن به شرح زیر است:

۱) شتاب دسته ابزار یا قطعه کار مرتعش باید در سه محور عمود بر هم و در نقطه‌ای نزدیک به محل ورود ارتعاش به دست اندازه‌گیری شود. محورهای مزبور باید ترجیحاً منطبق بر محورهای سیستم بیودینامیک باشند اما از طرفی ممکن است در نزدیکی سیستم Basicentric هم قرار گیرند که مبدأ مختصات سیستم مزبور متناسب با شکل قطعه و دسته ابزار در محل مواجهه دست و سطح مرتعش قرار می‌گیرد (شکل۲).

۲) در هنگام اندازه‌گیری، شتاب سنج (سبک و کوچک) باید به گونه‌ای نصب شود که بتواند یک یا چند مؤلفه عمود بر هم منتشره از منبع ارتعاشی در گستره فرکانس ۵ تا ۱۵۰۰ هرتز را به دقت ثبت نماید. هر یک از مؤلفه‌های شتاب را باید در فرکانس وزن یافته[2] ثبت نمود که این کار را با کمک وسایل اندازه‌گیری "پاسخ انسان به ارتعاش" که مجهز به شبکه فیلتری برای سنجش شتاب در فرکانس‌های مورد نظر هستند می توان انجام داد (شکل ۳).

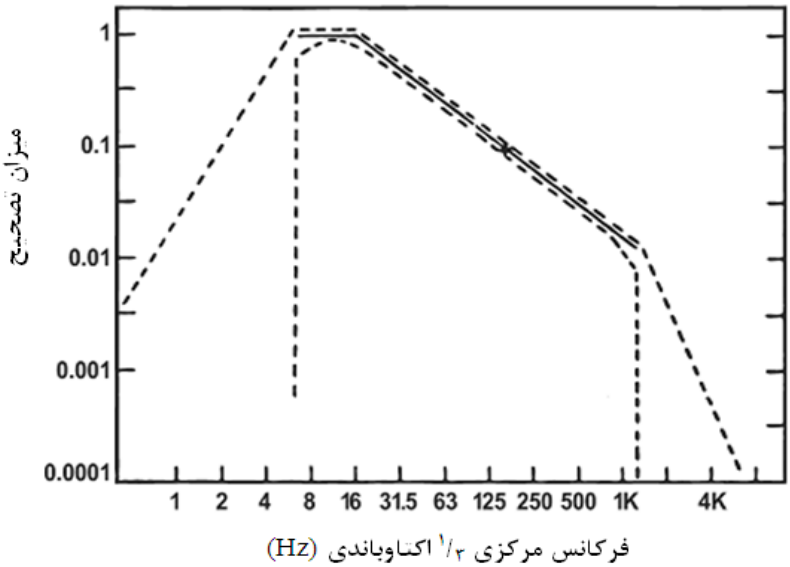
۳) ارزیابی مواجهه با ارتعاش در سه محور (X ,Y ,Z) باید انجام پذیرد زیرا ارتعاش یک کمیت برداری (دارای مقدار و جهت) می‌باشد. در هر امتداد، ارتعاش در مدت معمول کار با ابزار، ماشین یا قطعه کار پرتوان باید به وسیله مقدار جذر مربع میانگین شتاب (*rms*) مؤلفه‌ها در فرکانس وزن یافته بر حسب متر بر مجذور ثانیه (m/s^2) یا واحدهای شتاب جاذبه (g) تعیین گردد، که بزرگترین مقدار a_k اساس و پایه ارزیابی مواجهه قرار می‌گیرد. برای اندازه‌گیری در هر محوری که انجام گیرد، انتگرال خطی برای ارتعاشاتی که مدت آنها خیلی کوتاه و یا اساساً از نظر زمانی با یکدیگر متفاوت می‌باشند، بکار گرفته می‌شود. اگر مواجهه کلی روزانه با ارتعاش در یک امتداد معین، ترکیبی از چند مواجهه در شتاب‌های مؤثر (*rms*) مختلف باشد، در این موارد شتاب معادل در آن جهت خاص در فرکانس وزن یافته باید بر طبق رابطه زیر اندازه‌گیری شود:

$$\left(a_{K_{eq}}\right)=\left[\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n}\left(a_{K_i}\right)^2 T_i\right]^{\frac{1}{2}}=\sqrt{\left(a_{K_1}\right)^2 T_1/T+\ldots+\left(a_{K_n}\right)^2 T_n/T}$$

۱ - Comtinuous , intermitent , impulsive or impact hand – Arm vibration

۲ - Frequency- Weighted

$$T = \sum_{i=1}^{n} T_i$$



شکل۳: خصوصیات به دست آمده بر روی شبکه فیلتری مورد استفاده در فرکانس مؤثر مولفه‌های شتاب (خط ممتد). خطوط منقطع مقاومت فیلترهایی از نوع (۲۰۰۱)۵۳۴۹ ISO و ANSI S۳,۳۴-۱۹۸۶(R۱۹۹۷) می باشد

بطوری که:

در این روابط، T کل مدت مواجهه روزانه، a_{ki} مؤلفه i شتاب مؤثر (rms) در فرکانس وزن یافته با مدت T_i می‌باشد. محاسبات مذکور باید توسط دستگاه‌های سنجش پاسخ انسان به ارتعاش انجام شود.

جدول ۴: طبقه بندی استکهلم برای علائم بالینی عوارض عصبی(حسی) عروقی دست و بازو (HAVS) ناشی از سرما

ارزیابی عروقی		
مرحله عارضه	درجه عارضه	شرح علائم بالینی
صفر	–	حملاتی ندارد
یک	خفیف	حملات سفید شدن پوست انگشت فقط در نوک یک انگشت یا بیشتر عارض می‌شود
دو	متوسط	حملات سفید شدن گاه به گاه پوست انگشت در بندهای ناخن دار و بندهای میانی و به ندرت در بند پروگسیمال یک یا چند انگشت ظاهر می‌شود.
سه	شدید	حملات سفید شدن پوست انگشت مکرراً در همه بندها و اغلب انگشتان ظاهر می‌شود
چهار	خیلی شدید	تمام علائم مرحله سه به اضافه اختلال تغذیه درست در نوک انگشتان

ارزیابی اعصاب حسی	
مرحله	علائم بالینی
صفر (اعصاب حسی)	با ارتعاش مواجهه دارد ولی علامت بالینی ندارد
یک (اعصاب حسی)	حالت کرختی متناوب، تنها و یا همراه با حس سوزن سوزن شدن در انگشتان
دو (اعصاب حسی)	حالت کرختی متناوب و یا پایدار و تقلیل حس درک پوستی
سه (اعصاب حسی)	حالت کرختی متناوب و یا پایدار و تقلیل حس لامسه برای تشخیص موارد متفاوت لمس همراه با تقلیل مهارت (حرکات سریع و دقیق دستی) در کارهای دستی
مراحل مختلف برای هر دست جداگانه آزمایش می‌شود (برای مثال- مرحله دو در دست چپ در دو انگشت و مرحله یک در دست راست در یک انگشت (۱)R ۱ / (۲)L۲)	

۲ - ارتعاش تمام بدن

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول ۵ برای مقادیر کلی و شکلهای ۴ و ۵ برای مقادیر تجزیه فرکانسی ارتعاش وارده به تمامی بدن ناشی از عوامل مکانیکی (WBV)[۱] با مقدار برآیند سه جهت (X,Y,Z) شتاب مؤثر (RMS)[۲] اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، احتمال عوارضی مانند کمردرد، اثرات سوء بر مهره‌های کمر و ناتوانی در رانندگی با وسائل نقلیه زمینی در آنان ظاهر نگردد. حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن متناسب با مدت زمان مواجهه با استناد به نمودار معادله B۲ استاندارد ISO-۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴) تدوین شده است.

سیستم بیودینامیک بدن در شکل۶ نشان داده شده است. این مقادیر باید به عنوان راهنما در کنترل مواجهه با ارتعاش تمامی بدن مورد استفاده قرار گیرند و نباید به عنوان مرز میان ایمنی و خطر تلقی گردند.

نکات مهم

۱) جدول شماره ۶ ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحنی‌های پاسخ (ISO ۲۶۳۱) را نشان می‌دهد.

۲) در هر یک از اشکال ۴ و ۵ تعدادی منحنی مستقل از یکدیگر ارائه شده است که بر اساس زمان-های مواجهه مختلف تنظیم گردیده‌اند. منحنی‌های مذکور نشان می‌دهد در گستره فرکانس ۸-۴ هرتز در محور z و درگستره فرکانس ۲-۱ هرتز در محور X و Y، در ارتعاش وارده به انسان تشدید (رزونانس) صورت می‌گیرد. محورهای مزبور در شکل ۶ تعریف شده‌اند. در شکل ۷ مقادیر a_x,a_y,a_z مؤلفه‌های اندازه گیری شتاب در محورهای X و Y و Z است که محور X جهت پشت به طرف سینه، محور Y شانه به شانه و محور Z از پا به طرف سر می‌باشد.

۳) سنجش ارتعاش تمام بدن و زمان مواجهه معادل برای مواجهه‌های منقطع هنگامی محاسبه می‌گردد که میزان شتاب مؤثر (rms) در طول زمان به طور محسوس متغیر است و این نوع سنجش باید مطابق با توصیه های استاندارد ISO-۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴) یا ANSI-S۳,۱۸-۱۹۷۹(R۱۹۹۹) توسط دستگاههای مخصوص سنجش ارتعاش انسانی کالیبره شده با دریافت کننده بشقابی انجام

۱ - Whole – body Vibration

۲ - Root – Mean - square

پذیرد. در دریافت کننده باید سه شتاب سنج در جهات سه گانه نصب شده باشد که جرم هر یک از ۱۸ گرم بیشتر نباشد.

۴) حد مجاز شغلی عنوان شده برای ضرایب قله ۶ و کمتر از آن معتبر است. ضریب قله نسبت شتاب قله (A_{peak}) به شتاب مؤثر (A_{rms}) می‌باشد. البته سنجش باید در یک جهت همسان در مدت یک دقیقه برای هر یک از محورهای X و Y و Z انجام شود. حد مجاز شغلی مذکور برای اثرات ارتعاش تمامی بدن برآورد گردیده است و در صورتی که ضریب قله بیش از ۶ باشد باید با احتیاط لازم مقادیر مزبور را بکار گرفت.

جدول ۵- حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن

(مستند به معادله B۲ استاندارد [ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)])

مدت مجاز مواجهه (دقیقه)	شتاب معادل (برآیند سه جهت)(m/s^2)	حد مراقبت(عمل) (برآیند سه جهت)(m/s^2)
۱۴۴۰	۰/۶۳	۰/۳۸
۹۶۰	۰/۷۰	۰/۴۲
۴۸۰	۰/۸۷	۰/۵۰
۲۴۰	۱/۱۰	۰/۵۹
۱۲۰	۱/۳۰	۰/۷۲
۶۰	۱/۶۰	۰/۸۵
۳۰	۱/۸۵	۱/۱۰
۱۰	۲/۴۵	۱/۴۵

۵) حد مجاز شغلی مزبور نباید در سازه های دریایی یا در کشتی‌ها بکار برده شود برای ساختمان‌های ثابت مراجعه شود به: [ANSI S۳,۲۹-۱۹۸۳(R۲۰۰۶)]

جدول ۶- ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی* شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحنی‌های پاسخ شکل ۴ و ۵ [ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)]

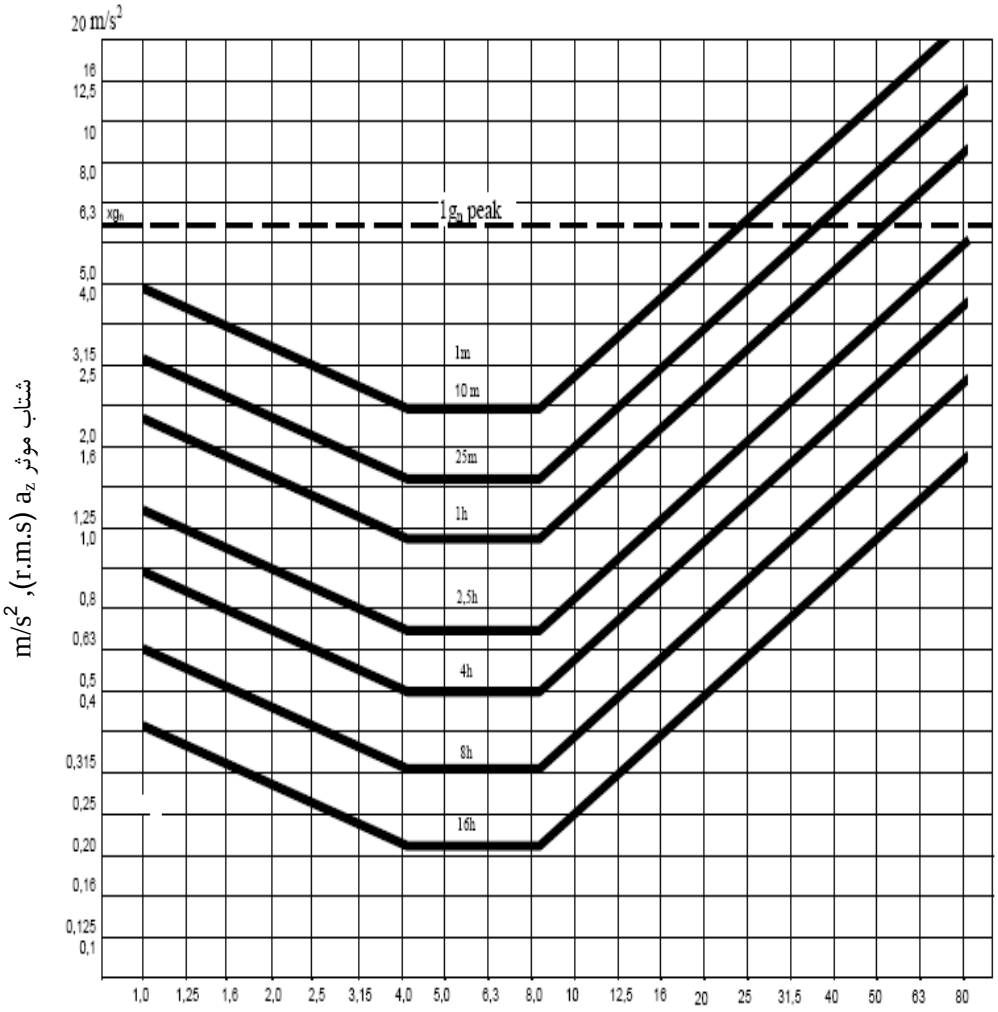
ضرایب وزنی		
ارتعاشات عرضی **X,Y** (شکل ۵)	ارتعاشات طولی Z (شکل ۴)	فرکانس **Hz**
۱	۰/۵۰	۱
۱	۰/۵۶	۱/۲۵
۱	۰/۶۳	۱/۶
۱	۰/۷۱	۲
۰/۸۰	۰/۸۰	۲/۵
۰/۶۳	۰/۹۰	۳/۱۵
۰/۵۰	۱	۴
۰/۴۰	۱	۵
۰/۳۱۵	۱	۶
۰/۲۵	۱	۸/۰
۰/۲۰	۰/۸۰	۱۰
۰/۱۶	۰/۶۳	۱۲/۵
۰/۱۲۵	۰/۵۰	۱۶
۰/۱۰	۰/۴۰	۲۰
۰/۰۸	۰/۳۱۵	۲۵/۰
۰/۰۶۳	۰/۲۵	۳۱/۵
۰/۰۵	۰/۲۰	۴۰
۰/۰۴	۰/۱۶	۵۰
۰/۰۳۱۵	۰/۱۲۵	۶۳
۰/۰۲۵	۰/۱۰	۸۰

* ۴ تا ۸ هرتز در مواردی که a_z ± تشدید ارتعاش وجود دارد.

۱ تا ۲ هرتز در موردی که a_y یا a_x± تشدید ارتعاش وجود دارد.

شکل ۴: حدود مجاز شتاب محور طولی (a_z)

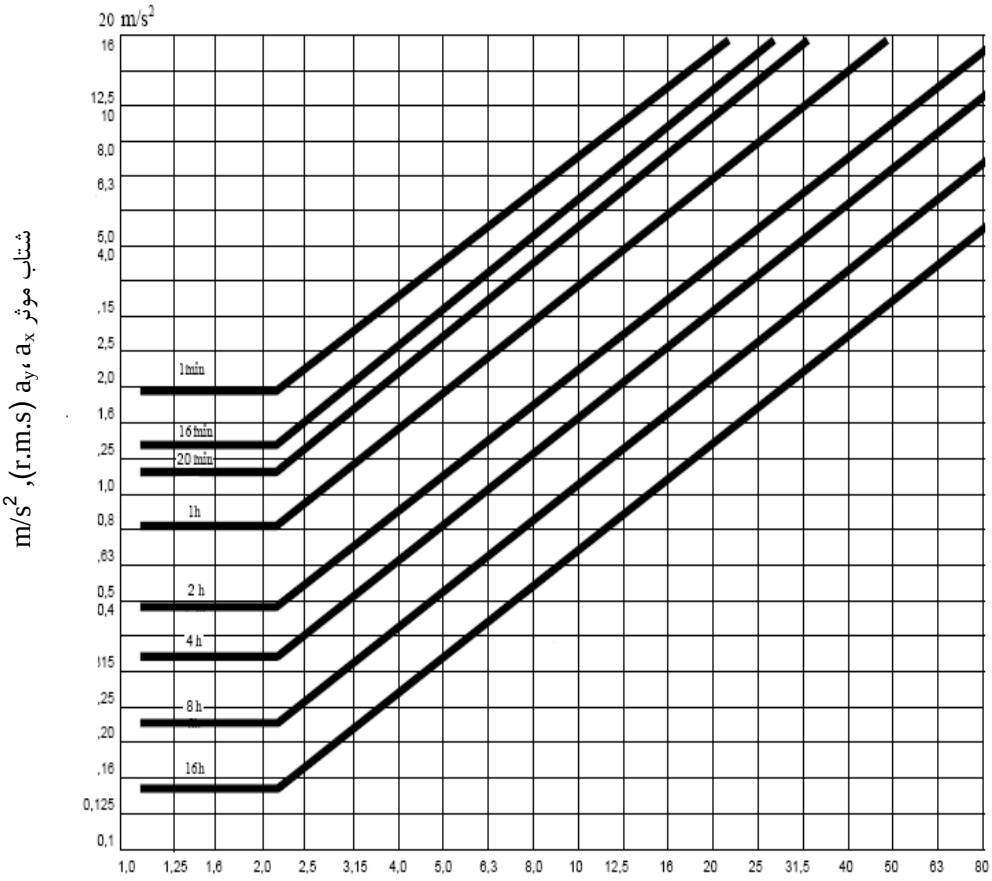
بر حسب فرکانس و زمان مواجهه [ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)]



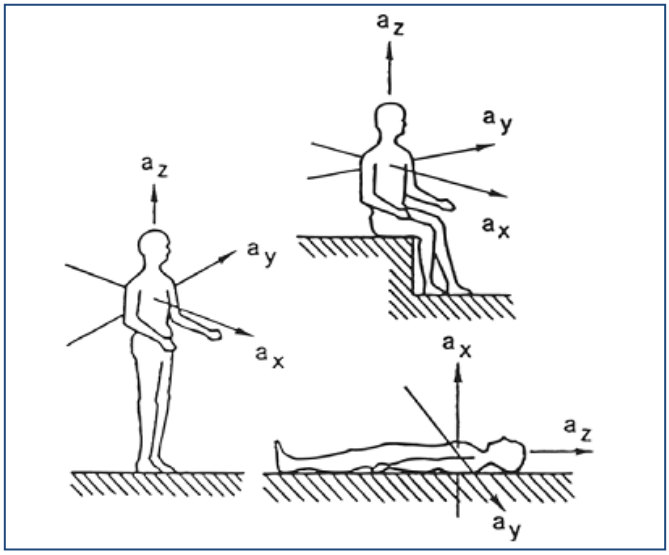
فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (هرتز)

شکل ۵: حدود مجاز شتاب محورهای عرضی (a_x ،a_y)

بر حسب فرکانس و زمان مواجهه [ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)]



فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (هرتز)



شکل۶- سیستم بیودینامیک بدن و جهات اصلی سنجش‌های شتاب ارتعاشی
[ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)]

۶) خلاصه‌ای از سنجش ارتعاش تمامی بدن و روش تحلیل یافته‌ها به شرح زیر می‌باشد:

الف- در هر نقطه، برای حداقل یک دقیقه در محورهای بیودینامیکی که در شکل ۶ نشان داده شده است، مقادیر مؤثر شتاب(rms)، باید به طور همزمان و مستمر در سه محور اندازه‌گیری شود. برآیند سه جهت ملاک مقایسه با این حدود مجاز می‌باشد.

ب- سه شتاب‌سنج با وزن خیلی کم(حداکثر ۱۸ گرم)، هر کدام با یک حساسیت محور عرضی کمتر از ۱۰ ٪ ، به طور عمودی بر روی یک مکعب فلزی سبک وزن نصب شده و در داخل مرکز یک دیسک لاستیکی سخت قرار داده شده است (SAE-J.۱۰۱۳-۱۹۹۲) کل وزن این دیسک مکعب، شتاب‌سنج و کابل‌های آن نباید از ۱۰٪ وزن کل مورد در حال اندازه‌گیری، بیشتر باشد. سنجشها باید با قراردادن دیسک لاستیکی بر روی نشیمنگاه صندلی راننده و زیر باسن اپراتور در زمانی که وسیله ارتعاشی در حال کار است، انجام گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به کمر باید دیسک لاستیکی بین کمر و سطح ارتعاشی قرار گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به پا باید دیسک لاستیکی بر روی سطح مرتعش بین دو پا قرارگیرد به طوری که وزن بدن روی دیسک لاستیکی نیفتد و فقط پا با کناره لبه آن مواجهه داشته باشد.

ج- برای هر یک از محورها، در یک سوم اکتاوباند (۱ تا ۸۰ هرتز)، برای مقایسه با شکل ۴ یا شکل ۵ به طور متناسب باید به طور جداگانه آنالیز فرکانس به روش معادل انجام گیرد.

د- اگر شتاب مؤثر (rms) هر یک از محدوده بیناب در مدت زمان مربوطه، معادل یا بیش از مقدار ارائه شده در شکل ۴ یا ۵ گردد، در این صورت از حد مواجهه شغلی برای زمان مواجهه مورد نظر، فراتر رفته است. در این صورت محوری که بالاترین قله بیناب منحنی (فرکانس غالب) و کوتاهترین زمان مواجهه را قطع می‌کند برای تعین حد مواجهه مجاز بکار می‌رود. (همانند آنچه که برای آنالیز فرکانسی صدا آورده شد).

۷) کل شتاب مؤثر (rms) وزن یافته برای هر یک از محورها با استفاده از معادله زیر با ضریب وزن یافته در محور متناسب در جدول ۶ ارائه شده است. برای محور x معادله به صورت زیر است (برای محورهای Z , Y معادله‌ها و تعاریف مشابه معادله مزبور اعمال می‌گردد.):

$$A_{WX} = \sqrt{\sum (W_{FX} A_{Fx})^2}$$

در رابطه فوق A_{wx} کل شتاب مؤثر وزن یافته برای محور X، W_{FX} ضریب وزن یافته برای محور X در هر یک سوم اکتاو باند فرکانس‌های ۱ تا ۸۰ هرتز (جدول۴)، A_{FX} مقدار شتاب مؤثر (rms) برای بیناب محور X در یک سوم اکتاو باند فرکانس‌های ۱ تا ۸۰ هرتز می‌باشد.

۸) اگر با استفاده از معادله فوق مقادیر شتاب در سه محور یکسان باشد، حرکت ترکیبی تمامی محورها می‌تواند از هر یک از مؤلفه‌ها بزرگتر و لاجرم عملکرد اپراتور وسیله ارتعاشی را بشدت تحت تاثیر قرار دهد. با لحاظ نمودن نتایج حاصل از معادله مذکور در معادله زیر، می‌توان نتایجی بدست آورد که کل شتاب وزن یافته (A_{WT}) را تعین نمود:

$$A_{WT} = \sqrt{(1.4A_{WX})^2 + (1.4A_{WY})^2 + (A_{WZ})^2}$$

ضریب ۱/۴ را که مقادیر کل شتاب مؤثر وزن یافته در محورهای X , Y ضرب شده است، در حقیقت نسبت مقادیر منحنی‌های طولی و عرضی پاسخ‌های معادل است که بر اساس دامنه پاسخ حساسترین افراد طراحی شده است. کمیسیون جامعه اروپا پیشنهاد کرده است که حد مراقبت (اقدام) در ۸ ساعت کار روزانه، برای شتاب مؤثر وزن یافته ۰/۵ متر بر مجذور ثانیه باشد. مقدار مزبور قابل مقایسه با نتایج معادله فوق است.

۹) در طول کار روزانه ممکن است ضربه‌های ارتعاشی مرکب، کوتاه مدت، با دامنه زیاد و با ضریب قله بیش از ۶ وجود داشته باشد. در این موارد، حد مجاز مواجهه شغلی، حفاظت افراد را تأمین نخواهد کرد، در این مورد روش محاسبه براساس "اصل توان ۴ " (در معادله برآیند) توصیه می‌گردد.

۱۰) ارتعاش تمام بدن را می‌توان با استفاده از عایقهای مناسب ارتعاشی بر روی تجهیزات، نگهداری سیستمهای تعلیق و عایق‌بندی ارتعاش، صندلیها، زیرپایی‌های عایق ارتعاش، کفش ضد ارتعاش، بالشتک‌های هوایی برای نشیمنگاه صندلی، و کنترل از راه دور فرآیندهای ارتعاش زا، کنترل نمود. صندلی با دسته برای تکیه دادن دست، وجود تکیه‌گاه کمری، پشتی و صندلی قابل تنظیم همگی از فنون مناسب برای کنترل ارتعاش می‌باشند.

۱۱) برای شاغلینی که بر روی وسیله نقلیه کار می‌کنند، اجرای موارد زیر که در ارتباط با نحوه مناسب انجام کار می‌باشد، توصیه می‌شود:

الف ـ اجتناب از بلند شدن یا خم شدن ناگهانی پس از مواجهه با ارتعاش

ب ـ استفاده از حرکات ساده، با حداقل چرخیدن یا پیچیدن بدن در هنگام خروج از وسیله نقلیه

نکته

آنچه‌که در ویرایش قبلی تحت عنوان: مرز کاهش آسایش[۱] و مرز کاهش مهارت و خستگی[۲] به استناد نسخه [ISO-۲۶۳۱(۱۹۸۵)] عنوان گردیده بود نیز به منظور جلوگیری از خستگی و افت تمرکز شاغلین مورد پذیرش کمیته عوامل فیزیکی می‌باشد. نحوه محاسبه هر یک از مرزهای مذکور با توجه به مرز مقادیر مجاز مندرج در جدول ۵ به صورت زیر می‌باشد:

$$OEL(m/s^2) = FDPB(m/s^2) \times ۲$$

$$OEL(m/s^2) = RCB(m/s^2) \times ۶,۳۰$$

$$FDPB(m/s^2) = RCB(m/s^2) \times ۳,۱۵$$

۱ - Reduced Comfort Boundary (RCB)

۲ - Fatigue-Decreased Proficiency Boundary (FDPB)

حد مجاز مواجهه شغلی(OEL) پرتوهای یونساز

اساس حفاظت در برابر پرتو اجتناب از پرتوگیری غیرضروری می‌باشد. کمیته تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی مقادیر پیشنهادی کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر پرتوها (ICRP)[۱] را برای پرتوگیری شغلی پذیرفته است. پرتوهای یونساز شامل ذرات باردار (مانند ذرات آلفا و بتا که از مواد رادیواکتیو ساطع می‌شوند و همچنین ذرات نوترون که از واکنش‌های هسته‌ای در راکتورها و شتاب دهنده‌ها تابش می‌شود) و پرتوهای الکترومغناطیس (مانند پرتو گاما تابش شده از مواد پرتوزا و پرتوهای ایکس تابش شده از شتاب دهنده‌های الکترون و همچنین دستگاه‌های مولد پرتو ایکس) با انرژی بیش از ۱۲/۴ الکترون ولت (eV) بوده که معادل طول موجی تقریباً کمتر از ۱۰۰ نانومتر (nm) می‌باشند. ICRP اصول حفاظت در برابر پرتو را به شرح زیر تعیین نموده است:

- توجیه کاربرد پرتوها: کاربرد پرتوها زمانی توجیه پذیر است که برتری مزایای استفاده از پرتوها در مقایسه با مضرات پرتوگیری افراد و یا جامعه با دلایل مشخص محرز باشد.
- استفاده بهینه: هرگونه پرتوگیری باید به طور منطقی کاهش یابد یا به عبارتی تا حد ممکن باید مواجهه کمتر باشد (ALARA[۲]) و شرایط اقتصادی و اجتماعی نیز منظور گردد.
- حد دوز فردی: پرتوهای تابشی از منابع مختلف نباید بیشتر از دوز تعیین شده در جدول ۷ باشد.
- خط مشی حد پرتوگیری شغلی در جدول ۷ براساس توصیه ICRP باشد.
- براساس اصل ALARA پرتوگیری شغلی افراد می بایست به مراتب کمتر از مقادیر مجاز تعیین شده باشد.

۱ - International Commission of Radiation Protection
۲ - As Low As Reasonably Achievement

جدول ۷- مقادیر توصیه شده برای مواجهه با پرتوهای یونساز

نوع پرتوگیری	مقدار توصیه شده
دوز مؤثر	
الف- در هر سال (فقط در طی یک سال)	۵۰ میلی سیورت
ب- میانگین دوره ۵ ساله	۲۰ میلی سیورت در سال
دوز معادل سالانه برای:	
الف : عدسی چشم	۱۵۰ میلی سیورت
ب : پوست دست‌ها و پاها	۵۰۰ میلی سیورت
دوز مؤثر تجمعی:	۱۰ میلی سیورت × سن(برحسب سال)
پرتوگیری جنین وقتی حاملگی مشخص شده باشد:	
دوز معادل ماهانه [۱]	۰/۵ میلی سیورت
دوز سطحی(ناحیه تحتانی شکم بانوان)	۲ میلی سیورت
پرتوگیری داخلی	$\frac{۱}{۲۰}$ حد سالانه پرتوگیری داخلی (ALI [۲])
دختران رادون [۳]	۴ ماه کاری (WLM) [۴]

۱- مجموع پرتوگیری داخلی و خارجی به استثناء مقادیر ناشی از منابع طبیعی بر اساس توصیه های NCRP

۲- Annual Limit on Intake

۳- Radon Doughters

٤- Working Level Monts

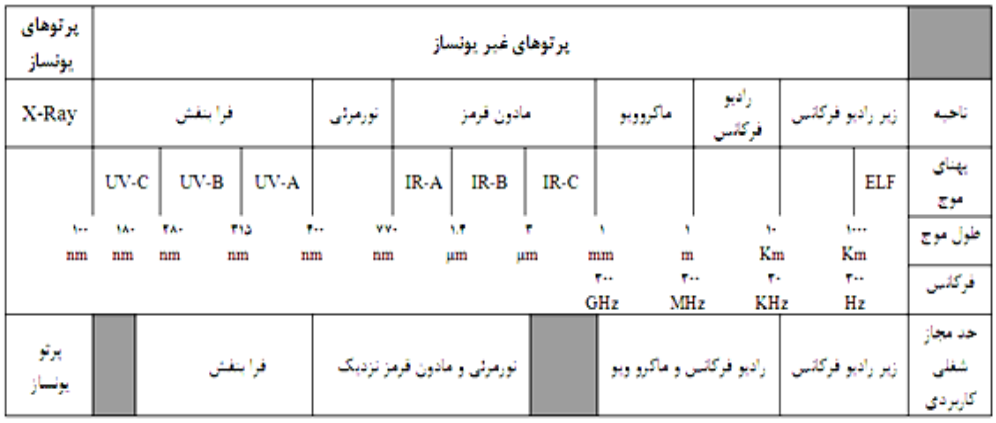
میدان ها و پرتوهای غیر یونساز

میدان های مغناطیسی پایا

شکل ۷ محدوده‌های پرتوهای غیر یونساز و میدانها و همچنین شمول استفاده از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای آنها را نشان می‌دهد. مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلی در این بخش مندرج در جدول ۸ مربوط به چگالی شار مغناطیسی پایا به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در روزهای متوالی در مواجهه با آن قرار گیرند اثرات سوء بر سلامت آنان عارض نگردد. مقادیر تعیین شده باید به عنوان راهنمایی جهت کنترل مواجهه با میدانهای مغناطیسی پایا استفاده شود ولی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی گردد. مواجهه‌های شغلی عادی برای تمام بدن نباید از ۶۰ میلی تسلا (mT) معادل ۶۰۰ گوس (G) در روز و همچنین برای دستها و پاها از ۶۰۰ mT (۶۰۰۰ G) در روز تجاوز کند. مقادیر فوق براساس میانگین وزنی زمانی (TWA) تعیین شده است.

[۱ تسلا (T) =۱۰^{۴} گوس (G)]

سقف مقادیر توصیه شده برای تمام بدن در محیط‌های کاری معمول مساوی ۲T و برای محیط‌های کاری کنترل شده و کارگران آموزش دیده ۸T و برای اندام‌های انتهایی دستها و پاها مساوی ۲۰T می‌باشد. احتمال دارد به علت نیروهای مکانیکی وارده از میدان مغناطیسی در وسایل و ابزاری با خاصیت فرو مغناطیسی و بعضی از وسایل پزشکی کاشته شده در بدن، مخابرات ایمنی حاصل شود. افرادی که از وسایل ضربان ساز قلبی و وسایل پزشکی الکترونیکی مشابه استفاده می‌کنند نیز نباید در مواجهه با میدان‌های بیش از ۰/۵ میلی تسلا (۵G) قرار گیرند. همچنین در شار با شدت بیشتر ممکن است اثرات سوء ایجاد شود که حاصل نیروهای سایر وسایل کاشته شده در بدن مانند انواع بخیه‌های فلزی، گیره‌های مورد استفاده در درمان بعضی ناراحتی‌های عروقی، همچنین انواع اندام‌های مصنوعی (پروتزهای فلزی) و غیره باشد.



شکل ۷– محدوده های پرتوهای غیر یونساز و میدانها و شمول استفاده از مقادیر حد مجاز مواجهه

جدول ۸– مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای میدانهای مغناطیسی پایا

	TWA هشت ساعته	مقدار سقف
تمام بدن	۶۰ mT	۲ T
دستها و پاها	۶۰۰ mT	۲۰ T
افراد حامل وسایل پزشکی الکترونیکی	–	۰/۵ mT

میدانهای مغناطیسی با فرکانس‌های ۳۰ KHz و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیویی)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با دامنه چگالی شار مغناطیسی ناشی از میدان‌های مغناطیسی با گستره فرکانسی ۳۰ KHz و کمتر از آن به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند اثر سوئی بر سلامت آنها عارض نگردد. برای تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی شدت‌های میدان مغناطیسی به صورت مقادیر مؤثر (rms) داده شده است. این مقادیر به عنوان راهنمایی جهت کنترل پرتوگیری از میدان‌های مغناطیسی با زیرفرکانس‌های ۳۰KHz و کمتر از آن تعیین شده است ولی نباید به عنوان یک مرز مشخص بین ایمنی و خطر تلقی شود. پرتوگیری‌های شغلی در گستره

فرکانس بی‌نهایت کم[1] (ELF) از یک تا ۳۰۰ هرتز، از مقدار سقف ارائه شده در رابطه زیر نباید تجاوز کند.

$$B = \frac{۶۰}{f}$$

در رابطه فوق، حد مواجهه شغلی برحسب میلی تسلا (mT) می باشد و f فرکانس برحسب هرتز است.
پرتوگیری‌هـای شغلی در گستره فرکانس ۳۰۰Hz تا ۳۰ KHz (شامل باند فرکانس صوتی [VF] از ۳۰۰ Hz تا ۳ KHz و باند فرکانس خیلی کم [VLF] از ۳ KHz تا ۳۰ KHz است) نباید از مقدار سقف ۰/۲ mT تجاوز کند. مقادیر سقف برای فرکانس‌های ۳۰۰ Hz تا ۳۰KHz شامل پرتوگیری تمام بدن و همچنین قسمتی از بدن می‌باشد. مقدار حد مواجهه شغلی برای فرکانس‌های کمتر از ۳۰۰ Hz در ناحیه دستها و پاها با ضریب ۱۰ و همچنین برای بازو و ساق پا با ضریب ۵ می‌تواند افزایش یابد. چگالی شار مغناطیسی (mT) = ۶۰/f در فرکانس ۶۰Hz مطابق با حداکثر چگالی شار مجاز ۱mT می‌باشد. حد مواجهه شغلی در فرکانس ۳۰ KHz، ۰/۲ mT است که مطابق با شدت میدان مغناطیسی ۱۶۰/ A/m می‌باشد.

شدت جریان تماسی

شدت جریان تماسی ناشی از تماس با اجسام بدون اتصال به زمین که بار الکتریکی القایی را در یک میدان مغناطیسی زیر رادیویی کسب کرده است نمی‌بایست از حدود تماس نقطه‌ای اشاره شده در زیر جهت جلوگیری از شوک های الکتریکی تجاوز نماید:

۱ میلی آمپر در فرکانس ۱ هرتز الی ۲/۵ کیلو هرتز
۰/۴ f میلی آمپر در فرکانس ۲/۵ الی ۳۰ کیلوهرتز (در رابطه فرکانس برحسب کیلو هرتز)

توجه

۱- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده براساس ارزشیابی داده‌های موجود از تحقیقات آزمایشگاهی و مطالعات مربوط به پرتوگیری انسان است. در صورت به دست آمدن اطلاعات جدیدتر، تغییراتی در مقادیر ارائه شده حاصل خواهد شد. تاکنون، اطلاعات کافی راجع به جواب‌های انسان و اثرات سوء احتمالی ناشی از میدان‌های مغناطیسی در گستره فرکانسی ۱Hz تا ۳۰KHz وجود ندارد تا بتوان براساس آنها حد مواجهه شغلی را برای برآورد میانگین وزنی زمانی پرتوگیری تعیین نمود.

[1] Extremely – Low - Frequency

۲- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده، شاغلینی را که دارای دستگاه ضربان ساز قلبی هستند در مقابل تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه مزبور حفاظت نمی‌کند. بعضی از انواع دستگاه‌های ضربان ساز قلبی به تداخل با امواج الکترومغناطیسی ناشی از خطوط انتقال نیرو (با فرکانس ۵۰ الی ۶۰ هرتز) در چگالی شار مغناطیسی به کوچکی ۰/۱ mT حساسیت نشان داده‌اند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از جانب کارخانه سازنده ضربان قلبی درباره تداخل امواج الکترو مغناطیسی، توصیه می‌شود، پرتوگیری افراد حامل دستگاه مذکور و یا هر دستگاه مشابه دیگری که در بدنشان وجود دارد در حد ۰/۱ mT و یا کمتر در فرکانس‌های مربوط به خطوط انتقال نیرو نگه داشته شود.

میدان‌های الکتریکی پایا و میدان‌های الکتریکی با فرکانس ۳۰ KHz و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیویی)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده اشاره به شدت‌های میدان با فرکانس رادیویی (۳۰KHz و کمتر از آن) و همچنین میدان‌های الکتریکی پایا در محیط‌های کار بدون حفاظ دارد و نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط اگر کارکنان به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، اثرات زیان آوری بر سلامت آنان عارض نشود. برای تعیین مقادیر حد مواجهه شغلی شدت‌های میدان الکتریکی به صورت مقادیر مؤثر (rms) داده شده است. این مقادیر به عنوان راهنما جهت کنترل پرتوگیری تعیین شده است و به علت حساسیت‌های فردی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی شود. شدت‌های میدان الکتریکی تعیین شده برای مقدار حد مواجهه شغلی به میدان‌هایی اشاره دارد که در هوا موجودند و به دور از سطوح هادی‌ها قرار دارند (جایی که تخلیه‌های جرقه‌ای و جریان‌های تماس ممکن است مخاطرات جدی به بار آورد). پرتوگیری شغلی در فرکانس صفر هرتز (DC) تا ۲۲۰ هرتز نباید از شدت میدان ۲۵ KV/m بیشتر باشد. در فرکانس‌های ۲۲۰Hz تا ۳ KHz مقدار سقف شدت میدان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = ۵/۵۲۵ \times ۱۰^{۶} / f \quad \text{حد مواجهه شغلی بر حسب V/m}$$

f فرکانس برحسب هرتز است.

در حد مجاز مواجهه شغلی برای فرکانس‌های ۳ KHz تا ۳۰KHz مقدار سقف ۱۸۴۲ V/m می‌باشد. این مقادیر سقف برای فرکانس‌های ۳ تا ۳۰ کیلو هرتز برای بخشی از بدن و نیز تمام بدن در نظر گرفته می‌شود.

توجه

۱- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی براساس جریان‌های محدود در سطح بدن و جریان‌های داخلی القایی به مقادیری کمتر از آنچه که تصور می‌رود ایجاد اثرات زیان‌آوری بنماید، تعیین شده است. هرچند تاکنون دلایل و شواهد کافی مبنی بر زیان‌آور بودن پرتوگیری شغلی از این میدان‌ها برای سلامت کارکنان به دست نیامده است، اما نتایج برخی مطالعات آزمایشگاهی در شدت‌های میدان الکتریکی کمتر از مقادیر مجاز، برخی اثرات بیولوژیکی را نشان داده‌اند. در صورت به دست آمدن اطلاعات جدیدتر، تغییراتی در مقادیر ارائه شده داده خواهد شد. در حال حاضر اطلاعات کافی راجع به پاسخ‌های انسان و اثرات سوء احتمالی ناشی از میدان‌های الکتریکی در گستره فرکانسی صفر تا KHz ۳۰ وجود ندارد تا بتوان براساس آنها حد مواجهه شغلی را برای میانگین وزنی زمانی پرتوگیری تعیین نمود.

۲- قرار گرفتن در میدان‌هایی با شدتی بیش از KV/m ۷-۵ بدون اتصال به زمین می‌تواند مخاطرات ایمنی وسیعی به دنبال داشته باشد. از جمله با وجود میدان الکتریکی با شدت زیاد ممکن است تخلیه الکتریکی و جریان‌های تماسی ناشی از هادی‌های زیرزمینی واقع در میدان، همراه با از جا پریدن بعلاوه سایر مخاطرات ایمنی مانند احتراق مواد قابل اشتعال و وسایل الکتریکی قابل انفجار، به وجود آید. لازم است ضمن دقت زیاد اشیاء بدون اتصال به زمین حذف شوند، یا مجهز به سیم اتصال به زمین گردند (Earth)، و یا هنگام جابجایی آنها از دستکش‌های عایق استفاده شود. در میدان‌های با شدت بیش از KV/m ۱۵ لازم است از وسایل حفاظتی (مثل لباس، دستکش و انواع عایق‌های الکتریکی) استفاده شود.

۳- برای شاغلینی که دارای ضربان ساز قلبی هستند، مقادیر حد مجاز تعیین شده، آنها را در برابر تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه مذکور حفاظت نمی‌کند. بعضی از انواع ضربان سازهای قلبی در مقابل تداخل با میدان‌های الکتریکی با فرکانس مربوط به خطوط انتقال نیرو (۵۰ الی ۶۰ هرتز) حتی به شدتی به اندازه KV/m ۲ حساسیت نشان می‌دهند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از طرف کارخانه سازنده درباره تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه ضربان ساز قلبی، تماس افراد حامل دستگاه ضربان ساز و سایر وسایل مشابه پزشکی باید در حد KV/m ۱ نگه داشته شود.

پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

حد مجاز مواجهه شغلی پرتوهای رادیوفرکانس(RF) و ماکروویو در فرکانس‌های بین KHz ۳۰ تا GHz ۳۰۰ به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، آثار نامطلوبی بر سلامت آنان ظاهر نگردد. مقادیر حد مواجهه شغلی پرتوهای مذکور بر حسب مقدار مؤثر

(rms) ، شدت میدان الکتریکی(E) ، شدت میدان مغناطیسی(H) و چگالی توان معادل برای موج تخت در فضای آزاد(S) و جریانهای القایی(I) به بدن که در اثر پرتوگیری در چنین محیطی و یا در اثر مواجهه مستقیم با ماده ای که در معرض محیطهای مزبور بوده اتفاق می‌افتد، بیان می گردد. جدول ۹ و نمودار شکل ۸ حد مجاز مواجهه شغلی را برحسب فرکانس‌های مختلف بر حسب مگاهرتز (MHz) نشان می‌دهد.

ملاحظات

الف- حد مجاز مواجهه شغلی در جدول ۱ قسمت ب، به مقدار پرتوگیری که باید براساس حد مجاز مقدار مؤثر(rms) جریان RF وارد بربدن و احتمال بروز شوک یا سوختگی حاصل از RF اشاره دارد و به صورت زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

۱- برای افرادی که تکیه گاه فلزی ندارند یا به عبارتی با اجسام فلزی در تماس نیستند[۱]، جریانRF وارده بر بدنشان از طریق هر پا که در هر فوت (تقریباً ۳۰ سانتی‌متر) اندازه‌گیری می‌شود نباید از مقادیر سقف به شرح زیر تجاوز نماید:

(به ازای ۰/۰۳ < f < ۰/۱ MHz) I = ۱۰۰۰ f (برحسب میلی آمپر)

(به ازایMHz ۰/۱ < f <۱۰۰) I = ۱۰۰ (برحسب آمپر)

۲- در شرایطی که احتمال تماس با اجسام فلزی وجود دارد، حداکثر جریان RF در مقاومت ظاهری بدن انسان که با استفاده از یک جریان‌سنج تماسی برای تعیین میزان مواجهه انسان به هنگام گرفتن جسم فلزی در دست بدست می آید، نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید.

(به ازاء ۰/۰۳ < f < ۰/۱ MHz) I = ۱۰۰۰ f (برحسب میلی آمپر)

(به ازاء ۰/۱ < f < ۱۰۰ MHz) I = ۱۰۰ (برحسب آمپر)

وسیله مورد استفاده جهت رعایت مقادیر حد مجاز شغلی مذکور بستگی به استفاده کننده دارد. استفاده از دستکش محافظ، عدم استفاده از وسایل فلزی با آموزش افراد از جمله مواردی هستند که با کمک آنها می‌توان مواجهه شغلی را به حد مجاز رساند. ارزیابی مقدار جریان‌های القایی معمولاً با وسایل قرائت مستقیم انجام می گیرد.

ب- حد مجاز مواجهه شغلی در جدول ۱ و قسمت الف، به مقدار پرتوگیری که از طریق محاسبه میانگین در سطحی معادل سطح مقطع عمومی بدن انسان به دست می‌آید اشاره دارد (سطح تصویر شده). در مواردی که قسمتی از بدن در معرض پرتوگیری است، حد مجاز مواجهه شغلی را می‌توان

۱ - Free Standing individuals

افزایش داد. در میدان‌های متغیر و غیر یکنواخت، مقادیر حداکثر شدت میدان ممکن است از میزان حد مجاز مواجهه شغلی تجاوز نماید مشروط بر آنکه متوسط مقادیر در حدود مجاز تعیین شده باشد. حد مجاز مواجهه شغلی را می‌توان با محاسبات اندازه‌گیری میزان جذب ویژه SAR[1] مرجع نیز افزایش داد.

جدول ۹- حد مجاز مواجهه شغلی با امواج رادیو فرکانس و ماکروویو

قسمت الف: میدان‌های الکترومغناطیسی *(f فرکانس بر حسب MHz)

فرکانس	چگالی توان، S (W/m^2)	شدت میدان الکتریکی، E (V/m)	شدت میدان مغناطیسی، H (A/m)	متوسط زمانی E^2 یا H^2 S (دقیقه)
۳۰ KHz –۱۰۰KHz	–	۱۸۴۲	۱۶۳	۶
۱۰۰ KHz –۱ MHz	–	۱۸۴۲	۱۶/۳ /f	۶
۱ MHz –۳۰ MHz	–	۱۸۴۲/f	۱۶/۳ /f	۶
۳۰ MHz –۱۰۰ MHz	–	۶۱/۴	۱۶/۳ /f	۶
۱۰۰ MHz –۳۰۰ MHz	۱۰	۶۱/۴	۰/۱۶۳	۶
۳۰۰ MHz –۳ GHz	f /۳۰	–	–	۶
۳ GHz –۳۰ GHz	۱۰۰	–	–	۳۳۸۷۸/۲ / $f^{۱/۰۷۹}$
۳۰ GHz –۳۰۰ GHz	۱۰۰	–	–	۶۷/۶۲ / $f^{۰/۴۷۶}$

قسمت ب : جریان‌های القایی و تماسی رادیو فرکانس* جریان حداکثر (mA)

فرکانس	در فاصله بین دو پا	از طریق هر پا	تماس	متوسط دوره زمانی
۳۰ KHz –۱۰۰KHz	۲۰۰۰ f	۱۰۰۰ f	۱۰۰۰ f	۰/۲ S
۱۰۰ KHz -۱۰۰ MHz	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶ min

۱ - Specific Absorption Rate

* باید توجه داشت که محدوده جریان‌های فوق حفاظت فرد را در برابر واکنش از جا پریدن و سوختگی که در اثر تخلیه آنی در هنگام تماس با منبع حاصل می‌شود، به طور کامل تأمین نمی‌نماید. برای کسب اطلاعات بیشتر به متن مراجعه شود.

ج- برای پرتوگیری میدان‌های نزدیک[1] در فرکانس‌های پایین‌تر از ۳۰۰ MHz، حد مجاز مواجهه شغلی برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی در جدول ۹، قسمت الف نشان داده شده است. چگالی توان (S) موج تخت معادل برحسب (mW/cm^2) از طریق اطلاعات به دست آمده از سنجش شدت میدان از رابطه زیر بدست می‌آید:

$S = E^2 / ۳۷۷۰$

در رابطه فوق E^2 برحسب مجذور ولت (V^2) بر حسب متر مربع (m^2) می‌باشد و $S= ۳۷/۷ \ H^2$

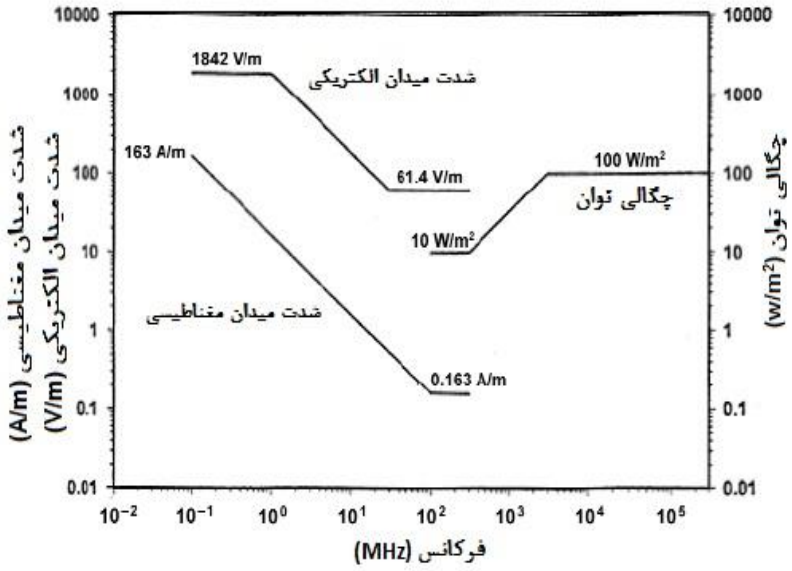
در رابطه فوق H^2 برحسب مجذور آمپر (A^2) برحسب متر مربع (m^2) می‌باشد.

د- در مواردی که پرتوگیری از نوع پرتوهای RF پالسی در مدت کمتر از ۱۰۰ msec در گستره فرکانس‌های ۰/۱ تا ۳۰۰ گیگا هرتز باشد، حداکثر مواجهه شغلی مجاز با میدان الکتریکی لحظه ای ۱۰۰ کیلو ولت بر متر است. برای پالس‌هایی که بیش از ۱۰۰ msec تداوم دارند، محاسبه متوسط زمانی معمول بکار می‌رود. مقادیر مزبور به عنوان راهنما جهت ارزیابی و کنترل پرتوگیری امواج رادیوفرکانس و ماکروویو بکار می‌رود و نباید به عنوان مرز قطعی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردند.

شکل ۸ – نمودار حد مجاز مواجهه شغلی امواج مایکروویو و رادیو فرکانسی

(برای جذب ویژه تمام بدن کمتر از ۰/۴ W/kg)

۱ - Near – field exposure



توجه

۱- چنانچه شاغلین به طور مستمر در مواجهه با مقادیری تا حد مجاز شغلی عنوان شده قرار گیرند، آثار نامطلوب بر سلامت آنان ظاهر نگردد. معهذا هنگامی که می‌توان با روشهای ساده مانع پرتوگیری گردید، باید از مواجهه‌های غیر ضروری افراد با پرتوهای رادیوفرکانس در مقادیری بیش از حد مجاز شغلی تدوین شده، اجتناب گردد.

۲- برای میدانهای مختلط یا با باند پهن که از فرکانس‌های مختلف تشکیل شده‌اند و در هر فرکانس مقدار مشخصی از حد مجاز شغلی عنوان گردیده، باید مواجهه شغلی به طور جداگانه (برحسب E^2،H^2 یا چگالی توان) در دامنه فرکانس معین در نظر گرفته شود و حاصل جمع کلیه حدود مجاز مذکور نباید از واحد تجاوز نماید.

به همین روش برای شدت جریان‌هایی که به صورت مختلط یا با باند پهن در فرکانس‌های مختلف ایجاد شده‌اند، مقادیر حد مجاز شغلی در محدوده جداگانه شدت جریان‌های ایجاد شده (برحسب I^2) در هر دامنه فرکانس معین در نظر گرفته می‌شوند و نباید حاصل جمع آنها از واحد تجاوز نماید.

۳- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی جدول ۹ به مقادیری اشاره دارد که در فرکانس‌های کمتر از ۳ GHz در طی هر ۶ دقیقه (۰/۱ ساعت) و برای فرکانس‌های بالاتر یعنی در ۳۰۰ GHz در مدت زمانی کمتر یعنی تا ۱۰ ثانیه تعیین شده‌اند.

۴- در فرکانس‌های بین ۰/۱ GHz تا ۳GHz، مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای شدت میدان‌های الکترومغناطیسی با رعایت شرایط زیر قابل افزایش است:

الف- شرایط پرتوگیری با استفاده از روش‌های مناسب قابل کنترل باشد به طوری که متوسط پرتوگیری کل بدن یعنی SAR_s کمتر از ۰/۴ W/kg بوده و به طور متوسط مقادیر قله SAR از ۱۰ W/kg به ازاء هر یک گرم بافت (به صورت حجم بافت در شکل مکعب تعریف شده است) تجاوز ننماید. به غیر از دست، مچ دست، پا و مچ پا مقادیر قله SAR از ۲۰ W/kg به ازاء هر ۱۰ گرفت بافت (که به صورت حجم بافت در شکل مکعب تعریف شده است) می تواند تجاوز نماید. میانگین SAR_s در طی هر ۶ دقیقه محاسبه گردیده است.

ب- جریان‌های القایی به بدن را باید با مقادیر جدول ۹ مطابقت داد.

۵- در فرکانس‌های بیش از ۳ GHz تحت شرایطی که قسمتی از بدن پرتوگیری می نماید، افزایش مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مجاز می‌باشد.

۶- اندازه‌گیری شدت میدانRF به عوامل متعددی بستگی دارد که شامل ابعاد Prob و فاصله منبع از Prob می‌باشد و روش‌های اندازه‌گیری باید از توصیه‌های اعلام شده در IEEE C۹۵,۳ سال ۲۰۰۲ تبعیت نماید.

۷- در مواردی که قله چگالی میدان الکتریکی ۱۰۰ KV/m می‌باشد از هرگونه مواجهه باید اجتناب نمود.

۸- امواج با پهنای باند فرکانسی زیاد UVB کاربرد های جدیدی برای تصویر برداری، ارتباطات بدون سیم (صوت، داده و تصویر)، برچسب‌های شناسایی و سیستم های امنیتی پیدا نموده است. سیگنال‌های این امواج شامل پالسهای کوتاه (معمولاً کمتر از ۱۰ نانو ثانیه) و افزایش سریع زمانی(کمتر از ۲۰۰ پیکو ثانیه)هستند که منجر به ایجاد باند خیلی پهن می‌گردد. برای پالس‌های UWB، میزان جذب ویژه برحسب وات برکیلوگرم بافت به صورت زیر بیان می‌شود.

$$SAR=S\times PW\times PRF\times ۰,۰۲۵$$

در رابطه فوق به ترتیب: S:چگالی توان معادل موج تخت $W/m^۲$، P: پهنای مؤثر باند S، PRF: فرکانس تکرار پالس $s^{-۱}$، ۰,۰۲۵: حداکثر جذب ویژه تصحیح شده W/kg بر $W/m^۲$ سطح بدن در مواجهه با موج رادیو فرکانسی ۷۰ مگاهرتز می‌باشد.

محدودیت های مواجهه

۱- مواجهه با موج UWB بیشتر از ٦ دقیقه:

میزان جذب ویژه محدود به ۰/۴ وات برکیلوگرم برای میانگین زمانی ۶ دقیقه ای متناسب با سطح جذب ویژه ۱۴۴ J/Kg برای ۶ دقیقه می‌گردد. فرکانس تکرار پالس مجاز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$PRF(s^{-1}) = \frac{144\ J/Kg}{(SA\ \ in\ \ J/Kg\ \ \ per\ \ \ pulse)(360s)}$$

۲- در مواجهه با موج UWB کمتراز ٦ دقیقه:

این فرضیه حفاظتی ارائه شده است که مدت زمان مجاز مواجهه ET با عکس مربعات جذب ویژه متناسب است. مدت زمان مجاز مواجهه ممکن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$ET = \frac{0.4W/Kg \times 144\ J/Kg}{(SAR)^2} = \frac{57.6}{(SAR)^2}$$

نکاتی در مورد روش اندازه گیری امواج مایکروویو و رادیوفرکانسی

۱) اولین اقدام در فرایند اندازه‌گیری امواج، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه افراد است. بدین منظور می بایست مشخصات فنی منابع و همچنین مشخصات امواج انتشار یافته از منابع به ویژه از لحاظ فرکانسی، ساعات مواجهه افراد، تعداد افراد در معرض و محل های تردد و ایستگاه‌های کاری مشخص گردیده و در داخل برگه‌های مخصوص ثبت گردد.

۲) جهت تعیین میزان مواجهه می‌توان شدت مؤثر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی را اندازه‌گیری کرد. در حالتی که ارتباط بین شدت‌های میدان الکتریکی و مغناطیسی مشخص است مثل محدوده میدان دور، دانسیته توان تابشی نیز می‌تواند بر اساس داشتن مقادیر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی به صورت خودکار توسط دستگاه و یا به صورت دستی محاسبه شود.

۳) دستگاههای اندازه‌گیری معمولاً شامل آنتن دریافت‌کننده، آشکارساز، یک تقویت‌کننده و نمایشگر می‌باشد. آنتن و آشکار ساز به صورت کلی پروب یا جستجوگر نامیده می‌شود. آشکار ساز دستگاه معمولاً یک ترموکوپل یا جریان دیودی است. پروب دستگاه معمولاً بر اساس مدل آن به صورت جداگانه می‌تواند اختصاصاً جهت اندازه‌گیری میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی بکار رود. پهنای فرکانسی که در آن پروب ها قابلیت اندازه‌گیری دارند، نیز با توجه به مشخصات منبع انتشار امواج دارای اهمیت زیادی است.

۴) اغلب پروبهای دستگاههای اندازه‌گیری به صورت تمام جهت هستند تا پاسخی صحیح که نحوه و جهت نگهداری پروب دستگاه اندازه‌گیری تأثیری در آن نداشته باشد، ایجاد نمایند. در صورتی که از آنتن تمام جهت استفاده نشود آنتن را جهت دار (directional) گویند. بنابراین می بایست در زمان اندازه‌گیری، جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را تعیین و سپس متناسب با جهت میدان‌های منبع، جهت نگهداری آنتن تعیین گردد.

۵) اندازه‌گیری میدان‌های رادیوفرکانسی معمولاً می‌بایست در ایستگاه کاری و محل کارگر انجام گیرد. توصیه می‌شود میانگین فضایی شدت امواج در اطراف سطح بدن کارگر تعیین گردد. بنابراین لازم است پروب دستگاه اندازه‌گیری در سطح زمین نگاه داشته شود و با فواصل عمودی ۲۵ سانتی متری در راستای بدن بالا آورده شود و در هر فاصله نتایج قرائت گردند.

حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با پرتو فرابنفش (UV) در ناحیه طیفی بین ۱۸۰ و ۴۰۰ نانومتر نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط شاغلین ممکن است به طور مکرر پرتوگیری نمایند بدون آنکه اثرات زیان‌آوری نظیر اریتما (سرخی پوست) و Photokeratitis[1] بر سلامتی آنان عارض شود. این مقادیر برای پرتوگیری چشم یا پوست از منابع تابشی ملتهب، فلورسنت، تخلیه بخار و گاز، قوس‌های جوشکاری و تابش خورشیدی کاربرد دارد، ولی برای لیزرهای تابش‌کننده فرا بنفش مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (به حد مجاز شغلی برای لیزرها مراجعه شود). مقادیر تعیین شده برای افراد حساس به نور که پرتوگیری فرا بنفش دارند و یا افرادی که همراه با پرتوگیری در مواجهه با عوامل حساس‌کننده به نور قرار گرفته‌اند کاربرد ندارد (به تذکر شماره ۳ توجه شود). مقادیر پرتوگیری تعیین شده برای چشمان افراد بدون عدسی[2] استفاده نمی‌شود (به حدود مجاز مواجهه شغلی روشنایی و پرتوهای فرو سرخ نزدیک مراجعه شود).

مقادیر مذکور به عنوان راهنمایی جهت کنترل پرتوگیری از منابع تابشی پیوسته که طول زمان پرتوگیری بیش از ۰/۱ ثانیه است مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقادیر تعیین شده به منزله راهنما جهت کنترل پرتوگیری از منابع تابش فرا بنفش باید به کار رود ولی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی گردد.

---

[1] - التهاب قرنیه چشم در مواجهه با پرتو فرابنفش

[2] - Aphakics

مقادیر توصیه شده

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوگیری شغلی از تابش فرا بنفش که برچشم یا پوست می‌تابد در حالیکه مقادیر چگالی شارتابشی (تابندگی)[1] معلوم بوده و زمان پرتوگیری نیز کنترل شده است به ترتیب زیر می‌باشد:

بخش اول– منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش (۱۸۰ الی۴۰۰ نانومتر) –خطرآسیب قرنیه چشم

الف: در شرایط اندازه‌گیری چگالی شار تابشی طیفی

اولین مرحله در ارزیابی منابع اشعه فرا بنفش تعیین تابیدگی مؤثر آنها است. برای تعیین چگالی شار تابشی مؤثر با درنظر گرفتن منحنی اثربخشی طیفی (۲۷۰ نانومتر) از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$E_{eff} = \sum E_{\lambda} S_{(\lambda)} \Delta_{\lambda}$$

در این رابطه، E_{eff} چگالی شار تابشی مؤثر مربوط به منبع تک رنگی با طول موج ۲۷۰ nm برحسب W/cm^2 ، E_{λ} چگالی شار تابشی طیفی با طول موج λ بر حسب $W/(cm^2.nm)$ ، $S_{(\lambda)}$ اثربخشی طیفی نسبی (بدون واحد) و Δ_{λ} پهنای باند بر حسب نانومتر است.

در عمل چگالی شار تابشی مؤثر می‌تواند به صورت مستقیم با استفاده از رادیومتر اشعه فرابنفش با لحاظ نمودن اثر بخشی طیفی اندازه‌گیری گردد. میزان مواجهه مجاز روزانه با اشعه فرابنفش بر مبنای تابیدگی مؤثر برابر با j/cm^2 ۰/۰۰۳ است که بر این اساس حداکثر زمان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر به دست می آید:

$$t_{\max} = 0.003 / E_{eff}$$

در رابطه فوق، t_{max} حداکثر زمان پرتوگیری مجاز برحسب ثانیه و E_{eff} تابیدگی مؤثر نسبت به یک منبع تک رنگ در طول موج ۲۷۰ nm برحسب W/cm^2 است.

جدول ۱۰ بیان‌کننده حد مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش بر مبنای طول موج و اثربخشی طیفی نسبی آنها می‌باشد. جدول۱۱مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک را بر حسب تابندگی مؤثر نشان می‌دهد.

[1] - Irradiance

جدول ۱۰- حد مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش و اثربخشی طیفی نسبی

*طول موج (nm)	حد مجاز مواجهه شغلی		اثربخشی طیفی نسبی S(λ)
	Δ(j/m^2)	Δ(mj/cm^2)	
۱۸۰	۲۵۰۰	۲۵۰	۰/۰۱۲
۱۹۰	۱۶۰۰	۱۶۰	۰/۰۱۹
۲۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰	۰/۰۳۰
۲۰۵	۵۹۰	۵۹	۰/۰۵۱
۲۱۰	۴۰۰	۴۰	۰/۰۷۵
۲۱۵	۳۲۰	۳۲	۰/۰۹۵
۲۲۰	۲۵۰	۲۵	۰/۱۲۰
۲۲۵	۲۰۰	۲۰	۰/۱۵۰
۲۳۰	۱۶۰	۱۶	۰/۱۹۰
۲۳۵	۱۳۰	۱۳	۰/۲۴۰
۲۴۰	۱۰۰	۱۰	۰/۳۰۰
۲۴۵	۸۳	۸/۳	۰/۳۶۰
۲۵۰	۷۰	۷/۰	۰/۴۳۰
**۲۵۴	۶۰	۶/۰	۰/۵۰۰
۲۵۵	۵۸	۵/۸	۰/۵۲۰
۲۶۰	۴۶	۴/۶	۰/۶۵۰
۲۶۵	۳۷	۳/۷	۰/۸۱۰
۲۷۰	۳۰	۳/۰	۱/۰۰۰
۲۷۵	۳۱	۳/۱	۰/۹۶۰
**۲۸۰	۳۴	۳/۴	۰/۸۸۰
۲۸۵	۳۹	۳/۹	۰/۷۷۰
۲۹۰	۴۷	۴/۷	۰/۶۴۰
۲۹۵	۵۶	۵/۶	۰/۵۴۰
**۲۹۷	۶۵	۶/۵	۰/۴۶۰
۳۰۰	۱۰۰	۱۰	۰/۳۰۰
**۳۰۳	۲۵۰	۲۵	۰/۱۲۰
۳۰۵	۵۰۰	۵۰	۰/۰۶۰
۳۰۸	۱۲۰۰	۱۲۰	۰/۰۲۶
۳۱۰	۲۰۰۰	۲۰۰	۰/۰۱۵
**۳۱۳	۵۰۰۰	۵۰۰	۰/۰۰۶

*طول موج (nm)	حد مجاز مواجهه شغلی $(j/m^2)\Delta$	حد مجاز مواجهه شغلی $(mj/cm^2)\Delta$	اثربخشی طیفی نسبی $S(\lambda)$
۳۱۵	۱/۰ ×۱۰^{۴}	۱/۰ ×۱۰^{۳}	۰/۰۰۳
۳۱۶	۱/۳×۱۰^{۴}	۱/۳×۱۰^{۳}	۰/۰۰۲۴
۳۱۷	۱/۵×۱۰^{۴}	۱/۵×۱۰^{۳}	۰/۰۰۲۰
۳۱۸	۱/۹ ×۱۰^{۴}	۱/۹ ×۱۰^{۳}	۰/۰۰۱۶
۳۱۹	۲/۵ ×۱۰^{۴}	۲/۵ ×۱۰^{۳}	۰/۰۰۱۲
۳۲۰	۲/۹×۱۰^{۴}	۲/۹×۱۰^{۳}	۰/۰۰۱۰
۳۲۲	۴/۵×۱۰^{۴}	۴/۵×۱۰^{۳}	۰/۰۰۰۶۷
۳۲۳	۵/۶×۱۰^{۴}	۵/۶×۱۰^{۳}	۰/۰۰۰۵۴
۳۲۵	۶/۰×۱۰^{۴}	۶/۰×۱۰^{۳}	۰/۰۰۰۵۰
۳۲۸	۶/۸×۱۰^{۴}	۶/۸×۱۰^{۳}	۰/۰۰۰۴۴
۳۳۰	۷/۳×۱۰^{۴}	۷/۳×۱۰^{۳}	۰/۰۰۰۴۱
۳۳۳	۸/۱×۱۰^{۴}	۸/۱×۱۰^{۳}	۰/۰۰۰۳۷
۳۳۵	۸/۸×۱۰^{۴}	۸/۸×۱۰^{۳}	۰/۰۰۰۳۴
۳۴۰	۱/۱ ×۱۰^{۵}	۱/۱ ×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۲۸
۳۴۵	۱/۳×۱۰^{۵}	۱/۳×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۲۴
۳۵۰	۱/۵×۱۰^{۵}	۱/۵×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۲۰
۳۵۵	۱/۹ ×۱۰^{۵}	۱/۹ ×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۱۶
۳۶۰	۲/۳ ×۱۰^{۵}	۲/۳ ×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۱۳
**۳۶۵	۲/۷×۱۰^{۵}	۲/۷×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۱۱
۳۷۰	۳/۲×۱۰^{۵}	۳/۲×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۰۹۳
۳۷۵	۳/۹×۱۰^{۵}	۳/۹×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۰۷۷
۳۸۰	۴/۷×۱۰^{۵}	۴/۷×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۰۶۴
۳۸۵	۵/۷×۱۰^{۴}	۵/۷×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۰۵۳
۳۹۰	۶/۸×۱۰^{۵}	۶/۸×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۰۴۴
۳۹۵	۸/۳×۱۰^{۵}	۸/۳×۱۰^{۴}	۰/۰۰۰۰۳۶
۴۰۰	۱/۰×۱۰^{۶}	۱/۰×۱۰^{۵}	۰/۰۰۰۰۳۰

* طول موجهای انتخابی، برای سایر طول موجها باید آنترپوله انجام شود.

** خطوط انتشار طیف بخار جیوه

$$۱\ mJ/cm^2 = ۱۰\ J/m^2\ \Delta$$

جدول۱۱- مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک بر حسب تابندگی مؤثر

طول زمان پرتو گیری در روز	تابندگی مؤثر Eeff ($\mu W/cm^2$)
۸ ساعت	۰/۱
۴ ساعت	۲/۰
۲ ساعت	۰/۴
۱ ساعت	۰/۸
۳۰ دقیقه	۱/۷
۱۵ دقیقه	۳/۳
۱۰ دقیقه	۵
۵ دقیقه	۱۰
۱ دقیقه	۵۰
۳۰ ثانیه	۱۰۰
۱۰ ثانیه	۳۰۰
۱ ثانیه	۳۰۰۰
۰/۵ ثانیه	۶۰۰۰
۰/۱ ثانیه	۳۰۰۰۰

ب: در شرایط اندازه‌گیری چگالی شار تابشی در سه طیف اصلی

در صورت عدم وجود نتایج اندازه‌گیری چگالی شار تابشی طیفی با دراختیار داشتن نتایج چگالی شار تابشی در هر طیف A،B یا C نیز به طور جایگزین می‌توان از حدود زیر مندرج در جداول ۱۲ و ۱۳ استفاده نمود. این حدود از مقادیر ارائه شده در جداول ۱۰ و ۱۱ استخراج گردیده است.

جدول ۱۲ – حد مجاز مواجهه شغلی پرتوهای فرابنفش در طیف های مختلف

نوع پرتو	j/m^2	mj/cm^2
UVA	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰
UVB	۱۰	۱
UVC	۴	۰/۴

جدول ۱۳ – مدت مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای UV در طیف‌های مختلف

طول زمان پرتوگیری در روز	UVA(μW/cm^2)	UVB(μW/cm^2)	UVC(μW/cm^2)
۸ ساعت	۱۰۴/۱۶۶۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۴
۴ ساعت	۲۰۸/۳۳۳۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲۸
۲ ساعت	۴۱۶/۶۶۶۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۵۶
۱ ساعت	۸۳۳/۳۳۳۳	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۱
۳۰ دقیقه	۱۶۶۶/۶۶۷	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۲
۱۵ دقیقه	۳۳۳۳/۳۳۳	۰/۰۱	۰/۰۰۴
۱۰ دقیقه	۵۰۰۰۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶۷
۵ دقیقه	۱۰۰۰۰	۰/۰۳	۰/۰۱۳
۱ دقیقه	۵۰۰۰۰	۰/۱۶۷	۰/۰۶۷
۳۰ ثانیه	۱۰۰۰۰۰	۰/۳۳	۰/۰۱۳
۱۰ ثانیه	۳۰۰۰۰۰	۱	۰/۴
۱ ثانیه	۳۰۰۰۰۰۰	۱۰	۴
۰/۵ ثانیه	۶۰۰۰۰۰۰	۲۰	۸
۰/۱ ثانیه	۳۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰	۴۰

بخش دوم– منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش طیف A (۳۱۵ الی۴۰۰ نانومتر)

خطر آسیب شبکیه و عدسی چشم

پرتوگیری چشم بدون حفاظ از پرتوهای فرا بنفش در این طیف نباید از مقادیر ذیل فراتر رود:

الف ـ دوز جذب شده ۱ j/cm^2 برای مدت پرتوگیری کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه

ب ـ چگالی شار تابشی مؤثر ۱ mW/cm^2 برای مدت پرتوگیری ۱۰۰۰ ثانیه و بیشتر از آن

بخش سوم – منبع با پهنای فرکانسی باریک

منابع با پهنای باند باریک معمولاً حاوی یک طول موج یا پهنای باریکی از طول موج ها هستند که حد مجاز آن از جداول فوق‌الذکر قابل تعیین است.

تذکرات

۱- احتمال بروز سرطان پوست بستگی به عوامل مختلفی از قبیل رنگدانه پوست، سابقه تاول‌های پوستی ناشی از آفتاب سوختگی و دوز تجمعی پرتو فرا بنفش دارد.

۲- کارگرانی که در محیط باز و در مناطقی با عرض جغرافیائی کمتر از ۴۰ ± درجه کار می‌نمایند، می‌توانند در ایام تابستانی در حوالی ظهر درحد ۵ دقیقه در مدت کوتاهی پرتوگیری بیش از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی داشته باشند.

۳- مواجهه با پرتوهای فرا بنفش همزمان با مواجهه عمدی و غیرعمدی با مواد شیمیایی مختلف از جمله برخی از داروها ممکن است منجر به ارتیم پوستی گردد. در صورتی که کارگر هنگامی که در معرض دوز UV به مقدار کمتر از حد مواجهه شغلی قرار می‌گیرد و واکنش پوستی نشان می‌دهد و این واکنش را قبلاًنشان نداده است، حساسیت بیش از حد وی باید مورد توجه قرار گیرد، در بین صدها عاملی که می‌تواند حساسیت شدید به پرتو UV ایجاد کند می‌توان برخی از گیاهان و مواد شیمیایی نظیر برخی آنتی‌بیوتیکها (مانند تتراسیکلین، سولفاتیازول) و برخی آرام بخش‌ها (مانند ایمی‌پرامین)، برخی از داروهای مدر، مواد آرایشی، داروهای بیماری‌های روانی، مشتقات قطران، برخی از رنگ‌ها و ذغال سنگ (Lime Oil) را نام برد.

۴- اُزن در اثر تابش فرا بنفش با طول موج کمتر از ۲۵۰ نانومتر در هوا تولید می‌شود. به مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی اُزن در قسمت مواد شیمیایی مراجعه کنید.

حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR)

با توجه به گستردگی پرتوگیری فرو سرخ شاغلین و احتمال صدمات چشمی، در این مبحث حدود مجاز مواجهه برای پیشگیری از صدمات به شرح زیر مورد توافق قرار گرفته است:

الف- حفاظت قرنیه و عدسی: برای اجتناب از صدمات قرنیه و اثرات احتمالی بر عدسی چشم (بیماری آب مروارید) پرتوگیری از اشعه فرو سرخ ($۷۷۰nm < \lambda < ۳\mu m$) در محیط‌های خیلی گرم در مدت زمان‌های طولانی (۱۰۰۰ ثانیه و بالاتر) باید به $۱۰\ mW/cm^۲$ محدود شود و برای پرتوگیری‌های در مدت زمان کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_\lambda . \Delta\lambda \le 1.8t^{-0.75}\ W/cm^۲$$

برای پرتوگیری‌های در مدت زمان بیشتر از ۱۰۰۰ ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_\lambda . \Delta\lambda \le 0.01\ W/cm^۲$$

ب- حفاظت شبکیه: برای لامپ حرارتی فرو سرخ یا هر منبع فرو سرخ نزدیک (near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد (با درخشندگی کمتر از 10^{-2} cd/m^2)، مقدار تابش IR-A یا فرو سرخ نزدیک ($770nm < \lambda < 1400nm$) که به چشم می‌رسد در محدوده رابطه زیر برای مدت زمان مواجهه کمتر از ۸۱۰ ثانیه قابل قبول است.

$$\sum_{770}^{1400} L_\lambda . R\lambda . \Delta\lambda \le \frac{3.2}{\alpha \times t^{.0.25}}$$

این حد براساس قطر مردمک ۷ mm تعیین شده است (در صورتی که به دلیل فقدان نور کافی مردمک تا این اندازه باز نمی‌شود) و آشکار ساز زاویه میدان دید ۱۱ mrad داشته باشد. برای مدت زمان مواجهه بیشتر از ۸۱۰ ثانیه رابطه زیر برقرار است.

$$\sum_{770}^{1400} L_\lambda . R\lambda . \Delta\lambda \le \frac{6}{\alpha}$$

برای منبع دایره ای شکل مثل لامپ های روشنایی α برحسب رادیان، قطرلامپ تقسیم بر فاصله تا چشم دریافت‌کننده است. برای منابع مستطیل شکل α ،میانگین بزرگترین وکوچکترین بعد منبع تقسیم بر فاصله تا چشم دریافت کننده است.

$$\alpha(rad) \le \frac{l+w}{2r}$$

حد مجاز مواجهه شغلی لیزر[۱]

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی در برابر پرتو لیزر به شرایطی اشاره دارد که چنانچه کلیه مشاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، آثار نامطلوب مشهودی بر سلامت آنان ایجاد نگردد. مقادیر مزبور به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه افراد با پرتوهای مذکور بکار می‌روند و نباید به عنوان مرز قطعی بین حد ایمن و حد خطر تلقی گردند. حدود مواجهه شغلی براساس کاملترین اطلاعات بدست آمده از مطالعات تجربی تعیین گردیده است. در عمل خطرات چشمی و پوستی ناشی از لیزر را می‌توان با بکارگیری تمهیدات کنترلی، متناسب با نوع لیزر مهار نمود.

۱ - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER)

گروه بندی لیزرها

شرکت سازنده‌غالباً به منبع مولد لیزر برچسبی الصاق می‌نماید که طبقه خطر آنها را مشخص می‌کند. معمولاً لازم نیست تابندگی لیزر یا مواجهه تابشی آن برای مقایسه با حدود مواجهه شغلی برآورد گردد. پتانسیل مواجهه‌های خطرناک را می‌توان با بکارگیری تمهیدات کنترلی متناسب با طبقه خطر لیزر به حداقل رسانید. تمهیدات کنترلی بر تمام طبقات لیزرها بجز طبقهٔ "یک" قابل اعمال است. این تمهیدات و سایر اطلاعات ایمنی لیزر را می‌توان در نشریه ACGIH تحت عنوان A Guide Control For of Laser Hazards و نشریات سری ANSI- Z-۱۳۶(۲۰۰۷) که توسط انستیتوی لیزر آمریکا منتشر شده است یافت.

روزنه محدود[۱]

در این بخش برای مقایسه با حدود مجاز مواجهه شغلی، میانگین تابندگی دسته پرتوهای لیزر یا زمان پرتودهی تمام روزنه محدود در ناحیه طیفی و زمان مواجهه مناسب برآورد می‌شود. اگر قطر دسته پرتوهای لیزر کمتر از قطر روزنه محدود کننده باشد، تابندگی مؤثر دسته پرتوهای لیزر یا پرتودهی آن را می‌توان از طریق تقسیم توان دسته پرتوهای لیزر یا انرژی آن بر سطح روزنه محدود کننده به دست آورد. فهرست روزنه‌های محدود کننده در جدول ۱۴ آمده است.

اندازه منبع و ضریب تصحیح C_E

موارد زیر در طول موج‌های ناحیه خطر شبکیه یعنی ۴۰۰ الی ۱۴۰۰ نانومتر (nm) اعمال می‌شود. معمولاً لیزر منبع کوچکی در حد یک منبع نقطه‌ای است و شامل یک زاویه کمتر از α_{min} که برابر با ۱ میلی رادیان است، می‌باشد. با این وجود هر منبعی که زاویه α آن از α_{min}، که از چشم ناظر اندازه‌گیری می‌شود بزرگتر باشد، بعنوان یک منبع متوسط ($\alpha_{min} < \alpha < \alpha_{max}$) و یا منبع بزرگ ($\alpha > \alpha_{max}$) منظور می‌شود. برای مدت زمان پرتوگیری t، زاویه α_{max} به صورت زیر تعریف می‌شود:

مدت مواجهه	زاویه α max
برای $t \leq$ ۰/ ۶۲۵ ms	$a_{max} = ۵$ mrad
برای ۰/ ۶۲۵ ms< t <۰/۲۵s	$a_{max} = ۲۰۰ \times t^{۰/۵}$ mrad
برای $t \geq$ ۰/۲۵s	$a_{max} = ۱۰۰$ mrad
	$a_{min} = ۱/۵$ mrad

۱ - Limiting Apertares

چنانچه منبع مستطیل شکل است، α میانگین حسابی بلندترین طول و کوتاهترین بعد قابل مشاهده می‌باشد. برای منابع متوسط و بزرگ، حد مجاز مواجهه شغلی در جدول ۲ با ضریب تصحیح C_E که در قسمت "نکات" جدول ۲ آمده است، تعدیل می گردد.

جدول ۱۴- حدود شکافها برای تعیین حد مجاز مواجهه شغلی لیزر

گستره طیفی (نانومتر)	مدت مواجهه (ثانیه)	چشم (میلی متر)	پوست (میلی متر)
۱۸۰-۴۰۰	۱×۱۰^{-۹}-۰/۲۵	۱	۳/۵
۱۸۰-۴۰۰	۰/۲۵-۳۰×۱۰^{۳}	۳/۵	۳/۵
۴۰۰-۱۴۰۰	۱×۱۰^{-۱۳}-۰/۲۵	۷	۳/۵
۴۰۰-۱۴۰۰	۰/۲۵-۳۰×۱۰^{۳}	۷	۳/۵
۱۴۰۰-۱×۱۰^{۵}	۱×۱۰^{-۱۴}-۰/۲۵	۱	۳/۵
۱۴۰۰-۱×۱۰^{۵}	۰/۲۵ -۳۰×۱۰^{۳}	۳/۵	۳/۵
۱×۱۰^{۵}-۱×۱۰^{۶}	۱×۱۰^{-۱۴} -۳۰×۱۰^{۳}	۱۱	۱۱

ضرایب تصحیح C,B,A (C_A ,C_B و C_C)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوگیری چشم که در جدول ۱۵ ارائه شده است در تمام طول موجها کاربرد دارد. حد مجاز مواجهه شغلی با طول موج‌های بین ۷۰۰nm و ۱۰۴۹ nm با ضریب C_A افزایش می‌یابد (به دلیل کاهش جذب توسط ملانین که در نمودار شکل ۹ نشان داده شده است). در برخی موارد که فرد در معرض طول موج‌های بین ۴۰۰ و ۶۰۰ نانومتر قرار می‌گیرد (به دلیل کاهش حساسیت فتوشیمیایی در صدمات وارد به شبکیه چشم) ضریب تصحیح C_B باید بکار برده شود. ضریب تصحیح C_C در طول موج‌های ۱۱۵۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر بکار می‌رود که به دلیل جذب در عبور از محیط چشم قبل از رسیدن به شبکیه است. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول ۱۶ در ارتباط با پرتوگیری پوست از پرتوهای لیزر می‌باشد. مقادیر مزبور را می‌توان به نسبت ضریب C_A که در شکل ۹ نشان داده شده است برای طول موج‌های بین ۷۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر افزایش داد. برای سهولت در امر محاسبه زمان مواجهه مجاز که نیاز به محاسبه با توان‌های جزئی دارد نمودار شکلهای ۱۰تا ۱۴ را می‌توان بکار برد.

پرتوگیری پالسی مکرر[1] (RPE)

لیزرهای اسکن با موج پیوسته[2] (CW) و یا لیزرهای پالسی مکرر می‌توانند سبب پرتوگیری پالسی مکرر شوند. حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه‌کردن مستقیم به پرتو در طول موج‌های بین ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر و همچنین در پرتوگیری تک پالسی (پالسی با مدت زمان t) ارائه شده است و با استفاده از ضریب تصحیح که براساس تعداد پالس در هر پرتوگیری مشخص می‌گردد، تعدیل می‌شود. ابتدا تعداد پالسها (n) در یک پرتوگیری بر حسب Hz محاسبه می‌گردد. سپس این مقدار که فرکانس تکرار پالس نامیده می‌شود، در مدت زمان پرتوگیری ضریب می‌نماییم. معمولاً پرتوگیری در محدوده‌ای از ۰/۲۵ ثانیه برای منبع مرئی درخشان تا ۱۰ ثانیه برای منبع مادون قرمز اتفاق می‌افتد. حد مواجهه شغلی تصحیح شده برای هر پالس از رابطه زیر به دست می‌آید:

(حد مجاز مواجهه شغلی تک پالس) $(n^{-0/25})$ = حد مجاز مواجهه شغلی معادله (۱)

معادله فوق فقط در شرایط ایجاد صدمات حرارتی یعنی کلیه پرتوگیری‌های با طول موج بیش از ۷۰۰ نانومتر و برخی از پرتوگیری‌ها با طول موج‌های کوتاهتر کاربرد دارد. برای طول موج‌های مساوی یا کمتر از ۷۰۰ نانومتر حد مجاز تصحیح شده از معادله ۱ در صورتی استفاده می‌شود که متوسط تابندگی کمتر از حد مواجهه شغلی برای پرتوگیری مداوم باشد. در صورتی که مدت پرتوگیری بین ۱۰ ثانیه تا T_1[3] ثانیه باشد، متوسط تابندگی (یعنی پرتوگیری تجمعی کامل برای nt[4] بر حسب ثانیه) نباید از دوز مندرج در جدول ۱۵ تجاوز نمایند. توصیه می‌شود برای اطلاعات بیشتر به منبع زیر مراجعه نمایند:

A Guide For Control of Laser Hazards, ۴th Edition, ۱۹۹۰, Published by ACGH.

۱- Repetitively Palsed exposures

۲- Continuous Wave

۳- برای مقادیر T_1 به نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول ۲ مراجعه نمائید.

۴- nt = زمان هر پالس × تعداد پالس

جدول ۱۵: حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگیری مستقیم عدسی چشم
(نگاه مستقیم به پرتو) حاصل از پرتو لیزر

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
UVC	۱۸۰–۲۸۰*	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۳ $mj/cm^{۲}$
UVB	۲۸۰–۳۰۲	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۳ $mj/cm^{۲}$
	۳۰۳	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۴ $mj/cm^{۲}$
	۳۰۴	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۶ $mj/cm^{۲}$
	۳۰۵	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۱۰ $mj/cm^{۲}$
	۳۰۶	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۱۶ $mj/cm^{۲}$
	۳۰۷	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۲۵ $mj/cm^{۲}$
	۳۰۸	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۴۰ $mj/cm^{۲}$
	۳۰۹	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۶۳ $mj/cm^{۲}$
	۳۱۰	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۱۰۰ $mj/cm^{۲}$
	۳۱۱	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۱۶۰ $mj/cm^{۲}$
	۳۱۲	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۲۵۰ $mj/cm^{۲}$
	۳۱۳	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۴۰۰ $mj/cm^{۲}$
	۳۱۴	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۶۳۰ $mj/cm^{۲}$
UVA	۳۱۵ –۴۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا ۱۰	$۰/۵۶\ t^{۰/۲۵}$ $j/cm^{۲}$
	" ــ "	۱۰ تا $۱۰^{۳}$	۱/۰ $j/cm^{۲}$
	" ــ "	$۱۰^{۳}$ تا ۳×۱۰^{۴}	۱/۰ $mw/cm^{۲}$

این محدوده نباید از $۰/۵۶\ t^{۰/۲۵}$ $j/cm^{۲}$ در $t \leq ۱۰\ s$ تجاوز نماید

* اُزن $O_۳$ توسط منابع انتشار پرتو فرا بنفش (UV) در طول موج‌های کمتر از ۲۵۰ nm در هوا تولید می‌گردد، به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی- اُزن مراجعه شود.

جدول ۱۶: حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگیری مستقیم عدسی چشم
(نگاه مستقیم به درون پرتو) حاصل از پرتو لیزر

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
Light	۴۰۰–۷۰۰	$۱۰^{-۱۱}$ تا $۱۰^{-۱۵}$	۱۵×۱۰^{-۹} j/cm^۲
	۴۰۰–۷۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{-۱۱}$	$۲/۷\ t^{۰/۷۵}$ j/cm^۲
	۴۰۰–۷۰۰	۱۸×۱۰^{-۶} تا $۱۰^{-۹}$	۰/۵ µj/cm^۲
	۴۰۰–۷۰۰	۱۰ تا ۱۸×۱۰^{-۶}	$۱/۸\ t^{۰/۷۵}$ mj/cm^۲
	۴۰۰–۴۵۰	۱۰ تا ۱۰۰	۱۰ mj/cm^۲
	۴۵۰–۵۰۰	۱۰ تا $T_۱$	۱mw/cm^۲
	۴۵۰–۵۰۰	$T_۱$ تا ۱۰۰	۱۰ C_B mj /cm^۲
	۴۵۰–۵۰۰	۱۰۰ تا ۳۰۰۰۰	۰/۱ C_B mw /cm^۲
	۵۰۰–۷۰۰	۱۰۰ تا ۳۰۰۰۰	۱mw/cm^۲
IR-A	۷۰۰–۱۰۵۰	$۱۰^{-۱۱}$ تا $۱۰^{-۱۳}$	۱۵ $C_A\times۱۰^{-۹}$ j/cm^۲
	۷۰۰–۱۰۵۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{-۱۱}$	۲/۷ $C_A\cdot t^{۰/۷۵}$ j/cm^۲
	۷۰۰–۱۰۵۰	۱۸×۱۰^{-۶} تا $۱۰^{-۹}$	۰/۵ $C_A\cdot$µj/cm^۲
	۷۰۰–۱۰۵۰	۱۰ تا ۱۸×۱۰^{-۶}	۱/۸ $C_A t^{۰/۷۵}$ m j/cm^۲
	۷۰۰–۱۰۵۰	۱۰ تا ۳۰۰۰۰	$C_A\cdot$mw/cm^۲
	۱۰۵۰–۱۴۰۰	$۱۰^{-۱۱}$ تا $۱۰^{-۱۳}$	۱/۸ Cc $\times۱۰^{-۱})$µ j/cm^۲
	۱۰۵۰–۱۴۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{-۱۱}$	۲۷$C_C\times\ t^{۰/۷۵}$ j/cm^۲
	۱۰۵۰–۱۴۰۰	۵۰×۱۰^{-۶} تا $۱۰^{-۹}$	۵C_c µj/cm^۲
	۱۰۵۰–۱۴۰۰	۱۰تا ۵۰۰×۱۰^{-۶}	۹ $C_C\times\ t^{۰/۷۵}$ mj/cm^۲
	۱۰۵۰–۱۴۰۰	۱۰تا۳۰۰۰۰	۵C_c mw/cm^۲
IR-B & C	۱۴۰۱–۱۵۰۰	$۱۰^{-۳}$ تا $۱۰^{-۱۴}$	۰/۱ j/cm^۲
	۱۴۰۱–۱۵۰۰	۱۰تا $۱۰^{-۳}$	۰/۵۶ $t^{۰/۲۵}$j/cm^۲
	۱۵۰۱–۱۸۰۰	۱۰تا $۱۰^{-۱۴}$	۱/۰ j/cm^۲
	۱۸۰۱–۲۶۰۰	$۱۰^{-۳}$ تا $۱۰^{-۱۴}$	۰/۱ j/cm^۲
	۱۸۰۱–۲۶۰۰	۱۰تا $۱۰^{-۳}$	۰/۵۶ $t^{۰/۲۵}$ j/cm^۲
	۲۶۰۱–$۱۰^۶$	$۱۰^{-۷}$ تا $۱۰^{-۱۴}$	۱۰mj/cm^۲
	۲۶۰۱–$۱۰^۶$	۱۰تا $۱۰^{-۷}$	۰/۵۶ $t^{۰/۲۵}$ j/cm^۲

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
	$۱۴۰۰-۱۰^{۶}$	$۱۰ تا ۳\times۱۰^{۴}$	$۱۰۰ mw/cm^{۲}$

نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول ۱۶:

C_A = نمودار ۲؛ C_B=۱ به ازاء λ = ۴۰۰ – ۵۴۹ nm

$C_B = ۱۰^{[۰/۰۱۵(\lambda - ۵۵۰)]}$ به ازاء λ = ۵۵۰ – ۷۰۰ nm ؛ C_c = ۱ از ۷۰۰ تا ۱۱۵۰ نانومتر

$C_c = ۱۰^{[۰/۱۸۱(\lambda-۱۱۵۰)]}$ درطول موج‌های بزرگتر از ۱۱۵۰ نانومتر و کمتر از ۱۲۰۰ نانومتر

C_c = ۸ از ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر؛ $T_۱$ = ۱۰s به ازاء λ=۴۰۰–۴۵۰ nm

$T_۱ = ۱۰ \times ۱۰^{[۰/۰۲ (\lambda-۵۵۰)]}$ به ازای λ= ۴۵۰ – ۵۰۰nm

$T_۱$ = ۱۰s به ازاء λ=۵۰۰–۷۰۰ nm

برای چشمه‌های متوسط یا بزرگ (مثلاً شبکه‌های دیود لیزر) در طول موج‌های بین ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر حد مجاز شغلی پرتوگیری برای نگاه کردن مستقیم به پرتو را می‌توان با ضریب تصحیح (C_E) طبق

زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو	اندازه چشمه قابل تشخیص	ضریب تصحیح(C_E)
$\alpha \leq \alpha_{min}$	کوچک	C_E = **1**
$\alpha_{min} < \alpha \geq \alpha_{max}$	متوسط	$C_E = \alpha / \alpha_{min}$
$\alpha > \alpha_{max}$	بزرگ	C_E = ۳,۳۳, $t \geq$ ۰,۶۲۵ C_E = t, **2** < t < . **2**s C_E = , t > . **2**s

رابطه ذیل افزایش داد، مشروط بر آنکه زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو (اندازه‌گیری شده از فاصله چشم بیننده) بزرگتر از α_{min} باشد. مقدار (C_E) مطابق با جدول زیر با α متناسب است:

زاویه ۱۰۰ میلی رادیان را می‌توان α_{max} در نظر گرفته در نقطه‌ای که حد مجاز شغلی به عنوان رادیانس ثابت بیان شده باشد و معادله فوق بر حسب رادیانس L به صورت ذیل تبدیل گردد:

به ازاء t < ۰/۶۲۵ ms L_{AOE} برحسب $j(cm^{۲}\times Sr)$ = $(۳/۸۱ \times ۱۰^{۵})\times (AOE_{منبع\ pt})$

به ازاء ۰/۶۲۵ s < t < ۰/۲۵s L_{AOE} برحسب $j(cm^{۲}\times Sr)$ = $(۷/۶\times t^{۰/۵})$

به ازاء $t > ۱۰۰ s$ $L_{AOE} = ۴/۸$ برحسب $W (cm^{۲} \times Sr)$

جدول ۱۷- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگیری پوستی اشعه لیزر

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	مدت پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
UVA*	۱۸۰-۴۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{۴}$	مطابق جدول ۱۵
LIGHT&IR-A	۴۰۰-۱۴۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{-۷}$	$۲ C_A \times ۱۰^{-۲} j/cm^{۲}$
	۴۰۰-۱۴۰۰	۱۰ تا $۱۰^{-۷}$	$۱/۱ C_A (t^{۰/۲۵}) j/cm^{۲}$
	۴۰۰-۱۴۰۰	۱۰ تا ۳×۱۰^{۴}	$۰/۲ C_A W/cm^{۲}$
IR – B & C**	$۱۰^{۶}$-۱۴۰۱	۳×۱۰^{۴} تا $۱۰^{۹}$	مطابق جدول ۱۶

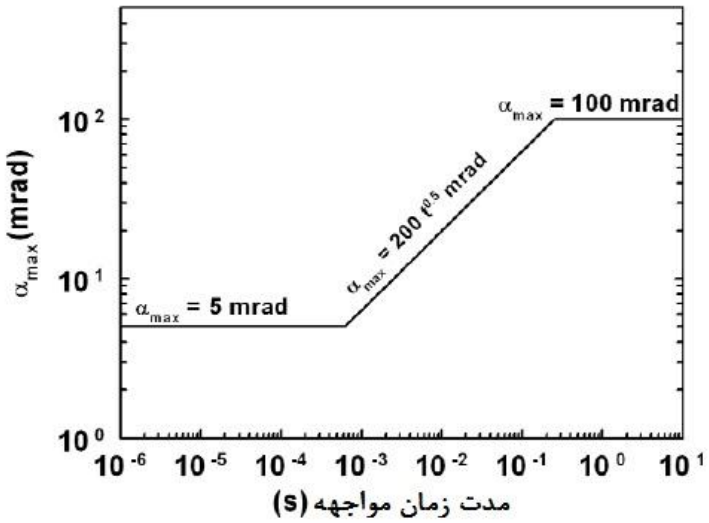
شکاف وسیله سنجش باید در فاصله ۱۰۰mm یا بیش از آن از منبع پرتو قرار گیرد. برای سطوح تابندگی بزرگ، میزان حد مجاز شغلی برای مواجهه پوست در زیر نویس جدول ۱۷ آمده است

* اُزن ($O_۳$) توسط منابع پرتو فرابنفش (UV) در طول موجهای کمتر از ۲۵۰mm در هوا تولید می‌گردد. به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی اُزن مراجعه شود.

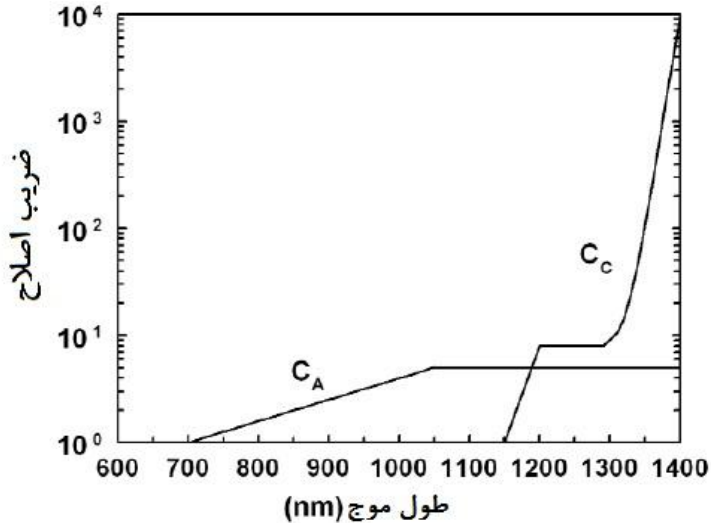
$C_A = ۱/۰$ به ازاء $\lambda = ۴۰۰-۷۰۰ nm$، برای $\lambda = ۷۰۰ - ۱۴۰۰ nm$ به نمودار ۱ مراجعه شود.

** در طول موج‌های بیش از ۱۴۰۰ nm، برای سطح مقطع پرتو به میزان بیش از ۱۰۰ سانتی متر مربع و مدت پرتوگیری بیش از ۱۰ ثانیه است، حد مواجهه شغلی از رابطه $OEL = (۱۰۰۰۰/A_۳) mw/cm^{۲}$ به دست می‌آید که $A_۳$ مساحت پوست پرتو گرفته از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سانتی متر مربع و OEL درصورتیکه مساحت پوست پرتو گرفته بیش از $۱۰۰۰ cm^{۲}$ باشد $۱۰ mw/cm^{۲}$ و در صورتی که مساحت پوست پرتو گرفته کمتر از ۱۰۰ باشد حد مجاز شغلی $۱۰۰ mw/cm^{۲}$ می‌باشد.

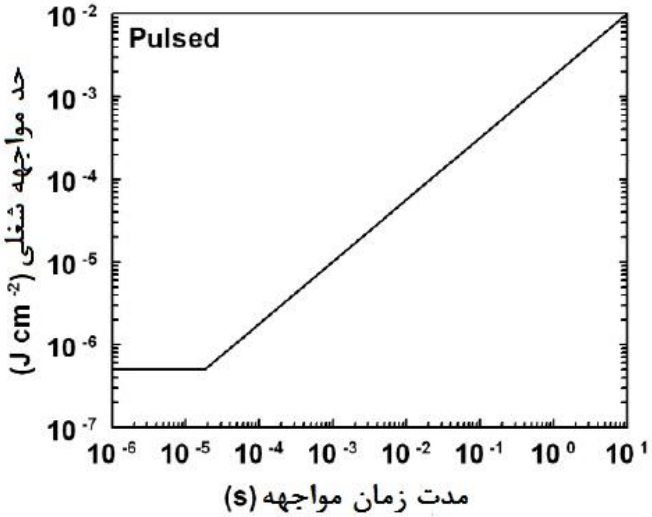
شکل ۹– تغییرات α_{max} بر مبنای مدت زمان مواجهه



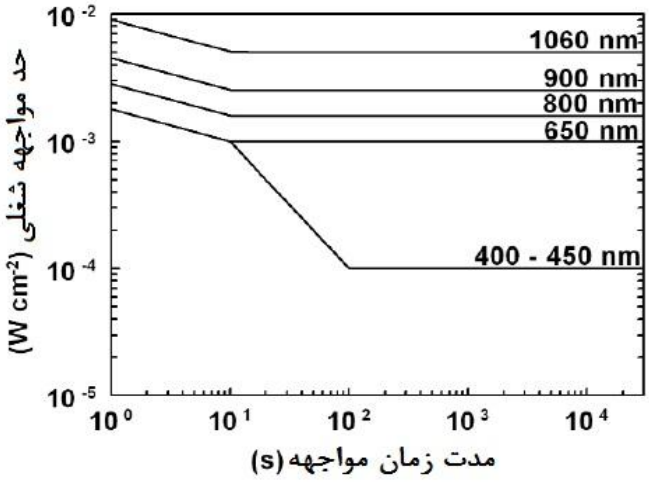
شکل ۱۰– ضریب تصحیح OEL در محدوده طول موج ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر



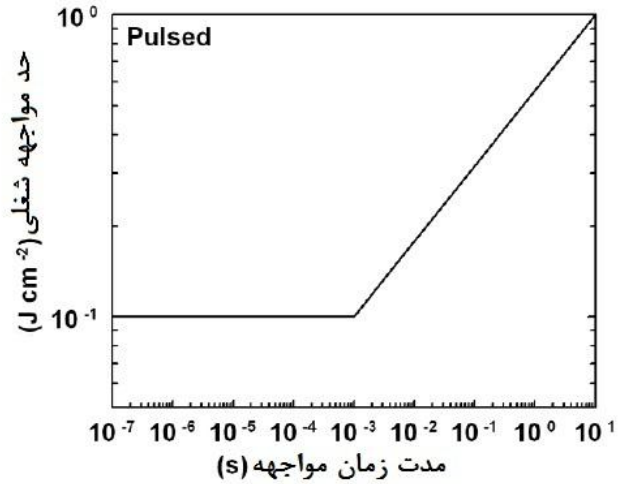
شکل ۱۱- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه گردن به طور مستقیم داخل لیزر در محدوده ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر



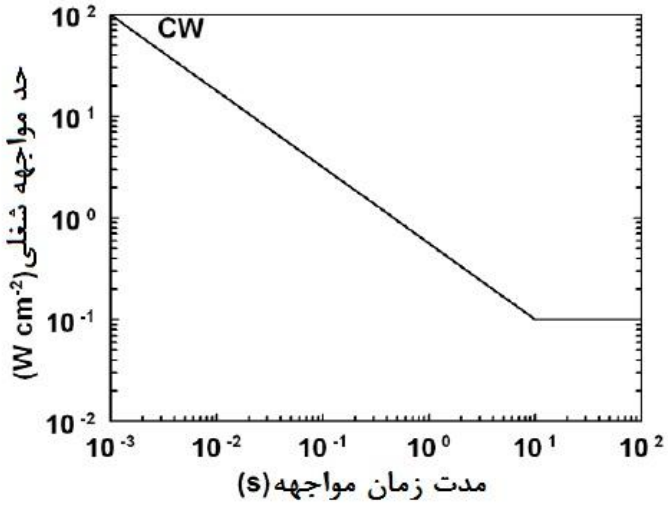
شکل ۱۲ - حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه گردن به طور مستقیم داخل لیزر نوع پیوسته در محدوده ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر



شکل ۱۳- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر برای پوست وچشم برای طول موج های بزرگتر از ۱/۴ میکرومتر



شکل۱۴- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر نوع پیوسته برای پوست وچشم برای طول موج های بزرگتر از ۱/۴ میکرومتر



روشنایی

کمیته تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی پس از مطالعه و بررسی مدارک موجود و نظر به سوابق جداول تفصیلی نسخه‌های قبلی کتابچه حد مجاز مواجهه شغلی با لحاظ اینکه تأمین روشنایی کافی و مطلوب از نقطه نظر ارگونومیک و ایمنی نیز حائز اهمیت بوده و می‌تواند از اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با روشنایی نیز پیشگیری نماید، به جای جداول قبلی از جداول فشرده جدید با تدوین و ارائه حدود توصیه شده (الزامی و هم ارزش با OEL) در جداول ۱۸ و ۱۹ ارقامی را برای تعیین میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی اماکن مختلف بر مبنای خصوصیات مکان و دقت مورد نیاز برای رؤیت واضح اشیاء و تصاویر به همراه شاخص یکدستی روشنایی و جدول ۲۰ برای محوطه ها و معابر آورده شده است. این مقادیر حداقل شدت روشنایی را در موارد ذکر شده تعیین نموده است. همچنین با توجه به نیاز برخی از مشاغل به تأمین روشنایی موضعی برای انجام کار راحت حدود توصیه شده شدت روشنایی موضعی مورد نیاز برای مشاغل مختلف در جدول ۱۹ آورده شده است.

شدت روشنایی مورد نیاز بر حسب لوکس (لومن بر متر مربع) انتخاب شده است. اندازه‌گیری مقادیر شدت روشنایی باید توسط دستگاه سنجش روشنایی با دقت ۰/۱ لوکس و به صورت کالیبره شده در ارتفاع سطح کار انجام شود. معیار تعیین ایستگاههای اندازه گیری روشنایی عمومی استفاده از روش الگویی مورد قبول انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالی IESNA[1] در ارتفاع عمومی سطح کار و محاسبات مربوط به آن می‌باشد. در اندازه‌گیری روشنایی موضعی باید حداقل سه ایستگاه در سطح کار(که یکی از آنها محدوده بیشترین زمان رؤیت باشد) مورد سنجش قرار گیرد و ارقام هیچ یک از آنها از حد توصیه شده جدول ۱۹ نباید کمتر باشد.

به همین صورت در جدول شماره ۲۰ حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی مورد نیاز برای معابر و محوطه‌های باز مختلف آورده شده است. معیار تعیین ایستگاههای اندازه گیری روشنایی عمومی در محوطه‌ها بر اساس معیار شبکه‌ای مورد قبول انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالی در سطح معابر و محوطه‌ها با رعایت شاخص یکدستی توزیع روشنایی می‌باشد.

روشنایی اضطراری که مربوط به زمانهای خاص نظیر قطع جریان برق اصلی، تعمیرات سامانه اصلی تأمین روشنایی و هنگام حوادث است باید به طور مجزا به گونه‌ای تأمین شده باشد که در هیچ محدوده‌ای از ۵۰ لوکس برای فعالیت موقت کمتر نباشد در مسیرهای عبور و محدوده های خروج اضطراری افراد شدت روشنایی در کف مکان مورد نظر از ۱۰ لوکس کمتر نباشد.

۱ - Illumination Engineering Society of North America

جدول ۱۸- حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی* مورد نیاز برای اماکن مختلف (Lx)

گروه مکان	خصوصیات مکان	دقت وضوح اشیاء و تصاویر	مثال	میانگین شدت روشنایی عمومی مورد نیاز Lx	شاخص یکدستی E_{min}/E_{av_g}
الف	مکانهایی با تردد محدود افراد	۱۰ سانتی متر	زیرزمین‌ها، راهروها، تونل‌های عبور و زیرگذرها	۱۰۰	۰/۶
ب	مکانهایی با توقف محدود افراد	۱۰ سانتی متر	انبارها و راه‌های خروج	۱۵۰	۰/۶
ج	کارهای غیر دقیق	۱۰ سانتی متر	بارگیری و تخلیه یا آماده سازی مواد اولیه تولید، کارهای عمومی ساختمان	۲۰۰	۰/۶
د	کارهای با دقت متوسط	۵ سانتی متر	کارهای خدماتی و تولیدی صنعتی، سالن‌های ورزشی عمومی، اماکن	۲۵۰	۰/۶
ه	کارهای دقیق	۵ میلی متر	کارهای اداری، آموزشی تحریری، بهداشتی درمانی، خط مونتاژ قطعات، چاپ، نساجی و پوشاک، اتاق کنترل	۳۰۰	۰/۶

* مبنای سنجش، ارتفاع عمومی سطح کار و براساس الگوهای شش گانه IESNA می‌باشد.

جدول۱۹- حدود توصیه شده شدت روشنایی موضعی مورد نیاز برای مشاغل مختلف (Lx)

گروه شغل	خصوصیات شغل	دقت وضوح اشیاء و تصاویر	مثال	شدت روشنایی موضعی مورد نیاز Lx
الف	کارهای معمول غیر دقیق	۵ سانتی متر	مشاغل تولیدی و تعمیرات عادی	۲۵۰
ب	کارهای نسبتاً دقیق	یک سانتی متر	مونتاژ قطعات مکانیکی، تعمیر تجهیزات مکانیکی	۲۷۰
ج	کارهای دقیق	۵ میلی متر	مشاغل اداری، تحریری یا تایپی، تعمیرات و مونتاژ تجهیزات الکتریکی	۳۰۰
د	کارهای خیلی دقیق	یک میلی متر	نقشه کشی، طراحی دقیق، مونتاژ یا تعمیر قطعات ریز، قالی بافی	۵۰۰
ه	کارهای فوق‌العاده دقیق	کمتر از یک میلی متر	جراحی	۵۰۰-۱۰۰۰۰

جدول۲۰- حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی مورد نیاز برای معابر و محوطه‌های باز مختلف (Lx)

خصوصیات مکان	مبنای سنجش	میانگین شدت روشنایی عمومی مورد نیاز Lx	شاخص یکدستی E_{min}/E_{av_g}
محوطه عمومی کارگاه‌های تولیدی و ساختمانی، توقفگاه‌ها، باراندازها	کف زمین	۵۰	۰/۳۳
راه‌های اصلی و شریانی	کف زمین	۲۰	۰/۳۳
راه‌های فرعی	کف زمین	۱۵	۰/۳۳
پیاده روها	کف زمین	۲۰	۰/۳۳
تونل‌های عبور سواره	کف زمین	۵۰	۰/۳۳

حدود مجاز مواجهه شغلی تنش‌های دمایی

الف– تنش گرمایی[۱]

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی استرس گرمایی که در جدول ۲۱ آمده است به شرایطی از استرس گرمایی اشاره دارد که که تحت آن شرایط، شاغلین می‌توانند به طور مکرر در با گرما مواجهه داشته باشند بدون آنکه اثرات سوء مشهودی در سلامت آنان ایجاد شود. مقادیر مذکور با شاخص دمای تر گوی‌سان[۲](WBGT) بر مبنای این فرض تعیین شده‌اند، که کلیه افراد با شرایط گرمایی محیط کار تطابق یافته و لباس مناسب (مثلاً شلوار و پیراهن سبک) بر تن داشته و به مقدار کافی آب و نمک استفاده نموده‌اند تا تحت شرایط کاری معین بدون افزایش دمای عمقی بدن از حد ۳۸ °C (۱۰۰/۴ °F) بتوانند کارایی مؤثری داشته باشند.

در صورتیکه برای حفاظت در برابر سایر عوامل زیان آور محیط کار استفاده از لباس حفاظت فردی خاص و وسایل حفاظت فردی دیگری لازم است استفاده شود، بایستی مقادیر شاخص محاسبه شده برای تعیین حد مجاز شغلی براساس مقادیر ذکر شده در جدول ۲۲ اصلاح گردد.

از آنجایی که اندازه‌گیری میزان دمای عمقی بدن برای پایش اضافه بار حرارتی وارد بر شاغلین غیر عملی است باید آن دسته از عوامل محیط که کاملاً با دمای عمقی و سایر واکنش‌های فیزیولوژیکی بدن در مقابل حرارت مرتبط هستند، اندازه‌گیری شوند. درحال حاضر شاخص WBGT ساده‌ترین و مناسب‌ترین معیار برای تعیین استرش گرمایی است که براساس معادلات زیر محاسبه می‌گردد:

۱) در فضای باز غیر مسقف $WBGT = ۰,۷t_{nw} + ۰,۲t_g + ۰,۱t_a$

۲) در فضای سرپوشیده یا فضای باز (سایه یا ابری) $WBGT = ۰,۷t_{nw} + ۰,۲t_g$

که در روابط فوق WBGT شاخص تر گوی‌سان با واحد درجه سانتی‌گراد، t_{nw} دمای تر طبیعی، t_g دمای گوی‌سان و t_a دمای خشک هوای محل کار می‌باشد. برای تعیین مقدار WBGT لازم است که از دماسنج گوی‌سان، دماسنج تر طبیعی و دماسنج خشک استفاده شود. اندازه‌گیری دمای تر طبیعی و خشک باید در سایه انجام شود. کار در محیط گرمتر از دمای ذکر شده در جدول ۲۱ وقتی مجاز است که این افراد تحت مراقبت‌های مرتب پزشکی قرار داشته و اثبات شود که قابلیت تحمل حرارت محیطی بیشتری نسبت به افراد عادی دارند.

---

۱ - Heat stress

۲ ـ Wet Bullb Globe Temperature

در صورتی که دمای عمقی بدن از (۱۰۰/۴ °F) ۳۸ °C فراتر رود باید از ادامه کار فرد ممانعت به‌عمل آید.

جدول ۲۱- حد مجاز مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی
با شاخص دمای ترگوی‌سان (WBGT)

مدت زمان کار	کار سبک		کار متوسط		کار سنگین		کار خیلی سنگین	
	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز
۷۵٪ الی ۱۰۰٪	۲۸	۳۱	۲۵	۲۸	–	–	–	–
۵۰٪ الی ۷۵٪	۲۸/۵	۳۱	۲۶	۲۹	۲۴	۲۷/۵	–	–
۲۵٪ الی ۵۰٪	۲۹/۵	۳۲	۲۷	۳۰	۲۵/۵	۲۹	۲۴/۵	۲۸
۰٪ الی ۲۵ ٪	۳۰	۳۲/۵	۲۹	۳۱/۵	۲۸/۰	۳۰/۵	۲۷	۳۰

نکات جدول ۲۱

۱) حد مراقبت (اقدام) در واقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می‌کند که درحدود توصیه شده برنامه‌های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی بکار گرفته شود.

۲) برای تعیین درجه بارکاری به جدول شماره ۲۳ و ۲۴مراجعه شود.

۳) مقادیر WBGT بر حسب درجه سانتیگراد می‌باشد و به نزدیکترین رقم نسبت به نیم درجه گرد شده است.

۴) محیط کار و استراحت یکسان فرض می‌شود. در صورتیکه شرایط جوی این دو محیط متفاوت است، متوسط وزنی زمانی (TWA) در طی یک ساعت محاسبه و بکار برده شود. و در صورتی که تفاوت درجه بارکاری در یک ساعت وجود دارد، برای تعیین درجه بارکاری نیز TWA می‌بایست استفاده شود.

۵) در صورتی که لباس کار سبک و تابستانی نباشد، مقدار مؤثر شاخص WBGT بعد از اصلاح اثر کلوی[۱] لباس می‌بایست در جدول با حد مجاز مقایسه گردد.

۱ - Clo Value

۶) مقادیر جدول ۲۱ براساس اسناد و مدارک بخش "رژیم کار- استراحت" که فرض بر ۸ ساعت کار روزانه و ۵ روز کاری در هفته با استراحت‌های مناسب می‌باشد تدوین گردیده است. در صورتی که ساعات کار بیش از معمول روزانه باشد به بخش "کاربرد حد آستانه مجاز" اسناد ACGIH مراجعه شود.

۷) در جدول ۲۱ برای مدت ۱۰۰٪ کار، دو نوبت استراحت کوتاه ۱۵ دقیقه‌ای و یک نوبت استراحت ۳۰ دقیقه‌ای در طول شیفت در نظر گرفته شده است. تناوب کار- استراحت در حالتهای بعدی باید به صورت متناوب باشد و کار یکسره در این حد مجاز ممنوع می‌باشد. نوبتهای استراحت صرف غذا، نماز، نوشیدن آب و مایعات حاوی نمک و شستشوی بدن می‌گردد.

جدول ۲۲- مقدار اصلاح کننده WBGT (بر مبنای درجه سانتیگراد) بر حسب نوع لباس

نوع لباس	مقدار کلو*	مقداری که باید به شاخص WBGT محاسبه شده اضافه شود
لباس کار تابستانی	۰/۶	صفر
لباس کار یکسره نخی	۱/۰	۲
لباس کار زمستانی	۱/۴	۴
لباس ضد آب	۱/۲	۶
لباس ضد بخارات شیمیایی	۱/۲	۱۰

* Clo.value : مقدار عایق بودن لباس در برابر تبادلات حرارتی بین پوست بدن و محیط اطراف است. یک واحد clo برابر ۵/۵۵ کیلوکالری بر متر مربع بر ساعت" تبادل حرارتی" به طریقه تشعشع و جابجایی برای هر درجه سانتیگراد تفاوت بین دمای پوست بدن و دمای خشک می‌باشد.

ارزیابی و کنترل تنش دمایی

یکم: اندازه‌گیری عوامل محیطی

دستگاه‌های مورد نیاز عبارتند از: دماسنج خشک، دماسنج تر طبیعی، دماسنج گوی‌سان و پایه مناسب برای نصب آنها. در صورتی که از دماسنج های مایعی یا دیجیتال استفاده شود همگی می‌توانند بر روی یک پایه در ارتفاع مناسب نصب شده باشند. دماسنج های مورد استفاده باید قبلاً از نظر دقت و صحت مورد تأیید قرار گرفته باشند. اندازه‌گیری عوامل محیط باید به شرح زیر انجام شود:

الف- گستره دماسنج خشک و دماسنج تر طبیعی بین ۵- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد (۲۳ تا ۱۲۲ درجه فارنهایت) با دقت ۰/۵°C± باشد ضمن آنکه نباید جریان هوا در اطراف دماسنج خشک قطع یا محدود شود، دماسنج باید در برابر تابش آفتاب و سایر سطوح بازتاب دهنده محافظت گردد. فتیله دماسنج‌تر طبیعی باید حداقل به مدت نیم ساعت قبل از قرائت بوسیله ریختن آب مقطر توسط سرنگ روی آن مستقیماً مرطوب شود. فتیله باید کاملاً روی مخزن دماسنج را پوشانده یا به اندازه یک طول و بیشتر روی مخزن دماسنج را احاطه نماید. فتیله باید همیشه پاکیزه باشد و فتیله نو قبل از استفاده باید شسته شود همچنین برای پرکردن مخزن از آب مقطر استفاده شود.

ب- دماسنج گوی سان از یک کره توخالی مسی به قطر ۱۵ سانتیمتر (۶ اینچ) تشکیل شده که سطح خارجی آن با رنگ سیاه مات یا معادل آن پوشانده شده است. مخزن یا قسمت حساس دماسنج در گستره اندازه‌گیری ۵- تا ۱۰۰+ درجه سانتیگراد (۲۳ تا ۲۱۲ درجه فارنهایت) با دقت ۰/۵C°± باید دقیقاً در مرکز این کره مسی قرار گیرد. قبل از هر بار قرائت باید حداقل ۲۵ دقیقه دماسنج گوی‌سان در محل سنجش قرار گیرد.

ج- پایه به منظور آویزان کردن سه دماسنج فوق الذکر به کار می‌رود. پایه باید به گونه‌ای قرارداده شود که جریان هوا در اطراف سه دستگاه مذکور به طور طبیعی برقرار باشد و دماسنج‌گوی‌سان در سایه پایه قرار نگیرند.

د- استفاده از سایر دماسنج‌هایی که در مقایسه با دماسنج‌های جیوه‌ای در شرایط محیطی مشابه مقادیر یکسانی را نشان می‌دهند (مانند الکلی یا الکترونیکی) مجاز می‌باشد.

ه- دماسنج‌ها باید در وضعیتی قرار داده شوند که مقادیر قرائت شده از روی آنها نمایانگر شرایطی باشد که شاغلین تحت آن شرایط کار یا استراحت می‌نمایند.

دوم: طبقه‌بندی بار کاری

مجموع گرمای ایجاد شده به وسیله بدن و گرمای محیط "کل بار گرمایی"[1] را تعیین می‌کند. لذا اگر کار باید در محیط گرم انجام شود. برای محافظت کارگر در برابر مواجهه با گرمای بیشتر از مقادیر مجاز باید "درجه بار کاری" برای هر یک از مشاغل تعیین و "حد مجاز گرمایی" متناسب با "بار کاری" شغل مورد نظر به شرح زیر تعیین گردد:

۱ - Total Heat Load

کار سبک شامل متابولیسم حداکثر ۲۰۰ کیلوکالری بر ساعت یا ۸۰۰ Btu/hr[۱] شامل مشاغل دستی و بازویی سبک در هنگام کار با ماشین‌های کنترلی در حالت‌های نشسته و یا ایستاده می‌باشد.

کار متوسط شامل متابولیسم ۲۰۰ تا ۳۵۰ کیلوکالری بر ساعت یا ۸۰۰–۱۴۰۰ Btu /hr مانند راه رفتن ضمن بلندکردن و هل دادن بار متوسط می‌باشد.

کار سنگین شامل متابولیسم ۳۵۰ تا ۵۰۰ کیلوکالری بر ساعت یا ۱۴۰۰–۲۰۰۰ Btu/hr مانند کلنگ زدن و بیل زدن می‌باشد.

کار خیلی سنگین شامل متابولیسم بیش از ۵۰۰ کیلوکالری بر ساعت یا ۲۰۰۰ Btu/hr مانند کار در معدن می‌باشد.

وقتی درجه بار کاری برای هر شغل تعیین شد میزان حد مجاز شغلی با استرس گرمایی در شغل مورد نظر از طریق محاسبه با استفاده از جدول ۲۱ و توجه به جدول ۲۲ به‌دست می‌آید.

ب ـ بار کار یا از راه اندازه‌گیری متابولیسم کارگر حین کار مورد بحث و یا از طریق تخمین میزان متابولیسم کارگر با استفاده از جداول ۲۳ و ۲۴ تعیین می‌گردد و سپس با مراجعه به جدول شماره ۲۱ حد مجاز مواجهه شغلی برای استرس گرمایی مشخص می‌شود.

سوم: برنامه کار – استراحت

مقادیر ذکر شده در جدول ۲۱ براساس این فرض استوار است که درجه حرارت محیط کار و محل استراحت (بر مبنای WBGT) مشابه و به‌هم نزدیک می‌باشد. در صورتیکه WBGT محیط کار و محل استراحت متفاوت باشند، باید مقادیر میانگین وزنی زمانی (TWA) برای گرمای محیطی و میزان متابولیسم به شرح زیر تعیین شود:

الف ـ میزان میانگین وزنی زمانی (TWA) برای متابولیسم از معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$\overline{M} = \frac{M_1 t_1 + M_2 t_2 + \ldots M_n t_n}{t_1 + t_2 + \ldots t_n}$$

در رابطه فوق، $M_1, M_2, M_3 \ldots M_n$ میزان متابولیسم تخمین زده یا اندازه‌گیری شده در فعالیت‌های مختلف و زمان استراحت کارگر در طی مدت $t_1, t_2, \ldots, t_n$ (برحسب دقیقه) که توسط زمان‌سنجی تعیین شده است.

ب ـ میزان میانگین وزنی زمانی WBGT از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود:

۱- British Thermal Unite/ Hour= Btu/hr

$$WBGT = \frac{WBGT_1 \times t_1 + WBGT_2 \times t_2 + ...WBGT_n \times t_n}{t_1 + t_2 + ...t_n}$$

در رابطه فوق $WBGT_n$, ... , $WBGT_۲$, $WBGT_۱$ مقادیر اندازه‌گیری شده $WBGT$ در محیط‌های کاری و استراحت مختلف در طی شیفت کار روزانه است و t_n , ... , $t_۱$,$t_۲$, مدت زمان گذرانده شده در هر محیط بر حسب دقیقه می‌باشد که توسط زمان سنجی تعیین می‌گردد. اگر مواجهه با محیط خیلی گرم به طور مستمر در طی چند ساعت و یا در طی روز است باید میانگین وزنی زمانی براساس زمان مراحل کار برمبنای TWA یک ساعته (TWA/hr) محاسبه شود مثلاً دقیقه ۶۰ = t_n ,... ,$t_۲$, $t_۱$ و اگر برنامه کار متناوب است میانگین وزنی زمانی برحسب TWA دو ساعته محاسبه می‌شود مثلاً:

دقیقه ۱۲۰ = t_n , ... ,$t_۲$,$t_۱$

جدول ۲۳- ارزیابی بارکاری

متوسط میزان متابولیسم حین فعالیت‌های مختلف			
الف- وضع بدن و حرکت			**Kcal/min**
حالت نشسته			۰/۳
حالت ایستاده			۰/۶
در حالت راه رفتن			۲/۰-۳/۰
حرکت در سر بالایی			به مقدار تعین شده در حالت راه رفتن به ازاء هر متر ۰/۸ اضافه شود
ب- نوع کار		میانگین Kcal/min	گستره تغییرات Kcal/min
کار دستی	سبک	۰/۴	۰/۲-۱/۲
	سنگین	۰/۹	
کار با یک بازو	سبک	۱/۰	۰/۷ -۲/۵
	سنگین	۱/۷	
کار با هر دو بازو	سبک	۱/۵	۱/۰ -۳/۵
	سنگین	۲/۵	
کار با تمام بدن	سبک	۳/۵	۲/۵ -۱۵/۰
	متوسط	۵/۰	
	سنگین	۷/۰	
	فوق سنگین	۹/۰	

جدول ۲۴- مثال هایی از درجه بار کاری با توجه به نوع کار

نوع کار	درجه بارکاری
نوشتن- بافندگی	کار سبک دستی
تایپ کردن	کار سنگین دستی
چکش کاری روی میخ (کفاشی و مبل سازی)	کار سنگین با یک بازو
سوهان کاری فلزات، رنده کاری چوب و کارهای باغبانی (با شن کش)	کار سنگین با دو بازو
تمیز کردن سطح زمین، تکان دادن فرش	کار متوسط با همه بدن
ریل گذاری، چاه کنی، پوست کنی تنه درختان	کار سنگین با همه بدن
مثال برای محاسبه بار کاری: مونتاژ کاری با استفاده از ابزار سنگین	
راه رفتن در امتداد خط تولید = ۲/۰ Kcal/min	
متابولسیم بین کار سنگین با هر دو بازو و کار سبک با همه بدن = ۳/۰ Kcal/min	
جمع = ۵/۰Kcal/min	
متابولیسم پایه نیز اضافه می‌شود = ۱/۰Kcal/min	
جمع کل متابولیسم = ۶/۰Kcal/min	

تذکر مهم

مقادیر ذکر شده برای کار مداوم وقتی قابل اجرا است که برنامه «کار- استراحت» برای ۵ روز در هفته و ۸ ساعت کار روزانه با دو توقف کوتاه مدت هر یک حدود پانزده دقیقه، یک نوبت در صبح و یک نوبت در بعد از ظهر و یک توقف طولانی‌تر حدود نیم ساعت برای ناهار همراه باشد. مواجهه با مقادیر بیش از حد مجاز شغلی عنوان شده وقتی مجاز است که «استراحت اضافی» در برنامه کار گنجانده شده باشد. در مواردی که در برنامه کار روزانه به جهت حرارت زیاد محیط کار «استراحت اضافی» منظور شده است، کلیه توقف‌ها اعم از توقف بدون برنامه قبلی و یا موارد توقف توصیه شده توسط مدیریت یا توقف‌های فنی را می‌توان به حساب زمان استراحت حین کار منظور نمود.

چهارم: تأمین آب و نمک جبرانی

در فصل گرما یا مواقعی که کارگر با منابع تولید حرارت در مواجهه است، آب آشامیدنی مناسب و کافی باید در دسترس باشد و امکان آشامیدن آب حین کار هم باید میسر گردد. شرایط آب آشامیدنی برای کارگران محیط گرم به شرح زیر است:

۱- کارگران باید ترغیب شوند که مکرراً در فواصل کوتاه (هر ۱۵ تا ۲۰ دقیقه) به مقدار کم (حدود ۱۵۰ سانتیمتر مکعب) مثلاً یک فنجان آب خنک بنوشند.

۲- دمای آب خنک حدود ۱۰ درجه تا ۱۵ درجه سانتیگراد (۵۰ تا ۶۰ درجه فارنهایت) و باید نزدیک محل کار قرار داده شود تا نیازی به ترک محل کار نباشد.

۳- کارگران ترغیب شوند تا در فصل گرما و بخصوص در طی کار در محیط خیلی گرم به غذا به مقدار مورد نیاز نمک اضافه نمایند.

۴-برای کارگرانی که با گرمای محیط تطابق نیافته‌اند آب نمک در غلظت یک دهم درصد (یک گرم نمک در یک لیتر آب یا یک قاشق غذاخوری سر صاف نمک در ۵ لیتر آب) باید در دسترس باشد و نمک اضافه شده قبل از توزیع باید کاملاً حل شده باشد و آب در حد مطلوب خنک باشد. در مواردی که این کار مقبولیت ندارد، با نظر پزشک می‌توان از قرص نمک استفاده نمود.

پنجم: سایر ملاحظات

الف- لباس‌کار: مقادیر حد مجاز شغلی اعلام شده برای استرس گرمایی، در صورتی معتبر است که لباس کار سبک تابستانی همانند آنچه که معمولاً کارگران هنگام کار در محیط کار به تن دارند پوشیده شود. چنانچه برای انجام کار معین، لباس‌کار مخصوص نیاز است و این لباس سنگین‌تر است یا از تبخیر عرق جلوگیری می‌کند یا ضریب عایق بودن آن بالاتر می‌باشد و در نتیجه ظرفیت تحمل گرمایی کارگر تقلیل می‌یابد و مقادیر مندرج در جدول ۲۱ دیگر کاربرد ندارد، در چنین مواردی وقتی برای انجام کاری لباس کار مخصوص مورد نیاز است، جهت راهنمایی در جدول ۲۲ برای انواع لباس کار مقدار تصحیح WBGT ذکر شده است.

ب- حد مجاز مواجهه شغلی برای استرس گرمایی باید توسط کارشناس بهداشت حرفه‌ای تعیین گردد.

ج ـ تطابق گرما و سلامتی بدن: ضمن هفته اول مواجهه با محیط گرم، در نتیجه توازن عوامل متعدد روانی و فیزیولوژیک، تطابق با گرما[۱] در فرد بوجود می‌آید. مقادیر توصیه شده در مورد کارگرانی که با گرما تطابق یافته‌اند و سالم می‌باشند معتبر است. برای کارگرانی که به گرما عادت نکرده‌اند و یا سالم نیستند احتیاط‌های بیشتری باید مراعات شود.

دـ عوارض ناشی از گرمازدگی: گرمازدگی از جمله عوارض جدی و نامطلوب مواجهه با درجه حرارت‌های بالا است و ممکن است زندگی را تهدید کند و یا ضایعات غیرقابل برگشت به جا بگذارد. بی‌حالی و خستگی مفرط[۲] ناشی از گرمازدگی ممکن است موجب عارضه Heat Prostration (مجموع علائم سرگیجه و تهوع و حالت Collapase) گردد، که در برخی موارد غیر قابل برگشت است. انقباض

۱ - Acclimatization

۲ - Heat exhaustion

دردناک عضلات[1]، اگر چه ناتوان‌کننده است ولی غیر قابل برگشت است بخصوص اگر سریع و به موقع درمان شود. از دیگر عوارض ناشی از مواجهه با گرمای زیاد، اختلال شدید الکترولیت، کم آبی بدن، سرخی پوست و ادم گرمایی و کم شدن ظرفیت‌های کار فکری و جسمی می‌باشد.

اگر ضمن سه ماه اول بارداری میزان دمای عمقی کارگر باردار به مدت طولانی از ۳۹°C (۱۰۲/۲°F) تجاوز کند احتمال تشکیل جنین ناقص الخلقه افزایش می‌یابد. از طرف دیگر دمای عمقی بیشتر از ۳۸ درجه سانتیگراد(۱۰۰/۴°F) به طور موقتی موجب نا باروری در مرد و یا زن می‌شود.

ب ـ تنش سرمایی[2]

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به منظور حفظ شاغلین در برابر اثرات شدید سرما (کاهش دمای عمقی بدن) و ضایعات ناشی از سرما تدوین شده است و بیانگر حالتی از مواجهه شغلی با سرما است که تحت آن شرایط شاغلین می‌توانند مکرراً با سرما مواجهه داشته باشند بدون آنکه عارضه یا اختلال مشهود ناشی از سرما در آنان بروز نماید. در اینجا حد مجاز مواجهه شغلی از سقوط درجه حرارت عمقی بدن به زیر ۳۶ درجه سانتیگراد (۹۶/۸ °F) جلوگیری و از ایجاد ضایعات سرمازدگی انتهای اندام‌ها، پیشگیری می‌کند (حرارت عمقی بدن، همان حرارت مرکزی بدن است که از طریق اندازه‌گیری درجه حرارت مقعد تعیین می‌شود). در یک نوبت مواجهه اتفاقی با محیط سرد کاهش درجه حرارت مرکزی بدن به پائین‌تر از ۳۵ درجه سانتیگراد (۹۵ °F) مجاز نمی‌باشد. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی، کل بدن به ویژه دستها، پاها و سر را در برابر ضایعات سرمازدگی حفاظت می‌نماید. استفاده از لباس مناسب و خشک(محافظ سر، صورت و چشم ها، بدن، دستها و پاها) که دارای مقاومت حرارتی متناسب با سرمای محیط و مقاوم به نفوذ آب باشد برای شاغلین مشمول این حدود مجاز اجباری می‌باشد. در صورتی که فرد استعمال دخانیات، مصرف مشروبات الکلی یا مواجهه همزمان با ارتعاش نیز داشته باشد، این حدود تعریف شده نمی‌تواند سلامت فرد را در مقابل سرما تأمین نماید. همچنین مرطوب یا خیس بودن لباس به دلیل تسریع ۲۰ برابری انتقال حرارت نیز اجرای این حدود مجاز را نقض می‌کند لذا لباس فرد همواره باید خشک و غیر قابل نفوذ به بدن باشد.

---

۱ - Heat Cramps

۲ - Cold Stress

مقدمه

مواجهه مرگبار با سرما نتیجه عدم توفیق در فرار از محیط سرد و یا به‌دلیل فرو رفتن در آب سرد می‌باشد. در چنین شرایطی نشانه‌های بالینی مصدومین کاهش دما در جدول شماره ۲۵ آمده است. شاغلین باید همواره از مواجهه با سرما محافظت شوند. به طوریکه درجه حرارت عمقی مرکزی بدن به کمتر از ۳۶ درجه سانتیگراد (۹۶/۸ °F) سقوط نکند. افت درجه حرارت بدن موجب کاهش هوشیاری و تمرکز فکری می‌شود، تصمیم‌گیری منطقی کاهش می‌یابد و یا سبب بیهوشی و نهایتاً مرگ می‌گردد.

لرز عمومی بدن و درد در انتهای اندام‌های حرکتی ممکن است اخطاری زودرس و اولیه از خطر سرمازدگی باشد. هنگام مواجهه با سرما که درجه حرارت مرکزی بدن تا ۳۵ درجه سانتی گراد پایین آمده باشد بدن شدیداً دچار لرز می‌گردد. این نشانه خطر برای کارگران محسوب می‌شود و مواجهه با سرما برای هر فردی که دچار لرز شدید شد فوراً باید قطع گردد. به هنگام بروز لرز شدید فعالیت و کار مفید جسمی و فکری دچار محدودیت خواهد شد. از آنجا که مواجهه طولانی با هوای سرد یا فرو رفتن در آب سرد و در دمای بالای انجماد می‌تواند موجب کاهش دما در حد خطرناک شود، لذا باید تمام بدن را بااقدامات زیر در مقابل سرما محافظت نمود:

۱- اگر کار در محیطی انجام می‌شود که درجه حرارت هوای محیط کمتر از ۴ درجه سانتیگراد (۴۰°F) است برای حفظ دمای عمقی بدن به میزان بیش از ۳۶ درجه سانتیگراد (۹۶/۸ °F) باید لباس خشک و عایق‌بندی مناسب در اختیار کارگران قرار گیرد.

نظر به این که درجه خنک‌کنندگی باد سرد و توان سردکنندگی هوا از عوامل تعیین کننده هستند، (دمای معادل سرماباد[۱] (ECT) عبارت است از دمای معادلی که تابعی از دمای هوا و سرعت باد مؤثر بر تبادل دمای بدن می‌باشد) هرچه سرعت باد بیشتر و دمای محیط کار کمتر باشد باید میزان عایق بودن لباس مورد نیاز افزایش یابد. در این شرایط، استفاده از امکاناتی نظیر پاراوان محافظ باد، چادر یا کانکسهای محدود کننده جریان هوا در محل کار به طور مؤکد توصیه می‌گردد.

دمای معادل سرماباد به ازاء دمای موجود هوا (دمای خشک) و سرعت باد در جدول ۲۶ نشان داده شده است. هنگام برآورد دمای معادل سرما و تعیین میزان عایقی لباس برای حفظ دمای عمقی بدن باید اثر خنک‌کنندگی باد و دمای هوا روی پوست در نظر گرفته شود. در این جدول محدوده‌های اخطار برای حفظ دمای داخلی بدن در حد ۳۶ درجه سانتی‌گراد و پیشگیری از یخ‌زدگی اندامهای انتهایی معلوم شده است.

۱ - Equivalent Chill Temperature (Wind chill)

۲- در شرایط معمول به جز دستها، پاها و سر معمولاً ضایعات سرمازدگی در سایر اندام‌ها همراه با افت دمای عمقی بدن می‌باشد. شاغلین سالمند و کارکنان مبتلا به بیماری‌های عروقی نیازمند محافظت و مراقبت در مقابل ضایعات ناشی از سرما می‌باشند. پوشیدن لباس‌های اضافی (عایق سرما) و یا کاهش زمان مواجهه با سرما از جمله تدابیر احتیاطی است که باید مد نظر باشد.

تدابیر احتیاطی اتخاذ شده تابع وضع جسمی شاغلین است و باید با مشورت و راهنمایی یک پزشک مطلع به مسائل استرس سرما و وضعیت درمانی فرد اتخاذ گردد.

۳- وجود پناهگاه مطمئن و گرم برای استراحت در وقفه‌های کاری، لباس یدکی خشک برای تعویض به موقع هنگام خیس شدن لباس شاغلین و همچنین امکانات تغذیه گرم، وسایل کمک‌های اولیه و مخابراتی برای مواقع خطر ضرورت دارد.

جدول ۲۵- علائم بالینی پیش رونده نتیجه کاهش دمای عمقی بدن*

درجه حرارت عمقی		نشانه‌های بالینی
°C	°F	
۳۷/۶	۹۹/۶	"طبیعی" دمای مقعد
۳۷	۹۸/۶	"طبیعی" دمای دهان
۳۶	۹۶/۸	افزایش متابولیسم به منظور جبران گرمای از دست رفته
۳۵	۹۵/۰	حداکثر لرز
۳۴	۹۳/۲	مصدوم هوشیار است و جواب می گوید و فشار خون طبیعی است.
۳۳	۹۱/۴	علائم کاهش شدید دما در پایین تر از این درجه حرارت
۳۲	۸۹/۶	هوشیار مخدوش است، تعیین فشار خون مشکل است، مردمک‌ها گشاد هستند ولی به نور
۳۱	۸۷/۸	جواب می‌دهند، لرز متوقف می‌شود.
۳۰	۸۶/۰	از دست دادن پیش رونده هوشیاری، سفتی عضلات افزایش می‌یابد، گرفتن نبض و فشار خون
۲۹	۸۴/۲	مشکل است، تعداد تنفس کاهش می‌یابد.
۲۸	۸۲/۴	فیبریلاسیون بطنی به همراه افزایش تحریک پذیری میوکارد ممکن است عارض شود.
۲۷	۸۰/۶	حرکات ارادی متوقف می‌شود، مردمکها به نور جواب نمی‌دهند و رفلکس عمقی و محیطی تاندونی جواب نمی‌دهد.
۲۶	۷۸/۸	مصدوم به ندرت هوشیار است.
۲۵	۷۷/۰	فیبریلاسیون بطنی ممکن است خود به خود عارض شود.
۲۴	۷۵/۲	ورم حاد ریه (pulmonary edema)
۲۲	۷۱/۶	بیشترین خطر بروز فیبریلاسیون بطنی محتمل است
۲۱	۶۹/۸	
۲۰	۶۸/۰	توقف قلب
۱۸	۶۴/۴	پایین ترین حد اتفاقی کاهش دما که مصدوم امکان بهبودی دارد.
۱۷	۶۲/۶	در EEG موجی رسم نمی‌شود.
۹	۴۸/۲	پایین ترین حد برای بهبودی بیماری که به طور مصنوعی سرد شده است.

*بروز علائم بالینی با دمای مرکزی رابطه تقریبی دارد.(نقل از نشریه پزشک خانواده آمریکا، ژانویه ۱۹۸۲ انتشارات آکادمی پزشک خانواده آمریکا).

جدول ۲۶- دمای معادل سرماباد (ECT) مؤثر بر بافتهای عمقی بدن

حدود سرعت باد (m/s)	دمای قرائت شده هوای محیط (°C)																			
	۸	۶	۴	۲	۰	-۲	-۴	-۶	-۸	-۱۰	-۱۲	-۱۴	-۱۶	-۱۸	-۲۰	-۲۲	-۲۴	-۲۶	-۲۸	-۳۰
	درجه معادل سرماباد (ECT °C)																			
۲	۷	۵	۳	۱	-۱	-۳	-۵	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۵	-۲۷	-۳۰	-۳۲
۴	۳	۱	-۲	-۴	-۷	-۹	-۱۱	-۱۴	-۱۶	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۶	-۲۸	-۳۱	-۳۳	-۳۵	-۳۸	-۴۰	-۴۳
۶	۰	-۲	-۵	-۸	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۱۸	-۲۱	-۲۳	-۲۶	-۲۹	-۳۱	-۳۴	-۳۷	-۳۹	-۴۲	-۴۵	-۴۷	-۵۰
۸	-۲	-۵	-۷	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۱۹	-۲۱	-۲۴	-۲۷	-۳۰	-۳۳	-۳۵	-۳۸	-۴۱	-۴۴	-۴۷	-۴۹	-۵۲	-۵۵
۱۰	-۳	-۶	-۹	-۱۲	-۱۵	-۱۸	-۲۱	-۲۴	-۲۷	-۳۰	-۳۳	-۳۵	-۳۸	-۴۱	-۴۴	-۴۷	-۵۰	-۵۳	-۵۶	-۵۹
۱۲	-۵	-۸	-۱۱	-۱۴	-۱۷	-۲۰	-۲۳	-۲۶	-۲۹	-۳۲	-۳۵	-۳۸	-۴۱	-۴۴	-۴۷	-۵۰	-۵۳	-۵۶	-۵۹	-۶۲
۱۴	-۵	-۹	-۱۲	-۱۵	-۱۸	-۲۱	-۲۴	-۲۷	-۳۰	-۳۳	-۳۶	-۳۹	-۴۲	-۴۵	-۴۸	-۵۲	-۵۵	-۵۸	-۶۱	-۶۴
۱۶	-۶	-۹	-۱۲	-۱۵	-۱۹	-۲۲	-۲۵	-۲۸	-۳۱	-۳۴	-۳۷	-۴۰	-۴۴	-۴۷	-۵۰	-۵۳	-۵۶	-۵۹	-۶۲	-۶۶
۱۸	-۷	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۱۹	-۲۲	-۲۶	-۲۹	-۳۲	-۳۵	-۳۸	-۴۱	-۴۵	-۴۸	-۵۱	-۵۴	-۵۷	-۶۰	-۶۴	-۶۷
۲۰×	-۷	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۲۰	-۲۳	-۲۶	-۲۹	-۳۲	-۳۶	-۳۹	-۴۲	-۴۵	-۴۸	-۵۲	-۵۵	-۵۸	-۶۱	-۶۴	-۶۸
	خطر پایین*								خطر فزاینده**								خطر بالا***			
در هر نقطه‌ای از جدول ممکن است عارضه از نوع پای غوطه ور immersion foot یا پای خندقی trench foot ایجاد شود.																				

* حداکثر خطر از احساس کاذب ایمنی در مواجهه کمتر از یک ساعت با پوست خشک

** خطر یخ‌زدگی اندام در معرض سرما در یک دقیقه

*** ممکن است اندام در ۳۰ ثانیه دچار یخ زدگی شود.

ارزیابی و نظارت

۱) زمانی که سرعت جریان هوا و درجه حرارت منجر به دمای معادل سرماباد به ۳۲- درجه سانتیگراد (۲۵/۶ °F-) برسد، مواجهه مستمر پوست با سرما مجاز نیست.

۲) بدون توجه به سرعت جریان هوا نیز موارد یخزدگی نسج سطحی و یا نسج موضعی عمقی در دمای پایین تراز ۱- درجه سانتیگراد (۳۰/۲ °F) امکان بروز دارد.

۳) در دمای۲ درجه سانتیگراد (۳۵/۶ °F) یا کمتر، تعویض فوری لباس افرادی که در آب فرو رفته‌اند و یا لباسشان مرطوب شده الزامی است و برای پیشگیری از عوارض و پیامدهای کاهش دمای بدن باید تحت درمان قرار گیرند.

۴) در جدول ۲۷، برای شاغلینی که به طرز مناسبی لباس کار پوشیده‌اند، مقادیری توصیه شده است که برای تنظیم برنامه زمانبندی شده کار- استراحت توأم با گرم شدن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵) به منظور حفظ تداوم فعالیت‌های دستی دقیق و پیشگیری از حوادث، لازم است دست‌ها به طور ویژه‌ای به شرح زیر حفاظت شوند:

الف- اگر کارهای ظریف دستی با دستهای لخت برای مدت بیشتر از ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در محیطی زیر ۱۶ درجه سانتیگراد (۶۰/۸ °F) انجام می‌شود، برای گرم نگه داشتن دستها باید پیش‌بینی‌های ویژه انجام گیرد، بدین منظور جریان هوای گرم و بخاری‌های تابشی ممکن است بکار رود. در دمای کمتر از ۱- درجه سانتیگراد (۳۰/۲ °F) دسته‌های فلزی ابزارآلات و اهرم‌های کنترل باید با مواد عایق حرارتی روکش شوند.

ب- اگر دمای هوا برای کارهای نشسته به پایین‌تر از ۱۶ °C (۶۰/۸ °F) و در کارهای سبک به ۴ °C (۳۹/۲ °F) کاهش باید و کارهای دستی ظریف دقیق و ماهرانه مورد نیاز نباشد، آنگاه شاغلین باید از دستکش استفاده نمایند.

۶) برای پیشگیری از یخزدگی تماسی دستها، شاغلین باید از دستکش‌های عایق سرما به‌شرح زیر استفاده نمایند:

الف- هر زمان که کار در نزدیکی سطوح سرد، با دمای کمتر از ۷ °C- (۱۹/۴ °F) انجام می‌شود، باید به یکایک افراد برای پیشگیری از ضایعات تماس اتفاقی پوست هشدار داده شود.

ب- اگر دمای هوا ۱۷/۵ °C- (۰/۰ °F) یا کمتر باشد دستها باید بوسیله دستکش‌های کار (دو انگشتی)[۱] محافظت شوند. دستگاه‌های کنترلی و ابزارهای کار باید طوری طراحی شوند که برای کار با آنها نیاز

۱ - Mittens

به بیرون آوردن دستکش کار نباشد.

۷) اگر دمای محیط کار ۴ °C (۳۹/۲ °F) یا کمتر باشد، تأمین حفاظت بیشتر تمام بدن ضروری است.

کارگران باید لباس محافظتی متناسب با میزان سرما و فعالیت بدنی به شرح زیر استفاده نمایند:

الف- اگر سرعت جریان هوا در محل کار توسط جریان باد، کوران و یا وسایل تهویه مصنوعی افزایش یابد، اثرات خنک‌کنندگی باد باید به‌وسیله نصب محافظ در محل کار و یا پوشیدن لباسهای بادگیر که به آسانی قابل تعویض است، تقلیل یابد.

ب- اگر در کارهای سبک احتمال خیس شدن لباس وجود دارد، بهتر است لایه بیرونی لباس مورد استفاده از نوع نفوذ ناپذیر در برابر آب[۱] باشد. در چین شرایطی با سنگین شدن کار، لایه خارجی لباس باید ضد آب[۲] باشد. در صورتی که لباس بیرونی خیس شد، باید تعویض گردد. برای پیشگیری از خیس شدن لباس‌های زیرین در اثر تعریق، بایستی تدابیر لازم به منظور تهویه مناسب در لایه بیرونی لباس اتخاذ گردد. اگر قبل از ورود به محیط کار سرد لباس‌های زیرین در اثر تعریق خیس شود، باید آنها را تعویض کرده، جورابها و قسمتهای نمدی قابل تعویض داخل کفش باید به طور منظم تعویض شده و یا آنکه از پوتین مناسب (ضد عرق) استفاده گردد. دفعات تعویض باید به طور تجربی و عملی مشخص شود. در مورد هر فرد و به تناسب نوع کفشی که پوشیده و میزان تعریق پای هر فرد، دفعات تعویض متغیر خواهد بود.

ج- اگر محافظت قسمتهایی از بدن که با سرما در مواجهه است به قدری ممکن نباشد که مانع از احساس سرمای شدید شود و یا از بروز سرمازدگی پیشگیری کند، لباس و وسایل محافظتی باید در حالت گرم شده آن عرضه شود.

د- اگر لباس‌های موجود حفاظت مناسب را در برابر کاهش دمای بدن یا سرمازدگی فراهم ننماید، تا فراهم شدن لباس کافی و یا بهبود وضعیت هوا بایستی کار تعدیل و یا متوقف گردد.

ه- افرادی که در دمای کمتر از ۴ Co (۳۹/۲ °F) مایعات قابل تبخیر (بنزین، الکل و یا مواد پاک‌کننده و غیره) را جابجا می‌کنند، به جهت افزایش خطر بروز ضایعات ناشی از سرما که در نتیجه خاصیت خنک‌کنندگی مواد تبخیر شونده حاصل می‌شود. باید احتیاطات لازم برای پرهیز از خیس شدن لباس یا

۱ - Impermeable to water

۲ - Water Repellent

دستکش با مایعات مذکور را به‌عمل آورند. به خصوص به اثرات حاد پاشیدن مایعات سرمازا[1] یا مایعاتی که نقطه جوش آنها مختصری بالاتر از درجه حرارت متعارف است باید توجه کافی بشود.

برنامه کار – استراحت توأم با گرم شدن بدن

جدول ۲۷ تعیین‌کننده مدت هر بار مواجهه در دوره کاری ۴ ساعته می‌باشد و در صورت لزوم تکرار مواجهه، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برابر با ۳۰ دقیقه می‌باشد.

اگر کار در سرمای کمتر از ^{o}C ۷- (^{o}F ۱۹/۴) و یا درجه حرارت معادل سرماباد آن به طور مداوم انجام می‌شود باید پناهگاه گرمی در مجاورت محل کار مهیا گردیده و افراد برای استفاده از آن در فواصل منظم ترغیب شوند. دفعات استفاده از پناهگاه تابع شدت سرمای محیط کار است. کار در دمای بین ۱+ تا ۱۰- درجه سانتی‌گراد باید حداکثر در دوره های ۷۵ دقیقه قطع گردد و کارگر به مدت ۱۵ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نماید. این حدود مجاز برای سرعت باد کمتر از ۰/۵ متر بر ثانیه (۱/۱ مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر ۵ متر بر ثانیه (حدود ۱۱ مایل در ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین‌تر خواهد بود. به طور مثال در صورتی که فرد در دمای ۱۵- درجه سانتیگراد و جریان هوای آرام به مدت حداکثر ۵۰ دقیقه مواجهه داشته است تکرار مواجهه وی در دوره ۴ ساعته در صورتی مجاز است که حداقل ۳۰ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نموده باشد. در صورتی که همین کارگر در دمای مذکور و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه مشغول بکار باشد مدت مواجهه مجاز وی یک مرحله پایین‌تر، یعنی ۳۰ دقیقه مداوم خواهد بود و تکرار مواجهه منوط به ۳۰ دقیقه استراحت در هر دوره می‌باشد.

اگر اطلاعات صحیحی برای تخمین یا اندازه‌گیری سرعت باد موجود نیست، پیشنهادات زیر به صورت راهنما بکار می‌رود:

- سرعت باد ۵ مایل در ساعت ($5\ mph$[2]) = حرکت آرام پرچم
- سرعت باد ۱۰ مایل در ساعت ($10\ mph$) = پرچم کاملاً باز شده است.
- سرعت باد ۱۵ مایل در ساعت ($15\ mph$)= صفحات روزنامه در هوا بلند شده‌اند.
- سرعت باد ۲۰ مایل در ساعت ($20\ mph$) = باد، بوران برف

در صورت بروز علایمی از قبیل لرز شدید، احساس سرما، خستگی مفرط، خواب آلودگی، تحریک پذیری و گیجی مراجعت فوری به پناهگاه ضروری می‌باشد. پس از ورود به پناهگاه باید لباس رو از تن

۱ - Cryogenic Fluids

۲ - Miles Per Hour

خارج و بقیه لباس‌ها شل و آزاد گردند تا عرق تبخیر شود و یا لباس با یک لباس کار خشک تعویض گردد. برای جلوگیری از برگشت بکار کارگران با لباس مرطوب، ضروری است، دست لباس خشک به تعداد کافی در محل مزبور وجود داشته باشد. در محیط سرد کاهش آب یا مایعات بدن بندرت رخ می‌دهد، اما ممکن است استعداد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما به جهت تغییرات قابل ملاحظه در جریان خون انتهای اندام‌ها افزایش یابد. برای تأمین کالری و حجم مایعات دریافتی بدن، مایعات گرم و شیرین در محل کار مهیا باشد. مصرف مایعات مدر (همانند چای) باید محدود شود. برای انجام کار در درجه سرمایی $-12^{o}C$ ($10/4\ ^{o}F$) و یا کمتر از آن رعایت نکات زیر ضروری می‌باشد:

۱) فرد باید از نظر حفاظتی تحت نظارت دائم و کامل قرار گیرد.

۲) برای پیشگیری از تعریق زیاد و مرطوب شدن لباس‌های زیرین میزان کار نباید سنگین باشد، در صورت انجام کار سنگین باید امکان استراحت در پناهگاههای گرم و فرصت تعویض لباس‌های مرطوب با لباس‌های خشک فراهم گردد.

۳) در روزهای اولیه اشتغال و قبل از هماهنگ شدن فرد با رفتارهای مناسب در شرایط جوی سرد محیط کار نباید از شاغلین به طور تمام وقت استفاده کرد.

۴) باید حتی المقدور از لباس‌های سبک، کم حجم و مناسب استفاده گردد تا مانع کار راحت نشود.

۵) برنامه کار باید به گونه‌ای تنظیم شود که نشستن بی‌حرکت برای مدت طولانی به حداقل کاهش یابد. صندلی‌های با نشیمنگاه فلزی بدون عایق نبایستی استفاده کرد. کارگر باید در برابر جریان-های شدید هوا به طور مناسب حفاظت شود.

۶) نکات ایمنی و بهداشت مربوطه باید به افراد آموزش داده شود. حداقل برنامه‌های آموزشی شامل دستورالعمل‌های زیراست:

الف ـ تمرینات استفاده از لباس‌های مخصوص

ب ـ عادات صحیح خوردن و آشامیدن

ج ـ شناسایی سرمازدگی قریب الوقوع

د ـ شناسایی نشانه‌ها و علائم بالینی کاهش دمای قریب الوقوع یا سرد شدن فزاینده بدن حتی وقتی که لرز ظاهر نشود.

ه ـ انجام کار بدون مخاطره

و- کمک های اولیه ضروری و درخواست امداد

جدول ۲۷- حدود مجاز مواجهه شغلی با سرما (برای یک دوره ۴ ساعته کار)

حداکثر مدت مداوم کار مجاز (دقیقه) *	بار کاری	دمای خشک هوا °C
۷۵**	کار سبک و متوسط	۱۰- تا ۱+
۵۰	کار سبک	۲۵- تا ۱۱-
۶۰	کار متوسط	
۳۰	کار سبک	۴۰- تا ۲۶-
۴۰	کار متوسط	
۲۰	کار سبک	۵۰ *** - تا ۴۱-
۳۰	کار متوسط	

* این شرایط برای سرعت باد کمتر از ۰/۵ متر بر ثانیه (۱/۱ مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در صورت لزوم تکرار مواجهه، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برابر با ۳۰ دقیقه می‌باشد. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر ۵ متر بر ثانیه (حدود ۱۱ مایل بر ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین تر خواهد بود.

** در محدوده دمایی ۱۰- تا ۱+ درجه سانتی گراد، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برای تکرار مواجهه ۱۵ دقیقه می‌باشد.

*** در شرایط پایین‌تر از این مرحله کارهای غیر اضطراری باید متوقف شود. در موارد اضطراری مواجهه کوتاه مدت ۱۰ دقیقه ای برای یک بار مواجهه مجاز می‌باشد.

توصیه‌هایی برای محیط کار خاص

مقررات خاص برای سردخانه‌ها عبارتند از:

۱- در سردخانه سرعت جریان هوا باید تا آنجا که ممکن است به حداقل تقلیل داده شود، و نباید از یک متر در ثانیه (۲۰۰ FPM[۱]) تجاوز کند، دسترسی به هدف فوق به وسیله دستگاه‌های توزیع هوا که به طرز خاصی طراحی شده‌اند امکان پذیر است.

۲- به افرادی که در مواجهه با جریان هوای موجود در سردخانه هستند می‌بایست لباس حفاظتی مخصوص بادگیر داده شود.

۳- در مواردی که کار در محیط سرد انجام می‌شود و فرد در مواجهه با مواد سمی و همچنین در معرض ارتعاش است باید احتیاط‌های ویژه مبذول گردد، از جمله ممکن است کاهش حد مجاز شغلی به یک مرحله پایین‌تر ضرورت یابد.

۴- لازم است چشم‌های افرادی که در فضای باز در هوای برفی و یا وقتی پهنه وسیعی از زمین پوشیده از یخ است کار می‌کنند، حفاظت گردند. عینک‌های ایمنی مخصوص برای حفاظت چشمها در مقابل نور فرا بنفش و یا درخشندگی خیره کننده برف و یخ که می‌تواند موجب خیرگی و ورم ملتحمه گردد، بکار گرفته شود. در مواردی که زمین پوشیده از برف است و بالقوه می‌تواند موجب آزارهای چشمی شود، پاکسازی محوطه کار از برف مزاحم توصیه می‌شود.

ضرورت های پایش محیط کار

وقتی دمای محیط کار کمتراز ۱۶ درجه سانتیگراد (۶۰/۸ °F) است می‌بایست نسبت به نصب دستگاه مناسب برای اندازه‌گیری دمای محیط در محل کار اقدام نمود. با چنین تدبیری نگهداری وضعیت دمای محیط کار در راستای توصیه‌های حد مجاز شغلی میسر است.

هر زمان که دمای هوا در محل کار به کمتر از ۱- درجه سانتی‌گراد (۳۰/۲ °F) رسید، باید حداقل هر چهار ساعت یک بار اندازه‌گیری دما بوسیله دماسنج خشک انجام و ثبت گردد.

در محل کار سرپوشیده که سرعت جریان هوا بیشتر از ۲ متر در ثانیه (۵ مایل در ساعت) است حداقل هر چهار ساعت یک بار سرعت باد باید اندازه‌گیری و ثبت گردد.

در وضعیت کار در فضای باز، هر زمان که دمای هوا کمتر از ۱- درجه سانتیگراد (۳۰/۲ °F) است، میزان دمای هوا و سرعت باد باید اندازه‌گیری و ثبت گردد.

۱ - Feet Per Minutes

در کلیه مواردی که اندازه‌گیری سرعت جریان هوا ضروری باشد، درجه سرمای معادل (ECT) با استفاده از جدول ۲۶ محاسبه و هرگاه سرمای معادل (ECT) کمتر از ۷- درجه سانتیگراد (۱۹/۴ °F) به دست آید این شاخص باید به همراه سایر اطلاعات ثبت گردد.

ملاحظات پزشکی

شاغلین بیمار و شاغلینی که تحت درمان با داروهایی هستند که در تنظیم درجه حرارت طبیعی بدن دخالت می‌کنند و یا میزان تحمل کار در سرما را کاهش می‌دهند، باید از کار در درجات ۱- درجه سانتیگراد (۳۰/۲°F) و کمتر معاف گردند. شاغلینی که معمولاً در درجات کمتر از ۲۴- درجه سانتیگراد (۱۱/۲ °F-) همراه با سرعت باد کمتر از پنج مایل در ساعت و یا هوای کمتر از ۱۸- درجه سانتیگراد (۰/۰°F) همراه با سرعت باد بیشتر از ۵ مایل در ساعت در مواجهه هستند، باید گواهی پزشکی دال بر مناسب بودن برای چنین مواجهه‌ای را داشته باشند. مصدومی که در دمای انجماد یا زیر صفر می‌ماند نیاز به توجه ویژه دارد، زیرا فرد مصدوم مستعد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما است. پیش‌بینی‌های مخصوص برای پیشگیری از بروز عوارض کاهش دما و انجماد نسوج آسیب‌دیده لازم است، مضافاً اینکه کمک-های اولیه درمانی باید به فوریت انجام گیرد.

References

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values (TLV) and Biological Exposure Index (BEI), ACGIH, Cincinnati, ۲۰۱۱.

ANSI S۱,۴–۱۹۸۳ (ASA ۴۷). American National Standard Specification for Sound Level Meters. This Standard includes ANSI S۱,۴A–۱۹۸۵ Amendment to ANSI S۱,۴–۱۹۸۳(R۲۰۰۶).

ANSI S۱. ۱۱–۱۹۸۶ (ASA ۶۵). American National Standard Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters (R۱۹۹۸).

ANSI S۱,۲۵–۱۹۹۱ (ASA ۹۸). American National Standard Method for the Specification for Personal Noise Dosimeters.

ANSI S۱,۲۶–۱۹۷۸ (R ۲۰۰۷) (ASA ۲۳). American National Standard Method for the Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere.

ANSI S۳,۶- ۱۹۹۶, American National Standards Institute: Specification for Audiometers. ANSI, New York.

ANSI- Z–۱۳۶(۲۰۰۷), American National Standard for Safe Use of Lasers. ANSI, New York.

ANSI-S۳,۱۸–۱۹۷۹(R۱۹۹۹), American National Standards Institute: Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ANSI, New York.

ANSI S۳,۲۹–۱۹۸۳(R۲۰۰۶), American National Standards Institute: Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration in Buildings. ANSI, New York.

ANSI S۳,۳۴–۱۹۸۶(R۱۹۹۷), American National Standards Institute: Guide for the Measurement and Evaluation of Human Exposure to Vibration Transmitted to the Hand. ANSI, New York.

ISO–۵۳۴۹–۱۹۸۶ (R۲۰۰۱), International Standards Organization: Guide for the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration. ISO, Geneva.

ISO–۲۶۳۱–۱۹۹۷(R۲۰۰۴), International Standards Organization: Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ISO, Geneva.

IEC ۸۰۴, International Electrotechnical Commission: Integrating-Averaging Sound Level Meters.IEC, New York (۱۹۸۵).

IEEE C۹۵,۳ (۲۰۰۲), IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, ۱۰۰ kHz–۳۰۰ GHz.

MIL-STD–۱۴۷۴ C, U.S. Department of Defense: Noise Limits for Military Materiel (Metric). USA, Washington, DC (۱۹۹۱).

SAE-J.۱۰۱۳ (۱۹۹۲), Society of Automotive Engineers. Measurement of Whole Body Vibration of the Seated Operator of Off Highway Work Machines. SAE, Warrendale, PA.

Jafari MJ, Karimi A, Haghshenas M, Extrapolation of Experimental Field Study to a National Occupational Noise Exposure Standard, *Inter. J of Occup. Hyg. IJOH* ۲: ۶۹–۷۴, ۲۰۱۰.

Japan Society for Occupational Health, Recommendation of Occupational Exposure Limits (۲۰۱۰–۲۰۱۱), *J Occup Health*, ۲۰۱۰; ۵۲: ۳۰۸–۳۲۴.

World Health Organization, Occupational Exposure to Noise-Evaluation, Prevention and Control, WHO, Geneva, ۲۰۱۱.

European Commission, Methodology for the Derivation of Occupational Exposure Limits, EC, ۲۰۰۹.

World Health Organization, Occupational and community noise, WHO, Geneva, ۲۰۰۶.

Occupational Safety and Health Administration, OSHA Standards Development, Salt Lake City, UT: U.S. Department of Labor. OSHA. ۲۰۱۰.

Occupational Safety and Health Administration, Occupational noise exposure: U.S. Department of Labor. OSHA. ۲۰۱۱.

IEEE Std C۹۵,۳™–۲۰۰۲ (R۲۰۰۸) , IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, ۱۰۰ kHz–۳۰۰ GHz.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, A Guide For Control of Laser Hazards, ۴th Edition, , ACGIH, Cincinnati, ۱۹۹۰.

بخش چهارم

حدود مجاز در ارگونومی[۱]

ارگونومی علمی است که به مطالعه و طراحی سطح مشترک[۲] انسان- ماشین می‌پردازد تا از این طریق به پیشگیری از بیماری و آسیب و ارتقاء عملکرد شغلی کمک نماید. در ارگونومی تلاش می‌شود تا مشاغل و فعالیتها به گونه‌ای طراحی شوند که با توانایی‌های کارگر منطبق باشند.

بعضی از عوامل فیزیکی نقش مهمی در ارگونومی ایفا می‌کنند که نیرو و شتاب در حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) ارتعاش دست- بازو و ارتعاش کل بدن مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین عوامل حرارتی در حدود مجاز استرس حرارتی مورد اشاره قرار گرفته است. نیرو از عوامل مهم ایجادکننده آسیب ناشی از بلندکردن بار به شمار می رود. سایر عوامل ارگونومیک حائز اهمیت شامل زمان انجام کار، تکرار، استرسهای تماسی، پوسچر و عوامل روانی- اجتماعی هستند.

آسیبهای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار(MSDs[۳])

یکی از مهمترین مشکلات بهداشت شغلی، آسیبهای اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار است که با بکارگیری برنامه‌های بهداشتی، ایمنی و ارگونومیکی می‌توان آن را مدیریت نمود. اصطلاح آسیبهای اسکلتی – عضلانی اینگونه تعریف می‌شود: هرگونه آسیب مزمن به عضلات، تاندونها و اعصاب که به علت کارهای تکراری، حرکات سریع، اعمال نیروی زیاد، پوسچر نامناسب حین کار، ارتعاش و یا سرما باشد.

سایر اصطلاحات که برای آسیب‌هـــای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار بکار می‌روند عبارتند از: آسیبهای ترومای تجمعی (CTDs[۴])، آسیب‌های ناشی از حرکات تکراری(RMIs[۵]) و آسیب‌های ناشی از تنشهای تکراری (RSIs). برخی از این آسیب‌ها دارای علائم تشخیصی اختصاصی هستند مثل سندرم تونل کارپـــال یا تاندونیت. سایر آسیبهای اسکلتی– عضلانی ممکن است به صورت دردهای

---

۱ - Ergonomics

۲ - Interface

۳ - Musculoskeletal Disorders

۴ - Cumulative Trauma Disorders

۵ - Repetitive Motion Illnesses

غیراختصاصی ظاهر شوند. برخی ناراحتی‌های موقتی و زودگذر، نتیجه طبیعی کار و غیر قابل اجتناب می‌باشند اما ناراحتی‌هایی که روز به روز بیشتر شده و با فعالیت‌های شغلی یا زندگی روزانه تداخل می‌کنند، نباید به عنوان نتیجه طبیعی کار در نظر گرفته شوند.

راهبردهای کنترل

با به‌کارگیری برنامه جامع ارگونومیکی به بهترین نحو می‌توان میزان بروز و شدت MSDs را کنترل نمود. اجزای اصلی این برنامه به شرح زیر می‌باشند:

- شناسایی مشکلات
- ارزیابی مشاغل مشکوک به داشتن ریسک فاکتور
- مشخص نمودن و ارزیابی عوامل به وجود آورنده
- مشارکت دادن کارگران به صورت آگاهانه
- مراقبتهای بهداشتی مناسب برای کارگرانی که دچار آسیبهای اسکلتی- عضلانی هستند

زمانی که علل MSDs شناسایی شد برنامه کنترل اجرایی باید به صورت جامع به مرحله اجرا درآید. این برنامه شامل سه بخش زیر می‌باشد:

- آموزش کارگران، سرپرستان، مهندسان و مدیران
- گزارش زودرس علائم بروز آسیب توسط کارگران
- نظام مراقبت مستمر و ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده ازبیماریها و داده‌های بهداشتی و پزشکی

اقدامات کنترلی خاص هرشغل در ارتباط با نوع MSDs برنامه‌ریزی می‌شود. این اقدامات شامل کنترل‌های مهندسی و مدیریتی است. حفاظتهای فردی ممکن است در موارد خاص مناسب باشند. از میان روشهای کنترلی مهندسی به منظور کاهش یا محدود سازی ریسک فاکتورهای شغلی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند:

- به کارگیری روشهای مهندسی کار نظیر انجام مطالعه کار- زمان و آنالیز حرکت جهت حذف اعمال فشارهای بیش از حد و حرکات غیرضروری.
- بکارگیری لوازم مکانیکی کمکی جهت محدودنمودن یا کاهش اعمال نیروی لازم برای نگهداشتن ابزار و اشیاء مورد استفاده در حین کار.
- انتخاب یا طراحی ابزارهایی که میزان نیروی مورد نیاز و زمان در دست داشتن را کاهش دهد و باعث بهبود پوسچر شود.
- طراحی ایستگاههای کار قابل تنظیم به منظور کاهش فواصل دسترسی و بهبود پوسچر.

- اجرای برنامه‌های کنترل کیفیت و نگهداری تجهیزات به منظور کاهش میزان اعمال نیرو به ویژه در فعالیتهای غیر مفید.

کنترلهای مدیریتی ازطریق کاهش مدت زمان مواجهه و تقسیم مواجهه بین گروه بزرگتری از کارگران ریسک را کاهش می‌دهد. مثالها عبارتند از:

- اجرای استانداردهایی که به کارگران اجازه توقف یا ادامه کار را برحسب نیاز می‌دهد (حداقل یک بار در هر ساعت کاری)
- طراحی مجدد وظایف شغلی (به عنوان مثال استفاده از کارگران به صورت چرخشی یا توسعه وظایف شغلی به طوری که یک کارگر در کل طول یک شیفت کاری در یک شغل سخت مشغول بکار نباشد.

از آنجایی که آسیبهای اسکلتی- عضلانی ماهیتی پیچیده دارند برای همه آنها رویکرد واحدی به منظور کاهش شدت و بروز موارد ابتلا وجود ندارد. اصول کاربردی جهت انتخاب اقدامات به شرح زیر می باشد:

- کنترلهای مهندسی و مدیریتی مناسب در هر صنعت و شرکتی متفاوت می‌باشد.
- جهت انتخاب روشهای مناسب کنترلی نیاز به اظهار نظر متخصصین آگاه در این زمینه است.
- زمان مورد نیاز جهت بهبود علائم
- MSDs مرتبط با کار از چند هفته تا چند ماه متغیر است و تعیین اثر بخشی راهکارهای پیشگیری و کنترلی باید با در نظر گرفتن این امر صورت گیرد.

عوامل غیر شغلی

از طریق اجرای کنترلهای مهندسی و مدیریتی حذف تمام آسیبهای اسکلتی- عضلانی امکان‌پذیر نیست. در ابتلای فرد به آسیبهای اسکلتی- عضلانی عوامل فردی و سازمانی نیز دخالت دارند. برخی از مواردی که ممکن است با عوامل غیر شغلی مرتبط باشند، عبارتنداز :

- سن
- آرتریت روماتوئید
- جنس
- مشکلات غدد درون ریز
- چاقی

- تروما‌ی حاد
- بارداری
- دیابت
- شرایط جسمانی
- سابقه آسیب
- فعالیتهای تفریحی در اوقات فراغت

حدود مجاز شغلی (OEL) پیشنهاد شده شاید نتواند افراد دارای این شرایط مواجهه را محافظت نماید اما بکارگیری روشهای کنترل مهندسی و مدیریتی موجب محدود کردن عوامل زیان‌آور ارگونومیکی برای افرادی می‌شود که زمینه ابتلا به این آسیبها را دارند و در نتیجه باعث کاهش ناتوانی می‌شود.

بلند کردن بار[۱]

حدود مجاز پیشنهادی بلند کردن بار در این بخش برای انجام کارهایی است که کارگران به طور مکرر و روزهای متمادی با حمل بار مواجهه دارند، بدون اینکه در اثر انجام این کار دچار درد در ناحیه کمر، پشت و آسیب‌های شانه شوند. در همین راستا برخی ریسک فاکتورهای فردی و سازمانی وجود دارند که احتمال ایجاد درد در ناحیه پشت و آسیب‌های شانه را در شاغل افزایش می‌دهند.

این حدود مجاز، شامل سه جدول با محدوده وزنی برحسب کیلوگرم (kg) می‌باشند. برای کارهایی که به طور دستی فقط به شکل بلندکردن بارهای مشابه انجام می‌شود، بدن در هنگام انجام آن کار، 30^{o} (۳۰ درجه) نسبت به وضعیت طبیعی انحراف پیدا می‌کند.

در کار یکنواخت برداشتن بار، بارها مشابه بوده و نقاط شروع و پایان تکرار می‌شوند (با یک ریتم یکنواخت) و کارگر در طول روز فقط کار بلندکردن بار را انجام می‌دهد. سایر کارهایی که به صورت برداشتن و گذاشتن اجسام انجام می‌شوند مانند حمل‌کردن بار، هل‌دادن و کشیدن اجسام جزء این حدود مجاز نمی‌باشند. ضمناً این حدود مجاز تحت شرایط فوق الذکر باید مورد استفاده قرار گیرند.

حدود مجاز ذکر شده در جداول ۱ تا ۳ براساس دوره‌های زمانی برای کمتر یا بیشتر از ۲ ساعت در روز و تکرار (تعداد بلندکردن بار در ساعت) تعریف شده‌اند. در حضور هرکدام از فاکتورها یا شرایط کاری در هنگام بلندکردن بار به شرح زیر، به منظور کاهش محدوده وزن بار به زیر حد مجاز، حدود مجاز توصیه شده با نظر کارشناسی بایستی بکار گرفته شوند.

۱ - Lifting

- بیشترین میزان تکرار بلندکردن بار: بیشتر از ۳۶۰ بار بلند کردن در ساعت.
- مدت زمان شیفت کاری: انجام فعالیت بلندکردن بار برای مدت زمان بیش از ۸ ساعت در روز.
- عدم تقارن زیاد: بلندکردن بار با زاویه بیش از ۳۰ درجه نسبت به صفحه تقارن.
- بلندکردن سریع بار و جابجایی چرخشی بار (برای مثال از جایی به جای دیگر ببریم).
- بلندکردن بار با یک دست.
- وضعیت بدنی در حین انجام کار که مستلزم اعمال نیرو توسط قسمت پایین بدن می‌باشد از قبیل بلندکردن بار در حالت نشسته یا زانو زده.
- گرما و رطوبت زیاد: با توجه به حدود مجاز تدوین شده در زمینه استرس و تنش گرمایی.
- بلندکردن اشیاء نامتعادل (به عنوان مثال مایعاتی با مرکز ثقل متغیر یا فقدان هماهنگی در تقسیم کار بلندکردن بار توسط چند نفر).
- چنگش ضعیف دست: به علت نبودن جای دست مناسب برای گرفتن بار و یا داشتن لبه‌های تیز یا نداشتن دیگر نقاط مناسب برای چنگش بار.
- عدم تعادل پاها به عنوان مثال، عدم توانایی جهت برقراری تعادل بدن به روی دو پا در زمان ایستادن.
- داشتن مواجهه با ارتعاش تمام بدن در حین بلندکردن بار یا بلند کردن بار بلافاصله بعد از مواجه با ارتعاش تمام بدن در حد مجاز یا بالاتر از آن (باتوجه به حدود مجاز متداول برای ارتعاش کل بدن).

دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار

۱) مطالعه نمودن حدود مجاز مربوط به بلندکردن بار به منظور آشنایی با حدود مجاز آنها.

۲) طبقه بندی دوره‌های انجام کار، که این طبقه‌بندی می‌تواند جمعاً به صورت ۲ ساعت یا کمتر از ۲ ساعت و یا بیشتر از ۲ ساعت در طول روز باشد. یک دوره کاری عبارت است از مجموع مدت زمانی که یک کارگر در طول یک روز آن کار را انجام می‌دهد.

۳) مشخص نمودن تعداد دفعات بلندکردن بار، که عبارت است از تعداد دفعاتی که کارگر در طول یک ساعت عمل بلندکردن بار را انجام می‌دهد.

۴) استفاده از جدول حدود مجاز مربوطه که برای مدت زمان و تعداد دفعات بلندکردن بار مورد نظر تدوین شده است.

۵) مشخص‌نمودن نواحی عمودی (شکل ۱)، براساس موقعیت قرارگیری دست‌ها در هنگام بلندکردن بار.

۶) مشخص کردن نواحی افقی در هنگام بلندکردن بار (شکل ۱) به وسیله اندازه‌گیری فاصله افقی از نقطه میانی استخوان‌های قوزک پا تا نقطه میانی دو دست.

۷) تعیین‌نمودن حدود مجاز مربوط به وزن بار بلند شده برحسب کیلوگرم با استفاده از نواحی عمودی و افقی خانه‌های جدول و براساس بیشترین مدت زمان و فرکانس بلندکردن بار.

۸) کنترل بار در نقطه مقصد، چنانچه بار در نقطه مقصد به صورت کنترل شده جای‌گذاری می‌گردد (به صورت آهسته و یا با تأمل)، مراحل ۵ تا ۷ به جای شروع از ابتدا تکرار شود. حدود مجاز براساس مقدار پایین‌تر بین دو محدوده توصیه می‌گردد.

ضمناً متخصصین و کارشناسان محترم جهت آگاهی بیشتر در این زمینه می‌توانند به آیین نامه بهداشتی حمل دستی بار مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (۱۳۹۰) مراجعه نمایند.

توضیحات علائم جداول ۱ تا ۳:

A: فاصله مابین قسمت میانی قسمت داخلی استخوان قوزک پا و بار.

B: جابجایی بار نایستی در دسترسی افقی بیش از ۸۰ سانتیمتر از قسمت میانی بین‌بخش داخلی استخوان قوزک پا شروع و پایان یابد (شکل ۱).

C: جابجایی معمول بار نایستی در ارتفاع ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه ها یا بالاتر از ۱۸۰ سانتیمتر از سطح کف شروع و پایان یابد (شکل۱).

D: جابجایی معمول بار نایستی برای قسمتهای سایه دار جدول انجام شود. هنوز شواهدی برای تعیین حدود مجاز وزن بار این قسمت‌ها در دسترس نیست.

E: نشانه های اختصاصی آناتومیک برای ارتفاع بند انگشت برای شرایطی که کارگر در حالت ایستاده با بازوهای آویزان از بغل می باشد، فرض شده است.

جدول ۱: حدود مجاز بلند کردن بار

* برای حالات:

الف- کمتر یا مساوی ۲ ساعت کار در روز یا کمتر یا مساوی ۶۰ بار برداشتن در ساعت

ب- کمتر از ۲ ساعت کار در روز با ۱۲ بار برداشتن در ساعت

ناحیه عمودی	ناحیه افقی A		
	نزدیک: کمتر از ۳۰ سانتیمتر	متوسط: ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	گسترش یافته B: بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر
محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه C	۱۶کیلوگرم	۷ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است D
از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه E	۳۲کیلوگرم	۱۶ کیلوگرم	۹ کیلوگرم
از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت E	۱۸کیلوگرم	۱۴ کیلوگرم	۷ کیلوگرم
از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا	۱۴کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است D	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است D

جدول ۲: حدود مجاز بلندکردن بار

*برای حالات:

الف- بیشتر از ۲ ساعت کار در روز با بیشتر از ۱۲ و کمتر یا مساوی ۳۰ بار برداشتن در ساعت

ب-کمتر یا مساوی ۲ ساعت کار در روز با بیشتر از ۶۰ و کمتر یا مساوی ۳۶۰ بار برداشتن در ساعت

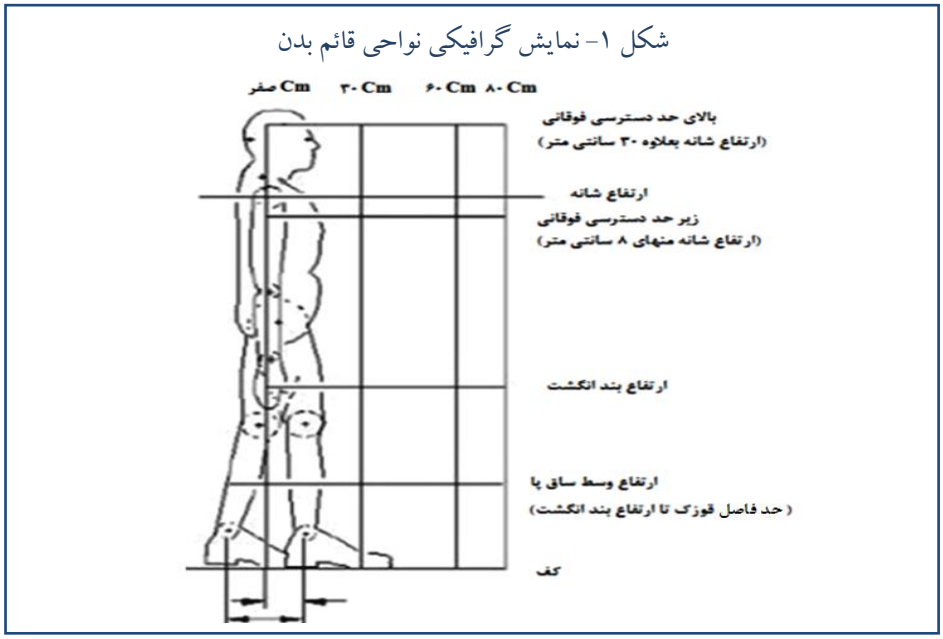
ناحیه عمودی	ناحیه افقی [A]		
	نزدیک: کمتر از ۳۰سانتیمتر	متوسط: ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	گسترش یافته [B]: بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر
محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه [C]	۱۴کیلوگرم	۵ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D]
از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه [E]	۲۷کیلوگرم	۱۴ کیلوگرم	۷ کیلوگرم
از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت [E]	۱۶کیلوگرم	۱۱ کیلوگرم	۵ کیلوگرم
از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا	۹ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D]	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D]

جدول۳: حدود مجاز بلند کردن بار

برای حالت بیشتر از ۲ ساعت کار در روز با بیشتر از ۳۰ و کمتر یا مساوی ۳۶۰ بار برداشتن در ساعت

ناحیه عمودی	ناحیه افقی[A]		
	نزدیک: کمتر از ۳۰ سانتیمتر	متوسط: ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	گسترش یافته[B]: بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر
محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه[C]	۱۱ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است[D]	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است[D]
از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه[E]	۱۴ کیلوگرم	۹ کیلوگرم	۵ کیلوگرم
از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت[E]	۹ کیلوگرم	۷ کیلوگرم	۲ کیلوگرم
از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است[D]	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است[D]	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است[D]

شکل ۱- نمایش گرافیکی نواحی قائم بدن



References

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values (TLV) and Biological Exposure Index (BEI), ACGIH, Cincinnati, ۲۰۱۱.