

حدود مجاز

مواجهه شغلی



ویرایش پنجم ۱۴۰۰

الله رب العالمين

شابک : ۵۴-۶۲۲-۶۲۷۶-۹۷۷

شماره کتابشناسی ملی: ۷۵۶۴۲۱۲

عنوان و نام پدیدآور: حدود مجاز مواجهه شغلی / گروه نویسنده‌گان [مرکز سلامت محیط و کار با همکاری دانشگاه‌های علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کشور]

وضعیت ویراست: [ویراست ۵]

مشخصات نشر: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت، مرکز سلامت محیط و کار، ۱۳۹۹

مشخصات ظاهری: ۳۰۷ ص، جدول و نمودار

یادداشت: چاپ قبلی: انتشارات دانشجو، ۱۳۹۵، ۲۴۲ ص

یادداشت: چاپ اول

یادداشت: کتابنامه

موضوع: بهداشت حرفه‌ای

موضوع: industrial hygiene

رده بندی دیوبی: ۹۸۰۳/۶۱۶

رده بندی کنگره: RC 964:

شناسه افروده: ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی . مرکز سلامت محیط و کار

شناسه افروده: Iran. Ministry of Health and Medical Education

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

نام کتاب: حدود مجاز مواجهه شغلی - ویرایش پنجم ۱۴۰۰

ناشر: مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

تلفن: ۰۲۱-۸۱۴۵۴۱۷۴-۸۱۴۵۰۳۳، نمبر: ۰۲۱-۸۱۴۵۴۳۵۷ ،

<http://markazsalamat.behdasht.gov.ir>

مجری طرح: مرکز سلامت محیط و کار

مولف: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مرکز سلامت محیط و کار

نویت چاپ: اول - ۱۴۰۰

طراح جلد: مهندس مهدی علی گل

تیراث:

فیلم زینک:

چاپ و صحافی:

شابک: ۹۷۷-۶۲۲-۶۲۷۶-۵۴-۲



حدود مجاز مواجهه شغلی

ویرایش پنجم ۱۴۰۰

بسم الله الرحمن الرحيم



پیام وزیر

در جهان امروز سرمایه انسانی بهویژه نیروی کار ماهرگران بهترین عنصر برای تحقق اهداف توسعه پایدار به شمار می‌رود و حفظ و ارتقاء سلامت این عزیزان از طریق تأمین محیط کار سالم، از اهم اهداف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی است.

کاربرد دهها هزار نوع ماده شیمیایی با خواص و اثرات مختلف و استفاده از دستگاهها و ماشینآلات صنعتی گوناگون، منجر به افزایش مواجهه شاغلان با انواع عوامل زیانآور محیط کار می‌شود که امکان ابتلا به بیماری‌های شغلی را افزایش خواهد داد. برای برخورداری شاغلان از محیط کار سالم، کنترل عوامل زیانآور مذکور ضرورت دارد. برای تحقق این امر اولین گام، شناسایی و تفکیک محیط‌های کاری سالم و ناسالم از یکدیگر بر اساس معیارهایی تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی" است.

همگام با پیشرفت‌های علمی و مطالعات گوناگون، مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلی نیز با تغییر روبرو است. در این راستا وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اقدام به تدوین، بهروز رسانی و ابلاغ مجموعه حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی" نموده است. این حدود و ضوابط برای کلیه کارفرمایان و مدیران اجرایی کارگاه‌ها و واحدهای شغلی لازم الرعایه است و چنانچه محل کار دارای عوامل زیانآور فراتر از حدود مجاز باشد باید با استفاده از روش‌های مؤثر فنی-مهندسی، مدیریتی و اجرایی، به میزان حدود تعیین شده و یا کمتر کاهش یافته و کنترل گردد.

امید است با بهره‌برداری از نسخه حاضر که حاصل زحمات تعداد زیادی از اساتید مجرب دانشگاه‌ها، کارشناسان اجرایی و محققان کشور است و طی سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در مرکز سلامت محیط و کار معاونت بهداشت زیر نظر کمیته‌های فنی تخصصی تدوین شده است، شاهد محیط کار سالم برای شاغلان عزیز و زحمتکش و افزایش بهره‌وری فعالیت‌های اقتصادی کشور باشیم.

امسال در شرایطی نسخه پنجم کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی آماده بهره‌برداری گردید که کل جامعه جهانی در گیر پاندمی کووید-۱۹ است. تأثیر این پاندمی بر کل بخش‌های جامعه از جمله فضای کسب و کار و سلامت نیروی کار، به خصوص کارکنان خدمات بهداشتی و درمانی نگران‌کننده بوده است.

شیوه نامه های بهداشتی پیشگیری و پاسخ به کرونا (گام اول و دوم) برای گروه های شغلی مختلف اقدام قابل تقدیری بود که زمینه صیانت از سلامت نیروی کار، منابع مادی و تاب آوری اقتصادی کشور را فراهم نمود. این پاندمی لزوم توجه بیشتر بر عوامل زیان آور بیولوژیک و بیماری های واگیر را آشکار کرد. با توجه به اهمیت صیانت شاغلین از عوامل مذکور در محل کار، در مجموعه حاضر بخش عوامل بیولوژیک برای نخستین بار اضافه شد. انتظار می رود متخصصان و محققان محترم بهداشت حرفه ای با همکاری سایر متخصصان مرتبط، با استفاده از تجربیات جهانی، ضمن تقویت و به توسعه راهنمای شیوه نامه های بهداشتی محل کار و کنترل عفونت های واگیر با پتانسیل اپیدمی، نسبت به توسعه راهنمای مواجهه با عوامل زیان آور بیولوژیکی در ویرایش های بعدی اهتمام نمایند.

دکتر سعید نمکی
وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

اعضای کمیته های بازنگری و تدوین ویرایش پنجم حدود مجاز مواجهه شغلی

نام و نام خانوادگی	سمت
دکتر احمد جنیدی جعفری	مسئول طرح
دکتر یحیی خسروی	مجری طرح
دکتر فاطمه صادقی گلوردی	مجری طرح
مهندس حسین طلعتی	مسئول هماهنگی اجرا
دکتر فریده گل بابایی	کمیته عوامل شیمیایی
دکتر سید جمال الدین شاه طاهری	"
دکتر مسعود رسمنانچیان	"
دکتر عبدالرحمن بهرامی	"
دکتر مهدی جهانگیری	"
دکتر رسول یار احمدی	"
دکتر مریم رامین ثابت	"
مهندس احسان فرورش	"
دکتر یحیی رسول زاده	"
دکتر محمد حاج آقا زاده	"
مهندس رضا مرادی	"
دکتر فرشید وفا	"
مهندس محمد رضا حسن بیگی	"
دکتر اصغر قهری	"
دکتر یاسر شکوهی	"
دکتر محمد رضا منظم	کمیته عوامل فیزیکی
مهندس فرید سیف آفایی	"
دکتر رستم گل محمدی	"
مهندس کیکاووس ازره	"
دکتر حمید رضا حیدری	"
مهندس حمید اقتصادی	"
دکتر محسن علی آبادی	"

"	مهندس شهریار ابوالحسینی
"	دکتر حبیب الله دهقان
"	دکتر محمد جواد جعفری
"	مهندس حمیدرضا فخاریان
"	مهندس فاضله کتابیون مدیری
"	دکتر حامد جلیلیان
"	دکتر غلامرضا مرادی
"	دکتر جمشید رحیمی
"	مهندس مهتاب سلیمانی
کمیته پایش بیولوژیکی و عوامل بیولوژیک	دکتر محمد جواد عصاری
"	مهندس مهدی علی گل
"	مهندس ندا بختیاری
"	دکتر اسماعیل سلیمانی
"	دکتر فریبرز امیدی
"	دکتر منصور رضا زاده آذری
کمیته عوامل ارگانومی	دکتر مجید معتمد زاده
"	دکتر علیرضا چوبینه
"	مهندس زهره روشنی
"	دکتر نرمین حسن زاده رنگی
"	دکتر مصطفی پویا کیان
"	دکتر محسن زارع

فهرست مطالب

۴	پایام وزیر
۱۱	مستندات قانونی
۱۷	بخش اول: حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی
۱۹	تعريف حدود مجاز مواجهه شغلی
۲۷	حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی
۲۷	کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول
۲۸	برنامه های کاری غیرمعمول برای مشاغل با گردش کار هفتگی
۳۰	واحدهای OELs
۳۱	نمادها
۳۲	سرطان زایی
۳۲	بخار و مواد قابل تنفس (IFV)
۳۳	مواد شیمیایی با قابلیت ایجاد آسیب شنوایی
۳۳	ایجاد حساسیت
۳۵	پوست
۳۸	روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی
۴۰	فهرست الزام آور حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار
۱۲۳	ضمایم حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی
۱۲۳	ضمیمه الف: سرطان زایی
۱۲۴	ضمیمه ب: ذرات (نامحلول یا با انحلال پذیری ضعیف) که در جای دیگر مشخص نشده‌اند
۱۲۵	ضمیمه ج - معیار نمونه‌داری مبنی بر انتخاب سایز ذرات هوابرد
۱۳۳	ضمیمه ه: حداقل محتوای اکسیژن
۱۳۸	ضمیمه و: روش محاسبه دو طرفه برای مخلوط‌های بخار حلal هیدروکربنی تصفیه شده معین
۱۴۳	بخش دوم: حدود مجاز شاخص‌های مواجهه بیولوژیکی
۱۴۳	پایش بیولوژیکی (زیستی)
۱۴۳	شاخص‌های مواجهه بیولوژیکی
۱۵۱	ارتباط BEI با OEL

۱۵۲	جمع آوری نمونه.....
۱۵۳	مقبولیت نمونه اداری.....
۱۵۳	ضمانت کیفی.....
۱۵۳	نمادهای ملاحظات.....
۱۵۵	کاربرد BEIs.....
۱۶۷	بخش سوم: حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) با عوامل فیزیکی محیط کار.....
۱۶۷	مقدمه.....
۱۶۸	تعاریف.....
۱۶۹	آکوستیک.....
۱۶۹	مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پایین.....
۱۷۰	فراصوت.....
۱۷۲	حد مجاز مواجهه شغلی با صدا.....
۱۷۶	الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا.....
۱۷۸	صدای ضربهای یا کوبهای.....
۱۸۲	ارتعاش.....
۱۸۲	ارتعاش انسانی.....
۱۸۲	ارتعاش دست - بازو.....
۱۸۸	ضمیمه الف.....
۱۹۸	ارتعاش تمام بدن.....
۲۱۰	ضمیمه ب.....
۲۱۹	روشنایی.....
۲۲۲	تنش های حرارتی.....
۲۲۲	الف - تنش گرمایی.....
۲۴۵	ب - تنش سرمایی
۲۶۱	ضرورت های پایش محیط کار.....
۲۶۲	پرتوها

۲۶۵.....	بخش چهارم: حدود مجاز در ارگونومی
۲۶۵	آسیب‌های اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار (WMSDs)
۲۶۶	راهبردهای کنترل
۲۶۷	عوامل غیر شغلی
۲۷۳	ارزیابی بار کار جسمانی
۲۷۴.....	حدود توصیه شده مواجهه با ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی-عضلانی
۲۷۸.....	محاسبات ارزیابی حد مجاز باند کردن دستی بار
۲۸۰	ارزیابی فعالیتهای هل دادن، کشیدن و حمل بار
۲۹۹.....	بخش پنجم: عوامل بیولوژیکی
۳۰۶.....	منابع

مستندات قانونی

تبصره یک ماده واحده قانون اصلاح بند ۲ ماده ۱ قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت اعلام ضوابط و حدود تماس مجاز سmom و مواد شیمیابی از حیث رعایت نکات بهداشتی بر عهده وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی است و کلیه سازمان ها موظف به رعایت ضوابط مربوطه می باشند.

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 برنامه های بهداشتی مخصوصاً در زمینه بهداشت محیط، کنترل و نظارت بهداشتی بر سmom و مواد شیمیابی، مبارزه با بیماری ها، بهداشت خانواده و مدارس، آموزش بهداشت عمومی، بهداشت کار و شاغلین با تأکید بر اولویت مراقبت های بهداشتی اولیه، بهویژه بهداشت مادران و کودکان با همکاری و هماهنگی دستگاه های ذیر ربط.

(ب) بند ۱۱: تعیین و اعلام استانداردهای مربوط به خدمات بهداشتی، درمانی، بهزیستی و دارویی.

مواد دارویی، خوراکی، آشامیدنی، آرایشی، آزمایشگاهی، تجهیزات، ملزمات 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 برنامه ها و خدمات واحدها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی، بهداشتی - درمانی و بهزیستی و انجام این امور بر اساس استانداردهای مربوطه.

ماده ۱۰ آیین نامه اجرایی قانون اصلاح ماده ۷۶ قانون تأمین اجتماعی

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تغییرات حدود تماس شغلی آلاینده های محیط کار و عوامل بیماری زا را به شورای عالی حفاظت فنی اعلام و شورای عالی مذکور مراتب را به کمیته های استانی کارهای سخت و زیان آور برای اجرا ابلاغ می نماید.

ماده ۸۵ قانون کار

برای صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور رعایت دستورالعمل هایی که از طریق شورای عالی حفاظت فنی (جهت تأمین حفاظت فنی) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت جلوگیری از بیماری های حرفه ای و تأمین بهداشت کار و کارگر و محیط کار) تدوین می شود، برای کلیه کارگاه ها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است.

مقدمه

دستیابی به سلامت حق اساسی آحاد جامعه از جمله کارگران و کارکنان مشاغل مختلف است. رشتہ بهداشت حرفه‌ای بهمنظور 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 پیش‌بینی، شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل زیان‌آور شغلی، در جهت تأمین، حفظ و ارتقاء بالاترین سطح سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی کارکنان تمام مشاغل تلاش می‌کند. مسئولیت نظارت بر اجرای برنامه‌ها و طرح‌های بهداشت حرفه‌ای در محیط‌های کاری کشور به عهده مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی است و از مهم‌ترین سیاست‌های اصلی بهداشت حرفه‌ای در ایران تحقق اهداف عالی بهداشتی اشاره شده در قانون اساسی کشور و تأمین، حفظ و ارتقاء سطح سلامت و کیفیت نیروی انسانی جهت دستیابی به توسعه پایدار مندرج در سند چشم‌انداز توسعه فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی کشور و نقشه جامع علمی در بخش سلامت است. بر اساس آمارهای منتشره از مرکز آمار ایران، بالغ بر ۲۰ میلیون نفر شاغل در بیش از ۳ میلیون واحد شغلی در حال فعالیت هستند که از این تعداد، عددتاً ۴۵ درصد نیروی کار در بخش‌های خدماتی، ۳۰ درصد در بخش کشاورزی و ۲۵ درصد در بخش‌های صنعتی شاغل هستند که به شکل‌های مختلف در معرض عوامل زیان‌آور بهداشتی ناشی از فعالیت کاری قرار دارند.

اندازه‌گیری مواجهه با عوامل زیان‌آور محیط کار، پیش‌نیاز برنامه‌های مهمی چون تدوین و اجرای برنامه‌های کنترل عوامل زیان‌آور محیط کار، استقرار سیستم‌های مدیریت اینمی و بهداشت حرفه‌ای در محیط‌های کار (ISO45001)، معاینات شغلی بدو استخدام و دوره‌ای، تعیین صفت سخت و زیان‌آوری مشاغل، آموزش‌های بهداشت حرفه‌ای به شاغلین و درنهایت انتخاب و استفاده بهینه از وسایل حفاظت فردی است. پس از اندازه‌گیری‌های انجام شده برای ارزیابی نتایج، نیاز به معیارهای قضاوت خواهد بود. لذا تدوین حدود مجاز ملی برای آلاینده‌های محیط کار امری لازم و اجتناب ناپذیر است تا ضمن توصیه‌های لازم ضوابط مشخص و واحدی برای کنترل عوامل زیان‌آور محیط کار در اختیار ارائه کنندگان خدمات بهداشت حرفه‌ای، کارفرمایان، صاحبان مشاغل و صنایع و کارکنان قرار گیرد.

از سال ۱۳۷۰ در راستای صیانت از سلامت شاغلین، وزارت بهداشت با جلب مشارکت گروهی از متخصصین بهداشت حرفه‌ای کشور و بر مبنای منابع علمی معتبر بین‌المللی و در نظر گرفتن ملاحظات بومی، برای اولین بار اقدام به تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی نموده است. در طول دهه‌ای گذشته

مراکز و سازمان‌های قانونی و تحقیقاتی متعددی در کشورهای مختلف، حدود مجاز مواجهه شغلی را به صورت راهنمای کتاب ارائه نموده‌اند که عمدهاً در کشورهای مختلف دنیا مورد پذیرش قرار گرفته و یا مبنای برای تدوین استاندارد ملی بوده است.

پس از تعیین و ابلاغ حدود مجاز مواجهه شغلی و بعد 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 روزافزون معضلات جهانی نظیر مسائل زیست‌محیطی، ارتقاء سطح دانش و مهارت‌های علمی در زمینه روش‌ها و فنون آزمایشگاهی، ارتقاء سطح فنون آماری مورد استفاده به ویژه در مطالعات اپیدمیولوژی، افزایش ارتباطات و تبادل اطلاعات در بعد جهانی، تفاوت‌ها در قابلیت تحمل ریسک و سهولت دسترسی به نتایج داده‌های مربوط به حدود مجاز مواجهه شغلی سایر کشورها، لازم است که این حدود بر اساس تغییرات و اصلاحات مورد اشاره بازنگری شده و به روز رسانی شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهد حدود مجاز مواجهه شغلی با عنوان‌ین متنوع در کشورهای مختلف در دوره‌های زمانی بین ۳ الی ۵ سال بازنگری می‌شوند. با توجه به لازم الاجرا بودن این حدود مجاز در کشور، مطابق تبصره یک ماده واحده قانون اصلاح بند ۲ ماده ۱ قانون تشکیلات و وظیف وزارت بهداشت، ماده ۸۵ قانون کار و سایر مقررات اشاره شده در بخش مستندات قانونی و استفاده از آن توسط کارشناسان، متخصصین و محققین به عنوان معیار قضایت و تصمیم‌گیری در مورد سهم و نقش عوامل زیان آور شغلی در مدیریت ریسک محیط کار، اهمیت به روز رسانی آن دو چندان می‌گردد.

ویرایش‌های قبلی منتشرشده حدود مجاز مواجهه شغلی^۱ (OEL) در کشور مربوط به سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۸۲، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵ بوده است و اینک ویرایش پنجم آن (۱۴۰۰) ارائه می‌گردد.

به منظور تهیه ویرایش پنجم در گام نخست، بروز رسانی نسخه چهارم بر مبنای نسخه TLV-2021 منتشره توسط ACGIH در مرکز سلامت محیط و کار انجام شد. سپس یک فراخوانی عمومی با هدف ایجاد فرصت برابر همکاری و اعلام نظر برای کلیه متخصصین و افراد خبره علمی، اجرایی و صنعتی انجام شد. در مرحله بعد نظرات حدود ۶۰ نفر از متخصصان درباره نسخه پیش‌نویس اولیه اخذ گردید و کارگروه‌های تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی با عضویت متخصصین و افراد خبره و باسابقه با رعایت سهم نسبی تخصص‌های موردنیاز تشکیل شد که شامل کارگروه: عوامل شیمیایی، سمشناسی و

نshanگرهاي زيسني، عوامل بيلوژيكي، عوامل فيزيكي و ارگونومي تشکيل گردید. وظيفه اعضاء کميته بررسی مستندات داخلی و بين المللی و ارائه نقطه نظرات در خصوص حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل زيان آور فيزيكي، شيميايی و ريسك فاكتورهاي ارگونومي ترجمه شده و انتباق آن با شريطي کشور از نظر داشتن قابلیت اجرا و مقررات جاري بوده است. اعضای کارگروههاي مذکور شامل اعضای هيئت علمي با رشته هاي مرتبه دانشگاهي، نمايندگاني از کارشناسان و بازرسان با تجربه وزارت بهداشت و نيز کارشناسان و خبرگان بخش صنعت و سازمان هاي ذي نفع بوده اند. مرکز سلامت و محیط و کار وزارت بهداشت و درمان وظيفه ترجمه متن، راهبرى و هماهنگي هاي لازم بین کارگروهها و جمع بندی نتایج کار را عهدهدار بوده است.

تدوين حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زيان آور باید اساساً منطبق بر پژوهش های فراگیر و مستمر باشد. اما اغلب، محدودیت های تحقیقاتی و ملاحظات اجرایی این اجازه را نمی دهد که با موضوع، رویکردی کاملاً پژوهش محور داشت. تجربیات کشورهای پیشرو و سازمان های فرامیتی نیز به طور مطلق منطبق و متکی بر پژوهش های 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 زيان آور تدوين و منتشر می کنند. منبع اصلی در ویرایش های قبلی و اخیر کتاب حدود مجاز مواجهه کشور اقتباسی و با محوریت راهنمای حدود مجاز مواجهه از انتشارات ACGIH بوده است. این راهنما صراحة دارد که در حدود مجاز تعیین شده صرفاً ملاحظات اثر بر سلامت عوامل زيان آور مدنظر قرار گرفته است و ملاحظات اقتصادي و فناوري و قانوني و ويژگي های يومي کشورها در آن لحاظ نشده است. بدین جهت در سال ۱۳۹۸ مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت تصمیم گرفت که با رعایت سه رویکرد: اقتباس، پژوهش محوري و اجماع علمي صاحب نظران به بازنگری حدود مجاز مواجهه شغلی پردازد. در هر حال پایه اصلی تدوين ویرایش جديد، با رعایت قالب اصلی ویرایش های قبلی کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی بوده است و با در نظر گرفتن موارد زیر تدوين گردید:

- کتاب "حدود مجاز مواجهه شغلی" ویرایش چهارم، انتشار سال ۱۳۹۵
- استفاده از فهرست آخرین حدود مجاز شغلی سازمان های OSHA، NIOSH، ACGIH
- استانداردهای اتحادیه اروپا و حدود مجاز کشورهای ژاپن
- استفاده از منابع علمی نو و معتبر بین المللی و نتایج آخرین مطالعات در کشورهای دیگر.
- بهره گیری از یافته ها و مدلهاي ميدانی از مطالعات کاربردي توسط محققان داخلی

- استفاده از پایگاه‌های اطلاعات معتبر بین‌المللی.
- در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، فناوری، اجتماعی و راهبردهای مصوب بالادستی کشور.
- در نظر گرفتن وسعت و خصوصیات جامعه کارگری در مواجهه با عامل زیان‌آور.
- در نظر گرفتن پیمان‌ها و قوانین ملی و بین‌المللی مرتبط.
- در نظر گرفتن ماموریتها و چشم اندازهای متفاوت متاثر از مسئولیت‌های مشترک با سازمان‌های بین‌المللی و بین دولتها

کتاب حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی" می‌تواند به عنوان مبنای برای سالم سازی محیط کار و تأمین سلامت شاغلین مورد استفاده متخصصین بهداشت حرفه‌ای قرار گیرد. بنابراین استفاده و تفسیر حدود مجاز مزبور، محدود به کسانی است که دانش لازم را برای آن 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 آن‌دوگی محیط کار به دست 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 لازم است 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 به وجود آید و یا احیاناً مربوط به حالات استثنایی و بسیار نادر باشد به عهده مرکز سلامت محیط و کار نخواهد بود.

کتاب «حدود مجاز مواجهه شغلی» هر دو تا سه سال یکبار مطابق با مقتضیات و اولویت‌های کشوری مورد تجدید نظر قرار می‌گیرد. لذا کلیه اسناد و مدارک به دست آمده در ارتباط با تأیید یا رد موارد اعلام شده مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در صورت تأیید در چاپ بعدی ملحوظ خواهد شد.

رعایت حدود مجاز اعلام شده در این کتاب برآورده از وضعیتی است که در آن شرایط اختلال فیزیولوژیک یا بیماری مشهودی برای شاغلین در محدوده‌های اعلام شده حادث نگردد. لیکن باید توجه داشت که شرایط جسمانی و زمینه‌های فردی شاغلین متفاوت است و این حدود بیان کننده مزد حقیقی بین سلامت و خطر نیست 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 تعیین شده مواجهه داشته باشند با سطح اطمینان قابل قبولی برای سال‌ها کاری و بعد از آن سلامت آنان تأمین می‌گردد.

کتاب بازنگری شده حاضر، حاصل بیش از دو سال کار مداوم و پی‌گیر مرکز سلامت محیط و کار با مشارکت اعضاء کارگروه‌های علمی مرتبط بوده است که به جامعه متخصصین و شاغلین پر تلاش

کشور تقدیم می‌گردد و امید است موردنمود توجه و عنایت خداوند متعال قرار گیرد. از کلیه همکاران محترم استدعا داریم که نظرات اصلاحی و پیشنهادی خود را به مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به آدرس تهران، شهرک قدس، میدان قدس، بلوار شهید فرجزادی، خیابان ایوانک شرقی، وزارت بهداشت و درمان، ارسال نمایند. این نظرات می‌توانند شامل اصلاح توضیحات علمی کتاب و پیشنهاد تعديل یا ایجاد حدود مجاز عوامل زیان‌آور باهدف بومی سازی انجام شود. خواهشمند است نظرات خود را بصورت خلاصه‌ی مدیریتی، پیشنهادات، دلایل توجیهی (حداکثر در ۱۰ صفحه) و منابع مورد استفاده به صورت پیوست ارسال نمایید. نظرات واصله در کارگروه تخصصی مربوطه بررسی و در صورت تصویب، در نسخه بالافصل بعدی ارائه می‌گردد. نظرات مصوبی که امکان تحقق آن‌ها در بازه کوتاه فراهم نیست در صورت تصویب و قابل اجرا بودن در نسخه‌های آتی ارائه خواهد شد.

**دکتر احمد جنیدی جعفری
رئیس مرکز سلامت محیط و کار**

بخش اول: حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی

مقدمه

در این فصل حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیانآور شیمیایی به همراه مطالب تكمیلی 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 باهدف ارزیابی و سطح کنترل مخاطرات محیط‌های کاری تعیین شده است و نباید در موارد دیگر مثل ارزیابی و کنترل آلودگی هوای مناطق شهری، روستایی یا زیستمحیطی مورداستفاده قرار گیرند. همچنین از این حدود نباید برای برآوردهای پتانسیل میزان زیانآوری مواجهه مداوم و بیوققه یا دوره‌های کاری طولانی مدت استفاده نمود. از دیگر موارد منوعیت، استفاده از حدود مجاز برای اثبات یا رد وجود یک عارضه یا بیماری در شاغلین است. حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده برای عوامل شیمیایی بسته به نوع حد، تعاریف و کاربردهای ویژه دارد. با تأمین شرایط مناسب در محیط کار و اعمال اقدامات کنترلی که منجر به کاهش مواجهه شاغلین با عوامل شیمیایی با غلظت کمتر از حدود مجاز مواجهه آن‌ها شود، انتظار می‌رود اثرات سوء کوتاه‌مدت و بلندمدت ناشی از این عوامل در شاغلین ایجاد نگردد. به دلایل مختلف از جمله تفاوت در حساسیت و آسیب‌پذیری 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 تشدیدی یا پیشرفت عوارض و بیماری‌های قبلی شوند. در این موارد، متخصصین طب کار بایستی این گروه از افراد را شناسایی و تحت مراقبت ویژه قرار دهند. بنابراین هر چند ملاحظات کافی برای تدوین این حدود مجاز اعمال شده است اما باید در نظر داشت که حدود تعیین شده مرز قطعی بین محیط کار سالم و پتانسیل مواجهه شغلی با مواد شیمیایی نیست و همواره باید جانب احتیاط را مراعات نمود و بر این اساس عقل و منطق حکم می‌کند که غلظت تمام آلاینده‌های هوای محیط کار در پایین‌ترین سطح ممکن کنترل شود.

علاوه بر حساسیت‌های فردی عوامل دیگری نیز می‌توانند در مواجهه با غلظت‌های برابر یا کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی در بروز اثرات سوء بر سلامتی مؤثر باشند که از آن جمله می‌توان خصوصیات

ارثی و مادرزادی، سن، عادات فردی، استعمال سیگار، مواد مخدر، آلودگی هوا، درمان های دارویی و مواجهه های قبلی با مواد شیمیایی را نام برد. استعمال دخانیات می تواند سیستم های بدن را در برایر مواد سمی تضعیف نموده و نیز باعث تشدید اثرات بیولوژیک مواد شیمیایی موجود در محیط کار شود.

منابع اصلی که در تعیین این حد مجاز مواجهه شغلی مورد استفاده و استناد قرار گرفته اند عبارت اند از: اطلاعات حاصل از تجربه محیط کار، مطالعات تجربی بر روی انسان، حیوانات و یا ترکیبی از منابع مذکور، استفاده از حدود مجاز برخی از کشورها و سازمان های معتبر که در مقدمه کتاب آمده است. بر این اساس مبنای تعیین حد مجاز شغلی برای مواد شیمیایی مختلف متفاوت است و علاوه در تعیین آن برای برخی مواد، پیشگیری از بیماری یا عارضه ای خاص موردنظر بوده و در مواردی نیز حالاتی نظیر: تحریک، تخدیر، آزاردهنگی و استرس زایی مبنای و پایه تعیین حد مجاز شغلی قرار گرفته اند. در ویرایش پنجم حدود مجاز مواجهه عوامل شیمیایی، ۱۸ ماده شیمیایی به فهرست قبلی اضافه شده است که برگرفته از حدود مجاز مواجهه برخی از سازمان های معتبر یا حدود ملی برخی از کشورها است. با توجه به آنکه مبنای تعیین حدود برای برخی از مواد به طور دقیق مشخص نشده یا در دسترس نبوده لذا در ستون مربوط به مبنای تعیین حدود این مواد مطلبی ارائه نشده است و این مواد به پیوست این بخش منتقل شده اند. در ضمن در تدوین این حدود سعی شده است که علاوه بر اثرات و عوارض عوامل شیمیایی، شرایط و محدودیت های فنی، اقتصادی و قابلیت های اجرائی نیز در نظر گرفته شوند. به همین دلیل جدول حدود تماس شغلی عوامل بیماری زا در دو جدول مجزای حدود الزام آور در متن اصلی و حدود توصیه شده در پیوست قرار داده شده است.

به دلیل تفاوت های 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 مطمئن ترین مستندات و اطلاعات مورداستفاده قرار گیرد. این موضوع باید همواره به اطلاع مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی رسانده شود تا در بازنگری های بعدی حدود مجاز مواجهه شغلی مورد استناد قرار گیرد.

تعریف حدود مجاز مواجهه شغلی

حدود مجاز مواجهه شغلی ۱ (OELs) به غلظت آلاینده‌های هوابرد مواد شیمیایی اشاره دارد و شرایطی را بیان می‌کند که اگر کارگران به طور مداوم و به شکل روزانه در طول مدت زمان سال‌ها کاری خود با آن مواجهه داشته باشند، تقریباً همه آن‌ها از تأثیرات زیان‌آور این مواد مصون خواهند ماند.

تمامی کسانی که از (OELs) استفاده می‌کنند، باید همواره به آخرین مستندات و اطلاعات مربوط به آن مراجعه کنند و از درک صحیح مبانی حدود مجاز مواجهه شغلی و اطلاعاتی که در تدوین این حدود به کار گرفته شده است اطمینان حاصل نمایند. ذکر این نکته ضروری است که کمیت و کیفیت اطلاعات ارائه شده برای هر ماده شیمیایی در طول زمان تغییر خواهد کرد. به طور کلی، نمی‌توان تصور کرد که مواد شیمیایی با OELs برابر (مقادیر عددی مشابه)، دارای اثرات سمی و بیولوژیکی مشابه می‌باشند. به علاوه نمی‌توان بر اساس تشابه ساختار فیزیکی و یا شیمیایی دو ماده برای آنها سمیت مشابه در نظر گرفت.

در این کتاب OELs فهرست شده برای هر ماده شیمیایی، شامل غلظت هوابرد این مواد بر حسب قسمت در میلیون (PPM) یا میلی گرم بر متر مکعب (mg/m^3) و اثرات قطعی که توسط هر ماده ایجاد می‌شود می‌باشد. در واقع، این اثرات قطعی مبنای اصلی برای تدوین OELs آن ماده هستند.

باید توجه داشت که تفاوت‌های فراوانی در میزان پاسخ‌های زیستی به یک ماده شیمیایی خاص وجود دارد که ممکن است به غلظت هوابرد آن ارتباطی نداشته باشد. به عبارت دیگر، OELs مرز مشخصی برای قضاوت درباره محیط‌های کاری سالم و ناسالم و یا نقطه‌ای را که این مواد در آن باعث اختلال در سلامتی کارکنان می‌شوند را نشان نمی‌دهد.

بنابراین حدود مجاز مواجهه شغلی نمی‌توانند به شکل مطلق کارگران را در برابر مخاطرات مواجهات شغلی با مواد شیمیایی محافظت کنند. بعضی از افراد ممکن است در زمان مواجهه با غلظت‌هایی از یک ماده شیمیایی در حد OEL و یا حتی مقادیری کمتر از OEL دچار ناراحتی یا عوارض شدید شوند.

حساسیت بیش از حد به یک ماده شیمیایی ممکن است در اثر عوامل مختلفی مانند: سن، جنسیت، خصوصیات ژنتیکی (استعداد ابتلا به یک بیماری)، سبک زندگی (رژیم غذایی، کشیدن سیگار، سوءصرف الکل و مواد مخدر)، مصرف داروها، بیماری‌های زمینه‌ای (تشدید و خامت آسم و بیماری‌های قلبی و عروقی)، آلودگی هوا و مواجهه‌های قبلی با مواد شیمیایی افزایش یابد.

شایان ذکر است که برخی از افراد ممکن است به واسطه مواجهه‌های قبلی (حساس شدن) با یک یا چند ماده شیمیایی، در مواجهه‌های بعدی با این مواد، حساسیت و عوارض بیشتری را از خود بروز دهند. حساسیت به اثرات یک ماده شیمیایی ممکن است در طول دوره‌های متفاوت رشد جنین و دوره بارداری تغییر کند.

همچنین، انجام کار در سطوح مختلف (برای مثال انجام کار سبک یا کار سنگین) یا ورزش کردن و فعالیت بدنی (وضعیت‌هایی که در طی انجام آن‌ها فعالیت‌های قلبی - ریوی افزایش پیدا می‌کند) ممکن است باعث ایجاد تغییراتی در میزان حساسیت افراد شوند. علاوه بر این، تغییرات دمایی (سرد شدن و گرم شدن شدید هوا) و رطوبت نسبی نیز می‌توانند واکنش افراد نسبت به ماده سمی را تغییر دهند. بنابراین، با توجه به اینکه عوامل متعددی ممکن است پاسخ‌های بیولوژیکی افراد را تغییر دهند، مستندات مربوط به هر یک از OELs داده شده باید همواره مورد کارشناسی قرار گیرد.

اگرچه OELs معمولاً به مواجهه با غلظت‌های هوابرد مواد شیمیایی اشاره دارند، تماس‌های پوستی که ممکن است در حین انجام کار اتفاق بیفتد نیز باید مورد توجه قرار گیرند.

به طور کلی، حد مجاز مواجهه شغلی عوامل شیمیایی در چهار دسته طبقه‌بندی شده‌اند:

متوسط وزنی-زمانی^۱ (TWA)، حد مواجهه کوتاه مدت^۲ (STEL)، سقفی^۳ (C) و حد مجاز سطح^۴ (SL).

1 Time-Weighted Average (TWA)

2 Short-Term Exposure Limit (STEL)

3 Ceiling (C)

4 Surface Limit (SL)

برای اکثر مواد شیمیایی، حد متوسط وزنی- زمانی به تنها یی یا همراه با حد مجاز مواجهه کوتاه مدت ارائه شده است. برای برخی از مواد شیمیایی (مانند گازهای محرک) نیز فقط حد مجاز مواجهه کوتاه مدت (STEL) یا حد مجاز مواجهه سقفی (C) کاربرد دارد. اگر میزان مواجهه شاغلین از هر یک از این چهار حد تجاوز کند، احتمال آسیب رسانی ناشی از آن عامل شیمیایی وجود خواهد داشت.

حد مجاز شغلی- متوسط وزنی، زمانی (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 سوم حاصل از ۸ ساعت کار را دفع و یا بواسیله پدیده های بیولوژیکی ختی نمایند. بایستی در نظر داشت که اگر چه در برخی از موارد محاسبه غلظت متوسط هفتگی (به جای یک روز 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 مواجهه کوتاه مدت (OEL-STEL): حد مجاز مواجهه کوتاه مدت عبارت است از حد مجاز مواجهه بر مبنای میانگین وزنی - زمانی ۱۵ دقیقه‌ای یا یک ماده شیمیایی که در هیچ دوره ۱۵ دقیقه‌ای از یک نوبت کاری نباید غلظت آن ماده از این حد بیشتر باشد، حتی اگر میانگین مواجهه ۸ ساعته شاغلین کمتر از OEL-TWA آن ماده باشد. STEL غلظتی از یک ماده شیمیایی است که کارگران می‌توانند برای کوتاه مدت با غلظت‌های کمتر از آن به طور مداوم مواجهه داشته باشند بدون آنکه عوارض زیر را ایجاد کند:

(۱) تحریک

(۲) آسیب‌های بافتی مزمن یا غیرقابل برگشت

(۳) اثرات سمی وابسته به میزان دوز

(۴) رخوت و خواب آلودگی، به حدی که احتمال ایجاد آسیب بر اثر حادثه را افزایش دهد، یا توانایی فرد را برای دور شدن از عامل حادثه ساز مختل سازد و یا کارایی وی را به طور قابل ملاحظه ای کاهش دهد.

در صورتی که میانگین وزنی - زمانی روزانه مواجهه کارکنان بیشتر از حد مجاز باشد، OEL-STEL نزدیک نمی تواند آنان را در برابر اثرات مذکور حفاظت کند.

معمولًا OEL-STEL به عنوان مکمل آن دسته از حدود مجاز بر مبنای OEL-TWA به حساب می آیند که علاوه بر اثرات مزمن دارای اثرات حاد شناخته شده نیز هستند. با این وجود، ممکن است OEL-STEL به عنوان یک حد و راهنمای کاملاً مجزا و مستقل قلمداد شود.

زمان مواجهه شغلی با غلظت های بین STEL و TWA باید از ۱۵ دقیقه تجاوز کند. این دوره زمانی مواجهه ۱۵ دقیقه ای می تواند حداکثر تا ۴ مرتبه در طول ۸ ساعت کار مداوم تکرار شود، مشروط بر آنکه فاصله بین دو دوره ۱۵ دقیقه ای کمتر از ۶۰ دقیقه باشد. در صورتی که اثرات بیولوژیکی مشاهده شده ناشی از مواجهه با عوامل شیمیایی در بازه های زمانی دیگری اتفاق یافتند، ممکن است میانگین وزنی - زمانی در بازه هایی به غیر از ۱۵ دقیقه توصیه شود.

حد مجاز مواجهه شغلی سقفی (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 لحظه ای غلظت ماده شیمیایی (برای مقایسه با OEL-C) امکان پذیر نباشد، نمونه برداری باید در حداقل زمانی کافی انجام شود تا مواجهه معادل با حد مجاز سقفی یا بیشتر از آن تشخیص داده شود.

برای برخی مواد مانند گازهای محرك فقط حد مجاز سقفی کاربرد دارد و برای سایر مواد می توان بر حسب اثرات فیزیولوژیک آنها از یک یا دو حد مجاز استفاده نمود. این اعتقاد وجود دارد که حدود مجاز مواجهه شغلی که مبتنی بر تحریکات فیزیکی تعیین شده اند، نباید کم اهمیت تر از حدود مجاز مواجهه مبتنی بر آسیب های فیزیکی در نظر گرفته شوند. شواهد روزافزونی نشان می دهد که تحریک

فیزیکی ممکن است شروع کننده، افزایش دهنده یا تسریع کننده اثرات بهداشتی زیان‌آور از طریق برهمکنش با سایر عوامل شیمیایی یا بیولوژیک یا از طریق سازوکارهای دیگر باشد.

حد مجاز مواجهه شغلی بر روی سطوح (OEL-SL) : غلظتی از مواد شیمیایی بر روی سطوح تجهیزات و وسایل محل کار که در صورت تماس های مستقیم یا غیرمستقیم با آن، احتمال ایجاد اثرات زیان‌آور وجود ندارد. نظر بر آن است که OEL-SL به عنوان تکمیل کننده حدود مجاز مواجهه شغلی هوابرد، به ویژه در خصوص موادی که عوارض پوستی (با نامad Skin)، حساسیت‌زاibi پوستی (با نامad DSEN) و یا حساسیت‌زاibi تنفسی (با نامad RSEN) ایجاد می‌کنند، مورداستفاده قرار می‌گیرد تا بتوان معیارهای کمی را جهت ایجاد غلظت‌های قابل قبول بر روی سطوح، برحسب mg/100cm² فراهم کرد. برای اثرات سیستمی که دارای نماد پوست (Skin) هستند، OEL-SL اغلب با میزان دوزی که توسط OEL-TWA برای مدت زمان ۸ ساعت ارائه شده است مطابقت دارد، مگر آنکه داده‌های ویژه‌ای در دسترس باشند که ارتباط غلظت نمونه‌های مواد شیمیایی برداشته شده از روی سطوح را با اثرات زیان‌آور این مواد نشان دهند.

برای برخی از مواد حساسیت‌زاibi پوستی، حد مجاز بر روی سطوح ممکن است با استفاده از برآورد توان و قدرت آسیب‌زاibi آن ماده و با استفاده از نتایج مطالعات حیوانی، مانند غلظت مؤثری که می‌تواند باعث افزایش سه برابری تکثیر لنفوسيت‌ها (EC3) شود، با به کارگیری یک ضریب تصحیح مناسب تعیین شود.

همچنین برای سایر عوامل حساسیت‌زاها از حساسیت‌زاها ریوی که باعث ایجاد حساسیت از طریق تماس پوستی می‌شوند، ممکن است برای تکمیل نتایج به دست آمده از ارزیابی سطوح و هوابردهای موجود، نیاز به نظرات و قضاوت افراد خبره باشد.

مواجهه‌های بیشینه^۱ : بنا بر توصیه کمیته تعیین حدود آستانه مجاز مواجهه شغلی، در صورت وجود داده‌های تأیید کننده، باید ملاحظاتی را در خصوص OEL-STEL در نظر گرفت. برای بسیاری از

موادی که OEL-STEL وجود ندارد. با این وجود، مواجهه‌های بیشینه‌ی کوتاه‌مدت که بالاتر از OEL-TWA هستند، باید به شکل مؤثری کنترل شوند، حتی اگر ۸ ساعته به دست آمده در محیط کار، پایین‌تر از مقادیر توصیه شده باشد.

مواجهه‌های کوتاه مدت با غلظت‌های بالا به این دلیل محدود می‌شوند که از ایجاد عوارض حاد و سریعی که ممکن است درنتیجه مواجهه‌های قله‌ای زودگذر در طول نوبت کاری ایجاد شود، جلوگیری شود.

از آنجایی که عوارض مذکور ممکن است چند بار در طول متوسط وزنی زمانی ۸ ساعته اتفاق یافتد، شرط احتیاط آن است که مواجهه‌های بیشینه محدود شوند (حتی اگر هنوز مستند نشده باشند). بنابراین برای آن دسته از موادیکه OEL-STEL ندارند، حدود مجاز مواجهه کوتاه‌مدت پیش‌فرض زیر اعمال می‌شود:

افراش موقتی میزان مواجهه‌های کارگران می‌تواند تا ۳ برابر میزان OEL-TWA باشد به شرطی که بیشتر از ۱۵ دقیقه و بیشتر از ۴ مرتبه با فاصله یک ساعته در طول یک روز کاری نباشد.

زمانی که بر مبنای TWA، ۱۵ دقیقه سنجیده می‌شود تحت هیچ شرایطی دامنه نوسانات مواجهه کارگر نباید بیشتر از ۵ برابر میزان OEL-TWA باشد.

همچنین میزان TWA، ۸ ساعته نباید از میزان یک دوره کاری ۸ ساعته فراتر رود.

توضیحات ارائه شده در مورد محدود کردن مواجهه‌های بیشینه در مقادیر بالاتر از OEL-TWA مشابه OEL-STEL است و هردوی آن‌ها بیانگر محدودیت تماس ۱۵ دقیقه‌ای هستند. هدف مورد نظر یکپارچه سازی این رویکردها برای به حداقل رساندن چندگانگی در فرایند انتخاب و استفاده از راهنمایی‌های مختلف و نیز حصول اطمینان از حفاظت کارگران می‌باشد.

با وجود آنکه مباحث کامل تئوری و ویژگی‌های توزیع لگ نرمال فراتر از اهداف این بخش است لذا فقط توصیف مختصه از واژه‌های 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 نمونه ها است. این توزیع دارای چولگی بوده و میانگین هندسی آن همیشه کوچکتر از میانگین حسابی و مقداری است 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٪ مقادیر نمونه ها، بین $sdg \times mg$ و mg / sdg قرار می گیرند.

راهنمای مواجهه های بیشینه (که قبلًا با عنوان محدوده های نوسان از آن یاد می شد) منحصرًا بر اساس ملاحظات آماری تدوین شده است. برای مثال اگر مقادیر حدود مجاز مواجهه کوتاه مدت برای فرآیندی که به خوبی کنترل شده دارای انحراف معیار هندسی ۲ باشد، ۵٪ از کل مقادیر فراتر از $\frac{3}{13}$ برابر میانگین هندسی خواهد بود.

فرآیندهایی که تغییرات بیشتری را نشان می دهند، به خوبی تحت کنترل نیستند و باید مجدداً تلاش های لازم برای کنترل شرایط اعمال شود. مقادیر بیشتر مواجهه، همچنین باعث افزایش احتمال ایجاد اثرات خواهد شد. به اثراتی که ممکن است در جایی که OEL-TWA مبنای پیشگیری از اثرات مزمن است، اشاره ای به آن ها نشده باشد. فاکتور مواجهه بیشینه، حداکثر تا ۵ نیز بیانگر نگرانی در مورد اثرات نامطلوب بر سلامتی می باشد. محدود کردن مواجهات بیشینه، احتمال فراتر رفتن از مقدار OEL-TWA را کاهش می دهد.

هنگامی که نمونه های اولیه نشان دهنده مواجهه های بیشینه بیش از مقادیر پیشنهاد شده هستند، ارزیابی های دقیق تری نیاز خواهد داشت. مخصوصاً این مسئله وقتی جدی تر می شود که از برنامه کاری غیرمعمول استفاده می شود. قاعده ای که در اصطلاح به "قانون ۳ در ۵" معروف شده است، همان طور که در بالا توضیح داده شد، باید به عنوان یک قاعدة تجربی و یک روش پیشگیرانه و کاربردی در نظر گرفته شود. چنانچه در برخی از محیط های متداول کاری، انحراف معیار هندسی بیشتر از عدد ۲ و توزیع داده ها مشخص باشد و چنانچه ریسک اثرات زیان بار بهداشتی افزایش نیافته باشد، ممکن است بتوان راهنمای مواجهه های بیشینه توصیه شده را بر اساس داده های به دست آمده از محیط کار مشخص و اثرات بهداشتی ماده مورد نظر، اصلاح نمود.

همچنین باید به برنامه‌های کاری غیرمعمول توجه ویژه‌ای شود و اینکه آیا موارد مرتبط با مواجهه‌های بیشینه باید درباره OEL-TWA اعمال شود (مثلًا، اگر نگرانی در مورد غلبه داشتن اثرات حاد بر سلامتی وجود دارد) یا OEL-TWA تصحیح شده (مثلًا، اگر نگرانی در مورد تجاوز از حد OEL-TWA تنظیم شده وجود دارد). متخصص بهدافت حرفاً آموزش دیده باید هنگام استفاده از راهنمای مواجهه‌های بیشینه قضاوت درستی داشته باشند. درصورتی که OEL-C یا OEL-STEL برای یک ماده موجود باشند، این حدود نسبت به مقادیر مواجهه قله‌ای ارجحیت خواهند داشت.

مقایسه حد مجاز مواجهه شغلی TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلی سقفی (C)

یک ماده شیمیایی ممکن است دارای ویژگی‌های سمشناسی خاصی باشد که نیازمند استفاده از OEL-C به جای OEL-STEL یا راهنمای مواجهه‌های بیشینه بالاتر از OEL-TWA باشد. مقداری از غلظت مواجهه با یک ماده که می‌تواند برای کوتاه‌مدت از حد مجاز تجاوز نماید بدون آنکه آسیبی به سلامت شاغل وارد کند بستگی به عوامل زیادی از جمله: ماهیت آلانده، امکان ایجاد مسمومیت حاد در مواجهه با غلظت‌های زیاد حتی در کوتاه‌مدت، احتمال اثرات تجمعی و تعداد دفعات و طول مدت زمان مواجهه با غلظت‌های بالا دارد. هنگام تصمیم‌گیری درباره وجود یا عدم وجود یک وضعیت مخاطره‌آمیز باید کلیه موارد فوق را در نظر گرفت.

اگرچه تعیین غلظت بر مبنای TWA، از رضایت بخش‌ترین و عملی‌ترین روش‌های ناظرت بر عوامل هوابرد به جهت تطبیق با OELS به حساب می‌آید، چنین تطبیقی ممکن است در مورد برخی از مواد نامناسب باشد. این گروه موادی هستند که اغلب اثرات سمیت خود را سریع اعمال می‌کنند و آن‌ها بر اساس غلظت مرتبط با این پاسخ، ویژه است. موادی با این نوع پاسخ به بهترین شکل توسط OEL-C که نباید از آن تجاوز کرد، کنترل می‌شوند. بنابراین واضح است که شیوه نمونه‌برداری برای تعیین عدم سازگاری با OELS برای هر گروه از مواد شیمیایی باید متفاوت باشد. درنتیجه، نمونه واحد و کوچکی که برای تعیین OEL-C قابل استفاده است، برای تعیین OEL-TWA مناسب نیست و تعداد کافی از نمونه لازم است تا بتوان تعیین کرد که OEL-C در هیچ زمانی از چرخه کاری یا در کل نوبت کار افزایش پیدا نمی‌کند.

به عبارت دیگر OEL-C مرز معینی را مشخص می‌کند که غلظت مواد نباید از آن فراتر رود و برای گروهی از مواد استفاده می‌شود که غالباً اثرات آنی داشته و OEL بر اساس اثرات اختصاصی آنها تعیین می‌شود و این در حالی است که میزان OEL-TWA بطور مشروط نوسان مقادیر بالاتر از OEL را مجاز می‌داند زیرا در طی زمانی که متوسط وزنی زمانی TWA آن تعیین می‌شود غلظت ماده می‌تواند به بالاتر یا پایین تر از OEL در نوسان باشد مشروط بر این که مقادیر کمتر از OEL مقادیر بالاتر از آن را جبران نماید.

لذا باید توجه داشت که روش نمونه گیری برای تعیین انواع حدود مجاز متفاوت است. بطور مثال برای تعیین حد مواجهه شغلی سقفی می‌توان از یک نمونه گیری کوتاه مدت و مختصراً استفاده نمود ولی برای تعیین حد TWA به تعداد کافی نمونه در یک شیفت یا یک دوره کامل کاری نیاز است و تعیین دقیق تعداد و مدت زمان مواجهه‌های بیشینه مورد نیاز است که در مقادیر توصیه شده بالاتر از OEL-TWA قابل قبول هستند.

حدود مجاز مخلوط مواد شیمیابی

در هنگام استفاده از OELs برای ارزیابی مخاطرات بهداشتی ناشی از مواجهه همزمان با مخلوطی از دو یا چند ماده شیمیابی، باید ملاحظات ویژه‌ای در نظر گرفته شود. بحث مختصراً در مورد ملاحظات اساسی و روش‌هایی که در تدوین حدود مجاز مواجهه با مخلوط مواد شیمیابی به کار گرفته شده‌اند به همراه مثال‌هایی جهت تفهیم بیشتر در ضمیمه (د) ارائه شده‌اند.

تغییرات در شرایط و برنامه‌های کاری

کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول

زمانی که شرایط دما و فشار محیط کار شاغلینی که با آلاینده‌های هوا مواجهه دارند تفاوت قابل توجهی با وضعیت نرمال (NTP) (دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و فشار ۷۶۰ میلی‌متر جیوه) داشته باشد، باید در مقایسه نتایج حاصل از نمونه‌برداری و مقادیر OELs دقیق کرد. برای آئروسل‌ها، غلظت مواجهه TWA (محاسبه شده از حجم نمونه بدون تصحیح دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و فشار ۷۶۰ میلی‌متر جیوه) باید مستقیماً با حدود مجاز مواجهه تعیین شده (BELs و OELs) مقایسه شوند. برای گازها و بخارات،

گرینه‌های مختلفی برای مقایسه نتایج حاصل از نمونه‌برداری هوا با حدود مجاز مواجهه وجود دارد که به تفصیل توسط Stephenson and Lillquist (2001) شرح داده شده است. در ضمن در این شرایط نکات زیر باید رعایت شود:

- (۱) غلظت مواجهه برحسب جرم بر حجم (mg/m^3), بدون تصحیح شرایط دما و فشار تعیین شود.
- (۲) در صورتی که غلظت مواجهه بر حسب واحد mg/m^3 نبود تبدیل واحد انجام شود. برای تبدیل OEL به میلی گرم بر مترمکعب (یا سایر واحدهای جرم بر حجم) حجم یک مول از گاز $24/45$ لیتر لحاظ شود

(۳) جهت مقایسه غلظت اندازه گیری شده با OEL موردنظر باید واحدهای یکسان استفاده شود.

برای مقایسه نتایج نمونه‌برداری تحت شرایط جوی غیرمعمول با حدود مجاز مواجهه، چندین پیش‌فرض در نظر گرفته می‌شود. یکی از این پیش‌فرضها این است که حجم هوای استنشاقی شاغل در یک روز کاری تحت شرایط دما و فشار متوسط [متعادل] محیط در مقایسه با شرایط استاندارده، 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 نمونه‌برداری تحت شرایط غیرمعمول را نمی‌توان به سهولت با حدود مجاز مواجهه تدوین شده مقایسه کرد. چنانچه شاغلین با فشارهای خیلی زیاد یا خیلی کم هوا مواجهه داشته باشند، باید دقت زیادی در انجام این مقایسه‌ها به خرج داد.

برنامه‌های کاری غیرمعمول برای مشاغل با گردش کار هفتگی

کاربرد حدود مجاز مواجهه برای مشاغلی که برنامه‌های (زمانبندی) کاری آن‌ها تفاوت بسیار زیادی با شرایط معمول ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت هفتگی دارد، نیازمند تجزیه و تحلیل‌های ویژه است تا بتوان این نوع شاغلین را مانند شاغلینی که با برنامه زمانبندی کاری معمول کار می‌کنند، حفاظت کرد. هفته‌های کاری کوتاه این اجازه را به شاغلین می‌دهد تا بتوانند شغل‌های دیگری هم داشته باشند. شغل‌هایی که ممکن است مواجهه‌های مشابهی را برای شاغلین به همراه داشته باشند. درنتیجه علیرغم اینکه ممکن است در هیچ‌یک از این مشاغل مواجهه بیشتر از حد مجاز نباشد، مجموع مواجهه‌های فرد

بیش از حد مجاز گردد. مدل‌های ریاضی متعددی برای تحلیل و تنظیم برنامه‌های زمان‌بندی کاری غیرمعمول ارائه شده‌اند. بر حسب اصول سمشناسی، هدف کلی آن‌ها تعیین دزی است که بتوان اطمینان حاصل نمود که بیشینه (پیک) بار بدنی روزانه یا هفتگی یک آلاینده از آنچه که در طی یک نوبت کاری معمولی (۸ ساعت در روز / ۵ روز در هفته) رخ می‌دهد، تجاوز نمی‌کند. این مدل حد مجاز را مناسب با افزایش زمان مواجهه و کاهش زمان بهبود یا زمان بازگشت (زمان بدون مواجهه)، کاهش می‌دهد. این مدل معمولاً برای برنامه‌های کاری با زمان کار بیشتر از ۸ ساعت در روز یا بیشتر از ۴۰ ساعت کار در هفته مورداستفاده قرار می‌گیرد و نباید برای مواجهه‌های خیلی زیادی که در مدت زمان خیلی کوتاه رخ می‌دهند استفاده شوند (به عنوان مثال، مواجهه طوری باشد که در ۱ ساعت اول، کارگر با مقداری معادل ۸ برابر OEL-TWA تماس داشته باشد و در مابقی زمان نوبت کاری هیچ مواجهه‌ای نداشته باشد). که در این شرایط باید حدود نوسان یا OEL-STEL برای جلوگیری از کاربرد نامناسب این مدل برای نوبت کاری‌ها یا دوره‌های مواجهه بسیار کوتاه‌مدت، مورداستفاده قرار گیرند.

مدل Brief و Scala از مدل‌های پیچیده‌تری که بر اساس واکنش‌های فارماکوکینتیکی تدوین شده‌اند، ساده‌تر است. استفاده از چنین مدل‌هایی معمولاً نیاز به دانستن نیمه‌عمر بیولوژیکی هر ماده دارد و در مورد برخی از مدل‌ها حتی به داده‌های اضافی نیز نیاز خواهد بود.

از آنجاکه حدود مجاز تعديل شده، قدمت زیادی ندارند و هنوز به اندازه کافی موردنقد و بررسی قرار نگرفته‌اند، نظارت و کنترل دقیق پزشکی بر سلامت شاغلین در هنگام کاربرد آن‌ها توصیه می‌شود. به طور کلی، باید از مواجهه‌های غیر ضروری کارگران اجتناب شود، حتی اگر مدلی چنین مواجهه‌هایی را "مجاز" بداند. همچنین، مدل‌های ریاضی نباید به عنوان توجیهی برای قرار گرفتن در معرض مواجهه‌های بالاتر از حد لازم استفاده شوند.

مدل مورد تائید کمیته در دستورالعمل پیوست این کتاب که الزام آور خواهد بود، ارائه شده است.

OELs واحدهای

حدود مجاز مواجهه شغلی با مواد شیمیایی بحسب mg/m^3 , ppm یا $\text{mg}/100 \text{ cm}^2$ یان می‌شوند. یک ماده شیمیایی استنساقی ممکن است به شکل گاز، بخار یا ذرات معلق در هوا وجود داشته باشد.

گاز: ماده‌ای شیمیایی است که مولکول‌های آن آزادانه در فضایی که در آن محبوس شده‌اند (مانند سیلندر / مخزن) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و فشار ۷۶۰ میلی‌متر جیوه حرکت می‌کند. فرض بر آن است که گازها هیچ شکل یا حجم معینی ندارند.

بخار: فاز گازی یک ماده شیمیایی است که در شرایط نرمال دما و فشار به شکل مایع یا جامد است. مقدار بخار متضاد شده از ماده شیمیایی، به صورت فشار بخار یا می‌شود و تابعی از دما و فشار است.

ذرات معلق یا آئروسل: سوپاپسیونی از ذرات جامد یا قطرات مایع در محیط گازی است.

واژگان دیگری که برای توصیف آئروسل بکار می‌رond عبارت‌اند از گرد و غبار، میست، مه، فیبر، دود و مه دود. آئروسل‌ها با رفتار آئرودینامیکی و محل رسوب در دستگاه تنفسی انسان متمایز می‌شوند.

حدود مجاز آئروسل‌ها معمولاً بحسب مقدار جرم مواد شیمیایی در حجم هوا (mg/m^3) یان می‌شوند.

حدود مجاز گازها و بخارات معمولاً بحسب قسمت در میلیون حجمی (ppm) آلانده در هوا یا ممکن است بحسب میلی‌گرم در مترمکعب بیان شود. 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 $24/45$ لیتر است، روابط تبدیل واحدهای mg/m^3 و ppm و گازها و بخارات در شرایط NTP عبارت است از:

¹ parts per million

$$OEL_{(ppm)} = \frac{OEL_{(mg/m^3)} \times 24.45}{M_{(g/mol)}}$$

یا

$$OEL_{(mg/m^3)} = \frac{OEL_{(ppm)} \times M_{(g/mol)}}{24.45}$$

در زمان تبدیل واحد مقادیر ارائه شده برای اشکال فرار ترکیبات معدنی (به عنوان مثال آهن، نیکل)، وزن مولکولی آن عنصر بایستی به جای وزن مولکولی کل ترکیب در رابطه مورداستفاده قرار گیرد. در تبدیل واحدها برای مواد با وزن مولکولی متغیر، وزن مولکولی مناسب باید برآورد یا فرض شود.

نمادها

شاخص بیولوژیکی مواجهه^۱ (BEIs)

نماد BEIs مربوط به شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه است و برای برخی از مواد شیمیایی تدوین شده است. این نmad دارای سه زیرگروه می‌باشد که به کاربران در تشخیص آفت‌کش‌های بازدارنده استیل‌کولین استراز، مواد ایجاد‌کننده متهموگلوبین و هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای کمک می‌کند. این سه زیرگروه عبارتنداز:

BEIA: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای آفت‌کش‌های مهارکننده استیل‌کولین استراز مراجعه شود.

BEIM: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای ایجاد‌کننده‌های متهموگلوبین مراجعه شود.

BEIP: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای (PAHs) مراجعه شود.

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

سرطان زایی^۱

سرطان زایی عاملی است که باعث ایجاد یک تومور خوش خیم یا بد خیم می‌شود. شواهد سرطان زایی از مطالعه‌های سمشناسی، اپیدمیولوژی و مکانیکی حاصل می‌شود. نمادهای مختلف توسط سازمان‌ها 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^۲ (ACGIH) که با حرف A همراه با اعداد ۱ تا ۵ که نشانگر درجه سرطان زایی مواد است استفاده شده است. طبقه‌بندی و تعاریف مربوط به نمادهای مختلف سرطان زایی در ضمیمه الف به طور مفصل ارائه شده است.

بخار و مواد قابل تنفس^۳ (IFV)

این نماد زمانی استفاده می‌شود که یک ماده، فشار بخار کافی برای بودن در هر دو فاز ذرهای و بخار را با نسبت معنی داری از دوز در غلظت OEL-TWA داشته باشد. هنگام تعیین IFV، نسبت غلظت بخار اشباع^۴ (SVC) به OEL-TWA در نظر 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 هنگام انتخاب روش نمونه برداری باید هر دو فاز ذره و بخار را برای ارزیابی مواجهه با آلاینده‌های ناشی از فرایندهای زیر مورد نظر قرار دهد:

الف-عملیات پاشش (اسپری)

ب- عملیاتی که در آنها تغییرات دما روی حالت فیزیکی ماده اثرگذار است
ج- در مواردی که بخش عمده‌ای از بخار در داخل ذرات ماده دیگر حل می‌شود یا بر روی آن جذب می‌شود مثل ترکیبات محلول در آب در محیط‌های مرطوب

1 Carcinogenicity

2 American Conference of Governmental Industrial Hygienist

3 Inhalable Fraction and Vapor

4 Saturated Vapor Concentration

مواد شیمیایی با قابلیت ایجاد آسیب شنوازی

درج عبارت "OTO" برای اختلالات شنوازی در ستون "نمادها"، پتانسیل یک ماده شیمیایی را در ایجاد اختلالات شنوازی در صورت مواجهه به تنها بی یا به همراه صدا (حتی صدای زیر ۸۵ dB (A) نشان می دهد.

نماد OTO مخصوص مواد شیمیایی است که بنا بر شواهد به دست آمده از مطالعات حیوانی یا انسانی می توانند اثرات نامطلوبی را بر ساختار آناتومیک یا عملکرد شنیداری بگذارند، که این مستلزم معمولاً به شکل تغییر دائمی در آستانه شنوازی و یا مشکلات ایجاد شده در پردازش صدایها، بروز می کند.

به نظر می رسد که اثرات مواجهه توأم برخی از مواد با سرو صدا به شکل هما فزایی است، در حالی که برخی دیگر اثرات سرو صدا را تقویت می کنند.

نماد OTO نه تنها بر نقش کنترل های مهندسی، کنترل های اداری و به کارگیری لوازم حفاظت فردی مورد نیاز برای کاهش غلظت آلاینده های هوابرد تأکید می کند، بلکه سایر روش هایی که برای پیشگیری از مواجهه هم زمان با مقادیر بیش از حد مواد شیمیایی و سرو صدا که برای جلوگیری از اختلالات شنوازی لازم هستند را نیز در نظر گرفته است.

به بیان دقیق تر، ممکن است لازم باشد تا شاغلینی که در معرض این عوامل هستند، حتی زمانی که مواجهه با سرو صدا از حدود توصیه شده OEL تجاوز نمی کند، تحت بررسی برنامه های حفاظت شنوازی و نظارت پزشکی قرار بگیرند تا وضعیت شنوازی آنها از نزدیک بررسی و پایش شود.

ایجاد حساسیت

واژه های "DSEN" و "RSEN" در ستون "نمادها" در کتابچه حدود مجاز مواجهه شغلی به پتانسیل یک ماده برای ایجاد حساسیت پوستی یا تنفسی اشاره دارند. هنگامی که شواهد مشخصی از حساسیت، توسط یک راه ورود به وسیله داده های انسانی یا حیوانات تأیید می شود، RSEN (برای ایجاد حساسیت سیستم تنفسی) و DSEN (به معنای پتانسیل یک ماده شیمیایی برای ایجاد حساسیت پوستی) به جای نماد SEN (نماد حساسیت) استفاده می شود.

این نمادها دلالت بر این ندارند که حساسیت، تأثیر مهمی در تعیین OEL داشته است و یا حساسیت تنها عامل تعیین کننده OEL بوده است. بلکه بدان معنی است که اگر داده‌های مربوط به حساسیت زایی وجود دارد 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 شود. 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 حساسیت‌زا ممکن است از طریق تنفسی، پوستی و ملتحمه چشم رخ دهد. از طرفی عوامل حساسیت‌زا باعث واکنش‌های تنفسی، پوستی و ملتحمه می‌شوند. در حال حاضر این نماد، بین حساسیت هیچ یک از این بافت‌ها تمایز قائل نشده است. عدم استفاده از این نماد به معنی فقدان قابلیت یک ماده برای حساسیت‌زا هم نیست بلکه ممکن است نشانگر شواهد علمی اندک یا ناکافی باشد.

حساسیت‌زا اغلب از طریق یک مکانیسم ایمونولوژی 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 حساسیت‌زا 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، مواجهه‌های بعدی می‌تواند باعث پاسخ‌های شدید حتی در مواجهه با غلظت‌های کم (کمتر از OEL) بشود. این واکنش‌ها 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 مقطعي نشان دهند. کاهش مواجهه با عوامل حساسیت‌زا و ترکیبات با ساختار مشابه با آن‌ها معمولاً شیوع واکنش‌های آرژیک (تعداد و شدت واکنش‌ها) را در افراد حساس شده کاهش می‌دهد. برای برخی از افراد حساس شده، اجتناب کامل از مواجهه با عامل حساسیت‌زا و ترکیبات مشابه آن تنها راه حل پیشگیری از پاسخ‌های ایمنی خاص است.

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، روش‌های حمل این آنها و اطلاعات مربوط به شرایط اضطراری نیز ضروری است.

پوست

نماد پوست برای موادی به کار می‌رود که سهم قابل توجهی از جذب آنها از طریق جلدی، غشاهای مخاطی و چشم‌ها در اثر مواجهه با بخارات، مایعات و جامدات، انجام می‌شود. هر جا که مطالعات پوستی نشانگر آن باشد که جذب پوستی قادر به ایجاد اثرات سیستمیک به دنبال 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 حتی در شرایطی که مواجهه‌های هوابرد کمتر از حد مجاز است، مواجهه بیش از حد مجاز به دنبال تماس با مایع یا آثروسل‌ها رخ دهد.

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 به دنبال 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 می‌توانند به عنوان یک حامل عمل کنند به‌طوری که وقتی بر روی پوست قرار می‌گیرند یا با یک ماده مخلوط می‌شوند، می‌توانند میزان انتقال مواد را به داخل پوست افزایش دهند. علاوه بر این وجود برخی از شرایط جلدی نیز می‌توانند بر روی میزان ورود مواد از طریق پوست یا زخم تأثیرگذار باشد.

افزودنی‌های موجود در محلول‌ها و یا مخلوط‌ها می‌توانند به طور قابل ملاحظه‌ای قابلیت جذب پوستی را افزایش دهند. هر چند برخی مواد می‌توانند سبب تحریک یا التهاب و یا حساسیت پوستی در شاغلین

گردد، ولی این خصوصیات در ارزیابی‌های مربوط به لزوم یا عدم لزوم ذکر نماد پوست دخیل نبوده‌اند. در هر حال ضایعات پوستی به‌طور قابل ملاحظه‌ای سبب افزایش جذب از راه پوست می‌گردد.

زمانی که اطلاعات کمی در ارتباط با جذب پوستی گازها و بخارات و مایعات توسط شاغلین وجود داشته باشد، پیشنهاد می‌شود 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 تصمیم‌گیری برای نماد گذاری پوست مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی چنانچه یافته‌های موجود نشان‌دهنده جذب قابل توجه ماده شیمیایی از طریق دست‌ها و ساعدها در طی ساعات کار روزانه بخصوص برای مواد شیمیایی دارای OELs پایین باشد، باید از نماد پوست استفاده شود. بر پایه یافته‌های حاصل از سمیت حاد بر روی حیوانات در مورد مواد شیمیایی که دارای LD₅₀ نسبتاً کم (mg/kg یا 1000 کمتر) باشند، باید نماد پوست به کار بrede شود.

در مواردی که ماده شیمیایی به سهولت از پوست نفوذ می‌کند (مواد با ضرایب جزئی اکتانول-آب بالا) و در مواردی که برونویابی 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 خورنده‌گی بدون سمیت سیستمیک شوند، به کار نمی‌رود.

مواد شیمیایی دارای نماد پوست و OELs کم، ممکن است در فرایندهایی که غلظت آن ماده در هوا زیاد است، مشکلات خاصی را ایجاد کنند. این مشکل زمانی نمود بیشتری دارد که سطح وسیعی از پوست برای طولانی‌مدت 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 است و به عنوان ابزار تکمیلی در هنگام ارزیابی تماس کلی کارگر با ماده شیمیایی موردنظر به کار می‌رود. مشاهده نماد پوست برای ماده شیمیایی موردنظر، هشداری است که

نیشان می‌دهد برای تعیین قطعی میزان مواجهه، نمونه‌برداری از هوا به تنها بی‌کافی 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: سلطان زایی (ضمیمه الف)

C: حد مجاز سقفی

D: خنگی آور ساده

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

F: الیاف قابل استنشاق دارای طول بزرگتر از $5\mu\text{m}$ و نسبت طول به قطر بیشتر از ۳ که با روش فیلتر غشایی نمونه گیری و با میکروسکوپ فاز کنتراست با بزرگنمایی ۴۰۰-۴۵۰ شمارش می‌شوند.

G: با نمونه گیر دالان تهشیینی عمودی مخصوص پنبه (کتان) اندازه گیری شود.

H: فقط آئروسل

I: ذرات قابل تنفس (ضمیمه ج)

IFV: بخار و کسر قابل تنفس

L: شامل ترکیبات استثارات فلزات سمی نیست.

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

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

M: طبقه‌بندی انجام شده اشاره به اسیدسولفوریک موجود در میست‌های اسیدی قوی معدنی دارد.

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

P: کاربرد محدود به شرایطی است که مواجهه با آثروسل قابل صرف نظر است.

R: ذرات قابل استنشاق (ضمیمه ج)

T: ذرات توراسیک (ضمیمه ج)

V: بخار و آثروسل

روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی

در ویرایش حاضر جدول حدود مجاز مواجهه شغلی سعی شده است با ساختاربندی ساده و حذف مطالب تکراری و دارای اهمیت کمتر، امکان استفاده از آن را برای کاربران تسهیل و تسريع نماید. چیدمان مواد شیمیایی بر اساس حروف الفبای انگلیسی مشهورترین نام آنها است. در ضمن سعی شده برخی از اسمای 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، می‌توان از صحیح بودن نام ماده شیمیایی اطمینان حاصل نمود. در ستون اول این جدول که شماره گذاری ردیفی مواد شیمیایی است می‌تواند در تدوین گزارش‌ها و دعاوی حقوقی برای پیشگیری از اشتباهات تفسیری مورد استفاده قرار گیرد.

ستون حدود مجاز نیز برای هر چهار نوع حدود مجاز Ceiling , SL , STEL , TWA طراحی شده است. در مواردی که ستون مربوط به هر یک این حدود برای ماده‌ای خالی است به معنی فقدان آن نوع از حد مجاز است. در استفاده از اعداد حدود مجاز ارائه شده باستی دقیق 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 است. این ستون‌ها به طور خاص در ارزیابی مخلوط ترکیبات مختلف باید مورد توجه ویژه قرار گیرند.

برای اطمینان از این موضوع که یک ماده شیمیایی در لیست حدود تماس شغلی وجود دارد یا خیر، بایستی شماره ثبت چکیده نامه شیمی آن ماده را (CAS#) از طریق جستجو در مستندات موجود یا منابع اینترنتی پیدا کرد که در جداول مربوطه ذیل نام هر ماده درج شده اند. چنانچه از عدم وجود شماره مذکور اطمینان حاصل شود، بهمنزله عدم وجود حد تماس شغلی برای ماده مذکور در این کتاب خواهد بود. بدیهی است در صورت عدم وجود حد تماس شغلی برای یک ماده، ارزیابی میزان مواجهه فردی با آن کاربردی نخواهد داشت.

در ضمن شماره ثبت چکیده نامه شیمی (CAS Number) یک کد عددی است که مختص یک ماده شیمیایی است. این کد عددی دارای سه بخش است که بخش اول آن (سمت چپ) شامل تا ۷ عدد، بخش دوم شامل دو عدد و بخش سوم محتوی یک عدد و درمجموع حداقل تا ۱۰ عدد است. اختصاص کد عددی برای هر ماده شیمیائی برای غله بر مشکلات سایر روش‌های نام‌گذاری مواد شیمیایی است. اختصاص این کدها توسط سرویس چکیده نامه شیمی که بخشی از انجمن شیمی آمریکا است انجام می‌شود. کلیه مواد آلی، غیر آلی، مواد معدنی، ایزوتوپ‌ها، آلیاژها، پلیمرها و مواد غیر ساختار پذیر مشمول دریافت این کد می‌شوند. تا ۲۳ مه ۲۰۱۳ حدود ۷۱/۶ میلیون کد عددی به مواد مختلف ارائه شده و در حال حاضر روزانه تا حدود ۱۵۰۰۰ کد جدید به لیست مذکور اضافه می‌شود.

^۱ CAS Registry Number

فهرست الزام آور حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
استالدئید Acetaldehyde [111-69-3]	۴۴/۰۵	C ۲۵ ppm	-	A2	تحریک قسمت فوکانی دستگاه تنفسی و چشم
استامید Acetamide [60-35-5]	۵۹/۰۷	-	۱ ppm ^(IFV)	A3	سرطان و آسیب کبدی
اسید استیک Acetic acid [64-19-7]	۶۰	۱۵ ppm	۱۰ ppm	-	تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ تأثیر بر عملکرد ریوی
انیدرید استیک Acetic anhydride [108-24-7]	۱۰۲/۰۹	۳ ppm	۱ ppm	A4	تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم
استون Acetone [67-64-1]	۵۸/۰۵	۲۵۰ ppm	۵۰۰ ppm	BEI؛ A4	تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی
استون سیانو هیدرین Acetone cyanohydrin [75-86-5] ,as CN	۸۵/۱۰	C ۵ mg/m ³	-	پوست	تحریک قسمت فوکانی دستگاه تنفس؛ سردرد؛ هیپوکسی و سیانوز
استونتریل Acetonitrile [75-05-8]	۴۱/۰۵	-	۲۰ ppm	A4؛ پوست	تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس
استوفون Acetophenone [98-86-2]	۱۲۰/۱۵	-	۱۰ ppm	-	سوژش چشم، سقط جنین، تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
- استیل آمینو فلورن 2-Acetylaminofluorene [53-96-3]	۲۲۳/۲۷	-	۱ ppm	-	تحریک و سوژش چشم

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
خفگی		خفگی آور ساده (D)		۲۶/۰۴	استیلن Acetylene [74-86-2]
تحریک و سوزش	-	-	۱ ppm	۳۴۵/۷	تترا برمید استیلن Acetylene Tetrabromide [79-27-6]
سوزش چشم و پوست	-	-	۵ mg/m ³	۱۸۰/۱۵	اسید استیل سالیسلیک (آسپرین) Acetysalicylic acid [50-78-2]
سوزش چشم و قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ ادم و آمیزرم ریوی	A4 پوست؛ DSEN	C ۰/۱ ppm	-	۵۶/۰۶	آکرولین Acrolein [107-02-8]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A2 پوست؛ DSEN	-	۰/۰۳ mg/m ^{3(IFV)}	۷۱/۰۸	آکریل آید Acrylamide [79-06-1]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی	A4 پوست؛	-	۲ ppm	۷۲/۰۶	اسید آکریلیک Acrylic acid [79-10-77]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی	A3 پوست؛	-	۲ ppm	۵۳/۰۵	آکریلونیتریل Acrylonitrile [107-13-1]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب خودکار	-	-	۵ mg/m ³	۱۴۶/۱۴	اسید آدیپیک Adipic acid [124-04-9]
تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی	پوست	-	۲ ppm	۱۰۸/۱۰	آدیپونیتریل Adiponitrile [111-69-3]
هموسیدروزیس	A3 ۴DSEN	-	۱ mg/m ^{3(IFV)}	۲۶۹/۸	آلاکلر Alachlor [15972-60-8]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	A4 پوست؛ BELc		.۰/۰۰۵ mg/m ^{3(IFV)}	۱۹۰/۲۶	آلدیکارب Aldicarb [116-06-3]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
اختلال سистем اعصاب مرکزي؛ آسيب كبدی و کلیوی	A3 پوست؛	-	٠/٠٥ mg/m ^{3(IFV)}	٣٦٤/٩٣	آلدرین Aldrin [309-00-2]
حساسیت های قلبی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	١٠٠٠ ppm	متفاوت	(C1-C4) گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلkanها Aliphatic hydrocarbon gases, Alkane [C1-C4]
تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم	A4 پوست؛	-	٠/٥ ppm	٥٨/٠٨	آلیل الکل Allyl alcohol [107-18-6]
تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم	A4 پوست؛	٠/٢ ppm	٠/١ ppm	١٢٠/٩٩	آلیل برمید Allyl bromide [106-95-6]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسيب های کبدی و کلیوی	A3 پوست؛	٢ ppm	١ ppm	٧٦/٥٠	آلیل کلرید Allyl choloride [107-05-1]
تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ درماتیت سوزش چشم و پوست	A4	-	١ ppm	١١٤/١٤	آلیل گلیسیدیل اتر Allyl glycidyl Ether [106-92-3]
آسيب کبدی	پوست	-	١ ppm	١٢٦/١٥	آلیل مت اکریلات Allyl methacrylate [96-05-9]
تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم	DSEN	-	٠/٥ ppm	١٤٨/١٦	آلیل پروپيل دی سولفید Allyl propyl disulfide [2179-59-1]
پنومو کونیوزیس؛ تحريك قسمت تحتانی دستگاه تنفسی؛ سمیت عصبی	A4	-	١ mg/m ^{3(R)}	٢٦/٩٨ متفاوت	فلز آلومینیوم و ترکیبات نامحلول آن Aluminum metal [7429-90-5] and insoluble compounds
سرطان کبد و مثانه	A1 پوست؛	-	- ^(L)	١٦٩/٢٣	۴-آمینو دی فنیل 4-Amino diphenyl [92-67-1]

بنای تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
سردرد؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سرگیجه	-	-	.٥ ppm	٩١/١١	۲-آمینو دی فنیل 2-Amino diphenyl [504-29-0]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی سردرد، حالت تهوع و سرگیجه	-	-	.٥ ppm	٩٤/١٢	۲-آمینو پیریدین 2-Aminopyridine [81-16-3]
اثرات تیروئیدی	A3	-	.٢ mg/m ³	٨٤/٠٨	آمتروول Amitrol [61-82-5]
آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی	-	٣٥ ppm	٤٥ ppm	١٧/٠٣	آمونیاک Ammonia [7664-41-7]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس و چشم	-	٢٠ mg/m ³	١٠ mg/m ³	٥٣/٥٠	دهم کلرید آمونیوم Ammonium chloride fume [12125-02-9]
آسیب کبدی	A3 پوست؛	-	.٠١ mg/m ³	٤٣١	پرفلورو اکتانوات آمونیوم Ammonium Perfluoroctanoate [3825-26-1]
-	-	-	١٠ mg/m ³	١١٤/١٣	سولفامات آمونیم Ammonium sulfamate [7773-06-0]
تحریک و سوزش	-	-	١٠٠ ppm	١٣٠/١٨	استات آمیل نرمال n-Amyl acetate [628-63-7]
تحریک و سوزش	-	-	١٢٥ ppm	١٣٠	استات آمیل نوع دوم sec-Amyl acetate [626-38-0]; [53496-15-4]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب جنبی	-	-	٢٠ ppm	١٠٢/٢	ترت-آمیل متیل اتر tert-Amyl methyl Ether (TAME) [994-05-8]
مت همو گلوبینی	BEI A3 پوست؛	-	٢ ppm	٩٣/١٢	آنیلین Aniline [62-53-3]

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبناي تعين حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
ارتو-آنیزیدین o-Anisidine [90-04-0]	۱۲۳/۱۵	-	۰/۵ mg/m ³	BEI _M BEI _M ; A3 پوست؛	مت همو گلوبینی
آنسیدین Anisidine ایزومرهای اور تو ortho isomer [90-04-0]	۱۲۳/۱۵	-	۰/۵ mg/m ³	A3 BEI _M پوست؛ BEI _M	MeHb-emia
ایزومرهای پارا para isomer [104-94-9]	۱۲۳/۱۵	-	۰/۵ mg/m ³	A3 BEI _M پوست؛ BEI _M	MeHb-emia
پارا-آنیزیدین p-Anisidine [104-94-9]	۱۲۳/۱۵	-	۰/۵ mg/m ³	BEI _M A4 پوست؛	مت همو گلوبینی
آنتی مو آن و ترکیبات آن Antimony [7440-36-0] and compounds, as Sb	۱۲۱/۷۵	-	۰/۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست
هیدرید آنتی مو آن Antimony hydride [7803-52-3]	۱۲۴/۷۸	-	۰/۱ ppm	-	همولیز؛ آسیب کلیوی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی
﴿ تری اکسید آنتی مو آن Antimony trioxide [1309-64-4]	۲۹۱/۵	-	۰/۰۲ mg/m ^{3(I)}	A2	سرطان ریه؛ پنومو کیوزیس
آنتو؛ (آلfa) نفیل تیو کاربامید، α -Naphthyl thio carbamide (ANTU) [86-88-4]	۲۰۲/۲۷	-	۰/۳ mg/m ³	A4 پوست؛	اثرات تیروئیدی؛ تهوع
آرگون Argon [7440-37-1]	۳۹/۹۵	خفگی آور ساده (D) ضمیمه ه را بینید: حداقل محتوى اکسیژن		-	خفگی
آرسنیک و ترکیبات معدنی Arsenic [7440-38-2] and inorganic compound, as As	۷۴/۹۲	-	۰/۰۱ mg/m ³	A1 ;BEI	سرطان ریه

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
اختلال سистем اعصاب و عروق محيطي؛ اختلال كلوي و كبدی	-	-	.٠٠٥ ppm	٧٧/٩٥	آرسين Arsine [7784-42-1]
پنوموکونيوزيس؛ سرطان ريه؛ مزو تليوم	A1	-	.١ f/cc ^(F)	-	تمام اشكال آزبست Asbestos [1332-21-4] , all forms
تحريك قسمت فوكانى دستگاه تنفسی و چشم	A4 ; BEL _P	-	.٥ mg/m ³	-	ده آسفالت (قير) بر حسب آئروسل محلول در بتزن Asphalt (Bitumen) fume [8052-42-4] , as benzene-soluble aerosol
اثر بر سистем های خونساز، تولید مثل و رشد و نمو	A3	-	٢ mg/m ^{3(I)}	٢١٥/٦٩	آترازين Atrazine [1912-24-9]
بازدارنده آنزريم کولین استراز	DSEN؛ A4 ;BEL _C	-	.٢ mg/m ^{3(IFV)}	٣١٧/٣٤	متيل آزينفس Azinphos-methyl [86-50-0]
حساسيت	-	٣mg/m ³	١ mg/m ³	١١٦/٠٨	آزو دی كرين آميد Azodicarbonamide [123-77-3]
سوژش پوست؛ چشم و دستگاه گوارش؛ تونوس عضلات	A4	-	.٥ mg/m ³	١٣٧/٣٠	باریم و ترکیبات محلول آن Barium [7440-39-3] and soluble compound, as Ba
پنوموکونيوزيس	-	-	٥ mg/m ^{3(I)(E)}	٢٣٣/٤٣	سولفات باریم Barium sulfate [7727-43-7]
بازدارنده آنزريم کولین استراز	A4؛ BEL _C	-	.١ mg/m ^{3(IFV)}	٢٢٣/٢٠	بندیوکارب Bendiocarb [22781-23-3]
سوژش قسمت فوكانى دستگاه تنفسی؛ آسيب به بيهده و دستگاه توليد مثل مردان؛ آسيب جنبي	A3 ;DSEN	-	١ mg/m ^{3(I)}	٢٩٠/٣٢	بنوميل Benomyl [17804-35-2]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
سرطان پوست	A2 ;BEI ^p	-	- ^(L)	۲۲۸/۳۰	بنزو (آلفا) آنتراسن Benz[α]anthracene [56-55-3]
سرطان خون	؛BEI ^p ؛ A1	۲/۵ ppm	.۰/۵ ppm	۷۸/۱۱	بنزن Benzene [71-43-2]
سرطان مثانه	A1 پوست؛	-	- ^(L)	۱۸۴/۲۳	بنزیدین Benzidine [92-87-5]
سرطان	A2 ;BEI ^p	-	- ^(L)	۲۵۲/۳۰	بنزو (بتا) فلورانتن Benzo[b]fluoroanthene [205-99-2]
سرطان	A2 ;BEI ^p	-	- ^(L)	۲۵۲/۳۰	بنزو (آلفا) پیرن Benz[a]pyrene [50-32-8]
سوژش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست	A2 پوست؛ A2	C ۰/۱ ppm	-	۱۹۵/۵۰	بنزو تری کلرید Benzotrichloride [98-07-7]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم	A4	C ۰/۵ ppm	-	۱۴۰/۰۷	کلرید بنزوئیل Benzoyl chloride [98-88-4]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست	A4	-	۵ mg/m ³	۲۴۲/۲۲	پراکسید بنزوئیل Benzoyl Peroxide [94-36-0]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی	A4	-	۱۰ ppm	۱۵۰/۱۸	استات بنزیل Benzyl acetate [140-11-4]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست	A3	-	۱ ppm	۱۲۶/۵۸	کلرید بنزیل Benzyl chloride [100-44-7]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
حساسیت بریلیوم؛ بیماری مزمن ناشی از بریلیوم (بریلیوژیس)	A1	-	۰/۰۰۰۵ mg/m ^{3(l)}	۹/۰۱	بریلیوم و ترکیبات آن
	DSEN پوست؛ RSEN				Beryllium [7440-41-7] and compounds, as Be ترکیبات قابل حل Soluble compounds ترکیبات غیرقابل حل Soluble and in Soluble compounds
عملکرد ریوی	-	-	۰/۲ ppm	۱۵۴/۲۰	بی فنل Biphenyl [92-52-4]
سرطانزایی	-	-	۰/۰۰۱ ppm	۱۱۴/۹۶	بیس (کلرو متیل) اتر Bis(chloromethyl) ether [542-88-1]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست	پوست	۰/۱۵ ppm	۰/۰۵ ppm	۱۶۰/۲۶	بیس-۲-دی متیل آمینو اتیل) اتر Bis (2-dimethylaminoethyl) ether (DMAEE) [3033-62-3]
آسیب ریوی	A4	-	۱۰ mg/m ³	۸۰۰/۸۳	بیسوموت تلورید Bismuth Telluride [1304-82-1] ترکیب غیر منقوط
	A4	-	۵ mg/m ³		Undoped, as Bi ₂ Te ₃ ترکیب منقوط با سلینیم Se-doped as Bi ₂ Te ₃
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	A4	۶ mg/m ^{3(l)}	۲ mg/m ^{3(l)}	متفاوت	ترکیبات بورات؛ معدنی Borate compounds, inorganic [1303-96-4]; [1330-43-4]; 10043-35-3]; [12179-04-3]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم	-	-	۱۰ mg/m ³	۶۹/۶۴	اکسید بور Boron oxide [1303-86-2]

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبناي تعين حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
تری برمید بور Boron tribromide [10294-33-4]	۲۵۰/۵۷	C \cdot /v ppm	-	-	تحریک دستگاه تنفسی، پنومونی
تری کلرید بور Boron trichloride [10294-34-5]	۱۱۷/۲۰	C \cdot /v ppm	-	-	تحریک دستگاه تنفسی، پنومونی
تری فلورید بور Boron trifluoride e [7637-07-2]	۶۷/۸۲	C \cdot /v ppm	۰/۱ ppm	-	تحریک دستگاه تنفسی، پنومونی
اتر تری فلورید بور Boron trifluoride ethers [109-63-7]; [353-42-4] as BF3	متفاوت	C/v ppm	۰/۱ ppm	-	تحریک دستگاه تنفسی، پنومونی
بروماسیل Bromacil l [314-40-9]	۲۶۱/۱۱	-	۱۰ mg/m ³	A3	اثرات تیروئیدی
بروم Bromine [7726-95-6]	۱۵۹/۸۱	۰/۲ ppm	۰/۱ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی؛ آسیب ریوی
پنتا فلورید بروم Bromine pentafluoride [7789-30-2]	۱۷۴/۹۲	-	۰/۱ ppm	-	سوژش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست
برموform Bromoform [75-25-2]	۲۵۲/۷۳	-	۰/۵ ppm	A3	آسیب کبدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱- برمو پروپان 1- Bromopropane [106-94-5]	۱۲۲/۹۹	-	۰/۱ ppm	A3	سیستم اعصاب مرکزی، نوروپاتی محیطی، تاثیرات خونی، تاثیرات سمی بر رشد و تولید مثل
۱و- ۳ بوتا دین 1,3-Butadiene [106-99-0]	۵۴/۰۹	-	۲ ppm	BEI, A2	سرطان
ایزو مررهای بوتان Butane, isomers [75-28-5]; [106-97-8]	۵۸/۱۲	۱۰۰ ppm (EX)	-	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	-	-	۲۰ ppm	۷۶/۱۲	ان_بوتanol n-Butanol [71-36-3]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۱۰۰ ppm	۷۶/۱۲	بوتanol نوع دوم sec-Butanol [78-92-2]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A4	-	۱۰۰ ppm	۷۶/۱۲	بوتanol نوع سوم tert-Butanol [75-65-0]
اثر روی وزن بدن	-	-	۲۵۰ ppm	۵۶/۱۱	همه ايزومرهای بوتن ها Butene, all isomers [106-98-9]; [107-01-7]; [590-18-1]; [624-64-6]; [25167-67-3] ايزو بوتن Isobutene [115-11-7]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و اثر روی وزن بدن	A4	-	۲۵۰ ppm	-	-
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	A3 BEI	-	۲۰ ppm	۱۱۸/۱۷	- بوتكسي اتانول 2-Butoxyethanol (EGBE) [111-76-2]
همولير	A3	-	۲۰ ppm	۱۶۰/۲	- بوتكسي اتيل استات 2-Butoxyethyl acetate [112-07-2]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	-	۱۵۰ ppm	۵۰ ppm	۱۱۶/۱۶	همه ايزومرهای بوتيل استات Butyl acetates,all isomers [105-46-4]; [110-19-0]; [123-86-4]; [540-88-5]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	-	۲۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	۱۱۶/۱۶	بوتيل استات نرمال n-Butyl acetate [141-32-2]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	-	-	۲۰۰ ppm	۱۱۶/۱۶	بوتيل استات نوع دوم sec-Butyl acetate [105-46-4]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	-	-	۲۰۰ ppm	۱۱۶/۱۶	بوتيل استات نوع سوم tert-Butyl acetate [540-88-5]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست	A4؛ DSEN	-	۲ ppm	۱۲۸/۱۷	بوتیل آکریلات نرمال n-Butyl acrylate [141-32-2]
سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	پوست	C ۵ ppm	-	۷۳/۱۴	بوتیل آمین نرمال n-Butylamine [109-73-9]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	A4	-	۲ mg/m ³ (IFV)	۲۲۰/۳۴	هیدروکسی تولوئن بوتیل دار Butylated hydroxytoluene [128-37-0]
آسيب ييشه، اختلال سистем اعصاب مرکزي، تاثير بر سистем توليد مثل	پوست	-	C ۰/۱ mg/m ³ (IFV)	۱۷۸/۲۰	۴ بوتیل بنزوئيك اسيد نوع سوم 4-tert-Butylbenzoic acid [98-73-7]
تحریک قسمت تحتاني تنفسی و پوست	پوست	C ۰/۱ mg/m ³	-	۲۳۰/۲۲	بوتیل کرومات نوع سوم tert-Butyl chromates, as CrO ₃ [1189-85-1]
آسيب سیستم تولید مثل	DSEN؛ پوست	-	۳ ppm	۱۳۰/۲۱	بوتیل گلیcidیل اتر نرمال n-Butyl glycidyl ether (BGE) [2426-08-6]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم، جهش زنی، اثر باروری	پوست	-	۰/۱ ppm	۹۰/۱۲	بوتیل هیدروپروكساید نوع سوم tert-Butyl hydroperoxide [75-91-2]
سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	-	۵ ppm	۱۴۶/۱۹	بوتیل لاكتات نرمال n-Butyl lactate [138-22-7]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	-	۰/۵ ppm	۹۰/۱۹	بوتیل مرکاپتان نرمال n-Butyl mercaptan [109-79-5]
تحریک قسمت تحتاني تنفسی، پوست و چشم	پوست	-	۵ ppm	۱۵۰/۲۲	ارتو بوتیل فنول نوع دوم o-sec Butylphenol [89-72-5]
تحریک قسمت تحتاني تنفسی و چشم؛ تهوع	-	-	۱ ppm	۱۴۸/۱۸	پارا بوتیل تولوئن نوع سوم p-tert-Butyl toluene [98-74-0]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
آسیب‌های کلیوی	A2 ;BEI	-	۰/۰۱ mg/m ³	۱۱۲/۴۰	کادمیوم و Cadmium [7440-43-9] and ترکیباتش compounds, as Cd
	A2 ;BEI	-	۰/۰۰۲ mg/m ^{3(R)}	متفاوت	
بازدارنده کولین استراز	A4 ;پوست؛	-	۰/۰۰۱ mg/m ^{3(IFV)}	۲۷۰/۴۰	کادوسافوس Cadusafos [95465-99-9]
سرطان ریه	A2	-	۰/۰۰۱ mg/m ³	۱۵۶/۰۹	کرومات کلسیم Calcium chromate [13765-19-0]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	A4	-	۰/۵ mg/m ³	۸۰/۱۱	سیانامید کلسیم Calcium cyanamide [95465-99-9]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست	-	-	۵ mg/m ³	۷۴/۱۰	هیدروکسید کلسیم Calcium hydroxide [1305-62-0]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	-	۲ mg/m ³	۵۶/۰۸	اکسید کلسیم Calcium oxide [1305-78-8]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	A4	-	۱۰ mg/m ^{3 (E)}	-	سیلیکات کلسیم؛ غیر فیروزی مصنوعی Calcium silicate Synthetic nonfibrous [1344-95-2]
پنوموکونیوزیس؛ عملکرد ریوی	A4	-	۱ mg/m ^{3 (IE)}	-	سیلیکات کلسیم؛ به صورت طبیعی به شکل ولاستونیت وجود دارد Calcium silicate ,naturally occurring as wollastonite [13983-17-0]
پاره شدن تیغه بینی	-	-	۱۰ mg/m ^{3(I)}	۱۳۶/۱۴	سولفات کلسیم Calcium sulfate [7778-18-9]; [10034-76-1]; [10101-41-4]; [13397-24-5]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ فقدان حس شامه	A4	۳ ppm	۲ ppm	۱۵۲/۲۳	کافور، مصنوعی Camphor, synthetic [76-22-2]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	A5	-	۵ mg/m ³ (IFV)	۱۱۳/۱۶	کاپرولاکاتام Caprolactam [105-60-2]
سوژش پوست	A3؛ RSEN؛ DSEN	-	۰/۱ mg/m ³ (IFV)	۳۴۹/۱۰	کاپتافول Captafol [2425-06-1]
سوژش پوست	A3؛ DSEN	-	۵ mg/m ³ (I)	۳۰۰/۶۰	کاپتان Captan [133-06-2]
بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ آسیب سیستم تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی	؛ BEL _C ؛ A4 پوست؛	-	۰/۵ mg/m ³ (IFV)	۲۰۱/۲۰	کارباریل Carbaryl [63-25-2]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	BEL _C ؛ A4	-	۰/۱ mg/m ³ (IFV)	۲۲۱/۳۰	کاربوفوران Carbofuran [1563-66-2]
برونشیت	A3	-	۳ mg/m ³ (I)	-	دود Carbon black [1333-86-4]
خفگی	-	۳۰۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	۴۴/۰۱	دی اکسید کربن Carbon dioxide [124-38-9]
اختلال سیستم اعصاب محیطی	؛ A4 BEI پوست؛	-	۱ ppm	۷۶/۱۴	دی سولفید کربن Carbon disulfide [75-15-0]
کربوکسی هموگلوبین	BEI	-	۴۵ ppm	۲۸/۰۱	مونوكسید کربن Carbon monoxide [630-08-0]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب کبدی	-	۰/۳ ppm	۰/۱ ppm	۳۳۱/۶۵	ترابرمید کربن Carbon tetrabromide [558-13-4]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
آسيب كبدی	A2 پوست:	۱۰ ppm	۵ ppm	۱۵۳/۸۴	تتراكليريد كربون Carbon tetrachloride [56-23-5]
تحرييك قسمت تحتاني تنفسی؛ آسيب استخوانی	-	۵ ppm	۲ ppm	۶۶/۰۱	فلوئوريد كربونيل Carbonyl fluoride [353-50-4]
اختلال سистем اعصاب مرکزي	-	-	۵ ppm	۶۰/۰۸	سولفید كربونيل Carbonyl sulfide [463-58-1]
آسيب كبدی؛ تأثير بر پورفيرين	A4	-	۱ mg/m ³ (I)	۴۱۲/۲۰	اتيل كارفترازون Carfentrazone – ethyl [128639-02-1]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی و چشم؛ درماتيت	پوست A3	-	۵ ppm	۱۱۰/۱۱	كاتكول Catechol [120-80-9]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی	-	-	۱۰ mg/m ³	نامشخص	سلولز Cellulose [9004-34-6]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی و چشم و پوست	-	-	۲ mg/m ³	۱۴۹/۹۲	هيدروكسيد سریم Cesium hydroxide [21351-79-1]
آسيب كبدی	A3 پوست:	-	۰/۵ mg/m ³ (IFV)	۴۰۹/۸۰	كلordan Chlordane [57-74-9]
تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ آسيب كبدی	A3 پوست:	۱ mg/m ³	۰/۵ mg/m ³	۴۱۴/۰۰	كامفن كلره Chlorinated camphene [8001-35-2]
جوش آکنه مانند؛ آسيب كبدی	-	-	۰/۵ mg/m ³	۳۷۷/۰۰	ارتو دی فييل اكسايد كلره o-Chlorinated diphenyl oxide [31242-93-0]
تحرييك دستگاه تنفسی و ادم ريوی	A4	۰/۴ ppm	۰/۱ ppm	۷۰/۹۱	كلر Chlorine [7782-50-5]
تحرييك دستگاه تنفسی؛ ادم ريوی	-	C ۰/۱ ppm	-	۶۷/۴۶	دي اكسيد كلر Chlorine dioxide [10049-04-4]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم و آسیب ریوی	-	C ۰/۱ ppm	-	۹۲/۴۶	تری فلورید کلر Chlorine trifluoride [7790-91-2]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	-	C ۱ ppm	-	۷۸/۵۰	کلرواستالدید Chloroacetaldehyde [107-20-0]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	پوست	C ۱ ppm	-	۹۲/۵۳	کلرواستون Chloroacetone [78-95-5]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی، چشم و پوست	A4	--	۰/۰۵ ppm	۱۵۴/۵۹	۲-کلرو استوفون 2-Chloroaceto phenone [532-27-4]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	پوست	۰/۱۵ ppm	۰/۰۵ ppm	۱۱۲/۹۵	کلرو اسیل کلراید Chloroacetyl chloride [79-04-9]
آسیب‌های کبدی	BEI؛ A3	-	۱۰ ppm	۱۱۲/۵۶	کلرو بنزن Chlorobenzene [108-90-7]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ حساسیت پوستی	A4؛ پوست	C ۰/۰۵ ppm ^(IFV)	-	۱۸۸/۶۲	ارتو-کلرو بنزیلیدن مالونونیتریل o-Chlorobenzylidene malononitrile [2698-41-1]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی	-	-	۲۰۰ ppm	۱۲۹/۳۹	کلرو برم متان Chlorobromomethane [74-97-5]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ خنگی؛ حساسیت قلبی	A4	-	۱۰۰۰ ppm	۸۶/۴۷	کلرو دی فلورو متان Chlorodifluoromethane [75-45-6]
آسیب کبدی تحریک چشمی کلانه	پوست	-	۱ mg/m ³	۲۶۶/۵۰	کلرو دی فنیل (۴۲٪ کلر) Chlorodiphenyl (42% chlorine) [53469-21-9]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ آسیب کبدی؛ جوش آکنه مانند	A3؛ پوست	-	۰/۵ mg/m ³	۳۲۸/۴۰	کلرو دی فنیل (۵۴٪ کلر) Chlorodiphenyl (54% chlorine) [11097-69-1]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
آسيب كبدی؛ آسيب های جنبي؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزي	A3	-	۱۰ ppm	۱۱۹/۳۸	كlorوفرم Chloroform [67-66-3]
سرطان ریه	A1	-	۰/۰۰۱ ppm	۱۱۴/۹۶	بيس (كlorومتيل) اتر bis (Chloromethyl) ether [542-88-1]
سرطان ریه	A2	-	_ ^(L)	۸۰/۵۰	كلرو متيل متيل اتر Chloromethyl methyl ether [107-30-2]
تحريک قسمت فوقاري دستگاه تنفسی و چشم؛ ادم ريوی	-	-	۲ ppm	۱۲۳/۵۴	۱-كلرو-۱-نيتروپروپان 1-Chloro-1-nitropropane [600-25-9]
حساسیت قلبی	-	-	۱۰۰ ppm	۱۵۴/۴۷	كloro-penta fluoro ethane [76-15-3]
تحريک چشم، ادم ريوی	A4	-	۰/۱ ppm	۱۶۴/۳۹	كloropicrin Chloropicrin [76-06-2]
آسيب كبدی	A4 پوست؛	-	۱ ppm	۹۴/۵۴	۱-كلرو-۲-پروپانول و 1-Chloro-2-propanol [127-00-4] ۲-كلرو-۱-پروپانول 2-Chloro-1-propanol [78-89-7]
سرطان ریه؛ تحريک قسمت فوقاري تنفسی و چشم	A2 پوست؛	-	۱ ppm	۸۸/۵۴	پتا-كloropren B-Chloroprene [126-99-8]
آسيب سیستم تولید مثل مردان	پوست	-	۰/۱ ppm	۱۰۸/۵۳	كloropropionic acid 2-Chloropropionic acid [598-78-7]
اختلال سیستم اعصاب مرکزي؛ نوروباتی	-	۷۵ ppm	۵۰ ppm	۱۳۸/۶۰	ارتو-كloro استايرن o-Chlorostyrene [2039-87-4]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست	-	-	۵۰ ppm	۱۲۶/۵۹	ارتو کلرو تولوئن o-Chlorotoluene [95-49-8]
بازدارنده آنزيم کولین استراز BEIC	A4 پوست؛ BEIC	-	۰/۱ mg/m ³ (IFV)	۳۵۰/۵۷	کلروپيريفوس Chlorpyrifos [2921-88-2]
سرطان ريه	A1	-	۰/۰۵ mg/m ³	-	کرومات حاصل از فرآوری سنگ معدني کروميت Chromite [1308-31-2] ore processing (Chromate), as Cr
تحریک دستگاه تنفسی	-	-	۰/۵ mg/m ^{3(I)}	متفاوت	کروم و ترکیبات معدني آن Chromium [7440-47-3] & inorganic compounds, as Cr
تحریک دستگاه تنفسی و آسم	A4 RSEN ;DSEN پوست؛ A1 DSEN	-	۰/۰۰۳ mg/m ^{3(I)}	متفاوت	کرم فلزی Metallic chromium as Cr(0) ترکیبات کروم سه ظرفیتی و ترکیبات محلول در آب Trivalent chromium compounds, as Cr(III) Water- soluble compounds
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سرطان ريه و سینوسها، آسم	BEI ;RSEN پوست؛ A1 DSEN;RSEN	۰/۰۰۰۵ ppm ^(I)	۰/۰۰۰۲ mg/m ^{3(I)}	متفاوت	ترکیبات کروم شش ظرفیتی و محلول در آب Hexavalent chromium compounds, as Cr(VI) Water- soluble compound
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سرطان ريه و سینوسها، آسم	BEI ;RSEN پوست؛ A1 DSEN;RSEN	۰/۰۰۰۲۵ ppm ^(IFV)	۰/۰۰۰۱ ppm ^(IFV)	متفاوت	کرومیل کلراید Chromyl chloride [14977-61-8], as Cr (VI)
سرطان	A3 ;BEIp	-	- ^(L)	۲۲۸/۳۰	کرایزن Chrysene [218-01-9]
اثر روی وزن بدن؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛	DSEN A4 پوست	-	۵ ppm ^(IFV)	۱۵۲/۲۴	سيترال Citral [5392-40-5]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
آسيب چشمی					
اثر موتأزنیک	A4	-	۳ mg/m ^{3(IFV)}	۱۹۲/۰۶	کلوبیدال Clopidol [2971-90-6]
آسيب ريوی و فيبروز ريه	A4	-	۰/۴ mg/m ^{3(R)}	-	غبار دغال سنگ Coal dust آتراسیت Anthracite [8029-10-5] بيتونیوس یا لیگنیت Bituminous or Lignite [308062-82-0]
آسيب ريوی و فيبروز ريه	A4	-	۰/۹ mg/m ^{3(R)}	-	
سرطان	A1 :BEIp	-	۰/۲ mg/m ³	-	مواد فرار قير قطران دغال سنگ به صورت آتروسل محلول در بتن Coal tar pitch volatiles [65996-93-2] as benzene soluble aerosol
آسم؛ عملکرد ريوی؛ اثرات میوکاردیال	:DSEN؛ BEI RESN، A3:	-	۰/۰۲ mg/m ³	۵۸/۹۳ متفاوت	کبات و ترکیبات معدنی آن Cobalt [7440-48-4] and inorganic Compounds; as Co
ادم ريوی، آسيب طحال	-	-	۰/۱ mg/m ³	۳۴۱/۹۴	کربونیل کبات Cobalt carbonyl [10210-68-1], as Co
آسيب ريوی؛ ادم ريوی	-	-	۰/۱ mg/m ³	۱۷۱/۹۸	هیدروکربونیل کبات Cobalt hydrocarbonyl [16842-03-8], as Co
محرك؛ اثرات گوارashi؛ تب دمه فلزی	-	-	۰/۲ mg/m ³	۶۳/۵۵	مس Copper [7440-50-8] Fume دمه

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
	-	-	۱ mg/m ³		غبار و میست ها Dust and mist as Cu
برونشیت؛ بیسینوژیس؛ عملکرد ریوی	A4	-	۰/۱ mg/m ^{3(T)}		غبار پنبه حام Cotton dust, raw, untreated
بازدارنده آنزیم کولین استراز پوست	A4 ;BEI _C	-	۰/۰۵ mg/m ^{3(IFV)}	۳۶۲/۸	کومافوس Coumaphos [56-72-4]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	A4 پوست؛	-	۲۰ mg/m ^{3(IFV)}	۱۰۸/۱۴	همه ایزومرهای کروزول Cresol, all isomers [95-48-7]; [106-44-5]; [108-39-4]; [1319-77-3]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	A3 پوست؛	C ۰/۳ ppm	-	۷۰/۰۹	کروتون آلدید Crotonaldehyde [4170-30-3]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	A4 ;BEI _C	-	۵ mg/m ³	۲۹۱/۷۱	کروفومات Crufomate [299-86-5]
تومور خوش خیم قسمت فوکانی تنفسی؛ اختلال عصبی	A3	-	۵ ppm	۱۲۰/۱۹	‡ کومن Cumene [98-82-8]
تحریک چشمی و پوستی	-	-	۲ mg/m ³	۴۲/۰۴	سیانامید Cyanamide [420-04-2]
تأثیر بر وزن بدن، سیستم اعصاب مرکزی، تراطورنیک	A3	-	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۲۴۰/۷۰	سیانازین Cyanazine [21725-46-2]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ آسم	DSEN ;RSEN	۱ ppm	۰/۲ ppm	۱۲۵/۴ ۱۱۲/۱۱	اتیل و متیل سیانو اکریلیت Cyanoacrylates Ethyl [7085-85-0] and Methyl [137-05-3]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	C ۵ ppm	-	۵۲/۰۴	سیانوژن Cyanogen [460-19-5]
تحریک دستگاه تنفسی و چشم؛ ادم ریوی		C ۰/۳ ppm	-	۱۰۵/۹۲	برمید سیانوژن Cyanogen bromide [506-68-3]
ادم ریوی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست	-	C ۰/۳ ppm	-	۶۱/۴۸	کلرید سیانوژن Cyanogen Chloride [506-77-4]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۱۰۰ ppm	۸۴/۱۶	سیکلو هگزان Cyclohexane [110-82-7]
آسیب سیستم اعصاب مرکزی و تحریک چشم	پوست	-	۵۰ ppm	۱۰۰/۱۶	سیکلوهگزانول Cyclohexanol [108-93-0]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	A3؛ پوست؛	۵۰ ppm	۴۰ ppm	۹۸/۱۴	سیکلو هگزانون Cyclohexanone [108-94-1]
تأثیر کبدی	-	-	۴۰ ppm	۸۲/۱۴	سیکلوهگزن Cyclohexene [110-83-8]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	A4	-	۱۰ ppm	۹۹/۱۷	سیکلوهگزیل آمین Cyclohexylamine [108-91-8]
آسیب کبدی	A4؛ پوست؛	-	۰/۵ mg/m³	۲۲۲/۲۶	سیکلونیت Cyclonite [121-82-4]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	-	۷۵ ppm	۶۶/۱۰	سیکلو پنتادین Cyclopentadiene [542-92-7]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ آسیب سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۶۰۰ ppm	۷۰/۱۳	سیکلو پنتان Cyclopentane [287-92-3]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت ، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی؛ تأثیر روی وزن بدن؛ اثرات کلیوی	A4	-	٥ mg/m ³	٣٨٥/١٦	سی هگراتین Cyhexatin [13121-70-5]
تأثیر تيروئيدی؛ آسیب لوله های کلیوی	A4	-	١٠ mg/m ^{3(l)}	٢٢١/٠٤	۲-۴ دی کلروفونوكسی استيك اسيد 2,4-D [94-75-7]
اثرات کبدی	A3	-	١ mg/m ³	٣٥٤/٥٠	ددت DDT[50-29-3]
تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ کاهش قوه ادرائکی	پوست	٠/١٥ ppm	٠/٠٥ ppm	١٢٢/٣١	دکابوران Decaborane [17702-41-9]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	BEL _C ؛ پوست؛	-	٠/٠٥ mg/m ^{3 (IFV)}	٢٥٨/٣٤	دمتون Demeton [8065-48-3]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	؛ BEL _C DSEN، A4 پوست؛	-	٠/٠٥ mg/m ^{3 (IFV)}	٢٣٠/٣٠	دمتون -اس- متیل Demeton-S-methyl [919-86-8]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی و چشم	-	-	٥٠ ppm	١١٦/١٦	الكل دی استون Diacetone alcohol [123-42-2]
آسیب ریه	A4	٠/٠٢ ppm	٠/٠١ ppm	٨٦/١٠	دی استيل Diacetyl [431-03-8]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	BEL _C ؛ A4 پوست؛	-	٠/٠١ mg/m ^{3 (IFV)}	٣٠٤/٣٦	ديازينون Diazinon [333-41-5]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی و چشم	A2	-	٠/٢ ppm	٤٢/٠٤	ديازومتان Diazomethane [334-88-3]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی و سردرد	-	-	٠/١ ppm	٢٧/٦٩	دي بوران Diborane [19287-45-7]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی و چشم	BEL _C پوست؛	-	٠/٥ ppm	١٧٣/٢٩	٢- ان- دی بوتيل آمينو اتانول

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی	BELC پوست؛	-	.٣ ppm	٢٨٦/٢٦	2-N-Dibutylamino ethanol [102-81-8] دی بوتیل فیل فسفات Dibutyl phenyl phosphate [2528-36-1]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم و مثانه	پوست	-	٥ mg/m ³ (IFV)	٢١٠/٢١	دی بوتیل فسفات Dibutyl phosphate [107-66-4]
آسیب بیضه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	-	٥ mg/m ³	٢٧٨/٣٤	دی بوتیل فنالات Dibutyl phthalate [84-74-2]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب بیضه	A3 پوست؛	-	.٥ ppm	١٢٨/٩٥	اسید دی کلرواستیک Dichloroacetic acid [79-43-6]
نهوع؛ اختلال سیستم اعصاب محیطی	A3	C.١ ppm	-	٩٤/٩٣	دی کلرو استیلن Dichloroacetylene [7572-29-4]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی	A4	٥٠ ppm	٤٥ ppm	١٤٧/٠١	ارتو دی کلرو بنزن o-Dichlorobenzene [95-50-1]
تحریک و سوزش چشم و آسیب کلیوی	A3	-	١٠ ppm	١٤٧/٠١	پارا دی کلرو بنزن p-Dichlorobenzene [106-46-7]
سرطان مثانه و تحریک چشم	A3 پوست؛	-	-(L)	٢٥٣/١٣	٣ و ٣- دی کلرو بنزیدین 3,3-Dichloro benzidine [91-94-1]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	A2 پوست؛	-	.٠٠٥ ppm	١٢٤/٩٩	١و-٤- دی کلرو-٢- بوتن 1,4-Dichloro-2-butene [764-41-0]
حساسیت های قلبی	A4	-	١٠٠ ppm	١٢٠/٩١	دی کلرو دی فلورو متان Dichlorodifluoro methane [75-71-8]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	.٤ mg/m ³	.٢ mg/m ³	١٩٧/٠٣	١و-٣- دی کلرو-٥ و ٥- دی متل هیدانتوئین 1,3-Dichloro-5,5- dimethyl hydantoin

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبناي تعين حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
[118-52-5]					
۱- دی کلرو اتان 1,1- Dichloroethane [118-52-5]	۹۸/۹۷	۱۰۰ ppm	-	A4	تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ آسیب کلیوی و کبدی
۱و-۲- دی کلرو اتیلن؛ همه ایزومرها 1,2-Dichloroethylene, all isomers [156-59-2]; [156-60-5]; [540-59-0]	۹۶/۹۵	۲۰۰ ppm	-	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی سوزش چشم
دی کلرو اتيل اتر Dichloroethyl ether [111-44-4]	۱۴۳/۰۲	۵ ppm	۱۰ ppm	A4؛ پوست؛	تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ تهوع
دی کلرو فلوئورو متان Dichloromonofluoro methane [75-43-4]	۱۰۲/۹۲	۱ ppm	-	-	آسیب کبدی
دی کلرو متان Dichloromethane [75-09-2]	۸۴/۹۳	۵۰ ppm	-	A3؛ BEI	کربوکسی هموگلوبین؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱و-۱- دی کلرو-۱- نیترواتان 1,1- Dichloro-1- nitroethane [594-72-9]	۱۴۳/۹۶	۲ ppm	-	-	تحریک قسمت فوکانی تنفسی
۱و-۳- دی کلرو پروپن 1,3-Dichloropropene [542-75-6]	۱۱۰/۹۸	۱ ppm	-	A3؛ پوست؛	آسیب‌های کلیوی
۲و-۲- دی کلرو پروپیونیک اسید 2,2- Dichloro propionic acid [75-99-0]	۱۴۳	۵ mg/m ^{3(I)}	-	A4	تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم
دی کلرو ترافلوئورو اتان Dichlorotetrafluoro ethane [76-14-2]	۱۷۰/۹۳	۱۰۰۰ ppm	-	A4	تأثیر بر عملکرد ریوی
دی کلرووس Dichlorvos [62-73-7]	۲۲۰/۹۸	۰/۱ mg/m ^{3(IFV)}	-	A4؛ BEL؛ DSEN؛ پوست؛	بازدارنده آنزیم کولین استراز

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
بازدارنده آنزيم کولین استراز	پوست؛ A4 BEL؛ DSEN	-	٠/٠٥ mg/m ³ (IFV)	٢٣٧/٢١	دي كروتونوفوس Dicrotrophos [141-66-2]
تحريک قسمت فوقاري و تحتاني تنفسی و چشم	-	١ ppm	٠/٥ ppm	١٣٢/٢١	دي سيكلاوپتadin و شامل سيكلاوپتadin Dicyclopentadiene [77-73-6] including Cyclopentadiene
آسيب كبدی	-	-	١٠ mg/m ³	١٨٦/٠٣	دي سيكلاوبنتاديل آهن Dicyclopentadienyl iron as Fe [102-54-5]
آسيب كبدی؛ اثرات سيستم توليد مثل؛ اختلال سيستم اعصاب مرکزي	پوست؛ A3	-	٠/١ mg/m ³ (IFV)	٣٨٠/٩٣	ديلدرин Dieldrin [60-57-1]
درماتيت	پوست؛ A3	-	١٠٠ mg/m ³ (IFV)	متفاوت	سوخت ديزل به صورت هيدروكربين هاي كل Diesel fuel [68334-30-5]; [68476-30-2]; [68476-31-3]; [68476-34-6] as total Hydrocarbons
آسيب كبدی و كلوي	پوست؛ A3		١ mg/m ³ (IFV)	١٠٥/١٤	دي اتانول آمين Diethanolamine [111-42-2]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی و چشم و پوست	پوست؛ A4	١٥ ppm	٥ ppm	٧٣/١٤	دي اتيل آمين Diethylamine [109-89-7]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی؛ تشنج سيستم اعصاب مرکزي	پوست	-	٢ ppm	١١٧/١٩	٢- دى اتيل آميتو اتانول 2-Diethylaminoethanol [100-37-8]
هامتولوژي ريه؛ اثرات كبدی و كلوي	-		١٠ ppm (IFV)	١٦٢/٣٣	دي اتيل گلايکول مونوبوتيل اتر Diethylene glycol monobutyl ether [112-34-5]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی و چشم	پوست	-	١ ppm	١٠٣/١٧	دي اتيل تري آمين Diethylene triamine [111-40-0]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت تحتانی تنفسی	A3	-	5 mg/m ³	۳۹۰/۵۴	دی(۲-اکیل هگزیل) فتالات Di(2-ethylhexyl) phthalate [117-81-7]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	-	۲ ppm	۸۹/۱۴	ان، ان-دی اکیل هیدروکسیل آمین N,N-Diethylhydroxylamine [3710-84-7]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	۳۰۰ ppm	۲۰۰ ppm	۸۶/۱۳	دی اکیل کتون Diethyl ketone [96-22-0]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	A4	-	5 mg/m ³	۲۲۲/۲۳	دی اکیل فتالات Diethyl phthalate [84-66-2]
سرطان زائی، سوزش پوست	A2	-	۰.۰۵ ppm	۱۵۴/۱۸	دی اکیل سولفات Diethyl sulphate [64-67-5]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی	-	-	۱۰۰ ppm	۲۰۹/۸۳	دی فلورورو دی برومومتان Difluorodibromomethane [75-61-6]
تحریک و سوزش پوست و چشم؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان	A4	-	۰.۰۱ ppm	۱۳۰/۱۴	دی گلایcidیل اتر Diglycidyl ether [2238-07-5]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	-	۲۵ ppm	۱۴۲/۲۳	دی ایزو بوتیل کتون Diiisobutyl ketone [108-83-8]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی	پوست	-	۵ ppm	۱۰۱/۱۹	دی ایزو پروپیل آمین Diiisopropylamine [108-18-9]
آسیب کبدی و آسیب چینی، تولید مثل، کلیه، اثر تراتوژنیک	A3 BEI	-	۱۰ ppm	۸۷/۱۲	دی متیل استامید Dimethyl acetamide [127-19-5]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و دستگاه گوارش	A4 DSEN	۱۵ ppm	۵ ppm	۴۵/۰۸	دی متیل آمین Dimethylamine [124-40-3]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ چشم و پوست	پوست	۰/۱۵ ppm	۰/۰۵ ppm	۱۶۰/۲۶	بیس-(۲-دی متیل آمینو اتیل) اتر Bis (2-Dimethyl aminoethyl) ether (DMAEE) [3033-62-3]
مت هموگلوبرینی	A4؛ BEI _M	۱۰ ppm	۵ ppm	۱۲۱/۱۸	دی متیل آنیلین Dimethylaniline [121-69-7]
سرطان بینی؛ تحریک قسمت فوکانی تنفسی	A2	-	۰/۰۰۵ ppm	۱۰۷/۵۴	دی متیل کاربامول کلراید Dimethyl carbamoyl chloride [79-44-7]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست	-	۰/۵ ppm	۹۴/۲	دی متیل دی سولفید Dimethyl disulfide [624-92-0]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ سردرد	-	۱/۵ ppm	۰/۵ ppm	۱۰۴/۲۰	دی متیل اتوکسی سیلان Dimethylethoxysilane [14857-34-2]
آسیب کبدی، تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	A3 BEI	-	۵ ppm	۷۳/۱۰	دی متیل فرمامید Dimethylformamide [68-12-2]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ سرطان بینی	A3	-	۰/۰۱ ppm	۶۰/۱۲	او-دی متیل هیدرازین 1,1-Dimethyl hydrazine [57-14-7]
تأثیر بر سیستم خون و وزن بدن	A3؛DSEN	-	۱ ppm ^(IFV)	متغروت	همه ایزومرهای دی متیل فنل Dimethyl phenol all isomers [95-65-8]; [95-87-4]; [105-67-9]; [108-68-9]; [526-75-0]; [576-26-1]; [1300-71-6]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	-	-	۵ mg/m ³	۱۹۴/۱۹	دی متیل فنلات Dimethylphthalate [131-11-3]
سوژش پوست و چشم	A3	-	۰/۱ ppm	۱۲۶/۱۰	دی متیل سولفات Dimethyl sulfate [77-78-1]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقاری تنفسی	-	-	۱۰ ppm	۶۲/۱۴	دی متیل سولفید Dimethyl sulfide [75-18-3]
مت همو گلوبیني، آسيب چشم	پوست BEI _M	-	۰/۱۵ ppm ^(IFV)	۱۶۸/۱۱	كليه ايزومرهای دی نترو بنزن Dinitrobenzene,all isomers [99-65-0]; [100-25-4];[528-29-0];[25154-54-5]
متاپولیسم پایه	پوست	-	۰/۲ mg/m ^{3(IFV)}	۱۹۸/۱۳	دی نیترو - ارتو- کروزول Dinitro-o-cresol [534-52-1]
آسيب کبدی	A4	-	۱ mg/m ³	۲۲۵/۱۶	۳-۵- دی نیترو- ارتو - تولو آميد 3,5-Dinitro-o-toluamide [148-01-6]
اختلالات قلبی؛ اثرات سیستم تولید مثل	A3؛ پوست؛ BEI _M	-	۰/۲ mg/m ³	۱۸۲/۱۵	دی نیترو تولوئن Ditnitrotoluene [25321-14-6]
آسيب کبدی	A3؛ پوست؛	-	۲۰ ppm	۸۸/۱۰	۱و-۴- دی اكسان 1,4-Dioxane [123-91-1]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	A4؛ پوست؛ BEI _C	-	۰/۱ mg/m ^{3 (IFV)}	۴۵۶/۵۴	دی اكساتيون Dioxathion [78-34-2]
اثرات خونی	-	-	۲۰ ppm	۷۴/۰۸	۱و-۳- دی اكسolan 1,3-Dioxolane [646-06-0]
آسيب کبدی و کلیوي؛ اثرات خونی	A4	-	۱۰mg/m ³	۱۶۹/۲۴	دی فييل آمين Diphenylamine [122-39-4]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی	-	-	۵۰ ppm	۱۱۴/۸۰	دی پروپيل كون Dipropyl ketone [123-19-3]
تحریک قسمت تحاتی تنفسی؛ آب مروارید	A4؛ پوست؛	-	۰/۵ mg/m ^{3(I)}	متفاوت	دی کوات Diqaut [85-00-7]; [2764-72-9]; [6385-62-2], as the cation
تحریک قسمت تحاتی تنفسی؛ آب مروارید	A4؛ پوست؛	-	۰/۱ mg/m ^{3(R)}		

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
اتساع عروق؛ تهوع	A4	-	٢ mg/m ³	٢٩٦/٥٤	دي سولفiram Disulfiram [97-77-8]
بازدارنده آنزيم كولين استراز	A4؛ BELL _C	-	٠/٠٥ mg/m ³ (IFV)	٢٧٤/٣٨	دي سولفتون Disulfoton [298-04-4]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسى	A4	-	١٠ mg/m ³	٢٣٣/١٠	ديبورون Diuron [330-54-1]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسى	-	-	١٠ ppm	١٣٠/١٩	دي وينيل بنزن Divinybenzene [1321-74-0]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسى	DSEN	-	٠/١ ppm	٢٠٢/٤	دوسديل مر كاپتان Dodecyl mercaptan [112-55-0]
تحرييك قسمت تحتاني تنفسى و آسيب كبدى وكلىوى	A4؛ پوسٌ	-	٠/١ mg/m ³ (IFV)	٤٠٦/٩٥	اندو سولفان Endosulfan [115-29-7]
آسيب كبدى و اختلال سистем اعصاب مرکزى و سردرد	A4؛ پوسٌ	-	٠/١ mg/m ³	٣٨٠/٩٣	اندررين Endrin [72-20-8]
اختلال سистем اعصاب مرکزى و قلبي	A4	-	٧٥ ppm	١٨٤/٥٠	انفلوران Enflurane [13838-16-9]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسى؛ اثرات سистем توليد مثل در مردان	A3؛ پوسٌ	-	٠/٥ ppm	٩٢/٥٣	اپي كلورو هيدرين Epichlorohydrin [106-89-8]
بازدارنده آنزيم كولين استراز	A4؛ BELL _C	-	٠/١ mg/m ³ (IFV)	٣٢٣/٣١	اى بي ان EPN [2104-64-5]
خفگى	ضميمه ه را ببينيد: حداقل محتوى اكسيرن(D, EX)			٣٠/٠٧	اتان Ethane [74-84-0]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحريک قسمت فوقاري تنفسی	A3	1000 ppm	-	۴۶/۰۷	اتانول Ethanol [64-17-5]
تحريک و سوزش پوست و چشم	-	6 ppm	۳ ppm	۶۱/۰۸	اتانول آمين Ethanolamine [141-43-5]
بازدارنده آنزيم کولین استراز	A4؛ BEL _c	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IFV)	۳۸۴/۴۸	ايتون Ethion [563-12-2]
آسيب سистем توليد مثل در مردان؛ آسيب جيني	BEI؛ پوست	-	5 ppm	۹۰/۱۲	۲-اتوكسي اتانول 2-Ethoxyethanol [110-80-5]
آسيب سистем توليد مثل مردان	BEI؛ پوست	-	5 ppm	۱۳۲/۱۶	۲-اتوكسي اتيل استات 2-Ethoxyethyl acetate [111-15-9]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی و چشم	-	-	۴۰۰ ppm	۸۸/۱۰	اتيل استات Ethyl acetate [141-78-6]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی و چشم؛ اختلال سистем اعصاب مرکزي؛ حساسيت پوستي	A4	۱۵ ppm	5 ppm	۱۰۰/۱۱	اتيل آكريلات Ethyl acrylate [140-88-5]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی	پوست	۱۵ ppm	5 ppm	۴۵/۰۸	اتيل آمين Ethyl amine [75-04-7]
ايجاد سميت اعصاب	-	-	۱۰ ppm	۱۲۸/۲۱	اتيل آميل كتون Ethyl amyl ketone [541-85-5]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی و آسيب کليوي (نفروباتي)؛ اختلال بخش حلزوني گوش ميانى	BEI؛A3	-	۲۰ ppm	۱۰۶/۱۶	‡ اتيل بنزن Ethyl benzene [100-41-4]
آسيب کبدی و اختلال سистем اعصاب مرکزي	A3؛ پوست	-	5 ppm	۱۰۸/۹۸	اتيل بروماید Ethyl bromide [74-96-4]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A4	-	۲۵ ppm	۱۰۲/۱۸	اتیل ترت-بوتیل اتر Ethyl tert-butyl ether [637-92-3]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش پوست و چشم	-	۷۵ ppm	۵۰ ppm	۱۱۴/۱۹	اتیل بوتیل کتون Ethyl butyl ketone [106-35-4]
آسیب کبدی	A3؛ پوست؛	-	۱۰۰ ppm	۶۴/۵۲	اتیل کلراید Ethyl chloride [75-00-3]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست	-	-	۰/۲ ppm	۱۲۵/۱۲	اتیل سیانوآکریلات Ethyl cyanoacrylate [7085-85-0]
خفگی	A4	-	۲۰۰ ppm	۲۸/۰۵	اتیلن Ethylene [74-85-1]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی	A4؛ پوست؛	C ۱ ppm	-	۸۰/۵۲	اتیلن کلرو هیدرین Ethylene chlorohydrin [107-07-3]
-	A4؛ پوست؛	-	۱۰ ppm	۶۰/۱۰	اتیلن دی آمین Ethylen diamine [107-15-3]
-	A3؛ پوست؛	-	-	۱۸۷/۸۸	اتیلن دی بروماید Ethylene dibromide [106-93-4]
آسیب کبدی؛ تهوع	A4	-	۱۰ ppm	۹۸/۹۶	اتیلن دی کلراید Ethylene dichloride [107-06-2]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	A4	۲۵ ppm ^(v)	۵۰ ppm ^(v) ۱۰ mg/m ³ ^(LH)	۶۲/۰۷	اتیلن گلیکول Ethylene glycol [107-21-1]
اتساع عروق و سردرد	پوست	-	۰/۰۵ ppm	۱۵۲/۰۶	‡ اتیلن گلیکول دی نیترات Ethylene glycol dinitrate [628-96-6]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
سرطان؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A2 پوست؛ BEI	-	۱ ppm	۴۴/۰۵	اتیلن اکساید Ethylene oxide [75-21-8]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی	A3 پوست؛	۰/۱ ppm	۰/۰۵ ppm	۴۳/۰۸	اتیلن ایمین Ethylen imine [151-56-4]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	۵۰۰ ppm	۴۰۰ ppm	۷۶/۱۲	اتیلن اتر Ethyl ether [60-29-7]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	A4	۱۰۰ ppm	-	۷۶/۰۸	اتیل فرمات Ethyl formate [109-94-4]
اثرات ناقص الخله زایی	-	-	۵ mg/m ³ (IFV)	۱۴۴/۲۴	۲-اتیل هگزانویک اسید 2-Ethylhexanoic acid [149-57-5]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	-	۴ ppm	۲ ppm	۱۲۰/۱۹	اتیلیدن نوربورون Ethyldene norbornene [16219-75-3]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	DSEN، پوست،	۰/۰۶ ppm	۰/۰۲ ppm	۷۱/۱	اتیل ایزو سیانات Ethyl isocyanate [109-90-0]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	-	۰/۵ ppm	۶۲/۱۳	اتیل مر کاپتان Ethyl mercaptan [75-08-1]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ آسیب چشمی	پوست	-	۵ ppm	۱۱۵/۱۸	اتیل مورفولین نرمال N-Ethylmorpholine [100-74-3]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشمی؛ آسیب کلیوی	-	-	۱۰ ppm	۲۰۸/۳۰	اتیل سیلیکات یا ترا اتوکسی سیلان Ethyl silicate [78-10-4]
بازدارنده آتشیم کولین استراز	A4 پوست؛ BEI _C	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IFV)	۳۰۳/۴۰	فنامیفروز Fenimiphos [22224-92-6]

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبناي تعين حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
فن سولفوتیان Fensulfothian [115-90-2]	۳۰۸/۳۵	۰/۰۱ mg/m ³ (IFV)	-	A4; BEI _C	بازدارنده آنزیم کولین استراز
فنتروتون Fenitrothion [122-14-5]	۲۷۷/۲۳	۱ ppm	-	پوست	بازدارنده آنزیم کولین استراز
فنویکارب Fenobucarb [3766-81-2]	۲۰۷/۲۷	۵ ppm	-	پوست	بازدارنده آنزیم کولین استراز
فتیون Fenthion [55-38-9]	۲۷۸/۳۴	۰/۰۵ mg/m ³ (IFV)	-	A4; BEL _C	بازدارنده آنزیم کولین استراز
فریام Ferbam [14484-64-1]	۴۱۶/۵۰	۵ mg/m ^{3(l)}	-	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی تأثیر روی وزن بدن آسیب طحال
فلودیوكسونیل Fludioxonil [131341-86-1]	۲۴۸/۲۰	۱ mg/m ^{3(l)}	-	A3	آسیب کبدی و کلیوی
غبار فرو وانادیوم Ferrovanadium dust [12604-58-9]	-	۱ mg/m ³	۳ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوکانی و تحتانی تنفسی و چشم
غبار آرد Flour dust	-	۰/۵ mg/m ^{3(l)}	-	RSEN	آسم؛ برونشیت؛ تحریک قسمت فوکانی تنفسی
فلوئوریدها Fluorides, as F	متفاوت	۲/۵ mg/m ³	-	BEI :A4	آسیب استخوانی فلوروروزیس
فلوئورین Fluorine [7782-41-4], as F	۳۸	۰/۱ ppm	C ۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوکانی تنفسی و تحریک چشم و پوست
فولپت Folpet [133-07-3]	۲۹۶/۶۰	۱ mg/m ^{3(l)}	-	DSEN ;A3	آسیب کبدی؛ تأثیر روی وزن بدن
فونوفوس Fonofos [944-22-9]	۲۴۶/۳۲	۰/۱ mg/m ^{3 (IFV)}	-	A4; BEI _C	بازدارنده آنزیم کولین استراز

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقاری تنفسی و تحریک چشم؛ سرطان قسمت فوقاری تنفسی	RSEN؛ A1 DSEN	٠/٥ ppm	٠/١ ppm	٣٠/٠٣	فرم آلدئيد Formaldehyde [50-00-0]
تأثيرات خونی، سرطان کبد، افزایش سمیت	پوست	-	١ ppm	٤٥/٠٤	فرمامید Formamide [75-12-7]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی؛ چشم و پوست	-	١٠ ppm	٥ ppm	٤٦/٠٢	اسید فرمیک Formic acid [64-18-6]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی و چشم	پوست؛ A3 BEI	-	٠/٢ ppm	٩٦/٠٨	فورفورال Furfural [98-01-1]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی و تحریک چشم	A3؛ پوست	-	٠/٢ ppm	٩٨/١٠	فورفوريل الکل Furfuryl alcohol [98-00-0]
تحریک قسمت تحتانی تنفسی	A3	-	٠/٠٠٠٣ mg/m ³ ^(R)	١٤٤/٦٤	گالیم آرسنید Gallium arsenide [1303-00-0]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A3	٥٠٠ ppm	٣٠٠ ppm	متفاوت	بنزین Gasoline [86290-81-5]
اثرات خونی	-	-	٠/٢ ppm	٧٦/٦٣	تراهیدرید ژرمانیوم Germanium tetrahydride [7782-65-2]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	RSEN؛ A4 DSEN	C ٠/٠٥ ppm	-	١٠٠/١١	گلو تار آلدئيد (فعال و غير فعال) Glutaraldehyde [111-30-8], activated and unactivated
تحریک قسمت فوقاری تنفسی	-	-	١٠ mg/m ³	٩٢/٠٩	میست گلیسرین Glycerin mist [56-81-5]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی؛ چشم و پوست	A3	-	٢ ppm	٧٤/٠٨	گلیسیدول Glycidol [556-52-5]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ متاپلازی حنجره برونشیت؛ اثرات ریوی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی	RSEN؛ A4	-	۰/۱ mg/m ³ (IFV)	۵۸/۰۴	گلای اکزال Glyoxal [107-22-2]
پنوموکوئیزیس	-	-	۴ mg/m ³	نامشخص	گردغبار غلات (جو دو سر؛ گندم) Grain dust (oat, wheat, barley)
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی	-	-	۰/۵ mg/m ³	۱۷۸/۴۹	گرافیت (همه اشکال جز فیر گرافیت) Graphite (all forms except graphite fibres) [7782-42-5]
آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اتساع عروق	A4	-	۵۰ ppm	۱۹۷/۳۹	هافنیم و ترکیبات آن Hafnium [7440-58-6] and compounds, as Hf
التهاب ریه	RSEN؛ A2		۰/۰۰۵ mg/m ³ (T)	-	فلزات سخت حاوی کبالت و کاربید تنگستن Hard metals containing Cobalt [7440-48-4] and Tungsten carbide [12070-12-1], as Co
خفگی		ضمیمه ۵ را بینید: حداقل محتوی اکسیژن (D)		۴	هليوم Helium [7440-59-7]
آسیب کبدی	A3	پوست؛	-	۳۷۳/۳۲ ۳۸۹/۴۰	هپتاکلر و هپتاکلر اپوکسید Heptachlor [76-44-8] and Heptachlor epoxide [1024-57-3]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	۵۰۰ ppm	۴۰۰ ppm	۱۰۰/۲۰	کلیه ایزومرهای هپتان Haptane, all isomers [108-08-7]; [142-82-5]; [565-59-3]; [589-34-4]; [590-35-2]; [591-76-4]

بنای تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
اثرات پورفیرین؛ آسیب پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A3 پوست؛	-	۰/۰۰۲ mg/m ³	۲۸۴/۷۸	هگرا کلرو بنزن Hexachlorobenzene [118-74-1]
آسیب کلیوی	A3 پوست؛	-	۰/۰۲ ppm	۲۶۰/۷۶	هگرا کلرو بوتادین Hexachlorobutadiene [87-68-3]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی	A4	-	۰/۰۱ ppm	۲۷۲/۷۵	هگرا کلرو سیکلو پنتادین Hexachlorocyclopentadiene [77-47-4]
آسیب کلیوی و کبدی	A3 پوست؛	-	۱ ppm	۲۳۶/۷۴	هگرا کلرو اتان Hexachloroethane 67-72-1]
آسیب کبدی و جوشهای شبه آکنه	پوست	-	۰/۲ mg/m ³	۳۳۴/۷۴	هگرا کلرو نفتالن Hexachloro Naphthalene [1335-87-1]
آسیب بیضه؛ آسیب کلیوی	پوست	-	۰/۱ ppm	۱۶۶/۰۲	هگرا فلورو رو استون Hexafluoroacetone [684-16-2]
آسیب کلیوی	-	-	۰/۱ ppm	۱۵۰/۰۲	هگرا فلورو رو پروپیلن Hexafluoropropylene [116-15-4]
حساسیت؛ تحریک قسمت فرقارانی تنفسی؛ پوست و چشم	RSEN	C ۰/۰۰۵ mg/m ³ (IFV)	-	۱۵۴/۱۷	هگرا هیدرو فلایک انیدرید؛ کلیه اینزومرها Hexahydrophthalic anhydride, all isomers [85-42-7]; [13149-00-3]; [14166-21-3]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی؛ حساسیت سیستم تنفسی	BEI		۰/۰۰۵ ppm	۱۶۸/۲۲	هگرا متیلن دی ایزو سیاتات Hexamethylene diisocyanate [822-06-0]
حساسیت پوستی	A4 ;DSEN	-	۱ mg/m ³ (IFV)		هگرامیتلن تترامین Hexamethylenetetramine [100-97-0]
سرطان قسمت فرقارانی تنفسی	A3 پوست؛	-	-	۱۷۹/۲۰	هگرا متیل فسفر آمید Hexamethyl phosphoramide [680-31-9]

بنای تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی محیطی؛ تحریک چشمی	BEI؛ پوست؛	-	۵۰ ppm	۸۶/۱۸	هگزان نرمال n-Hexane [110-54-3]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	۱۰۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	۸۶/۱۷	کلیه ایزومرهای هگزان بجز هگزان نرمال Hexane, isomer, other than n-Hexane [75-83-2; [79-29-8]; [96-14-0]; 107-83-5]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست	-	-	.۰/۵ ppm	۱۱۶/۲۱	او-هگزان دی آمین 1,6-Hexanediamine [124-09-4]
خونی، آسیب کبدی	A4	-	۳ mg/m ^{3(l)}	۲۵۲/۳۰	هگزانینون Hexazinone [51235-04-2]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۵۰ ppm	۸۴/۱۶	۱-هگزن 1-Hexene [592-41-6]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی، تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	۵۰ ppm	۲۰ ppm	۱۴۴/۲۱	هگریل استات نوع دوم sec-Hexyl acetate [108-84-9]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	۵۰ ppm ^(V) ۱۰ mg/m ^{3(L,H)}	۲۵ ppm ^(V)	۱۱۸/۱۸	هگزیلن گلیکول Hexylene glycol [107-41-5]
سرطان قسمت فوقانی تنفسی	A3؛ پوست؛	-	.۰/۰۱ ppm	۳۲/۰۵	هیدرازین Hydrazine [302-01-2]
خفگی	(D) خفگی آور ساده		-	۱/۰۱	هیدروژن Hydrogen [1333-74-0]
آسیب کبدی	-	-	.۰/۵ ppm	۲۴۱/۰۰	ترفیل های هیدروژنه (غیر تابشی) Hydrogenated terphenyls (nonirradiated) [61788-32-7]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	C ۲ ppm	-	۸۰/۹۲	بروميد هيدروژن Hydrogen bromide [10035-10-6]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	A4	C ۲ ppm	-	۳۶/۴۷	كلريد هيدروژن Hydrogen chloride [7647-01-0]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ تهوع؛ سردرد؛ اثرات تيروثيادي	پوست	C ۴/۷ ppm	-	۲۷/۰۳	سيانيد هيدروژن و نمکهای سيانيد Hydrogen cyanide and cyanide salts, as CN
	پوست	C ۵ mg/m³	-	متفاوت	سيانيد هيدروژن Hydrogen cyanide [74-90-8] نمکهای سيانيد Cyanide salts [143-33-9; 151-50-8; 592-01-8]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی، تحاثاني، پوست و چشم؛ فلوروزیس	پوست EBI	C ۲ ppm	.۰/۵ ppm	۲۰/۰۱	فلوئورید هيدروژن Hydrogen fluoride [7664-39-3], as F
تحریک قسمت فوکانی تنفسی، پوست و چشم	A3	-	۱ ppm	۳۴/۰۲	پروکسید هيدروژن Hydrogen peroxide [7722-84-1]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ تهوع	-	-	.۰/۰۵ ppm	۸۰/۹۸	سلنيد هيدروژن Hydrogen selenide [7783-07-5], as Se
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ اختلال سистем اعصاب مرکزي	-	۵ ppm	۱ ppm	۳۴/۰۸	سولفید هيدروژن Hydrogen sulfide [7783-06-4]
تحریک و آسیب چشم	A3 +DSEN	-	۱ mg/m³	۱۱۰/۱۱	هيدروكينون Hydroquinone [123-31-9]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	پوست؛ DSEN	-	.۰/۵ ppm	۱۳۰/۱۴	۲-هيدروكسي بروپيل آكريلات 2-Hydroxypropyl acrylate [999-61-1]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
آسيب كبدی	-	-	5 ppm	۱۱۶/۱۵	ایندن Indene [95-13-6]
ادم ريه؛ پنوموکنيوزيس؛ فرسايش دندان؛ ضعف و بيقراروي	-	-	۰/۱ mg/m ³	۱۱۴/۸۲	اینديم و ترکييات آن Indium [7440-74-6] & compounds, as In
فيروز ريوى؛ تأثير بر عملکرد ريوى	A3 ;DSEN	-	۰/۰۰۱ mg/m ³ (R)	متفاوت	اینديم تين اكسايد Indium tin oxide [50926-11-9], as In
کم کاري تيروئيد؛ تحرييك قسمت فوقاري تنفسی؛ کم کاري تيروئيد تحرييك قسمت فوقاري تنفسی	A4 A4	۰/۱ ppm ^(V) -	۰/۰۱ ppm ^(IFV) ۰/۰۱ ppm ^(IFV)	۲۵۳/۸۰ متفاوت	يد و يديدها يد [7553-56-2] يدیدها Iodides
اختلال سистем اعصاب مرکزي	-	-	۰/۶ ppm	۳۹۳/۷۸	پودوفرم Iodoform [75-47-8]
پنوموکنيوزيس	A4	-	۵ mg/m ³ (R)	۱۵۹/۷۰	اكسيد آهن Iron oxide (Fe2O3) [1309-37-1]
ادم ريه؛ اختلال سистем اعصاب مرکزي	-	۰/۲ ppm	۰/۱ ppm	۱۹۵/۹۰	پنتاکربونيل آهن Iron pentacarbonyl [13463-40-6], as Fe
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی و پوست	-	-	۱ mg/m ³	متفاوت	نمک های محلول آهن مثل سولفات؛ کلرید؛ نیترات و ... Iron salts, soluble, as Fe
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی و چشم		۱۲۵ ppm	۱۰۰ ppm	۸۸/۱۵	الكل ايزوآميل يا الکل ايزوپنتيل Isoamyl alcohol [123-51-3]
تحرييك پوست و چشم	-	-	۵۰ ppm	۷۴/۱۲	ايزوبوتانول Isobutanol [78-83-1]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشمی	-	-	۱۵۰ ppm	۱۱۶/۱۶	ايزوبوتيل استات Isobutyl acetate [110-19-0]
اتساع عروق خونی؛ مت هموگلوبینی	A3 BEI _M	C ۱ ppm	-	۱۰۳/۱۲	ايزو بوتيل نيتريت Isobutyl nitrite [542-56-3]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی	پوست	-	۵۰ ppm	۱۳۰/۲۳	الكل ايزواكتيل Isooctyl alcohol [26952-21-6]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم؛ اختلال سистем اعصاب مرکزي؛ خستگی؛ ضعف و بیقراری	A3	C ۵ ppm	-	۱۳۸/۲۱	ايزوفورون Isophorone [78-59-1]
حساسیت سیستم تنفسی	-	-	۰/۰۰۵ ppm	۲۲۲/۳۰	ايزوفورون دی ايزوسیانات Isophorone diisocyanate [4098-71-9]
اثرات خونی	پوست	-	۲۵ ppm	۱۰۴/۱۵	- ايزو پروپوكسي اتانول 2-Isopropoxy ethanol [109-59-1]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	۲۰۰ ppm	۱۰۰ ppm	۱۰۲/۱۳	ايزو پروپيل استات Isopropyl acetate [108-21-4]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی، تحریک و آسیب چشمی	-	۵ ppm	۲ ppm	۵۹/۱۱	ايزوپروپيل آمين Isopropylamine [75-31-0]
مت هموگلوبینی	BEI _M ؛ پوست؛	-	۲ ppm	۱۳۵/۲۱	ايزوپروپيل آبیلن نرمال N-Isopropylaniline [768-52-5]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	-	۳۱۰ ppm	۲۵۰ ppm	۱۰۲/۱۷	ايزو پروپيل اتر Isopropyl ether [108-20-3]

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبناي تعين حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
ایزو پروپیل گلایسیدل اتر Isopropyl glycidyl ether (IGE) [4016-14-2]	۱۱۶/۱۸	۷۵ ppm	۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت
کاٹولن Kaolin [1332-58-7]	-	-	۲ mg/m ³ (E,R)	A4	پنومو کونیوزیس
کروزن / سوخت های جت بر حسب بخار هیدروکربن کل Kerosene [8008-20-6; 64742-81-0] / Jet fuels, as total hydrocarbon vapor	متفاوت	-	۲۰۰ mg/m ³ (P)	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
‡ کتن Ketene [463-51-4]	۴۲/۰۴	C ۰/۰۵ ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم، آسیب ریه و ادم ریوی
سرب و ترکیبات معدنی آن Lead [7439-92-1] and inorganic compounds as Pb	۲۰۷/۲۰	-	۰/۰۵ mg/m ³	BEI :A3	اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مرکزی؛ اثرات خونی
کرومات سرب؛ به عنوان سرب Lead chromate [7758-97-6] as Pb as Cr به عنوان کروم	۳۲۳/۲۲	۰/۰۰۵ mg/m ^{3(I)}	۰/۰۰۰۲ mg/m ^{3(I)}	BEI :A1 RSEN :DSEN	سرطان ریه و سینوس ها، آسم، تحریک سیستم تنفسی
لینдан Lindane [58-89-9]	۲۹۰/۸۵	-	۰/۵ mg/m ³	A3	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
هیدرید لیتیم Lithium hydride [7580-67-8]	۷/۹۵	C ۰/۰۵ mg/m ^{3(I)}	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم
گاز مایع (L.P.G) Liquified petroleum gas [68476-85-7]	-	ضمیمه ه را ببینید: حداقل محتوى اکسیژن (D, EX)	-	خنگی	
اکسید منیزیم Magnesium oxide [1309-48-4]	۴۰/۳۲	-	۱۰ mg/m ^{3(I)}	A4	URT; metal fume fever

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
بازدارنده آنزيم كولين استراز	A4 BELLc	–	۱ mg/m ³ (IFV)	۳۳۰/۳۶	مالاتيون Malathion [121-75-5]
حساسيت سистем تنفسی	DSEN ; A4 RSEN	–	۰/۰۱ mg/m ³ (IFV)	۹۸/۰۶	ماشيک ايندرید Maleic anhydride [108-31-6]
اختلال سистем اعصاب مرکزي	A4 –	–	۰/۰۲ mg/m ^{3(R)} ۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۵۴/۹۴ متفاوت	منگز، ترکييات معدني و عنصري Manganese [7439-96-5], elemental and inorganic compounds, as Mn
تحريک پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست	–	۰/۱ mg/m ³	۲۰۴/۱۰	منگتسيكلوبنتا دينيل ترى كربونيل Manganese cyclopentadienyl tricarbonyl [12079-65-1], as Mn
اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و محیطی؛ آسیب کلیوی	پوست	۰/۰۳ mg/m ³	۰/۰۱ mg/m ³	متغير	جيوه، ترکييات آلكيل Mercury [7439-97-6], alkyl compounds, as Hg
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی	پوست	–	۰/۱ mg/m ³	متغير	جيوه، همه اشكال بجز آلكيل، به عنوان جيوه Mercury [7439-97-6], all forms except alkyl, as Hg
اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کلیوی	A4; BEI	–	۰/۰۲۵ mg/m ³	متغير	ترکييات آريل Aryl compounds اشكال معدني و عنصري Elemental and inorganic forms
تحريک چشم و قسمت فوقاني تنفسی؛ اختلال سيستم اعصاب مرکزی	–	۲۵ ppm	۱۵ ppm	۹۸/۱۴	مزيتيل اكسايد Mesityl oxide [141-79-7]
تحريک پوست و چشم	–	–	۲۰ ppm	۸۶/۰۹	اسيد مت آكريليك Methacrylic acid [79-41-4]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
خنگي		ضميمه ه را ببینيد: حداقل محظوي اكسيزن (D, EX)		۱/۰۴	متان Methane [74-82-8]
سردرد و آسيب چشم	BEI پوست؛	۲۵۰ ppm	۲۰۰ ppm	۳۲/۰۴	متانول Methanol [67-56-1]
بازدارنده آنزريم کولین استراز	A4، BELc پوست	-	۰/۲ mg/m ³ (IFV)	۱۶۲/۲۰	متوميل Methomyl [16752-77-5]
آسيب كبدی؛ اختلال سистем اعصاب مرکزي	A4	-	۱۰ mg/m ³	۳۴۵/۶۵	متوكسي كلر Methoxychlor [72-43-5]
اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل	BEI پوست؛	-	۰/۱ ppm	۷۶/۰۹	۲-متوكسي اتانول 2-Methoxyethanol (EGME) [109-86-4]
اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل	BEI پوست؛	-	۰/۱ ppm	۱۱۸/۱۳	۲-متوكسي اتيل استات 2-Methoxyethyl acetate (EGMEA) [110-49-6]
تحريک قسمت فوكانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست	۱۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	۱۴۸/۲۰	۲-متوكسي متيل اتوکسي) پروپانول (2-Methoxymethyl ethoxy) propanol [34590-94-8]
سوژش چشم؛ آسيب پوست	-	-	۵ mg/m ³	۱۲۴/۱۵	۴-متوكسي فنول 4-Methoxyphenol [150-76-5]
سوژش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A4	۱۰۰ ppm	۵۰ ppm	۹۰/۱۲	۱-متوكسي-۲-پروپانول 1-Methoxy-2-propanol [107-98-2]
سردرد؛ تحريک قسمت فوكانی تنفسی و چشم؛ آسيب عصب چشم	-	۲۵۰ ppm	۲۰۰ ppm	۷۶/۰۸	متيل استات Methyl acetate [79-20-9]
اختلال سیستم؛ اعصاب مرکزی	-	-	۱۰۰۰ ppm ^(EX)	۴۰/۰۷	متيل استيلن Methyl acetylene [74-99-7]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	۱۲۵۰ ppm ^(EX)	۱۰۰۰ ppm ^(EX)	۴۰/۰۷	مخلوط متیل استیلن پروپادین Methyl acetylene-propadiene mixture [59355-75-8]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب چشم	پوست؛ A4؛ DSEN	-	۲ ppm	۸۶/۰۹	متیل آکریلات Methyl acrylate [96-33-3]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش چشم و پوست	A4؛ پوست	-	۱ ppm	۶۷/۰۹	متیل آکریلونیتریل Methyl acrylonitrile [126-98-7]
سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۱۰۰۰ ppm	۷۶/۱۰	متیلال Methylal [109-87-5]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست	-	۱۵ ppm	۵ ppm	۳۱/۰۶	متیل آمین Methyl amine [74-89-5]
تحریک چشمی و پوست	-	-	۵۰ ppm	۱۱۴/۱۸	متیل ان-آمیل کتون Methyl n-amyl ketone [110-43-0]
مت همو گلوبینی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی	BEI؛ پوست	-	.۰/۵ ppm	۱۰۷/۱۵	متیل آنیلین نربمال N-Methyl aniline [100-61-8]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست	A4؛ پوست	-	۱ ppm	۹۴/۹۵	متیل بروماید Methyl bromide [74-83-9]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کلیوی	A3	-	۵۰ ppm	۸۸/۱۷	متیل ترت بوتیل اتر Methyl-tert-butyl ether [1634-04-4]
نوروپاتی محیطی؛ آسیب بیضه	BEI؛ پوست	۱۰ ppm	۵ ppm	۱۰۰/۱۶	متیل ان-بوتیل کتون Methyl n-butyl ketone [591-78-6]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی و کبدی؛ آسیب بیضه؛ اثرات ناقص الخلقه- زایی	A4؛ پوست	۱۰۰ ppm	۵۰ ppm	۵۰/۴۹	متیل کلراید Methyl chloride [74-87-3]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
اختلال سистем اعصاب مرکزي و آسيب كبدی	BEI؛ A4	۴۵۰ ppm	۳۵۰ ppm	۱۳۳/۴۲	متيل كلورو فرم Methyl chloroform [71-55-6]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی و چشم	-	-	.٪/۲ ppm	۱۱۱/۱۰	متيل ۲-سيانو آكريلات Methyl 2-cyano acrylate [137-05-3]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسيب کلیوی و کبدی	-	-	۴۰۰ ppm	۹۸/۱۹	متيل سیکلو هگزان Methyl cyclohexane [108-87-2]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسی و چشمی	-	-	۵۰ ppm	۱۱۴/۱۹	متيل سیکلو هگزانول Methyl cyclohexanol [25639-42-3]
آسيب کبدی، آسيب سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۲۰ ppm	۱۱۲/۱۷	۲- متيل سیکلو هگزانون و ايزومرها 2 - Methylcyclohexanone all isomers [589-92-4]; [591-24-2]; [1331-22-2]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسيب ریه؛ اثرات کبدی و کلیوی	پوست	-	.٪/۲ mg/m ³	۲۱۸/۱۰	۲- متيل سیکلو پنتادینيل منگنز تری کربونيل 2-Methylcyclo pentadienyl manganese tricarbonyl [12108-13-3], as Mn
بازدارنده آنزیم کولین استرلز	BEI؛ پوست	-	.٪/۰.۵ mg/m ³ (IFV)	۲۳۰/۳۰	متيل دمتون Methyl demeton [8022-00-2]
حساسیت های سیستم تولید مثل	-	-	.٪/۰.۰۵ ppm	۲۵۰/۲۶	متيل بيس فنيل ايزوسیانات Methylene bisphenyl isocyanate (MDI) [101-68-8]
مت همو گلوبینی؛ سرطان مثانه	A2 BEI	-	.٪/۰.۱ ppm(IFV)	۲۶۷/۱۷	۴- متيل بيس (۲- كلرو آنیلين) 4,4-Methylene bis (2-Chloroaniline)[101-14-4]
حساسیت سیستم تنفسی؛ تحرييك قسمت تحاتی تنفسی	-	-	.٪/۰.۰۵ ppm	۲۶۲/۳۵	متيل بيس (۴- سیکلو هگزیل ايزوسیانات) Methylene bis (4-cyclohexylisocyanate) [5124-30-1]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
آسیب کبدی	A3؛ پوست؛	-	٠/١ ppm	۱۹۸/۲۶	۴- متیلن دی آنیلین 4,4- Methylene dianiline [101-77-9]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و محاطی	BEI	٣٠٠ ppm	٢٠٠ ppm	٧٢/١٠	متیل اتیل کتون Methyl ethyl ketone (MEK) [78-93-3]
تحریک پوست و چشم؛ آسیب کبدی و کلیوی	-	C ٠/٢ ppm	-	۱۷۶/۲۴	متیل اتیل کتون پروکساید Methyl ethyl ketone proxide [1338-23-4]
تحریک قسمت فوکانی و تحتانی تنفسی و چشم	پوست	١٠٠ ppm	٥٠ ppm	٦٠/٠٥	متیل فرمات Methyl formate [107-31-3]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ سرطان ریه؛ آسیب کبدی	A3؛ پوست؛	-	٠/٠١ ppm	٤٦/٠٧	متیل هیدرازین Methyl hydrazine [60-34-4]
آسیب چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست	-	٢ ppm	۱۴۱/٩٥	متیل بیدید یا بدمتان Methyl iodide [74-88-4]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی	-	٥٠ ppm	٢٠ ppm	۱۱۴/٢٠	متیل ایزو-آلیل کتون یا هیگرانون Methyl isoamyl ketone [110-12-3]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ سرگیجه، سردرد	-	٤٠ ppm	٢٥ ppm	۱۰۲/۱۸	متیل ایزو بوتیل کاربینول Methyl isobutyl carbinol [108-11-2]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ سرگیجه و سردرد	BEI؛ A3	٧٥ ppm	٢٠ ppm	۱۰۰/۱۶	متیل ایزو بوتیل کتون Methyl isobutyl ketone [108-10-1]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	DSEN؛ پوست؛	٠/٠٦ ppm	٠/٠٢ ppm	٥٧/٠٥	متیل ایزو سیانات Methyl isocyanate [624-83-9]
آسیب جنین؛ ایجاد سمیت در نوزاد	-	-	٢٠ ppm	٨٦/١٤	متیل ایزو پروپیل کتون Methyl isopropyl ketone [563-80-4]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
آسيب كبدی	-	-	.05 ppm	۴۸/۱۱	متيل مر كاپتان Methyl mercaptan [74-93-1]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی و چشم؛ اثرات روی وزن؛ ادم ريه	پوست؛ A4؛ DSEN	100 ppm	50 ppm	100/13	متيل مت آكريلات Methyl methacrylate [80-62-6]
تحريک قسمت تحتاني تنفسی؛ آسيب ريه	A4؛ پوست	-	.05 ppm	۱۴۲/۲	۱- متيل نفتالين و ۲- متيل نفتالين 1- Methyl naphthalene [90-12-0] and 2-Methyl naphthalene [91-57-6]
بازدارنده آنزيم کولین استراز	A4؛ پوست؛ BEL _C	-	.002 mg/m ³ (IFV)	۲۶۳/۲	متيل باراتيون Methyl parathion [298-00-0]
واکنش ريوی؛ تحريک چشم	-	150 ppm	-	۸۶/۱۷	متيل بروبيل كتون Methyl propyl ketone [107-87-9]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی آسيب چشم	-	-	1 ppm	۱۵۲/۲۲	متيل سيليكات Methyl silicate [681-84-5]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی آسيب کلوي؛ آسيب توليدمثل در زنان	A3	-	10 ppm	۱۱۸/۱۸	آلفا-متيل استيرن يا ۲-فنيل بروبين α -Methyl styrene [98-83-9]
واکنش به حساسيت	DSEN؛ پوست؛ RSEN	.03 ppb	.007 ppb SL .7 mg/100 cm ²	۱۶۶/۷	ايزومرهای متيل تترا هيدروفاليليك انھيدريد Methyl tetrahydrophthalic anhydride [3425-89-6]; [5333-84-6]; [11070-44-3]; [19438-63-2]; [19438-64-3]; [26590-20-5]; [42498-58-8]
تحريک قسمت فوقاري تنفسی و چشم؛ لکربني		C .001 ppm	-	۷۰/۱۰	متيل وينيل كتون Methyl vinyl ketone [78-94-4]
آسيب كبدی؛ اثرات خونی	A4	-	5 mg/m ³	۲۱۴/۲۸	متري بوزين Metribuzin [21087-64-9]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
بازدارنده آنزيم كولين استراز	A4 BEI _C	-	٠/٠١ mg/m ³ (IFV)	٢٢٤/١٦	موين فوس Mevinphos [7786-34-7]
پنومو كيوزيس	-	-	٠/١ mg/m ³ (R)	-	ميكا Mica [12001-26-2]
تحرييك قسمت فوقاري تنفسى	A4 A2	- -	٥ mg/m ³ (I) —(L)	متقاوت	روغن معدني به استثناء سيلات فلز كاري خالص Mineral oil, excluding metal working fluids با تصفيه خوب Pure, highly & severely refined با تصفيه متوسط و ضعيف Poorly & mildly refined
تحرييك قسمت فوقاري تنفسى	A3 - -	- - -	٠/٥ mg/m ³ (R) ١٠ mg/m ³ (I) ٣ mg/m ³ (R)	٩٥/٩٥	موليدن Molybdenum [7439-98-7], as Mo تركيبات محلول Soluble compounds تركيبات نامحلول و فلزي Metal and insoluble compounds
تحرييك قسمت فوقاري تنفسى	A4	-	٠/٥ ppm(IFV)	٩٤/٥	اسيد موно كلورو استيك Monochloroacetic acid [79-11-8]
بازدارنده آنزيم كولين استراز	A4 BEI _C	-	٠/٠٥ mg/m ³ (IFV)	٢٢٣/١٦	مونوكروتونفس Monocrotophos [6923-22-4]
Embryo/fetal & liver dam; teratogenic ef	پوست		١ ppm	٥٠/٠٧	مونوميل فراميد Monomethylformamide [123-39-7]
آسيب چشم؛ تحرييك قسمت فوقاري تنفسى	A4	-	٢٠ ppm	٨٧/١٢	مورفولين

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
					Morpholine [110-91-8]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	A4 پوست؛ BEI _C حساسیت؛	-	٠/١ mg/m ³ (IFV)	٣٨٠/٧٩	نالد Naled [300-76-5]
اثرات خونی؛ تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ آسیب چشم	A3 پوست، BEI	-	١٠ ppm	١٢٨/١٩	نفتالین Naphthalene [91-20-3]
سرطان مثانه	A1	-	- ^(L)	١٤٣/١٨	بتا-نفتیل آمین β -Naphthylamine [91-59-8]
خفگی	ضمیمه ه را بینید: حداقل محتوی اکسیژن (D, EX)		-		گاز طبیعی Natural gas [8006-14-2]
حساسیت های سیستم تنفسی	DSEN پوست؛ RSEN	-	٠/٠٠٠١ mg/m ³ (I)	متفاوت	لاتکس لاستیک طبیعی به عنوان پروتئین های حساسیت زای قابل استنشاق Natural rubber latex [9006-04-6] as inhalable allergenic proteins
خفگی	خفگی آور ساده (D)، ضمیمه ه را بینید: حداقل محتوی اکسیژن		٢٠/١٨		نون Neon [7440-01-9]
درماتیت؛ پنومو کنیوزیس	A5	-	١/٥ mg/m ³ (I)	٥٨/٧١	نیکل Nickel I [7440-02-0], as Ni
آسیب ریه؛ سرطان بینی	A4	-	٠/١ mg/m ³ (I)	متفاوت	عنصر نیکل Elemental [7440-02-0]
سرطان ریه	A1	-	٠/٢ mg/m ³ (I)	متفاوت	ترکیبات معدنی محلول Soluble inorganic compounds (NOS)
سرطان ریه	A1	-		٢٤٠/١٩	ترکیبات معدنی نا محلول Insoluble inorganic compounds (NOS)

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
			۰/۱ mg/m ³ (L)		ترکیبات گوگرد دار نیکل Nickel subsulfide [12035-72-2]
تحریک ریوی	A3	C₀/₀₅ ppm	-	۱۷۰/۷۳	نیکل کربونیل Nickel carbonyl [13463-39-3], as Ni
آسیب گوارشی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اختلالات قلبی عروقی	پوست	-	۰/۵ mg/m ³	۱۶۲/۲۳	نیکوتین Nicotine [54-11-5]
آسیب کبدی	A4	۲۰ mg/m ³ (IFV)	۱۰ mg/m ³ (IFV)	۲۳۰/۹۳	نیتراپیرین Nitrapyrin [1929-82-4]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ فرسایش دندان	-	۴ ppm	۲ ppm	۶۳/۰۲	اسید نیتریک Nitric acid [7697-37-2]
هیپوکسیا/سیانوزیس؛ ایجاد نیتروزیل - هموگلوبین؛ تحریک قسمت فوکانی دستگاه تنفس	BEI _M	-	۲۵ ppm	۳۰/۰۱	اکسید نیتریک Nitric oxide [10102-43-9]
مت هموگلوبینی؛ آسیب کبدی؛ سوزش چشم	A4 پوست؛ BEI _M	-	۲ mg/m ³	۱۳۸/۱۲	پارا نیترو آنلین p-Nitroaniline [100-01-6]
مت هموگلوبینی	A3 پوست؛ BEI _M	-	۱ ppm	۱۲۳/۱۱	نیترو بنزن Nitrobenzene [98-95-3]
مت هموگلوبینی	A3 پوست؛ BEI _M	-	۰/۱ ppm	۱۵۷/۵۶	پارا نیترو کلرو بنزن p-Nitrochloro benzene [100-00-5]
سرطان مثانه	A2 پوست؛	-	- ^(L)	۱۹۹/۲۰	۴- نیترو دی فنیل 4-Nitrodiphenyl [92-93-3]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فرقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی	-	-	۱۰۰ ppm	۷۵/۰۷	نیترواتان Nitroethane [79-24-3]
خفگی		خفگی آور ساده (D)، ضمیمه ه را بینید: حداقل محتوی اکسیژن		۱۴/۰۱	نیتروژن Nitrogen [7727-37-9]
تحریک قسمت تحتانی تنفسی	A4	-	۰/۲ ppm	۴۶/۰۱	دی اکسید نیتروژن Nitrogen dioxide [10102-44-0]
مت همو گلوبینی؛ آسیب کبدی و کلیوی	BEI _M	-	۱۰ ppm	۷۱/۰۰	تری فلورورید نیتروژن Nitrogen trifluoride [7783-54-2]
اتساع عروق	پوست	-	۰/۰۵ ppm	۲۷۷/۰۹	نیترو گلیسرین یا نیترو گلیکول Nitroglycerin [55-63-0]
آسیب تیروئیدی؛ تحریک قسمت فرقانی تنفسی؛ آسیب ریه	A3	-	۲۰ ppm	۶۱/۰۴	نیترو متان Nitromethane [75-52-5]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبد	A4	-	۴۵ ppm	۸۹/۰۹	۱- نیترو پروپان 1-Nitropropane [108-03-2]
آسیب کبدی؛ سرطان کبد	A3	-	۱۰ ppm	۸۹/۰۹	۲- نیترو پروپان 2-Nitropropane [79-46-9]
آسیب کبدی؛ سرطان کبدی و کلیوی	پوست؛ A3	-	- ^(L)	۷۴/۰۸	ان- نیترو سودیومتيل آمين N-Nitrosodimethyl amine [62-75-9]
مت همو گلوبینی	BEI _M		۲ ppm	۱۳۷/۱۳	نیترو تولون، کلیه ایزومرها Nitrotoluene, all isomers [88-72-2]; [99-08-1]; [99-99-0]
آسیب کبدی	A3	-	۱ mg/m ^{3(IFV)}	۱۵۲/۱۶	۵- نیترو- ارتو- تولوئیدین 5-Nitro-o-toluidine [99-55-8]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

بنای تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی؛ اثرات جنینی	A4	-	۵۰ ppm	۴۶/۰۲	اکسید نیتروز Nitrous oxide [10024-97-2]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۲۰۰ ppm	۱۲۸/۲۶	نونان، کلیه ایزومرها Nonane, all isomers [111-84-2]
آسیب کبدی	پوست	۰/۳ mg/m ³	۰/۱ mg/m ³	۴۰۳/۷۴	اکتا کلرو نفتالن Octachloro naphthalene [2234-13-1]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	-	۳۰۰ ppm	۱۱۴/۲۲	اکتان، کلیه ایزومرها Octane [111-65-9], all isomers
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ سوزش چشم و پوست	-	۰/۰۰۰۶ ppm	۰/۰۰۰۲ ppm	۲۵۴/۲۰	ترمو کسید اوسمیوم Osmium tetroxide [144-62-7], as Os
تحریک قسمت فوکانی تنفسی، چشم و پوست	-	۲ mg/m ³	۱ mg/m ³	۹۰/۰۴ ۱۲۶/۰۰	اسید اگرالیک ایدروس و دهیدرات Oxalic acid, anhydrous [144-62-7] and dehydrate [6153-56-6]
اثرات ناقص الخلقه زایی	-	-	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۳۵۸/۴۰	پارا، پارا-اگری بیس (بنزن سولفونیل هیدرازید) p,p- Oxybis (benzene sulfonyl hydrazide) [80-51-3]
سردرد؛ ادم ریه؛ تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	C ۰/۰۵ ppm	-	۵۴	دی فلورید اکسیژن Oxygen difluoride [7783-41-7]
عملکرد واکنشی ریوی	A4 A4 A4 A4	- - -	۰/۰۵ ppm ۰/۰۸ ppm ۰/۱ ppm	۴۸	ازن Ozone [10028-15-6] کار سنگین Heavy work کار متوسط Moderate work

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
		-	.٤ ppm		کار سبک Light work بار کار سنگین، متوسط یا سبک (کمتر از ۲ ساعت) (Light moderate or light workloads (≤ 2 hours))
تحریک قسمت فوکانی تنفسی؛ تهوع	-	-	٢ mg/m ³	-	دهم واکس پارافین Paraffin wax fume [8002-74-2]
آسیب ریوی؛ تحریک قسمت فوکانی	A4 پوست؛ A4	-	.٠٠٥ mg/m ^{3(I)}	٢٥٧/١٨	پاراکوات به صورت کاتیون Paraquat [4685-14-7], as cathion
بازدارنده آنریم کولین استراز	BEI A4	-	.٠٠٥ mg/m ^{3 (IFV)}	٢٩١/٢٧	پاراتیون Parathion [56-38-2]
-	ضمیمه ب را مشاهده کنید			ذرات (نامحلول یا کم محلول) که در جای دیگر مشخص نشده‌اند Particles (insoluble or poorly soluble) not otherwise specified	
تشنج و اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	.٠٠١٥ PPM	.٠٠٠٥ ppm	٦٣/١٧	پنتا بوران Pentaborane [19624-22-7]
آسیب کبدی؛ کلرآکنه	پوست	-	.٥ mg/m ³	٣٠٠/٤٠	پنتا کلرو نفتالین Pentachloronaphthalene [1321-64-8]
آسیب کبدی	A4	-	.٥ mg/m ^{3(IFV)}	٢٩٥/٣٦	پنتا کلرو نیترو بنزن Pentachloronitrobenzene [82-68-8]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی	A3 BEI	١ mg/m ^{3(IFV)}	.٥ mg/m ^{3(IFV)}	٢٦٦/٣٥	پنتاکلروفنول Pentachlorophenol [87-86-5]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

بنای تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	-	۱۰ mg/m ³	۱۳۶/۱۵	پنتا آریتریتول Pentaerythriol [115-77-5]
تخدیر، نوروپاتی (آسیب اعصاب) محیطی	-	-	۱۰۰۰ ppm	۷۲/۱۵	پتان، کلیه ایزومرها Pentane, all isomers [78-78-4]; [109-66-0]; [463-82-1]
سمیت اعصاب و اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست	-	۴۵ ppm	۱۰۰/۱۲	۲-پتان دی ان 2,4-pentanedione [123-54-6]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	۱۰۰ ppm	۵۰ ppm	۱۳۰/۲۰	پنتیل استات، کلیه ایزومرها Pentyl acetate, all isomers [123-92-2]; [620-11-1]; [624-41-9]; [625-16-1]; [626-38-0]; [628-63-7]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست	A4	۰/۶ ppm (IFV)	-	۷۶/۰۵	پر استیک اسید Peracetic acid [79-21-0]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	-	۰/۱ ppm	۱۸۵/۸۷	پر کلرو متیل مرکاپتان Perchloromethyl mercaptan [594-42-3]
مت همو گلوبینی؛ فلورورزیس	-	-	۰/۵ ppm	۱۰۲/۴۶	فلوئورید پر کلریل Perchloryl fluoride [7616-94-6]
اثرات خونی	-		۱۰۰ ppm	۲۴۶/۱	پر فلورورو بوتیل اتیلن Perfluorobutyl ethylene [19430-93-4]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات خونی	-	C ۰/۰۱ ppm	-	۲۰۰/۰۴	پر فلورو ایزو بوتیلن Perfluoroisobutylene [382-21-8]
تحریک پوست	-	-	۰/۱ mg/m ³	متغیر	پرسولفات ها به صورت پرسولفات Persulfates, as Persulfate [7727-21-1]; [7727-54-0]; [7775-27-1]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست؛ A4؛ BEI	-	۵ ppm	۹۶/۱۱	فنول Phenol [108-95-2]
تحریک پوست، حساسیت چشم به نور	پوست	-	۵ mg/m ³	۱۹۹/۲۶	فوتیازین Phenothiazine [92-84-2]
سرطان	A4	-	- ^(L)	۲۱۹/۲۹	ان-فیل-بتا-نفتیل آمین N-Phenyl-beta-naphthylamine [135-88-6]
کم خونی	A3	-	۰/۱ mg/m ³	۱۰۸/۰۵	ارتو فیلین دی آمین o-Phenylenediamine [95-54-5]
آسیب کبدی و تحریک پوستی	A4	-	۰/۱ mg/m ³	۱۰۸/۰۵	متا فنیلین دی آمین m-Phenylenediamine [108-45-2]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و حساسیت پوستی	A4	-	۰/۱ mg/m ³	۱۰۸/۰۵	پارافینیل دی آمین p-Phenylenediamine [106-50-3]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع	-	۲ ppm ^(V)	۱ ppm ^(V)	۱۷۰/۲۰	فیل اتر، بخار Phenyl ether [101-84-8], Vapor
آسیب بیضه	A3؛ پوست؛ حساسیت	-	۰/۱ ppm	۱۵۰/۱۷	فیل گلیcidیل اتر Phenyl glycidyl ether r [122-60-1]
آنمی، تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست	پوست؛ A3		۰/۱ ppm	۱۰۸/۱۴	فیل هیدرازین Phenylhydrazine [100-63-0]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	پوست؛ DSEN,RSEN	۰/۰۱۵ ppm	۰/۰۰۵ ppm	۱۱۹/۱۰	فیل ایزو سیانات Phenyl isocyanate [103-71-9]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک چشم و	پوست	-	۰/۱ ppm	۱۱۰/۱۸	فیل مرکاپتان Phenyl mercaptan [108-98-5]

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
درماتيت؛ اثر روی خون و بیضه	-	C ۰/۰۵ ppm	-	۱۱۰/۱۰	فیل فسفین Phenylphosphine [638-21-1]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	A4 پوست؛ BEI _C	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IFV)	۲۶۰/۴۰	فورات Phorate [298-02-2]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی؛ ادم ريه؛ آمفیزم ريه	-	-	۰/۱ ppm	۹۸/۹۲	فسرون Phosgene [75-44-5]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی؛ سردد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزي	A4	C ۰/۱۵ ppm	۰/۰۵ ppm	۳۴/۰۰	فسفين Phosphine [7803-51-2]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی، چشم و پوست	-	۳ mg/m ³	۱ mg/m ³	۹۸/۰۰	اسید فسفریک Phosphoric acid [7664-38-2]
تحريک قسمت فوقاني و تحاتي تنفسی؛ مشکلات گوارشی، آسیب کبدی	-	-	۰/۱ mg/m ³	۱۲۳/۹۲	فسفر (زرد) Phosphorus(yellow) [12185-10-3]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی	-	-	۰/۱ ppm	۱۵۳/۳۵	اکسی کلرید فسفر Phosphorus oxychloride [10025-87-3]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی و چشم	-	-	۰/۱ ppm	۲۰۸/۲۴	پنتا کلرید فسفر Phosphorus pentachloride [10026-13-8]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی	-	۳ mg/m ³	۱ mg/m ³	۲۲۲/۲۹	پنتا سولفید فسفر Phosphorus pentasulfide [1314-80-3]
تحريک قسمت فوقاني تنفسی چشم و پوست	-	۰/۵ ppm	۰/۲ ppm	۱۳۷/۳۵	تری کلرید فسفر Phosphorus trichloride [7719-12-2]
چشم، آسم، واکنش به حساسیت، آنافیلاکسی	پوست؛ RSEN;DESN	C ۰/۱ ppb ^(V)	SL ۲۵ µg/100 cm ²	۱۳۴/۱۰	اورتو فنال آلدید O – phthalaldehyde [643-79-8]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوکانی تنفسی چشم و پوست	A4 RSEN DSEN	۰/۰۰۵ mg/m ³ (IFV)	۰/۰۰۲ mg/m ³ (IFV)	۱۴۸/۱۱	انیدرید فتاليك Phthalic anhydride [85-44-9]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی چشم و پوست	-	-	۵ mg/m ³ (IFV)	۱۲۸/۱۴	متا فثالودى نيترييل m-Phthlodinitrile [626-17-5]
تشنج سистем اعصاب مرکزي	-	-	۱ mg/m ³ (IFV)	۱۲۸/۱۳	ارتوفالودى نيترييل O-Phthalodinitrile [91-15-6]
آسيب كبدی و كلوي	A4	-	۱۰ mg/m ³	۲۴۱/۴۸	پيكلورام Picloram [1918-02-1]
حساسیت های پوستی؛ درماتیت؛ تحریک چشم	-	-	۰/۱ mg/m ³	۲۲۹/۱۱	اسيد پيكريک Picric acid [88-89-1]
انعقاد	-	-	۰/۱ mg/m ³	۲۳۰/۲۵	پيندون Pindone [83-26-1]
سوژش پوست و چشم؛ حساسیت پوستی؛ آسم	-	-	۵ mg/m ³	۱۵۹/۰۵	دي هيドرو كلاريد بي پرازين Piperazine dihydrochloride [142-64-3]
حساسیت سیستم تنفسی، آسم	DSEN A4 RSEN	-	۰/۰۳ ppm (IFV)	۸۶/۱۴	پپرازين و نمک هاي آن، به صورت پپرازين Piperazine and salts [110-85-0], as piperazine
آسم؛ تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	-	۱ mg/m ³	۱۹۵/۰۹	پلاتين Platinum [7440-06-4]
آسم؛ تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	-	۰/۰۰۲ mg/m ³	متفاوت	فلز Metal نمکهای محلول، به صورت پلاتين Soluble salts, as Pt

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
پنوموکريوزيس؛ تحريك قسمت تحتاني تنفسی؛ تغیر عملکرد ریوی	A4	-	1 mg/m ³ (R)	متناوت	بلي وينيل كلراید Polyvinyl chloride (PVC) [9002-86-2]
عملکرد ریوی؛ علائم تنفسی؛ آسم	A4	-	1 mg/m ³ (E,R)	-	سیمان پرتلند Portland cement [65997-15-1]
تحريك قسمت فوقاني تنفسی، چشم و پوست	-	C 2 mg/m ³	-	56/10	هیدروکسید پتاسیم Potassium hydroxide [1310-58-3]
خفگی	(D, EX)	ضمیمه را بینید: حداقل محتوى اکسیژن		44/10	پروپان Propane [74-98-6]
سرطان	A3	-	- ^(L)	122/14	پروپان سولتون Propane sultone [1120-71-4]
تحريك قسمت فوقاني تنفسی و چشم	A4	-	100 ppm	60/09	ان-پروپانول (ان-پروپیل الکل) n- Propanol (n- Propyl alchol) [71-23-8]
تحريك قسمت فوقاني تنفس و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزي	BEI :A4	400 ppm	200 ppm	60/09	۲-پروپانول یا ایزوپروپانول 2-Propanol [67-63-0]
تحريك پوست؛ آسیب کبدی و کلیوی	پوست	-	1 ppm	56/06	الکل پروپارژیل Propargyl alchol [107-19-7]
سرطان پوست؛ تحريك قسمت فوقاني تنفسی	A3	-	.05 ppm	72/06	بتا-پروپیول استون β-Propiolactone [57-57-8]
تحريك قسمت فوقاني تنفسی	-	-	20 ppm	58/1	پروپیون آلدئید Propionaldehyde [123-38-6]
تحريك قسمت فوقاني تنفسی، چشم و پوست	-	-	10 ppm	74/08	اسید پروپیونیک Propionic acid [79-09-4]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
باز دارنده آنزيم کولین استراز	BEI _C ; A3	-	٠/٥ mg/m ³ (IFV)	٢٠٩/٢٤	پروپوكسور Propoxur [114-26-1]
تحريک قسمت فوكانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و چشم	-	١٥٠ ppm	١٠٠ ppm	١٠٢/١٣	ایزومرهای پروپیل استات Propyl acetate isomers [108-21-4]; [109-60-4]
خفگی و تحريک قسمت فوكانی تنفسی	A4	-	٥٠٠ ppm	٤٢/٠٨	پروپیلن Propylene [115-07-1]
تحريک قسمت فوكانی تنفسی؛ اثر روی وزن بدن	DSEN; A4	-	١٠ ppm	١١٢/٩٩	پروپیلن دی کلرید Propylene dichloride [78-87-5]
سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	BEI _M ; پوست	-	٠/٠٥ ppm	١٦٦/٠٩	پروپیلن گلیکول دی نیترات Propylene glycol dinitrate [6423-43-4]
CNS impair; eye & URT irr	پوست	٢٠٠ ppm	٥٠ ppm	١٠٤/١٧	پروپیلن گلابکول اتيل اتر Propylene glycol ethyl ether [1569-02-4]
تحريک قسمت فوكانی تنفسی و چشم	DSEN; A3	-	٢ ppm	٥٨/٠٨	اکسید پروپیلن Propylene oxide [75-56-9]
تحريک قسمت فوكانی تنفسی؛ آسیب کبدی	A3; پوست	٠/٤ ppm	٠/٢ ppm	٥٧/٠٩	پروپیلن ایمین Propylene imine [75-55-8]
تهوع؛ سردرد	BEI _M	٤٠ ppm	٢٥ ppm	١٠٥/٠٩	ان-پروپیل نیترات n-Propyl nitrate [627-13-4]
آسیب کبدی؛ تحريک قسمت تنفسی تحتانی	A4	-	٥ mg/m ³	٣٤٥ (ميانگين)	پيرتروم Pyrethrum [8003-34-7]
تحريک پوست؛ آسیب کبدی و کلیوی	A3	-	١ ppm	٧٩/١٠	پیریدین Pyridine [110-86-1]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
پوست	-	-	۰/۲ mg/m ³	۳۴۰/۳۳	پیریدافتینون Pyridaphenthion [119-12-0]
تحریک چشم؛ آسیب پوست	-	-	۰/۱ ppm	۱۰۸/۰۹	کینون Quinone [106-51-4]
آسم، تحریک تنفسی و چشم، حساسیت پوستی و تنفسی	DSEN ;RSEN	-	۰/۰۰۱ mg/m ^{3(l)}	-	اسیدهای رزین و اسیدهای رزین کلی Resin acids, as total Resin acids [8050-09-7]
سوژش چشم و پوست	A4	۲۰ ppm	۱۰ ppm	۱۱۰/۱۱	رزورسینول Resorcinol [108-46-3]
فلزات: تحریک قسمت فوکانی تنفسی نامحلول ها: تحریک قسمت تنفسی تحتانی آسم	A4 A4	-	۱ mg/m ³ ۰/۰۱ mg/m ³	۱۰۲/۹۱ متغراوت متغراوت	رودیوم Rhodium [7440-16-6] ترکیبات نامحلول و فلزی Metal and insoluble compounds ترکیبات محلول Soluble compounds
بازدارنده آنریم کولین استراز	BEIc ;A4	-	۵ mg/m ^{3 (IFV)}	۳۲۱/۵۷	رونل Ronnel [299-84-3]
حساسیت پوستی درمانی؛ آسم	DSEN RSEN	-	- ^(L)	نامشخص	‡ آلاندهای حاصل از تجزیه حراری رو زین در زمان لجم کاری (کولوفونی) Rosin core solder thermal decomposition Products colophony) [8050-09-7]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A4	-	۵ mg/m ³	۳۹۱/۴۱	روتون (تجاری) Rotenone (commercial) [83-79-4]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	-	-	۰/۲ mg/m ³	۷۸/۹۶	سلنیم و ترکیبات آن به صورت سلنیم Selenium [7782-49-2] and compounds, as se

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
ادم ریوی	-	-	٠/٠٥ ppm	١٩٢/٩٦	هگرا فلوراید سلنیم Selenium hexafluoride [7783-79-1], as Se
تحریک سیستم گوارشی	A4		١٠ mg/m ³	٣٠٩/١٣	سزوون Sesone [136-78-7]
فیروز و سرطان ریه	A2	-	٠/٠٢٥ mg/m ³ ^(R)	٦٠/٠٩	سیلیس؛ کریستالین، آلفا کوارتز و کریستوبالیت Silica, Crystalline- α -Quartz [1317-95-9]; [14808-60-7] and cristobalite [14464-46-1]
تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس مزوتلیوما؛ سرطان	-	-	١٠ mg/m ³ ^(I,E) ٣ mg/m ³ ^(R,E) ٠/١ f/cc ^(F)	٤٠/١٠	کاربید سیلیکون Silicon carbide [409-21-2] غیر یافی Non-fibrous یافی (شامل الیاف سیلیسی شکل) Fibrous (including whiskers)
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	-	-	٥ ppm	٣٢/١٢	ترا هیدرید سیلیکون Silicon tetrahydride [7803-62-5]
آرژیری (تجمع رنگدانه ها در بافتها)	-	-	٠/١ mg/m ³	١٠٧/٨٧	نقره و ترکیبات Silver [7440-22-4], and compounds فلزی، غبار و دمه Metal, dust & fume ترکیبات محلول، به صورت نقره Soluble compounds as Ag
اثرات خونی	A3	-	٠/٥ mg/m ³ ^(I)	٢٠١/٦٠	سیمازین Simazine [122-34-9]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
اختلال قلبی و آسیب ریوی	A4	C ۰/۲۹ mg/m ³	-	۶۵/۰۲	آزید سدیم Sodium azide [26628-22-8]
	A4	C ۰/۱۱ ppm	-		به صورت آزید سدیم As Sodium azide به صورت بخار اسید هیدرازوئیک As Hydrozoic acid vapor
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم	A4	-	۵ mg/m ³	۱۰۴/۰۷	بی سولفیت سدیم Sodium bisulfite [7631-90-5]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی؛ تهوع	پوست	-	۰/۰۵ mg/m ³	۱۰۰/۰۲	فلوئورو استات سدیم Sodium fluoroacetate [62-74-8]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست	-	C ۲ mg/m ³	-	۴۰/۰۱	هیدرو کسید سدیم Sodium hydroxide [1310-73-2]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی	A4	-	۵ mg/m ³	۱۹۰/۱۳	متا بی سولفیت سدیم Sodium metabisulfite [7681-57-4]
درماتیت	A4	-	۱۰ mg/m ³	-	نشاسته Starch [9005-25-8]
تحریک قسمت تحتانی تنفسی	A4	-	۱۰ mg/m ³ ۳ mg/m ³ (R)	متقاوت	استارارات ها Stearates [57-11-4]; [557-04-0]; [557-05-1]; [822-16-2]
تحریک پوست و چشم؛ آسیب کلیوی؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۱۰۰ ppm	۱۴۰/۰۰	حلال استودارد Stoddard solvent [8052-41-3]
سرطان	A2	-	۰/۰۰۰۵ mg/m ³	۲۰۳/۶۱	کرومات استرونیوم Strontium chromate [7789-06-2], as Cr

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نماذها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
اختلال سистем اعصاب مرکزي	-	-	۰/۱۵ mg/m ³	۳۳۴/۴۰	استرکتین Strychnine [57-24-9]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی و شنوایی، تحریک قسمت فوقانی سیستم تنفسی، نوروباتی محیطی، اختلال بینایی	A3 OTO BEI	۲۰ ppm	۱۰ ppm	۱۰۴/۱۵	استايرن Styrene [100-42-5]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی، تغیيرات خونی؛ پوست؛	DSEN A3	-	۱ ppm	۱۲۰/۱۵	اكسيد استايرن Styrene oxide [96-09-3]
آسم؛ پوست، تحریک قسمت تحتاني و فوقانی تنفسی	-	C ۰/۰۰۰.۶ mg/m ³	-	-	سوپتیزین ها به صورت آنزیم فعال بلوری Subtilisins [1395-21-7]; [9014-01-1] as crystalline active enzyme
فرسایش دندان	A4	-	۱۰ mg/m ³	۳۴۲/۳۰	سوکروز Sucrose [57-50-1]
اثرات خونی	A4	-	۵ mg/m ^{3(IFV)}	۳۶۴/۳۸	متیل سولفومترون Sulfometuron methyl [74222-97-2]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	A4؛ پوست؛ BEL _C	-	۰/۱ mg/m ^{3(IFV)}	۳۲۲/۳۰	سولفوتپ Sulfotepp (TEDP) [3689-24-5]
آسيب کبدی و بیضه	A3	-	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۲۷۷/۳۰	سولفاكسافلور Sulfoxaflor [946578-00-3]
واکنش ریوی؛ تحریک قسمت تحتاني تنفسی	A4	۰/۲۵ ppm	-	۶۴/۰.۷	دي اكسيد سولفور Sulfur dioxide [7446-09-5]
خفگی		-	۱۰۰ ppm	۱۴۶/۰.۷	هگرا فلوئورید گوگرد Sulfur hexafluoride [2551-62-4]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
واکنش ریوی	A2 (M)	-	٠/٢ mg/m ³ (T)	٩٨/٠٨	اسید سولفوریک Sulfuric acid [7664-93-9]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی، چشم و پوست		C ١ ppm	-	١٣٥/٠٣	سولفور مونو کلرید Sulfur monochloride [10025-67-9]
آسیب ریه		C ٠/٠١ ppm	-	٢٥٤/١١	پنتا فلورید گوگرد Sulfur pentafluoride [5714-22-7]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی و چشم؛ آسیب ریه	-	C ٠/١ ppm	-	١٠٨/٠٧	تترا فلورید گوگرد Sulfur tetrafluoride [7783-60-0]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	١٠ ppm	٥ ppm	١٠٢/٠٧	سولفوریل فلورید Sulfuryl fluoride [2699-79-8]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	A4 پوست؛ BEI _C	-	٠/١ mg/m ³ (IFV)	٣٢٢/٤٣	سولپروفوس Sulprofos [35400-43-2]
اختلال سیستم اعصاب محیطی	A4	-	١٠ mg/m ³	٢٥٥/٤٩	۲ و ۵ تری کلروفونوکسی استیک اسید 2,4,5-Trichloro phenoxy acetic acid [93-76-5]
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی	A4	-	١ f/cc ^(F)	-	الایاف های شیشه مصنوعی Synthetic vitreous fibers
تحریک قسمت فرقارانی تنفسی	A4	-	٥ mg/m ³ (I)	-	فایبر گلاس رشته ای پیوسته Continuous filament glass fibers
تحریک پوست و غشای مخاطی	A3	-	١ f/cc ^(F)	-	فایبر گلاس رشته ای پیوسته Continuous filament glass fibers
تحریک پوست و غشای مخاطی	A3	-	١ f/cc ^(F)	-	الایاف پشم شیشه (Glass Wool fibers)

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبناي تعين حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
الایاف پشم سنگ (Rock wool fibers)	-	۱ f/cc ^(F)	-	A3	تحریک پوست و غشای مخاطی
الایاف پشم سرباره (Slag wool fibers)	-	۱ f/cc ^(F)	-		تحریک پوست و غشای مخاطی
فایبر گلاس‌های خاص (Special purpose glass fibers)	-	.۲ f/cc ^(F)	-		فیروز ریه، اختلال در عملکرد ریه
الایاف نسوز سرامیکی (Refractory Ceramic fibers)	-	-	-	A2	
تالک Talc [14807-96-6]	-	۲ mg/m ³ (E,R)	-	A4	فیروز ریه، اختلال در عملکرد ریه
فاقد آزبست containing no asbestos fibres	-	(K) حد مجاز آزبست	-		
دارای آزبست containing asbestos fibres	-	-	-		
تلوریم و ترکیباتش به صورت تلوریم به استثناء تلورید هیدروژن Tellurium [13494-80-9] and compounds, as Te, excluding hydrogen telluride	۱۲۷/۶	۰/۱ mg/m ³	-	-	بوی بد دهان
هگرا فلورید تلوریم Tellurium hexafluoride [7783-80-4], as Te	۲۴۱/۶۱	۰/۰۲ ppm	-	-	تحریک قسمت فرقانی تنفسی
تمفوس Temephos [3383-96-8]	۴۶۶/۴۶	۱ mg/m ³ (I)	-	A4؛ BEI _C	بازدارنده آنزیم کولین استراز
تریبوفوس Terbufos [13071-79-9]	۲۸۸/۴۵	۰/۰۱ mg/m ³ (IFV)	-	A4؛ BEI _C	بازدارنده آنزیم کولین استراز

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
-	-	-	۱۰ mg/m ³	۱۶۶/۱۳	اسید ترفالیک Terephthalic acid [100-21-0]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	-	C ۵ mg/m ³	-	۲۳۰/۳۱	ترفینیل ها (ایزومرهای P,M , O) Terphenyls (o-, m-, p- isomers) [26140-60-3]
تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ ادم ریه؛ آسیب کبدی	-	-	۰/۱ ppm	۳۴۵/۷۰	۱و۲و۲- تراپرمواتان 1,1,2,2,-Tetra bromoethane [79-27-6]
آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۱۰۰ ppm	۲۰۳/۸۳	۱و۱و۲و۲- تراکلرو-۲ و ۲-فلونورو اتان 1,1,1,2-Tetra chloro- 2 , 2 difluoroethane [76-11-9]
آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	-	-	۵۰ ppm	۲۰۳/۸۳	۱و۱و۲و۲- تراکلرو-۱ و ۲-فلونورو اتان 1,1,1,2-Tetra chloro- 1,2 difluoroethane [76-12-0]
آسیب کبدی	A3 پوست؛	-	۱ ppm	۱۶۷/۸۶	۱و۱و۲و۲- تراکلرو اتان 1,1,2,2-Tetra chloroethane [79-34-5]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	BEI ؛A3	۱۰۰ ppm	۲۵ ppm	۱۶۵/۸۰	ترا کلرو اتیلن یا پر کلرو اتیلن Tetrachloroethylene [127-18-4]
آسیب کبدی	-	-	۲ mg/m ³	۲۶۵/۹۶	ترا کلرو نفتال Tetrachloronaphthalene [1335-88-2]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A4 پوست؛	-	۰/۱ mg/m ³	۳۲۳/۴۵	ترا اتیل سرب Tetraethyl lead [78-00-2], as Pb
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	BEI _C پوست؛	-	۰/۰ ۱ mg/m ³ (IFV)	۲۹۰/۲۰	ترا اتیل پیرو فسفات Tetraethyl pyrophosphate [107-49-3]
آسیب کبدی و کلیوی، سرطان کبد و کلیه	A3	-	۲ ppm	۱۰۰/۲۰	ترا فلوئورو اتیلن Tetrafluoroethylene [116-14-3]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
آسيب کلیه، تحریک دستگاه تنفس فوکانی، اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست؛ A3 BEI	۱۰۰ ppm	۵۰ ppm	۷۲/۱۰	تراهیدروفوران Tetrahydrofuran [109-99-9]
کاهش وزن بدن؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی	A4؛ DSEN A4؛ DSEN	– –	۲ mg/m ³ ۲ mg/m ³	۱۹۰/۵۶ ۴۰۶/۲۶	نمک های فسفونیوم تراکیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium salts کلرید فسفونیوم ترا کیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride [124-64-1] سولفات فسفونیوم ترا کیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium sulfate [55566-30-8]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست	–	۰/۱۵ mg/m ³	۲۶۷/۳۳	ترامیتل سرب Tetramethyl lead [75-74-1], as Pb
سردرد؛ تهوع؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی	پوست	–	۰/۵ ppm ^(IFV)	۱۳۶/۲۰	ترامیتل سوکسینو نیتریل Tetramethyl succinonitrile [3333-52-6]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم؛ سرطان قسمت فوکانی تنفسی	A3	–	۰/۰۰۵ ppm	۱۹۶/۰۴	ترانیترو متان Tetranitromethane [509-14-8]
تحریک قسمت فوکانی تنفسی	-	–	۱/۵ mg/m ³	۲۸۷/۱۵	تتریل Tetryl [479-45-8]
نوروپاتی محیطی؛ آسيب گوارشی	پوست	–	۰/۰۲ mg/m ^{3(l)}	۲۰۴/۳۷ متفاوت	تالیم و ترکیباتش، به صورت تالیم Thallium [7440-28-0] and compounds, as Tl
آسيب کبدی و تیروئیدی؛ تأثير بر سیستم اعصاب مرکزی؛ سرطان	A3	–	۰/۴ mg/m ^{3(l)}	۲۵۲/۷۲	تیاکلوپرید Thiacloprid [111988-49-9]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت ، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوقاری تنفسی	A4	-	1 mg/m ³	۳۵۸/۵۲	۴- ۶- تیوبیس-ترت-بوتیل-متا-کروزول 4,4'-Thiobis (6-tert-butyl-m-cresol) [96-69-5]
بازدارنده آنزيم کولین استراز	A3 ; DSEN	-	۰/۱ mg/m ³ (IFV)	۳۵۴/۵۰	تیوديكarb Thiodicarb [59669-26-0]
تحریک سیستم تنفسی و چشم	DSEN؛ پوست؛		1 ppm	۹۲/۱۲	اسید تیو گلیکولیك Thioglycolic acid [68-11-1]
تحریک قسمت فوقاری تنفسی	-	C ۰/۲ ppm	-	۱۱۸/۹۸	کلرید تیونیل Thionyl chloride [7719-09-7]
تأثیر در وزن بدن؛ اثرات خونی	A4 ; DSEN	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IFV)	۲۴۰/۴۴	تیرام Thiram [137-26-8]
پنوموکونیوزیس	-	-	۲ mg/m ³	۱۱۸/۶۹ متفاوت	قلع و ترکیبات معدنی بجز هیدرید قلع و اکسید قلع ایندیوم ؛ به صورت قلع compounds [7440-31-5] & inorganic Tin [18282-10-5]; [21651-19-4], excluding tin hydride and Indium tin oxide as Sn
تحریک قسمت فوقاری تنفسی و چشم، سردرد، تهوع، اثر روی سیستم اعصاب مرکزی و سیستم ایمنی	A4، پوست،	۰/۲ mg/m ³	۰/۱ mg/m ³	متفاوت	قلع، ترکیبات آری Tin [7440-31-5], Organic compounds
تحریک قسمت تحتانی تنفسی	A4	-	۱۰ mg/m ³	۷۹/۹۰	دی اکسید تیتانیم Titanium dioxide [13463-67-7]
سوزش چشم؛ مثانه و کلیه؛ سرطان مثانه؛ مت همو گلوبینی	A3؛ پوست؛	-	-	۲۱۲/۲۸	ارتو تولیدین o-Tolidine [119-93-7]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
اختلالات سیستم اعصاب مرکزی، بینایی و شنوایی، سیستم تولید مثل زنان، سقط جنینی	A4; OTO BEI	-	٢٠ ppm	٩٢/١٤	تولوئن Toluene [108-88-3]
آسم، حساسیت های تنفسی و چشمی	DSEN, 'RSEN A3، پوست، BEI	٠/٠٠٥ ppm ^(IFV)	٠/٠١ ppm ^(IFV)	١٧٤/١٥	تولوئن-٢-و-٤- یا ٢-و-٦- دی ایزوسیانات (یا به صورت مخلوط) Toluene -2,4- or 2,6-diisocyanate (or as a mixture) [584-84-9]; [91-08-7]
مت هموگلوبینی، حساسیت پوست و چشم و کلیه و مثانه	A3؛ پوست؛ BEI _M	-	٢ ppm	١٠٧/١٥	ارتو تولوئیدین o-Toluidine [95-53-4]
سوزش چشم؛ مثانه و کلیه؛ مت هموگلوبینی	A4؛ پوست؛ BEI _M	-	٢ ppm	١٠٧/١٥	متا تولوئیدین m-Toluidine [108-44-1]
مت هموگلوبینی	A3؛ پوست؛ BEI _M	-	٢ ppm	١٠٧/١٥	پارا تولوئیدین p-Toluidine [106-49-0]
تحریک قسمت فرقانی تنفسی و چشم و مثانه	A3 BEI _C	-	٥ ppm ^(IFV)	٢٦٦/٣١	تری بیوتیل فسفات Tributyl phosphate [126-73-8]
تحریک قسمت فرقانی تنفسی و چشم	A3	-	٠/٥ ppm	١٦٣/٣٩	اسید تری کلرو استیک Trichloroacetic acid [76-03-9]
تحریک قسمت فرقانی تنفسی و چشم	-	C ٥ ppm	-	١٨١/٤٦	١-و-٤- تری کلرو بنزن 1,2,4-Trichlorobenzene [120-82-1]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی	A3؛ پوست؛		١٠ ppm	١٣٣/٤١	١-او-٢- تری کلرو اتان 1,1,2-Trichloroethane [79-00-5]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سمیت کلیوی؛ کاهش قوه ادراک	BEI؛ A2	٢٥ ppm	١٠ ppm	١٣١/٤٠	تری کلرو اتین Trichloroethylene [79-01-6]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
حساسیت های قلبی عروقی	A4	C ۱۰۰۰ ppm	-	۱۳۷/۳۸	تری کلرو فلوئورو متان Trichlorofluoro methane [75-69-4]
آسيب کبدی؛ جوشاهای شبه آکنه	پوست	-	۵ mg/m ³	۲۳۱/۵۱	تری کلرو نفتالن Trichloronaphthalene [1321-65-9]
سرطان	A2	-	۰.۰۰۵ ppm	۱۴۷/۴۳	۱۰۲-۳- تری کلرو پروپان 1,2,3-Trichloropropane [96-18-4]
اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A4	۱۲۵۰ ppm	۱۰۰۰ ppm	۱۸۷/۴۰	۱۰۱-۲- تری کلرو-۱۰۲-۲- تری فلوئورو اتان 1,1,2-Trichloro-1,2,2-Trifluoroethane [76-13-1]
بازدارنده آنزیم کولین استراز	DSEN A4 BEI _C	-	۰.۰۱ ppm ^(IFV)	۲۵۷/۶۰	تری کلروفون Trichlorphon [52-68-6]
سوژش پوست و چشم	-		۵ mg/m ³	۱۴۹/۲۲	تری اتانول آمين Triethanolamine [102-71-6]
اختلالات بصری و تحریک قسمت فوقانی تنفسی	پوست؛ A4	۱ ppm	۰.۵ ppm	۱۰۱/۱۹	تری اتیل آمين Triethylamine [121-44-8]
تغییرات کبدی	DSEN A4	-	۱ ppm ^(I)	۳۴۵/۷۵	تری فلومیزوول Triflumizole [68694-11-1]
اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی	-	-	۱۰۰۰ ppm	۱۴۸/۹۲	تری فلوئورو بروم متان Trifluorobromo methane [75-63-8]
آسيب های تولید مثل در مردان	-	-	۰.۰۵ mg/m ³	۲۹۷/۲۵	۱۰۳-۵- تری گلیسیديل-اس - تری آزینترون 1,3,5-Triglycidyl-S-Triazinetrione [2451-62-9]
حساسیت های سیستم تنفسی	RSEN DSEN	۰.۰۰۲ mg/m ³ (IFV)	۰.۰۰۰۵ mg/m ³ (IFV)	۱۹۲/۱۲	تری ملیتیك اندرید Trimellitic anhydride [552-30-7]

حدود مجاز مواجهه شغلی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

نام علمی ماده شیمیایی	وزن ملکولی	حد مجاز شغلی		نمادها	مبناي تعين حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
تری متیل آمین Trimethyl amine [75-50-3]	۵۹/۱۱	۱۵ ppm	۵ ppm	-	تحریک قسمت فرقانی تنفسی؛ حساسیت چشم و پوست
تری متیل بنزن (مخلوط ایزومرها) Trimethyl benzene (mixed Isomers) [25551-13-7]	۱۲۰/۱۹	-	۲۵ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسم؛ اثرات خونی
تری متیل فسفیت Trimethyl phosphite [121-45-9]	۱۲۴/۰۸	-	۲ ppm	-	تحریک چشم بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲ و ۴ و ۶- تری نیترو تولوئن 2,4,6-Trinitro toluene (TNT) [118-96-7]	۲۲۷/۱۳	-	۰/۱ mg/m ^{3(IFV)}	BEI _C ؛ پوست؛	مت همو گلوبین؛ آسیب کبدی؛ آب مروارید بازدارنده آنزیم کولین استراز، مسمومیت سیستم عصبی
تری اورتو کرسیل فسفات Triorthocresyl phosphate [78-30-8]	۳۶۸/۳۷	-	۰/۰۲ mg/m ^{3(IFV)}	BEI _C ؛ پوست؛	بازدارنده آنزیم کولین استراز
تری فنیل فسفات Triphenyl phosphate [115-86-6]	۳۲۶/۲۸	-	۳ mg/m ³	A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
تنگستن و ترکیباتش، بدون حضور کالت Tungsten [7440-33-7], and compounds, In the absence of Cobalt, as W	۱۸۳/۸۴	-	۳ mg/m ^{3(R)}	-	اختلالات ریوی
ترپنتین و منوترپن های منتخب Turpentine [8006-64-2] and selected Monoterpenes [80-56-8]; [127-91-3]; [13466-78-9]	۱۳۶/۰۰	-	۲۰ ppm	DSEN ؛ A4	تحریک ریه
اورانیوم طبیعی ترکیبات محلول و نامحلول آن به صورت Uranium(natural) [7440-61-1] Soluble and insoluble	۲۲۸/۰۳	۰/۹ mg/m ³	۰/۲ mg/m ³	BEI ؛ A1	آسیب کلیوی
ان- والر آلدید n-Valer aldehyde [110-62-3]	۸۶/۱۳	-	۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فرقانی تنفسی و چشم؛ پوست

مبناي تعين حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولي	نام علمي ماده شيمياي
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فرقانی و تحتانی تنفسی	A3	-	۰/۰۵ mg/m ³ (l)	۱۸۱/۸۸	پنتوكسید وانادیوم Vanadium pentoxide [1314-62-1] as V
اثرات تنفسی	-	-	۱۰ mg/m ³	متغیر	میست روغن های نباتی Vegetable oils mist [68956-68-3]
تحریک قسمت فرقانی تنفسی و چشم	A3	۱۵ ppm	۱۰ ppm	۸۶/۰۹	استات وینيل Vinyl acetate [108-05-4]
سرطان کبد	A2	-	۰/۵ ppm	۱۰۶/۹۶	بروماید وینيل Vinyl bromide [593-60-2]
سرطان ریه؛ آسیب کبدی	A1	-	۱ ppm	۶۲/۵۰	کلرید وینيل Vinyl chloride [75-01-4]
آسیب های تولید مثل در مردان و زنان	A3	-	۰/۱ ppm	۱۰۸/۱۸	۴- وینيل سیکلوهگران 4- Vinyl cyclohexene [100-40-3]
آسیب های سیستم تولید مثل در مردان و زنان	A3؛ پوست؛	-	۰/۱ ppm	۱۴۰/۱۸	وینيل سیکلوهگران دی اکسید Vinyl cyclohexene dioxide [106-87-6]
سرطان کبد و آسیب کبدی	A2	-	۱ ppm	۴۶/۰۵	فلورید وینيل Vinyl fluoride [75-02-5]
آسیب کبدی	A3	-	۰/۰۵ ppm	۱۱۱/۱۶	ان- وینيل -۲- پیرولیدون N-Vinyl-2-pyrrolidone [88-12-0]
آسیب کبدی و کلیوی	A4	-	۵ ppm	۹۶/۹۵	کلرید وینيلiden Vinylidene chloride [75-35-4]
آسیب کبدی	A4	-	۵۰۰ ppm	۶۴/۰۴	فلوئورید وینيلiden Vinylidene fluoride [75-38-7]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
تحریک قسمت فوکانی تنفسی و چشم	A4	۱۰۰ ppm	۵۰ ppm	۱۱۸/۱۸	وینیل تولوئن Vinyl toluene [25013-15-4]
خون ریزی، ناقص الخلقه زایی	پوست	-	۰/۰۱ mg/m ^{3(l)}	۳۰۸/۳۲	وارفارین Warfarin [81-81-2]
آسم	RSEN ; A4 DSEN	-	۰/۵ mg/m ^{3(l)}	نامشخص	غبار چوب Wood dust
عملکرد ریوی، تحریک قسمت فوکانی و تحتانی سیستم تنفسی	-	-	۱ mg/m ^{3(l)}		سرمه غربی Western red cedar
	A1	-	-		گونه های دیگر (به غیر از چوب نرم) All other species
	A2	-	-		سرطان زائی carcinogenicity
	A4	-	-		بلوط و راش Oak and beech
تحریک قسمت فوکانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	BEI ; A4	۱۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	۱۰۶/۱۶	غان؛ چوب ماهون؛ درخت ساج؛ گردو Birch, mahogany, teak, walnut
تحریک چشم؛ پوست، حساسیت گوارشی	پوست	C ۰/۰۱۸ ppm	-	۱۳۶/۲۰	متا گریلن آلفا و آلفا دی امین m-Xylene α, α-diamine [1477-55-0]

مبانی تعیین حد مجاز مواجهه	نمادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی
		STEL/C	TWA		
آسیب کبدی؛ مت همو گلوبینی	پوست؛ A3 BEI _M	-	۰/۵ ppm (IFV)	۱۲۱/۱۷	گزیلیدین (مخلوط ایزومرها) Xylidine (mixed isomers) [1300-73-8]
فیروز ریه	-	-	۱ mg/m ³	۸۸/۹۱	ایتریوم و ترکیبات آن Yttrium [7440-65-5] and Compounds, as Y
تحریک قسمت فرقاری و تحتانی تنفسی	-	۲ mg/m ³	۱ mg/m ³	۱۳۶/۲۹	دهه کلرید روی Zinc chloride fume [7646-85-7]
سرطان بینی	A1	-	۰/۰۱ mg/m ³	متغیر	کرومات روی Zinc chromates [13530-65-9], as Cr
تب دمه فلزی	-	۱۰ mg/m ^{3(R)}	۲ mg/m ^{3(R)}	۸۱/۳۷	اکسید روی Zinc oxide [1314-13-2]
تحریک تنفسی	A4	۱۰ mg/m ³	۵ mg/m ³	۹۱/۲۲	ذیرکونیوم و ترکیباتش Zirconium [7440-67-7] and compounds, as Zr

یقیناً وجود روش های نمونه برداری توصیه شده برای آلاینده های هوا توسط سازمان های معتبر، دستیابی به روش های آنالیز با حد تشخیص پایین ، دسترسی به مکانیسم های اثر گذاری و محاسبات مربوطه ، استفاده از حدود آستانه مجاز را برای متخصصین و کارشناسان بهداشت حرفه ای و اینمنی کار بطور مطمئن امکان پذیر می سازد. لیکن سرعت پیشرفت تکنولوژی های صنعتی و فزونی مواد شیمیایی معرفی در مقادیر مختلف گاهی از سرعت توسعه و تکمیل روشهای نمونه برداری و آنالیز و شناخت مکانیسم های اثر گذار آنها بر سلامتی پیشی می گیرد . از این رو متخصصین بهداشت و اینمنی کار گاهی علیرغم دسترسی به روش های نمونه برداری و آنالیز استاندارد و گاهی دسترسی محدود از طریق مقالات پژوهشی ، ناچار به قضاوت در خصوص مواجهه کارکنان و یا رتبه بندی ریسک شده و یا لازم می شود حدود عملکردی مورد نیاز برای سیستم های کنترل را تعریف نمایند. از این رو آلاینده هایی که در جدول زیر جای می گیرند ، در این مجموعه در قالب پیوست بصورت توصیه ارائه شده اند، تا هم کمکی باشد برای متخصصین و کارشناسان این رشته و هم در اولویت های پژوهشی بهداشت حرفه ای کشور منظور گردد.

فهرست توصیه شده حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیانآور شیمیایی محیط کار

نامادها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
-	-	• ^۳ mg/m ³	۱۸۳/۱۶	اسفات Acephate [30560-19-1]; [115096-11-2]	۱
A4	mg/m ³ (R) •/۰۵	•/۰۵ mg/m ³ (R)	-	پلیمر آکریلیک اسید Acrylic acid polymer	۲
A1	-	/•••••۵۱mg/m ³ .	-	آفلاتوکسین ها Aflatoxines	۳
-	۶ ppm	۲ ppm	۵۷/۰۹	آلیل آمن Allylamine [107-11-9]	۴
-	•/۸ f/ml	•/۱ f/ml	-	فیرهای سیلیکات آلومنیوم Aluminosilicate fibres [1318-02-1]	۵
-	۲ppm	۱ ppm	۸۹/۱۶	-۲-آمینو بوتانول 2-Aminobutanol [96-20-8]	۶
-	۲۴ mg/m ³ (I)	۶ mg/m ³ (I)	۲۲۳/۲۵	-۲-آمینو نفتالن-۱- سولفونیک اسید 2-Aminonaphthalene-1-sulfonic acid [81-16-3]	۷
-	-	•/۵ mg/m ³	۲۳۱/۲۹	آمینوفنازون Aminophenazone [58-15-1]	۸
-	-	۱ mg/m ³	۱۰۹/۱۳	-۳-آمینو فنول 3-Aminophenol [591-27-5]	۹
-	-	۱ mg/m ³	۱۰۹/۱۲۵	-۴-آمینو فنول 4-Aminophenol [123-30-8]	۱۰
-	-	•/۰۵ mg/m ³	۲۵۲/۰۷	آمونیوم دی کرمات (به عنوان کروم) Ammonium dichromate [7789-09-5]	۱۱
-	-	•/۲ mg/m ³	۱۷۵/۱۵	آمونیوم هگزا فلوروروسیلیکات Ammonium hexafluorosilicate [16919-19-0]	۱۲
A4	-	•/۱ mg/m ³	۳۴۹/۴۰	آمپی سیلین Ampicillin [69-53-4]	۱۳
-	-	•/۵ mg/m ³	۳۵۱/۴	آنالگین Analgine [68-89-3]	۱۴
-	-	•/۵ f/ml	-	الیاف قابل تنفس پارا آرامید p-Aramid respirable fibres [26125-61-1]	۱۵
-	-	۱۰ mg/m ³	۱۳۳/۱۱	آسپارتیک اسید Aspartic acid [56-84-8]	۱۶

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
A3	۰/۳۲ mg/m ^{3(I)}	۰/۰۸ mg/m ^{3 (I)}	۲۶۷/۳۷	اورامین Auramine [492-80-8]	۱۷
-	-	۶ mg/m ³	۲۸۴/۱۸	غار بنتونیت Bentonite [1302-78-9] dust Sodium bentonite [85049-30-5]	۱۸
-	۲۰ mg/m ³	۵ mg/m ³	۱۰۶/۱۲	بنزالدهید Benzaldehyde [100-52-7]	۱۹
-	-	۲۰ mg/m ³	۱۳۵/۱۹	بنزو تیازول Benzothiazole [95-16-9]	۲۰
-	-	۵ mg/m ³	۱۰۸/۱۴	بنزیل الکل Benzyl alcohol [100-51-6]	۲۱
-	-	۵ mg/m ³	-	بنزیل بوتیل فتالات Benzyl butyl phthalate [85-68-7]	۲۲
-	-	۰/۱ mg/m ³	۳۳۴/۴	بنزیل پنی سیلین Benzylpenicillin [61-31-6]	۲۳
-	۱۰ mg/m ³	۵ mg/m ³	۳۹۰/۵۶	بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات Bis(2-ethylhexyl) phthalate	۲۴
A4	-	۱۰ mg/m ³	۲۲۸/۲۹	بیس فنول آ Bisphenol A [80-05-7]	۲۵
-	۶ mg/m ³	۲ mg/m ³	-	بوریک اسید Boric acid [10043-35-3]; [11113-50-1]	۲۶
-	-	۰/۳ mg/m ³	-	بوورین Boverin [63428-82-0]	۲۷
-	۲/۴ ppm	۰/۳ ppm	۸۷/۱۲	۲- بوتانون اکریم 2-Butanone oxime [96-29-7]	۲۸
-	-	۲ ppm	۷۰/۰۹	۲- بوتال 2-Butenal [4170-30-3]	۲۹
A4	-	۱۰ ppm	۱۴۲/۱۹۶	ان- بوتیل مت آکریلات n-Butyl methacrylate [97-88-1]	۳۰
-	-	۸ ppm	۶۹/۱	ان- بوترو نیتریل n-Butyronitrile [109-43-9]	۳۱
A4	-	۰/۵ mg/m ³	۱۹۴/۱۹	کافئین Caffeine [58-08-2]	۳۲
-	۰/۴ mg/m ^{3(I)}	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۳۹۸/۰۷	آرسنات کلسیم Calcium arsenate [7778-44-1]	۳۳
-	-	۴ mg/m ^{3(R)}	۱۰۰/۰۹	کربنات کلسیم Calcium carbonate [471-34-1]	۳۴

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
پوست	C ۵ mg/m ³	-	۹۲/۱۱	سیانید کلسیم، به صورت سیانید Calcium cyanide [592-01-8], as CN	۳۵
-	-	۰/۰۰۳ mg/m ³	۲۶۲/۲۲	کاربادوکس Carbadox [6804-07-5]	۳۶
-	۴۰ mg/m ³	۱۰ mg/m ³	۱۹۱/۱۸۷	کاربندازیم Carbendazim [10605-21-7]	۳۷
-	-	۰/۳ mg/m ³	۳۶۱/۴۳	کاربوب کروم Carbocromen [804-10-4]	۳۸
-	-	۰/۳ mg/m ³	۴۱۵/۴۲ ۵۷۴/۷۵	سفالوسپورین C Cephalosporin C [61-24-5] سفالوسپورین P Cephalosporin P [13258-72-5]	۳۹
A3	-	۰/۵ f/ml	-	الیاف سرامیک Ceramic fibres	۴۰
A3	-	۰/۰۴ ppm	۱۲۷/۵۷	۴-کلرو آنیلین 4-Chloroaniline [106-47-8]	۴۱
-	-	۰/۰۵ mg/m ³	۲۰۲/۵۵	۱-کلرو-۴-دی نیترو بنزن 1-Chloro-2,4-dinitrobenzene [97-00-7]	۴۲
پوست	۲ mg/m ³	۱ mg/m ³	۱۵۷/۵۵	۱-کلرو-۴-نیترو بنزن 1-Chloro-4-nitrobenzene [100-00-5]	۴۳
A3	۱ mg/m ³	۰/۵ mg/m ³	۱۲۸/۵۶	۳-کلروفنول و نمک های آن به صورت کلروفنول 3-Chlorophenol [108-43-0] and salts as chlorophenol	۴۴
-	۲۰۰۰ ppm	۱۰۰۰ ppm	۱۰۴/۴۶	کلرو تری فلورورو متان Chlorotrifluoromethane [75-72-9]	۴۵
-	-	۰/۱ mg/m ³	۴۷۸/۸۸	کلرو ترا سایکلین Chlorotetracycline [57-62-5]	۴۶
A2	-	۰/۰۰۰۵ mg/m ³	۳۰۰/۰۱	سیس پلاتین Cisplatin [15663-27-1]	۴۷
-	-	۰/۵ mg/m ³	۲۲۱/۶	فسفید مس Copper phosphide [12019-57-7]	۴۸
-	-	۰/۱ mg/m ³	۳۳۷/۷۷	سالیسیلات مس Copper salicylate [20936-31-6]	۴۹
-	-	۱ mg/m ³	۳۶۰/۴۴	کورتیزون Cortisone [53-06-5]	۵۰
-	-	۰/۵ mg/m ³	۹۸/۹۹۹	کلرید مسی Cuprous chloride [7758-89-6]	۵۱

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
-	-	.٥ ppm	١١٦/٢٢	سیکلو هگزان اتیول Cyclohexanethiol [1569-69-3]	٥٢
-	٥٠ ppm	٢٥ ppm	٨٤/١٢	سیکلو پنتانون Cyclopentanone [120-92-3]	٥٣
-	-	٢ mg/m ³	١٢١/١٦	سیستئین Cysteine [52-90-4]	٥٤
A3	-	.٠٠٠٩ mg/m ³	١٨٢/١٨	دакاربازن Dacarbazine [4342-03-4]	٥٥
-	٩٠ ppm	٤٥ ppm	١٤٢/٢٩	دکان نرمال n-Decane [124-18-5]	٥٦
-	٢٠ ppm	١٠ ppm	١٦٨/٠٣٨	دس فلوران Desflurane [57041-67-5]	٥٧
-	-	٥ mg/m ³	٢٤٦/٢٦	دی آیل فتالات Diallyl phthalate [131-17-9]	٥٨
-	-	(٣) ppm (موقعت)	١١٤/١٩	١و-٢- دی آمینو سیکلو هگزان 1,2-Diaminocyclohexane [694-83-7]	٥٩
A3	-	.٠٠١ ppm	٢٣٦/٣٣	١و-٢- دی بروم-٣- کاربو پروپان 1,2-Dibromo-3-chloropropane [96-12-8]	٦٠
-	٢٠ ppm	٥ ppm	١٦١/٠٣	٢و-٤- دی کلرو تولوئن 2,4-Dichlorotoluene [95-73-8]	٦١
-	-	٥ mg/m ³	٣٣٠/٤٢	دی سیکلو هگزیل فتالات Dicyclohexyl phthalate [84-61-7]	٦٢
-	-	٥ mg/m ³	٣٦٢/٥٠	دی هپتیل فتالات (کلیه ایزو و مرها) Diheptyl phthalate (all isomers) [3648-21-3]	٦٣
-	-	٥ mg/m ³	٢٧٨/٣٥	دی ایزو بوتیل فتالات Diisobutyl phthalate [84-69-5]	٦٤
-	.٠١ ppm	.٠٠٥ ppm	٢٠٣/٢٨	دی ایزو پروپیل فنیل ایزو سیانات 2,6-Diisopropylphenyl Isocyanate [28178-42-9]	٦٥
-	-	٥ mg/m ³	٤٤٦/٦٦	دی ایزو دسیل فتالات Diisodecyl phthalate [26761-40-0]	٦٦
-	-	٥ mg/m ³	٤١٨/٩١	دی ایزو نونیل فتالات Diisooctyl phthalate [28553-12-0]	٦٧
-	٥٠٠ ppm	٤٠٠ ppm	٤٦/٠٧	دی متیل اتر Dimethyl ether [115-10-6]	٦٨
-	٢ mg/m ³	١ mg/m ³	١٤١/٩٥	پنتا اکسید دی فسفر Diphosphorus pentoxide [1314-56-3]	٦٩
-	-	١ ppm	١٩٢/٧	٢- ایل هگزیل کلروفرمات	٧٠

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
				2-Ethylhexyl chloroformate [110-80-5]	
-	-	1 ppm	۱۰۸/۵۲	اکیل کلروفرمات Ethyl chloroformate [541-41-3]	۷۱
-	-	۱۰ mg/m ³	۲۷۱/۹۱	فالید Fthalide [27355-22-2]	۷۲
-	-	۵ mg/m ³	۱۵۵/۱۵۵	هیستیدین Histidine [71-00-1]	۷۳
-	۰/۲ ppm	۰/۱ ppm	۴۳/۰۳	هیدرازوئیک اسید (به صورت بخار) Hydrazoic acid [7782-79-8] (as vapour)	۷۴
-	-	۰/۰۰۱ mg/m ³	۵۲۷/۵۳	هیگرو میسین Hygromycin B [31282-04-9]	۷۵
-	-	۸ ppm	۶۹/۱۱	ایزو بوتیرو نیتریل Isobutyronitrile [78-82-0]	۷۶
-	-	۵۰ ppm	۱۸۴/۵	ایزوفلوران Isoflurane [26675-46-7]	۷۷
-	-	۱ ppm	۱۲۲/۵۵	ایزوپروپیل کلروفرمات Isopropyl chloroformate [108-23-6]	۷۸
-	-	۵ mg/m ³	۲۹۰/۴	ایزوپروتیولان Isoprothiolane [50512-35-1]	۷۹
-	-	۰/۲ mg/m ³	۲۳۶/۱۳۶	ایزو سرید دی نیترات Isosorbide dinitrate [87-33-2]	۸۰
-	۲۰ ppm	۲۰ ppm	-	ایزو تری دکان-۱-ال Isotridecan-1-ol [27458-92-0]	۸۱
A2	-	۱ mg/m ³	۲۲۲/۱۳	لوو ماستین (کلر آمفینیکول) Levomycetin [56-75-7]	۸۲
-	-	۱۰ mg/m ³	۱۰۰/۰۸۶	سنگ آهک Limestone [471-34-1]	۸۳
A4	۲۰ ppm	۵ ppm	۱۳۶/۲۴	D-لیمون D-Limonene [5989-27-5]	۸۴
-	-	۰/۱ mg/m ³	۴۰۶/۵۳۸	لینکو مایسین Lincomycin [154-21-2]	۸۵
-	۱ mg/m ³	-	۲۳/۹۵	هیدرو کسید لیتیم Lithium hydroxide [1310-65-2]	۸۶
-	-	۳ ppm	۶۶/۰۶	مالونو نیتریل Malononitrile [109-77-3]	۸۷
-	-	۱۰ mg/m ^{3(l)}	-	سنگ مرمر Marble [308068-21-5]	۸۸
-	-	۵ mg/m ³	۲۶۹/۳۴	مپرونیل Mepronil [55814-41-0]	۸۹

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
A4	-	۱ mg/m ³	۸۵/۱۰	مت آکریل آمید Methacrylamide [79-39-0]	۹۰
پوست	-	۱۰ ppm	۱۲۰/۱۵	(۲)- متوكسي اتوکسی اتانول 2-(2-Methoxy ethoxy) ethanol [111-77-3]	۹۱
	۲ ppm	-	۱۶۴/۹۶۶	متوكسي فلوران Methoxyfluran [76-38-0]	۹۲
پوست	۱۰۰ ppm	۵۰ ppm	۱۳۲/۱۶	۲- متوكسي پروپيل اسات 2-Methoxypropyl acetate [70657-70-4]	۹۳
A3	-	۰/۰۰۰۱۲ mg/m ³	۱۷۱/۱۵	مترو نیدازول Metronidazole [443-48-1]	۹۴
A4	-	۰/۰۰۴ mg/m ³	-	دی ایزوسیانات نفتالن Naphthalene diisocyanate (NDI) [25551-28-4]	۹۵
A3	۲ mg/m ^{3(I)}	۰/۵ mg/m ^{3(I)}	۷۴/۶۹	اکسید نیکل Nickel oxide e [10102-43-9], as Ni	۹۶
	-	۰/۵ mg/m ³	۲۳۸/۱۵۷	۱- [۵-(Nitrofurfurylidene)amino]hydantoin -۱-Nitro- فور فور بیلیدین) آمینو هیدانتوئین	۹۷
	-	۰/۵ mg/m ³	۲۲۵/۱۶	۳- [۵-(Nitrofurylidene)amino]-2- اکسازولیدون 3-[5-Nitrofurylidene]amino]-2-oxazolidone [67-45-8]	۹۸
	-	۰/۰۰۰۲ mg/m ³	۱۵۰/۱۸	ان- نیتروسو اتیل فیل آمین N-Nitrossoethylphenylamine [612-64-6]	۹۹
	-	۰/۰۰۲۵ mg/m ³	۸۸/۱۳	ان نیترو سو متیل اتیل آمین N-Nitrosomethylmethylaniline [10595-95-6]	۱۰۰
A2	-	۲ ppm	۱۳۷/۱۴	۴- نیترو تولوئن 4-Nitrotoluene [99-99-0]	۱۰۱
	۰/۵ ppm	-	۱۶۰/۳۲	۱- نونان اسیول 1-Nonanethiol [1455-21-6]	۱۰۲
-	-	۱ mg/m ³	-	میست روغن، سیالات فلز کاری Oil mist, metal working fluids	۱۰۳
-	-	۰/۰۵ mg/m ³	۴۰۱/۴۳۶	اگزاسیلن Oxacillin [66-79-5]	۱۰۴
-	-	۱۰ mg/m ³	۱۵۱/۱۷	پارا اسماول Paracetamol [103-90-2]	۱۰۵
-	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۲۵۷/۱۶	پاراکوات دی کلرید Paraquat dichloride (ISO) [1910-42-5]	۱۰۶
-	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۰/۱ mg/m ^{3(I)}	۴۰۸/۴۸	پاراکوات دی متیل سولفات Paraquat dimethylsulfate [2074-50-2]	۱۰۷
-	-	۰/۱ mg/m ³	۲۴۳/۲۶	پنی سیلين	۱۰۸

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
				Penicillin [1406-05-9]	
-	-	•/٣ mg/m ³	٣٥٨/٣٩	ان پنی سیلین Penicillin N [525-94-0]	۱۰۹
-	-	•/١ mg/m ³	-	پنی سیلیوم، غبار قابل استنشاق Penicillium, inhalable dust	۱۱۰
-	-	•/٠٠٥ mg/m ³	٤١٤/٠٧	اسید پرفلورو او کتانوئیک Perfluoroctanoic acid [335-67-1]	۱۱۱
-	-	١٠ mg/m ³	-	پرلیت Perlite [93763-70-3]	۱۱۲
-	-	٣/٥ mg/m ³	-	کک نفتی Petroleum coke [64741-79-3]	۱۱۳
-	٩ mg/m ³	٣ mg/m ³	-	فالات ها Phthalates	۱۱۴
پوست	-	١ ppm	٨٥/١٥	پیپریدین Piperidine [110-89-4]	۱۱۵
A1	-	•/١ mg/m ³	٣٧٥/٧	پلی کلرینیتید بی فنیل ها Polychlorinated biphenyls (PCBs) [1336-36-3]	۱۱۶
A4	-	١ mg/m ³	-	پلی ترا فلورورو اتیلن، محصولات پیرولیز Polytetrafluoroethylene [9002-84-0], pyrolysis products	۱۱۷
-	-	١٠ mg/m ³	-	گرد و غبار طیور Poultry dust	۱۱۸
-	•/٣ ppm	-	٧٦/١٦	- پروپان اتیول 1-Propanethiol [107-03-9]	۱۱۹
-	-	٩ ppm	٥٥/٠٨	پروپیو نتریل Propionitrile [107-12-0]	۱۲۰
-	٩ mg/m ³	٢ mg/m ³	٢٥٩/٣٤	پروپرانولول Propranolol [525-66-6]	۱۲۱
-	-	•/١ mg/m ³	١٢٩/١٦	کینولین Quinoline [91-22-5]	۱۲۲
-	-	١ mg/m ³	٣٧٦/٣٦	ریبو فلافین Riboflavin [83-88-5]	۱۲۳
-	٢٠ ppm	١٠ ppm	٢٠٠/٠٥٥	سووفلوران Sevoflurane [136-78-7]	۱۲۴
-	-	٢/٤ mg/m ^{3(R)} ٩ mg/m ^{3(I)}	٦٠/٠٩	سیلیس بی شکل Silica amorphous [112926-00-8]; [7631-86-9]	۱۲۵
-	-	•/٣ mg/m ^{3(R)}	٧٨/١٠	اسید سیلیسیک Silicic acid [1343-98-2]	۱۲۶

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
-	۶ mg/m ^{3(I)} ۳ mg/m ^{3(R)}	-	۳۷۹/۳	سنگ صابون Soapstone	۱۲۷
-	-	۵ mg/m ³	-	غبار چوب نرم Softwood dust	۱۲۸
-	-	۲ mg/m ³	۳۳۲/۳۵	اسپکتینو مایسین Spectinomycin [1695-77-8]	۱۲۹
-	-	•/۱ mg/m ³	۵۸۱/۵۷	استرپتو مایسین Streptomycin [57-92-1]	۱۳۰
-	-	۱ mg/m ³	۲۱۵/۳۲	سولفانیکاربامید Sulfacarbamide [57-50-1]	۱۳۱
-	-	۱ mg/m ³	۲۱۴/۲۴	سولفاغوانیدین Sulfaguanidine [57-67-0]	۱۳۲
-	-	•/۱ mg/m ³	-	سولفالان Sulfalene [152-47-6]	۱۳۳
-	-	۵ mg/m ^{3(I)}	۲۸۰/۳	سولفامتوکسی دیازین Sulfamethoxydiazine [651-06-9]	۱۳۴
-	-	•/۱ mg/m ³	۲۸۰/۳	سولفامتوکسی پیریدازین Sulfamethoxypyridazine [80-35-3]	۱۳۵
-	-	۱ mg/m ³	۱۷۲/۲	سولفانیل آمید Sulfanilamide [63-74-1]	۱۳۶
-	-	•/۵ mg/m ³	۲۵۵/۳۲	سولفاتیازول Sulfathiazol [72-14-0]	۱۳۷
A4	-	۱ mg/m ³	۲۷۸/۳	سولفامتاژین Sulphamethazine [57-68-1]	۱۳۸
-	-	۶ mg/m ³	۳۲/۰۶۵	سولفور Sulphur [7704-34-9]	۱۳۹
-	۵ ppm	۲۵ ppm	-	ترپن ها Terpenes	۱۴۰
A3	۱/۵ mg/m ^{3(I)}	•/۵ mg/m ^{3(I)}	۲۳۱/۸۹	تترا کلرو فنول (کلیه ایزومرها) و نمک های آن Tetrachlorophenol (all isomers) [25167-83-3] and salts	۱۴۱
-	-	•/۵ mg/m ³	-	تتراسیکلین Tetracycline [60-54-8]	۱۴۲
-	-	۱۰۰۰ ppm	۱۰۲/۰۳	۱ او ۲ - تترا فلورو اتان 1,1,1,2-tetra fluoroethane [811-97-2]	۱۴۳
A4	-	۱ mg/m ³	۱۸۰/۱۶	تئوبرمین Theobromine [83-67-0]	۱۴۴
A4	-	•/۵ mg/m ³	۱۸۰/۱۶	تئوفیلین Theophylline [58-55-9]	۱۴۵

نامدها	حد مجاز شغلی		وزن ملکولی	نام علمی ماده شیمیایی	ردیف
	STEL/C	TWA			
-	-	۱۰ mg/m ^{3(I)}	۲۰۱/۲۵	تیابندازول Thiabendazole [148-79-8]	۱۴۶
-	-	۲ mg/m ³	۹۲/۱۱	تیو گلیکولات ها Thioglycolates	۱۴۷
-	۵ mg/m ³	-	۱۹۰/۶۵	پارا تولوئن سولفونیل کلراید p-Toluenesulphonyl chloride [98-59-9]	۱۴۸
-	۰/۰۰۲۱ ppm	۰/۰۰۲۱ ppm	۴۱۱/۱۷	تری بیوتیل تین بنزوآت Tributyltin benzoate [4342-36-3]	۱۴۹
-	۰/۰۰۲۱ ppm	۰/۰۰۲۱ ppm	۳۰۹/۰۵	تری بیوتیل تین فلورید Tributyltin fluoride [1983-10-4]	۱۵۰
-	۰/۰۰۲۱ ppm	۰/۰۰۲۱ ppm	۳۷۵/۱۷	تری بیوتیل تین مت آکریلات Tributyltin methacrylate [2155-70-6]	۱۵۱
-	-	۳ mg/m ³	۱۸۹/۲۴	تری سیکل آزول Tricyclazole [41814-78-2]	۱۵۲
-	۱۰ mg/m ³	۵ mg/m ³	۶۰/۰۶	اوره Urea [57-13-6]	۱۵۳
-	-	۳ mg/m ³		غبار ورمیکولیت Vermiculite dust [1318-00-9]	۱۵۴
-	-	۰/۰۲ mg/m ^{3(I)}	۳۰۳/۳	وارفارین سدیم Warfarin sodium [129-06-6]	۱۵۵
-	-	۳ mg/m ³	۴۰۵/۶۱	غبار آرد گندم Wheat flour dust	۱۵۶
-	۲۰ mg/m ³	۱۰ mg/m ³ ۴ mg/m ^{3(R)}	۶۳۲/۳۵	دی استئارات روی یا استئارات روی Zinc stearate [557-05-1]	۱۵۷

ضمایم حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی

ضمیمه الف: سرطان‌زا

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 پیچیده ریاضی برای تعیین سطح ریسک سرطان‌زا) عوامل مختلف در بین شاغلین، منجر به این شده است که برای انتخاب یک ماده یا فرایند به عنوان سرطان‌زا انسانی و تعیین میزان حداکثر مقدار مجاز مواجهه، تفاسیر متفاوتی ارائه گردد. با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف روش‌های طبقه‌بندی، قابلیت سرطان‌زا عوامل مختلف ارائه شده توسط ACGIH در این بخش معرفی می‌گردد. بر اساس این روش عوامل سرطان‌زا به گروه‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

A1- سرطان‌زا تأیید شده انسانی

بر اساس مدارک مستدل از طریق مطالعات اپیدمیولوژی ماده شیمیایی برای انسان سرطان‌زا است.

A2- مشکوک به سرطان‌زا در انسان

کفايت اطلاعات کیفی مربوط به سرطان‌زا ماده شیمیایی مورد قبول است ولی در اطلاعات ارائه شده کمبودهایی به شرح زیر وجود دارد که باعث تردیدهایی در تأثیر سرطان‌زا 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 سرطان‌زا است و شرایط خاص سمشناسی ماده [دوز(ها)، راه(های) تماس، اندام(های)] مورد هدف، نوع بافت و سازوکار(های) اثرات واردۀ] مشابهت لازم با مواجهه‌های شغلی کارگران را دارد.

به طور کلی طبقه‌بندی A2 در شرایطی به کار می‌رود که شواهد سرطان‌زا انسانی یک عامل محدود بوده اما شواهد کافی در مورد سرطان‌زا آن عامل در حیوانات آزمایشگاهی مشابه انسان موجود باشد.

A3- سرطان‌زا تأیید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان

عواملی که سرطان‌زا آن‌ها برای حیوانات آزمایشگاهی در یک دوز نسبتاً زیاد با یک روش(ها)، محل(های) اثر، سوابق و سازوکارهایی که ممکن است چندان مرتبط با مواجهه شاغلین نباشد، به اثبات رسیده است. مطالعه‌های اپیدمیولوژی موجود، افزایش ریسک سرطان‌زا انسانی این عوامل را تأیید

نمی‌کنند. شواهد موجود، سرطان‌زایی این عوامل را در شرایط معمول مواجهه تأیید نمی‌کنند مگر مواجهه تحت شرایط غیرمعمول، و از راههای ورود غیرمحتمل و مقادیر مواجهه غیرمعمول باشد.

A4- غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی:

عواملی که نگرانی‌هایی را در مورد سرطان‌زایی برای انسان پدید آورده است اما به دلیل کمبود داده‌ها، امکان ارزیابی جامع در مورد آن‌ها وجود ندارد. این مواد به علت فقدان اطلاعات کافی نمی‌توانند به طور صحیح مورد ارزیابی قرار گیرد. مطالعه‌های انجام‌شده بر روی بافت زنده و بر روی حیوانات آزمایشگاهی، شواهدی از سرطان‌زایی این مواد را به طوری که بتوان آن‌ها را در یکی از گروه‌های قبلی طبقه‌بندی نمود، ارائه نمی‌دهد.

A5- مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی:

عواملی هستند که بر اساس مطالعه‌های جامع و صحیح اپیدمیولوژی، مشکوک به سرطان‌زایی در انسان نیستند. این مطالعه‌های اپیدمیولوژی دارای جامعیت لازم، پیگیری مناسب برنامه پژوهشی و با سوابق مواجهه شغلی قابل اطمینان در دوزهای زیاد بوده است. تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات به دست آمده از این پژوهش‌ها نشانگر عدم افزایش ریسک سرطان‌زای انسانی در اثر مواجهه با این عوامل است و یا هیچ اطلاعاتی در مورد سرطان‌زایی آن‌ها بر روی حیوانات آزمایشگاهی موجود نیست. موادی که هیچ گونه داده‌ای در مورد سرطان‌زایی انسانی یا حیوانی برای آن‌ها گزارش نشده است لقب بدون سرطان‌زایی را به خود اختصاص داده‌اند.

مواجهه‌های شغلی با عوامل سرطان‌زا باید در حداقل میزان نگهداشته شود. کارگرانی که با سرطان‌ Zahāhی طبقه A1 بدون حد مجاز مشخص، مواجهه دارند می‌بایست تا حد ممکن به منظور حذف کامل مواجهه با مواد سرطان‌زا تجهیز شوند.

برای سرطان‌ Zahāhی A1 با حد مجاز (OEL) مشخص و سرطان‌ Zahāhی گروه A2 و A3، مواجهه کارگر از کلیه راههای ورود می‌بایست به طور دقیق کنترل شود تا درنهایت مواجهه تا حد ممکن کمتر از OEL شود.

ضمیمه ب: ذرات (نامحلول یا با انحلال پذیری ضعیف) که در جای دیگر مشخص نشده‌اند (PNOS)^۱ هدف کمیته تدوین حدود مجاز عوامل شیمیایی، تعیین OEL برای کلیه موادی است که شواهدی در مورد اثرات بهداشتی در غلظت‌های هوایی مشخص در محیط‌های کاری داشته باشند. 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 هستند مگر آنکه مطالعه‌ها و پژوهش‌های آتی، اطلاعات کافی جهت تعیین حد مجاز مواجهه مستقل برای یک ذره را ارائه نماید. که در این صورت، آن ذره از لیست خارج می‌شود و بر اساس حد مجاز مواجهه خاص خود بررسی می‌شود. حد مجاز مواجهه گروه PNOS برای موارد زیر مورداستفاده قرار می‌گیرد:

الف - ذره فاقد OEL کاربردی باشد.

ب - ذره باید در آب (ترجیحاً در مایعات موجود در ریه‌ها) نامحلول یا انحلال‌پذیری 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 نکند، باعث حساسیت‌زاوی ایمونولوژی نشده یا باعث اثرات سمی به جز التهاب یا مکانیسم باقی ماندن اضافه‌بار مواد در ریه نشود).

باور این کمیتہ بر آن است که ذراتی که از لحاظ بیولوژیکی خنثی، نامحلول یا دارای انحلال‌پذیری کم هستند، ممکن است دارای اثرات زیان‌آور باشند و توصیه می‌شود که غلظت ذرات قابل استنشاق^۱ هوابرد آن‌ها در مقادیر کمتر از 3 mg/m^3 و غلظت ذرات قابل تنفس^۲ آن‌ها کمتر از 10 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

ارتباط بیماری‌های شغلی با ذراتی 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 کمیتہ فنی با تکیه بر دو اصل ذیل در حال بررسی مجدد سایر مواد شیمیایی است که به صورت ذره در محیط کار منتشر می‌گردد:

1 Respirable

2 Inhalable

برای هر ماده شیمیایی که بر سلامت انسان مؤثر است اندازه ذرات نقش تعیین کننده‌ای دارد. غلظت جرمی ذرات در هر سایز در حد مجاز مواجهه مجاز تأثیرگذار است.

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

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

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

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

شامل آن دسته از مواد شیمیایی است که در صورت تهشیش شدن در هر قسمت از راههای هوایی ریه و ناحیه تبادل گازی ایجاد مخاطره می‌کنند.

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

شامل آن دسته از مواد شیمیایی است که در صورت تهشیش شدن در ناحیه تبادل گازی (کیسه‌های هوایی ریه) ایجاد مخاطره می‌کنند.

بیان کمی سه گروه از ذرات پیش گفت بر طبق روابط زیر است:

(الف) توده ذرات قابل تنفس:

شامل ذراتی می‌شود که بدون در نظر گرفتن موقعیت نمونه بردار نسبت به مسیر جريان باد، بر اساس راندمان جمع‌آوری زیر به دام می‌افتد:

$$\text{IPM} (d_{ae}) = 0.5[1 + \exp(-0.06d)]$$

برای ذراتی که $d < 100 \mu\text{m}$ باشد.

که در رابطه فوق، $\text{IPM} (d_{ae})$ بازده جمع‌آوری و d_{ae} قطر آئرودینامیکی ذرات بر حسب میکرومتر است.

(ب) توده ذرات توراسیکی:

مشتمل از ذراتی است که مطابق با رابطه بازده جمع‌آوری به دام می‌افتد:

$$\text{TPM} (d_{ae}) = \text{IPM} (d_{ae}) [1 - F(X)]$$

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

1 Inhalable Particulate Matter

2 Thoracic Particulate Matter

3 Respirable Particulate Matter

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

$$\Sigma = 1/5 \quad 11/64 \mu\text{m} : \Gamma \quad \ln \text{لگاریتم طبیعی}$$

ج- توده ذرات قابل استنشاق:

مشکل از ذراتی است که مطابق با رابطه بازده جمع آوری به دام می‌افتد:

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

که $F(x)$ همان مفهوم اشاره شده در بخش قبلی است اما $\sum = 1/5$ و $\Gamma = 4/25 \mu\text{m}$ است. مهم‌ترین تغییر اعمال شده مربوط به این بخش از ذرات افزایش قطر میانه از $3/5$ به 4 میکرومتر است. 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 10 mm در دبی $1/7 \text{ L/min}$ توصیه نمی‌شود. دو آنالیز انجام شده بر روی داده‌های موجود نشان داده است که دبی $1/7 \text{ L/min}$ به سیکلون نایلونی 10 mm اجازه می‌دهد که تقریب صحیحی از غلظت ذرات قابل استنشاق را به نسبت یک نمونه گیر ایده‌آل ذرات قابل استنشاق فراهم نماید. بازده جمع آوری سایزهای مختلف ذرات با کسر جرمی هر یک در جداول زیر ارائه شده است:

جدول ج-1: ذرات قابل تنفس

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

جدول ج - ۲: ذرات توراسیک

قطر آنرودینامیکی ذره (μm)	بازده جمع‌آوری ذرات توراسیک (%)
۰	۱۰۰
۲	۹۴
۴	۸۹
۶	۸۰/۵
۸	۶۷
۱۰	۵۰
۱۲	۳۵
۱۴	۲۳
۱۶	۱۵
۱۸	۹/۵
۲۰	۶
۲۵	۲

جدول ج - ۳: ذرات قابل استنشاق

قطر آنرودینامیکی ذره (μm)	بازده جمع‌آوری ذرات قابل استنشاق (%)
۰	۱۰۰
۱	۹۷
۲	۹۱
۳	۷۴
۴	۵۰
۵	۳۰
۶	۱۷
۷	۹
۸	۵
۱۰	۱

ضمیمه ۵: 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 به‌تهایی باشد. اثر سینزیک هنگامی رخ می‌دهد که اثر ترکیبی حاصل از چند ماده، بزرگ‌تر از مجموع اثر هر یک از مواد به‌تهایی باشد و اثر آنتاگونیسم در شرایطی است که اثر ترکیبی حاصله، کمتر از مجموع اثر هر یک از مواد باشد.

راهنمای موجود در این ضمیمه برای مواد در فاز مخلوط بکار نمی‌رود.

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 تک‌تک آن‌ها باید کمتر از مقدار ارائه شده در جدول در نظر گرفته شود.

توجه داشته باشید که این ستون، اثرات زیان‌آور ماده مورد نظر را ذکر نمی‌کند، بلکه فقط اثر(های) نامطلوب که بر اساس آن‌ها حد آستانه تعیین شده است را فهرست می‌کند. برای اطلاعات موردنیاز در مورد اثرات سمی موادی، که ممکن است در هنگام ارزیابی مواجهه با مخلوط به کار روند، مستندات فعلی موجود در OELs و BEIs فعلی مورد استناد قرار می‌گیرند.

در صورتی که دو یا چند ماده خطرناک با اثرات مشابه سمشناسی بر روی سیستم یا ارگان هدف وجود داشته باشند، اثر ترکیبی آن‌ها باید بیشتر از اثر انفرادی آن‌ها مورد توجه قرار گیرد. در صورت 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 در نظر گرفت. در این حالت اگر حاصل جمع رابطه زیر از عدد یک بیشتر شود، مواجهه شغلی با مخلوط مواد بیشتر از حد مجاز است:

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

C نمایانگر غلظت ماده موجود در هوای محیط کار و حد مجاز مواجهه شغلی مربوط به آن ماده شیمیایی است. 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 هم زمان با عوامل زیان‌آور با مقادیر حدود مجاز شغلی Ceiling و STEL به کار می‌رود. مقادیر به کاررفته 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 برسی شوند.

چنانچه عواملی با اثرات سم‌شناسی مشابه، OEL یکسان نداشته باشند، استفاده از انواع مقادیر حدود مواجهه شغلی امکان‌پذیر خواهد بود. در جدول زیر انواع حالات ممکن از ترکیب انواع OELS که با فرمول اثر افزایشی قابل محاسبه خواهد بود، ارائه شده است. وقتی ماده‌ای با یک حد STEL یا C ماده‌ای با OEL-TWA ولی بدون STEL مخلوط شود، مقایسه حد کوتاه‌مدت با مواجهه‌های بیشینه [مواجهة با مقادیر حداکثری] کاربردی^۱ ممکن است مناسب‌تر باشد. مواجهه‌های بیشینه معادل ۵ برابر حد OEL-TWA آن ماده خواهد بود.

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

تمام نوبت کاری یا کوتاه‌مدت	ماده ۱	ماده ۲
تمام نوبت کاری	OEL – TWA	OEL – TWA
تمام نوبت کاری	OEL – C	OEL – TWA
کوتاه‌مدت	OEL – STEL	OEL – STEL
کوتاه‌مدت	OEL – C	OEL – C
اگر STEL وجود ندارد از		
کوتاه‌مدت		
مواجهه قله‌ای استفاده شود		
(TWA ۵ برابر)		
کوتاه‌مدت		
OEL – C		
OEL – STEL		

¹ applicable peak exposure

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

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

OEL – STEL : T_{ISTEL}

STEL ماده فاقد OEL – TWA :

مدل افزایشی همچنین برای مواجهات متوالی با مواد مختلف که در طول یک نوبت کاری رخ می دهد نیز به کار می رود. برای موادی که دارای STEL – TWA (حد مواجهه بیشینه) هستند نیز به همین شکل عمل می شود.

رابطه فوق برای مواجهه های متوالی با موادی که OEL-C دارند، کاربرد ندارد.

محدودیت ها و موارد خاص

قانون فوق هنگامی استثناء دارد که بر اساس دلایل موجه، اثرات اصلی مواد زیان آور مختلف، به صورت افزایشی نباشد و هر یک از مواد مخلوط به صورت مستقل بر بدن تأثیرگذارند. این وضعیت زمانی رخ می دهد که اثرات سمشناسی مواد و ارگان هدف آنها مشابه نباشد. این وضعیت همچنین می تواند زمانی حادث شود که برهم کش مخلوط مواد باعث مهار اثر سمی آنها شود. در چنین مواردی زمانی مواجهه بیشتر از حد مجاز تلقی می شود که حداقل غلظت یکی از اجزاء بیشتر از حد مجاز خود باشد.

استثناء دیگر هنگامی رخ می دهد که گمان می رود مخلوط مواد دارای اثر سینزئیک یا تشدیدی هستند. استفاده از رابطه اثر افزایشی ممکن است حفاظت کافی را ایجاد نکند. در حال حاضر چنین مواردی باید به صورت جداگانه بررسی و تعیین شوند. هر یک از مواد با اثرات تشدیدی به تنها یی الزاماً زیان آور نیستند. اثرات تشدیدی ماده شیمیایی می تواند از راه های استنشاق، مثلاً نوشیدن الكل هم زمان با استنشاق مواد خواب آور (تری کلرواتیلن) باشد. اثرات تشدیدی مخصوصاً در غلظت های خیلی زیاد نمایان می شود و احتمال بروز آن در غلظت های پایین کمتر است.

رابطه اثرات افزایشی برای مخلوطی از چند عامل به کار می رود. این روابط را باید برای مخلوط هایی که اجزاء آن واکنش های بسیار متفاوتی دارند به کار 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 مخلوط های پیچیده با اجزاء زیاد (مثل بنزین، خروجی دیزل، محصولات تجزیه حرارتی، خاکستر و ...) باید مورد استفاده قرار گیرد.

لازم به ذکر است که در مخلوط مواد سرطانزا در دسته های A1, A2, A3 یا A4 باید دقت نمود. صرف نظر از کاربرد فرمول مخلوط، باید از مواجهه با مخلوط مواد سرطانزا اجتناب نمود یا تا حد امکان مواجهه پایین نگهداشته شود (به ضمیمه الف مراجعه شود).

برای محاسبه مواجهه مخلوط مواد و تعیین اینکه اثرات ترکیبی کدام مواد باید با همدیگر در نظر گرفته شوند و سناریوهای مختلف در نظر گرفتن اثرات ترکیبی چندین ماده شیمیایی موجود در محیط کار، دانشگاه مونترال و IRSST یک ابزار محاسباتی رایانه‌ای معرفی کرده‌اند که در راهنمای تدوین شده توسط مرکز سلامت محیط و کار که از طریق سایت این مرکز قابل دسترسی است، معرفی شده است. رابطه اثر افزایشی برای مخلوط‌هایی با تعداد قابل قبول بکار می‌رود. عوامل برای مخلوط‌های پیچیده با بسیاری از اجزای سازنده (به عنوان مثال، بنزین، اگروز دیزل، محصولات تجزیه حرارتی و غیره) کاربرد ندارد.

مثال‌های حد مجاز مواجهه شغلی برای مخلوط‌ها

مثال الف - اثرات افزایشی: مواجهه هوابرد کارگری برای یک نوبت کاری کامل و مواجهه کوتاه‌مدت آن پایش شده است. نتایج پایش در جدول زیر ارائه شده است:

جدول د-۲ نتایج پایش

نتایج مواجهه کوتاه‌مدت (OEL-STEL)	نتایج پایش کل نوبت کاری (OEL-TWA)	عامل شیمیایی
۳۲۵ ppm (۵۰۰ ppm)	۸۰ ppm (۲۵۰ ppm)	استون
۷/۵ ppm (۵۰ ppm)	۲ ppm (۲۰ ppm)	سیکلو‌هگزانون
۲۲۰ ppm (۳۰۰ ppm)	۹۰ ppm (۲۰۰ ppm)	متیل اتیل کتون

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 هستند. برای آنالیز وضعیت موجود برای کل نوبت کاری به روش زیر محاسبه انجام می‌شود:

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} \leq 1$$

$$\frac{80}{250} + \frac{2}{20} + \frac{90}{200} = 0.32 + 0.10 + 0.45 = 0.87$$

میزان مواجهه کل نوبت کاری کمتر از حد مجاز است.

آنالیز مواجهه کوتاه‌مدت به روش زیر انجام می‌شود:

$$\frac{C1}{T1_{STEL}} + \frac{C2}{T2_{STEL}} + \frac{C3}{T3_{STEL}} \leq 1$$

$$\frac{325}{500} + \frac{7.5}{50} + \frac{200}{300} = 0.65 + 0.15 + 0.73 = 1.53$$

نتیجه: حد مجاز مواجهه کوتاه‌مدت مخلوط مواد موجود در هوای 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 تأثیرگذارند، 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:

$$\frac{C1}{T1} \leq 1 \quad \frac{C2}{T2} \leq 1 \quad \frac{C3}{T3} \leq 1$$

مثال: هوایی حاوی غلظت سرب معادل 0.04 mg/m^3 (سرب با $=0.05$ OEL) و معادل 0.15 mg/m^3 اسیدسولفوریک (OEL=0.2) است.

$$\frac{0.04}{0.05} = 0.8$$

$$\frac{0.15}{0.20} = 0.75$$

نتیجه: غلظت مخلوط کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

ضمیمه ۵: حداقل محتوای اکسیژن^۱

تحویل اکسیژن کافی به بافت‌های بدن برای ادامه حیات لازم بوده و به عواملی از جمله: (۱) سطح اکسیژن موجود در هوای دمی (۲) وجود و یا عدم وجود بیماری‌های ریوی (۳) سطح هموگلوبین خون (۴) کینتیک^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.

1 Minimal Oxygen Content

2 Kinetic

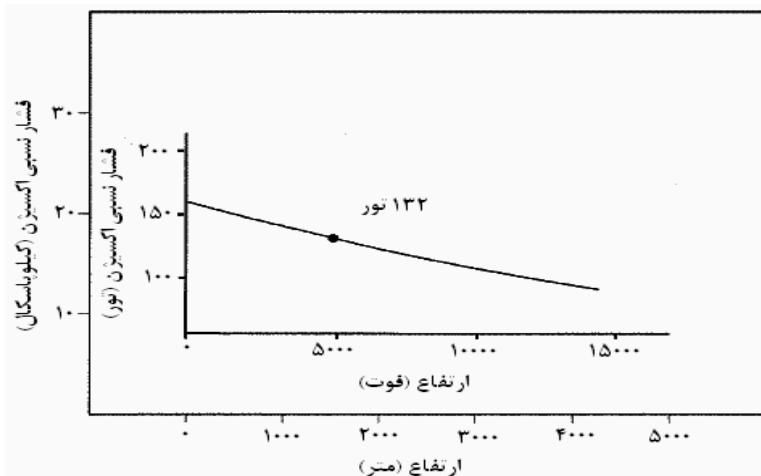
معز و میوکارد حساس‌ترین بافت‌های بدن نسبت به کاهش اکسیژن هستند. علائم اولیه کمبود اکسیژن عبارت‌اند از: افزایش تهويه، افزایش بازده قلبی و خستگی. علائم دیگر ممکن است شامل سردرد، صدمه به فرایندهای فکری و هوشیاری، کاهش هماهنگی، اختلال دید، تهوع، بیهوشی، صرع و مرگ باشند. به‌حال ممکن است قبل از بیهوشی علامت مشخصی وجود نداشته باشد. آغاز و شدت علائم به عوامل متعددی مثل میزان نقصان اکسیژن، مدت زمان نقصان اکسیژن، بارکاری، 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 در برابر کاهش اکسیژن مقاومت کند، ولی در افراد در معرض خطر مثل بیماران مبتلا به آمفیزم، 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 بزرگ سال سالم حفظ خواهد شد. به علت فضای مرده آناتومیکی، دی‌اکسید کربن 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 فیزیولوژیک تعیین کرده و محیطی که فشار جزئی اکسیژن در آن کمتر از ۱۳۲ تور باشد را به عنوان محیطی که کمبود اکسیژن دارد، در نظر 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. به‌حال، با افزایش ارتفاع و بخار آب و کم شدن فشار هوا، این حاشیه ایمن به‌طور معناداری کاهش پیدا می‌کند، به‌طوری که در ارتفاع ۵۰۰۰ فوتی، فشار جزئی اکسیژن اتمسفری ممکن است به ۱۲۰ تور برسد و در ارتفاع بیش از ۸۰۰۰ فوتی انتظار می‌رود به کمتر از ۱۲۰ تور برسد. اثرات فیزیولوژیک کمبود اکسیژن و تغییرات فشار جزئی اکسیژن با ارتفاع از سطح دریا برای هوای خشک شامل ۲۰/۹۴۸ درصد اکسیژن در جدول ۱-۱ نشان داده شده‌است. هیچ‌گونه اثرات فیزیولوژیک به‌واسطه 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 است. این علائم به عنوان عوامل ناسازگار با عملکرد ایمن وظایف شناخته می‌شود. بر این اساس، حداقل فشار جزئی اکسیژن محیطی تا ارتفاع ۵۰۰۰ فوت باید حداقل ۱۳۲ تور باشد که بتواند شاغلین را در برابر عوارض کمبود اکسیژن محافظت کند.

شکل ۱-۵، نمودار نسبت PO_2 با افزایش ارتفاع است که نشان دهنده حداقل مقدار ۱۳۲ تور است. اگر فشار جزئی اکسیژن کمتر از ۱۲۲ تور و یا کمتر از مقدار قابل انتظار برای آن ارتفاع باشد، مطابق جدول ۱-۱، اقدامات بیشتر کاری همچون ارزیابی کامل محیط‌های محصور برای شناسایی علت غلظت پایین اکسیژن، استفاده از پایش‌های مداوم جامع با وسایل هشداردهنده، تطابق کارگران با ارتفاع کار چون تطابق با ارتفاع می‌تواند ظرفیت کاری افراد را تا ۷۰ درصد افزایش دهد، استفاده از چرخه‌های کار و استراحت با کاهش بار کاری و افزایش دوره‌های استراحت، آموزش، بازرسی و پایش کارگران و دسترسی سریع و راحت به تجهیزات حفاظت تنفسی تأمین کننده اکسیژن که به طور مناسب نگهداری شده‌اند، توصیه می‌شود.

گازهای جایگزین اکسیژن ممکن است خاصیت قابلیت اشتعال داشته با دارای اثرات فیزیولوژیک 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 عمدی فیزیولوژیک عمل می‌کنند. ممکن است برای هر خفه کننده ساده یک OEL پیشنهاد نشده باشد زیرا فاکتور محدود کننده، اکسیژن موجود است. کمبود اکسیژن اتمسفری هشدارهای کافی را فراهم نماید و بیشتر خفه کننده‌های ساده نیز بی‌بو هستند. این فاکتور بایستی در محدود کردن غلظت خفه کننده به ویژه در ارتفاعات بیشتر از ۵۰۰۰ فوت جایی که PO_2 اتمسفر ممکن است کمتر از ۱۲۰ تور باشد، در نظر گرفته شود.



شکل ۵- نمودار فشار نسبی اکسیژن (PO2) (بر حسب تور و کیلو پاسکال) با افزایش ارتفاع (بر حسب فوت و متر)، که فشار جزئی اکسیژن پیشنهادی ۱۳۲ تور را نشان می دهد.

جدول ۵- فشار بارومتریک، فشار نسبی اکسیژن و درصد تغییرات غلظت اکسیژن با ارتفاع و اثر فیزیولوژیک

اثر فیزیولوژیک مقادیر pO2 ^۴	درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا ^۳ (درصد)	pO2 ^۴ معادل، تور هوای خشک در ۲۰/۹۴۸ درصد اکسیژن ^۲ (کیلو پاسکال)	فشار بارومتریک تور، هوای خشک ^۱ (کیلو پاسکال)	ارتفاع فوت (متر)
-	۲۰/۹	۱۵۹ (۲۱/۲)	۷۶۰ (۱۰/۱)	۰ (۰)
-	۲۰/۱	۱۵۳ (۲۰/۴)	۷۳۱ (۹۷/۴)	(۳۰۵) ۱۰۰
-	۱۹/۳	۱۴۷ (۱۹/۶)	۷۰۴ (۹۳/۸)	(۶۱۰) ۲۰۰
-	۱۸/۷	۱۴۲ (۱۸/۹)	۶۷۷ (۹۰/۳)	(۹۱۴) ۳۰۰
-	۱۸	۱۳۷ (۱۸/۳)	۶۵۲ (۸۶/۹)	(۱۲۱۹) ۴۰۰
هیچ اثری در بزرگ‌سالان سالم ندارد.	۱۷/۲	۱۳۱ (۱۷/۵)	۶۲۷ (۸۳/۶)	(۱۵۲۴) ۵۰۰

تأثیر فیزیولوژیک مقادیر pO_2^*	درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا ^۳ (درصد)	pO ₂ معادل، تور هوای خشک در درصد ۲۰/۹۴۸ اکسیژن ^۲ (کیلو پاسکال)	فشار بارومتریک تور، هوای خشک ^۱ (کیلو پاسکال)	ارتفاع فوت (متر)
از دست دادن سازگاری با تاریکی می‌تواند در ارتفاعات بالای ۵۰۰۰ فوت اتفاق افتد.	۱۶/۶	۱۲۶ (۱۶/۸)	۶۰۳ (۸۰/۴)	(۱۸۲۹) ۶۰۰۰
افزایش تهويه ريوی و برون ده قلبی، عدم تعادل، افت دقت و قدرت تفکر	۱۶	۱۲۱ (۱۶/۱)	۵۸۰ (۷۷/۳)	(۲۱۳۴) ۷۰۰۰
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 می-دهد.	۱۵/۴	۱۱۷ (۱۵/۶)	۵۵۹ (۷۴/۵)	(۲۴۳۸) ۸۰۰۰
—	۱۴/۷	۱۱۲ (۱۴/۹)	۵۳۷ (۷۱/۶)	(۲۷۴۳) ۹۰۰۰
—	۱۴/۲	۱۰۸ (۱۴/۴)	۵۱۷ (۶۸/۹)	(۳۰۴۸) ۱۰۰۰۰
خستگی غیرنرمال در اعمال نیرو، عدم تعادل، قضاوت ضعیف، آشنگی عصبی	۱۳/۷	۱۰۴ (۱۳/۹)	۴۹۸ (۶۶/۴)	(۳۳۵۳) ۱۱۰۰۰
—	۱۳/۲	۱۰۰ (۱۳/۳)	۴۷۹ (۶۳/۸)	(۳۶۵۸) ۱۲۰۰۰

تأثیر فیزیولوژیک مقادیر pO_2^*	درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا ^۳ (درصد)	pO_2 معادل، تور هوای خشک در درصد ۲۰/۹۴۸ اکسیژن ^۲ (کیلو پاسکال)	فشار بارومتریک تور، هوای خشک ^۱ (کیلو پاسکال)	ارتفاع فوت (متر)
-	۱۲/۸	۹۸ (۱۲/۹)	۴۶۱ (۶۱/۵)	(۳۹۶۲) ۱۳۰۰۰
نارسایی در تنفس، قضاوت و هماهنگی خیلی ضعیف، بینایی ضعیف	۱۲/۲	۹۳ (۱۲/۴)	۴۴۳ (۵۹/۱)	(۴۲۶۷) ۱۴۰۰۰

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

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

۳- از این رابطه محاسبه می‌گردد: $P\%_{O_2} = 20.948 \times 760 \times e^{-(\text{altitude in ft} / 25970)}$

۴- اثرات فیزیولوژیک تقریبی در سلامت بزرگ سالان تحت تأثیر مدت کمبود اکسیژن، میزان کار، میزان تنفس، دما، وضعیت سلامت، سن و تطبیق ریوی است.

ضمیمه و: روش محاسبه دوطرفه برای مخلوط‌های بخار حلال هیدروکربنی تصفیه شده معین^۱
فرایند محاسبه دو طرفه (RCP) روشی برای استخراج حدود مجاز مواجهه شغلی برای حلال‌های هیدروکربنی با توجه به نسبت مواد موجود در نمونه مایع آن (و نه نمونه‌های هوا) است. حلال‌های هیدروکربنی تصفیه شده با روش تقطیر نفت خام با توجه به نقطه جوش ویژه‌شان تولید می‌شوند. این مخلوط می‌تواند شامل ۲۰۰ ترکیب بوده و در بردارنده هیدروکربن‌های آلیفاتیک (آلکانها)، سیکلو آلیفاتیک (سیکلو آلکانها) و آروماتیک ۱۵ تا ۵ کربنی باشد.

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 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 قادر OEL است.

۱ Reciprocal Calculation Method for Certain Refined Hydrocarbon Solvent Mixtures(RCP)

RCP جایگزین OEL نمی‌شود بلکه یک OEL راهنمای (GGVmixture) بر اساس ترکیب یک مخلوط پیچیده خاص محاسبه می‌کند.

دو جنبه RCP عبارت‌اند از: متداول‌تر و مقادیر راهنمای گروهی^۱ (GGVs). فرمول RCP یک OEL مشخص را بر اساس نسبت جرم مخلوط، GGVs و در جایی که کاربرد داشته باشد OEL ماده خالص، محاسبه می‌کند.

دو نمونه از GGVs منتشر شده در جدول (و-۱) نشان داده شده است به نحوی که، GGVs از ستون C و OEL از ستون D به دست می‌آید.

جدول و-۱ مقادیر راهنمای گروهی

D ACGIH Unique TLVs	C Uk-HSE 40/2000(mg/m ³)	B McKee et al. (mg/m ³)	A گروه هیدروکربن
پنتان، همه ایزومرها (۱۷۷۰) ایزومرهای هگران (۱۷۶۰)	۱۸۰۰	۱۵۰۰	آلکان‌های C ₆ تا C ₅
هپتان، همه ایزومرها (۱۶۴۰) اکтан، همه ایزومرها (۱۴۰۱)	۱۲۰۰	۱۵۰۰	آلکان‌های C ₈ تا C ₇
سیکلوبنتان (۱۷۲۰) سیکلوهگران (۳۵۰)	۱۸۰۰	۱۵۰۰	سیکلوآلکان‌های C ₆ تا C ₅
متیل سیکوهگران (۱۶۱۰)	۸۰۰	۱۵۰۰	سیکلوآلکان‌های C ₇ تا C ₈
تولوئن (۷۵) زاپلن، همه ایزومرها (۴۳۴) اتیل بنزن (۴۳۴)	۵۰۰	۲۰۰	آروماتیکهای C ₇ تا C ₈
نونان، همه ایزومرها (۱۰۵۰)	۱۲۰۰	۱۲۰۰	آلکان‌های C ₉ تا C ₁₅
	۸۰۰	۱۲۰۰	سیکلوآلکان‌های C ₉ تا C ₁₅
تری متیل بنزن، ایزومرها (۱۲۲۳)	۵۰۰	۱۰۰	آروماتیکهای C ₉ تا C ₁₅

ACGIH این روش را برای مخلوط‌هایی که اثرات سمی افزایشی دارند (اثر سمشناسی مشابه بر روی همان ارگان یا سیستم هدف)، به کار 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 است.

اگر در مخلوط، هگزان نرمال ($OEL-176 \text{ mg/m}^3$) و متیل نفتالین‌ها ($OEL-3 \text{ mg/m}^3$) وجود داشته باشد، که حدود آن‌ها کمتر از GGV است، این اجزاء باید جداگانه اندازه‌گیری و بر اساس روش ضمیمه دارزیابی شوند.

کاربرد:

فقط برای حلال‌های هیدروکربنی که شامل آلفاتیک‌های اشباع‌شده (نرمال، ایزو آلکان‌ها و سیکلو آلکان‌ها) و آروماتیک‌ها با تعداد کربن $C_5 - C_{15}$ که از مواد نفتی به دست می‌آیند و دارای نقطه جوش $329-35^\circ\text{C}$ است به کار می‌رود و برای مواد نفتی مشتق از سوخت‌ها، روغن‌های روان‌کننده یا مخلوط حلال‌ها به کار نمی‌رود. همچنین برای هیدروکربن‌هایی که سمیت آن‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از مخلوط است (مثل بتزن) نیز به کار 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-TWA_{mixture} شود)، همان مقادیر مشخص OEL باید در RCP وارد شود (ستون D جدول ۱-۱). هنگامی که مخلوط به تنهایی یک OEL مشخص دارد، برای آن مقدار از روش‌های این ضمیمه استفاده نمی‌شود. رابطه محاسبه دو طرفه مخلوط عبارت است از:

$$GGV_{mixture} = \frac{1}{\frac{Fa}{GGV_a} + \dots + \frac{Fn}{GGV_n}}$$

GGV_{mixture}: OEL-TWA : GGV_{mixture}

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

Fa: کسر جرم مایع گروه (یا ماده) در مخلوط هیدروکربنی (بین ۱۰-۱)، درصد وزنی در محاسبه باید مشخص شود که از کدام قسمت جدول (ستون B یا C) استفاده می‌شود. مقدار محاسبه شده باید به نزدیک ترین عدد گرد شود. برای گزارش مقادیر محاسبه شده زیر ۱۰۰ میلی‌گرم بر مترمکعب، مقادیر باید به نزدیک ترین مقدار ۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب گرد شوند. برای گزارش مقادیر محاسبه شده بین ۱۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم بر مترمکعب، مقادیر باید به نزدیک ترین مقدار ۵۰ میلی‌گرم بر

مترمکعب گرد شوند. برای گزارش مقادیر محاسبه شده بیش از ۶۰۰ میلی گرم بر مترمکعب، مقادیر باید به نزدیک ترین مقدار ۲۰۰ میلی گرم بر مترمکعب گرد شوند.

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، به کار نمی‌رود. در صورت وجود در مخلوط، این مواد باید به تنهایی با استفاده از روش ضمیمه اندازه‌گیری و ارزیابی شوند.

این روش نباید برای موقعیت‌هایی که ترکیب مایع از ترکیب بخار متفاوت است، به کار رود. در غیر این صورت در این فرمول F_{n} می‌تواند با کسر جرم بخار (درصد وزنی بخار) برای هر گروه در مخلوط هیدروکربنی بر اساس غلظت‌های خاص هوابرددهای اندازه‌گیری شده، جایگزین شود. GGV فقط برای بخارات به کار می‌رود و برای میست‌ها یا آتروسل‌ها به کار نمی‌رود. این روش برای مخلوط اولفین‌ها یا دیگر ترکیبات غیراشباع یا هیدروکربن‌های آروماتیک پلی‌سیکلیک به کار نمی‌رود.

مثال: مشخصات یک حلال شامل ترکیب وزنی و مقادیر راهنمای گروهی به قرار زیر است. GGV آن را محاسبه نمایید:

مقدار راهنمای گروهی (mg/m ³)	درصد وزنی	ترکیبات
۱۵۰۰	%۴۵	آلکانهای C _۸ -C _۸ ، سیکلوآلکانها
۱۲۰۰	%۴۰	آلکانهای C _۹ -C _{۱۰} ، سیکلوآلکانها
۲۰۰	%۹	آروماتیک‌های C _۷ -C _۸
۷۵	%۶	تولوئن
NA	<%۱	بنزن

مطابق ستون B از جدول (و-۱)، GGV_{mixture} به طریق زیر به دست می‌آید:

$$GGV_{mixture} = \frac{1}{\frac{0.45}{1500} + \frac{0.4}{1200} + \frac{0.09}{200} + \frac{0.06}{75}} = 531 \cong 550 \text{ mg/m}^3$$

بنزن، به طور جداگانه بر اساس OEL خودش ارزیابی می‌شود.

منابع:

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH® Signature Publication, Cincinnati, Ohio. 2020.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH® Signature Publication, Cincinnati, Ohio. ۲۰۱۹

Daniel Drolet. Guide for the adjustment of permissible exposure values (PEVs) for unusual work schedules, 3rd edition revised and updated, Institut de recherche Health and Safety Executive (HSE). EH40/2005 Workplace exposure limits. 2th ed, Crown copyright, London, UK. 2011.

Mixie: Mixtures of substances in the workplace: computer-based tool for evaluating the chemical risk (Calculation of the Rm), Institut de recherché Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST).

Occupation Safety and Health Administration (OSHA). Occupational safety and health standards: Toxic and hazardous substances, Limit for air contaminants. 29 CFR 1910, subpart Z, Last adopted: Washington DC, USA. 2006.

Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 2008.

Shuker L, James K, Massey J, Levy L. Institute of Environment and Health (IEH). The Setting and Use of Occupational Exposure Limits. ICCM, London, UK. 2007.

Tan K T, Lee H S, David K. The development and regulation of occupational exposure limits in Singapore. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 46: 136–141. 2006.

The Japan Society for Occupational Health. Recommendation of Occupational Exposure Limits. J OCC Health, 52: 308-324. 2010.

Walters D, Grodzki K, Walters S. The role of occupational exposure limits in the health and safety systems of EU Member States. 1st ed., Centre for Industrial and Environmental Safety and Health, South Bank University, CROWN copyright, London. UK. 2003.

بخش دوم: حدود مجاز شاخص‌های مواجهه بیولوژیکی^۱

پایش بیولوژیکی (زیستی)^۲

پایش بیولوژیکی وسیله مهمی برای ارزیابی مواجهه و ریسک سلامت برای کارگران فراهم می‌کند. پایش بیولوژیکی عبارت از سنجش غلظت یک ماده شیمیائی یا متابولیت‌های آن در ماتریکس‌های بیولوژیک بوده و امکان ارزیابی مواجهه کارگران با مواد شیمیایی موجود در محیط کار را در زمان‌های مشخص، از طریق اندازه‌گیری نشانگرهای مناسب در نمونه‌های زیستی (شامل ادرار، خون و هوای بازدم) فراهم می‌نماید. پایش زیستی مکملی جهت ارزیابی مواجهه از طریق نمونه‌برداری هوا بوده و با شناخت به موقع اثرات برگشت‌پذیر، نقش مهمی در کاهش ریسک‌های مؤثر بر سلامت کارگران دارد. انجام برنامه‌های مراقبت بهداشتی کارگران در قالب پایش زیستی، مستلزم به کارگیری یک سازوکار اصولی و منظم مبتنی بر مقررات، طی یک دوره زمانی طولانی بوده و متخصصین بهداشت حرفه‌ای را در انجام امور زیر یاری می‌کند:

۱. شناسایی و تعیین مقدار ماده شیمیائی که علاوه بر استنشاق از طریق پوست و خوراکی جذب شده
 ۲. اطلاع از مواجهات انجام‌شده در گذشته و ارزیابی میزان سربار بدن
 ۳. شناسایی مواجهات غیر شغلی کارگران
 ۴. بررسی میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی و کنترل‌های مهندسی
 ۵. نظارت بر شیوه انجام کار
- معمولًاً جهت طراحی، انجام و تفسیر پایش زیستی در مواجهات شغلی از شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs) استفاده می‌گردد، که کاربرد این شاخص بستگی به میزان تجربه در زمینه بهداشت حرفه‌ای و مستندات موجود در خصوص OEL دارد.

شاخص‌های مواجهه بیولوژیکی

شاخص‌های مواجهه بیولوژیکی، مقادیر راهنمای جهت ارزیابی نتایج پایش بیولوژیک بوده و از نمونه‌های جمع‌آوری شده از کارگران سالمی که از راه استنشاق در مواجهه با مقادیر در محدوده OEL هستند، به دست می‌آید. در این بین، موادی که OEL آنها بر مبنای محافظت در مقابل آثار غیر سیستمیک (مانند

1 Biological Exposure Indices

2 Biological Monitoring

تحریک یا اختلالات تنفسی) ارائه شده، به علت جذب قابل ملاحظه این مواد از سایر راه‌ها (اغلب پوست) استثناء می‌باشند.

شاخص‌های مواجهه بیولوژیکی به طور کلی معرف مقادیری است که در پائین تراز آن مقادیر، اثرات زیان‌آوری بر سلامتی کارگران وجود نداشته باشد. هرچند BEI جهت سنجش اثرات زیان‌آور یا تشخیص بیماری‌ها توصیه نشده، اما متخصصین بهداشت حرفه‌ای را جهت شناسایی و تعیین مقدار مواد شیمیائی که علاوه بر استنشاق، از طریق پوست یا گوارش جذب شده‌اند، یاری می‌کند. عوامل بیولوژیکی شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها، آرآکنیدها (عنکبوتیان)، جلبک‌ها و انگل‌ها می‌باشند. اصطلاح «عامل بیولوژیکی» به ماده‌ای با منشأ بیولوژیک اطلاق می‌شود که قادر به ایجاد اثرات سوء بر سلامتی است (به عنوان مثال، عفونت یا حساسیت بیش از حد، ایجاد تحریک، التهاب یا سایر واکنش‌های نامطلوب).

بیوآئروسل‌ها، آتروسول‌هایی هستند که از موجودات زنده تشکیل شده و یا از آنها مشتق شده‌اند و می‌توانند شامل ارگانیسم‌های زنده و غیرزنده، ویروس‌ها، بخش‌های بدن آنها، سموم و ذرات زنده و غیر زنده و پسماندهای ذره‌ای باشند. عوامل بیولوژیکی ماهیتی فراگیر دارند اما ممکن است در محیط‌ها و مواد انسان ساز تقویت یا تشدید شوند. بسیاری از این عوامل بیولوژیکی شامل یا ناشی از: فعالیت‌های متابولیکی یا تجزیه مواد مغذی و بسترها زیستی (سابسترها)، اندوتوكسین‌ها، مایکوتوكسین‌ها، آنتی‌ژن‌ها، آلرژن‌ها و یا ترکیبات آلی فرار می‌باشند. انسان‌ها هر روزه به طور مداوم در معرض طیف وسیعی از این آلاینده‌ها در غلظت‌های مختلف قرار می‌گیرند (معمولًاً سطح بسیار کمی که منجر به ایجاد پاسخی نمی‌شوند یا خطری برای سلامتی ندارند) لزوماً مضر نیستند.

برای برخی از مواد با منشأ بیولوژیکی، مثل سلوژ، حد آستانه مجاز وجود دارد. این مواد شامل مواردی نظری: برخی از انواع چوب، آرد، پنبه و غبار دانه‌ها، نیکوتین، پیترروم، نشاسته، سابتیلیسین‌ها (آنزیم‌های پروتولیتیک یا هضم کننده پروتئین)، ساکاروز و ترکیبات فرار تولید شده توسط موجودات زنده که معمولًاً با منابع شغلی صنعتی و دیگر منابع مرتبط هستند (به عنوان مثال، آمونیاک، دی‌اکسید کربن، اتانول و سولفید هیدروژن). با این حال، اکثریت باقیمانده عوامل بیولوژیکی نگران‌کننده در طبیعت به

صورت میکروبی موجود می باشد. به دلایلی که در ادامه بحث مشخص شده است، هیچ حد مجازی وجود ندارد که بتواند غلظت هوای محیطی عوامل میکروبی را با هم مقایسه کند.

آلودگی بیولوژیکی محیط داخلی را می توان به این صورت تعریف کرد: الف) بیوآئرولسل هایی که احتمالاً اثرات سوء بر سلامت انسان دارند یا وی را مستعد می سازند ب) غلظت های نامناسب هوابرد بیوآئرولسل ها در محیط داخلی، که با لحاظ نوع فضا یا اهداف سکونتی تعیین می شوند. ج) رشد میکروبی در محیط های سرپوشیده، تقویت یا ابقای رشد بیولوژیکی، منابع عوامل عفونی یا بیماری زا، یا ته نشین شده، انباسته یا تقویت شده، که ممکن است به صورت ذرات معلق در هوا درآیند و انسان در مواجهه با آنها قرار گیرد.

کمیته® ACGIH در مورد بیوآئرولسل ها بر این نظر است که، در حال حاضر، اندازه گیری و تجزیه و تحلیل غلظت موجود بیوآئرولسلها در هوا را نمی توان فقط با تکیه بر شرایط و مواجهه خطرات نامطلوب سلامتی تعیین کرد.

رویکرد پیشنهادی ACGIH® برای ارزیابی مواجهه با بیوآئرولسل ها به بازرسی بصری ساختمان، ارزیابی علائم سوء بهداشتی سکنه، ارزیابی عملکرد ساختمان، شامل: تهويه، شناسایي منابع بالقوه زيست محیطي، تقویت یا تجمع، انتشار و اعمال قضاوت حرفه‌اي در مورد اطلاعات برای ایجاد یك نظر آگاهانه در مورد احتمال مواجهه بیوآئرولسل ها متنکی است. راهنمای منتشر شده اطلاعات اساسی در مورد گروه های عمدۀ بیوآئرولسل ها، از جمله منابع و اثرات بهداشتی آنها را فراهم می کند و روش های جمع آوري، تجزیه و تحلیل و تفسیر نمونه های بیوآئرولسل از منابع بالقوه محیطي را شرح می دهد. گاهی اوقات، نظارت بر محیط (به عنوان مثال، نمونه گیری هوای میکروبی) یک آلودگی بیولوژیکی منفرد یا غالب را مشخص می سازد. به طور معمول، نمونه گیری از میکروب های هوا، مخلوطی از بسیاری از مواد مشتق شده از نظر زیست شناختی را نشان می دهد.

با توجه به طبیعت متنوع و تعاملی محیط های داخلی (سرپوشیده)، نمونه برداری محیطی برای بیوآئرولسل -ها باید فقط با پیروی از قواعد فرضیات دقیق قابل آزمایش در مورد منابع بالقوه بیوآئرولسل و همچنین

سازوکارهایی باشد که به موجب آن، ساکنین ممکن است از این منابع در معرض بیوآئرول قرار بگیرند. حتی وقتی محققان از فرضیه‌های قابل آزمایش و برنامه‌های نمونه‌گیری به خوبی فرموله شده استفاده می‌کنند، نتایج حاصل از بررسی بیوآئرول های محیطی می‌تواند غیرقطعی و گمراه کننده باشد. تفسیر نتایج نمونه‌برداری بسیار ذهنی است و اغلب مبتنی بر اطلاعات علمی یا مبتنی بر شواهد نیست. با توجه به چالش‌های مربوط به اندازه‌گیری مجدد آلودگی هوا و روش‌های تحلیلی، روابط دوز-پاسخ نامشخص، حساسیت فردی و تنوع ذاتی در غلظت پس زمینه، هیچ حد آستانه مجازی برای غلظت‌های موجود در هوا وجود ندارد: (به عنوان مثال، الف) کل باکتری‌ها، قارچ‌ها یا ویروس‌ها؛ (ب) بیوآئرول‌های قابل کشت یا قابل شمارش خاص (مانند، آسپرژیلوس فومیگاتوس^۱؛ ج) عوامل عفونی (مانند لژیونلا پنوموفیلا^۲، سارس-کووید-۲^۳، یا مایکو باکتریوم توبرکلوزیس^۴ د) آلاینده‌های بیولوژیکی قابل سنجش (به عنوان مثال، اندوتوکسین‌ها، مایکوتوكسین‌ها، آنتیژن‌ها یا ترکیبات آلی فرار میکروبی^۵).

الف - کل بیوآئرول‌های قابل کشت یا قابل شمارش. بیوآئرول‌های قابل کشت آن دسته از باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌هایی هستند که می‌توان با روش‌های شناخته شده و پذیرفته شده آنها را نمونه‌برداری کرد و سپس در محیط کشت در آزمایشگاه رشد داد. چنین نتایجی به عنوان تعداد واحدهای تشکیل دهنده کلنی (CFU^۱) در هر حجم نمونه گزارش می‌شود (به عنوان مثال، متر مکعب هوا). بیوآئرول‌های قابل شمارش نیز اسپورهای قارچی، سلول‌های باکتریایی و سایر موادی هستند که می‌توانند توسط میکروسکوپ شناسایی و شمارش شوند.

^۱ Aspergillus fumigatus

^۲ Legionella pneumophila

^۳ SARS-COV-2

^۴ Mycobacterium tuberculosis

^۵ MVOCS

^۶ Colony-Forming Unit

به دلایل زیر از نظر علمی یک حد مجاز عمومی برای غلظت‌های بیوآئرولسل قابل کشت یا قابل شمارش وجود ندارد:

- میکروارگانیسم‌های قابل کشت و ذرات بیولوژیکی قابل شمارش یک موجودیت واحد را تشکیل نمی‌دهند (به عنوان مثال، بیوآئرولسل‌ها در بخش‌های محیطی و غیرکشاورزی به طور کلی مخلوط پیچیده‌ای از ذرات مختلف میکروبی، حیوانی و گیاهی هستند).
- واکنش‌های انسان به بیوآئرولسل‌ها از تأثیرات بی‌ضرر تا بیماریهای جدی و حتی کشنده به عامل خاص درگیر و حساسیت فرد به آن بستگی دارد. بنابراین، حد مناسب مواجهه با یک بیوآئرولسل ممکن است برای دیگری کاملاً نامناسب باشد و هیچ یک از آنها برای جمعیت وسیعی قابل تعیین نباشد.
- اگرچه روش‌های قابل اعتماد متعددی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل مواد بیوآئرولسل در دسترس است، با این حال، روش‌های مختلف جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل نمونه ممکن است منجر به برآوردهای مختلف غلظت بیوآئرولسل قابل کشت و قابل شمارش شود، حتی در صورت استفاده از همان روش‌های اولیه نمونه گیری.
- تنوع زمانی و مکانی ذاتی اسپورهای قارچ، باکتری‌ها و سایر غلظت‌های بیوآئرولسل متعلق در محیط‌های بیرونی و داخلی، انجام تعداد کم نمونه جمع‌آوری شده یا چندین «نمونه برداری آنی»، برآورد میزان مواجهه میانگین وزنی (TWA) را به یک رویکرد غیرقابل اطمینان بدل می‌کند.
- تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای غلبه بر این محدودیت اغلب برای امور خارج از حوزه تحقیقات به صرفه نیست.
- در حال حاضر، اطلاعات مربوط به غلظت‌های بیوآئرولسل قابل کشت یا قابل شمارش و ایجاد اثرات سلامتی به طور کلی برای توصیف روابط مواجهه - پاسخ کافی نیست.

ب) بیوآئرولس های قابل کشت یا قابل شمارش خاص به غیر از عوامل عفونی. OELs اختصاصی برای بیوآئرولس های قابل کشت یا قابل شمارش برای جلوگیری از حساسیت بیش از حد، مواد محرک، عفونی، سمی یا سایر واکنشهای سوء بهداشتی تعیین نشده است. در حال حاضر، اطلاعات مربوط به غلظت های بیوآئرولس قابل کشت یا قابل شمارش با اثرات سوء سلامتی تا حد زیادی از گزارشات موردنی و ارزیابی های مواجهه کیفی تشکیل شده است.

داده های موجود برای توصیف روابط مواجهه - پاسخ کافی نیستند. دلایل عدم وجود داده های اپیدمیولوژیک مناسب در مورد چنین روابطی شامل موارد زیر است:

- ۱- بیشتر داده ها در مورد غلظت های بیوآئرولس های خاص به جای اندازه گیری عوامل موثر واقعی از اندازه گیری های شاخص مربوطه بدست می آیند. به عنوان مثال، برخی از محققان از غلظت های موجود در هوا از قارچ های قابل کشت برای نشان دادن مواجهه آتنی ژن های قارچی موجود در هوا استفاده می کنند. علاوه بر این، بیشتر اندازه گیری ها یا از نمونه های ناحیه و یا از نمونه های منبع انجام می شود. این رویکردهای نظارتی، در بهترین حالت، برآورده خام از مواجهه با انسان است. برای ایجاد داده های لازم برای استخراج OEL، نمونه برداری فردی از عوامل موثر ضروری است.

- ۲- اجزای سازنده و غلظت بیوآئرولس در محیط های مختلف شغلی، غیر شغلی و زیست محیطی بسیار متفاوت است. متأسفانه، نمونه برداری تکرار شونده در ارزیابی های بیوآئرولس چندان معمول نمی باشد. علاوه، معمولاً دستگاه های نمونه گیری هوا برای نظارت بر فضای داخلی برای جمع آوری نمونه های «آنی» در فواصل زمانی نسبتاً کوتاه طراحی شده اند. اندازه گیری نمونه های آنی کوتاه منفرد و کوتاه مدت ممکن است یک یا چند مرتبه از غلظت های متوسط دراز مدت، بالاتر (یا پایین تر) باشد و بعيد به نظر می رسد مواجهه ساکنین را به طور دقیق نشان دهد. برخی از ارگانیسم ها و منابع به عنوان «غلظت انفجار»، غلظتی از آئرولس را آزاد می کنند، که فقط به ندرت با نمونه گیری محدود می توان آن را تشخیص داد. با این وجود،

چنین انتشارهای اپیزودیک(منقطع) و گذرای بیوآئرول ممکن است اثرات قابل توجهی در سلامتی ایجاد کند.

-۳ در مطالعات (به عنوان مثال، محلهای کار یا خانههای منفرد)، در صورت محلی سازی آلودگی، ممکن است تعداد افرادی که تحت تأثیر عوامل بیولوژیکی قرار دارند، کم باشد و در نتیجه فقط بخشی از ساکنان ساختمان را تحت تأثیر قرار دهد. با این حال، به ندرت می‌توان داده‌های مطالعات مختلف را برای دستیابی به تعداد قابل توجهی از افراد مورد آزمایش ترکیب کرد؛ زیرا انواع خاصی از عوامل بیولوژیکی مسئول بیماری‌های مرتبط با بیوآئرول متعدد هستند و اغلب از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متفاوت است. این عوامل منجر به قدرت آماری کم رایج در ارزیابی روابط علت و معلولی بین مواجهه با عوامل خاص بیولوژیکی و شکایات بهداشتی مرتبط با ساختمان می‌شود.

ج- عوامل عفونی: روابط مناسب مواجهه و پاسخ انسان برای بیوآئرول‌های عفونی برای اکثر میکرووارگانیسم‌ها و ویروس‌ها مشخص نشده است. در حال حاضر، پروتکل‌های نمونه‌برداری هوا برای عوامل عفونی بسیار محدود است. نمونه‌برداری هوا برای تعیین TWA یا مواجهه گذرا در اکثر محیط‌ها عملی نیست. این موارد می‌توانند برای امور تحقیقاتی دانشگاهی یا به عنوان بخشی از ارزیابی کلی جهت آگاهی از مواجهه بالقوه بیوآئرول‌های عفونی مفید باشند. در بیشتر موارد مواجهه معمول، اقدامات بهداشت عمومی، مانند ایمن‌سازی، یافتن موارد فعال، کنترل منبع و درمان‌های پزشکی، همچنان دفاع اصلی در برابر بیوآئرول‌های عفونی است. کارگاه‌ها و محلهای با افزایش خطر انتقال بیماری‌های عفونی منتقله از هوا (به عنوان مثال، آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی، مرکز نگهداری حیوانات و مراقبت‌های بهداشتی) باید از کنترل‌های مهندسی (مانند تهویه و فیلتراسیون) استفاده کنند تا غلظت عوامل عفونی و مواجهات متعاقب را در هوا به حداقل برسانند. بعلاوه، چنین محلهایی باید کنترل‌های مدیریتی و تجهیزات حفاظت فردی(PPE)، مانند رسپیراتورهای تنفسی مناسب را نیز برای کاهش مواجهه کارگران با بیوآئرول‌های عفونی به کار بگیرند.

د- سایر آلاینده های ناشی از عوامل بیولوژیک: اندوتوكسین ها، مایکوتوكسین ها، آنتی ژن ها، آلرژن ها و VOC ها با استفاده از آزمایش های شیمیایی، ایمنی شناختی یا بیولوژیکی شناسایی می شوند. شواهد موجود هنوز نمی توانند موید BEIs یا OELs هیچ یک از این مواد باشند. با این حال، روش های سنجش برای برخی آنتی ژن های متداول موجود در هوا و اندوتوكسین ها به طور پیوسته در حال بهبود هستند و اعتبار این سنجش ها در عرصه نیز در حال پیشرفت است. روابط دوز و پاسخ برای برخی از آلاینده های قابل ارزیابی از نظر بیولوژیکی در مطالعات تجربی و گهگاه بررسی های اپیدمیولوژیک مشاهده شده است.

بنابراین، ممکن است در آینده حدود مواجهه آلاینده های معلق در هوا، قابل آزمایش و از طریق بیولوژیک حاصل شود. علاوه بر این، تکنیک های نوآورانه مولکولی به طور فراینده ای برای بیوآئروسل های خاص یا آلاینده های زیست شناختی، در دسترس قرار گرفته است که قبلاً فقط با محیط کشت یا از طریق شمارش قابل تشخیص بودند.

ارتباط BEI با OEL

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

- احتمال وجود مواجهه از مسیرهای دیگر علاوه بر استنشاق (معمولًاً پوست)، اغلب باعث عدم هماهنگی بین نمونه‌برداری هوا و پایش زیستی می‌گردد، این موضوع خود میان ضرورت انجام پایش زیستی است.
- تفاوت فیزیولوژیک و سطح سلامتی کارگران از جمله: ساختار بدنی، رژیم غذایی (آب و مصرف چربی)، فعالیت آنژیمی 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 هم‌زمان با انواع مواد شیمیایی و سایر عادات شغلی.
- برنامه زمانی نمونه‌برداری: رعایت دقیق برنامه زمانی به علت متفاوت بودن فرایندهای توزیع، دفع و تغیرات بیوشیمیایی حاصل از مواجهه با مواد شیمیایی و توصیه جهت استفاده از شاخص‌های بیولوژیک مواجهه تنها در صورت رعایت برنامه زمانی توصیه شده است.
- فاکتورهای روش کار شامل: آلودگی ¹ثانویه نمونه، تخریب نمونه هنگام جمع‌آوری، نگهداری و تجزیه، و خطأ و اشتباه در انتخاب روش تجزیه.
- موقعیت قرار گیری وسیله پایش هوا نسبت به منطقه تنفسی کارگر.
- توزیع اندازه ذرات و فراهم زیستی².
- میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی.
- فاکتورهای مواجهه غیر شغلی مانند: آلاینده‌های خانگی³ و محیطی، آلودگی آب و غذا، بهداشت فردی، استعمال دخانیات، دارو و الکل، مواجهه با بعضی مواد شیمیایی که

1 Schedule Sampling

2 Bioavailability

3 Household

صرف خانگی دارند، مواجهه با مواد شیمیایی مربوط به تفریح و سرگرمی یا موجود در سایر محیط‌های کاری.

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

جمع‌آوری نمونه

از آنجایی که غلظت برخی از نشانگرها ممکن است سریعاً تغییر کند، لذا زمان جمع‌آوری نمونه بسیار حائز اهمیت بوده و بایستی با دقیق کنترل و ثبت گردد. زمان نمونه‌برداری با توجه به زمان ماندگاری نشانگر تعیین می‌گردد. مواد شیمیائی که در بدن تجمع می‌یابند، به زمان نمونه‌برداری خاصی نیاز ندارند. زمان‌های جمع‌آوری نمونه توصیه شده به شرح زیر می‌باشند:

- ابتدای نوبت کاری^۱: ۱۶ ساعت بعد از خاتمه مواجهه.
- قبل از آخرین نوبت کاری^۲: قبل از آخرین نوبت کاری یک هفته کاری
- افزایش طول نوبت کاری^۳: تیاز به جمع‌آوری نمونه قبل و بعد از نوبت کاری
- در طی نوبت کاری^۴: در هر زمان پس از ۲ ساعت مواجهه
- انتهای نوبت کاری^۵: در اولین فرصت پس از خاتمه مواجهه
- انتهای هفته کاری^۶: بعد از ۴ یا ۵ روز مواجهه مدام
- اختیاری / غیر بحرانی^۷: در هر زمان دلخواه

مقایسه مقادیر یک نشانگر با BEI مستلزم رسیدن به شرایط پایدار است. از طرفی، رسیدن به این وضعیت جهت ترکیباتی که نیمه عمر طولانی دارند ممکن است هفته‌ها، ماه‌ها یا حتی سال‌ها پس از شروع به کار کارگر به طول بیانجامد. بنابراین متخصصین بهداشت حرفه‌ای بایستی افزایش مقادیر نشانگر ناشی از

1 Prior to Shift

2 Prior to last shift

3 Increase during shift

4 During Shift

5 End of Shift

6 End of the Workweek

7 Discretionary/Not Critical

افرايش مواجهه در نمونه‌های متوالى از ابتدای شروع مواجهه کارگر را مورد توجه قرار دهنده. هرچند اين مقادير از حدود توصيه شده BEI كمتر باشد.

مقبوليت نمونه ادرار

نمونه‌های ادرار خيلي رقيق یا خيلي غليظ معمولاً جهت پايش مناسب نیستند. سازمان بهداشت جهانی در خصوص حدود قابل نمونه ادرار دستورالعمل زیر را ارائه نموده است:

غلظت کراتينین بین L/g ۳ - ۰/۳ یا وزن مخصوص بین $1/0^{30}$ - $1/0^{10}$

نمونه‌های خارج از مقادير فوق بایستی دور ريخته شده و نمونه‌های ديجري جمع آوري گردد. از کارگرانی که به طور متوالى نمونه ادرار غيرقابل قبول داشته باشند، بایستی معاینات پزشكى به عمل آيد. غلظت آن دسته از BEIs که وابسته به ميزان ادرار باشد، نسبت به کراتينين بيان می گردد. در حالی که مواد شيميايی دفع شده از راه انتشار، لزومي به اصلاح بروون ده ادرار ندارند. زمانی که داده‌های ميداني اندازه‌گيري کراتينين در دسترس باشد، BEI را بایستی نسبت به کراتينين بيان نمود. در ساير موارد که اصلاح توصيه نشده باشد، BEI به صورت غلظت در ادرار گزارش می گردد.

ضمانت كيفي^۱

پايش زيسنی از تمامی جوانب بایستی مطابق با يك برنامه تضمین كيفيت انجام گيرد. نمونه‌ها بایستی فاقد آلدگي ثانويه بوده، هنگام جمع آوري تخریب نشده و با استفاده از ظروف مناسب و ثبت دقیق مشخصات فرد نمونه دهنده، زمان نمونه گيري و شرایط زمانی- مکانی مواجهه، جمع آوري گردد. روش تجزیه آزمایشگاهی باید از صحت، دقت و حساسیت مناسب جهت اندازه گيري BEI برخوردار بوده و تجزیه نمونه‌ها مطابق با ضوابط كنترل كيفيت معمول آزمایشگاهی انجام گيرد. متخصصين بهداشت حرفه‌اي جهت ارزیابی صحت و درستی نتایج، بایستی همراه با نمونه کارگر، يك سري نمونه کور شامل انواع نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی استاندارد افروده تهیه و به آزمایشگاه ارسال نمایند، تا بدین وسیله از توانائي آزمایشگاه در اندازه گيري دقیق BEI، اطمینان حاصل کنند.

نمادهای ملاحظات

1 Acceptability

2 Quality Assurance

"B" (زمینه): نشانگر موردنظر ممکن است به میزان قابل ملاحظه‌ای در نمونه‌های زیستی 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 زیستی منظور شود اما در حال حاضر اطلاعات کافی جهت تعیین BEI اختصاصی موجود نیست. "NS" (غیراختصاصی): نشانگر غیراختصاصی بوده و ممکن است در اثر مواجهه با سایر مواد شیمیایی نیز در نمونه زیستی یافت گردد.

"Sq" (نیمه کمی): هرچند این نشانگر به عنوان شاخص زیستی مواجهه با مواد شیمیایی کاربرد دارد، اما اندازه‌گیری آن از نظر کمی بدقت، قابل تفسیر نیست. 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، می‌توان از این نشانگر استفاده نمود.

"Pop" (مبتنی بر جمعیت): این شاخص اختصاص به موقعی دارد که داده‌های کافی برای بیان مقادیر عددی BEI وجود نداشته، ولی داده‌های کافی درخصوص سطوح زمینه در جمعیت‌های عمومی در NHANES دسترس باشد. مقادیر "Pop" را می‌توان بر اساس صد کمپین از مطالعات گسترده انجام شده CDC بر روی جمعیت عمومی و یا از طریق بررسی متون علمی مربوط به جمعیت، از مواجهات غیر شغلی برآورد نمود. مقادیر "Pop" سلامت محور نبوده و هدف از آن ارائه یک راهنمای حرفة‌ای در مواجهات شغلی است که در محیط‌های عمومی کاربردی ندارد. مقادیر اندازه‌گیری شده در سطوح بالاتر از "Pop" گویای احتمال زیاد مواجهه شغلی است.

کاربرد BEIs

شاخص‌های زیستی مواجهه که به عنوان راهنمایی جهت ارزیابی خطرات بهداشتی بالقوه در بهداشت حرفه‌ای کاربرد دارد، نشان‌دهنده تمایز مشخص بین مرز مواجهات خطرناک و بی خطر نیست. به طور مثال در مواردی ممکن است بالا بودن غلظت نشانگر خاصی از BEI، منجر به افزایش ریسک سلامت نگردد. چنانچه نتایج اندازه‌گیری نمونه‌های مختلف اخذ شده از یک کارگر از BEI بیشتر باشد، با این‌ستی 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 می‌یابد.

با توجه به تغییرات طبیعی غلظت BEI در نمونه‌های بیولوژیک، نتایج به دست آمده از یک نمونه واحد نبایستی ملاک عمل قرار گرفته و جز در موقع نمونه‌برداری مکرر و یا تجزیه تکراری یک نمونه، عملیات اجرائی را نبایستی به یک نمونه واحد محدود نمود. با این وجود، در برخی مواقع اگر دلیل قانع‌کننده‌ای وجود داشته باشد که ممکن است مواجهه قابل توجهی رخ داده باشد، ممکن است تنها با آنالیز یک نمونه دارای غلظت بالای آلاینده، از ادامه مواجهه کارگر جلوگیری به عمل آید. در مقابل، مشاهدات زیر مقادیر BEI نیز، لزوماً گویای عدم وجود ریسک مؤثر بر سلامتی نیست.

شاخص‌های زیستی مواجهه، صرفاً جهت کنترل خطرات بهداشتی بالقوه در کارگر توصیه شده و جهت استفاده در جمعیت‌های عمومی و مواجهات غیر شغلی مناسب نیست. شاخص‌های زیستی مواجهه برای ۸ ساعت مواجهه روزانه در ۵ روز هفته کاربرد دارد، هرچند ممکن است در برخی مشاغل، از تغییر برنامه زمان کاری استفاده شود. اما کمیته BEI هیچ گونه تغییر یا فاکتور اصلاحی را در BEIs توصیه نمی‌کند. مقادیر BEI نه خط مرزی بین سلامت و غلظت‌های خطرناک بوده و نه شاخص سمیت محاسبه گردیده و باستی توسط مطلعین بهداشت حرفه‌ای استفاده گردد. از آنجائی که دانش متابولیسم، توزیع، تجمع، دفع و اثرات مواد شیمیائی به طور مؤثر در استفاده از BEIs مفید است، لذا هنگام تصویب BEIs از اطلاعات توکسیکوکیнетیک^۱ و توکسیکودینامیک^۲ نیز بهره گرفته شده است.

1 Toxicokinetic

2 Toxicodynamic

تذکر: بایستی به این موضوع توجه نمود که قبل از طراحی پروتکل های پایش زیستی و تفسیر BEI مراجعه به مستندات BEI امری ضروری است. علاوه بر این، در هر یک از این مستندات، مسیری که جهت تدوین BEI برای کلیه ترکیبات شیمیایی انجام گرفته ارائه شده است.

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)					
ردیف	ماده شیمیائی	استن	استن	آنیلین	آنیلین
ردیف		ACETONE [67-64-1] (2014)		‡ آنیلین	‡ آنیلین
۱	استن	استن	آنیلین	آنیلین	آنیلین
۲	ANILINE [62-53-3] (2003)	ANILINE [62-53-3] (2003)	*	*	*
۳	ارسینیک فلزی و ترکیبات غیر آلی محلول (شامل ارسنید گالیم و آرسین)	ARSENIC, ELEMENTAL [7440-38-2] AND SOLUBLE INORGANIC COMPOUNDS (excludes gallium arsenide and arsine) (1998)	ارسینیک غیر آلی به علاوه متabolیت های متیله در ادرار	ارسینیک غیر آلی به علاوه متabolیت های متیله در ادرار	ارسینیک غیر آلی به علاوه متabolیت های متیله در ادرار
۴	بنزن	BENZENE [71-43-2] (1999)	اس - فنیل مر کاپتوریک اسید در ادرار	ترانس - ترانس موکونیک اسید در ادرار	ترانس - ترانس موکونیک اسید در ادرار
۵	او ۳ بوتادی ان	1,3-BUTADIENE [106-99-0] (2005)	او ۲ دی هیدرو کسی - ۴ - (ان - استیل سیستئنیل) - بوتان در ادرار	مخلوط ان - ۱ و ان - ۲ - (هیدرو کسی بوتینیل) والین متصل شده به همو گلوبین (Hb) در خون	مخلوط ان - ۱ و ان - ۲ - (هیدرو کسی بوتینیل) والین متصل شده به همو گلوبین (Hb) در خون

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)

ردیف	ماده شیمیائی	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۶	۲-بوتوکسی اتانول 2-BUTOXYETHANOL [111-76-2] (2006)	*بوتوکسی اسیتیک اسید (BAA) در ادرار	انهای نوبت کاری	۲۰۰ mg/g	---
۷	کادمیوم و ترکیبات غیر آنی CADMIUM [7440-43-9] AND INORGANIC COMPOUNDS (2015)	کادمیوم در ادرار کادمیوم در خون	اختیاری	۵ µg/g	زمینه
۸	دی سولفید کربن CARBON DISULFIDE [75-15-0] (2008)	۲-تیواکسوتیازولیدین-۴-کربوکسیلیک اسید (TTCA) در ادرار	انهای نوبت کاری	۰/۵ mg/g	زمینه و غیراختصاصی
۹	مونوکسید کربن CARBON MONOXIDE [630-08-0] (2015)	کربوکسی هموگلوبین در خون مونوکسید کربن در هوای بازدم	انهای نوبت کاری	۰/۳۵ %	زمینه و غیراختصاصی
۱۰	کلروبنزن CHLOROBENZENE [108-90-7] (2006)	۴*-کلرو کاتکول در ادرار *پاراکلروفنل در ادرار	انهای نوبت کاری در آخر هفته	۱۰۰ mg/g	غیراختصاصی
۱۱	آفت‌کش‌های مهار کننده استیل کولین استراز CHOLINESTERASE INHIBITING PESTICIDES (2017)	فعالیت کولین استرازی در گلبول‌های قرمز فعالیت بوتیریل کولین استراز در سرم یا پلاسمای خود فرد	انهای نوبت کاری	۷۰% *** ۶۰% ***	غیراختصاصی
			انهای نوبت کاری	۲۰ ppm	غمینه و غیراختصاصی
			انهای نوبت کاری	۵ µg/L	غمینه
			اختیاری	۵ µg/g	غمینه

** با توجه به وجود اختلافات قابل ملاحظه در مقادیر فعالیت کولین استرازی پایه گزارش شده در افراد مختلف، توصیه می‌شود که قبل از مواجهه هر کارگر با آفت‌کش‌های مهار کننده کولین استراز، حداقل یک بار در سال نسبت به اندازه گیری میانگین دو فعالیت کولین استراز پایه مربوطه در کارگرانی که حداقل به مدت ۳۰ روز با آفت‌کش‌های مهار کننده این آنزیم مواجهه نداشته باشند در ۳ روز به صورت جداگانه اقدام گردد. همچنین توصیه می‌شود تا مادامی که فعالیت کولین استراز به ۲۰٪ پایه کاهش نیافته، از مواجهه کارگر با آفت‌کش‌ها در محیط کار مانع گردد.

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)

ردیف	ماده شیمیائی	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۱۲	‡ کروم(VI) و فیوم های محلول در آب (CHROMIUM(VI), Water-soluble fume (2003))	کروم کل در ادرار	انهای نوبت کاری در آخر هفته	۲۵ µg/L	
				۱۰ µg/L	افزایش یافته در طول نوبت کاری
۱۳	کبالت و ترکیبات غیر آلی شامل (اکسید کبالت ترکیب نشده با کاربید تنگستن) COBALT [7440-48-4] AND INORGANIC COMPOUNDS, including Cobalt oxides but not combined with Tungsten carbide (2014)	کبالت در ادرار	انهای نوبت کاری در آخر هفته	۱۵ µg/L	غیراختصاصی
				-	غیراختصاصی، غر کمی
۱۴	سیکلوهگزانول CYCLOHEXANOL [108-93-0] (2003)	*سیکلوهگزانول در ادرار	انهای نوبت کاری در آخر هفته	--	غیر کمی و غیراختصاصی
				--	غیر کمی و غیراختصاصی
۱۵	سیکلوهگزانون CYCLOHEXANONE [108-94-1] (2003)	*سیکلوهگزانون در ادرار	انهای نوبت کاری در آخر هفته	۸۰ mg/L	نیمه کمی و غیراختصاصی
				۸ mg/L	نیمه کمی و غیراختصاصی
۱۶	دی کلرومتان DICHLOROMETHANE [75-09-2] (2004)	دی کلرومتان در ادرار	انهای نوبت کاری	۰/۳ mg/L	نیمه کمی
۱۷	ان و ان دی متیل استامید N,N-DIMETHYLACETAMIDE [127-19-5] (1993)	ان- متیل استامید در ادرار	انهای نوبت کاری در آخر هفته	۳۰ mg/g	---
۱۸	ان و ان دی متیل فورمامید	ان- متیل فورمامید کل در ادرار*	انهای نوبت کاری	۳۰ mg/L	---

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)

ردیف	ماده شیمیائی	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
	N,N-DIMETHYLFORMAMIDE [68-12-2] (2016)	ان- استیل- اس- (ان- متیل کاربامویل) سیستئین در ادرار	ابتداي آخرين نوبت کاري هفته	۳۰ mg/L	---
**ان متیل فورمامید کل به عنوان نماینده ای از مجموع ان متیل فورمامید و ان(هیدروکسی متیل)- ان متیل فورمامید					
۲۹	۲-اتوكسی اتانول و ۲-اتوكسی اتیل استات 2-ETHOXYETHANOL (EGEE) [110-80-5] AND 2-ETHOXYETHYL ACETATE (EGEEA) [111-15-9] (1992)	۲- اتوکسی استیک اسید در ادرار	انهای نوبت کاري در آخر هفته	۱۰۰ mg/g	---
۲۰	اتیل بنزن ETHYLBENZENE [100-41-4] (2013)	مجموع ماندليک اسید و فنيل گلی اگراليک اسید در ادرار	انهای نوبت کاري در آخر هفته	۰/۱۵ g/g	غيراختصاصی کراتینین
۲۱	اکسید اتیلن ETHYLENE OXIDE [75-21-8] (2018)	ان-(۲-هیدروکسی اتیل) والین (HEV) متصل شده به گلوبول های قرمز	اختیاری	۵۰۰۰ pmol HEV/g گلوبین **	غيراختصاصی
	اس-(۲-هیدروکسی اتیل) مرکاپتوریک اسید (HEMA) در ادرار				غيراختصاصی و مبتنی بر جمعیت کراتینین
۲۲	ان-اتیل-۲-پیرولیدین N-ETHYL-2-PYRROLIDONE [2687-91-4] (2018)	۵-هیدروکسی-ان-اتیل-۲-پیرولیدون در ادرار	انهای نوبت کاري	--	غير کمی
۲۳	فلورایدها FLUORIDES (2011)	فلوراید در ادرار	ابتداي نوبت کاري انهای نوبت کاري	۲ mg/L ۳ mg/L	زمینه و غيراختصاصی زمینه و غيراختصاصی

** برای کارگرانی اعمال می شود که در طی ۱۲۰ روز گذشته با اکسید اتیلن مواجهه داشته باشند.

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)

ردیف	ماده شیمیائی	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۲۴	فورفورال FURFURAL [98-01-1] (2006)	*فوروئیک اسید در ادرار	انتهای نوبت کاری	۲۰۰ mg/L	غیراختصاصی
۲۵	۱،۶-هگزا متیلین دی ایزو سیانات 1,6-HEXAMETHYLENE DIISOCYANATE [822-06-0] (2014)	۱۵ هگزا متیلین دی آمین در ادرار*	انتهای نوبت کاری	کراتینین g / μg ۱۵	غیراختصاصی
۲۶	ان-هگزان n-HEXANE [110-54-3] (2018)	۲۰۵-هگزان دی ان در ادرار**	انتهای نوبت کاری	۰/۵ mg/L	---
۲۷	سرب و ترکیبات غیر آلی LEAD AND INORGANIC COMPOUNDS [7439-92-1] (2016)	سرب در خون	اختیاری	۲۰۰μg/L	---
تذکر: افرادی که از این BEI استفاده می کنند، توصیه می شود به کارگران خانمی که در سن فرزند آوری هستند درخصوص ریسک به دنیا آوردن کودکان با سرب بیش از مقدار رفننس ارائه شده توسط CDC مشاوره های لازم را ارائه دهند (CDC: دستورالعمل شناسایی و مدیریت مواجهه با سرب در زنان باردار و شیرده، ۲۰۱۰).					
۲۸	جیوه عنصری MERCURY, ELEMENTAL [7439-97-6] (2012)	جیوه در ادرار	ابتدای نوبت کاری	۲۰ μg/g	---
۲۹	متانول METHANOL [67-56-1] (2004)	متانول در ادرار	انتهای نوبت کاری	۱۵ mg/L	زمینه و غیراختصاصی
۳۰	‡ القاء کننده های متهمو گلوبینی METHEMOGLOBIN INDUCERS (2005)	مت همو گلوبین در خون	در طول یا انتهای نوبت کاری	۱/۵٪ همو گلوبین	زمینه، غیراختصاصی، نیمه کمی
۳۱	۲- متوكسی اتانول و ۲- متوكسی اتیل استات 2-METHOXYETHANOL [109-86-4] AND 2-METHOXYETHYL ACETATE [110-49-6] (2009)	-۲- متوكسی استیک اسید در ادرار	انتهای نوبت کاری در آخر هفت	۱ mg/g	---

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)					
ملاحظات	BEI	زمان نمونه‌برداری	شاخص	ماده شیمیائی	ردیف
---	۰/۴ mg/L	انهای نوبت‌کاری در آخر هفته	۵-۲۲** - هگزان دی ان در ادرار	‡ متیل ان- بوتیل کتون (METHYL n-BUTYL KETONE [591-78-6] (2002))	۳۲
---	۴۰ ppm	ابتدای آخرین نوبت کاری هفته	متیل کلروفرم در پایان هوای بازدم	‡ متیل کلروفرم METHYL CHLOROFORM [71-55-6] (1987)	۳۳
نیمه کمی و غیراختصاصی	۱۰ mg/L	انهای هفت‌کاری	تری کلرواستینیک اسید در ادرار		
نیمه کمی و غیراختصاصی	۳۰ mg/L	انهای نوبت‌کاری در آخر هفته	تری کلرواتانول کل در ادرار		
غیراختصاصی	۱ mg/L	انهای نوبت‌کاری در آخر هفته	تری کلرواتانول کل در خون	۴- متیلن بیس (۲- کلروآنیلین) 4,4'-METHYLENE BIS (2-CHLOROANILINE) (MBOCA) [101-14-4] (2012)	۳۴
نیمه کمی	--	انهای نوبت‌کاری	کل در ادرار MBOCA*		
غیراختصاصی	۲ mg/L	انهای نوبت‌کاری	در ادرار MEK	متیل اتیل کتون (MEK) METHYL ETHYL KETONE [78-93-3] (2012)	۳۵
---	۱ mg/L	انهای نوبت‌کاری	در ادرار MIBK	متیل ایزو بوتیل کتون (MIBK) METHYL ISOBUTYL KETONE [108-10-1] (2009)	۳۶
---	۱۰۰ mg/L	انهای نوبت‌کاری	۵- هیدروکسی- ان- متیل- ۲- پیرو لیدون در ادرار	ان- متیل- ۲- پیرو لیدین N-METHYL-2-PYRROLIDONE [872-50-4] (2006)	۳۷
غیراختصاصی نیمه کمی	-	انهای نوبت‌کاری	۱* نفتول + ۲* نفتول	نفتالین NAPHTHALENE [91-20-3] (2012)	۳۸

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)

ردیف	ماده شیمیائی	شاخص	BEI	زمان نمونه برداری	ملاحظات
۳۹	نیتروبنزن NITROBENZENE [98-95-3] (2013)	متهمو گلوبین در خون	مشاهده BEI القا کننده مت همو گلوبینی	۵ mg/g	- کراتینین
۴۰	پاراتیون PARATHION [56-38-2] (2019)	پارانیتروفل کل در ادرار	انهای نوبت کاری ۰/۵ mg/g	کراتینین	غیر اختصاصی
	** به دلیل تفاوت های زیاد بین فردی در مقادیر پایه منتشر شده برای فعالیت مجزای پایه استیل کولین استراز، میانگین دو فعالیت مجزای پایه استیل کولین استراز در سه روز متفاوت، در شرایطی که کارگر حداقل برای مدت ۳۰ روز مواجهه با آفت کش های مهار کننده آنزیم مواجهه نداشته باشد، برای هر کارگر پیش از مواجهه با پاراتیون توصیه می شود. این مقدار حداقل یکبار در سال تعیین شود. دوری از محیط کار تا زمانی که فعالیت کولین استراز به ۲۰٪ پایه بر سد، توصیه می شود.				
۴۱	پنتاکلروفل (PCP) PENTACHLOROPHENOL [87-86-5] (2013)	*پنتاکلروفل در ادرار	-	قبل از آخرین نوبت کاری یک هفته کاری	غیر کمی
۴۲	فلن PHENOL [108-95-2] (2005)	*فلن در ادرار	۲۵۰ mg/g	انهای نوبت کاری	زمینه و غیر اختصاصی
۴۳	هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHs) (2016)	*-هیدروکسی پیرین (1-HP) در ادرار *-۳-هیدروکسی بنزو(a) پیرین در ادرار	۲/۵ µg/L**	انهای نوبت کاری در آخر هفته	زمینه
	** تنظیم شده با در نظر گرفتن نسبت پیرین به بنزو(a) پیرین برای کارگرانی که در مواجهه با مخلوط PAH می باشند.				
۴۴	۲-پروپانول 2-PROPANOL [67-63-0] (2005)	استون در ادرار	۴۰ mg/L	انهای نوبت کاری در آخر هفته	زمینه و غیر اختصاصی

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)

ردیف	ماده شیمیائی	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۴۵	استیرن STYRENE [100-42-5] (2014)	ماندلیک اسید به علاوه فنیل گلی اگزالیک اسید در ادرار	انهای نوبت کاری	۴۰۰ mg/g	غیراختصاصی کراتینین
		استیرن در ادرار	انهای نوبت کاری	۴۰ µg/L	نیمه کمی
۴۶	تتراکلرواتیلن TETRACHLOROETHYLENE [127-18-4] (2008)	تتراکلرواتیلن در هوای بازدم	ابتدای نوبت کاری	۳ ppm	---
		تتراکلرواتیلن در خون	ابتدای نوبت کاری	۰/۵ mg/L	---
۴۷	تتراهیدروفوران TETRAHYDROFURAN [109-99-9] (2006)	تتراهیدروفوران در ادرار	انهای نوبت کاری	۲ mg/L	---
		تولوئن در خون	ابتدای آخرین نوبت کاری هفته	۰/۰۲ mg/L	---
۴۸	تولوئن TOLUENE [108-88-3] (2009)	تولوئن در ادرار	انهای نوبت کاری	۰/۰۳ mg/L	---
		*اتوکروزول در ادرار	انهای نوبت کاری	۰/۳ mg/g	زمینه کراتینین
۴۹	۲ و ۴ یا ۶- تولوئن دی ایزو سیانات یا به عنوان مخلوط ایزو مرها TOLUENE DIISOCYANATE-2,4- [584-84-9] or 2,6-[91-08-7] or as a mixture of isomers (2015)	*تولوئن دی آمین در ادرار (مجموع ایزو مرها ۲،۴ و ۲،۶- تولوئن دی ایزو سیانات)	انهای نوبت کاری	۵ µg/g	غیراختصاصی کراتینین
		تری کلرو استینیک اسید در ادرار	انهای نوبت کاری در آخر هفته	۱۵ mg/L	غیراختصاصی
۵۰	تری کلرواتیلن TRICHLOROETHYLENE [79-01-6] (2007)	**تری کلرواتانول در خون	انهای نوبت کاری در آخر هفته	۰/۵ mg/L	غیراختصاصی
		تری کلرواتیلن در خون	انهای نوبت کاری در آخر هفته	--	نیمه کمی

شاخص‌های زیستی مواجهه (BEIs)

ردیف	ماده شیمیائی	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
		تری کلرواتیلن در هوای بازدم	انهای نوبت کاری در آخر هفته	--	نیمه کمی
۵۱	اورانیوم URANIUM [7440-61-1] (2009)	اورانیوم در ادرار	انهای نوبت کاری	۲۰۰ $\mu\text{g}/\text{L}$	--
۵۲	زايلن ها (با گرید آزمایشگاهی یا تجاری) XYLENES [95-47-6]; [106-42-3]; [108-38-3]; [1330-20-7] (technical or commercial grade) (2011)	متیل هیپوریک اسید در ادرار	انهای نوبت کاری	۱/۵ g/g	کراتینین

منابع:

ACGIH®: Bioaerosols: Assessment and Control. JM Macher, Ed; HM Ammann, HA Burge, DK Milton, and PR Morey, Asst. Eds. ACGIH®, Cincinnati, OH (1999).

ACGIH, Threshold limit values (TLVs) for chemicals substances and Physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, Ohaio, 2019.

European Agency for Safety and Health at Work, Exploratory Survey of OELs for Carcinogens, Mutagens and Reprotoxic Substances at EU Member States Level. 2007.

The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (2010-2011), *J Occup Health.* 49(4): pp 308-24 (2010).

The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (2008-2009) ,50(4):pp 426-43 (2008).

The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (2006-2007). *J Occup Health,* 46(4): pp 290-306(2006).

The National Institute for Occupational Safety and Health , Manual of Analytical Methods, NIOSH, USA (2011), available in:

www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-i.html

Occupational Safety and Health Administration, Index of Sampling & Analytical Methods, OSHA, USA (2011), 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، پرتو های یون ساز، پرتو های فرابنفش و فرو سرخ، لیزر و شرایط جوی (شامل گرما و سرما) ارائه می گردد. 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 نمی باشد. اعداد ذکر شده در این کتابچه تعیین کننده حد مجاز مواجهه شغلی با یک عامل فیزیکی به تنها ی است و در صورتی که فرد به طور همزمان با سایر عوامل فیزیکی یا حتی شیمیایی تشید کننده اثرات این عوامل مواجهه داشته باشد، حد مجاز به حد مراقبت (اقدام) کاهش پیدا می کند و مسئولین ذیربط باید بررسی های مناسبی 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 اندازه گیری و ارزشیابی این عوامل از روش های علمی، فنون و وسائل اندازه گیری گوناگونی استفاده می شود. به همین دلیل کاربرد حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی توسط افرادی که در زمینه روش های اندازه گیری 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.

به دلیل وجود تفاوت در حساسیت افراد، مواجهه فرد با مقادیری در حد مجاز مواجهه شغلی یا حتی کمتر از آن، می تواند در افراد حساس سبب آزار، بدتر شدن شرایط موجود، یا گاه موجب اختلال یا صدمه فیزیولوژیک در آنها گردد. همچنین برخی افراد در مواجهه همزمان با تعدادی از عوامل فیزیکی در محیط کار حساسیت بیش از حدی از خود نشان می دهند که این امر ناشی از عوامل متعددی از جمله زمینه ژنتیک فرد، سن، عادات فردی (مثل 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 نمی توان 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 گرددند.

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 حرفة‌ای در نظر گرفته شده است و باید فقط توسط مهندسین بهداشت حرفة‌ای تفسیر و به کار گرفته شود. حدود تعیین شده نباید در موارد زیر به کار 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 عنوانین زیر بیان گردیده است:

الف : مقدار حد مجاز مواجهه شغلی - میانگین وزنی زمانی (OEL-TWA)

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

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 تدبیر مديريتی، پزشکی، فنی و حفاظت فردی می‌باشد تا از صدمات ناشی از مواجهه افراد حساس و مواجهه‌های توأم با عوامل تشديد کننده جلو گیری شود.

1 Derivation

2 Researches

3 Consensus

4 Time Weighted Average

آکوستیک

مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پایین

حد مجاز مواجهه شغلی فرو صوت و صوت‌های با سامد پایین (فرکانس $100\text{--}1\text{ Hz}$) به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن‌ها قرار گیرند اثر سوء مشهودی، منهاهی اثر بر شناوی انسان، بر آنان عارض نگردد.

حدود مجاز مذکور در این قسمت اصوات ضربه‌ای با زمان تکرار کمتر از ۲ ثانیه را شامل نمی‌شود. در فرکانس‌های یک‌سوم اکتاوباند از ۱ تا 100 هرتز، نباید مقدار تراز فشار صوت در هیچ فرکانسی از 145 dB فراتر رود. علاوه بر آن، تراز کلی فشار صوتی وزن نیافته نباید از مقدار 150 dB افزون گردد. معیارها نیز باید با استاندارد (R1998-ANSI-S1.11-1986) مطابقت نمایند.

برای این نوع مواجهه‌ها، در مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی بیان شده برای فراصوت و صدا (NOISE)، جهت پیشگیری از افت شناوی ناشی از آن محدودیت زمانی تعیین شده است. در اینجا کاهشی در مقادیر حدود مواجهه شغلی مزبور، متناسب با زمان مواجهه نیز پیش‌بینی شده است که میزان این کاهش بستگی به میزان افزایش تراز صوت داشته و به منظور حفاظت از شناوی افراد است.

معیار جایگزین و نسبتاً محدودتر دیگر که برای صدای پر نوسان یا ضربه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، تراز فشار صوت قله (SPL-Peak) است که بیان کننده تراز ضربه‌ای یا کوبه‌ای صوت بوده و مقدار آن نباید از 145 dB(L) فراتر رود. در هنگام کاربرد این معیار، وسایل سنجش باید مطابق با استانداردهای: ANSI-S1.4-1983(R2006), ANSI-S1.25-1991(R2007), IEC-804-1990 و ANSI-S1.11-1986 مطابقت نمایند.

نکته: اصوات با دامنه فرکانس پایین در ناحیه قفسه سینه می‌تواند باعث ایجاد رزونانس (تشدید) شده که در حدود $50\text{--}60$ 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 شده و کارگر هیچ‌گونه شکایتی نداشته باشد، کاهش داده شود.

۱ تراز صدای اندازه‌گیری شده در شبکه خطی

فراصوت

حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در این بخش مندرج در جدول ۱ به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب مشهودی در توانایی شنیداری و در ک محاوره طبیعی آنان ایجاد نگردد. حدود مجاز مواجهه شغلی تعیین شده در این مبحث، برای فرکانس های فراصوت ۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز است که به منظور پیشگیری از عوارض ذهنی (Subjective) به کاررفته و در جدول شماره ۱ 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 می توان با استفاده از یک دستگاه سنجش تراز صوت (صداسنج)، که در حالت اندازه گیری "slow" و باند اندازه گیری یک سوم اکتاو تنظیم شده است، مورد سنجش قرار داد. مقادیر TWA را نیز می توان با یک دستگاه ترازسنج صوت از نوع یکپارچه (Integrating) و در تجزیه یک سوم اکتاو باند اندازه گیری نمود. کلیه دستگاه ها باید از حساسیت فرکانسی مناسب برخوردار بوده و با ویژگی های مندرج در IEC 804, ANSI S1.4-1983(R2006) مطابقت نمایند.

جدول ۱- حدود مجاز مواجهه شغلی برای فرآ صوت

تراز فشارصوت در بک سوم اکتاو باند			فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (کیلوهرتز)
اندازه‌گیری شده در آب بر حسب dB (سر فرد درون آب) (فشار مبتنا ۲۰ میکرو پاسکال)	اندازه‌گیری شده در هوای بر حسب dB (سر فرد درون هوای) (فشار مبتنا ۲۰ میکرو پاسکال)		
مقادیر سقف	TWA هشت ساعته	مقادیر سقف	
۱۶۷	۸۸°	۱۰۵°	۱۰
۱۶۷	۸۹°	۱۰۵°	۱۲/۵
۱۶۷	۹۲°	۱۰۵°	۱۶
۱۶۷	۹۴°	۱۰۵°	۲۰
۱۷۲	—	۱۱۰+	۲۵
۱۷۷	—	۱۱۵+	۳۱/۵
۱۷۷	—	۱۱۵+	۴۰
۱۷۷	—	۱۱۵+	۵۰
۱۷۷	—	۱۱۵+	۶۳
۱۷۷	—	۱۱۵+	۸۰
۱۷۷	—	۱۱۵+	۱۰۰

* امکان بروز تاراحتی و عدم آسایش ذهنی در برخی افراد در ترازهای ۷۵ تا ۱۰۵ دسی‌بل و در فرکانس‌های ۲۰ تا ۱۰ کیلوهرتز وجود دارد، خصوصاً اگر اصوات ماهیّاً از نوع تونال باشند. ممکن است برای جلوگیری از عوارض ذهنی نیاز به اقدامات حفاظتی و کنترل‌های مهندسی باشد. برخی مواقع ضرورتاً می‌باشد تراز اصوات تونال را در فرکانس‌های کمتر از ۱۰ KHz به پایین تراز ۱۰ 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 مواجهه برقرار نباشد این احتمال وجود دارد که حدود آستانه تا ۳۰ دسی‌بل نیز افزایش یابد. [زمانی که منبع فرآصوت مستقیماً ببدن در مواجهه 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 ۱۵ dB/rms است، باید مواجهه کاهش یابد یا مواجهه مستقیم ببدن با اتصالات محافظت شود (g: شتاب نقل برابر ۹/۸۰۶۶۵ متر بر مجموع 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 ۲۵ dB در فرکانس‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز تجاوز نماید (ANSI S3.6-1989). مقادیر ارائه شده در این کتابچه برای پیشگیری از افت شنوایی به محدوده فرکانس‌های بالاتر مانند ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز نیز گسترش یافته است. لذا مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی می‌باشد میانه (Median) جامعه شاغلین را در مقابل افت شنوایی ناشی از صدا (NIHL) در حد ۲ دسیبل در فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز پس از ۴۰ سال مواجهه شغلی با صدا محافظت نماید. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنمای برای کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به حساسیت متفاوت افراد نماید 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 تعیین شده در این کتابچه دارند می‌باشد مراقبت‌های پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آن‌ها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایر اقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد.

بر اساس جدول شماره ۱ حد مجاز مواجهه شغلی با صدا، بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با ۸۵ dB(A) است. در صورتی که کارگر طی نوبت کاری ۸ ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد می‌باشد اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت (اقدام)^۱ صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی HCP برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با ۸۲ dB(A) تعیین شده است.

اجرای برنامه حفاظت شنوایی 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 موقعي که شاغلین در مواجهه با صدای بیش از حد مراقبت (اقدام)^۲ قرار دارند، ضروری است. طبق این حد مجاز، قاعده ۳ دسیبل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به ازای

1 Noise Induced Hearing Loss

2 Action Level

3 Hearing Conservation Program

افرایش ۳ دسیبل 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 فکری می‌باشند، همانند اپراتورهای اتاق کنترل یا متصدیان امور بانکی و سایر مشاغل دفتری، هر چند حدود مجاز در این مبحث برای پیشگیری از عوارض شنوایی برای آن‌ها به تمامی مرعجیت دارد و رعایت آن اجباری است، لیکن با توجه به فعالیت فکری آنان برای تأمین آسایش صوتی و حفظ عملکرد ذهنی آنان، حد آسایش صوتی برای مواجهه ۸ ساعته ۷۵ dB(A) در حین انجام فعالیت شغلی تعیین گردید.

جدول ۱- حدود مجاز مواجهه شغلی برای اصوات قابل شنوایی

حد مواجهه (دقیقه)	حد مجاز تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A)**	حد مواجهه (دقیقه)
۲۴ ساعت	۷۷	۸۰
۱۶ ساعت	۷۹	۸۲
۸ ساعت	۸۲	۸۵
۴ ساعت	۸۵	۸۸
۲ ساعت	۸۸	۹۱
۱ ساعت	۹۱	۹۴
۳۰ دقیقه	۹۴	۹۷
۱۵ دقیقه	۹۷	۱۰۰
۷/۵ دقیقه	۱۰۰	۱۰۳
۳/۷۵ دقیقه	۱۰۳	۱۰۶
۱/۸۸ دقیقه	۱۰۶	۱۰۹
۰/۹۴ دقیقه	۱۰۹	۱۱۲
۲۸/۱۲۴ ثانیه	۱۱۲	۱۱۵
۱۴/۰۶۴ ثانیه	۱۱۵	۱۱۸

حد مرآقبت (اقدام) تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A)** (فشار مینا ۲۰ میکروپاسکال)	حد مجاز تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A)** (فشار مینا ۲۰ میکروپاسکال)	مدت مواجهه در روز
۱۱۸	۱۲۱	۷/۰۳ ^۴ ثانیه
۱۲۱	۱۲۴	۳/۵۲ ^۴ ثانیه
۱۲۴	۱۲۷	۱/۷۶ ^۴ ثانیه
۱۲۷	۱۳۰	۰/۸۸ ^۴ ثانیه
۱۳۰	۱۳۳	۰/۴۴ ^۴ ثانیه
۱۳۳	۱۳۶	۰/۲۲ ^۴ ثانیه
۱۳۶	۱۳۹	۰/۱۱ ^۴ ثانیه
۱۳۷	۱۴۰	۰/۰۸ ^۴ ثانیه

* مواجهه با صدای های پیوسته، متناوب کوبه ای با تراز فشار صوت مأکریم در شبکه وزن یافته C بیش از ۱۴۰ دسی بل مجاز نیست.

** تراز فشار صوت بر حسب دسی بل با دستگاه صداسنج اندازه گیری می شود و دستگاه مذکور باید مطابق با ویژگی های مندرج در استاندارد ANSI S1.4.1983(R2006) کد Type-S2A باشد و اندازه گیری در شبکه وزنی A و در وضعیت سرعت پاسخ slow انجام پذیرد. این وسایل باید به طور صحیح و با دستگاه استاندارد کالیبره شوند.

^۴ در این مقادیر صدای منبع باید به روشی غیر از روش های کنترل مذکوری کاهش یابد و حفاظت فردی به تنها یعنی تواند روش کنترل تلقی گردد. همچنین توصیه می شود برای صدای های بیش از ۱۲۰ دسی بل از دوزیمتر یا صداسنج های پیشرفته موسوم به (Integrated) استفاده گردد. در مقادیری که حد مجاز آن به ثانیه اعلام شده است معمولاً مصادقی آن مواجهه با صدای کوبه ای و ضربه ای است. مدت زمان مجاز مواجهه صدا T_a بر حسب ساعت بر مبنای حد مجاز مواجهه شغلی (A) dB(A) و قاعده ۳dB بر اساس رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$T_a(hr) = \frac{8}{2^{\left(\frac{SPL_{TWA}-85}{3}\right)}}$$

صدای منقطع^۱

تراز فشار صوت باید توسط صداسنج Type S2A یا دوزیمتری تعیین گردد که حداقل با ویژگی های استاندارد ANSI-S1.4-1991(R2007) یا ANSI-S1.25-1991(R2006) برای دوزیمتر های

1 Intermittent Noise

فردی صدا مطابقت داشته باشد. وسایل اندازه‌گیری باید در شبکه وزن یافته A در وضعیت آهسته (SLOW) تنظیم شوند. مدت مواجهه شاغلین باید از مقادیر مندرج در جدول ۲ تجاوز نماید. این مقادیر بدون توجه به اینکه مواجهه به صورت مدام یا به صورت مواجهه‌های کوتاه‌مدت 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 موردنظر قرار گیرد در چنین مواردی برای ارزیابی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

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

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 است. در صورتی که حاصل جمع رابطه فوق از عدد یک تجاوز کند میزان مواجهه از مقدار حد مجاز شغلی فراتر رفته است. تمام مواجهه‌های شغلی با تراز فشار صوتی ۸۰ دسی‌بل 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 (L_{eq}) را در دوره زمانی اندازه‌گیری داشته باشد. لذا در دستگاه دوزیمتری که مطابق با اصل قاعده ۳ دسی‌بل نسبت به زمان و تراز صدای ۸۵ دسی‌بل 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 درصد را بیش از ۸۵ دسی‌بل 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 اندازه‌گیری با دستگاه صداسنج از نوع یکپارچه هنگامی معتبر است که تراز معادل 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) است. برای این کار می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

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

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

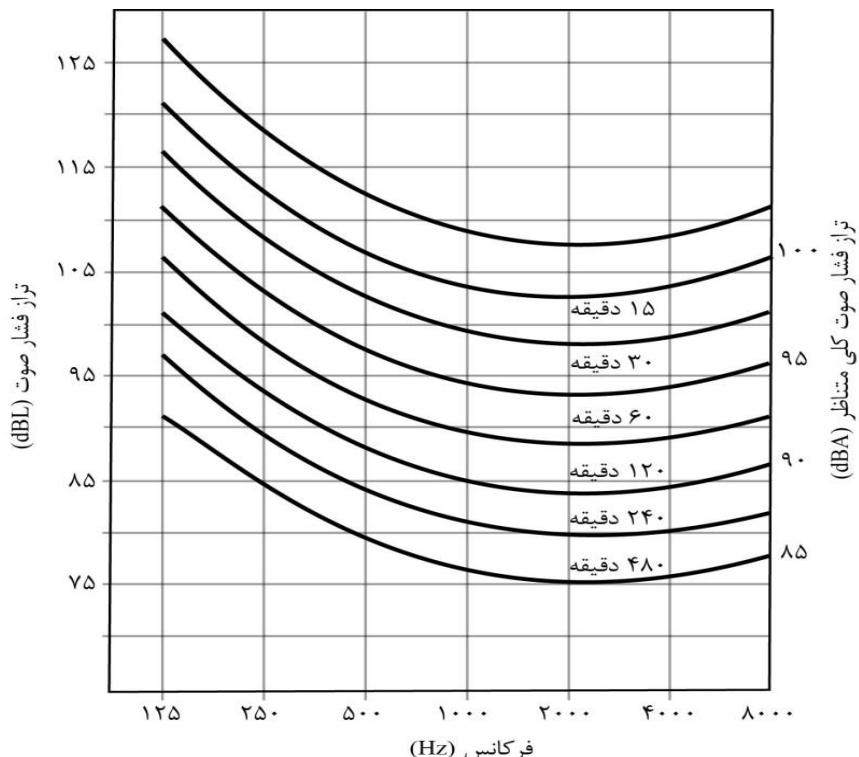
الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا

معمولًاً برای ارزیابی تراز صدا در محیط کار در مقایسه با حدود مجاز شغلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه گیری می‌شود. در موقعی که امکان اندازه گیری مستقیم تراز فشار صوت در شبکه A محدود نباشد، می‌توان برای برآورد تراز فشار صوت کلی در شبکه A از یک روش تخمینی ساده بر اساس منحنی‌های هم بلندی اقتباس شده از اداره ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا OSHA استفاده نمود. در این روش در صورت وجود مقادیر تجزیه فرکانسی صدا در یک اکتاویاند و در شبکه خطی می‌توان تراز کلی معادل فشار صوت در شبکه A را از طریق نموداری تحت عنوان کنتورهای تراز کلی فشار صوت در شبکه A مطابق با شکل ۱ برآورد نمود.

در این روش ترازهای فشار صوت در یک اکتاویاند در شبکه خطی را می‌توان از طریق ترسیم آن بر روی این نمودار به یک تراز معادل صدا در شبکه A تبدیل نمود. بدین منظور تراز کلی صدا در شبکه A متناسب با بالاترین نقطه یا مکان روی خطوط هم بلندی تعیین می‌گردد. منحنی‌های شکل ۱ متناسب با منحنی خطوط هم بلندی صوت در محاسبات شبکه A و رعایت حد مجاز OEL و قاعده نصف شدن مدت مجاز مواجهه به ازای افزایش 3 دسی‌بل تدوین شده است. برای استفاده از این نمودار نتایج تجزیه فرکانس یک اکتاویاند تراز فشار صوت اندازه گیری شده در شبکه خطی بر روی آن (با توجه به مقادیر سمت چپ نمودار) ثبت می‌گردد. تلاقی بالاترین عدد ثبت شده (فرکانس غالب) با هریک از خطوط منحنی‌ها و ادامه آن در سمت راست نمودار تراز فشار صوت کلی را در شبکه وزنی A را برآورد می‌کند. درصورتی که در یک اندازه گیری دو فرکانس غالب موجود باشد، عددی که با منحنی بالاتر تلاقی داشته باشد ملاک خواهد بود. با استفاده از این الگو به طور متناظر و همزمان می‌توان حدود مدت زمان مجاز مواجهه شغلی را نیز بر روی خطوط منحنی‌ها تعیین نمود.

1 Dominant frequency

لازم به ذکر است در این شکل خط هم تراز با تراز معادل فشار صوت ۸۵ دسی بل در شبکه وزنی A در اواقع حد آستانه مجاز مواجهه شغلی را در تجزیه فرکانسی یک اکتاوباند (dB(L)) نشان می‌دهد. در تعیین محدوده مدت زمان مجاز مواجهه در این منحنی‌ها در راستای اهداف برنامه حفاظت شناوری، قاعده نصف شدن زمان مجاز مواجهه به ازای افزایش ۳ دسی بل تراز فشار صوت در نظر گرفته شده است.



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

مثال: در اندازه گیری مواجهه یک کارگر صنعت فولاد 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 (L) ۹۵/۳۳ dB ثبت شده است. تراز متناظر فشار صوت [SPL-dB(A)] و مدت زمان مجاز مواجهه را برآورد نمایید:

Total SPL	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
۹۵/۳۳ (dB)	۷۷	۸۰	۸۳	۹۴	۸۵	۸۳	۷۵
۹۵/۲۱ (dBA)	۶۰/۹	۷۱/۴	۷۹/۸	۹۴	۸۶/۲	۸۴	۷۳/۹

ملاحظه می‌گردد که فرکانس غالب ۱۰۰۰ هرتز و تراز فشار صوت در آن فرکانس برابر ۹۴ دسی‌بل بوده که با منحنی مربوط به خط هم‌تراز ۹۵ دسی‌بل برخوردار است. این بدان معنا است که برآورد تراز فشار صوت متناظر مواجهه در شبکه وزنی A حدود ۹۵ دسی‌بل است، لذا مدت زمان مجاز مواجهه روزانه این کارگر با این صدا در بین محدوده ۳۰ و ۶۰ دقیقه است. محاسبه دقیق برای این نتایج، مدت مجاز مواجهه روزانه را ۴۵ دقیقه بیان می‌نماید.

صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای^۱

در صورت استفاده از وسایل اندازه‌گیری توصیه شده توسط ANSI-S1.4-1983(R2006) ، IEC-804-1990 و ANSI-S1.25-1991(R2007) 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 باید حداقل از ۶۳ دسی‌بل بیشتر باشد و پاسخ زمانی دستگاه صداسنج نیز در حالت Impulse قرار گیرد. مواجهه بدون حفاظ گوش، با تراز فشار صوت بیش از ۱۴۰ دسی‌بل در شبکه وزن یافته C مجاز نیست. 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 دسی‌بل ملاک اندازه‌گیری قرار گیرد. اندازه‌گیری و اظهارنظر در مورد صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای همپوشان همانند صدای پیوسته است. در خصوص صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای در صدای زمینه پیوسته که شامل این بند نمی‌شود، باید از قواعد صدای ضربه‌ای نوبتی که در مبحث قبلی تشریح گردید استفاده شود.

تذکر: برای صدای ضربه‌ای بالاتر از ۱۴۰ دسی‌بل C در هر حال باید از وسیله حفاظت از شناوری استفاده شود و برای چنین شرایطی از محافظ شناوری (روگوشی^۲ یا توگوشی^۳) با ویژگی‌های MIL-STD-1474 C(2015) به تهابی یا توأم استفاده شود.

1 Impulsive or Impact Noise

2 Ear Muffs

3 Ear Plug

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 نظری تولوئن، سیانید هیدروژن، مونوکسید کربن، استیرن، گریلن سرب، منگنز، انبوتیل الکل وجود دارد، (EU OSHA 2009) توصیه می‌گردد.

پیشنهاد می‌گردد که بانوان باردار (بعد از ۶ ماهگی) با مقادیر صدای وزن یافته SPL-TWA بیش از (C) ۱۱۵ dB مواجهه نداشته باشند، زیرا این مواجهه می‌تواند باعث افت شنوایی در جنین گردد. 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 حفاظات باید طبق اصول محاسبات علمی یا از طریق آزمایش موردن تأیید قرار گرفته باشد.

در موارد استثنایی، حاصل جمع نسبت زمان مواجهه با تراز صوتی مشخص به زمان مجاز $\left[\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right]$ در هر روز می‌تواند از یک تجاوز نماید مشروط بر اینکه حاصل جمع ۷ روزه نسبت

پیش گفت از ۵ بیشتر نشود و این نسبت در هر روز از ۳ بالاتر نباشد.

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

زمانی که کارگران برای دوره‌های زمانی فراتر از ۲۴ ساعت در معرض صدا نباید از ۸۰ دسی بل فراتر رود. و شغلی خود با مواجهه بیشتر از ۲۴ ساعته با صدا دارند متوسط صدا نباید از ۸۵ دسی بل باشد. شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه مواجهه با صدای بیشتر از ۸۵ دسی بل ممکن است با افزایش ریسک آسیب‌های شغلی از طریق حواس‌پرتی، استرس، خستگی، کاهش عملکرد، یا سایر سازوکارها در بین کارگران بخش صنعت و خدمات گردد.

منابع:

- American National Standards Institute: Specification for Octave-Band and Fractional- Band Analog and Digital Filters S1.11-1986 (R1998). ANSI, New York (1998).
- American National Standards Institute (ANSI): Specification for Personal Noise Dosimeters. ANSI S1.25-1991 (R2007). ANSI, New York (2007).
- American National Standards Institute (ANSI): Sound Level Meters – Part 1: Specifications. ANSI S1.4-1 (2014). ANSI, New York (2014).
- American National Standards Institute (ANSI): Measurement of Occupational Noise Exposure. ANSI/ASA S12.19-1996 (R2016). ANSI, New York (2016a).
- American National Standards Institute (ANSI): Estimation of Noise-Induced Hearing Loss –Part 1: Method for Calculating Expected Noise-Induced Permanent Threshold Shift. ANSI S3.44-1-2016. ANSI, New York (2016b).
- Choi YH; Kim K: Noise-induced hearing loss in Korean workers: co-exposure to organic solvents and heavy metals in nationwide industries. PLoS One 9(5):e97538 (2014).
- European Agency for Safety and Health at Work (EU OSHA): Combined Exposures to Noise and Ototoxic Substances. EU OSHA, Luxembourg (2009). Online at: https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/literature_reviews/_combined_exposure_to-noise-and-ototoxic-substances. Accessed: 11/1/2016.
- European Committee for Standardization (CEN): Hearing Protectors Recommendations for Selection, Use, Care and Maintenance Guidance Document. EN 458:2004. CEN, Brussels, Belgium (2004).
- International Electrotechnical Commission (IEC): Electroacoustics: Sound Level Meters –Part 1: Specifications. IEC 61672:1-2013. IEC, Geneva, Switzerland (2013).
- Johnson AC; Morata TC: 142. Occupational Exposure to Chemicals and Hearing Impairment. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. Nordic Expert Group, Gothenburg. In: Arbete och Halsa 44(4):177 (2010). Online at: <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/23240>. Accessed: 11/1/2016.
- Nies E: Ototoxic substances at the workplace: a brief update. Arh Hig Rada Toksikol 63(2):147–152 (2012).
- US Department of Defense (US DOD): Design Criteria Standard: Noise Limits (Metric). MILSTD-1474E. US DOD, Washington, DC (2015).
- American National Standards Institute: Specification for Sound Level Meters. ANSI S1.4-1983 (R1997). ANSI, New York (1997).

International Electrotechnical Commission: Integrating-Averaging Sound Level Meters. IEC 804. IEC, New York (1985).

American National Standards Institute: Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters S1.11-1986 (R1998). ANSI, New York (1998).

ارتعاش

ارتعاش انسانی

ارتعاش یک نوع حرکتی مکانیکی است که در خلال یک دوره زمانی تکرار می‌شود. مواجهه انسان با این نوع از انرژی مکانیکی همراه با عوارض و اختلالاتی در بدن است که طرح ریزی پیشگیری و کنترل این نوع تماس را بسیار حائز اهمیت می‌نماید. بررسی و مطالعه نحوه ورود و تأثیر ارتعاشات مکانیکی بر بدن انسان ارتعاش انسانی نامیده می‌شود که به طور کلی شامل ارتعاش منتقل از دست و بازو و ارتعاش تمام بدن است.

ارتعاش دست – بازو

ملاحظات اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه با ارتعاش دست – بازو (HAV)
به طور خلاصه مراحل انجام پایش مواجهه با ارتعاش دست – بازو در شکل زیر خلاصه شده است. روش انجام هر یک از مراحل نیز در ادامه به اختصار ارائه گردیده است.



شکل ۱ – نمogram اندازه گیری و ارزیابی مواجهه با ارتعاش دست بازو

اندازه‌گیری مواجهه با ارتعاش دست - بازو ملاحظات کلی

در تعیین اثرات مواجهه انسان با ارتعاش منتقل از دست‌ها در شرایط واقعی کاری فاکتورهای ذیل به عنوان مهم‌ترین فاکتورها تعیین شده‌اند (ISO5349) :

طیف فرکانسی ارتعاش
بزرگی ارتعاش

مدت زمان مواجهه در طول روز کاری
مواجهه تجمعی در طول سالیان تماس
تجهیزات اندازه‌گیری ارتعاش دست - بازو

اندازه‌گیری ارتعاش منتقل از دست با استناد مطابق با تجهیزات موردنیاز و مشخص شده بر اساس ISO8041 انجام گیرد. برای اطمینان از صحت عملکرد این تجهیزات با استناد قبل و بعد از استفاده آن‌ها را بررسی نمود. کالیبراسیون با استناد قابل‌ردیابی با یک استاندارد شناخته شده مشخص باشد و در یک آزمایشگاه معتر انجام گردد.

مبدل‌های ارتعاشی^۱

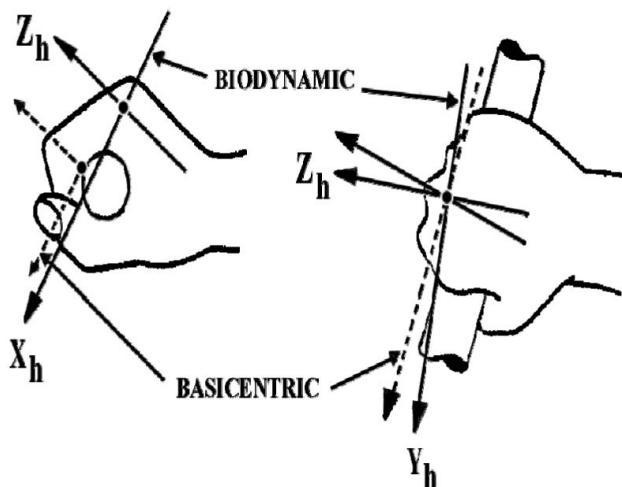
مبدل‌های ارتعاشی که معمولاً یک شتاب سنج می‌باشند، با استناد قادر به تحمل محدوده‌ی خاصی از بزرگی ارتعاش بوده و همچنین با استناد دارای مشخصات ثابتی باشند. ابعاد مبدل‌ها با استناد به شکلی باشد که اختلالی در فرایند ماشین ایجاد نکند و محل نقطه‌ی اندازه‌گیری را بتوان با استفاده از آن مشخص نمود. نصب و اتصال شتاب‌سنج‌ها بر روی سطوح مرتיעش بر شیوه ارتعاش سطوح اثرگذار خواهد بود. بزرگ‌تر بودن جرم متصل به سطح مرتיעش، اثر بیشتری را در پی خواهد داشت. اگر جرم کل شتاب‌سنج یا شتاب‌سنج‌ها و دیگر متعلقات سیستم نصب در مقایسه با جرم ابزار قدرت کوچک باشد، (کمتر از ۵٪ جرم ابزار باشد) آنگاه می‌توان از اثر اعمالی بر سطح مرتיעش چشم‌پوشی نمود. ANSI توصیه نموده که وزن شتاب سنج همراه با آداپتور اندازه‌گیری ارتعاش برای اتصال به منبع ارتعاشی باید کمتر از ۱۵ گرم و حساسیت بین محوری آن کمتر از ۱۰٪ باشد. (تیلور و پلمیر، ۱۹۷۵؛ وستمن و تیلور، ۱۹۷۷؛ Brammer، ۱۹۸۲؛ Wasserman et al. ۱۹۸۲، ۱۹۸۳، ۱۹۸۹).

محل نصب و جهت‌دهی مبدل‌ها

برای اندازه‌گیری عملی ارتعاش، جهت‌دهی سیستم محورهای مختصاتی را می‌توان با توجه به سیستم مختصاتی اصلی (شکل ۲) تعریف نمود. محورهای مزبور باید ترجیحاً منطبق بر محورهای سیستم

بیو دینامیک باشدند 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.

برای اندازه‌گیری باید یک شتاب سنج کوچک و سبک برای ذخیره محتوای فرکانسی یک یا چند محور معتمد منع ارتعاشی در محدوده فرکانسی ۵ تا ۱۵۰۰ هرتز (۶/۳ تا ۱۲۵۰ در باندهای فرکانسی یک-سوم اکتاو) نصب گردد. شتاب سنج تا حد امکان باید نزدیک به محل ورود ارتعاش به دست باشد اما باید توجه شود که مداخله جدی نیز در فرایند کاری چه از نظر اینمنی و چه از نظر عملیاتی ایجاد ننماید. اندازه‌گیری ارتعاش بایستی ترجیحاً در سه جهت به صورت همزمان انجام گیرد. انجام اندازه‌گیری متوالی در هر یک از سه محور به صورت جداگانه نیز اگر شرایط عملیاتی مشابهی برای اندازه‌گیری سه محور ایجاد شود، قابل پذیرش است. برای اطلاعات بیشتر نکته ۲ ضمیمه الف را بینید.



شکل ۲. سیستم بیو دینامیک دست، نمایش محورهای مؤلفه های شتاب مطابق با ISO 5349-2001 و (R1997) 1986 (ANSI S3.34)

کمیت تعیین بزرگی و شبکه توزین فرکانسی

کمیت مورد استفاده جهت توصیف بزرگی ارتعاش انسانی ریشه مجموع مربعات (rms) شتاب وزن یافته ای فرکانسی است که با واحد متر بر مجدور ثانیه $\frac{m}{s^2}$ بیان می‌شود. اندازه‌گیری شتاب وزن یافته فرکانسی، نیاز به استفاده از پالایه های توزین فرکانس و محدود کننده های باندهای فرکانسی دارد. پالایه توزین فرکانس W_h اهمیت موردنظر فرکانس های متفاوت را در آسیب رسانی به بدن انسان به خوبی تعیین و ارائه می‌کنند.

تعیین مدت زمان اندازه گیری

مدت زمان قابل قبول اندازه گیری برای هر وظیفه شغلی وابسته به ماهیت آن وظیفه است حداقل مدت زمان قابل قبول اندازه گیری به سیگنال دریافتی، تجهیزات که برای سنجش به کار می روند و خصوصیات فرایند بستگی دارد. کل زمان اندازه گیری (یعنی تعداد نمونه ها \times مدت زمان اندازه گیری) بایستی حداقل ۱ دقیقه باشد. تعداد نمونه های با مدت زمان کوتاه، نسبت به یک اندازه گیری طولانی مدت ارجحیت دارد. و معمولاً برای هر فرایند توصیه می شود حداقل ۳ نمونه گرفته شود. اندازه گیری هایی که در مدت زمان های خیلی کوتاه انجام می گیرد (مثلًا کمتر از ۸ ثانیه)، بهویژه هنگامی که ارزیابی مؤلفه هایی با فرکانس پائین موردنظر است، احتمالاً قابل اطمینان و معتبر نیستند.

ارتعاش چند محوره^۱

در اکثر ابزارها ارتعاش ورودی به دست ها حاصل ترکیبی از سه محور اندازه گیری است. فرض بر این است که صدمه زایی ارتعاش ابزارهای قدرت در هر سه محور یکسان است. بنابراین اندازه گیری بایستی برای هر سه محور انجام گیرد. مقادیر شتاب rms و وزن یافته فرکانسی برای محورهای X، Y و Z به ترتیب به صورت a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz} گزارش می شوند.

در این وضعیت ارزیابی مواجهه بر اساس برآیند سه محور حاصل می شود. این مقدار ارتعاش کلی^۲، نامیده می شود و به صورت ریشه مجموع مقادیر اندازه گیری شده محورهای سه گانه a_{hv} تعریف می شود:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در ارزیابی اثرات بهداشتی مواجهه با ارتعاش دست - بازو ضرایب محورها به صورت واحد است و مقادیر شتاب rms وزن یافته فرکانسی در هر محور بدون اعمال ضرایب اضافی بکار گرفته می شوند.

تعیین شتاب معادل در مدت زمان مواجهه

به منظور تعیین میزان مواجهه معادل کل در زمان های مواجهه مختلف و با مقدار بزرگی ارتعاش متفاوت در یک نوبت کاری می توان از رابطه ۲ استفاده نمود:

$$a_{hv} = \sqrt{\frac{1}{T}((a_{hw1}^2 \times t_1) + (a_{hw2}^2 \times t_2) + \dots + (a_{hwN}^2 \times t_n))} \quad (\text{رابطه ۲})$$

1 multi - axis vibration

2 Vibration Total Value

شتاب rms وزن یافته فرکانسی مربوط به هر یک از بازه‌های زمانی t برای مواجهه روزانه کارگر بر حسب m/s^2

T_0 به ترتیب کل زمان مواجهه و طول زمان مواجهه در انجام هر زیر وظیفه شغلی بر حسب ثانیه، دقیقه یا ساعت

معمولًاً ارزیابی مواجهه با ارتعاش بر مبنای تعیین مقدار کل انرژی معادل ارتعاش ۸ ساعته شتاب rms وزن یافته فرکانسی انجام می‌گیرد. مقدار کل انرژی معادل ارتعاش ۸ ساعته، $A(8)$ نامیده می‌شود. این محاسبات گاهی توسط تجهیزات اندازه‌گیری ارتعاش انسانی در دسترس تجاری نیز قابل انجام است.

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_0}{T_v}} \quad (\text{رابطه } ۳)$$

که T_v کل مدت زمان روزانه‌ی مواجهه با ارتعاش a_{hv} و T_0 دوره زمانی مرجع که معمولًاً برای زمان مواجهه برابر با ۸ ساعت (۲۸۸۰۰ ثانیه) در نظر گرفته می‌شود. برای مشاهده نمونه‌های مربوط به تعیین مواجهه در شرایط مختلف نمونه‌هایی انتهایی در ضمیمه الف را ببینید.

حدود مجاز مواجهه با ارتعاش دست - بازو

سندرم ارتعاش دست و بازو (HAVS) مجموعه‌ای از اختلالات اندام فوقانی شامل علائم و نشانه‌های عروقی، حسی و اسکلتی - عضلانی است که در اثر مواجهه با ارتعاش در این ناحیه از بدن ممکن است اتفاق بیافتد.

حد مواجهه شغلی (OEL) با ارتعاش دست-بازو برای مدت زمان‌های کاری مختلف روزانه در جدول ۱ ارائه شده است. بر این مبنای حد مجاز مواجهه روزانه (۸ ساعته) برابر با $5 m/s^2$ است [مقدار کل انرژی معادل ۸ ساعته $A(8)$].

سطح اقدام (AL) برای مدت زمان‌های کاری مختلف روزانه در جدول ۱ ارائه شده است، سطح اقدام مواجهه روزانه (۸ ساعته) برابر با $2/5 m/s^2$ است [مقدار کل انرژی معادل ۸ ساعته $A(8)$]. این سطح نشان‌دهنده شرایطی است که در آن ریسک ایجاد علائم برای بخش اعظمی از کارگران پائین است. محدوده بین AL و OEL ناحیه راهنمای احتیاط بهداشتی^۱ (HGCZ) نامیده می‌شود که در آن محدوده نیاز به اقدام برای کاهش مواجهه وجود دارد. با توجه به اختلاف حساسیت‌های بین افراد، این مقادیر نباید به عنوان مرز قطعی مواجهه ایمن و نایمن شناخته شوند.

مقادیر ارائه شده در جدول ۱ با مقادیر حدود مواجهه روزانه^۱ (DELVs) استاندارد European Union Directive 2002/44/EC نیز با مقادیر منحنی AL نیز با مقادیر سطح اقدام مواجهه روزانه European Union Directive 2002/44/EC و ANSI S2.70 (2006) (DEAVs) استاندارد مطابق است.

جدول ۱. حدود مواجهه شغلی (OEL) و سطوح اقدام (AL) مواجهه برای شتاب وزن یافته دست – بازو
European Union Directive 2002/44/EC و ANSI 2.70 مطابق با

حد مواجهه شغلی (OEL) (m/s ²)	شتاب وزن یافته فرکانسی (a _{hv} (rms)) (AL) (m/s ²)	مدت زمان مواجهه روزانه با ارتعاش (ساعت)
۲۸/۲۸	۱۴/۱۴	۰/۲۵ (۱۵ دقیقه)
۲۰	۱۰	۰/۵ (۳۰ دقیقه)
۱۴/۱۴	۷/۰۷	۱
۱۰	۵	۲
۷/۰۷	۳/۵۴	۴
۵/۷۷	۲/۸۹	۶
۵	۲/۵	۸
$a_{hv} (OEL) = 5 \left(\frac{8}{T_v} \right)^{\frac{1}{2}}$		رابطه تعیین مقدار OEL در زمان موردنظر T _v (ساعت)
$a_{hv} (AL) = 2.5 \left(\frac{8}{T_v} \right)^{\frac{1}{2}}$		رابطه تعیین مقدار AL در زمان موردنظر T _v (ساعت)
$T_v = \frac{200}{a_{hv}^2 (OEL)}$		رابطه تعیین مدت زمان مواجهه T _v (ساعت) مطابق با OEL
$T_v = \frac{50}{a_{hv}^2 (AL)}$		رابطه تعیین مدت زمان مواجهه T _v (ساعت) مطابق با AL

ضمیمه الف

الف - ۱ - نکات تكمیلی

در این بخش برای توصیف مواجهه با ارتعاش دست - بازو از فاکتورهایی از قبیل بزرگی ارتعاش، محتوای فرکانسی، مدت زمان مواجهه در یک روز کاری و مواجهه تجمعی فرد در طول سالیان متوالی کاری وی، برای ارزیابی مواجهه استفاده شده است. اثرات مواجهه انسان با ارتعاشات منتقل به دستها تحت شرایط کاری ممکن است در اثر عوامل زیر تحت تأثیر قرار بگیرد.

جهت ورود ارتعاش منتقل به دست

روش‌های انجام کار و مهارت‌های عملیاتی

سن فرد یا هر عامل زمینه‌ساز در سرشت یا سلامت وی

الگوی مواجهه زمانی و روش انجام کار یعنی طول و فرکانس انجام کار و وقفه‌های استراحتی، آیا ابزار در وقفه‌های بین کار در کنار دست اپراتور قرار می‌گیرد یا بی مورد در حین فرایند آماده‌سازی همیشه در دست نگهداشته می‌شود و غیره

نیروهای جفت شدن، مانند نیروی چنگکش یا تغذیه بکار رفته توسط اپراتور با استفاده از دست‌ها برای ابزار یا قطعه کاری و فشار اعمالی بر روی پوست

وضعیت دست و بازو و وضعیت بدن در طول مواجهه (زاویه مچ، آرنج و مفاصل شانه)

نوع و وضعیت ارتعاش ماشین، ابزار دستی و متعلقات نصب شده یا قطعات کاری.

ناحیه یا محلی از دست که در معرض ارتعاش قرار دارد.

فاکتورهای زیر ممکن است سبب تغییر در سیستم گردش خونی این ناحیه در اثر مواجهه با ارتعاش منتقل به دست شوند:

- شرایط آب و هوایی و دیگر فاکتورهای مؤثر بر دمای دست یا بدن
- بیماری‌هایی که بر سیستم گردش خون مؤثر هستند.
- عوامل مؤثر بر گردش خون محیطی، از قبیل نیکوتین، مواد شیمایی یا بیولوژیکی مشخص در محیط‌های کاری
- صدا

اگرچه اهمیت همه فاکتورهای ذکر شده برای اختلالات ناشی از ارتعاشات هنوز با جزئیات کافی شناخته نشده است، و روش استانداردی برای گزارش برخی از فاکتورها در این بخش ارائه نشده است. گزارش تمامی فاکتورها برای اینکه مجموعه‌ای مهم از تاریخچه مواجهه را فراهم سازد ضروری است.

برای ارزیابی مواجهه با ارتعاش، محل شتاب سنج بایستی در جایی باشد که دست‌ها ابزار را نگه می‌دارند، و با تغییر نوع ابزار و روش کاری اپراتورهای مختلف متغیر است. از الزامات اصلی استانداردهای آزمون ارتعاش این است که اندازه‌گیری‌ها در ناحیه چنگش اصلی که اپراتور به طول معمول آن را در دست می‌گیرد و نیروی تغذیه‌ای را اعمال می‌کند، انجام شود. اندازه‌گیری مستقیم زیر دست معمولاً فقط در آداتورهای قابل نصب ویژه‌ای مقدور است. برخی از آداتورها بایستی زیر دست پایین انگشتان قرار داده شوند. در اکثر اندازه‌گیری‌های واقعی، شتاب‌سنج‌ها در پهلو یا بر روی دسته‌ی ابزار زیر دسته، نزدیک به مرکز دسته قرار می‌گیرند. در آداتورهایی که بین انگشتان قرار می‌گیرند، مبدل‌ها بایستی برای به حداقل رساندن تقویت مؤلفه‌های ارتعاش دورانی، تا جایی که ممکن است روی سطح دسته ابزار قرار بگیرند. برای بسیاری از ابزارهای قدرت دستی، محل و محورهای معینی جهت اندازه‌گیری ارتعاش توسط ISO ۸۶۶۲ و دیگر استانداردهای بین‌المللی منتشر شده است.

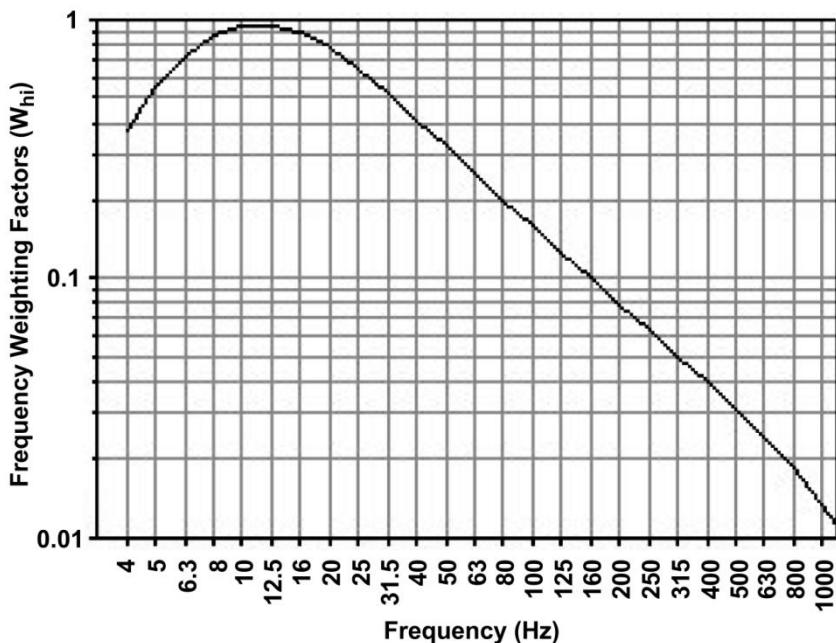
برای در نظر گرفتن ریسک تغییرات محتوای فرکانسی سیگنال ارتعاشی ورودی، مقادیر هر محور باید با استفاده از یک شبکه پالایه‌ای با مشخصات تعیین شده در تجهیزات اندازه‌گیری ارتعاش بر مبنای پاسخ-انسان توزین فرکانسی شوند. ثبت تمامی تغییرات فرکانسی متناسب با وزن داده شده در پالایه توزین (که این وزن در حقیقت اهمیت همان فرکانس و به عبارتی مقدار ریسک نسبی آسیب انسانی است که آن فرکانس یا محدوده فرکانسی می‌تواند وارد نماید) در تجهیزات اندازه‌گیری صورت می‌پذیرد. امروزه در تمامی دستگاه‌های سنجش ارتعاش انسانی این شبکه‌های توزین جهت پردازش سیگنال ورودی در هر محور به صورت جداگانه وجود دارد. شبکه توزین تعریف شده در استاندارد ISO 5349 برای ارزیابی ارتعاش دست-بازو Wh نام دارد که قبل از شروع اندازه‌گیری باید برای هر سه محور ارتعاشی بر روی دستگاه سنجش تنظیم شود. شتاب وزن یافته را می‌توان در دامنه فرکانسی یک-سوم اکتاو با استفاده از رابطه الف-۱ محاسبه نمود:

$$a_{hw} = [\sum_i (W_{hi} a_{hi})^2]^{1/2} \quad (\text{رابطه الف-۱})$$

که:

شتاب rms a_{hw} وزن یافته فرکانسی مربوط به زمان مواجهه در هر محور مورد نظر بر حسب m/s^2

W_{hi} فاکتور توزین فرکانسی ISO/ANSI مربوط به فرکانس ام در باند $1/3$ اکتاو (شکل ۳ را بینید)، شتاب a_{hi} rms در فرکانس ام در باند $1/3$ اکتاو مربوط به زمان مواجهه در هر محور مورد نظر بر حسب m/s^2 ضرایب توزین فرکانس (a, b) ISO 5349 (2006) و ANSI S2.70 (2001a, b) به عنوان بهترین فاکتورهای توزین فرکانسی در دسترس برای مؤلفه‌های شتاب در ارزیابی مواجهه با ارتعاش دست-بازو می‌باشد. با این حال برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند که توزین فرکانسی در فرکانس‌های بالاتر از 16 Hz ممکن است اینمی کافی را به طور کامل مهیا نسازد؛ لذا هنگام استفاده از ابزارهایی که دارای محتوای فرکانسی بالا هستند، باید جانب احتیاط را رعایت نمود.



شکل ۳- منحنی ضرایب توزین فرکانسی ISO 5349-1, 2006 (ANSI S2.70, 2001a) در برخی شرایط ممکن است که اندازه گیری هر سه محور ممکن نباشد. اگر اندازه گیری فقط در یک یا دو محور انجام گرفت، محور بزرگ‌تر ارتعاش بایستی در نظر گرفته شود (زمانی که محور بزرگ‌تری را بتوان مشخص نمود) مقدار ارتعاش کلی بایستی با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده موجود برآورد شود و ضرایب اضافی موردنظر بایست با دقت استفاده شوند. بزرگی ارتعاش در محور بایشترین مقدار ارتعاش نیاز به یک ضریب در محدوده $1/7$ برای دستیابی به مقدار کلی ارتعاش

دارد. (برای اطلاعات بیشتر به ISO5349-2 مراجعه کنید) جایی که ضریبی برای پیش‌بینی مقدار کلی ارتعاش بکار می‌رود فاکتور ضرب شونده^۱ و دلیل انتخاب مقدار بزرگ‌تر، باقیستی همراه با مقدار بر اندازه‌گیری شده دیگر محورها گزارش شود.

اعتقاد بر آن است اکثر کارگران در حفظ سطح مواجهه پایین‌تر از حد مواجهه شغلی، بدون آنکه علائم مواجهه آن‌ها از مرحله یک طبقه‌بندی استکھلم (جدول ۲) برای ایجاد سفید انگشتی ناشی از ارتعاش (VWF)^۲-که به نام پدیده رینوود^۳ با منشأ شغلی هم شناخته می‌شود- فراتر رود، می‌توانند به صورت مکرر در معرض مواجهه با ارتعاش قرار گیرند.

از جمله مهم‌ترین اقدامات کنترلی می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:
استفاده از دستکش‌ها یا وسایل ضد ارتعاش؛

آموزش کارگران و سرپرستان در ارتباط با علائم اولیه HAVS و اهمیت گرم نگهداشتن بدن و دست و همچنین طریقه صحیح نگهداشتن ابزار برای به حداقل رساندن مواجهه و اجرای منطقی و مسئولانه برنامه مراقبت پزشکی باشد.

این توصیه‌ها به طور عمده از داده‌های اپیدمیولوژی مشاغل جنگلداری، استخراج معادن، عملیات فلز کاری و کاربر روی سنگ استخراج شده است و باید به عنوان راهنمای در کنترل ارتعاش دستی- بازو- مورد استفاده قرار گیرد.

1 multiplying factor

2 Vibration-Induced White Finger

3 Raynaud's Phenomenon

جدول ۲- سیستم طبقه‌بندی (HAVS) استکلهلم برای علائم عصبی- حسی و عروق محیطی ناشی از سرما

ارزیابی عروقی		
شرح علائم بالینی	درجه عارضه	مرحله عارضه
حملاتی ندارد	-	صفر
حملات سفید شدن پوست انگشت فقط در نوک یک انگشت یا بیشتر عارض می‌شود.	خفیف	یک
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.	متوسط	دو
حملات سفید شدن پوست انگشت مکرراً در همه بندها و اغلب انگشتان ظاهر می‌شود	شدید	سه
تمام علائم مرحله سه به اضافه اختلال تغذیه درست در نوک انگشتان خیلی شدید	خیلی شدید	چهار
ارزیابی اعصاب حسی		
علائم بالینی	مرحله	
با ارتعاش مواجهه دارد ولی علامت بالینی ندارد	صفر (اعصاب حسی)	
حالت کرختی متناوب، تنها یا همراه با حس سوزن سوزن شدن در انگشتان	یک (اعصاب حسی)	
کرختی متناوب و یا مداوم ، کاهش ادراک حسی	دو (اعصاب حسی)	
کرختی متناوب و یا مداوم ، کاهش تشخیص دقیق و یا تقلیل مهارت انجام کارهای یدی و یا هر دو	سه (اعصاب حسی)	
مراحل مختلف برای هر دست به صورت جداگانه آزمایش می‌شود. (به عنوان مثال- مرحله ۲ در دست چپ در دو انگشت و مرحله ۱ در دست راست در یک انگشت: (2L(2)/1R(1))		

الف - ۲ - سایر ملاحظات

توصیه می شود که روش پردازش سیگنال به منظور تولید محتوای طیفی در هر محور برای شناسایی فرکانس های مربوط به پیک های اصلی شتاب به کار رود. این طیف را می توان به صورت باندهای باریک فرکانسی با پهنای باند ثابت و یا باندهای تناسبی اما نه بزرگتر از یک سوم اکتاو ایجاد نمود.

مواجهه های حاد با شتاب مؤثر (RMS) وزن یافته منطبق با حد مجاز مواجهه شغلی یا فراتر از آن، که به صورت گهگاه و یا غیر مکرر اتفاق می افتد (مثلاً ۱ روز در هفته و یا چند روز در طی دو هفته) احتمالاً نسبت به مواجهه پیوسته صدمه و آسیب کمتری ایجاد می نمایند و الزاماً زیان بالاتری ندارند. (تیلور و پلمیر، ۱۹۷۵؛ و سرمن و تیلور، ۱۹۷۷؛ برامر، ۱۹۸۲؛ مایا، ۱۹۶۷).

شیوه های درست انجام کار مانند آموزش کار کان برای به کارگیری حداقل نیروی چنگش مناسب با عملیات ایمن ابزار برقی یا فرآیند، خشک و گرم نگهداشتن بدن و دست ها، اجتناب از سیگار کشیدن و استفاده از ابزار ضد ارتعاشی بایستی به کار گرفته شوند. به عنوان یک قاعده کلی، دستکش های کاهنده ارتعاش عموماً ارتعاش را در فرکانس های بالا کاهش می دهند. (تیلور و پلمیر، ۱۹۷۵؛ و سرمن و تیلور، ۱۹۷۷؛ برامر، ۱۹۸۲).

اندازه گیری ارتعاشات ضربه ای با جابجایی های زیاد و مکرر مانند آن هایی که توسط ابزارهای تصادمی پنوماتیکی تولید می شود، توسط بسیاری از شتاب سنج های پیزو الکترویک (تحت فشار به صورت مکانیکی) همراه با خطای است. با قرار دادن یک پالایه مکانیکی مناسب پائین گذر بین شتاب سنج و منع ارتعاش با فرکانس قطع 1500 هرتز یا بیشتر (و حساسیت بین محوری کمتر از 10 درصد) می توان از قرایت مقدار نادرست توسط دستگاه ممانعت نمود. همچنین برای شتاب سنج های پیزو الکترویک^۱، فرکانس تشیدید اصلی آن برای به حداقل رساندن احتمال نوسان D.C، بایستی حداقل 5 برابر از فرکانس طبیعی ابزار بالاتر و به طور ایده ال بزرگتر از 30 kHz باشد.

در گزارش ارزیابی ارتعاش انسانی علاوه بر مقدار (A)، نام سازنده و مشخصات تمام وسایلی که برای اندازه گیری ارتعاش و کالیبراسیون به کار می روند، اطلاعات زیر نیز بایستی گزارش شوند:

دلیل انجام ارزیابی مواجهه

فرایند هایی که سبب مواجهه با ارتعاش می شوند
ابزارهای قدرت، ابزارهای الحاق شده و یا قطعات کاری درگیر در انجام فعالیت های شغلی

محل و جهت مبدل‌ها

r.m.s هر مواجهه، شتاب وزن یافته‌ی فرکانس تک محوری اندازه‌گیری شده

مقدار کل ارتعاش برای هر عملیات یا فرایند شغلی

دوره زمانی روزانه کل برای هر عملیات یا فرایند شغلی و مواجهه روزانه‌ی ارتعاشی

الف-۳- مثال‌های کاربردی از روش ارزیابی مواجهه

مثال ۱: اگر مقدار کل ارتعاش برای زمان‌های مواجهه‌ی ۱ ساعت، ۳ ساعت و ۵ ساعت (برای یک روز کاری) به ترتیب برابر با $2/5$ ، $3/5$ و 10 متر بر مجدور ثانیه باشد آنگاه:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8h} [(2.5m/s^2)^2 * 1h + (3.5m/s^2)^2 * 3h + (10m/s^2)^2 * 0.5h]} = 3.4m/s^2$$

مثال ۲: در صورتی که اپراتور یک رنده نجاری روزانه به مدت ۳ ساعت با بزرگی‌های ارتعاشی در محورهای مختلف به شرح ذیل باشد مقدار شتاب r.m.s معادل مواجهه روزانه‌ی وی را محاسبه نمایید.

شتاب r.m.s در محور X برابر با $10/2$ متر بر مجدور ثانیه

شتاب r.m.s در محور Y برابر با $4/1$ متر بر مجدور ثانیه

شتاب r.m.s در محور Z برابر با $6/5$ متر بر مجدور ثانیه

پاسخ:

بزرگی شتاب در سه محور را در مدت زمان مواجهه ۸ ساعته با استفاده از روش مجموع محورها می‌توان محاسبه کرد:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} = \sqrt{10.2^2 + 4.1^2 + 6.5^2} = 12.77m/s^2$$

و شتاب معادل ۸ ساعته را حال می‌توان با استفاده از رابطه ذیل به دست آورد:

$$A_{(8)} = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} = 12.77 \sqrt{\frac{3}{8}} = 7.82m/s^2$$

مثال ۳: کارگری در یک کارخانه تولید صفحات چوبی یک اره برقی را روزانه به مدت $4/5$ ساعت استفاده می‌نماید. ارتعاش اره حین انجام کار برابر با $4m/s^2$ است مواجهه روزانه A(8)، وی چقدر است:

$$A_{(8)} = 4 \sqrt{\frac{4.5}{8}} = 3m/s^2$$

مواجهه روزانه برابر با m/s^2 ۳ بالاتر از سطح اقدام مواجهه و پایین تر از حد مجاز مواجهه قرار دارد. مثال ۴- یک آچار برقی برای بستن پیچ چرخ ها در یک تعمیر گاه مکانیکی بکار می رود. هر وسیله نقلیه به ۲۰ پیچ چرخ نیاز دارد. اپراتور ابزار به طور معمول یک آچار بادی را برای هر ۵ پیچ چرخ بکار می برد، سپس آن را بر روی زمین قرار داده و به محل چرخ بعدی می رود. گزارش ها کاری ثبت شده نشان می دهد که به طور متوسط در هر روز کار ۵۰ وسیله نقلیه به طور کامل انجام می گیرد، یعنی ۱۰۰۰ پیچ چرخ در روز.

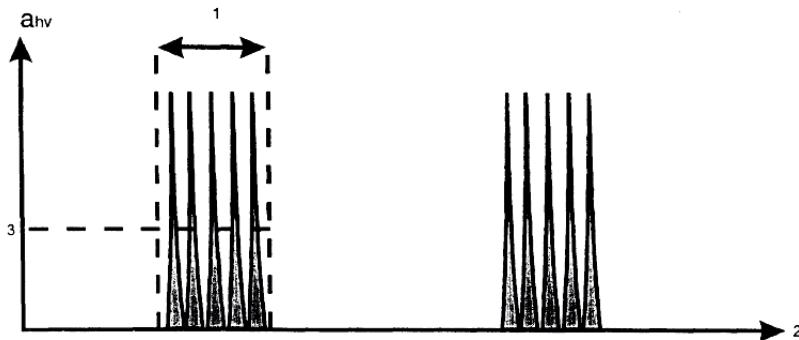
اندازه گیری بزرگی ارتعاش فقط در طول زمان انجام ۵ پیچ یک چرخ می تواند انجام بگیرد. در این شرایط ضربه‌ی آچار برای مدت حداقل ۲۰ ثانیه توسط اپراتور نگهداشته می شود، بنابراین همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده است، یک مدت زمان ثابت ۲۰ ثانیه‌ای برای بستن ۵ پیچ چرخ بکار می رود. میانگین بزرگی ارتعاش برای دوره ۲۰ ثانیه برابر با $\frac{m}{s^2}$ ۱۴/۶ بود. حداقل ۴ اندازه گیری برای اطمینان از یک میانگین زمانی کل بزرگتر از ۶۰ ثانیه‌ای ضروری است. مدت زمان کل مواجهه روزانه برابر است با:

$$T = \frac{\text{تعداد پیچ‌ها در روز}}{\text{دوره اندازه گیری} \times \frac{\text{تعداد پیچ‌ها در دوره اندازه گیری}}{\text{تعداد پیچ‌ها در روز}}}$$

$$T = \frac{\text{دوره اندازه گیری} \times \frac{\text{تعداد پیچ‌ها در روز}}{\text{تعداد پیچ‌ها در دوره اندازه گیری}}}{\text{تعداد پیچ‌ها در روز}}$$

بنابراین زمان مواجهه‌ی روزانه ۴۰۰۰ ثانیه است یعنی ۱ ساعت و ۷ دقیقه ($1/1h$) و بزرگی ارتعاش، a_{hv} ۱۴/۶ است، بنابراین مواجهه ارتعاشی روزانه $A(8)$ برابر است با:

$$A_{(8)} = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} = 14.6 \sqrt{\frac{1.1}{8}} = 5.4 m/s^2$$



شکل ۴- اندازه گیری دوره- ثابت تک ضربه یا تک انفجارهای عملیاتی ابزار

راهنمای

مدت زمان مواجهه = (دوره اندازه گیری × تعداد ضربه‌ها در روز) تقسیم بر تعداد ضربه‌ها در دوره‌ی اندازه گیری

۱ دوره اندازه گیری

۲ زمان

۳ a_{hv} اندازه گیری شده

مثال ۵- در این مثال، مواجهه روزانه‌ی ارتعاشی ناشی از سه وظیفه جداگانه است. در محاسبه مواجهه روزانه با ارتعاش هر سه وظیفه به صورت جداگانه برای محاسبه مواجهه ارتعاشی وظیفه شغلی موردنبررسی قرار می‌گیرد. در این شرایط مناسب است که از روش‌های متفاوت ارزیابی برای هر وظیفه استفاده کنیم.

کارگران جنگل بانی بخش اول فعالیتشان را در روز کاری با استفاده از اره‌های بررسی انجام می‌دهند، این فعالیت به طور میانگین ۲ ساعت طول می‌کشد، قسمت دوم وظیفه آن‌ها توسط یک اره زنجیری برای قطع درختان انجام می‌شود، و سپس شاخه‌های روی کنده درختان برداشته می‌شوند. روزانه ۳۰ درخت قطع و شاخه‌های آن‌ها برداشته می‌شود. الگوی مواجهه ارتعاشی مشابه با شکل ۵ است. ارزیابی مواجهه روزانه با ارتعاش را می‌توان با تقسیم نمودن روز کاری به سه وظیفه انجام داد:

عملیات برش بررسی^۱، قطع کردن^۲ و شاخه زدایی^۳
برای عملیات اول کار به طور پیوسته ۲ ساعت طول می‌کشد. بزرگی ارتعاش اندازه گیری شده در چندین دوره نمونه گیری در حین کار، برابر با $4/6 \frac{m}{s^2}$ بوده است. مواجهه ارتعاش جزئی، به صورت ذیل به دست می‌آید:

$$A_{brush-saw} (8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} = 4.6 \sqrt{\frac{2}{8}} = 2.3 m/s^2$$

استفاده از اره زنجیری برای قطع کردن هر درخت به طور متوسط ۲ دقیقه طول می‌کشد یعنی جمیاً یک ساعت برای ۳۰ درخت، میانگین بزرگی ارتعاش اندازه گیری شده در طول این دوره نیز $\frac{6}{\frac{1}{2}} = 12$ است بنابراین برای اره زنجیری نیز مواجهه ارتعاشی جزئی برابر است با:

$$A_{felling} (8) = 6.0 \sqrt{\frac{1}{8}} = 2.1 m/s^2$$

و شاخه زدایی هر درخت قطع شده به طور متوسط ۴ دقیقه به طول می‌انجامد. یعنی ۲ ساعت برای ۳۰ درخت. بزرگی ارتعاش ناشی از این وظیفه نیز برابر با $\frac{3/6}{\frac{1}{2}} = 1.8$ بود. بنابراین مواجهه ارتعاشی جزئی برای شاخه زدایی به صورت زیر خواهد بود:

$$A_{stripping} (8) = 3.6 \sqrt{\frac{2}{8}} = 1.8 m/s^2$$

مواجهه‌های ارتعاشی جزئی از هر سه وظیفه شغلی که در مواجهه روزانه با ارتعاش نقش داشته‌اند، را می‌توان با استفاده از رابطه زیر برای محاسبه $A(8)$ کل مواجهه روزانه، ترکیب نمود.

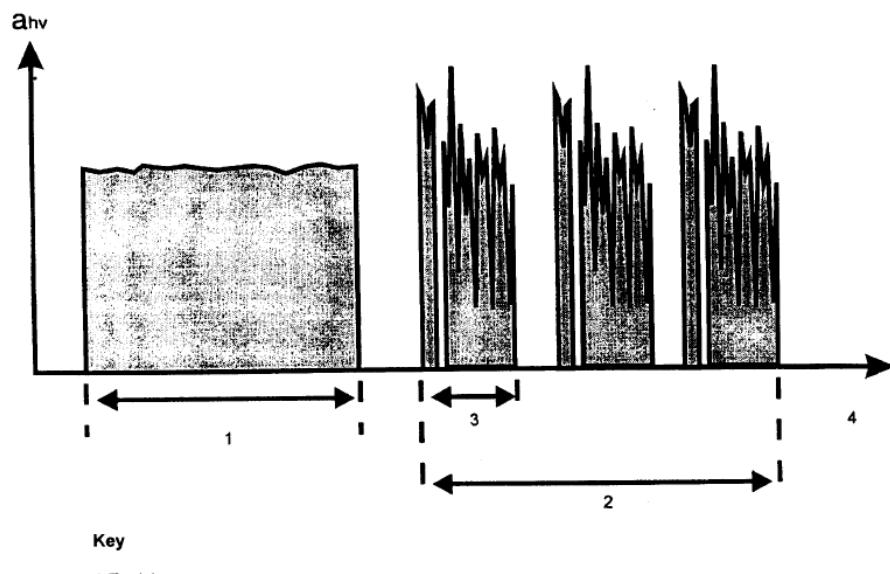
$$A(8) = \sqrt{A_{brush-saw}(8)^2 + A_{felling}(8)^2 + A_{stripping}(8)^2}$$

$$= \sqrt{(2.3)^2 + (2.1)^2 + (1.8)^2} = 3.6 m/s^2$$

1 brush saw

2 felling

3 stripping



شکل ۵- ارزیابی مواجهه در شرایطی که بیشتر از یک ابزار وجود داشته باشد.

ارتعاش تمام بدن

ملاحظات اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه با ارتعاش تمام بدن^۱ (WBV) به طور خلاصه مراحل انجام پایش مواجهه با ارتعاش تمام بدن در شکل زیر ارائه شده است روش انجام هر یک از مراحل در ادامه این بخش ارائه شده است.

1 Whole Body Vibration (WBV)



شکل ۱ - نموگرام اندازه گیری و ارزیابی اثرات بهداشتی مواجهه با ارتعاش تمام بدن

اندازه‌گیری مواجهه با ارتعاش تمام بدن کلیات

این بخش مطابق با استاندارد ISO 2631 روش‌های اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن ناشی از ارتعاشات دوره‌ای^۱، جاری^۲ و تصادفی^۳ را تعریف و فاکتورهای اصلی برای تعیین سطح مواجهه قابل قبول را بیان می‌کند. محدوده فرکانسی موردنظر از ۰/۵ تا ۸۰ هرتز در ارزیابی اثرات بهداشتی، آسایش و احساس است. لازم به ذکر است روش کار ارائه شده در این بخش را نبایستی برای ارزیابی تک شوک‌های با دامنه بی‌نهایت مانند آنچه در تصادفات رانندگی رخ می‌دهند بکار برد.

این بخش برای ارتعاشاتی که از طریق یک سطح حمایت کننده به بدن انسان منتقل می‌شود قابل اجراست. که معمولاً در وسایل نقلیه، در ماشین‌آلات، در ساختمان‌ها و در مجاورت دستگاه‌های صنعتی دیده شده است.

همان‌طور که در موضوع ارتعاش دست – بازو اشاره شد کمیت مورداستفاده جهت توصیف بزرگی ارتعاش انسانی ریشه میانگین مربعات (rms) شتاب وزن یافته‌ی فرکانسی است که با واحد متر بر مجدور ثانیه $\frac{m}{s^2}$ بیان می‌شود. اما در ارتباط با ارزیابی مواجهه با ارتعاش تمام بدن کمیت دیگری تحت عنوان مقدار دوز ارتعاش^۴ (VDV) نیز مورداستفاده می‌گیرد که تنها کمیت تجمعی است که صرفاً در بحث ارتعاش انسانی به کار می‌رود و با واحد متر بر مجدور ثانیه $\frac{m}{s^{1.75}}$ بیان می‌شود. سایر کمیت‌های مورداستفاده در این زمینه مانند شتاب پیک نیز از آنجاکه ماهیت شتاب دارند لذا بر حسب $\frac{m}{s^2}$ بیان می‌شوند.

محور اندازه‌گیری

شتاب ارتعاش کمیتی جهت‌دار با بزرگی متغیر است که بر حسب m/s^2 بیان می‌شود. ارتعاش بایستی بر اساس سیستم مختصات اصلی و در نقطه‌ای که ارتعاش قابل توجهی به بدن وارد می‌شود اندازه‌گیری شود. شتاب سنجی در محورهای مختصاتی اصلی تا جایی که امکان‌پذیر است بایستی باهم به صورت همزمان انجام شود. سیستم مختصات بیوپلینامیکی مورد استفاده برای اندازه‌گیری شتاب در شکل ۲ نشان داده شده است. روش کار توصیف شده در این کتاب جهت ارزیابی شتاب‌های منتقل شده به اپراتور

1 periodic

2 transient

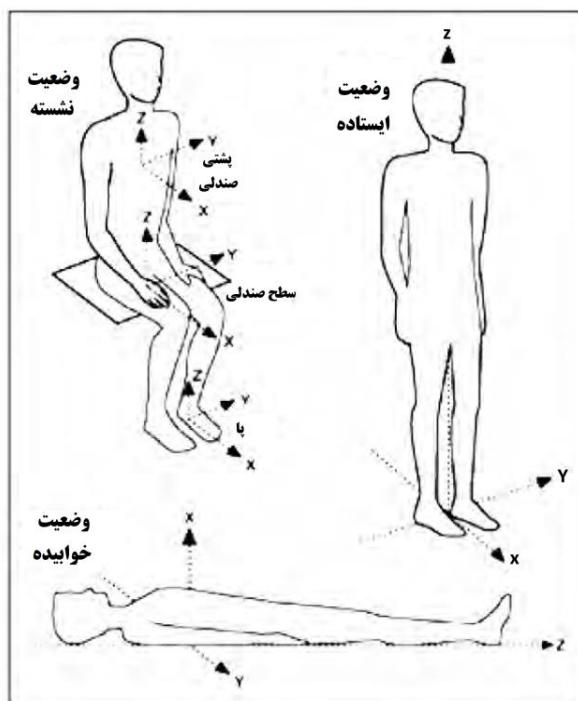
3 Random

4 Vibration Dose Value

یا شاغلینی است که بر روی صندلی به صورت عمودی نشسته باشند. دیگر وضعیت و محورهای تعریف شده در شرایط مختلف در (ISO 2631-1, ۱۹۹۷, ۲۰۰۳) اشاره شده است.

شبکه های توزین فرکانسی

در ارتعاش تمام بدن محدوده فرکانسی حائز اهمیت از $0/5$ تا 80 هرتز است اما چون که ریسک صدمات در همه فرکانس ها برابر نیستند، یک باند توزین فرکانسی^۱ جهت بیان احتمال صدمات در فرکانس های مختلف ارائه شده است. اندازه گیری شتاب وزن یافته فرکانسی، نیاز به استفاده از پالایه های توزین فرکانس و محدود کننده های باند های فرکانسی دارد. دو شبکه وزن دهی فرکانسی، w_k برای ارتعاش عمودی (z) و w_d برای ارتعاشات افقی و عرضی (x,y ، به منظور پیش بینی اهمیت فرکانس های $0/5$ تا 80 هرتز در برآورد اثرات بهداشتی در انسان مورد استفاده هستند. اطلاعات تکمیلی در این زمینه را در ضمیمه ب بینید.



شکل ۲. سیستم محورهای بیودینامیک برای حالت خوابیده، نشسته و ایستاده (ISO ۱۹۹۷, ۲۰۰۳, ۲۰۱۰)

ملاحظات تجهیزات اندازه‌گیری ارتعاش

برای سنجش مواجهه انسانی باید سه شتاب سنج مستقل سبک (یا یک شتاب سنج سه محوره) که حساسیت بین محوری آن‌ها کمتر از ۱۰٪ باشد، در داخل مرکز یک دیسک لاستیکی سخت مطابق با ISO ۱۰۳۲۶-۱ قرار گیرد. کل وزن این دیسک لاستیکی، شتاب‌سنج‌ها و کابل‌ها و اتصالات مرتبط آن نباید از ۴۰۰ گرم تجاوز نماید.

به منظور ارزیابی خطرات ارتعاش، باید حداقل یک شتاب سنج تمام بدن تعییه شده درون دیسک لاستیکی بر روی کفی صندلی و نشیمنگاه راننده قرار بگیرد. شتاب سنج تعییه شده در صفحه لاستیکی دیگر را می‌توان بین کمر و پشتی صندلی قرار داد. صفحه لاستیکی دوم به ویژه برای ارزیابی آسایش موردنظر است (ISO ۲۰۰۳-۱).

محل اندازه‌گیری و نصب شتاب سنج

مبدل ارتعاشی باید به طور مناسب بین بدن انسان و منبع ارتعاشی قرار گیرد. ارتعاشی که به بدن منتقل می‌شود باید بر روی سطحی، بین بدن و سطح مرتعش اندازه‌گیری شود. ناحیه اصلی تماس بین بدن و سطح مرتعش ممکن است همیشه واضح و آشکار نباشد. ISO 2631 برای افراد نشسته سه ناحیه اصلی شامل سطح حمایت کننده نشیمنگاه یا صندلی، پشتی صندلی و پاهارا به کار می‌برد. اندازه‌گیری بر روی سطح حمایت کننده صندلی بایستی در محل برآمدگی ورکی^۱ (بین ران و نشیمنگاه) باشد. اندازه‌گیری پشتی صندلی بایستی در محدوده اصلی حمایت کننده بدن انجام گیرد. اندازه‌گیری در پاهان نیز بایستی در محلی که پاهان اکثراً در آن محدوده قرار دارند انجام گیرد. روش معمول نصب شتاب سنج ها در اندازه‌گیری ارتعاش صندلی در ISO 10326-۱ ارائه شده است.

مدت زمان اندازه‌گیری^۲

مدت زمان اندازه‌گیری باید به اندازه‌های باشد که از صحت داده‌ها اطمینان حاصل شود و در واقع ارتعاش اندازه‌گیری شده باید منعکس کننده مواجهه معمول اپراتور باشد. مدت زمان اندازه‌گیری بایستی حتماً گزارش گردد. در جایی که کل مواجهه شامل دوره‌های متفاوت با مشخصات ارتعاشی مختلفی است تجزیه و تحلیل جداگانه هریک از دوره‌های مختلف موردنیاز است. برای سیگنال‌های تصادفی ثابت، صحت اندازه‌گیری به پهنانی باند پالایه و مدت زمان اندازه‌گیری ها بستگی دارد به عنوان مثال برای تعیین

1 Ischia tuberosities

2 duration of measurement

خطای اندازه‌گیری کمتر از ۳ دسیبل با سطح اطمینان ۹۰٪ زمانی که تجزیه و تحلیل در ۱/۳ اکتاو باند انجام شود نیاز به حداقل زمان اندازه‌گیری ۱۰۸ ثانیه برای یک فرکانس حد پایین^۱، LLF، ۱ هرتزی و ۲۲۷ ثانیه برای یک LLF، ۰/۵ هرتزی است. به عنوان یک قاعده سرانگشتی باید زمان اندازه‌گیری حداقل یک دوره کامل چرخه شغلی یا مسیر راهبری را پوشش دهد.

معیار تعیین روش ارزیابی (فاکتور قله)

مقادیر حدود مجاز و عمل توصیه شده مطابق با شتاب rms برای فاکتورهای قله ۹ یا کمتر معتبر هستند (ISO 2631:1997, 2003). فاکتور قله به عنوان قدر مطلق نسبت حداکثر مقدار آنی پیک^۲ سیگنال شتاب وزنی فرکانسی به مقدار rms تعریف شده است. در صورتی که فاکتور قله از ۹ تجاوز نماید، ممکن است مقادیر تعریف شده برای حدود مجاز یا اقدام مواجهه اثرات ارتعاش را کمتر از مقدار واقعی پیش‌بینی نمایند و به همین دلیل باید جانب احتیاط در این شرایط رعایت گردد. بدین جهت به هنگام مواجهه با ارتعاش تمام بدن باید فاکتور قله محاسبه گردد تا در صورت لزوم علاوه بر مقدار شتاب مؤثر، از روش مقدار دوز ارتعاش (VDV^۳) جهت ارزیابی ثانویه و تکمیلی استفاده شود.

روش‌های ارزیابی مواجهه

الف- روش ارزیابی پایه؛ با استفاده از ریشه میانگین مربعات شتاب وزن یافته

ارزیابی ارتعاش مطابق با توصیه ISO 2631 همیشه بایستی بر اساس شتاب (r.m.s) وزن یافته انجام گیرد. شتاب rms (ریشه میانگین مربعات) بر حسب m/s^2 برای ارتعاش خطی و راد بر مبنی‌دور ثانیه برای ارتعاشات دورانی است شتاب rms وزن یافته بایستی طبق معادله زیر یا معادل با آن در دامنه فرکانسی مربوط محاسبه شود.

(رابطه ۱)

$$a_w = \sqrt{\frac{1}{T}((a_{w1}^2 \times t_1) + (a_{w2}^2 \times t_2) + \dots + (a_{wn}^2 \times t_n))}$$

شتاب rms وزن یافته فرکانسی مربوط به هر یک از بازه‌های زمانی t برای مواجهه روزانه

$$\text{بر حسب } \frac{m}{s^2}$$

¹lower limiting frequency

² Maximum Instantaneous Peak Value

³ Vibration Dose Value

4 Basic Evaluation Method

T و t به ترتیب کل زمان مواجهه و طول زمان مواجهه در انجام هر زیر وظیفه شغلی بر حسب ثانیه، دقیقه یا ساعت

ب- روش استفاده از مقدار دوز ارتعاش^۱ (VDV)

با استناد به بخش (ISO 2631-1, ۱۹۹۷، ۲۰۰۳) روش شتاب مؤثر وزن یافته که در بالا توضیح داده شد، ممکن است اثرات شتاب‌های ارتعاش با فاکتور قله بالاتر از 9 را کمتر از مقدار واقعی تخمین بزنند. ارتعاشات گذرا^۲ و ارتعاشاتی که همراه با شوک‌های ناگهانی متعدد هستند نمونه‌هایی از این ارتعاشات هستند. در این شرایط روش ارزیابی ثانویه‌ای توسط ISO rms علاوه بر روش شتاب a_{rms} ، تحت عنوان مقدار توان چهارم دوز ارتعاش (VDV) ارائه شده است. مقدار دوز ارتعاش برای هر محور را می‌توان از طریق رابطه 2 محاسبه نمود:

$$VDV = k_l((a_w)_1(t_1)^4 + (a_w)_2(t_2)^4 + \dots + (a_w)_n(t_n)^4)^{\frac{1}{4}} \quad (رابطه ۲)$$

که a_w مقدار شتاب rms وزن یافته در بازه‌های زمانی t مختلف و k_l ضریب اضافی آن محور با توجه به هدف ارزیابی است. قابل ذکر است که برخلاف شتاب وزن یافته کل که توسط رابطه 1 محاسبه می‌گردد، VDV به مدت زمان اندازه‌گیری بستگی دارد.

روش VDV را باید به منظور ارزیابی مواجهه با زمان‌های بیش از 8 ساعت به کار گرفت. اطلاعات بیشتر در ارتباط با VDV را در ضمیمه ب بینید.

ترکیب محورها

مشابه با آنچه در مورد ارتعاش دست بازو اشاره شد در اینجا نیز سیگنال ورودی جهت‌دار بوده و در هر سه جهت مختصاتی یا بیودینامیکی منتشر می‌شود. مقادیر شتاب a_{rms} وزن یافته فرکانسی برای محورهای X ، Y و Z به ترتیب به صورت a_{wx} ، a_{wy} ، a_{wz} گزارش می‌شوند. در ارتعاش تمام بدن ارزیابی اثرات بهداشتی مواجهه بر اساس برآیند سه محور انجام می‌شود. مقدار ارتعاش کلی^۳ a_v ، که در اینجا به اختصار a_v نامیده می‌شود، به صورت ریشه‌ی مجموع مربعات مقادیر اندازه‌گیری شده محورهای سه‌گانه با اعمال ضرایب اضافی مربوط به هر محور تعریف می‌شود:

1 Vibration Dose Value

2 Transient

3 Vibration Total Value

$$a_v = a_v = \left((k_x a_{wx})^2 + (k_y a_{wy})^2 + (k_z a_{wz})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{رابطه } 3)$$

نکته: در شرایطی که روش ارزیابی VDV بکار می‌رود رابطه فوق به صورت زیر بکار خواهد رفت:

$$a_v = \left((k_x VDV_{wx})^4 + (k_y VDV_{wy})^4 + (k_z VDV_{wz})^4 \right)^{\frac{1}{4}} \quad (\text{رابطه } 4)$$

VDV به ترتیب شتاب rms و وزن یافته در محورهای x, y, z هستند. k_x, k_y و k_z ضرایب مربوطه در هر یک از محورهای مختصاتی می‌باشند. در ارزیابی اثرات بهداشتی ضرایب اعمالی K، برای محورهای X, Y, Z برابر با ۱/۴ و برای محور Z برابر با ۱ است. مقدار برآیند یا جمع برداری ارتعاش معمولاً در بیشتر شرایط به عنوان معیار نهایی ارزیابی بکار می‌رود.

دقت شود که ضرایب اضافی صرفاً یک مرحله اعمال گردند و موضوع دیگر این است که خود ضرایب نیز در محاسبات باید به توان ۲ برسند. در بسیاری از تجهیزات اندازه‌گیری امروزه پس از تعیین استاندارد کاری این ضرایب اضافی به صورت خودکار در نتایج خروجی اعمال می‌شوند و نباید مجددأ اعمال گردد.

تعیین شتاب معادل در مدت زمان مواجهه

در صورتی که مواجهه با ارتعاش شامل مواجهه با مقادیر بزرگی متفاوت ارتعاش در دوره‌های زمانی مختلف و در یک محدوده زمانی ۲۴ ساعته باشد، مقدار انرژی معادل شتاب وزن یافته برای هر محور را می‌توان مطابق با ISO 2631-1 (۱۹۹۷، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰) به صورت زیر محاسبه نمود:

$$a_{wl} = \frac{(a_{wl1}^2 t_1) + (a_{wl2}^2 t_2) + \dots + (a_{wln}^2 t_n)}{(t_1 + t_2 + \dots + t_n)} \quad (\text{رابطه } 5)$$

(ms⁻² rms) = مقدار معادل شتاب وزن یافته کل در محور مورد نظر (ms⁻² rms) 1, 2, ..., n

(ms⁻² rms) = مقدار کل شتاب وزن یافته در هر محور مورد نظر در آن بازه زمانی (ms⁻² rms)

= مدت زمان مواجهه برای هر دوره (s)

در صورت نیاز به محاسبه مواجهه روزانه (در طول یک دوره ۲۴ ساعته) می‌توان از طریق رابطه ۶، مقدار آن را برای زمان مرجع ۸ ساعت استانداردشده محاسبه نمود:

(رابطه 6)

$$\frac{m}{s^2} A(8) = \sqrt{\frac{(a_{w1}^2 \cdot t_1) + (a_{w2}^2 \cdot t_2) + \dots + (a_{wn}^2 \cdot t_n)}{8}}$$

a_w = مواجهه روزانه (۸ ساعته) با ارتعاش برای هر جهت

$T_j = a_{wj}$ = مقدار کل شتاب مؤثر وزن یافته برای جهت موردنظر در دوره زمانی j

$T_0 =$ مدت زمان رفرنس (۸ ساعت یا ۲۸۰ ثانیه)

مقدار شتاب اندازه‌گیری شده در بازه زمانی مختلف را می‌توان با استفاده از رابطه ۷ به شتاب معادل ۸ ساعته تبدیل نمود.

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_v}{T_0}} \quad (\text{رابطه ۷})$$

که T_v کل مدت زمان روزانه مواجهه با ارتعاش a_{hv} و T_0 دوره زمانی مرجع که معمولاً برای زمان مواجهه برابر با ۸ ساعت (۲۸۰ ثانیه) در نظر گرفته می‌شود. برای مشاهده نمونه‌های مربوط به تعیین مواجهه در شرایط مختلف نمونه‌های انتهایی در ضمیمه الف را ببینید.

زمانی که مواجهه ارتعاشی شامل دو یا چند دوره زمانی، نه با بزرگی‌های متفاوت باشد مقدار دوز ارتعاشی برای کل مواجهه بایستی از ریشه چهارم تک تک مقادیر دوز ارتعاش محاسبه شود:

$$VDV_{total} = (VDV_1^4 + VDV_2^4 + \dots + VDV_n^4)^{\frac{1}{4}} \quad (\text{رابطه ۸})$$

دقت شود که در این شرایط با توجه به ماهیت تجمعی VDV ، مدت زمان در رابطه وجودندارد و در درون هر یک از VDV ‌ها نهفته است.

حدود مجاز مواجهه با ارتعاش تمام بدن

همان‌طور که گفته شد ارزیابی نهایی مواجهه باید یا بر اساس مقادیر rms یا VDV صورت پذیرد.

حدود مواجهه شغلی (OEL) برای فرکانس‌های مرکزی یک‌سوم اکتاو باند در محدوده فرکانسی رزونانس بدن انسان برای مدت زمان‌های کاری مختلف روزانه با توجه به بزرگی شتاب rms وزن یافته و زمان مواجهه با ارتعاش تمام بدن (WBV) در جدول ۱ ارائه شده است. حدود اقدام (AL) مواجهه شغلی در فرکانس‌های مرکزی یک‌سوم اکتاو باند در جدول ۱ با توجه به بزرگی شتاب rms وزن یافته و زمان مواجهه با ارتعاش مکانیکی تمام بدن (WBV) منتقل به بدن ارائه شده است.

جدول ۱ - حدود مواجهه شغلی (OEL) و سطوح اقدام (AL) بر اساس روش ارزیابی پایه (شتاب rms وزن یافته فرکانسی) مطابق با ISO 2631-1

مدت زمان مواجهه روزانه با ارتعاش (ساعت)	شتاب وزن یافته فرکانسی (rms) (m/s ²)	حد مواجهه شغلی (OEL) (m/s ²)	حد اقدام (AL) (m/s ²)
۱۰ دقیقه (۰/۱۶۶۷)	۶	۳	۳
۳۰ دقیقه (۰/۵)	۳/۴۶	۱/۷۳	۱/۷۳
۱	۲/۴۵	۱/۲۳	۱/۲۳
۲	۱/۷۳	۰/۸۷	۰/۸۷
۴	۱/۲۳	۰/۶۱	۰/۶۱
۸	۰/۸۷	۰/۴۳	۰/۴۳
۲۴	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵
رابطه تعیین مقدار OEL در زمان موردنظر T (ساعت)	$a_w(OEL) = \frac{2.45}{\sqrt{T}} \text{ (m/s}^2 \text{ rms)}$	$a_w(OEL) = \frac{2.45}{\sqrt{T}} \text{ (m/s}^2 \text{ rms)}$	
رابطه تعیین مقدار AL در زمان موردنظر T (ساعت)	$a_w(AL) = \frac{1.23}{\sqrt{T}} \text{ (m/s}^2 \text{ rms)}$	$a_w(AL) = \frac{1.23}{\sqrt{T}} \text{ (m/s}^2 \text{ rms)}$	
رابطه تعیین مدت زمان مواجهه T (ساعت) مطابق با OEL	$T = \frac{6}{a_w^2(OEL)}$	$T = \frac{6}{a_w^2(OEL)}$	
رابطه تعیین مدت زمان مواجهه T (ساعت) مطابق با AL	$T_v = \frac{1.5}{a_w^2(AL)}$	$T_v = \frac{1.5}{a_w^2(AL)}$	

حدود مواجهه شغلی (OEL) و حدود اقدام (AL) در زمان‌های مختلف کاری روزانه بر اساس روش ارزیابی VDV نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

به طور جدی توصیه می‌گردد که جهت کاهش مواجهه اپراتورها و شاغلین با ارتعاش در یک دوره ۲۴ ساعته اقداماتی انجام گردد تا مقدار مواجهه در محدوده مجاز و در ناحیه راهنمای احتیاطی توصیه شده توسط ISO, ANSI قرار گیرد. این محدوده در استاندارد ISO 2631 ناحیه راهنمای احتیاط بهداشتی (HGCZ^۱) نامیده می‌شود و حدفاصل AL و OEL است. قابل ذکر است که اثرات ناشتاخته روان‌شناختی و فیزیولوژیک مربوط به ریسک بهداشتی ناشی از ارتعاش ممکن است وابسته به حساسیت

افراد متفاوت باشد. بنابراین مادامی که از این حدود استفاده می‌شود، نباید آن‌ها را به عنوان مرز قطعی بین ایمنی و خطر تلقی نمود. اطلاعات بیشتر در ارتباط با حدود مواجهه را در ضمیمه ب بینید.

جدول ۲- حدود مواجهه شغلی (OEL) و سطوح اقدام (AL) بر اساس روش ارزیابی بر اساس مقدار دوز ارتعاش ISO 2631-1 (VDV)

(m/s ^{1.75}) حد مواجهه شغلی (OEL)	VDV وزن یافته فرکانسی (VDV _w) حد اقدام (AL)	مدت زمان مواجهه روزانه با ارتعاش (ساعت)
۴۴/۷۶	۲۲/۳۸	۰/۱۶۶۷ (۱۰ دقیقه)
۳۴	۱۷	۰/۵ (۳۰ دقیقه)
۲۸/۶	۱۴/۳	۱
۲۴	۱۲	۲
۲۰/۲۲	۱۰/۱	۴
۱۷	۸/۵	۸
$VDV_{(OEL)} = \frac{28.6}{T^{\frac{1}{4}}} \text{ (m/s}^{1.75} \text{ rms)}$	رابطه تعیین مقدار OEL در زمان موردنظر T (ساعت)	
$VDV_{(AL)} = \frac{14.3}{T^{\frac{1}{4}}} \text{ (m/s}^{1.75} \text{ rms)}$	رابطه تعیین مقدار AL در زمان موردنظر T (ساعت)	
$T_{OEL} = 8\left(\frac{17}{VDV_{mesu}}\right)^4 \text{ (hrs)}$	رابطه تعیین مدت زمان مواجهه T (ساعت) مطابق با VDV برای OEL اندازه گیری شده	
$T_{AL} = 8\left(\frac{8.5}{VDV_{mesu}}\right)^4 \text{ (hrs)}$	رابطه تعیین مدت زمان مواجهه T (ساعت) مطابق با VDV برای AL اندازه گیری شده	
*روش VDV را نباید به منظور ارزیابی مواجهه با زمان‌های بیش از ۸ ساعت به کار گرفت.		

ضمیمه ب

ب - ۱ - نکات تکمیلی

خلاصه‌ای از روش کار پردازش داده‌ها شامل محاسبه شتاب rms توزین شده در هر جهت (x, y, z) بهمنظور ارزیابی ریسک بهداشتی مطابق با (ISO ۲۶۳۱، ۱۹۹۷، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰) به شرح ذیل است:

(الف) توصیه می‌شود که بهمنظور شناسایی فرکانس‌هایی که حداقل مقادیر شتاب در آن‌ها اتفاق می‌افتد، از فنون پردازش سیگنال برای ایجاد محتوای طیفی استفاده شود. این طیف را می‌توان بهصورت باند فرکانسی باریک با پهنهای ثابت یا باندهای نسبی ایجاد کرد اما باید پهنهای باند بزرگ‌تر از یک‌سوم اکتاو باند باشد.

(ب) برای ارزیابی اثرات بهداشتی اپراتورها یا شاغلین مواجه با ارتعاش تمام بدن در وضعیت نشسته، اندازه‌گیری‌های شتاب ارتعاش باید حداقل برای هر جهت در سطح نشیمنگاه و با استفاده از روش ارزیابی پایه (شتاب rms) و با اعمال فاکتورهای توزین فرکانسی و ضرایب اضافی محوری مطابق با ISO ۲۶۳۱-۱ (۱۹۹۷، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰) انجام گیرد. این امر همان‌طور که ذکر شد با استفاده از باندهای باریک فرکانسی یا یک‌سوم اکتاو باند بهصورت تغیرات مقادیر بزرگی در دامنه زمانی یا دامنه فرکانسی سیگنال قابل انجام است. منحنی‌های توزین فرکانس برای تعیین ریسک بهداشتی انسانی در شکل ۳ نمایش داده شده است. ضرایب اضافی (k_l) برای برآورد ریسک بهداشتی برای هر محور در استاندارد ISO ۲۶۳۱ تعیین شده است که ذیلاً اشاره می‌گردد. گستره فرکانسی موردنظر در برآورد ریسک rms بهداشتی WBV Hz ۸۰-۰/۵ در هر محور است. از رابطه ب-۱ جهت محاسبه مقدار کل شتاب وزن یافته در دامنه زمانی برای هر جهت استفاده می‌شود:

$$a_{wl} = k_l \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_{wl}^2(t) dt \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{رابطه ب - ۱})$$

محاسبات در دامنه فرکانسی بهصورت ذیل است:

$$a_{wl} = k_l (\sum [W_{li} a_{li}]^2)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{رابطه ب - ۲})$$

a_{wl} = مقدار کل شتاب rms وزن یافته در هر محور (x, y, z) بحسب متر بر مجدور ثانیه

k_l = ضرایب اعمالی برای هر محور (k=1 for z, k=1.4 for x and y)

$a_{wl}(t)$ = شتاب وزن یافته به عنوان تابعی از زمان بین $80-50$ Hz بر حسب m/s^2

T = دوره اندازه گیری (ثانیه)

W_{li} = وزن دهی فرکانسی برای محور i در باند فرکانسی باریک یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاو باند i از $50-80$ Hz

a_{ali} = مقدار شتاب rms برای محور i در باند فرکانسی باریک یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاو باند i از $50-80$ Hz

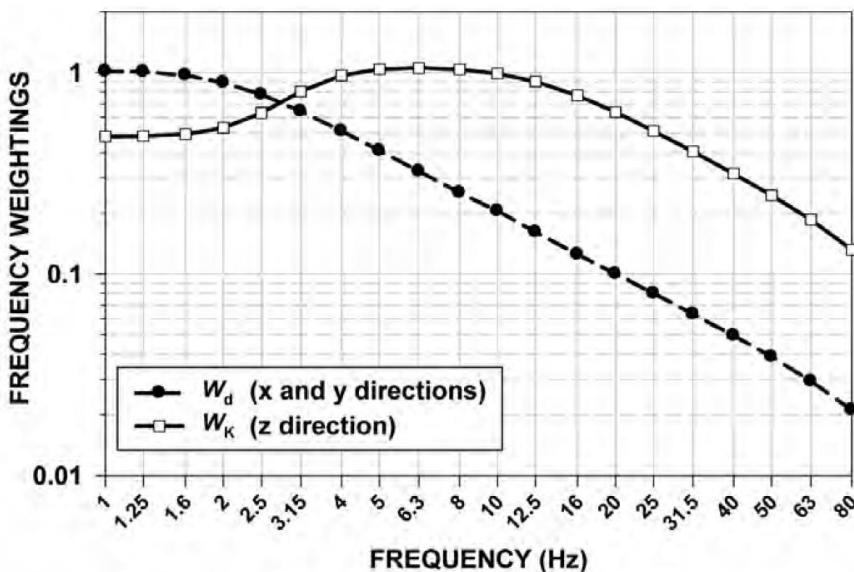
در صورتی که مواجهه با ارتعاش شامل مواجهه با مقادیر بزرگ متفاوت ارتعاش در دوره های زمانی مختلف و در یک محدوده زمانی ۲۴ ساعته باشد، مقدار انرژی معادل شتاب وزن یافته برای هر محور را می توان مطابق با ISO ۲۶۳۱-۱ (۱۹۹۷، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰) به صورت زیر محاسبه نمود:

$$a_{wl,e} = \left[\frac{\sum(a_{wlj}^2 \cdot T_j)}{\sum T_j} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{رابطه ب-۳})$$

$a_{wl,e}$ = مقدار معادل شتاب وزن یافته کل در محور مورد نظر i (ms^{-2} rms)

a_{wlij} = مقدار کل شتاب وزن یافته در هر محور مورد نظر برای دوره زمانی j (ms^{-2} rms) (از رابطه ۱ یا ۲)

T_j = مدت زمان مواجهه برای هر دوره j (s)



شکل ۳. شبکه توزین فرکانسی W_d (برای محورهای X و Y) و W_k (برای محور Z, ISO ۱۹۹۷)

دوز ارتعاش مقداری است که تنها برای اندازه‌گیری‌های ارتعاش انسانی به کار می‌رود. این کمیت در نتیجه تحقیقات تجربی به دست آمده است. این تحقیقات نشان داده که بین بزرگی ارتعاش و حالت عدم آسایش و اثرات بهداشتی رابطه توان چهارم وجود دارد. بنابراین، این کمیت بیشتر از شتاب مؤثر، بر شوک‌ها تأکید و توجه دارد. تفاوت دیگر بین شتاب مؤثر و دوز ارتعاش این است که دوز ارتعاش اغلب خاصیت تجمعی داشته و در طول مدت زمانی که بزرگی ارتعاش کم می‌شود و یا به صفر می‌رسد، کاهش نمی‌یابد. بعلاوه مواجهه با ارتعاش دائمی باعث می‌شود که دوز ارتعاش به طور پیوسته افزایش یابد در حالی که شتاب مؤثر ثابت می‌ماند. هنگام استفاده از این روش، به منظور حفاظت افراد از اثرات ارتعاش، مقدار مواجهه در هیچ‌یک از محورها نباید از $17 \text{ ms}^{-1.75}$ فراتر رود. به طور اکید توصیه می‌شود که اقداماتی به منظور کاهش سطح ارتعاش بر اساس VDV در رساندن میزان مواجهه به مرز احتیاطی $17 \text{ ms}^{-1.75}$ تا $17 \text{ ms}^{-0.5}$ (HGCZ) اجرا گردد.

اعداد ارائه شده OEL در جداول ۱ و ۲ مطابق با مرز بالای ناحیه راهنمای احتیاط بهداشتی تعریف شده توسط ISO 2631-1, ۱۹۹۷, ۲۰۰۳, ۲۰۱۰ است. همان‌طور که ذکر شد OEL به حداکثر شتاب وزن یافه برای یک دوره زمانی خاص اشاره دارد که چنانچه اپراتورها و راکبین وسایل نقلیه زمینی، هوایی و دریایی به طور مکرر در طول یک دوره ۲۴ ساعته مواجهه در مواجهه با آن قرار گیرند، احتمال

بروز اثرات بهداشتی در اکثر ایشان اندک است. مقادیر AL منطبق بر مرز پایینی ناحیه راهنمای احتیاط بهداشتی تعریف شده توسط ISO 2631-1، ۱۹۹۷، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰ است. با توجه به ضمیمه ISO B ۱-۲۶۳۱-۱، ۱۹۹۷، ۲۰۰۳ در صورتی که مقدار مواجهه اپراتورها و شاغلین در طول یک دوره ۲۴ ساعته بین دو مرز پایین (OEL) و بالای (AL) در جدول ۱ قرار بگیرد، پتانسیل بروز اثرات بهداشتی وجود دارد و این محدوده در حقیقت همان ناحیه راهنمای احتیاط بهداشتی یا HGCZ تعریف شده است. حدود مجاز و اقدام شغلی مذکور نباید در سازه‌های دریابی، کشتی‌های بزرگ یا ساختمان‌های ثابت به کار گرفته شود. خلاصه‌ای از روند تحلیل داده‌ها در این شرایط به شرح ذیل است:

اگر شتاب rms وزن یافته کل (a_{wle} یا a_{wl}) در هر محور یا مقدار کل ارتعاش (a_v) از مقادیر ارائه شده در جدول ۱ یا ۲ (OEL) فراتر رود یا با آن برابر باشد، آنگاه مواجهه فرد برای آن مدت زمان معین بیش از حد مجاز تفسیر می‌گردد.

اگر شتاب rms وزن یافته کل در یک محور با کمترین زمان مواجهه از حدود تعریف شده در جدول ۱ عبور نماید، این مدت زمان به عنوان مدت زمان مجاز مواجهه تعیین می‌گردد، مگر اینکه مقدار ارتعاش کل استفاده شود، که در این صورت قطعاً زمان محاسبه شده مجاز بر اساس مقدار برآیند محورها کوتاه‌تر خواهد بود. توصیه می‌شود که علاوه بر مقدار شتاب کل، شتاب‌های وزن یافته هر محور نیز به صورت مجزا گزارش گردد.

گزارش وضعیت ارتعاش

این بخش طبق توصیه ISO 2631 به منظور ساده‌سازی و استاندارد کردن گزارش دهی، مقایسه و ارزیابی وضعیت ارتعاش طراحی شده است.

توصیه می‌شود دامنه و زمان همه مواجهات ارتعاشی ارزیابی شده گزارش شوند. اگر روش ارزیابی ثانویه به کار می‌رود (مثل هنگامی که فاکتور قله بزرگ‌تر از ۹ باشد) هر دو مقادیر پایه و ثانویه بایستی گزارش گرددند. اگر فاکتور قله تعیین شده است بایستی زمان اندازه‌گیری نیز حتماً گزارش شود. بهتر است که اطلاعات جزئی بیشتری راجع به شرایط مواجهه ارتعاشی گزارش شود. گزارش‌ها بایستی شامل اطلاعاتی درباره محتوای فرکانس (مثل طیف ارتعاش)، محورهای ارتعاشی، چگونگی تغییرات ارتعاش در طول دوره و هر فاکتور احتمالی دیگر مؤثر بر اثرات ناشی از ارتعاش باشد.

نکته: فاکتورهای دیگری نیز ممکن است بر روی پاسخ انسان به ارتعاش مؤثر باشند: نوع جمعیت (سن، جنس، سایز، تناسب اندام و...)، تجربه، توقعات و انگیزه فردی، تحریک (مثلًا سختی وظیفه محوله)، وضعیت بدن، نوع فعالیت (مثلًا راننده یا مسافر)، گرفتاری‌های مالی.

ب- ۲- مثال‌های کاربردی از روش ارزیابی مواجهه

مثال ۱: یک راننده هر روز یک ساعت با یک لیفتراک کوچک بارگیری کامیون را انجام می‌دهد و ۶ ساعت در حال رانندگی یک کامیون به شرح ذیل است:

مرحله ۱: مقادیر ارتعاش روی صندلی برحسب m/s^2 برابر است با:

کامیون	لیفتراک	محورهای اندازه‌گیری شده
۰/۲	۰/۵	محور X
۰/۳	۰/۳	محور Y
۰/۳	۰/۹	محور Z

مرحله ۲: بنابراین مواجهه روزانه محورهای X، Y و Z برای کامیون به شرح ذیل است:

$$A_x(8) = 1.4 \times 0.2 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0.24 \frac{m}{s^2}$$

$$A_y(8) = 1.4 \times 0.3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0.36 \frac{m}{s^2}$$

$$A_z(8) = 0.3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0.26 \frac{m}{s^2}$$

و برای لیفتراک:

$$A_x(8) = 1.4 \times 0.5 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0.25 \frac{m}{s^2}$$

$$A_y(8) = 1.4 \times 0.3 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0.15 \frac{m}{s^2}$$

$$A_z(8) = 0.9 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0.32 \frac{m}{s^2}$$

مرحله ۳: مقدار بزرگی مواجهه در هر محور؛

$$A_x(8) = \sqrt{0.25^2 + 0.24^2} = 0.35 \frac{m}{s^2}$$

$$A_y(8) = \sqrt{0.15^2 + 0.36^2} = 0.39 \frac{m}{s^2}$$

$$A_z(8) = \sqrt{0.32^2 + 0.26^2} = 0.41 \frac{m}{s^2}$$

مرحله ۴: مقدار برآیند محورها برای مواجهه کلی این راننده برابر خواهد بود با :

$$a_w = \sqrt{0.35 + 0.39 + 0.41} = 0.67 \text{ m/s}^2$$

لذا مواجهه ۸ ساعته مجموع راننده در محدوده ناحیه HGCZ قرار دارد.

مثال ۲: برای راننده مثال قبل با همان شرایط، مقادیر اندازه گیری شده VDV به شرح ذیل است، ارزیابی سطح مواجهه را در این وضعیت انجام دهید.

مرحله ۱: مقادیر ارتعاش اندازه گیری شده بر روی صندلی در مدت زمان ۲ ساعت برای لیفتراک و ۶ ساعت برای کامیون، بر حسب $\text{m/s}^{1.75}$ به شرح ذیل است :

کامیون تحویل	لیفتراک	محورهای اندازه گیری شده
۴	۶	Xمحور
۵	۶/۸	Yمحور
۸/۹	۱۲	Zمحور

مرحله ۲: بنابراین مقادیر جزئی VDV در محورهای x و z برابر است با :

لیفتراک	کامیون
$VDV_{epx,x,lif} = 1.4 \times 6 \times \left(\frac{2}{8}\right)^{\frac{1}{4}} = 5.9 m/s^{1.75}$	$VDV_{epx,x,lorry} = 1.4 \times 4 \times \left(\frac{6}{8}\right)^{\frac{1}{4}} = 5.2 m/s^{1.75}$
$VDV_{epx,y,lif} = 1.4 \times 6.8 \times \left(\frac{2}{8}\right)^{\frac{1}{4}} = 6.7 m/s^{1.75}$	$VDV_{epx,y,lorry} = 1.4 \times 5 \times \left(\frac{6}{8}\right)^{\frac{1}{4}} = 6.5 m/s^{1.75}$
$VDV_{epx,z,lif} = 12 \times \left(\frac{2}{8}\right)^{\frac{1}{4}} = 8.5 m/s^{1.75}$	$VDV_{epx,z,lorry} = 8.9 \times \left(\frac{6}{8}\right)^{\frac{1}{4}} = 8.3 m/s^{1.75}$

مرحله ۳: مواجهه با ارتعاش روزانه ۸ ساعته برای هر محور برابر است با :

$$VDV_x = (5.9^4 + 5.2^4)^{\frac{1}{4}} = 6.7 m/s^{1.75}$$

$$VDV_y = (6.7^4 + 6.5^4)^{\frac{1}{4}} = 7.9 m/s^{1.75}$$

$$VDV_z = (8.5^4 + 8.3^4)^{\frac{1}{4}} = 10 m/s^{1.75}$$

مرحله ۴: مقدار مجموع محورها برای مواجهه کلی برای مقدار دوز ارتعاش (VDV) در این راننده لذا برابر خواهد بود با :

$$VDV_{total} = [(6.7)^4 + (7.9)^4 + (10^4)]^{\frac{1}{4}} = 11.2 m/s^{1.75}$$

لذا مواجهه ۸ ساعته مجموع راننده مطابق با روش ارزیابی VDV بر اساس ویژگی‌های سیگنال ارتعاشی ورودی در محورهای سه‌گانه در کمتر از حد مجاز و در محدوده ناحیه راهنمای احتیاط بهداشتی، HGCZ، قرار دارد لذا توصیه می‌گردد جهت کاهش عوارض، افزایش بهره‌وری و غیره اقدامات پیشگیرانه لازم طرح ریزی و اجرا گردد.

منابع:

American National Standards Institute (ANSI): ANSI S2.70-2006 American National Standard Guide for the Measurement and Evaluation of Human Exposure to Vibration Transmitted to the Hand. ANSI, New York, New York (2006).

Bovenzi M; Pinto I; Picciolo F; et al.: Frequency weightings of hand-transmitted vibration for predicting vibration-induced white finger. Scand J Work Environ Health 37:244-252 (2011).

Brammer AJ: Chain Saw Vibration: Its Measurement, Hazard and Control. National Research Council Pub No APS-599. Ottawa, Canada (1978) Brammer AJ: Threshold Limit for Hand-Arm Vibration Exposure throughout the Workday. Vibration Effects on the Hand and Arm in Industry, pp 291-301. AJ Brammer, W Taylor (Eds). John Wiley & Sons, New York, New York (1982)

Dong RG; Welcome DE; McDowell TW; et al.: A proposed theory on biodynamic frequency weighting for hand-transmitted vibration exposure. Ind Health 50:412-424 (2012).

International Standards Organization (ISO): ISO 5349-1 Mechanical vibration – Measurement and assessment of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General guidelines. ISO, Geneva, Switzerland (2001a).

Interational Standards Organization (ISO): ISO 5349-2 Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2 Practical guidance for measurement at the workplace. ISO, Geneva, Switzerland (2001b).

Miwa T. Evaluation methods for vibration effect. 1. Measurements of threshold and equal sensation contours on the hand for vertical and horizontal sinusoidal vibration. Ind Health (Japan)5:213-220 (1967)

Pelmear PL: Leong DTaylor W; et al: Measurement of vibration of hand-held tools: weighted or unweighted? J Occup Med 31(11):903-908 (1989) Taylor WPelmear PL (Eds): Vibration White Finger in Industry. Academic Press, London,England (1975)

US National instituie for Occupational Saleiy and Health (US NIOSH). Vibration Syndrome Current Intelligence Bulletin No 38. DHHS (NIOSH) Pub 83-110, NTIS Pub No PB-83-238493, also Videotape No 177. NIOSH, Cincinnati, OH (1983).

Wasserman DE, Taylor W (Eds): Proceedings of the International Occupational Hand-ArmVibration Conference, DHEW (NIOSH) Pub No 77-170; NTIS Pub

No PB-274-246. National Technical Information Service, Springfield, VA (1977)

Wasseman DE: Taylor W Behrens V, et al.: Vibration White Finger Disease in US Workers Using Pneumatic Chipping and Grinding Hand Tools, Vol I Epidemiological. DHHS (NIOSH) Pub No 82-118, NTIS Pub No PB-83-192-849. National Technical information Service, Springfield, VA (1982a). Wasserman DE; Reynolds D; Behrens V. et al.: Vibration White Finger Disease in US Workers Using Pneumatic Chipping and Grinding Hand Tools, Vol I. Engineering. DHHS (NIOSH) Pub No 82-101, NTIS Pub No PB-83-113-415. National Technical Information Service, Springfield, VA (1982b).

Wasserman DE: Human Aspects of Occupational Vibration Elsevier Publishers, Amsterdam,Netherlands (1987)

Wasserman DE: The control aspects of occupational hand-arm vibration. Appl Ind Hyg418):F22-F26 (1989a).

Wasserman DE: To weight or not to weight..that is the question. J Occup Med 31(11):909(1989)

International Standards Organization (ISO): ISO 10326-1:1992: Mechanical Method for Evaluating Vehicle Seat Vibration-Part 1: Vibration-Laboratory Basic Requirements. Switzerland, Geneva (1992)

international Standards Organization (ISO); ISO 2631-1:1997: Mechanical Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration- Vibration and Shock Part 1: General Requirements. Geneva, Switzerland (1997). Intemational

Standards Organization (ISO): ISO 2631-2:2003: Mechanical Vibration and Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration-Part 2: Shock to 80 Hz). Geneva, Switzerland (2003). Vibration in Buildings (1 Hz

International Standards Organization (ISO): ISO 2631-1:1997/Amd. 1:2010: and Shock-Evaluation of Human Exposure to Whole- Mechanical Vibration Body Vibration-Part 1: General Requirements, Amendment 1. ISO, Geneva, Switzerland (2010).

روشنایی

کمیته تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی پس از مطالعه و بررسی مدارک موجود و نظر به سوابق جداول تفصیلی نسخه های قبلی کتاب حد مجاز مواجهه شغلی، با لحاظ اینکه تأمین روشنایی کافی و مطلوب حائز اهمیت بوده و می تواند با کارایی ذهنی و اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط باشد، به جای جداول قبلی از جداول فشرده جدید با تدوین و ارائه حدود الزامی و هم ارزش با OEL در جدول ۱ ارقامی برای تعیین میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی اماکن مختلف بر مبنای خصوصیات مکان و دقت موردنیاز برای روئیت واضح اشیاء و تصاویر به همراه شاخص یکدستی روشنایی آورده شده است. این مقادیر متوسط شدت روشنایی را در موارد ذکر شده تعیین نموده است. همچنین با توجه به نیاز برخی از مشاغل به تأمین روشنایی موضعی، حدود الزامی شدت روشنایی موضعی موردنیاز برای مشاغل مختلف در جدول ۲ آورده شده است. مقادیر تعیین شده در جداول ۱ و ۲ شرایط کمی روشنایی برای کار در شب و ساعات ابتدا و پایانی روز را تضمین می نماید و استفاده از روشنایی طبیعی به تنهایی یا تلفیق با روشنایی مصنوعی حتی در نوبت کاری ثابت روز (اماکن تک نوبت کاری) نمی تواند دلیلی برای تخفیف در مقادیر الزامی این مبحث گردد.

جدول ۳ مقادیر الزامی متوسط شدت روشنایی برای محوطه ها و معابر در محدوده های شغلی را تعیین نموده است. شدت روشنایی موردنیاز در جداول پیش گفت بر حسب لوکس (لومن بر مترمربع) تعیین شده است.

اندازه گیری مقادیر شدت روشنایی باید توسط دستگاه سنجش روشنایی دیجیتال با دقت ۱/۰ لوکس و به صورت کالیبره شده در ارتفاع سطح کار انجام شود. زمان اندازه گیری باید در شرایط روشنایی مصنوعی باشد. لذا باید زمان اندازه گیری شب، ساعت اولیه یا پایانی روز باشد تا اثر روشنایی طبیعی در اندازه گیری ها ایجاد مداخله ننماید. معیار تعیین ایستگاه های اندازه گیری روشنایی عمومی استفاده از روش الگویی موردنیاز انجمن مهندسین روشنایی^۱ (IES) در ارتفاع عمومی سطح کار و محاسبات مربوط به آن است. در صورتی که امکان تطبیق چیدمان چراغ ها بر یکی از الگوهای مذکور امکان پذیر نباشد، استفاده از روش شبکه ای با حداقل ۳۰ و حدکثر ۶۰ ایستگاه در هر محدوده سنجش مجاز است. در این روش محاسبات متوسط گیری باید به گونه ای باشد که نتایج سنجش روشنایی در ایستگاه هایی

که محل استقرار کارگران است دو برابر سایر ایستگاهها لحاظ گردد. در اندازه گیری روشنایی موضعی نیز باید حداقل سه ایستگاه در سطح کار (که یکی از آنها محدوده بیشترین زمان رؤیت باشد) موردنیزش قرار گیرد و ارقام هیچ یک از آنها از حدود الزامی جدول ۲ نباید کمتر باشد.

در جدول شماره ۳ حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی موردنیاز برای معابر و محوطه های باز مختلف آورده شده است. معیار تعیین ایستگاههای اندازه گیری روشنایی عمومی در محوطه ها بر اساس معیار شبکه ای موردنیزه شده مهندسین روشنایی در سطح معابر و محوطه ها با رعایت شاخص یکدستی توزیع روشنایی است. علاوه بر معیارهای ذکر شده سایر الزامات زیر نیز برای تأمین کیفیت روشنایی و سلامت شاغلین باید رعایت گردد:

برای اماکن با ارتفاع کمتر از ۴ متر استفاده از منابع الکتریکی نقطه ای (متالهالید، LED نقطه ای و فلورسنت فشرده کلافی) مجاز نیست و توصیه می شود منابع روشنایی به صورت خطی یا سطحی با نور مات شده^۱ باشد.

برای تأمین روشنایی داخلی اماکن شغلی استفاده از منابع بخار سدیم به دلیل پایین بودن شاخص تجلی رنگ مجاز نیست. برای اماکنی که در آنها فعالیت ذهنی یا هوشیاری بالا لازم است برای تأمین نیاز به طیف نور آبی باید دمای رنگ (همبسته)^۲ منابع از ۴۰۰۰ درجه کلوین بالاتر باشد.

شاخص تجلی رنگ^۳ منابع الکتریکی برای فعالیت های اداری و مشاغلی که به دید کامل رنگ نیاز دارند نباید کمتر از ۸۰ باشد، همچنین برای مشاغل تولیدی شاخص تجلی رنگ منابع نباید کمتر از ۵۰ باشد. در خشنده گی منابع الکتریکی و سایر سطوح در محدوده دید شاغلین نباید از ۱۰۰۰ کاندلابر مترمربع بیشتر باشد.

روشنایی اضطراری که مربوط به زمان های خاص نظیر قطع جریان برق اصلی، تعمیرات سامانه اصلی تأمین روشنایی و هنگام حادث است باید به طور مجزا به گونه ای تأمین شده باشد که متوسط شدت روشنایی برای محیط های با خطر پایین ۱۰ لوکس و خطر بالا از ۲۰ لوکس برای فعالیت موقت کمتر نباشد در مسیرهای خروج اضطراری افراد، شدت روشنایی در کف مکان موردنظر نبایستی از ۵۰ لوکس کمتر باشد.

1 Diffuse

2 Correlated Color Temperature

3 Color Rendering Index

جدول ۱- حدود الزامی میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی^{*} موردنیاز برای اماكن و دقت کار (Lx)

شاخص بکدستی Emin/Eav _g	میانگین شدت روشنایی عمومی موردنیاز Lx	مثال	اندازه اشیاء و تصاویر	خصوصیات مکان	گروه مکان
۰/۶	۱۰۰	زیرزمین ها، راهروها، تونل های عبور پیاده و زیر گذر های پیاده رو	۱۰ سانتی متر	مکان هایی با تردد محدود افراد	الف
۰/۶	۱۵۰	ابارها و راه های خروج	۱۰ سانتی متر	مکان هایی با توقف محدود افراد	ب
۰/۶	۲۰۰	بارگیری و تخلیه یا آماده سازی مواد اولیه تولید، کارهای عمومی ساختمان	۱۰ سانتی متر	کارهای غیر دقیق	ج
۰/۶	۲۵۰	کارهای خدماتی و تولیدی صنعتی، سالن های ورزشی عمومی، اماكن	۵ سانتی متر	کارهای با دقت متوسط	د
۰/۶	۳۰۰	کارهای اداری، آموزشی تحریری، بهداشتی درمانی، خط مونتاژ قطعات، چاپ، نساجی و پوشак، اتاق کنترل	۵ میلی متر	کارهای دقیق	ه

* مبنای سنجش، ارتفاع عمومی سطح کار و بر اساس الگوهای شش گانه IES است.

جدول ۲- حدود الزامی شدت روشنایی موضعی موردنیاز برای مشاغل مختلف (Lx)

گروه شغل	خصوصیات شغل	اندازه اشیاء و تصاویر	مثال	شدت روشنایی موضعی موردنیاز Lx
الف	کارهای معمول غیردقیق	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 فوق العاده دقیق	کمتر از یک میلی متر	طراحی فرش، مینیاتور تعمیرات یا مونتاژ دقیق، کنترل کیفیت	۱۰۰۰۰-۵۰۰
و	کارهای فوق العاده دقیق	کمتر از یک میلی متر	جراحی	۲۴۰۰۰

جدول ۳- حدود الزامی میانگین شدت روشنایی موردنیاز برای معابر و محوطه های باز مختلف (Lx)

خصوصیات مکان	ملحوظات	مبناي سنجش	میانگین شدت روشنایی عمومی	شاخص یکدستی Emin/Eavg
محوطه عمومی کارگاههای تولیدی و ساختمانی، توقفگاه‌ها، باراندازها	شامل تردد افاد	کف زمین	۵۰	۰/۳۳
	بدون تردد افاد	کف زمین	۱۵	۰/۱۷
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

تنشی‌های حرارتی

الف - تنش گرمایی کلیات

استرس یا تنش گرمایی^۱ به شرایطی اطلاق می‌گردد که بار گرمایی وارد شده به فرد ناشی از عوامل محیطی (دماه هوا، دمای تابشی، رطوبت نسبی و سرعت جريان هوا) و عوامل فردی (متabolism و مقاومت لباس) از حد تحمل فیزیولوژیک فرد بالاتر باشد و باعث بروز پاسخ‌های فیزیولوژیک (افزایش ضربان قلب، تعداد تنفس، فشارخون، دمای عمقی و سطحی بدن و تعريق) و ذهنی (احساس ناراحتی حرارتی، عدم تمرکز، خستگی فکری و غیره) گردد.

فشار گرمایی به طور کلی عبارت است از پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن انسان در برابر استرس گرمایی بهمنظور از دادن بار گرمایی اضافی وارد بر بدن و حفظ دمای عمقی بدن در گستره نرمال (37 ± 0.5). در این راستا، سازش یا تطابق با گرما، یک مکانیسم کنترلی بدن برای مقابله با استرس گرمایی تحمیل شده است.

تطابق با گرما، یک فرایند سازگاری فیزیولوژیک تدریجی است که توانایی فرد را برای تحمل استرس گرمایی بهبود می‌دهد. تطابق نیازمند انجام کار جسمانی تحت شرایط گرمایی مشابه با شرایط کار واقعی مورد انتظار است. تطابق با گرما معمولاً به زمانی بین ۷ تا ۱۴ روز نیازمند است، اما ۷۵٪ تطابق در ۵ روز اول مواجهه با گرما اتفاق می‌افتد. کارگران جدید الاستخدام، نیاز به مدت بیشتری نسبت به کارگران باسابقه بیشتر در مواجهه با گرما دارند.

بنابراین، برنامه ایجاد تطابق به دو صورت قابل اجرا خواهد بود:

الف - برای کارگران جدید: فرد در روز اول کاری می‌بایست حداکثر تا ۲۰٪ از کل نوبت کاری با گرما مواجهه یابد و در روزهای بعد نیز در هر روز حداکثر میزان مواجهه افزوده شده باید بیشتر از ۲۰٪ کل زمان نوبت کار فرد باشد.

ب - برای کارگرانی که سابقه مواجهه با گرما را داشته‌اند: میزان مواجهه با گرما در روز اول نباید بیش از ۵٪، در روز دوم بیش از ۶۰٪، در روز سوم ۸۰٪ و نهایتاً در روز چهارم ۱۰۰٪ از کل زمان نوبت کار فرد باشد.

1 Heat stress

2 Heat strain

چنانچه مواجهه با گرما قطع گردد سازگاری با گرما به طور قابل توجهی بعد از ۴ روز کاهش می‌یابد و به طور کامل بعد از ۳ تا ۴ هفته از بین می‌رود. لازم به یادآوری است که سازگاری با گرما برای همان شرایط گرمایی موجود اتفاق می‌افتد و اگر شرایط گرمایی تغییر کرد فرد با آن شرایط جدید سازگاری ندارد.

منظور از حدود مجاز استرس گرمایی، حدودی است که تحت آن شرایط، شاغلین بتوانند به طور مکرر با شرایط گرمایی مواجهه داشته باشند بدون آنکه اثرات سوء مشهودی در سلامت آنان ایجاد شود. این حدود که بر مبنای شاخص دمای ترگویسان (WBGT¹) تعریف شده‌اند برای افراد سازش یافته و سازش نیافته متفاوت بوده و بسته به نوع لباس، میزان متابولیسم و نوع وسایل حفاظتی مورد استفاده، اصلاحاتی در آن مورد نیاز است.

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با شاخص دمای ترگویسان (WBGT) بر مبنای این فرض تعیین شده‌اند، که کلیه افراد با شرایط گرمایی محیط کار تطبیق یافته و لباس مناسب (مثلًاً شلوار و پیراهن سبک) بر تن داشته و به مقدار کافی آب و نمک استفاده نموده‌اند تا تحت شرایط کاری معین بدون افزایش دمای عمیقی بدن از حد 38°C (100°F) بتوانند کارایی مؤثری داشته باشند.

منظور از حد اقدام یا مراقبت (AL²) نیز حدی است که بیانگر آغاز یکسری اقدامات پیشگیرانه است و برای افراد غیر سازش یافته جهت حفظ سلامتی در برنامه مدیریت استرس گرمایی استفاده می‌شود. هدف از این حدود مجاز شغلی، حفظ و ثبات دمای عمیقی بدن در گستره نرمال (37 ± 0.5 درجه سانتی‌گراد) است.

فرایند ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی
 ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی در قالب یک فرایند در شکل ۱ ارائه شده است. راهنمایی‌های ارائه شده در شکل ۱ شرایطی را بیان می‌کند که تحت آن شرایط، اعتقاد بر این است که تقریباً همه افراد دارای سازگاری با گرما، با مصرف آب کافی و فاقد بیماری، بدون بروز اثرات بر سلامتی، به طور مکرر در معرض گرما قرار بگیرند.

1 Wet Bulb Globe Temperature

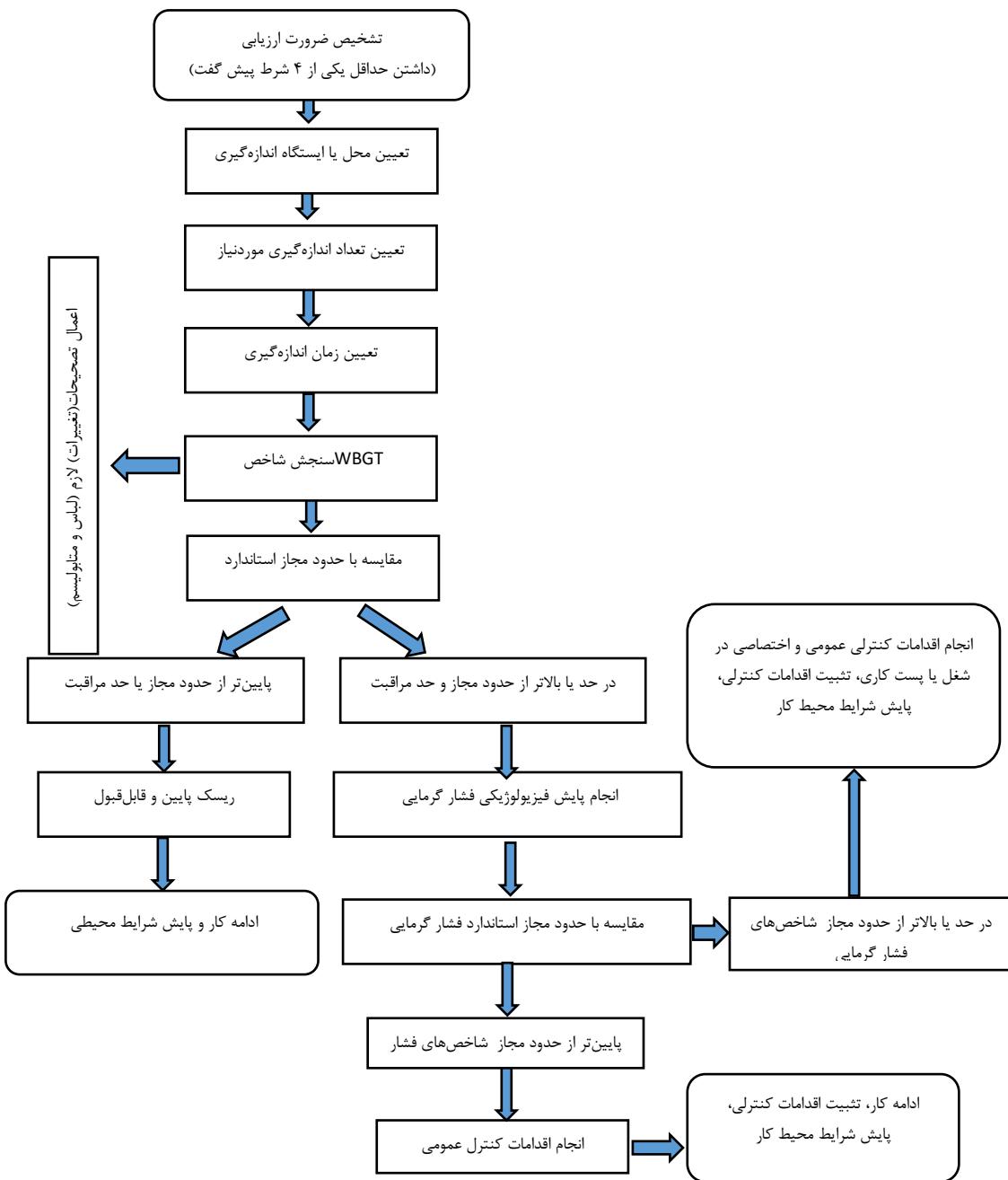
2 Action limit

فرایند ارزیابی به صورت مراحل زیر قابل اجرا است:

۱- تشخیص ضرورت انجام فرایند ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی
انجام فرایند ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی (شکل ۱) در شرایط زیر ضروری است که توسط
کارشناس و یا متخصص بهداشت حرفه‌ای تشخیص داده می‌شود:

احتمال وجود استرس گرمایی براساس ارزیابی کیفی توسط کارشناسان بهداشت حرفه‌ای
انجام فعالیت در محیط‌های روبرو باز

انجام فعالیت در محیط‌های سرپوشیده که دارای منابع گرمایی قابل توجه هستند
وجود گزارش‌هایی در خصوص اعلام ناراحتی‌ها و عوارض و بیماری‌های ناشی از استرس گرمایی



شكل ۱: فرایند ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی در محیط کار

۱- تشخیص ضروریات

۲- تعیین محل یا ایستگاه اندازه‌گیری

در تعیین محل یا ایستگاه اندازه‌گیری، تأکید بر مواجهه با گرما در محل‌هایی است که تعداد زیادی از افراد در آن محل کار می‌کنند. همچنین، ایستگاه‌های انتخابی باید نماینده مواجهه با گرمای تجربه شده توسط شاغلین در شرایط محیط داخلی (سرپوشیده) و یا محیط روباز باشد.

۳- تعیین تعداد اندازه‌گیری موردنیاز

تعداد اندازه‌گیری موردنیاز بسته به هدف و دقت اندازه‌گیری مورد نظر، وسعت ناحیه مواجهه، نوسانات شرایط دمایی محیط و نحوه مواجهه افراد با آن شرایط گرمایی متفاوت بوده و با استفاده از آنالیز وظیفه به صورت مشخص نمودن محل‌های حضور فرد، مشخص نمودن فعالیت‌هایی که در شرایط یکسان دمایی (هموژن) انجام می‌شود و زمان اختصاص یافته برای هر محل یا هر شرایط دمایی انجام می‌شود.

در تعیین تعداد اندازه‌گیری موردنیاز برای سنجش WBGT، اصول کلی زیر پیشنهاد می‌گردد:
- در شرایطی که بر اساس آنالیز وظیفه، در طول نوبت کار نوسانات دمایی تغییرات چندانی نداشته باشد (اغلب در محیط‌های سرپوشیده که سیستم‌های خنک‌کننده هم موجود باشد)، و مواجهه فرد / افراد را در شرایط کار و استراحت بتوان تقریباً مشابه فرض نمود، تعداد یک یا دو نمونه کافی است. مدت زمان لازم برای سنجش شاخص WBGT بستگی به پاسخ حس گرها و سیله سنجش دارد و حداقل ۲۰ دقیقه برای هر نمونه باید در نظر گرفته شود.

- در شرایطی که بر اساس آنالیز وظیفه، در طول نوبت کار تغییرات دمایی محسوس باشد و یا محل فعالیت فرد تغییر یابد، به دو صورت زیر می‌توان شرایط گرمایی را ارزیابی نمود:

الف-الگوی کار و استراحت افراد در مواجهه با گرما به صورت مستمر (چند ساعت تا یک نوبت کاری کامل) باشد، مقادیر میانگین وزنی زمانی شاخص WBGT-TWA (WBGT-TWA) به صورت یک ساعته (One-Hour-TWA/hr) محاسبه و تفسیر شود. به عبارت دیگر کل مدت زمان نمونه برداری، در مخرج کسر رابطه محاسبه TWA عدد ۶۰ دقیقه خواهد بود (دقیقه $t_1 + t_2 + \dots + t_n = 60$).

ب-الگوی کار و استراحت افراد در مواجهه با گرما به صورت متناوب باشد، مقادیر میانگین وزنی زمانی شاخص WBGT-TWA (WBGT-TWA) به صورت دو ساعته (Two-Hours-TWA/hr) محاسبه و تفسیر شود. به عبارت دیگر کل مدت زمان نمونه برداری در مخرج کسر رابطه محاسبه TWA عدد ۱۲۰ دقیقه خواهد بود (دقیقه $t_1 + t_2 + \dots + t_n = 120$).

لازم به ذکر است تعداد نمونه موردنیاز در محاسبه WBGT یک ساعته یا دو ساعته نیز بستگی به آنالیز وظیفه دارد.

۴- تعیین زمان اندازه‌گیری

به طور کلی مناسب‌ترین روش اندازه‌گیری در ساعات متفاوت و ایستگاه‌های مختلف کاری در هر نوبت کاری است.

مناسب‌ترین زمان برای سنجش استرس‌های گرمایی در دو حالت محیط‌های روباز و سرپوشیده به صورت زیر است:

الف- محیط‌های روباز: در فصل تابستان به ویژه ماه‌های تیر و مرداد- بدیهی است با توجه به نوسانات شدید دما بر طول نوبت کار در چنین محیط‌هایی، محاسبه میانگین وزنی زمانی WBGT یک ساعته (مواجهة پیوسته با گرما) یا دو ساعته (مواجهة متناوب با گرما) در محدوده زمانی ساعت ۱۰ الی ۱۶ انجام شود و تفسیر نتایج نیز برای همان زمان قابل اعتبار است.

نکته ۱: در مشاغلی که در عین حال که در محیط‌های روباز فعالیت انجام می‌شود، منابع حرارتی مصنوعی نیز علاوه بر منبع طبیعی (خورشید) وجود دارد (مانند آسفالت کاری)، سنجش استرس‌های گرمایی در ماه‌های دیگر نیز بنا به تشخیص کارشناس بهداشت حرفة‌ای ممکن است نیاز باشد.

نکته ۲: در هیچ شرایطی، در محیط‌های روباز سنجش استرس‌های گرمایی در آب و هوای بارانی، ابری و باد و طوفان و شب صحیح نیست.

نکته ۳: اندازه‌گیری انجام شده در هر زمانی صرفاً برای همان زمان قابل تفسیر و معنی بوده و برای سایر زمان‌ها یا ماه‌های سال قابل تعمیم نیست و در صورت تشخیص کارشناس بهداشت حرفة‌ای ، در هر زمانی که استرس‌های گرمایی پیش‌بینی شود، ارزیابی و کنترل در آن زمان نیز ضروری خواهد بود.

ب- محیط‌های سرپوشیده: در مشاغل سرپوشیده که منابع گرمایی قابل ملاحظه‌ای دارند و گرمای فرایندی فراتر از گرمای اقلیمی برآورد می‌شود (مانند فرایندهای ذوب و ریخته‌گری و شیشه‌سازی و ...)، سنجش استرس‌های گرمایی علاوه بر فصول گرم سال در ماه‌های دیگر نیز بنا به تشخیص کارشناس بهداشت حرفة‌ای ممکن است نیاز باشد.

۵- سنجش شاخص WBGT

شاخص WBGT یک ابزار اولیه مفیدی برای ارزیابی شرایط محیطی مرتبط با استرس گرمایی است. که متأثر از دمای هوا، دمای تابشی، جریان هوا و میزان رطوبت است. در حال حاضر شاخص WBGT

ساده‌ترین و مناسب‌ترین معیار برای تعیین استرس گرمایی است که بر اساس معادلات زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ tnw} + 0.2 \text{ tg} + 0.1 \text{ ta} \quad \text{الف - در فضای باز غیر مسقف}$$

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ tnw} + 0.3 \text{ tg} \quad \text{ب - در فضای سرپوشیده یا فضای باز (سايه یا ابری)}$$

که در روابط فوق WBGT شاخص تر گوی سان با واحد درجه سانتی گراد، tnw دمای تر طبیعی، tg دمای گوی سان و ta دمای خشک هوای محل کار است. برای تعیین مقدار WBGT لازم است که از دماسنجد گوی سان، دماسنجد تر طبیعی (یا چرخان) و دماسنجد خشک استفاده شود. اندازه‌گیری دمای تر طبیعی و خشک باید در سایه انجام شود. به منظور ثبت دمایی حس‌گر وسیله اندازه‌گیری، صرف مدت زمان حداقل ۲۰ دقیقه موردنیاز است.

همچنین می‌توان این شاخص را توسط وسیله سنجش WBGT meter (WBGT meter) کالیبره شده به صورت مستقیم اندازه‌گیری نمود.

بهترین روش کالیبراسیون مورد تائید برای این منظور کالیبراسیون وسیله با وسائل استاندارد اولیه و در شرایط کنترل شده دمایی است.

نکات مهم و کلیدی در اندازه‌گیری و ارزیابی استرس گرمایی اندازه‌گیری عوامل محیطی

دستگاه‌های موردنیاز عبارت‌اند از: دماسنجد خشک، دماسنجد تر طبیعی (یا چرخان)، دماسنجد گوی - سان و پایه مناسب برای نصب آن‌ها. در صورتی که از دماسنجد های مایعی یا دیجیتال استفاده شود همگی می‌توانند بر روی یک پایه در ارتفاع مناسب نصب شده باشند. دماسنجد های مورداستفاده باید قبل از نظر

دقت و صحت مورد تأیید قرار گرفته باشند. اندازه‌گیری عوامل محیط باید به شرح زیر انجام شود:

الف - گستره دماسنجد خشک و دماسنجد تر طبیعی بین -5°C تا $+50^{\circ}\text{C}$ درجه سانتی گراد (۲۳ تا ۲۲۲ درجه فارنهایت) با دقت $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ باشد ضمن آنکه نباید جریان هوا در اطراف دماسنجد خشک قطع یا محدود شود، دماسنجد باید در برابر تابش آفتاب و سایر سطوح بازتاب دهنده محافظت گردد. فیله دماسنجد تر طبیعی باید حداقل به مدت نیم ساعت قبل از قرائت به وسیله ریختن آب مقطر توسط سرنگ روی آن مستقیماً مرطوب شود. فیله باید کاملاً روی مخزن دماسنجد را پوشانده یا به اندازه یک طول و بیشتر

روی مخزن دماسنجه را احاطه نماید. فتیله باید همیشه پاکیزه باشد و فتیله نو قبل از استفاده باید شسته شود همچنین برای پر کردن مخزن از آب مقطر استفاده شود.

ب- دماسنجه 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 دماسنجه در گستره اندازه گیری ۵- تا $+100$ درجه سانتی گراد (۲۳ تا ۲۱۲ درجه فارنهایت) با دقت $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ باید دقیقاً در مرکز این کره مسی قرار گیرد. قبل از هر بار قرائت باید حداقل ۲۵ دقیقه دماسنجه گوی سان در محل سنجش قرار گیرد.

ج- پایه به منظور آویزان کردن سه دماسنجه پیش گفت به کار می‌رود. پایه باید به گونه‌ای قرار داده شود که جریان هوا در اطراف سه دستگاه مذکور به طور طبیعی برقرار باشد و دماسنجه گوی سان 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 است.

ه- دماسنجهای 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.

و- اندازه گیری دماهای موردنظر جهت محاسبه WBGT باید در ارتفاعی متناظر با ارتفاع شکم یا تنہ کار گر صورت گیرد. برای حالت نشسته در ارتفاع حدود 0.6 متر و برای حالت ایستاده در ارتفاع حدود 1.1 متر توصیه شده است.

در صورتی که محیط نامتجانس یا ناهمگون باشد (محیطی که اختلاف پارامترهای اندازه گیری شده آن بیش از 5% باشد)، می‌بایست اندازه گیری‌ها در سه ارتفاع مقابله سر، شکم و قوزک پای کار گر صورت گیرد که برای افراد نشسته به ترتیب برابر $1/1$ ، 0.6 و $1/1$ متر و برای افراد ایستاده به ترتیب برابر 1.1 و 1.1 متر است.

معیار محاسبه شاخص WBGT میانگین حسابی مقادیر در ارتفاع ذکر شده است که در آن شاخص ارتفاع تنہ در 2 ضرب می‌گردد. پس از تعیین میزان WBGT در هر ارتفاع، مقدار میانگین آن برای هر ایستگاه کاری از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$WBGT = \frac{WBGT_{head} + [2 \times WBGT_{abdomen}] + WBGT_{foot}}{4}$$

با توجه به اینکه یکی از محدودیت‌های شاخص WBGT، دقت پایین آن در شرایط محیطی با رطوبت‌های بالا و سرعت جریان‌های کم هوا (نامحسوس) است، لذا توصیه می‌شود برای درک بهتر از شرایط محیطی مورد ارزیابی، رطوبت نسبی هوا و سرعت جریان هوانیز اندازه‌گیری و گزارش شود. مقادیر ذکر شده در جدول ۵ بر اساس این فرض استوار است که درجه حرارت محیط کار و محل استراحت (بر مبنای WBGT) مشابه و به هم نزدیک است. درصورتی که شرایط جوی این دو محیط متفاوت است، متوسط وزنی زمانی (TWA) می‌بایست محاسبه و به کار برد شود.

مقادیر میانگین وزنی زمانی شاخص WBGT-TWA (WBGT-TWA) برای مواجهه مستمر با گرما (چند ساعت یا یک نوبت کاری کامل) به صورت یک ساعته (TWA/hr) محاسبه شود و برای مواجهه با گرما به صورت متناوب، میانگین وزنی زمانی شاخص WBGT دو ساعته محاسبه شود. تفسیر شاخص WBGT-TWA و پیشنهاد برنامه کار – استراحت بر مبنای مواجهه یک یا دو ساعت داده شود.

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

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

در رابطه فوق $WBGT_n, WBGT_2, \dots, WBGT_1$ مقادیر اندازه‌گیری شده WBGT در محیط‌های کاری و استراحت مختلف در طی دوره یک ساعته (برای مواجهه با گرما به طور پیوسته) و یا دوره دو ساعته (برای مواجهه با گرما به طور متناوب) کار روزانه است و t_1, t_2, \dots, t_n مدت زمان گذرانده شده در هر محیط بر حسب دقیقه است که توسط زمان‌سنجی تعیین می‌گردد.

۶- اعمال اصلاحات لازم (اثر لباس و متابولیسم)

از آنجاکه در شاخص WBGT محاسبه شده و یا اندازه‌گیری شده، علاوه بر پارامترهای محیطی، پارامترهای فردی شامل مقاومت حرارتی لباس، نفوذپذیری لباس نسبت به بخار آب و میزان متabolism یا سطح فعالیت فرد نیز تأثیرگذار است، ضروری است که اثر هر یک از موارد مذکور نیز در مقدار نهایی شاخص لحاظ گردد.

الف- تصحیح لباس

شاخص WBGT پایه بر اساس لباس کار معمولی (بلوز و شلوار معمولی و یک لایه لباس زیر) ارائه شده است. در صورتی که شرایط شغلی ایجاب نماید که یکی از لباس‌ها یا پوشش‌های جدول ۱ مورد استفاده فرد قرار گیرد، لازم است با یافتن میزان ضریب اصلاحی آن لباس از جدول ۱ و افزودن آن به مقدار WBGT پایه (محاسبه شده یا اندازه گیری شده)، مقدار WBGT مؤثر (Effective WBGT: WBGTEff) محاسبه گردد.

جدول ۱- مقدار اصلاح کننده WBGT (بر مبنای درجه سانتی گراد) بر حسب نوع لباس کار*

WBGT مقداری که باید به شاخص اندازه گیری شده اضافه شود	نوع لباس
صفر	لباس کار معمولی (پیراهن آستین بلند و شلوار)
۰/۵	لباس کار یکسره و نفوذناپذیر
۳	لباس کار سنگین (دولایه بافته شده)
۰/۵	لباس یکسره پلی پروپیلنی (تنفس پذیر)
۱	لباس کار یکسره پلی اولفینی (تنفس پذیری پایین)
۱۱	لباس کار یکسره ضد گاز و بخار (نفوذناپذیر)

این مقادیر اصلاحی نباید برای لباس‌های کاملاً ایزوله و لباس‌های چندلایه مورد استفاده قرار گیرد در حالت ایده آل، حرکت هوای خنک و خشک از روی سطح پوست، موجب حداکثر دفع گرمای از طریق تبخیر عرق و جابجایی می‌شود. در شرایطی که دمای محیط از دمای پوست (۳۵ درجه سانتی گراد) بالاتر باشد مکانیسم غالب برای دفع گرمای بدن، تبخیر عرق از سطح پوست است. لباس‌های ضد آب، لباس‌های نفوذناپذیر در برابر هوا و عایق گرمای مانند لباس‌های کاملاً ایزوله حفاظتی در برابر سومون، گازها و بخارات سمی، بیوآئرولسها (ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها)، لباس آتش‌نشانان، نسوزها و غیره، دفع گرمای از بدن را شدیداً محدود می‌کنند. به طوری که حتی در شرایط محیطی خنک، در صورت وجود گرمای متابولیکی قابل توجه، احتمال وجود فشار گرمایی وجود دارد.

ب- برآورد متابولیسم و طبقه‌بندی بارکاری

مجموع گرمای ایجاد شده به وسیله بدن و گرمای محیط "کل بار گرمایی" 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 "طبقه‌بندی بارکاری" برای هر یک از مشاغل تعیین و "حد مجاز گرمایی" مناسب با "بارکاری" شغل موردنظر به شرح جدول ۲ تعیین گردد.

جدول ۲- مقادیر میزان متابولیسم در طبقه‌های کاری مختلف و نمونه‌هایی از مشاغل در هر طبقه کاری

متابولیسم پایه: معادل ۷۰ وات (۴۰ وات بر مترمربع) برای یک مرد استاندارد است.
متابولیسم استراحت: معادل ۱۱۵ وات (۶۵ وات بر مترمربع) برای یک مرد استاندارد است.
کار سبک: شامل متابولیسم حداقل ۱۸۰ وات (۱۰۰ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب کمتر از ۹۰ ضربه در دقیقه شامل مشاغل دستی و بازویی سبک در هنگام کار با ماشین‌های کنترلی در حالت‌های نشسته و یا ایستاده است.
کار متوسط: شامل متابولیسم ۲۹۵ وات (۱۶۵ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب بین ۹۰ تا ۱۱۰ ضربه در دقیقه مانند راه رفتن ضمن بلند کردن و هل دادن بار متوسط است.
کار سنگین: شامل متابولیسم حداقل ۴۱۵ وات (۲۳۰ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب بین ۱۱۰ تا ۱۳۰ ضربه در دقیقه مانند کلنگ زدن و بیل زدن است.
کار خیلی سنگین: شامل متابولیسم حداقل ۵۲۰ وات (۲۹۰ وات بر مترمربع) یا ضربان قلب بین ۱۳۰ تا ۱۵۰ ضربه در دقیقه مانند کار در معدن است.

توجه به این نکته ضروری است که در انتخاب مقادیر متابولیسم، توجه به واحد ارائه شده بر حسب وات یا وات بر مترمربع ضروری است.

سطح بدن یک مرد استاندارد (قد = ۱۷۰ سانتی‌متر، وزن = ۷۰ کیلوگرم) $1/8$ مترمربع است و مقادیر ارائه شده در جدول فوق بر حسب وات بر این مبنای ارائه شده است. برای افرادی با قد و وزن متفاوت با مقادیر استاندارد، می‌توان مساحت سطح بدن را از طریق رابطه زیر (فرمول Du Bois) به دست آورد و مقادیر به دست آمده را در میزان متابولیسم وی بر حسب وات بر مترمربع ضرب نمود. در این صورت طبقه‌بندی متابولیسم با توجه به جدول فوق و بر حسب وات تعیین خواهد شد.

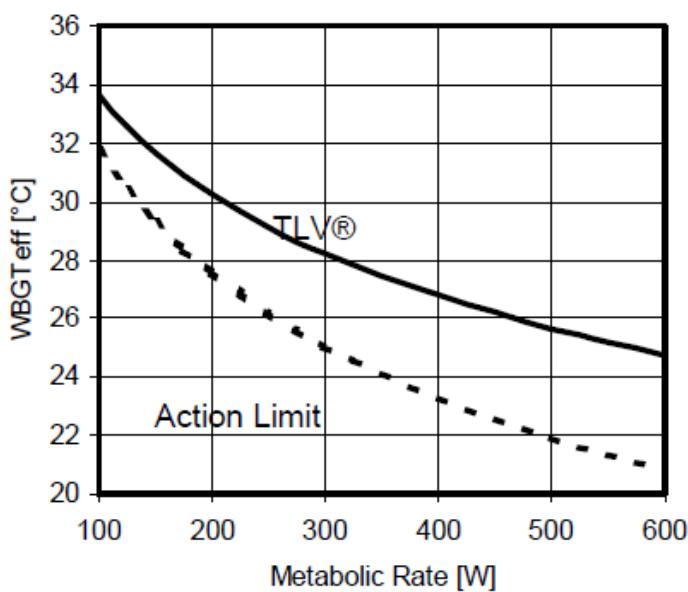
$$\text{BSA} = 0.007184 \times W^{0.425} \times H^{0.725}$$

Body Surface Area : BSA بحسب مترمربع

W: وزن بدن بحسب کیلو گرم

H: قد فرد بحسب سانتی متر

وقتی درجه بارکاری برای هر شغل تعیین شد میزان حد مجاز شغلی با استرس گرمایی در شغل مورد نظر از طریق محاسبه با استفاده از جدول ۵ به دست می‌آید. بارکاری یا از راه اندازه‌گیری متابولیسم کارگر حین کار موردبحث و یا از طریق تخمین میزان متابولیسم کارگر با استفاده از جداول ۳ و ۴ تعیین می‌گردد و سپس با مراجعه به شکل ۲ و یا جدول شماره ۵ حد مجاز مواجهه شغلی برای استرس گرمایی مشخص می‌شود.



شکل ۲- حد مجاز(خط ممتد) و حد مرابت(نقطه چین) برای استرس گرمایی در متابولیسم‌های مختلف (شاخص WBGT مؤثر با اضافه کردن فاکتور اصلاحی لباس به شاخص WBGT اندازه‌گیری شده به دست می‌آید).

چنانچه سطح فعالیت فرد در زمان‌های مختلف از نوبت کار متفاوت باشد و یا به عبارتی فرد در شغل خود وظایف متفاوت با سطح متابولیسم مختلف داشته باشد، برای تعیین میزان متابولیسم فرد باید میانگین

وزنی زمانی متابولیسم تعیین گردد و مقدار محاسبه شده مبنای تعیین حدود مجاز WBGT بر اساس مقادیر استاندارد باشد.

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

$$\bar{M} = \frac{M_1 t_1 + M_2 t_2 + \dots + M_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

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

جدول ۳- ارزیابی بارکاری

الف- وضع بدن و حرکت	وات W	
حالت نشسته	۲۱	
حالت ایستاده	۴۲	
در حالت راه رفتن	۲۱۰-۱۴۰	
حرکت در سر بالایی	به مقدار تعیین شده در حالت راه رفتن به ازاء هر متر ارتفاع ۵۵ وات اضافه شود	
ب- نوع کار	میانگین W	گستره تغییرات W
کار دستی	سبک	۲۸
	سنگین	۶۳
کار با یک بازو	سبک	۷۰
	سنگین	۱۱۹
کار با هر دو بازو	سبک	۱۰۵
	سنگین	۱۷۵
کار با تمام بدن	سبک	۲۴۴
	متوسط	۳۴۸
	سنگین	۴۸۸
	فوق سنگین	۶۲۸

جدول ۴- مثال‌هایی از درجه بارکاری با توجه به نوع کار

نوع کار	درجه بارکاری
نوشتن - بافتندگی	کار سبک دستی
تایپ کردن	کار سنگین دستی
چکش کاری روی میخ (کفاسی و مبل سازی)	کار سنگین با یک بازو
سوهان کاری فلزات، رنده کاری چوب و کارهای با غبانی (با شن کش)	کار سنگین با دو بازو
تمیز کردن سطح زمین، تکان دادن فرش	کار متوسط با همه بدن
ریل گذاری، چاه کری، پوست کنی تنه درختان	کار سنگین با همه بدن
مثال برای محاسبه بارکاری: مونتاژ کاری با استفاده از ابزار سنگین	
راه رفتن در امتداد خط تولید	۱۴۰W
متابولیسم بین کار سنگین با هر دو بازو و کار سبک با همه بدن	۲۱۰W
جمع	۳۵۰W
متابولیسم پایه نیز اضافه می‌شود	۷۰W

۷- مقایسه با حدود مجاز استاندارد

حدود استاندارد ارائه شده بر مبنای شاخص دمای ترگوییسان (WBGT) است. پس از محاسبه WBGT و یا TWA-WBGT (در صورت نیاز) و اعمال اصلاحات مورد نیاز در مورد نوع لباس و متابولیسم، مقایسه با مقادیر استاندارد امکان پذیر خواهد بود. مقادیر استاندارد مواجهه بر مبنای شاخص WBGT و در شکل شماره ۲ و جدول شماره ۵ ارائه شده است.

همان طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، مقادیر استاندارد در هر سطح متابولیسم دارای دو حد مجاز و حد مراقبت است. حد مراقبت همان طور که قبل از اشاره شده برابر حدی است که بیانگر آغاز یکسری اقدامات پیشگیرانه است و برای افراد غیر سازش یافته جهت حفظ سلامتی در برنامه مدیریت استرس گرمایی استفاده می‌شود. بنابراین می‌توان گفت حد مراقبت حد مواجهه با گرما برای افراد سازش یافته و حد مجاز، حد مواجهه با گرما برای افراد سازش یافته است. همچنین در جدول ۵، مقادیر ارائه شده برای الگوهای کار و استراحت مختلف، متفاوت است. الگوهای کار و استراحت نشان داده شده بر حسب

در صد کار در یک ساعت ارائه شده است. بنابراین آنالیز وظیفه انجام شده در شغل مورد ارزیابی، در اینجا نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

به عبارت دیگر، به منظور تعیین مقدار مجاز مواجهه با استرس گرمایی، علاوه بر توجه به متابولیسم و نوع لباس فرد، توجه به الگوی برنامه کار و استراحت وی در یک ساعت نیز اهمیت داشته و ضروری است. مواجهه با گرمایی در محیطی گرمتر از مقدار ذکر شده (به صورت کوتاه‌مدت) در جدول ۵ وقتی مجاز است که شاخص‌های فشار گرمایی کمتر از حد مجاز باشد و همچنین این افراد تحت مراقبت‌های مرتب پزشکی قرار داشته و اثبات شود که قابلیت تحمل حرارت محیطی بیشتری نسبت به افراد عادی دارند.

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 بعدازظهر و یک توقف طولانی تر حدود نیم ساعت برای نماز و 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.

جدول ۵- حد مجاز و حد مراقبت (عمل) مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی با شاخص

دمای ترگوی سان (WBGT) مؤثر

کار خیلی سخت		کار سخت		کار متوسط		کار سبک		چرخه کار- استراحت
حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	
-	-	-	-	۲۸	۲۵	۳۱	۲۸	کار ۱۰۰% تا ۷۵%
-	-	۲۷/۵	۲۴	۲۹	۲۶	۳۱	۲۸/۵	کار ۷۵% تا ۵۰%
۲۸	۲۴/۵	۲۹	۲۵/۵	۳۰	۲۷	۳۲	۲۹/۵	کار ۵۰% تا ۲۵%
۳۰	۲۷	۳۰/۵	۲۸/۰	۳۱/۵	۲۹	۳۲/۵	۳۰	کار صفر تا ۲۵%

نکات جدول ۵:

حد مراقبت (اقدام) درواقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می‌کند که در حدود توصیه شده برنامه‌های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی به کار گرفته شود.

برای تعیین درجه بارکاری به جدول شماره ۲، ۳ و ۴ مراجعه شود.

مقادیر WBGT بر حسب درجه سانتی گراد است و به نزدیک ترین رقم نسبت مؤثر به نیم درجه گرد شده است.

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

درصورتی که لباس کار سبک و تابستانی نباشد، مقدار شاخص WBGT مؤثر (اصلاح اثر کلوی لباس و نفوذپذیری لباس) می‌بایست در جدول، با حد مجاز مقایسه گردد.

در جدول ۵ برای مدت ۱۰۰٪ کار، دو نوبت استراحت کوتاه ۱۵ دقیقه‌ای و یک نوبت استراحت ۳۰ دقیقه‌ای در طول نوبت کاری در نظر گرفته شده است. تناوب کار- استراحت در حالت‌های بعدی باید به صورت متناوب باشد و کار یکسره در این حد مجاز ممنوع است. نوبت‌های استراحت صرف غذا، نماز، نوشیدن آب و مایعات حاوی نمک و شستشوی بدن می‌گردد.

هر چه میزان متابولیسم به دلیل نیاز شغلی افزایش پیدا کند مقادیر جدول ۵ کاهش می‌یابد برای اینکه دمای عمقی بیشتر افراد از مقدار ۳۸ درجه سانتی گراد بالاتر نزود. کاهش بارکاری جسمانی به اندازه پارامترهای محیطی اهمیت دارد.

با اندازه گیری شاخص WBGT، محاسبه شاخص WBGT مؤثر و تعیین میزان بارکاری جسمانی و مراجعه به جدول ۵، چنانچه مقدار شاخص WBGT مؤثر با در نظر گرفتن بارکاری جسمانی کمتر از مقدار حد مراقبت بود همان‌طور که در شکل ۱ نیز نشان داده شده است، در این حالت ریسک مواجهه با استرس گرمایی پایین است. اگر مقدار شاخص WBGT مؤثر بین حد مراقبت و حد مجاز قرار گرفت

اقدامات کنترلی عمومی (جدول ۵) انجام گیرد و چنانچه مقدار شاخص WBGT مؤثر، بیشتر از حد مجاز بود برای تحلیل بیشتر همان طور که در شکل ۱ نیز بیان شده است، انجام پایش‌های فیزیولوژیک توصیه می‌شود.

۸- انجام پایش فیزیولوژیک فشار گرمایی

ریسک و شدت فشار گرمایی در شرایط گرمایی مشابه، در بین افراد از تنوع گسترهای برخوردار است. پاسخ‌های فیزیولوژیک به استرس گرمایی، فرصتی را برای پایش فشار گرمایی در میان کارگران فراهم کرده است و با استفاده از این اطلاعات، سطح فشار گرمایی افراد در محیط کار تعیین می‌شوند و انجام اقدامات کنترلی و تعیین اثربخشی آن‌ها ارزیابی می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شد، زمانی که ارزیابی استرس‌های گرمایی بر اساس شاخص WBGT بیانگر مواجهه فراتر از حد مجاز باشد، در این صورت به منظور تحلیل بهتر وضعیت گرمایی موجود و مواجهه افراد، پایش و ارزیابی فیزیولوژیک توصیه می‌شود.

پایش و تعیین مقدار پاسخ‌های فیزیولوژیک بر اساس استاندارد ۲۰۰۴ ISO-9886 انجام خواهد شد. پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن در برابر گرما عبارت‌اند از دمای عمقی رکتال و پرده صماخ یا مجرای گوش، دمای زیرزبانی و زیربغل، دمای سطحی پوست، فشارخون، ضربان قلب، میزان تعزیر و غیره از بین پاسخ‌های فیزیولوژیک ارائه شده، دمای عمقی رکتال و میزان تعزیر یا آب ازدست‌رفته از بدن از صحت و اعتبار بالاتری برخوردار بوده و کمتر تحت تأثیر سایر شرایط و مداخله‌گرها قرار می‌گیرد. با توجه به عدم امکان سنجش دمای رکتال در محیط‌های کار واقعی، در بسیاری از مطالعات دمای پرده صماخ (دمای تیمپانیک) به عنوان جایگزین توصیه شده‌اند.

همین‌طور دمای دهانی نیز به عنوان یکی دیگر از جایگزین‌های مناسب برای دمای عمقی بدن مورد توجه است. در سنجش این پارامتر باید دقیق شود که دهان فرد کاملاً بسته نگاه داشته شود و حس گر دماسنج در زیر زبان فرد به مدت ۳ تا ۵ دقیقه قرار گیرد. همچنین فرد ۱۵ دقیقه قبل از اندازه‌گیری نباید مایعات و یا غذای سرد و یا گرم مصرف نموده باشد.

دماسنج مورداستفاده برای این کار، دماسنج‌های زیرزبانی پزشکی است و برای هر فرد باید از دماسنج شخصی استفاده نمود. مقدار حد مجاز این دما، ۵/۰ درجه کمتر از دمای رکتال در نظر گرفته می‌شود.

برای سنجش میزان تعریق نیز باید وزن اولیه و ثانویه فرد در یک مدت زمان مشخص با ترازویی دقیق سنجش شود و تفاضل بین این دو مقدار تقسیم بر زمان، نشان‌دهنده میزان تعریق فرد خواهد بود. توجه به محاسبه میزان آب مصرفی و خروجی از فرد نیز در این مدت ضروری است.

سایر پارامترهای فیزیولوژیک نیز چنانچه بر اساس استاندارد ISO-9886، 2004 انجام و تأثیر مداخله‌گرها در آن به خوبی رعایت شده باشد، قابل استناد خواهد بود.

جدول ۶ راهنمایی برای محدودیت‌های قابل پذیرش فشار گرمایی ارائه نموده است.

جدول ۶ - راهنمایی برای محدودیت فشار گرمایی

پایش فشار گرمایی و علائم و نشانه‌های اختلالات مرتبط با گرما، یک وظیفه مهم در بهداشت کار است، به‌ویژه زمانی که لباس کار مورد استفاده، دفع گرما را به طور قابل توجهی کاهش دهد. بنابراین باهدف مراقبت از افراد، وجود هر کدام از موارد زیر، نشانگر نیاز به انجام اقدامات کنترلی است و در سطح فردی باید مواجهه با گرما قطع شود و اجازه بهبود در شاخص‌های فشار گرمایی به فرد داده شود:	
۱	پایداری ضربان قلب (چند دقیقه) به میزان 180 ± 10 منهای سن افراد (سن - 180) ضربه در دقیقه
۲	دمای مرکزی بدن بیشتر از $38/5$ درجه سانتی گراد برای تطابق یافته‌ها با گرما و بیشتر از 38 درجه برای غیر تطابق یافته‌ها با گرما
۳	در زمان انجام کار، ضربان قلب بعد از 1 دقیقه استراحت، بیشتر از 120 ضربه در دقیقه باشد
۴	وجود علائم ناگهانی خستگی شدید و سردرد و تهوع و استفراغ
۵	در این شرایط ریسک اختلالات مرتبط با گرما از دست دادن وزن به مقدار $1/5$ درصد وزن بدن در پایان نوبت کاری بیشتر است: دفع اداری سدیم 24 ساعته کمتر از 50 میلی مول

اختصار: هر گر شخصی را با علائم و نشانه‌های اختلالات مرتبط با گرما نادیده نگیرید.

بر اساس مقادیر ارائه شده در سازمان‌های NIOSH و ACGIH، حد تحمل گرمایی برای یک فرد (Heat tolerant level) بر مبنای دمای رکتال، برابر مقدار $38 \pm 0/3$ درجه سانتی گراد، بر مبنای ضربان قلب 120 ± 15 ضربه در دقیقه و بر اساس میزان تعریق برابر 780 ± 160 گرم بر ساعت است. زمانی که دمای رکتال به بالاتر از $38/5$ درجه سانتی گراد برسد و یا ضربان قلب از حد 145 ضربه در دقیقه بیشتر شود، از حد تحمل فرد بالاتر رفته و آسیب‌رسان خواهد بود.

چنانچه سطوح فشار گرمایی اشاره شده در جدول ۶ در محدوده قابل قبول بود، بر اساس فرایند ارائه شده در شکل ۱، انجام کنترل‌های عمومی، و سپس ادامه کار، تثبیت اقدامات کنترلی، پایش شرایط محیط کار ضروری است.

در صورتی که سطوح فشارهای گرمایی بیشتر از محدوده قابل قبول بود، مواجهه با گرمایی باید قطع گردد و اقدامات کنترلی اختصاصی آن شغل یا پست کاری می‌باشد انجام گیرد و بعد از انجام اقدامات کنترلی مناسب، اثربخشی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

۹- کنترل و مدیریت استرس گرمایی

از بین عوامل فیزیکی محیط کار، مخاطرات ناشی از کار در محیط‌های گرم، قویاً به عوامل فیزیولوژیک فرد بستگی دارد که آن نیز وابسته به سطح سازگاری افراد است. بنابراین، قضایت تخصصی در ارزیابی سطح استرس گرمایی و فشار گرمایی برای راهکارهای کنترلی در جهت حفاظت از همه کارگران سالم با در نظر گرفتن فاکتورهای فردی، عوامل بومی و نوع کار دارای اهمیت ویژه‌ای است.

برنامه مدیریت استرس گرمایی شامل انجام اقدامات کنترلی مهندسی، مدیریتی و فردی، ایجاد تطابق کارگران با گرما، تشخیص زودرس علائم بیماری‌های مرتبط با گرما، انجام کمک‌های اولیه مناسب و شناسایی ریسک فاکتورهای فردی است.

ریسک فاکتورهای فردی مرتبط با استرس گرمایی شامل سابقه گرمایی مزدگی، ضعف‌های گرمایی مکرر، بیماری‌های قلبی و کلیوی، حاملگی، اضافه وزن و چاقی، کهولت سن و ... است. توصیه می‌شود که کارگران دارای ریسک فاکتورهای فوق، قبل از کار در محیط‌های گرم، با کارشناسان بهداشت حرفة‌ای مشورت کنند.

هدف اصلی از مدیریت و کنترل استرس گرمایی پیشگیری از بروز اختلالات شدید مرتبط با گرما (مانند گرمایی مزدگی) است. لازم به یادآوری است احتمال بروز حوادث و آسیب‌ها با افزایش سطح استرس گرمایی، افزایش می‌یابد.

اجزا برنامه مدیریت استرس گرمایی شامل اقدامات عمومی و اختصاصی (جدول ۷) است که بر اساس تحلیل شرایط موجود توسط کارشناس بهداشت حرفة‌ای توصیه می‌شود. در شرایطی که شاخص WBGT مؤثر از حد مراقبت بیشتر و از حد مجاز کمتر باشد و یا لباس مورد استفاده، دفع گرما را محدود نماید ضروری است که اقدامات کنترلی عمومی انجام گیرد و در شرایطی که شاخص WBGT

مؤثر از حد مجاز بالاتر باشد ضروری است علاوه بر انجام اقدامات کنترلی عمومی، اقدامات اختصاصی برای آن شغل یا پست کاری انجام شود.

جدول ۷- اقدامات کنترلی عمومی و اختصاصی در استقرار برنامه مدیریت استرس گرمایی

پایش استرس گرمایی (بر اساس شاخص WBGT در جدول ۵) و فشار گرمایی (بر اساس محدودیت‌های فیزیولوژیک جدول ۶) برای ضرورت انجام اقدامات کنترلی کفایت می‌کند.	
تهیه دستورالعمل‌های مکتوب، اجرای برنامه آموزشی درباره استرس گرمایی و فشار گرمایی	اقدامات
تشویق به نوشیدن آب خنک در مقادیر کم (به طور تقریبی ۱ فنجان) هر ۲۰ دقیقه	کنترلی
تشویق به خود مرافقی در مواجهه با گرما در موقعی که سرپرستی حضور ندارد	عمومی
تشویق کارگران برای گزارش دادن علائم و نشانه‌های اختلالات ناشی از گرما در خود و همکاران به سرپرست مربوطه	بدن
تحت نظارت قرار دادن افرادی که مشکلات قلبی عروقی، فشارخون بالا، اختلال در غدد تعریق یا مشکلات کلیوی دارند یا استعمال الکل می‌کنند.	
تشویق به سبک زندگی سالم، استراحت کافی، نگهدارش وزن مناسب بدن و تأمین آب و الکتروولیت‌های بدن	
نظارت بر وضعیت تطابق با گرما در کارگران با و بدون مواجهه با گرما	اقدامات
انجام غربالگری پزشکی برای شناسایی افراد مستعد به آسیب‌های ناشی از گرما	کنترلی
پایش شرایط محیطی و شاخص‌های فیزیولوژیک فشار گرمایی و گزارش اختلالات مرتبط با گرما	عمومی
انجام کنترل‌های مهندسی که منجر به کاهش سوت و ساز متابولیکی بدن، کاهش دمای هوا، اصلاح جریان عمومی یا موضعی هوا، کاهش دمای فرایندهای گرمایان، عایق کاری حرارتی منابع گرمایی، کاهش بخار آب، استقرار سپرهای حفاظتی در برابر تابش‌های گرمایی و اصلاح لباس کار	اقدامات
انجام کنترل‌های مدیریتی که زمان مواجهه قابل قبول با گرما (تنظیم برنامه کار- استراحت)، ریکاوری کافی برای شاخص‌های فشار گرمایی و محدود کردن فشارهای فیزیولوژیک را امکان‌پذیر سازد.	کنترلی
استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس‌های بازتاب‌دهنده، لباس‌های خنک کننده) در شرایطی که به هر دلیلی انجام روش‌های عمومی و اختصاصی کنترل استرس گرمایی، کفایت لازم را برای کاهش سطح فشار گرمایی نتوانسته است تأمین نماید.	اختصاصی

تأمین آب و نمک جبرانی

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

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 با دمای ۱۰ درجه تا ۱۵ درجه سانتی گراد بنوشند. به کارگران آموزش داده شود که احساس تشنگی، نشانگر خوبی برای نیاز بدن به آب نیست و آشامیدن آب در محیط‌های گرم به یک عادت تبدیل گردد.

آب خنک و بهداشتی باید نزدیک محل کار قرار داده شود تا نیازی به ترک محل کار نباشد. کارگران ترغیب شوند تا در فصل گرما و بخصوص در طی کار در محیط خیلی گرم به غذا به مقدار موردنیاز نمک اضافه نمایند.

برای کارگرانی که با گرمای محیط تطابق نیافتنند آب حاوی 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 به همراه آب فراوان استفاده نمود.

سایر ملاحظات

الف- لباس کار: مقادیر حد مجاز شغلی اعلام شده برای استرس گرمایی، در صورتی معتبر است که لباس کار سبک تابستانی همانند آنچه معمولاً کارگران هنگام کار در محیط کار به تن دارند پوشیده شود. چنانچه برای انجام کار معین، لباس کار مخصوص نیاز است و این لباس سنتگین‌تر است یا از تبخیر عرق جلوگیری می‌کند یا ضریب عایق بودن آن بالاتر است و درنتیجه ظرفیت تحمل گرمایی کارگر تقلیل می‌یابد و مقادیر متدرج در جدول ۵ دیگر کاربرد ندارد، در چنین مواردی وقتی برای انجام کاری لباس کار مخصوص موردنیاز است، جهت راهنمایی در جدول ۱ 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- تطابق گرما و سلامتی بدن: ضمن هفته اول مواجهه با محیط گرم، درنتیجه توازن عوامل متعدد روانی و فیزیولوژیک، تطابق با گرما^۱ در فرد به وجود 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.

د- 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. Heat Prostration بی‌حالی و خستگی مفرط ناشی از گرمازدگی ممکن است موجب عارضه (مجموع علائم سرگیجه و تهوع و حالت Collapase) گردد، که در برخی موارد غیرقابل برگشت است. انقباض دردناک عضلات^۲، اگرچه ناتوان کننده است ولی قابل برگشت است بخصوص اگر سریع و به موقع درمان شود. از دیگر عوارض ناشی از مواجهه با گرمای زیاد، اختلال شدید الکتروولیت، کم‌آبی بدن، سرخی پوست و ادم گرمایی و کم شدن ظرفیت‌های کار فکری و جسمی است.

بر طبق نتایج سازمان OSHA، دمای محیطی ۴۰ تا ۵۴ درجه سانتی گراد می‌تواند باعث Heat exhaust و بالاتر از ۵۴ درجه سانتی گراد اغلب باعث گرمازدگی که یک وضعیت اورژانسی است می‌شود.^۳

ه- اگر ضمن سه ماه اول بارداری میزان دمای عمقی کارگر باردار به مدت طولانی از 39°C ($102/100^{\circ}\text{F}$) تجاوز کند احتمال تشکیل جنین ناقص الخلقه افزایش می‌یابد. از طرف دیگر دمای عمقی بیشتر از ۳۸ درجه سانتی گراد ($100/100^{\circ}\text{F}$) به طور موقتی موجب ناباروری در مرد و یا زن می‌شود.

1 Acclimatization

2 Heat Exhaustion

3 Heat Cramps

منابع:

International Organization for Standardization (ISO 7933): Ergonomics of the thermal environment-Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. ISO, Geneva (2004).

Malchaire JB; Piette A; Kampmann B; et al.: Development and validation of the predicted heat strain model. Ann Occup Hyg. 45(2):123–35 (2001).

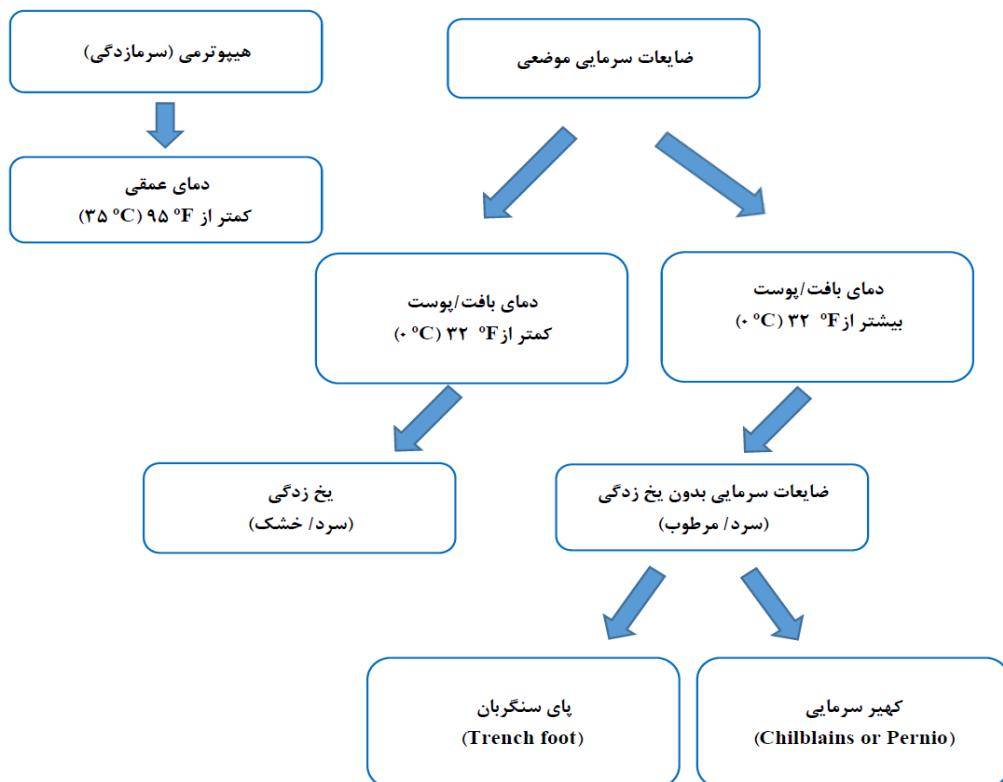
ب - تنش سرمایی^۱

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به منظور حفظ شاغلین در برابر اثرات شدید سرما (سرمازدگی و یخ زدگی) و ضایعات ناشی از آن تدوین شده است و بیانگر حالتی از مواجهه شغلی با سرما است که تحت آن شرایط تقریباً همه 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 سانتی گراد ($96/8^{\circ}\text{F}$) جلوگیری و از ایجاد یخ زدگی انتهای اندام‌ها، پیشگیری می‌کند. (حرارت عمقی بدن، همان حرارت مرکزی بدن است که از طریق اندازه گیری درجه حرارت مقعد تعیین می‌شود). مواجهه مرگبار با سرما نتیجه عدم توفیق در فرار از محیط سرد و یا به دلیل فرو رفتن در آب سرد است. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی، کل بدن بهویژه دست‌ها، پاها و سر را در برابر ضایعات سرمازدگی حفاظت می‌نماید. استفاده از لباس مناسب و خشک (محافظه سر، صورت و چشم‌ها، 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 است. 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 20° برابری در انتقال حرارت نیز اجرای این حدود مجاز را نقض می‌کند، لذا لباس فرد همواره باید خشک و غیرقابل نفوذ به بدن باشد.

پیشگیری از صدمات ناشی از سرما بهترین اقدام است که از طریق یک استراتژی مدیریت ریسک انجام شده و در آن خطرات سرما را ارزیابی و سپس کنترل می‌کنند تا اثرات سرما کاهش یابد. شکل ۱ فرایند مدیریت ریسک برای استفاده در محیط‌های سرد را نشان می‌دهد. شکل ۲ انواع آسیب‌های ناشی از سرما را نشان می‌دهد.



شكل ۱. فرایند مدیریت ریسک برای ارزیابی استرس و فشار سرما بی



شکل ۲. انواع ضایعات ناشی از سرما

پیشگیری از هیپوترمی یا سرمازدگی^۱

هیپوترمی به عنوان درجه حرارت عمقی بدن زیر ۹۵ درجه فارنهایت (۳۵ درجه سانتیگراد) تعریف می‌شود. تغییرات فیزیولوژیکی که هنگام پایین آمدن دما به زیر این حد توسط بدن بروز می‌کند در جدول ۱ ارائه شده است. شاغلین باید همواره از مواجهه با سرما محافظت شوند. به طوری که درجه حرارت عمقی مرکزی بدن به کمتر از ۳۶ درجه سانتی گراد ($96/8^{\circ}\text{F}$) سقوط نکند. افت درجه حرارت بدن موجب کاهش هوشیاری و تمرکز فکری می‌شود، تصمیم‌گیری منطقی کاهش می‌باید و یا سبب بیهوشی و نهایتاً مرگ می‌گردد. هیپوترمی یک شرایط تهدید کننده زندگی است که باید به سرعت به آن پرداخته شود.

در یک نوبت مواجهه اتفاقی با محیط سرد، کاهش درجه حرارت مرکزی بدن به پائین تر از ۳۵ درجه سانتی گراد (95°F) مجاز نمی باشد. هنگامی که دمای عمقی بدن به زیر $91/4^{\circ}\text{F}$ درجه فارنهایت (۳۳ درجه سانتیگراد) برسرد، کارگران به شدت ناتوان می شوند.

علائم اولیه هیپوترمی شامل احساس سرما، لرز، بی علاقه‌گی و کناره گیری اجتماعی است. ناظران و کارگران باید از این علائم اولیه آگاهی داشته باشند تا اقدامات پیشگیرانه مناسب را در این زمان انجام دهند. در شدت های بالاتر هیپوترمی علائمی همچون گیجی یا خواب آلودگی، اختلال در گفتار و تغییر در رفتار یا شکل ظاهری مشاهده می شود. در هر صورت مواجهه با سرما برای هر فردی که دچار لرز شدید شد فوراً باید قطع گردد. لرز عمومی بدن و درد در انتهای اندام‌های حرکتی ممکن است اخطاری زودرس و اولیه از خطر سرمایزگی باشد. هنگام مواجهه با سرما که درجه حرارت مرکزی بدن تا ۳۵ درجه سانتی گراد پایین آمده باشد بدن شدیداً دچار لرز می گردد. به هنگام بروز لرز شدید فعالیت و کار مفید جسمی و فکری دچار محدودیت خواهد شد. از آنجاکه مواجهه طولانی با هوای سرد یا فرو رفتن در آب سرد و در دمای بالای انجماد می تواند موجب کاهش دما در حد خطرناک شود، لذا باید تمام بدن را با اقدامات زیر در مقابل سرما محافظت نمود:

اگر کار در محیطی انجام می شود که درجه حرارت هوای محیط کمتر از 4°F درجه سانتی گراد (40°F) است برای حفظ دمای عمقی بدن به میزان بیش از 36°F درجه سانتی گراد ($96/8^{\circ}\text{F}$) باید لباس خشک و عایق‌بندی مناسب در اختیار کارگران قرار گیرد.

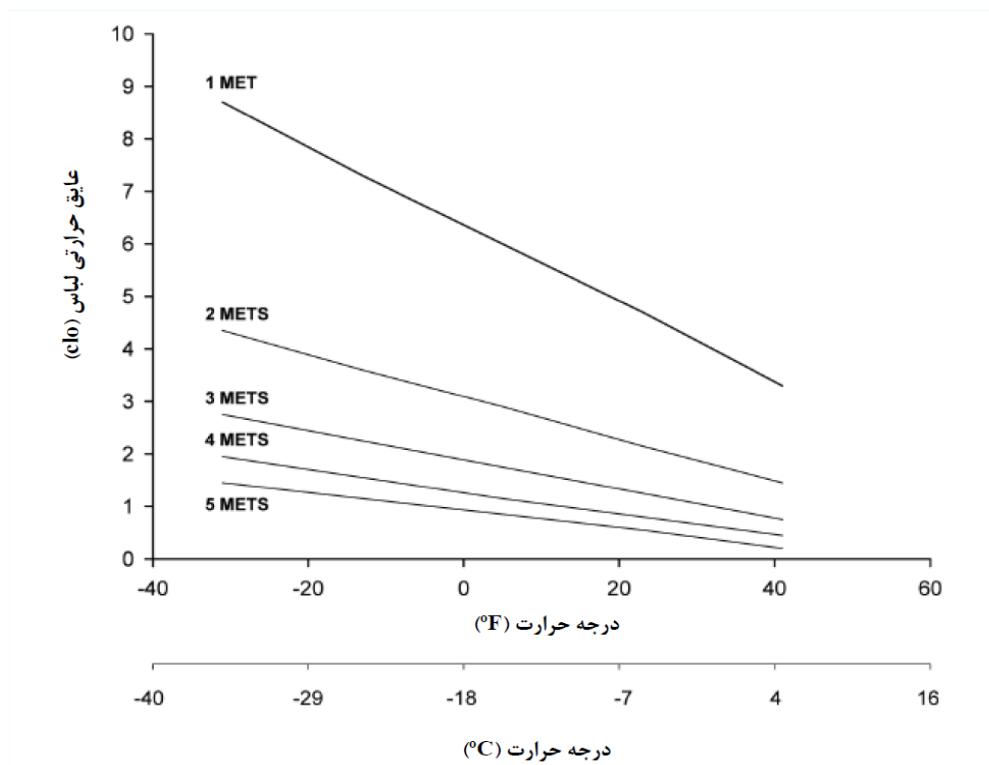
هرچه سرعت باد بیشتر و دمای محیط کار کمتر باشد باید میزان عایق بودن لباس موردنیاز افزایش یابد. در این شرایط، استفاده از امکاناتی نظیر پاراوان محافظت باد، چادر یا کانکس‌های محدود کننده جریان هوا در محل کار به طور مؤکد توصیه می گردد.

از آنجا که مواجهه طولانی مدت با هوای بسیار سرد، شرایط سرد و مرطوب، و غوطه وری در آب سرد می تواند منجر به هیپوترمی شود، محافظت از کل بدن باید مورد توجه قرار گیرد. هوای سرد، رطوبت و وزش باد بیشترین خطر را در ایجاد هیپوترمی دارا می باشند. شکل ۳ عایق لباس موردنیاز به عنوان تابعی از دمای هوا و میزان کار ارائه می کند. همانطور که مشاهده می شود، میزان عایق بندی با کاهش دما و مقدار کار افزایش می یابد. در هوای مرطوب، ضروری است که لایه بیرونی لباس ضد آب باشد.

در شرایط هوای بادی، یک لایه خارجی ضد باد مورد نیاز است. جدول ۲ فعالیتهای مختلف و میزان کار مربوطه را بر حسب واحد معادل متابولیک (MET) نشان می دهد. این جدول را می توان همراه با شکل ۳ برای تعیین تقریبی عایق موردنیاز لباس در دماهای مختلف استفاده کرد. اگر حفاظت مناسبی وجود

نداشته باشد، غوطه وری در آب سرد می تواند در مواردی، در مدت کوتاهی باعث هیپوترمی شدید و نهایتاً مرگ گردد. جدول ۳ مقدار زمانی را نشان می دهد که یک فرد متوسط می تواند بر اساس دما و عمق آب در آب غوطه ور بماند. این راهنمای براساس استفاده از وسایل حفاظتی معمولی است که ضد آب نیست. همچنین لازم به ذکر است نوع دیگری از آسیب سرما (بدون یخ زدگی) زمانی رخ می دهد که پوست بدن در مدت طولانی در آب سرد غوطه ور بماند یا با سرمای مرطوب بین ۱۵-۳۲ درجه فارنهایت (۶۰-۷۰ درجه سانتیگراد) مواجهه یابد. ریسک فاکتورهای سرمازدگی شامل عدم تحرک، کاهش انرژی، اختلالات غدد درون ریز، سن (بیرونی یا جوانی)، اختلالات پوستی، سوختگی، ضربه، نوروباتی و استفاده از دارو یا الكل می باشد.

در شرایط معمول به جز دست ها، پاها و سر معمولاً ضایعات سرمازدگی در سایر اندام ها همراه با افت دمای عمقی بدن است. شاغلین سالمند و کارکنان مبتلا به بیماری های عروقی نیازمند محافظت و مراقبت در مقابل ضایعات ناشی از سرما می باشند. پوشیدن لباس های اضافی (عایق سرما) و یا کاهش زمان مواجهه با سرما از جمله تدابیر احتیاطی است که باید مدنظر 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. وجود پناهگاه مطمئن و گرم برای استراحت در وقفه های کاری، لباس یدکی خشک برای تعویض به موقع هنگام خیس شدن لباس شاغلین و همچنین امکانات تغذیه گرم، وسایل کمک های اولیه و مخابراتی برای موقع خطر ضرورت دارد. بیماران همچنین می توانند برای افزایش تولید گرمای فعالیت بدنی خود را افزایش دهند (ورزش کنند). سایر روشهای، در کنار گرم نمودن بدن، باید توسط پرسنل پزشکی آموزش دیده آغاز گردد.



شکل ۳- مقدار تقریبی عایق لباس مورد نیاز در دماهای هوا و سطح فعالیت بدنی مختلف

سرعت باد کمتر از ۵ مایل در ساعت ($2/2$ متر بر ثانیه) فرض می شود. یک مت (MET) به مصرف انرژی در حالت استراحت ($58/2$ وات بر مترمربع) اشاره دارد. یک کلو (c10 c) عایق لباس ضروری است برای اینکه یک فرد در حال استراحت وقتی دمای هوا 21 درجه سانتیگراد (70 درجه فارنهایت) است احساس راحتی نماید.

جدول ۱- دمای عمقی و تغییرات فیزیولوژیکی وابسته به آن که با کاهش دما رخ می دهد. پاسخ افراد در هر سطح از درجه حرارت عمقی متفاوت می باشد.

تغییرات فیزیولوژیکی	درجه حرارت		موحله
	°C	°F	
	۳۷/۰	۹۸/۶	درجه حرارت طبیعی بدن (Normothermia)
حداکثر لرز، افزایش فشار خون	۳۵/۰	۹۵/۰	کاهش دمای اندک (Mild Hypothermia)
فراموشی، اختلال در تکلم، درک ضعیف، اختلال رفتار	۳۴/۰	۹۳/۲	
عدم تعادل، بی حسی، بی علاقگی	۳۳/۰	۹۱/۴	
لجبازی	۳۲/۰	۸۹/۶	کاهش دمای متوسط (Moderate Hypothermia)
توقف لرز، گشاد شدن مردمک ها	۳۱/۰	۸۷/۸	
آریتمی قلبی، کاهش برون ده قلبی	۳۰/۰	۸۶/۰	
عدم هوشیاری	۲۹/۰	۸۴/۲	کاهش دمای شدید (Severe Hypothermia)
احتمال فیریلاسیون بطنی، کاهش تنفس	۲۸/۰	۸۲/۴	
از دست دادن رفلکس ها و حرکات ارادی	۲۷/۰	۸۰/۶	
بر هم خوردگی تعادل اسید- باز، عدم پاسخ به درد	۲۶/۰	۷۸/۸	
کاهش جریان خون به مغز	۲۵/۰	۷۷/۰	
افت فشار خون، کندی ضربان قلب	۲۴/۰	۷۵/۲	
عدم رفلکس قرنیه، عدم رفلکس	۲۳/۰	۷۳/۴	
عدم رسم موج در الکتروانسفالوگرافی ^۱	۱۹/۰	۶۶/۲	
فقدان فعالیت الکتریکی قلب ^۲	۱۸/۰	۶۴/۴	
پایین ترین حد اتفاقی کاهش دما که نوزاد امکان بهبودی دارد.	۱۵/۲	۵۹/۲	
پایین ترین حد اتفاقی کاهش دما که فرد بالغ امکان بهبودی دارد.	۱۳/۷	۵۶/۷	

1 Electroensephalographic silence

2 Asystole

جدول ۲- شدت فعالیت برای فعالیتهای انتخاب شده در فضای باز اقتباسی از ACGIH2020

کار نشسته ۱۰۰ وات (۱ مت)	کار سبک ۲۵۰ وات (۲-۳ مت)	کار متوسط ۴۵۰ وات (۴-۵ مت)	کار سنگین ۶۰۰ وات (۶ مت)
قدم زدن در سطح صاف با سرعت ۳ تا ۴ کیلومتر در ساعت و حمل بار، نیشتن در حالت آرام	قدم زدن در سطح صاف با سرعت ۳ تا ۴ کیلومتر در ساعت، راه رفتن روی سطح سخت با سرعت تقریبا ۵/۵ کیلومتر در ساعت و حمل بار ۴۰ پوند (تقریبا ۱۸ کیلوگرم)، راه رفتن روی شن نرم با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت همراه با حمل بار، کار کردن در حالی که کفش مخصوص برف استفاده می شود.	راه رفتن روی سطح سخت با سرعت تقریبا ۵/۵ کیلومتر در ساعت و حمل بار ۴۰ پوند (تقریبا ۱۸ کیلوگرم)، جبایجی کیسه های ۵۰ کیلوگرمی؛ بیل زدن	راه رفتن روی سطح سخت با سرعت تقریبا ۵/۵ کیلومتر در ساعت، کیلومتر در ساعت ۵/۵ پوند (تقریبا ۱۸ کیلوگرم)، راه رفتن روی شن نرم با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت و حمل بار ۴۰ پوند (تقریبا ۱۸ کیلوگرم)، کار کردن در حالی که کفش مخصوص برف استفاده می شود.

جدول ۳- محدودیت های زمانی غوطه وری در آب سرد (بر حسب ساعت) برای رسیدن به دمای عمقی ۳۵/۵ درجه سانتیگراد در دماها و عمق های غوطه وری مختلف در آب. برای زمان غوطه وری بیش از ۶ ساعت، خطر آسیب ها و ضایعات سرمایی بدون یخ زدگی به طور قابل توجهی افزایش می یابد. (ACGIH2020)

دماهای آب (°C)	دماهای آب (°F)	تا عمق زانو	تا عمق گودی کمر	تا عمق فرسنه سینه
۱۰-۱۲	۵۰-۵۴	۱۲/۸	۱/۹	۱/۳
۱۳-۱۵	۵۵-۵۹	۱۵/۶	۷/۵	۲/۲
۱۶-۱۸	۶۰-۶۴	۲۲/۲	۱۰/۲	۷/۹
۱۸-۲۱	۶۵-۶۹	۳۳	۱۳/۸	۱۰/۵

پیشگیری از یخ زدگی^۱

یخ زدگی زمانی رخ می دهد که دمای بافت به زیر ۳۲ درجه فارنهایت (۰ درجه سانتی گراد) کاهش یابد. یخ زدگی اغلب در مواجهه پوست (بینی، گوش ها، گونه ها، مج دست ها) رخ می دهد. انجماد آنی می تواند وقتی که پوست در تماس با مایعات فوق سرد مثل محصولات پتروشیمی، روغن، سوخت های مایع، ضدیخ، الکل که همه در دمای ۴۰- درجه سانتی گراد به شکل مایع باقی می مانند رخ دهد. همچنین تماس

1 Snowshoeing

2 Frostbite

پوست بر هنر با اشیاء سرد بویژه فلز رسانا یا سنجک می تواند یخ زدگی بافت رخ دهد. برای جلوگیری از این حالت، کارگران باید از دستکش های ضد تماس استفاده نمایند.

معمولًاً اولین نشانه یخ زدگی بی حسی است. در واقع، احساس اولیه سرمایی در دمای پوست ۸۲ درجه فارنهایت (۲۸ درجه سانتیگراد) و احساس درد در دمای ۶۸ درجه فارنهایت (۲۰ درجه سانتیگراد) شروع می شود، اما هنگامی که دمای پوست به ۵۰-درجه فارنهایت (۱۰ درجه سانتیگراد) می رسد، این احساسات با بی حسی جایگزین می شوند. افراد اغلب احساس چوبی شدن^۱ را در نواحی آسیب دیده گزارش می کنند. پس از گرم کردن مجدد احساس درد قابل ملاحظه ای دیده می شود. احساسات اولیه یک احساس ناخوشایند از سرما است که ممکن است شامل سوزن سوزن شدن، سوزش، درد شدید و کاهش احساس باشد. رنگ پوست ممکن است در ابتدا قرمز به نظر برسد اما سپس به رنگ سفید و مویی شکل می شود. ریسک فاکتورهای یخ زدگی شامل دما، نمناکی، خنک کنندگی باد، لباس چسبان، نژاد، جنس، هیپوکسی، سندروم رینود و داروهای عروقی می باشد.

دمای خنک کنندگی باد^۲ (TWC) یا شاخص سرمای هوا (WCI) (جدول ۴) با ادغام سرعت باد و دمای هوا، امکان برآورد قدرت خنک کنندگی باد را فراهم می کند. این شاخص برای استاندارد نمودن قدرت خنک کنندگی محیط به دمای هوای معادل آن در شرایط هوای ساکن بکار می رود و از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{وقتی دما بر حسب درجه فارنهایت } (^{\circ}\text{F}) \text{ و سرعت باد بر حسب مایل بر ساعت (mph) باشد:} \\ \text{Wind Chill Index } (^{\circ}\text{F}) = 35.74 + 0.6215 - 35.75(V^{0.16}) + 0.4275 T (V^{0.16})$$

$$\text{وقتی دما بر حسب درجه سانتیگراد } (^{\circ}\text{C}) \text{ و سرعت باد بر حسب کیلومتر بر ساعت (km/h) باشد:} \\ \text{Wind Chill Index } (^{\circ}\text{C}) = 13.12 + 0.6215T - 11.37(V^{0.16}) + 0.3965 T (V^{0.16})$$

T = Air Temperature

V = Wind Speed

1 Wooden

2 Wind Chill Temperature (TWC) Index

جدول ۴- شاخص دمای خنک کنندگی باد

سرعت باد (m/s)		دمای هوای (°C)											
		5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
(km/h)	(m/s)	دمای خنک کنندگی باد (°C)											
5	1.4	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	2.8	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	4.2	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	5.6	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	6.9	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	8.3	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	9.7	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	11.1	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	12.5	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	13.9	-1	-8	-15	-22	-29	-36	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	15.3	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	16.7	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	18.1	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	19.4	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	20.8	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	22.2	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

تفکه: مدت زمانی ایجاد یخ زدگی، مربوط به مواجهه پوست صورت می باشد.

رنگ سفید: ریسک یخ زدگی برای اغلب مردم کم است.

رنگ طوسی کم رنگ: افزایش خطر یخ زدگی برای اغلب مردم در ۱۰ تا ۳۰ دقیقه مواجهه رخ می دهد.

رنگ طوسی پر رنگ: خطر یخ زدگی برای اغلب مردم در ۵ تا ۱۰ دقیقه مواجهه رخ می دهد.

رنگ تیره کم رنگ: خطر یخ زدگی برای اغلب مردم در ۲ تا ۵ دقیقه مواجهه رخ می دهد.

رنگ تیره پر رنگ: خطر انجام افراد برای مواجهه ۲ دقیقه یا کمتر رخ می دهد

جدول ۵- زمان بر حسب دقیقه تا بروز یخ زدگی گونه در ۵٪ مستعد ترین پرسنل نظامی ارتش آمریکا اقتباس از: ACGIH 2021

سرعت باد		دهای هوا												
m/s	mph*	(°C)	-12	-15	-18	-21	-23	-26	-29	-32	-34	-37	-40	-43
		(°F)	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
2	5	>120	>120	>120	>120	31	22	17	14	12	11	9	8	
4	10	>120	>120	>120	28	19	15	12	10	9	7	7	6	
7	15	>120	>120	33	20	15	12	9	8	7	6	5	4	
9	20	>120	>120	23	16	12	9	8	8	6	5	4	4	
11	25	>120	42	19	13	10	8	7	6	5	4	4	3	
13	30	>120	28	16	12	9	7	6	5	4	4	3	3	
16	35	>120	23	14	10	8	6	5	4	4	3	3	3	
18	40	>120	20	13	9	7	6	5	4	3	3	2	2	
20	45	>120	18	12	8	7	5	4	4	3	3	2	2	
22	50	>120	16	11	8	6	5	4	3	3	2	2	2	

خطر یخ زدگی

کم: احتمال یخ زدگی وجود دارد اما زمان نامشخص است (رنگ سفید)

بالا: یخ زدگی در ۱۰-۳۰ دقیقه رخ دهد (رنگ طوسی کم رنگ)

شدید: یخ زدگی در ۵-۱۰ دقیقه می تواند رخ دهد (رنگ طوسی پر رنگ)

بسیار شدید: یخ زدگی می تواند در کمتر از ۵ دقیقه رخ دهد (رنگ تیره)

نکته: پوست مرطوب می تواند رخداد یخ زدگی را تسريع نماید

*مايل بر ساعت (mph)

و پیشگی شاخص خنک کنندگی باد در کاربرد صحیح آن است و تنها خطر خنک شدن پوست در معرض افرادی که با سرعت ۳ مايل در ساعت (تقريباً ۴/۸ کيلومتر در ساعت) راه می روند را برآورد می کند. باد باعث نمی شود دمای بدن یک فرد در معرض سرما، از دمای محیطی خنک تر شود، بلکه باعث می شود فرد در معرض دمای محیطی مشخص، بيشتر از زمانی که باد وجود ندارد، احساس سرما کند. سرعت باد به دست آمده از گزارش های هواشناسی، جريان های باد ایجاد شده از طريق مصنوعی و بوسيله فعالیت های شغلی انسان را مورد توجه قرار نمی دهد.

WCT خطر نسبی یخ زدگی و زمان پيش بيني شده برای یخ زدن پوست صورت افراد در معرض سرما را نشان می دهد (جداول ۴ و ۵). پوست صورت از اين جهت انتخاب شده است که معمولاً اين ناحيه از بدن

دارای هیچگونه حفاظتی نمی باشد. اگر دمای هوا بالاتر از ۳۲ درجه فارنهایت (۰ درجه سانتیگراد) باشد، یخ زدگی رخ نمی دهد.

پوست مرطوبی که با باد مواجهه می یابد سریعتر خنک می شود و اگر پوست مرطوب باشد و با باد هم مواجهه یابد، دمای محیطی که برای جدول WCT استفاده می شود باید ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر از دمای واقعی محیط باشد.

هنگامی که سطوح سرد دارای دمای کمتر از ۷- درجه سانتیگراد (۱۹/۴ درجه فارنهایت) در محیط کار افراد وجود دارد باید توسط سرپرستان هشدار های لازم به کارگران برای جلوگیری از تماس اتفاقی با پوست برخene داده شود.

اگر دمای هوا ۱۷/۵- درجه سانتیگراد (۰/۵ درجه فارنهایت) یا کمتر است، دست ها باید توسط دستکش ها محافظت شوند. همچنین کنترل ماشین آلات و ابزار برای استفاده در شرایط سرد باید به گونه ای طراحی شوند که بدون برداشتن دستکشها بتوان آنها را اداره کرد.

مهارت دستی ویژگی مهمی در محیط های شغلی است. منظور از مهارت دستی ایجاد حرکات هماهنگ دست و انگشتان برای انجام کاری دقیق بر روی اجسام یا اشیاء است.

مهارت دستی شامل عملکرد عضلات ، سیستم اسکلتی و عصبی برای تولید حرکات دقیق و کوچک می شود. در هوای سرد ، مهارت دستی می تواند بسته به شرایط محیط، ۸۰-۶۰ درصد در کارگران دستکشدار نسبت به کارگران بدون دستکش کاهش یابد. هنگامی که دمای دست کاهش می یابد، عملکرد دستی با اختلال مواجه خواهد شد. چنانچه دمای پوست انگشت از ۳۳ درجه سانتیگراد (۹۱ درجه فارنهایت) به ۱۰ درجه سانتیگراد (۵۰ درجه فارنهایت) کاهش یابد، این عملکرد تا ۳۰٪ کاهش می یابد.

به منظور حفظ تداوم فعالیت های دستی دقیق و پیشگیری از حوادث، لازم است دست ها به طور ویژه ای به شرح زیر حفاظت شوند:

الف- اگر کارهای ظریف دستی با دست های بدون دستکش برای مدت بیشتر از ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در محیطی زیر ۱۶ درجه سانتی گراد ($60/8^{\circ}\text{F}$) انجام می شود، برای گرم نگهداشتن دست ها باید پیش بینی های ویژه انجام گیرد، بدین منظور جریان هوای گرم و بخاری های تابشی یا صفحات تماسی گرم کننده ممکن است به کار رود. در دمای کمتر از ۱- درجه سانتی گراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) دسته های فلزی ابزار آلات و اهرم های کنترل باید با مواد عایق حرارتی روکش شوند.

ب- اگر دمای هوا برای کارهای نشسته به پایین تر از 16°C (۶۰/۸ $^{\circ}\text{F}$) ، در کارهای سبک به 4°C ($40/2^{\circ}\text{F}$) و برای کار متوسط ۷- درجه سانتیگراد (۱۹/۴ درجه فارنهایت) کاهش باید و کارهای دستی ظریف دقیق و ماهرانه موردنیاز نباشد، آنگاه شاغلین باید از دستکش استفاده نمایند. مهارت در درجه اول تحت

تأثیر درجه حرارت محیطی پوست و عضله قرار می گیرد و کمتر تحت تاثیر دمای عمقی بدن قرار می گیرد.

مواجهه حاد با آب سرد

غوطه وری ناگهانی با آب سرد موجب واکنش شوک سرمایی می شود. واکنش های فیزیولوژیکی به غوطه وری ناگهانی شامل نفس نفس زدن، افزایش تنفس، افزایش ضربان قلب، فشار خون و مشکلات قلب عروقی می شود.

پس از کاهش پاسخهای اولیه، با گذشت زمان دمای عمقی و دمای عضله کاهش می یابد. بعد از مواجهه ۱۰ دقیقه ای با آب و غوطه وری در آب کمتر از ۱۰ درجه، دمای ماهیچه کاهش می یابد و منجر به کاهش در عملکرد ماهیچه اسکلتی شده که افراد دیگر قادر به شنا کردن و نجات جان خود نیستند و غرق شدن رخ می دهد. چنانچه این وضعیت ادامه یابد ادامه سقوط دما رخ می دهد. عموماً دمای عمقی بدن در آب ۵ درجه در ۱ ساعت مواجهه، در آب ۱۰ درجه در زمان ۲ ساعت مواجهه، و در آب ۱۵ درجه در زمان ۳-۶ ساعت مواجهه به زیر ۳۵ درجه سانتیگراد کاهش می یابد.

پیشرفت از شوک سرمایی به سرمازدگی به شکل قانون (۱۰-۱) اشاره می شود. این قانون بیان می کند که در دقیقه اول، واکنش به شوک سرما با افزایش تنفس در آب خود را نشان می دهد. در ۱۰ دقیقه مواجهه، دمای ماهیچه اسکلتی کاهش یافته و به نقطه ای که عملکرد آن مختل می شود، می رسد و در ۱ ساعت دمای عمقی به سطح خطرناکی سقوط می کند.

لباس هوای سرد

لباس های هوای سرد از طریق کاهش اتلاف گرما از طریق عایق حرارتی لباس و هوای محبوس شده درون و بین لایه های لباس، بدن را از هیپوترمی و صدمات سرمای محیطی محافظت می کنند. لباس های هوای سرد معمولی از چند لایه تشکیل شده است:

- یک لایه داخلی (پلی استر سبک یا پلی پروپیلن) که در تماس مستقیم با پوست است و به راحتی رطوبت را جذب نمی کند، اما رطوبت را به لایه های خارجی که می تواند تبخیر شود، انتقال می دهد.

- لایه های میانی (پلی استر یا پشم) که عایق اصلی را ایجاد می کنند.

- یک لایه خارجی که برای انتقال رطوبت به هوا طراحی شده، در حالی که باد و باران را دفع می کند. تعریق می تواند به راحتی از نرخ تبخیر لایه پوسته خارجی لباس فراتر رود، که در این حالت باعث جمع شدن رطوبت در داخل لباس می شود، حتی اگر لایه خارجی دارای تهويه قابل توجهی باشد (به عنوان مثال زیپ در زیر بغل) که اجازه دهد تا رطوبت خارج شود. لایه بیرونی معمولاً باید در طول انجام کار متوسط یا سنگین پوشیده شود (مگر اینکه بارانی یا خیلی باد باشد)، اما باید در زمانهای بعدی استراحت مورد استفاده

قرار گیرد. تحمیل یک مجموعه لباس استاندارد برای کل کارگران یک صنعت می‌تواند در بعضی از افراد باعث گرم شدن بیش از حد و تعزیز در حین کار شود، در حالی که ممکن است برخی از کارگران نیاز به گرم شدن تا آن حد نداشته باشند. بنابراین، افراد باید میزان پوشش (لباس) را با توجه به نیازمندی های خود و محیط حرارتی خود استفاده نمایند. یکی از مشکلات عمدۀ در مورد لباس این است که افراد در حالیکه لباس هایی که مناسب شرایط استراحت است را به تن دارند، شروع به کار می نمایند و بنابراین بعد از اینکه کار شروع می شود، دارای لباس بیش از حد امی شوند. همه کارگران لازم است که آگاه شوند که اگر هوا مرطوب باشد و لباس هوای مرطوب فراهم نباشد و شدت کار نیز سبک باشد خطر سرمازدگی افزایش می یابد. خشک بودن لباس مخصوصاً برای افرادی که در مناطق دور افتاده کار می کنند بسیار مهم و حیاتی است و بنابراین حمل پوشانک اضافی (لباس ضد آب و خشک) برای تغییر لباس در هنگام نیاز برای این افراد بسیار حیاتی و الزامی است. اگر کار در دماهای نرمال یا در یک محیط گرم انجام شده باشد، قبل از اینکه فرد وارد محیط سرد شود باید اطمینان حاصل نماید که لباس در اثر تعزیز خیس نشده باشد. اگر لباس خیس است، افراد باید آن را با لباس خشک تعویض نمایند قبل از آنکه وارد محیط سرد شوند. کارگران باید جورابها و هرنوع کفی نمدی قابل تعویض را بطور منظم در فواصل مختلف روز تعویض نمایند و یا از چکمه های ضد عرق استفاده نمایند. فرکانس بهینه تعویض با توجه به نوع کفش پوشیده شده و مقدار عرقی که پای هر فرد ممکن است ترشح نماید، باید بصورت تجربی تعیین شود. اگر نواحی در معرض تماس بدن نمی تواند بطور کافی برای پیشگیری از احساس سرمازدگی و یا یخ زدگی حفظ شود، سایر موارد حفاظتی کمکی برای گرم کردن آن نواحی باید فراهم گردد.

اگر لباس موجود محافظت کافی را برای جلوگیری از سرمازدگی یا یخ زدگی ایجاد نمی کند، اصلاح کار باید انجام گیرد و یا تا فراهم شدن لباس کار مناسب برای سرما و یا بهبود شرایط جوی به تعليق در آید. پاها انداهایی هستند که بسیار مستعد آسیب های ناشی از سرمازدگی محیطی می باشند. بنابراین می بایست برای کلیه کارگران کفش مناسب برای شرایط سرمایی که در آن کار می کنند، فراهم گردد. مثلاً اگر محیط مرطوب است، کفش باید در برابر نفوذ آب محافظت کافی را تامین کند. به همین ترتیب، اگر دمای هوا این پتانسیل را دارد که تا حد زیادی کاهش باید (کمتر از صفر درجه فارنهایت (۱۸- درجه سانتیگراد)، چکمه های مخصوص این محیط باید فراهم شود.

افرادی که در دمای کمتر از 4°C ($39/2^{\circ}\text{F}$) مایعات قابل تبخیر (بنزین، الکل و یا مواد پاک کننده و غیره) را جابجا می کنند، به جهت افزایش خطر بروز ضایعات ناشی از سرما که درنتیجه خاصیت خنک کننده گی مواد تبخیر شونده حاصل می شود. باید احتیاطات لازم برای پرهیز از خیس شدن لباس یا دستکش با مایعات

مذکور را به عمل آورند. به خصوص به اثرات حاد پاشیدن مایعات سرمایی^۱ 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 ۶ تعیین کننده مدت هر بار مواجهه در دوره کاری ۴ ساعته است و در صورت لزوم تکرار مواجهه، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برابر با ۳۰ دقیقه است. اگر کار در سرمای کمتر از 7°C - (19°F) و یا درجه حرارت معادل سرماباد آن به طور مداوم انجام می شود 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. در صورت بروز علائمی از قبیل لرز شدید، احساس سرما، خستگی مفترط، خواب آلودگی، تحریک پذیری و گیجی مراجعت فوری به پناهگاه ضروری است. پس از ورود به پناهگاه باید لباس را از تن خارج و بقیه لباس ها شل و آزاد گرددند تا عرق تبخیر شود و یا لباس با یک لباس کار خشک تعویض گردد. برای جلوگیری از برگشت به کار کارگران با لباس مرطوب، ضروری است، چند دست لباس خشک به تعداد کافی در محل مزبور وجود داشته باشد. در محیط سرد کاهش آب یا مایعات بدن بندرت رخ می دهد، اما ممکن است استعداد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما به جهت تغییرات قابل ملاحظه در جریان خون انتها 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 10°C - (40°F) و یا کمتر از آن رعایت نکات زیر ضروری است:

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

۲- برای پیشگیری از تعریق زیاد و مرطوب شدن لباس های زیرین میزان کار باید سنگین باشد، در صورت انجام کار سنگین باید امکان استراحت در پناهگاه های گرم و فرصت تعویض لباس های مرطوب با لباس های خشک فراهم گردد.

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

۴- باید حتی المقدور از لباس های سبک، کم حجم و مناسب استفاده گردد تا مانع کار راحت نشود.

۵- برنامه کار باید به گونه ای تنظیم شود که نشستن بی حرکت برای مدت طولانی به حداقل کاهش یابد. صندلی های با نشیمنگاه فلزی بدون عایق نایستی 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- تمرینات استفاده از لباس‌های مخصوص

ب- عادات صحیح خوردن و آشامیدن

ج- شناسایی سومازدگی قریب الوقوع

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

ه- انجام کار بدون مخاطره

و- کمک‌های اولیه ضروری و درخواست امداد

کار در دمای بین +۱ تا -۱۰ درجه سانتی گراد باید حداکثر در دوره‌های ۷۵ دقیقه قطع گردد و کار گر 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 سانتی گراد 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 کار گر در دمای مذکور و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه مشغول به کار 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 است. اگر اطلاعات صحیحی برای تخمین یا اندازه‌گیری سرعت باد موجود نیست، پیشنهادهای زیر به صورت راهنمای کار می‌رود:

- سرعت باد ۵ مایل در ساعت (۵ mph) معادل حرکت آرام پرچم

- سرعت باد ۱۰ مایل در ساعت (۱۰ mph) معادل پرچم کاملاً بازشده در اثر جریان باد

- سرعت باد ۱۵ مایل در ساعت (۱۵ mph) معادل بلند شدن صفحات روزنامه در هوا

- سرعت باد ۲۰ مایل در ساعت (۲۰ mph) در شرایط بوران برف

جدول ۶- حدود مجاز مواجهه شغلی با سرما (برای یک دوره ۴ ساعته کار)

حداکثر مدت تداوم کار مجاز (دقیقه)*	بار کاری	دهمای خشک هوای °C
۷۵**	کار سبک و متوسط	+۱-۱۰
۵۰	کار سیک	-۱۱-۲۵
	کار متوسط	
۶۰	کار سبک	-۲۶-۴۰
	کار متوسط	
۳۰	کار سبک	-۴۱-۵۰ ***
	کار متوسط	
۴۰		
۲۰		
۳۰		

* 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 تؤمن با گرم شدن بدن برابر با ۳۰ دقیقه است. 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 ۱۰-۱۱ درجه سانتی گراد، مدت استراحت تؤمن با گرم شدن بدن برای تکرار مواجهه ۱۵ دقیقه است.

*** در شرایط پایین تر از این مرحله کارهای غیر اضطراری باید متوقف شود. در موارد اضطراری مواجهه کوتاه مدت ۱۰ دقیقه‌ای برای یک بار مواجهه مجاز است.

توصیه‌هایی برای محیط کار خاص

مقررات خاص برای سردخانه‌ها عبارت‌اند 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) تجاوز کند، دسترسی به هدف فوق به وسیله دستگاه‌های توزیع هوا که به طرز خاصی طراحی شده‌اند امکان‌پذیر است.

۲- به افرادی که در مواجهه با جریان هوا 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 پایین تر ضرورت یابد.

۴- لازم است چشم‌های افرادی که در فضای باز در هوای برفی و یا وقتی پهنه وسیعی از زمین پوشیده از بیخ است کار می‌کنند، حفاظت گرددن. عینک‌های اینمی مخصوص برای حفاظت چشم‌ها در مقابل نور فرابینفس و یا درخشندگی خیره کننده برف و بیخ که می‌تواند موجب خیرگی و ورم ملتجمه گردد، به کار

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.

ضرورت‌های پایش محیط کار

وقتی دمای محیط کار کمتر از ۱۶ درجه سانتی گراد ($60/8^{\circ}\text{F}$) است می‌بایست نسبت به نصب دستگاه مناسب برای اندازه گیری 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 سانتی گراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) رسید، باید حداقل هر چهار ساعت یک‌بار اندازه گیری دما به وسیله دما‌سنج خشک انجام و ثبت گردد.

در محل کار سرپوشیده که سرعت جريان هوا بیشتر از ۲ متر در ثانیه (۵ مایل در ساعت) است حداقل هر چهار ساعت یک‌بار سرعت باد باید اندازه گیری و ثبت گردد.

در وضعیت کار در فضای باز، هر زمان که دمای هوا کمتر از ۱-درجه سانتی گراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) است، میزان دمای هوا و سرعت باد باید اندازه گیری و ثبت گردد.

در کلیه مواردی که اندازه گیری سرعت جريان هوا ضروری باشد، دمای معادل سرما باد (ECT) با استفاده از جدول ۴ محاسبه و هر گاه دمای معادل سرما باد (ECT) کمتر از ۷-درجه سانتی گراد ($19/4^{\circ}\text{F}$) 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 سانتی گراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) و کمتر معاف گردند.

شاغلینی که معمولاً در درجات کمتر از $24-24^{\circ}\text{F}$ -درجه سانتی گراد ($11/2^{\circ}\text{F}$) همراه با سرعت باد کمتر از پنج مایل در ساعت و یا هوای کمتر از $18-18^{\circ}\text{F}$ -درجه سانتی گراد ($0/0^{\circ}\text{F}$) 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 کمک‌های اولیه درمانی باید به فوریت انجام گیرد.

منابع:

- Castellani JW; Young AJ; Ducharme MB; et al.: Prevention of cold injuries during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 38:2012–2029 (2006).
- National Weather Service: Windchill Temperature Index. NOAA, National Weather Service, Office of Climate, Water, and Weather Services (2001).
- US Department of the Army: Prevention and management of cold-weather injuries. Technical Bulletin Medical 508, (TB MED 508). Falls Church, VA (2005).
- Xu X; Tikuisis P: Thermoregulatory modeling for cold stress. *Compr Physiol* 4:1057–1081 (2014).
- International Organization for Standardization (ISO 7933): Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. ISO, Geneva (2004).
- Malchaire JB; Piette A; Kampmann B; et al.: Development and validation of the predicted heat strain model. *Ann Occup Hyg.* 45(2):123–35 (2001).

پرتوها

از آنجا که دفتر حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی وظیفه تعیین حدود پرتو گیری شغلی در فعالیت های کاری با پرتوهای یونساز و غیر یونساز را بر عهده دارند و این حدود بعنوان بخشی از مقررات ملی محسوب می گردد. برای آگاهی از آخرین استانداردهای بروز به سایت دفتر امور حفاظت در برابر اشعه مراجعه نمایید. بدین منظور می توانید از پیوندهای زیر استفاده نمایید:

۱- استاندارد ملی ایران شماره ۸۵۶۷ (تجدید نظر دوم)، پرتوهای غیر یونساز- حدود پرتو گیری

<http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=48461>

۲- استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۱۰، حدود پرتو گیری از تابش های لیزری در محدوده طول موج های ۱۸۰ نانومتر تا ۱۰۰۰ میکرون است.

<http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=46403>

۳- ضوابط کار در میدان مغناطیسی مستقیم یا میدان های الکترومغناطیسی با فرکانس فوق العاده (شماره ۴۷)

<https://nrdp.ir/portal/home/?48286%D8%AC%D8%B3%D8%AA%D8%AC%D9%88%DB%8C-%D8%B6%D9%88%D8%A7%D8%A8%D8%B7-%D9%88-%D9%85%D9%82%D8%B1%D8%B1%D8%A7%D8%AA>

مباحث تكميلي حدود مجاز حوزه شغلی در قالب سند پيوست، متعاقباً از استانداردهای سازمان انرژي اتمي استخراج و ابلاغ می گردد.

بخش چهارم: حدود مجاز در ارگونومی

ارگونومی علمی است که به مطالعه و طراحی سیستم کار، ابزار و تجهیزات، محیط کار و برهمکنش سیستم انسان- ماشین می‌پردازد تا این طریق به پیشگیری از بیماری و آسیب نیروی کار و ارتقای سلامت، عملکرد شغلی و بهره‌وری کمک نماید. در ارگونومی تلاش می‌شود تا مشاغل و فعالیت‌ها به گونه‌ای طراحی شوند که با توانایی‌های کارگر منطبق باشند.

آسیب‌های اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار^۱ (WMSDs)

یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشت شغلی، آسیب‌های اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار است که با به کارگیری برنامه‌های بهداشتی، ایمنی و ارگونومی می‌توان آن را مدیریت نمود. اصطلاح آسیب‌های اسکلتی- عضلانی این گونه تعریف می‌شود: هر گونه آسیب مزمن به عضلات، تاندون‌ها، اعصاب، عروق خونی و ... که به علت حرکات تکراری، اعمال نیروی زیاد، وضعیت نامناسب بدن هنگام کار، ارتعاش و یا سرما ایجاد می‌شود.

سایر اصطلاحاتی که برای آسیب‌های اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار استفاده می‌شوند عبارت‌اند از: آسیب‌های ترومای تجمعی (CTDs)، آسیب‌های ناشی از حرکات تکراری (RMs) و آسیب‌های ناشی از تنفس‌های تکراری (RSIs). برخی از این آسیب‌ها دارای علائم تشخیصی اختصاصی هستند مثل سندروم تونل کارپال^۲ (CTS). سایر آسیب‌های اسکلتی- عضلانی ممکن است به صورت علائم غیراختصاصی ظاهر شوند. علائم این اختلالات عبارت‌اند از: ناراحتی، درد، ورم، اختلالات حسی، مورمور شدن، محدود شدن دامنه‌ی حرکتی و کاهش کنترل حرکتی. برخی علائم موقتی و زودگذر، نتیجه طبیعی کار و غیرقابل اجتناب می‌باشند، اما علائمی که روزبه روز فزونی گرفته و با فعالیت‌های شغلی یا زندگی روزانه فرد تداخل می‌کنند، نباید به عنوان نتیجه طبیعی کار در نظر گرفته شوند.

1 Work-related Musculoskeletal Disorders

2 Cumulative Trauma Disorders

3 Repetitive Stress Injuries

4 Carpal Tunnel Syndrome

راهبردهای کنترل

با به کارگیری برنامه جامع ارگونومیک می‌توان میزان بروز و شدت MSDs را کنترل نمود. اجزای اصلی این برنامه به شرح زیر است:

- تشخیص مشکل
- ارزیابی مشاغل مشکوک به داشتن ریسک فاکتورهای احتمالی
- شناسایی و ارزیابی عوامل ایجاد کننده
- مشارکت کارکنان به عنوان شرکت کنندگان فعال که به طور کامل از محیط کار آگاهی دارند
- مراقبت‌های بهداشتی مناسب برای کارگرانی که دچار اختلالات اسکلتی عضلانی شده‌اند هنگامی که ریسک اختلالات اسکلتی عضلانی تشخیص داده می‌شود، باید فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده عمومی اجرا شود، که شامل موارد زیر است:
- آموزش کارگران، سرپرستان، مهندسان و مدیران
- گزارش اولیه علائم توسط کارگران
- نظارت و ارزیابی مستمر آسیب، داده‌های بهداشتی و پزشکی

برنامه‌ریزی برای اقدامات کنترلی در هر شغل به نوع MSDs بستگی دارد. این اقدامات شامل کنترلهای مهندسی و مدیریتی است. حفاظت‌های فردی ممکن است در موارد خاص مناسب باشند. در کنترل مهندسی که به منظور حذف یا کاهش ریسک فاکتورهای شغلی به کار گرفته می‌شوند، موارد زیر باید مدنظر قرار گیرند:

- به کارگیری روش‌های مهندسی کار نظیر انجام مطالعه کار- زمان و آنالیز حرکت جهت حذف اعمال فشارهای بیش از حد و حرکات غیر ضروری.
- به کارگیری وسایل مکانیکی کمکی جهت محدود نمودن یا کاهش اعمال نیروی لازم برای نگهداری ابزار و اشیای موردن استفاده در حین کار.
- انتخاب یا طراحی ابزارهایی که میزان نیروی موردنیاز و زمان در دست داشتن را کاهش داده و باعث بهبود وضعیت بدن شود.
- طراحی ایستگاههای کار قابل تنظیم به منظور بهبود وضعیت بدن در نواحی مختلف بدن.
- اجرای برنامه‌های کنترل کیفیت و نگهداری تجهیزات به منظور کاهش میزان اعمال نیرو به ویژه در فعالیت‌های غیر مغایر.

روش‌های کنترلی مدیریتی از طریق کاهش مدت زمان مواجهه و تقسیم مواجهه بین تعداد بیشتری از کارگران، ریسک را کاهش می‌دهند. برخی مثال‌ها عبارت‌اند از:

- اجرای استانداردهایی که به کارگران اجازه توقف یا ادامه کار را بر حسب نیاز می‌دهد (حداقل یک‌بار در هر ساعت از کار)
- 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 نوبت کاری در یک شغل سخت مشغول به کار 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 می‌باشند:

- کنترل‌های مهندسی و مدیریتی مناسب در هر صنعت و محیط کار متفاوت است.
- جهت انتخاب روش‌های مناسب کنترلی نیاز به اظهارنظر متخصصین آگاه در این زمینه است.
- زمان موردنیاز جهت بهبود علائم MSDs از چند هفته تا چند ماه متغیر است و تعیین اثربخشی راهکارهای پیشگیری و کنترلی باید با در نظر گرفتن این امر صورت گیرد.

عوامل غیر شغلی

حذف همه اختلالات اسکلتی- عضلانی از طریق کنترل‌های مهندسی و مدیریتی امکان‌پذیر نیست. عوامل فردی و سازمانی موجود نیز ممکن است بر احتمال ابتلای فرد به اختلالات اسکلتی - عضلانی تأثیرگذار باشند. برخی از موارد مرتبط با عوامل غیر شغلی عبارت‌اند از:

آرتریت روماتوئید

اختلالات غدد درون‌ریز

تروماتی حاد

چاقی

بارداری

سن

جنسیت

میزان آمادگی جسمانی
آسیب‌های قبلی
دیابت

فعالیت‌های تفریحی / اوقات فراغت

حد مجاز توصیه شده ممکن است نتواند افراد دارای این شرایط یا مواجهات را محافظت کند. اقدامات مهندسی و مدیریتی می‌تواند به حذف موانع ارگونومیک برای افرادی که زمینه ابتلا به این آسیب‌ها را دارند، کمک کند و در نتیجه باعث کاهش ناتوانی شود.

فعالیت دست:

اگرچه اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار می‌تواند در تعدادی از نواحی بدن (از جمله شانه‌ها، گردن، کمر و اندام‌های انتهایی) رخ دهد، اما تمرکز این OEL بر روی اختلالات دست، مج و ساعد است.

OEL نشان داده شده در شکل ۱، بر اساس مطالعات اپیدمیولوژی، روان‌شناسی و بیومکانیکی است و برای کارهایی که از ۴ تا ۸ ساعت در روز انجام می‌شود، در نظر گرفته شده است. OEL به طور خاص، میانگین میزان فعالیت دست (HAL) و نیروی حداکثری نرمال شده (NPF) را برای نشان دادن شرایطی که تصور می‌شود تقریباً تمام کارگران ممکن است بدون اثرات مضر سلامتی در مواجهه با آن باشند، در نظر می‌گیرد.

HAL بر اساس فرکانس به کارگیری دست و چرخه کار (توزیع کار و دوره‌های استراحت) است. HAL را می‌توان توسط ناظران آموزش دیده بر اساس فرکانس کار، وقفه‌های استراحت و سرعت حرکت با استفاده از مقیاس درجه‌بندی شده شکل ۲، تعیین نمود. فقط به کارگیری دست بیش از ۱۰٪ از نیروی ویژه وضعیت بدنی باید در نظر گرفته شود. HAL همچنین می‌تواند بر اساس مطالعات تجربی از رتبه‌بندی کارشناسان، فرکانس به کارگیری دست و چرخه کار محاسبه شود.

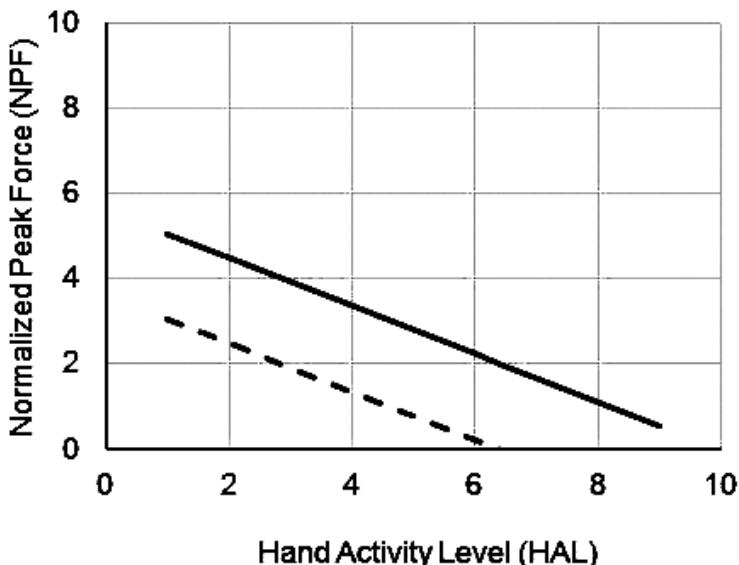
$$(Z \text{ زمان استراحت } + Z \text{ زمان به کارگیری}) / Z \text{ زمان به کارگیری} \times 100\%$$

HAL بر اساس فرمول ذیل محاسبه می‌شود:

$$\text{HAL} = 6.56 \ln D \left[\frac{F^{1.31}}{1 + 3.18 F^{1.31}} \right]$$

(D) : چرخه وظیفه [%] و F : فرکانس اعمال نیروی دست [ثانیه/تعداد به کار گیری دست]) یا از جدول شماره ۱ تخمین زده می شود. مقادیر HAL باید به نزدیک ترین عدد کامل گرد شود.

نیروی دست حداکثر (PF) معمولاً مقدار بالایی از نیروی دستی است که به طور کلی نیروی ۹۰ درصدی اعمال شده توسط دست در طول مدت کار در نظر گرفته می شود. نیروی دست حداکثر در مقیاس ۰ تا ۱۰ طبقه بندی شده است که برابر با ۰٪ تا ۱۰۰٪ از قدرت ویژه برای جمعیت قابل اجرا (مردان، بانوان، جوانان، کارگران اداره، کارگران کارخانه و غیره) است:

$$10 \times (\text{نیروی مرجع ویژه وضعیت بدنی} / \text{نیروی حداکثر}) = \text{NPF}$$


شکل ۱: حدود مجاز فعالیت دست برای کاهش اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار بر اساس فعالیت دست ، سطح فعالیت دست (HAL) و حداکثر نیروی دست نرمال شده قرار دارد. خط بالا حدود مجاز را نشان می دهد. خط پایین، حد عمل (AL) است که در آن کنترل های کلی توصیه می شود.

	۰	۲	۴	۶	۸	۱۰
بیشتر اوقات از دستها استفاده نمی‌شود.	وقفه های طولانی مدت	حرکت / اعمال	حرکت / اعمال	حرکت / اعمال	حرکت / اعمال	حرکت یکنواخت
فعالیت منظم انجام نمی‌شود	آشکار و پیوسته ، یا فعالیت بسیار آهسته	نیروی یکنواخت، وقفه های کوتاه	نیروی یکنواخت، وقفه های کوتاه	نیروی یکنواخت، وقفه های کم	سریع / مشکل در نگه داشتن یا اعمال	سریع / مشکل در نیروی پیوسته

شکل ۲: سطح فعالیت دست (HAL) (۰-۱۰) با استفاده از راهنمای بالا می‌تواند انجام شود.

جدول ۱: سطح فعالیت دست (HAL) (۰-۱۰) با فرکانس اعمال نیروی دست و چرخه وظیفه مرتبط است
(درصدی از چرخه کاری که نیروی دست بزرگ‌تر از ۱۰ درصد نیروی ویژه وضعیت بدنی است)

چرخه وظیفه (%)					دوره زمانی (اعمال نیرو/ثانیه)	فرکانس (ثانیه/اعمال نیرو)
۸۰-۱۰۰	۶۰-۸۰	۴۰-۶۰	۲۰-۴۰	۰-۲۰		
-	-	-	۱	۱	۸	۰/۱۲۵
-	-	۳	۲	۲	۴	۰/۲۵
۵	۵	۵	۴	۳	۲	۰/۵
۷	۷	۶	۵	۴	۱	۱
۸	۸	۷	۶	-	۰/۵	۲

نکته:

۱. مقادیر HAL را به نزدیک‌ترین عدد کامل گرد کنید.
۲. از شکل ۲ برای به دست آوردن مقادیر HAL خارج از مقادیر لیست شده در جدول استفاده کنید.

PF و NPF می‌توانند توسط یک ناظر آموزش دیده با استفاده از درجه‌بندی تخمین زده شوند، که در این درجه‌بندی کارگران از یک مقیاس بورگ یا آنالوگ چشمی استفاده می‌کنند (برای تعریف به مستندات OEL مراجعه کنید)، یا اندازه‌گیری با استفاده از وسایلی از قبیل فشارسنج‌ها یا الکترومویوگرافی انجام می‌شود. در برخی موارد، می‌توان با استفاده از روش‌های بیومکانیکی محاسبه را انجام داد. این روش‌ها برای اندازه‌گیری نیروهای حداکثر تکرارشونده در نظر گرفته می‌شوند. پیک‌های نیروی تصادفی مرتبط با پارازیت که در کمتر از ۱۰٪ موقع رخ می‌دهند، نادیده گرفته می‌شوند. وضعیت بدنی تا حدی که بر نیرو تأثیرگذار باشد، در OEL در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال، در وضعیت بدنی نیشگونی، انحراف مچ دست یا چرخش ساعد نیرو کاهش می‌یابد و در نتیجه نیروی حداکثر نرمال شده افزایش می‌یابد.

خط ممتد در شکل ۱ نشان می‌دهد که ترکیب نیرو و میزان فعالیت دست، با افزایش قابل توجهی در شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط است. اقدامات کنترلی مناسب باید به کار گرفته شود تا میزان نیروی فعالیت دست کمتر از خط ممتد بالای در شکل ۱ باشد. امکان تعریف یک OEL که همه کارگران را در همه موقعیت‌ها بدون تأثیر زیاد بر میزان کار محافظت کند، وجود ندارد. بنابراین، یک حد عمل تعیین شده در بالا که در آن کنترل‌های کلی، شامل نظارت و آموزش باشد، توصیه می‌شود.

روند انجام کار:

۱. تعیین وظایف مربوط به فعالیت دستی انجام شده در طول روز کاری. ممکن است یک وظیفه یا بیشتر وجود داشته باشد که به طور کلی چهار ساعت یا بیشتر از کل زمان را به خود اختصاص دهد.
۲. برای هر وظیفه، یک دوره از آن را انتخاب کنید که نشان‌دهنده متوسط فعالیت باشد. دوره انتخاب شده باید شامل چندین چرخه کاری کامل باشد. برای مستندسازی و سهولت درجه‌بندی شغل می‌توان از فیلم‌برداری استفاده نمود.
۳. میزان فعالیت دست را با استفاده از مقیاس نشان داده شده در شکل ۲ درجه‌بندی کنید. درجه‌بندی مستقل مشاغل و بحث در مورد نتایج توسط سه یا چند نفر می‌تواند به ایجاد درجه‌بندی دقیق‌تری نسبت به درجه‌بندی‌های انفرادی کمک کند.

۴. برای شناسایی اعمال نیروهای شدید و وضعیت‌های بدنی مربوطه، شغل را مشاهده کنید.

وضعیت‌های بدنی و نیروها را با استفاده از درجه‌بندی ناظران، درجه‌بندی کارگر، آنالیز بیومکانیکی یا دستگاهی ارزیابی کنید. نیروی حداکثر نرمال شده عبارت است از نیروی بیشینه مورد نیاز که از تقسیم حداکثر نیروی مربوط به وضعیت بدنی ضربدر ۱۰ به دست می‌آید.

۵. برای مشاغل چندوظیفه‌ای، می‌توان از میانگین زمان‌بندی وزنی (TWA) استفاده کرد. یک روش تعیین TWA برای HAL در تمام وظایف و استفاده از بالاترین NPF به دست آمده در بین وظایف است. دومین روش، تعیین یک TWA در شاخص نیروی حداکثر (PFI) برای هر وظیفه است (به نکته‌ها مراجعه کنید). سومین روش این است که TWA را برای NPF در تمام وظایف و به طور جداگانه TWA برای HAL در تمام وظایف را تعیین کنید.

در نظر گرفتن عوامل دیگر:

اگر یک یا چند عامل زیر وجود داشته باشد، برای کاهش مواجهه به میزان کمتر از حد مجاز باید از قضاوت حرفه‌ای استفاده شود:

- وضعیت‌های بدنی غیر خنثی و ثابت مانند خمث مچ دست، بازشدگی، انحراف مچ دست یا چرخش ساعد
- استرس‌های تماسی
- دمای پایین
- و ارتعاش

هر زمانی که مواجهه از حد مجاز بیشتر شود یا شیوع بالای اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار شناسایی شود، از اقدامات کنترلی مناسب استفاده کنید.

نکته‌ها:

OEL واقعی و حد عمل (AL) در شکل ۱ نشان داده شده است. روش‌های جایگزین برای بیان مقادیر مجاز وجود دارند، و بعضی از آن‌ها در اینجا شرح داده شده‌اند. در همه موارد، آن‌ها در محدوده ۹ تا ۱ بین محدود هستند.

(۱) معادلات برای خطوط:

OEL: $NPF = 5.6 - 0.56 \times HAL$
Action Limit: $NPF = 3.6 - 0.56 \times HAL$

یا تعریف هم ارز خطوط:

$$NPF_{OEL} = 0.56 (10 - HAL)$$

$$NPF_{AL} = NPF_{OEL} - 2$$

(۲) شاخص نیروی حداکثر:

یک مقدار بیشتر از ۱ به این معنی است که حد مربوطه از حد مجاز بیشتر است:

$$PFI_{OEL} = NPF/NPF_{TLV}$$

$$PFI_{AL} = NPF/NPF_{AL}$$

ارزیابی بار کار جسمانی

ارزیابی بار کار جسمانی که بر فرد وارد می‌شود به طریق زیر انجام شود:

۱. ابتدا ضربان قلب فرد در حالت استراحت (RHR) اندازه‌گیری شود. این کار می‌تواند از طریق اندازه‌گیری ضربان نبض و یا با استفاده از دستگاه پالس متر در حالتی که فرد نشسته و حداقل تانیم ساعت قبل هیچ گونه فعالیت جسمانی نداشته است سنجش شود.
۲. حداکثر ضربان قلب فرد (MHR) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردد:

$$MHR = 220 - \text{سن}$$

۳. حداکثر ضربان قلب مجاز (MWHR) در طول یک نوبت کار ۸ ساعتی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود:

$$MWHR = (MHR/3) + RHR$$

۴. ضربان قلب کارگر هنگام انجام وظیفه از طریق اندازه‌گیری ضربان نبض و یا با استفاده از دستگاه پالس متر سنجش شود. چنانچه شدت فعالیت جسمانی در زمان‌های مختلف از نوبت کار متفاوت است، لازم است میانگین ضربان قلب در طول نوبت کار از طریق اندازه‌گیری مداوم آن محاسبه شود.

۵. میانگین ضربان قلب کارگر هنگام انجام وظیفه که از مرحله ۴ بدست آمده است با حاصل از مرحله ۳ با یکدیگر مقایسه شوند. چنانچه:

- میانگین ضربان قلب کارگر هنگام انجام وظیفه که از مرحله ۴ به دست آمده است کمتر از MWHR حاصل از مرحله ۳ باشد، شرایط مطلوب ارزیابی می‌گردد و کار از نظر جسمانی برای فرد سنگین نیست.
 - میانگین ضربان قلب کارگر هنگام انجام وظیفه که از مرحله ۴ به دست آمده است بیشتر از MWHR حاصل از مرحله ۳ باشد، شرایط نامطلوب ارزیابی می‌گردد و کار از نظر جسمانی برای فرد سنگین است.
- تلاش‌های زیادی برای طبقه‌بندی شدت کار بر اساس میزان مصرف اکسیژن، ضربان قلب و مصرف انرژی صورت گرفته است. جدول زیر (برگرفته از استراند و روداول ۱۹۷۷) مثالی در این زمینه است.

جدول ۱- تقسیم‌بندی شدت کار بر اساس میزان مصرف اکسیژن، ضربان قلب و مصرف انرژی

مصرف انرژی (کیلو کالری در دقیقه)	ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	VO ₂ (لیتر بر دقیقه)	شدت کار
<۲/۵	<۹۰	<۰/۵	کار سبک
۲/۵-۵	۹۰-۱۱۰	۰/۵-۱	کار متوسط
۵-۷/۵	۱۱۰-۱۳۰	۱-۱/۵	کار سنگین
۷/۵-۱۰	۱۳۰-۱۵۰	۱/۵-۲	کار خیلی سنگین
>۱۰	۱۵۰-۱۷۰	>۲	کار فوق العاده سنگین

حدود توصیه شده مواجهه با ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی- عضلانی
به دلیل عوامل زمینه ای بیشمار و ذهنی بودن بسیار روش‌های سنجش و خطاهای سنجش، در این بخش از حد توصیه شده به جای حد مجاز استفاده شده است. بدیهی است که باید در گزارش کلیه سنجش‌ها مقدار خطأ و سطح اطمینان اعلام شود.

روش‌های ارزیابی

RULA

روش RULA برای ارزیابی سریع شدت فشار وضعیتی در اندام فوقانی طراحی و ارائه شده است و به ویژه برای کارهای استاتیک (ایستا) کاربرد دارد. این روش که به وسیله Mc Atamney و Corlett در

۱۹۹۳ معرفی شده، براساس روش OWAS و با استفاده از مفاهیم نظری آن پایه‌ریزی گردیده است. در این روش از اعداد برای کدگذاری وضعیت اندام‌های بدن شامل گردن، تن، پاها، بازو، ساعد و مچ دست استفاده می‌گردد. سطح اولویت اقدام‌های اصلاحی پیشنهاد شده در این روش، نشان‌دهنده ضرورت اجرای برنامه‌های مداخله‌ای ارگونومیک است.

دامنه حرکتی اندام‌های فوقانی بدن به چند ناحیه تقسیم شده است. عدد یک به ناحیه‌ای تعلق می‌گیرد که کمترین انحراف از وضعیت طبیعی را داشته و خطر بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی حداقل باشد. اعداد بزرگ‌تر به ناحیه‌هایی داده می‌شود که انحراف از وضعیت بدنی طبیعی در آن‌ها زیاد است و خطر بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی بزرگ باشد. ارزیابی برخاطر این روش از طریق لینک زیر امکان‌پذیر است:

<http://www.rula.co.uk/>

'REBA'

روش REBA یکی دیگر از شیوه‌های مشاهده‌ای قلم-کاغذی است که بر پایه روش RULA توسعه یافته است. این روش، روشی مناسب برای ارزیابی کل بدن در مشاغلی است که در آن‌ها وضعیت بدنی هنگام انجام کار، استاتیک یا دینامیک بوده و تغییرات زیادی در وضعیت بدن و وضعیت انجام کار روی می‌دهد. در این روش که به‌وسیله‌ی Hignett و McAtamney در ۱۹۹۵ ارائه شده است، ابتدا وضعیت بدن یا فعالیتی که باید ارزیابی شود انتخاب می‌گردد، آنگاه با استفاده از دیاگرام‌های طراحی شده، وضعیت اندام‌های گوناگون بدن کدگذاری می‌شود. امتیاز وضعیت اندام با اعمال نیرو و نوع فعالیت ترکیب می‌شود تا نهایتاً امتیاز کلی خطر بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی مشخص شود. سطح‌های اولویت اقدام‌های اصلاحی که در این شیوه پیشنهاد شده است، ضرورت اجرای برنامه‌های مداخله‌ای ارگونومیک را مشخص می‌سازند.

در لینک زیر فایل اکسل نرم‌افزار محاسباتی این روش از سایت دانشگاه کرونل در دسترس است:

<http://ergo.human.cornell.edu/CUErgoTools/REBA%206.xls>

QEC

روش QEC به بررسی سریع مواجهه کلی بدن با ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار می‌پردازد که توسط Li و Buckle در ۱۹۹۸ معرفی شده است. در این روش، وضعیت و حرکت‌های تکراری کمر، شانه/بازو، مچ دست/دست و گردن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. همچنین اطلاعاتی درزمنه‌ی مدت زمان انجام کار، حداکثر وزن بار، اعمال نیرو و به‌وسیله‌ی دست، ارتعاش، نیاز دیداری وظیفه و سرانجام دریافت و قضاؤت کارگر نسبت به کار گردآوری می‌شود. بزرگی هریک از موارد ارزیابی شده به صورت سطوح مواجهه دسته‌بندی می‌شود و سپس با استفاده از یک جدول امتیاز‌گذاری، سطح مواجهه ترکیبی با ریسک فاکتورهای گوناگون برای هریک از اندام‌های یادشده تعیین می‌شود. امتیازهای بالاتر نشان‌دهنده مواجهه بیشتر و بزرگ‌تر با ریسک فاکتورهای آسیب‌های اسکلتی - عضلانی است.

در لینک زیر فایل اکسل نرم‌افزار محاسباتی این روش دسترس است:

<http://www.ohcow.on.ca/uploads/Resource/QEC%20Calculation%20Tool%20Template.xls>

ROSA

در سال ۲۰۱۲، Sonne و همکاران اقدام به طراحی و تدوین چک‌لیست ارزیابی خطرات ارگونومی اداری با عنوان ارزیابی سریع تنش اداری نمودند. ROSA یک چک‌لیست قلم و کاغذی است که بر اساس عوامل خطر استاندارد ارگونومی اداری انجمن استاندارد کانادا (CSA Z412) تدوین شده است و در مشخص کردن عوامل خطر اختلالات اسکلتی عضلانی بهویژه در کاربران کامپیوتر و کارمندان اداری کاربرد دارد. عوامل خطر مورد ارزیابی مربوط به صندلی، مانیتور، تلفن، ماوس و صفحه کلید است. این روش به منظور تعیین اولویت خطرات در ادارات و همچنین جهت شناسایی افرادی که باید لوازم جانبی و تجهیزات مناسب اداری از قبیل صندلی، ماوس، مانیتور و تلفن را دریافت نمایند طراحی گردیده و با استفاده از این ابزار افراد قادر خواهند بود حیطه خطر را به طور خاص شناسایی کرده، و اقدامات اصلاحی مناسب در این زمینه را اعمال نمایند.

1 Quick Exposure Check

2 Rapid Office Strain Assessment

در لینک مقابل صفحه اصلی این روش در دسترس است: <http://leadergonomics.com/rosa>

معیارهای حدود توصیه شده

- به منظور ارزیابی مشاغل و فعالیت‌های استاتیک از روش RULA استفاده می‌شود. چنانچه نتیجه ارزیابی سطح ۴ را نشان دهد به مفهوم مواجهه بیش از حد توصیه شده است که نیازمند انجام اقدامات اصلاحی است.
- به منظور ارزیابی مشاغل و فعالیت‌های استاتیک/دینامیک از روش REBA استفاده می‌شود. چنانچه نتیجه ارزیابی سطح ۴ را نشان دهد به مفهوم مواجهه بیش از حد توصیه شده است که نیازمند انجام اقدامات اصلاحی است.
- به منظور ارزیابی مشاغل و فعالیت‌های استاتیک/دینامیک از روش QEC استفاده می‌شود. چنانچه نتیجه ارزیابی کل بدن بیش از ۷۰ درصد را نشان دهد به مفهوم مواجهه بیش از حد توصیه شده است که نیازمند انجام اقدامات اصلاحی است.
- به منظور ارزیابی مشاغل و فعالیت‌های اداری و کاربران کامپیوتر از روش ROSA استفاده می‌شود. چنانچه نتیجه ارزیابی امتیاز ۵ و بالاتر را نشان دهد به مفهوم مواجهه بیش از حد توصیه شده است که نیازمند انجام اقدامات اصلاحی است.

بلند کردن بار:

حدود مجاز پیشنهادی بلند کردن بار در این بخش برای انجام کارهایی است که کارگران به طور مکرر و روزهای متعددی با حمل بار مواجهه دارند، بدون اینکه در اثر انجام این کار دچار درد در ناحیه کمر 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 به منظور کاهش خطر صدمات کمر در ارتباط با کارهای تکراری بلند کردن بار طراحی شده‌اند. کارهای بلند کردن و پایین آوردن بار علاوه بر کمر، ممکن است مناطق دیگر بدن را در معرض استرس زیاد قرار دهد. بسته به پارامترهای کاری و شرایط بدنی خاص هنگام بلند کردن بار، مفاصلی مثل شانه، زانو، آرنج و مچ ممکن است در معرض خطر آسیبی برابر یا بیشتر از کمر قرار داشته باشند. برای درک خطر آسیب کل بدن ناشی از بلند کردن بار، تحقیقات بیشتری لازم است. به عنوان مثال، نظر کارشناسی نشان می‌دهد که فرکانس بالای بلند کردن بار در ارتفاع بالاتر از شانه ممکن است شانه کارگر را در معرض خطر آسیب دیدگی قرار دهد در حالی که فشارهای واردہ بر کمر کمتر از حدود مجاز هستند. به متخصصین توصیه می‌شود

قضاؤت حرفه‌ای انجام دهنده و حدود مجاز بلند کردن بار را با ارزیابی‌های مناسب که خاص وظایف مربوطه هستند، تکمیل کنند تا خطر آسیب‌دیدگی در نواحی دیگر بدن به حداقل برسد. ضمناً متخصصین و کارشناسان جهت آگاهی بیشتر در این زمینه می‌توانند به آیین‌نامه بهداشتی حمل دستی بار مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (۱۳۹۰) نیز مراجعه نمایند.

محاسبات ارزیابی حد مجاز بلند کردن دستی بار

فعالیت‌های بلند کردن بار را می‌توان با استفاده از روش WISHA¹ ارزیابی نمود. این روش محاسباتی بر مبنای توصیه گروه کار و صنعت ایالت واشنگتن آمریکا موسوم به WISHA است که به ترتیب زیر انجام می‌گیرد:

۱- وزن باری که بلند می‌شود را در کادر روپرتو وارد کنید.

() Kg وزن باری که بلند می‌شود:

۲- در شکل ۱، ناحیه‌ای که بلند کردن یا پایین آوردن بار در آن آغاز می‌شود را مشخص کنید و دور عدد مربوطه دایره بکشید.

۳- در جدول ۲، با توجه به فرکانس بلند کردن بار و مدت زمان استمرار فعالیت بلند کردن بار در طول یک نوبت کاری، یک عدد را انتخاب کنید و دور آن دایره بکشید.

نکته: در شرایطی که فرکانس بلند کردن بار کمتر از یک بار در هر ۵ دقیقه است، عدد یک را انتخاب کنید.

۴- چنانچه هنگام بلند کردن بار، فرد بیش از ۴۵ درجه چرخش دارد دور عدد ۰/۸۵ را دایره بکشید، در غیر این صورت دور عدد یک را دایره بکشید.

۵- اعدادی که از مراحل ۲، ۳ و ۴ بدست آمده را در کادر زیر وارد کنید تا حد توصیه شده بار محاسبه گردد.

...	×	...	×	...	=	Kg	حد مجاز بار
۲		۴		۳		۱	مرحله ۲ مرحله ۴ مرحله ۳

۶- آیا وزن باری که بلند می‌شود (مرحله یک) کمتر از حد توصیه شده بار است (مرحله ۵)؟

جمع‌بندی:

اگر بله، شرایط مطلوب ارزیابی می‌شود □ اگر خیر، شرایط غیرمجاز و نیازمند اصلاح ارزیابی می‌شود □

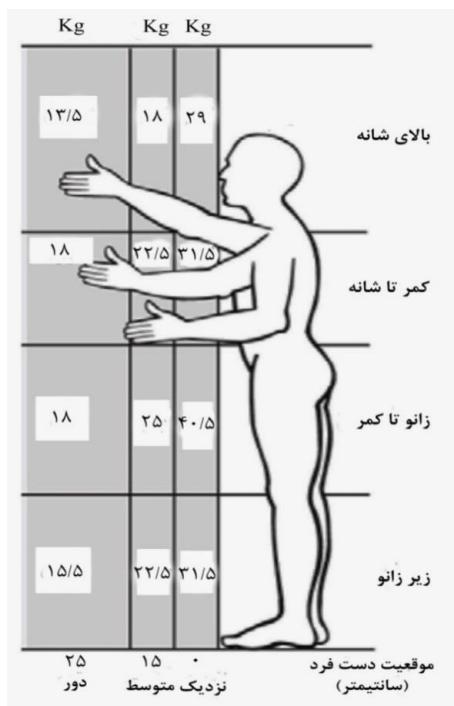
ملاحظه مهم: اگر فعالیت بلند کردن بار شامل بلند کردن بار با وزن‌های مختلف بوده و یا از نواحی گوناگونی در جلو بدن بلند می‌شوند، مراحل ۱ تا ۵ را برای شرایط زیر محاسبه نموده و ملاک ارزیابی قرار دهید:

۱- ارزیابی را برای دو حالت از بدترین شرایط انجام دهید:

الف) بیشترین وزن باری که توسط فرد بلند می‌شود.

ب) بدترین وضعیت بدنی فرد در هنگام بلند کردن بار.

۲- ارزیابی را برای تکراری‌ترین حالت و متداول‌ترین شرایط انجام دهید. در مرحله ۳، از فرکانس و مدت زمان استمرار تکراری‌ترین حالت برای ارزیابی کل بلند کردن بار در یک روز کاری استفاده کنید.



شکل ۱- تعیین ناحیه‌ای که بلند کردن یا پایین آوردن بار در آن آغاز می‌شود

جدول ۲- تعیین عدد نشان دهنده فرکانس بلند کردن بار و مدت زمانی که در طول نوبت کار، فرد به بلند کردن بار می پردازد

فرکانس بلند کردن بار (تعداد در دقیقه)	مدت زمان استمرار فعالیت بلند کردن بار در یک نوبت کاری	یک ساعت و کمتر	یک تا ۲ ساعت	۲ ساعت و بیشتر
یک بار در ۲ تا ۵ دقیقه	۱	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۸۵
یک بار در دقیقه	۰/۹۵	۰/۹	۰/۷۵	۰/۷۵
۲ تا ۳ بار در دقیقه	۰/۹	۰/۸۵	۰/۶۵	۰/۶۵
۴ تا ۵ بار در دقیقه	۰/۸۵	۰/۷	۰/۴۵	۰/۴۵
۶ تا ۷ بار در دقیقه	۰/۷۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵
۸ تا ۹ بار در دقیقه	۰/۶	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۱۵
۱۰ و بیشتر از آن در دقیقه	۰/۳	۰/۲	۰/۰	۰/۰

ارزیابی فعالیت‌های هل دادن، کشیدن و حمل بار

جداول Snook در شرکت Liberty Mutual Insurance تهیه شده‌اند و با بهره‌گیری از تجربیات کنترل شده و ارزیابی‌های روان‌شناسی برای تعیین درصد جمعیت شاغلین صنعتی که به لحاظ جسمی قادر به بلند کردن، پایین آوردن، هل دادن، کشیدن و حمل بار هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این جداول به تفکیک جنسیت و برای صدک‌های مختلف (مثل ۹۰ و ۷۵ و ۵۰ و ۲۵ و ۱۰) می‌باشد.

مطالعات نشان داده است که میزان صدمات، شدت و هزینه ناشی از این خدمات با صدک‌های جمعیتی که قادر به انجام کار هستند رابطه دارد، به طوری که هر چه صدک‌های بالاتری از جمعیت سازگار با انجام کار مورد نظر باشند، میزان شدت و هزینه‌های صدمات کمتر خواهد بود. در این کتاب فقط آن دسته از جداول اسنوک^۱ که جهت ارزیابی فعالیت‌های هل دادن، کشیدن و حمل بار استفاده می‌شوند، آورده شده‌اند که با شماره‌های ۳ تا ۷ مشخص شده‌اند.

جهت محاسبات برخط جداول اسنوک می‌توانید به لینک زیر مراجعه نمایید:

https://libertymmtables.libertymutual.com/CM_LMTablesWeb/taskSelection.do?action=initTaskSelection

ملاحظات کاربردی:

- هنگام حمل جعبه‌های بدون دسته، وزن را تا ۱۵ درصد کاهش دهید.
- جداول اسنوک برای کارهای تک وظیفه‌ای استفاده می‌شوند. زمانی که قصد دارید از این جداول برای آنالیز فعالیت‌های چندوظیفه‌ای (ترکیبی از هل دادن/کشیدن و/یا حمل بار) استفاده کنید، پیشنهاد می‌شود وزن یا نیروی مربوط به کوچک‌ترین درصد جمعیتی را برای کارهای ترکیب‌شده استفاده نمایید. بعضی از کارهای ترکیب‌شده ممکن است از حدود فیزیولوژیک توصیه شده برای یک نوبت کاری ۸ ساعته تجاوز نمایند.
- بعضی از وزن‌ها ممکن است از حدود فیزیولوژیک توصیه شده در طول یک نوبت کاری ۸ ساعته تجاوز نمایند. این موارد به صورت اعداد کم و پرنگ در جداول نشان داده شده‌اند.
- برای وزن‌ها و نیروهایی که بین اعداد موجود در جداول می‌باشند، از وزن یا نیروی بالاتر استفاده کنید.

راهنمای استفاده از جداول کشیدن و هل دادن بار:

- ارتفاع به کار بردن نیرو را انتخاب کنید (سطح زمین تا دست‌ها).
- فاصله هل دادن یا کشیدن را انتخاب کنید.
- نزدیک‌ترین نیرو را با توجه به ارتفاع، فاصله، جنسیت و تکرار در جدول پیدا نمایید.
- درصد جمعیت مربوطه که می‌توانند این وظیفه را بدون تحمل هیچ فشاری انجام دهند، پیدا نمایید.

راهنمای استفاده از جداول حمل بار:

- ارتفاع گرفتن بار را انتخاب کنید (از سطح زمین تا دست‌ها).
- فاصله حمل را انتخاب نمایید.
- نزدیک‌ترین وزن را با توجه به ارتفاع، فاصله، جنسیت و تکرار در جدول پیدا نمایید.
- درصد جمعیت مربوطه که می‌توانند این وظیفه را بدون تحمل هیچ فشاری انجام دهند، پیدا نمایید.

نکته مهم: توصیه می‌شود جهت رعایت ملاحظات ارگونومیک در این کتاب، از درصدهای ۷۵ یا ۹۰ جداول اسنوک استفاده شود، زیرا درصدهای ۵۰ یا پایین‌تر تأمین کننده الزامات ارگونومیک نیستند.

جدول ۳-الف- حداکثر نیروی مجاز هل دادن برای مردان (کیلو گرم)

ارتفاع *	دريصد **	۲/۱ متر هل دادن								۲/۶ متر هل دادن											
		يکباره هل دادن در هر								يکباره هل دادن در هر											
		۶	۱۲	۱	۲	۵	۳۰	۸	۱۵	۲۲	۱	۲	۵	۳۰	۸	ساعت	ساعت				
		ثانیه	دقیقه	ساعت	ثانیه	دقیقه	ساعت	نیروی اولیه ***													
۱۴۴	۹۰	۲۰	۲۲	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	۳۱	۱۴	۱۶	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۶						
	۷۵	۲۶	۲۹	۳۲	۳۲	۳۴	۳۴	۴۱	۱۸	۲۰	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۳۴						
	۵۰	۳۲	۳۶	۴۰	۴۰	۴۲	۴۲	۵۱	۲۲	۲۵	۳۳	۳۳	۳۵	۳۵	۴۲						
	۲۵	۳۸	۴۳	۴۷	۴۷	۵۰	۵۱	۶۱	۲۷	۳۱	۴۰	۴۰	۴۲	۴۲	۵۱						
	۱۰	۴۴	۴۹	۵۵	۵۵	۵۸	۵۸	۷۰	۳۱	۳۵	۴۶	۴۶	۴۸	۴۹	۵۸						
۹۵	۹۰	۲۱	۲۴	۲۶	۲۶	۲۸	۲۸	۳۴	۱۶	۱۸	۲۳	۲۳	۲۵	۲۵	۳۰						
	۷۵	۲۸	۳۱	۳۴	۳۴	۳۶	۳۶	۴۴	۲۱	۲۳	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۹						
	۵۰	۳۴	۳۸	۴۳	۴۳	۴۵	۴۵	۵۴	۲۶	۲۹	۳۸	۳۸	۴۰	۴۰	۴۸						
	۲۵	۴۱	۴۶	۵۱	۵۱	۵۴	۵۵	۶۵	۳۱	۳۵	۷۵	۷۵	۷۸	۷۸	۸۱						
	۱۰	۴۷	۵۳	۵۹	۵۹	۶۲	۶۳	۷۵	۳۵	۴۰	۵۲	۵۲	۵۵	۵۶	۶۶						
۶۴	۹۰	۱۹	۲۲	۲۴	۲۴	۲۵	۲۶	۳۱	۱۳	۱۴	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۶						
	۷۵	۲۵	۲۸	۳۱	۳۱	۳۳	۳۳	۴۰	۱۶	۱۹	۲۶	۲۶	۲۷	۲۸	۳۳						
	۵۰	۳۱	۳۵	۳۹	۳۹	۴۱	۴۱	۵۰	۲۰	۲۳	۳۲	۳۲	۳۴	۳۵	۴۱						
	۲۵	۳۸	۴۲	۴۶	۴۶	۴۹	۴۹	۵۰	۵۹	۲۵	۳۹	۳۹	۴۱	۴۱	۵۰						
	۱۰	۴۳	۴۸	۵۳	۵۳	۵۷	۵۷	۶۸	۲۸	۳۲	۴۵	۴۵	۴۷	۴۸	۵۷						
نیروی پیوسته ***																					
۱۴۴	۹۰	۱۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۸	۱۸	۲۲	۸	۹	۱۳	۱۳	۱۵	۱۶	۱۸						
	۷۵	۱۳	۱۷	۲۱	۲۲	۲۴	۲۵	۳۰	۱۰	۱۳	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۵						
	۵۰	۱۷	۲۲	۲۷	۲۸	۳۱	۳۲	۳۸	۱۳	۱۶	۲۲	۲۳	۲۶	۲۷	۳۲						
	۲۵	۲۱	۲۷	۳۳	۳۴	۳۸	۴۰	۴۷	۱۶	۲۰	۲۱	۲۹	۳۲	۳۳	۳۹						
	۱۰	۲۵	۳۱	۳۸	۴۰	۴۵	۴۶	۵۶	۱۹	۲۳	۳۲	۳۳	۳۸	۳۹	۴۶						
۹۵	۹۰	۱۰	۱۳	۱۶	۱۷	۱۹	۱۹	۲۳	۸	۱۰	۱۳	۱۳	۱۵	۱۵	۱۸						
	۷۵	۱۴	۱۸	۲۲	۲۲	۲۵	۲۶	۳۱	۱۱	۱۳	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۵						
	۵۰	۱۸	۲۳	۲۸	۲۹	۳۳	۳۷	۴۰	۱۴	۱۷	۲۲	۲۳	۲۶	۲۷	۳۲						
	۲۵	۲۲	۲۸	۳۴	۳۵	۴۰	۴۱	۴۹	۱۷	۲۱	۲۷	۲۹	۳۲	۳۳	۳۹						
	۱۰	۲۶	۳۳	۴۰	۴۱	۴۶	۴۱	۵۷	۲۰	۲۴	۳۲	۳۳	۳۷	۳۸	۴۵						
۶۴	۹۰	۱۰	۱۳	۱۶	۱۶	۱۸	۱۹	۲۳	۸	۱۰	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۸						
	۷۵	۱۴	۱۸	۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۳۱	۱۱	۱۳	۱۷	۱۷	۱۹	۲۰	۲۴						
	۵۰	۱۸	۲۳	۲۸	۲۹	۳۲	۳۳	۳۹	۱۴	۱۷	۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۳۱						
	۲۵	۲۲	۲۸	۳۴	۳۵	۳۹	۴۱	۴۱	۱۷	۲۱	۲۶	۲۷	۳۱	۳۲	۳۷						
	۱۰	۲۶	۳۲	۳۹	۴۱	۴۶	۴۱	۵۶	۲۰	۲۵	۳۰	۳۲	۳۶	۳۷	۴۴						

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت *** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداشتن بار در ادامه حرکت

- اعدادی که به صورت کج و پرنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۳-ب- حداکثر نیروی مجاز هل دادن برای مردان (کیلوگرم)

ارتفاع °	درصد °	١٥/٢ متر هل دادن یکبار هل دادن در هر								٣٠/٥ متر هل دادن یکبار هل دادن در هر							
		٢٥		٣٥		١	٢	٥	٣٠	٨	١		٢		٥	٣٠	٨
		ثانیه				دقیقه				ساعت				دقیقه			
		نیروی اولیه															
١٤٤	٩٠	١٦	١٨	١٩	١٩	٢٠	٢١	٢٥	١٥	١٦	١٩	١٩	٢٤				
	٧٥	٢١	٢٣	٢٥	٢٥	٢٦	٢٧	٣٢	١٩	٢١	٢٥	٢٥	٣١				
	٥٠	٢٦	٢٩	٣١	٣١	٣٣	٣٣	٤٠	٢٤	٢٧	٣١	٣١	٣٨				
	٢٥	٣١	٣٥	٣٧	٣٧	٤٠	٤٠	٤٨	٢٨	٣٢	٣٧	٣٧	٤٦				
	١٠	٣٦	٤٠	٤٣	٤٣	٤٥	٤٦	٥٥	٣٢	٣٧	٤٢	٤٢	٥٣				
٩٥	٩٠	١٨	٢١	٢٢	٢٢	٢٣	٢٤	٢٨	١٧	١٩	٢٢	٢٢	٢٧				
	٧٥	٢٤	٢٧	٢٨	٢٨	٣٠	٣٠	٣٦	٢١	٢٤	٢٨	٢٨	٣٥				
	٥٠	٢٩	٣٣	٣٥	٣٥	٣٧	٣٨	٤٥	٢٧	٣٠	٣٥	٣٥	٤٤				
	٢٥	٣٥	٤٠	٤٢	٤٢	٤٥	٤٥	٥٥	٣٢	٣٦	٤٢	٤٢	٥٢				
	١٠	٤٠	٤٦	٤٩	٤٩	٥٢	٥٢	٦٢	٣٧	٤١	٤٨	٤٨	٦٠				
٩٤	٩٠	١٥	١٧	١٩	١٩	٢٠	٢٠	٢٤	١٤	١٦	١٩	١٩	٢٣				
	٧٥	١٩	٢١	٢٤	٢٤	٢٦	٢٦	٣١	١٨	٢١	٢٤	٢٤	٣٠				
	٥٠	٢٣	٢٧	٣٠	٣٠	٣٢	٣٣	٣٩	٢٣	٢٦	٣٠	٣٠	٣٧				
	٢٥	٢٨	٣٢	٣٦	٣٦	٣٩	٣٩	٤٧	٢٨	٣١	٣٦	٣٦	٤٥				
	١٠	٣٢	٣٧	٤٢	٤٢	٤٤	٤٥	٥٤	٣٢	٣٦	٤١	٤١	٥٢				
نیروی پیوسته																	
١٤٤	٩٠	١	٩	١١	١٢	١٣	١٤	١٦	١	١٠	١٢	١٣	١٦				
	٧٥	١١	١٣	١٥	١٦	١٨	١٨	٢٢	١١	١٣	١٦	١٨	٢١				
	٥٠	١٤	١٧	٢٠	٢٠	٢٣	٢٤	٢٨	١٥	١٧	٢٠	٢٣	٢٨				
	٢٥	١٧	٢٠	٢٤	٢٥	٢٨	٢٩	٣٤	١٨	٢١	٢٥	٢٩	٣٤				
	١٠	٢٠	٢٤	٢٨	٢٩	٣٣	٣٤	٤٠	٢١	٢٥	٢٩	٣٣	٣٩				
٩٥	٩٠	١	١٠	١١	١٢	١٣	١٣	١٦	١	١٠	١٢	١٣	١٦				
	٧٥	١١	١٣	١٥	١٦	١٨	١٨	٢١	١١	١٣	١٦	١٨	٢١				
	٥٠	١٤	١٧	١٩	٢٠	٢٣	٢٣	٢٨	١٥	١٧	٢٠	٢٣	٢٧				
	٢٥	١٨	٢١	٢٤	٢٥	٢٨	٢٩	٣٤	١٨	٢١	٢٥	٢٨	٣٣				
	١٠	٢٠	٢٥	٢٨	٢٩	٣٢	٣٣	٤٠	٢١	٢٥	٢٩	٣٣	٣٩				
٩٤	٩٠	١	١٠	١١	١١	١٢	١٣	١٥	١	٩	١١	١٣	١٥				
	٧٥	١١	١٣	١٤	١٥	١٧	١٧	٢١	١١	١٣	١٥	١٧	٢٠				
	٥٠	١٤	١٧	١٩	١٩	٢٢	٢٢	٢٧	١٤	١٧	١٩	٢٢	٢٦				
	٢٥	١٨	٢١	٢٣	٢٤	٢٧	٢٨	٣٣	١٧	٢٠	٢٤	٢٧	٣٢				
	١٠	٢١	٢٥	٢٧	٢٨	٣١	٣٢	٣٨	٢٠	٢٤	٢٨	٣٢	٣٧				

* فاصله عمودی از زمین تا دست‌ها (سانتی‌متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت *** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگداشتن بار در ادامه حرکت
- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده‌اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ٨ ساعته می‌باشند.

جدول ۳-ج- حداکثر نیروی مجاز هل دادن برای مردان (کیلوگرم)

ارتفاع [*]	درصد ^{**}	٤٥٪ هل دادن						٦١٪ هل دادن			
		یکبار هل دادن در هر دقیقه				یکبار هل دادن در هر ساعت		٦١٪ هل دادن		یکبار هل دادن در هر ساعت	
		۱	۲	۵	۲۰	دقیقه	ساعت	دقیقه	ساعت		
		نیروی اولیه ^{***}									
١٤٤	٩٠	١٣	١٤	١٦	١٦	٢٠	١٢	١٤	١٤	١٨	
	٧٥	١٦	١٨	٢١	٢١	٢٦	١٦	١٨	١٨	٢٣	
	٥٠	٢٠	٢٣	٢٦	٢٦	٣٣	٢٠	٢٢	٢٢	٢٨	
	٢٥	٢٤	٢٧	٣٢	٣٢	٣٩	٢٣	٢٧	٢٧	٣٤	
	١٠	٢٨	٣١	٣٦	٣٦	٤٨	٢٧	٣١	٣١	٣٩	
٩٥	٩٠	١٤	١٦	١٩	١٩	٢٣	١٤	١٦	١٦	٢٠	
	٧٥	١٨	٢١	٢٤	٢٤	٣٠	١٨	٢١	٢٠	٢٦	
	٥٠	٢٣	٢٦	٣٠	٣٠	٣٧	٢٢	٢٦	٢٦	٣٢	
	٢٥	٢٧	٣١	٣٦	٣٦	٤٥	٢٧	٣١	٣١	٣٨	
	١٠	٣٢	٣٦	٤١	٤١	٥٢	٣١	٣٥	٣٥	٤٤	
٦٤	٩٠	١٢	١٤	١٦	١٦	٢٠	١٢	١٤	١٤	١٧	
	٧٥	١٦	١٨	٢١	٢١	٢٦	١٥	١٨	١٨	٢٢	
	٥٠	٢٠	٢٢	٢٦	٢٦	٣٢	١٩	٢٢	٢٢	٢٨	
	٢٥	٢٤	٢٧	٣١	٣١	٣٩	٢٣	٢٦	٢٦	٣٣	
	١٠	٢٧	٣١	٣٦	٣٦	٤٤	٢٦	٣٠	٣٠	٣٨	
نیروی پیوسته ^{****}											
١٤٤	٩٠	٧	٨	١٠	١١	١٣	٧	٨	٩	١١	
	٧٥	١٠	١١	١٣	١٥	١٨	٩	١١	١٣	١٥	
	٥٠	١٢	١٤	١٧	١٩	٢٣	١٢	١٤	١٦	١٩	
	٢٥	١٥	١٨	٢١	٢٤	٢٨	١٥	١٧	٢٠	٢٤	
	١٠	١٨	٢١	٢٤	٢٨	٣٣	١٧	٢٠	٢٣	٢٨	
٩٥	٩٠	٧	٨	٩	١١	١٣	٧	٨	٩	١١	
	٧٥	٩	١١	١٣	١٥	١٨	٩	١١	١٢	١٥	
	٥٠	١٢	١٤	١٧	١٩	٢٣	١٢	١٤	١٦	١٩	
	٢٥	١٥	١٨	٢١	٢٤	٢٨	١٥	١٧	٢٠	٢٣	
	١٠	١٧	٢٠	٢٤	٢٧	٣٢	١٧	٢٠	٢٣	٢٧	
٦٤	٩٠	٧	٨	٩	١١	١٣	٧	٨	٩	١٠	
	٧٥	٩	١١	١٢	١٤	١٧	٩	١٠	١٢	١٤	
	٥٠	١٢	١٤	١٦	١٨	٢٢	١٢	١٤	١٥	١٨	
	٢٥	١٤	١٧	٢٠	٢٣	٢٧	١٤	١٧	١٩	٢٢	
	١٠	١٧	٢٠	٢٣	٢٦	٣١	١٦	١٩	٢٢	٢٦	

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت *** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداری بار در ادامه حرکت
- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ٨ ساعته می باشند.

جدول ۴-الف- حداکثر نیروی مجاز هل دادن برای زنان (کیلو گرم)

ارتفاع*	دريصد**	۲/۱ متر هل دادن								۷/۶ متر هل دادن							
		يکباره هل دادن در هر ساعت								يکباره هل دادن در هر ساعت							
		دقائق		ساعت		دقائق		ساعت		دقائق		ساعت		دقائق		ساعت	
		نیروی اولیه***								نیروی پیوسته****							
۱۳۰	۹۰	۱۴	۱۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۲	۱۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۸	۱۹	۲۰		
	۷۰	۱۷	۱۸	۲۱	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۱۸	۱۹	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۴		
	۵۰	۲۰	۲۲	۲۵	۲۶	۲۹	۳۰	۳۲	۲۱	۲۳	۲۳	۲۴	۲۶	۲۷	۲۹		
	۲۰	۲۴	۲۵	۲۹	۳۰	۳۳	۳۵	۳۷	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۳۱	۳۲	۳۴		
	۱۰	۲۶	۲۸	۳۳	۳۴	۳۸	۳۹	۴۱	۲۸	۳۰	۳۰	۳۱	۳۴	۳۶	۳۸		
۸۹	۹۰	۱۴	۱۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۲	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	۱۹	۲۱		
	۷۰	۱۷	۱۸	۲۱	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۱۷	۱۸	۲۰	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵		
	۵۰	۲۰	۲۲	۲۵	۲۶	۲۹	۳۰	۳۲	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۷	۲۸	۳۰		
	۲۰	۲۴	۲۵	۲۹	۳۰	۳۳	۳۵	۳۷	۲۳	۲۵	۲۷	۲۸	۳۱	۳۳	۳۴		
	۱۰	۲۶	۲۸	۳۳	۳۴	۳۸	۳۹	۴۱	۲۶	۲۸	۳۱	۳۲	۳۵	۳۷	۳۹		
۵۷	۹۰	۱۱	۱۲	۱۴	۱۴	۱۶	۱۷	۱۸	۱۱	۱۲	۱۴	۱۴	۱۶	۱۶	۱۷		
	۷۰	۱۴	۱۵	۱۷	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۱۴	۱۵	۱۷	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱		
	۵۰	۱۶	۱۷	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۵	۱۶	۱۸	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۵		
	۲۰	۱۹	۲۰	۲۳	۲۴	۲۷	۲۸	۳۰	۱۹	۲۱	۲۳	۲۴	۲۷	۲۸	۲۹		
	۱۰	۲۱	۲۳	۲۶	۲۷	۳۰	۳۱	۳۳	۲۲	۲۳	۲۶	۲۷	۳۰	۳۱	۳۳		
		نیروی پیوسته****															
۱۳۰	۹۰	۷	۸	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۴	۷	۷	۷	۷	۸	۹	۱۱		
	۷۰	۹	۱۲	۱۴	۱۴	۱۶	۱۷	۲۱	۹	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۳	۱۶		
	۵۰	۱۲	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۸	۱۲	۱۴	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۲۱		
	۲۰	۱۶	۲۰	۲۴	۲۵	۲۷	۲۹	۳۶	۱۰	۱۲	۱۸	۱۸	۲۰	۲۲	۲۷		
	۱۰	۱۸	۲۳	۲۸	۲۹	۳۲	۳۴	۴۲	۱۱	۲۰	۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۳۲		
۸۹	۹۰	۷	۷	۹	۹	۱۰	۱۱	۱۳	۷	۷	۸	۸	۹	۹	۱۱		
	۷۰	۱	۱۱	۱۳	۱۳	۱۵	۱۶	۱۹	۹	۱۰	۱۱	۱۱	۱۳	۱۳	۱۷		
	۵۰	۱۱	۱۰	۱۸	۱۸	۲۰	۲۱	۲۶	۱۲	۱۳	۱۰	۱۵	۱۷	۱۸	۲۲		
	۲۰	۱۴	۱۱	۲۲	۲۳	۲۵	۲۷	۳۳	۱۰	۱۷	۱۹	۱۹	۲۱	۲۳	۲۸		
	۱۰	۱۷	۲۲	۲۶	۲۷	۳۰	۳۲	۳۹	۱۷	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۲۷	۳۳		
۵۷	۹۰	۵	۶	۸	۸	۹	۹	۱۲	۷	۷	۷	۷	۸	۹	۱۱		
	۷۰	۲	۹	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۷	۱	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۲	۱۵		
	۵۰	۱۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۲۳	۱۱	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۷	۲۱		
	۲۰	۱۲	۱۶	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۹	۱۴	۱۷	۱۸	۱۸	۲۰	۲۱	۲۶		
	۱۰	۱۰	۱۹	۲۳	۲۳	۲۶	۲۸	۳۴	۱۷	۲۰	۲۱	۲۳	۲۵	۳۱			

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت **** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداری بار در ادامه حرکت

- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۴-ب- حداقل نیروی مجاز هل دادن برای زنان (کیلوگرم)

ارتفاع [°]	دريصد ^{**}	۱۵/۲ هنر هل دادن								۳۰/۵ هنر هل دادن					
		يكبار هل دادن در هر دقيقه								يكبار هل دادن در هر دقيقه					
		ثانیه		دقائقه		ساعت		دقائقه		ثانیه		دقائقه		ساعت	
		نیروی اولیه ^{***}													
۱۳۵	۹۰	۱۲	۱۴	۱۴	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷		
	۷۰	۱۵	۱۷	۱۷	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	۲۱		
	۵۰	۱۸	۲۰	۲۰	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵		
	۲۵	۲۰	۲۳	۲۳	۲۴	۲۶	۲۷	۲۹	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۹		
	۱۰	۲۳	۲۶	۲۶	۲۶	۲۹	۳۱	۳۲	۲۳	۲۵	۲۷	۲۹	۳۳		
۸۹	۹۰	۱۱	۱۳	۱۴	۱۴	۱۶	۱۶	۱۷	۱۲	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸		
	۷۰	۱۴	۱۶	۱۷	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۱۵	۱۶	۱۸	۱۹	۲۱		
	۵۰	۱۶	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۵	۱۸	۲۰	۲۱	۲۳	۲۶		
	۲۵	۱۹	۲۲	۲۳	۲۴	۲۷	۲۸	۲۹	۲۱	۲۳	۲۴	۲۶	۳۰		
	۱۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۷	۳۰	۳۱	۳۳	۲۴	۲۶	۲۸	۳۰	۳۳		
۵۷	۹۰	۹	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۵		
	۷۰	۱۱	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸		
	۵۰	۱۴	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۲		
	۲۵	۱۶	۱۸	۲۰	۲۰	۲۳	۲۴	۲۵	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵		
	۱۰	۱۸	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۲۶	۲۸	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۲۸		
نیروی پیوسته ^{****}															
۱۳۵	۹۰	۰	۷	۷	۶	۷	۷	۹	۰	۶	۶	۶	۸		
	۷۰	۲	۱	۹	۹	۱۰	۱۱	۱۳	۲	۴	۹	۹	۱۲		
	۵۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۲	۱۴	۱۴	۱۸	۱۰	۱۱	۱۲	۱۲	۱۶		
	۲۵	۱۲	۱۴	۱۰	۱۶	۱۷	۱۸	۲۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۵	۲۱		
	۱۰	۱۴	۱۷	۱۶	۱۶	۲۰	۲۲	۲۷	۱۵	۱۷	۱۷	۱۸	۲۵		
۸۹	۹۰	۰	۷	۷	۷	۷	۸	۱۰	۰	۶	۶	۷	۹		
	۷۰	۲	۱	۹	۱۰	۱۱	۱۱	۱۴	۱	۹	۹	۱۰	۱۳		
	۵۰	۹	۱۱	۱۳	۱۳	۱۴	۱۵	۱۹	۱۰	۱۲	۱۲	۱۳	۱۷		
	۲۵	۱۲	۱۴	۱۲	۱۶	۱۸	۱۹	۲۴	۱۳	۱۰	۱۰	۱۶	۲۲		
	۱۰	۱۶	۱۷	۱۹	۱۹	۲۱	۲۳	۲۸	۱۶	۱۸	۱۸	۱۹	۲۶		
۵۷	۹۰	۰	۷	۷	۶	۷	۷	۹	۰	۶	۶	۶	۸		
	۷۰	۲	۱	۹	۹	۱۰	۱۰	۱۳	۲	۴	۸	۹	۱۲		
	۵۰	۹	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۴	۱۷	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۶		
	۲۵	۱۲	۱۴	۱۰	۱۰	۱۷	۱۸	۲۲	۱۲	۱۴	۱۴	۱۵	۲۰		
	۱۰	۱۶	۱۶	۱۷	۱۶	۲۰	۲۱	۲۶	۱۰	۱۲	۱۷	۱۸	۲۴		

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت *** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداشتن بار در ادامه حرکت

- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده‌اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می‌باشند.

جدول ۴-ج- حداقل نیروی مجاز هل دادن برای زنان (کیلوگرم)

ارتفاع [°]	درصد ^{**}	۶۱ متر هل دادن						۴۵/۷ متر هل دادن					
		یک بار هل دادن در هر				یک بار هل دادن در هر				یک بار هل دادن در هر			
		۱	۲	۵	۳۰	۸	۲	۵	۳۰	۸	۲	۵	۳۰
		دقیقه				ساعت				دقیقه			
نیروی اولیه ^{***}													
۱۳۰	۹۰	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۲	۱۳	۱۴
	۷۵	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	۲۱	۱۴	۱۵	۱۷	۱۹	۱۵	۱۶	۱۷
	۵۰	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۲	۱۸	۱۹	۲۰
	۲۵	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۶	۲۰	۲۱	۲۳
	۱۰	۲۳	۲۵	۲۷	۲۹	۳۳	۲۲	۲۴	۲۶	۲۹	۲۳	۲۵	۲۷
۸۹	۹۰	۱۲	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸	۱۲	۱۳	۱۴	۱۶	۱۲	۱۳	۱۴
	۷۵	۱۵	۱۶	۱۸	۱۹	۲۱	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	۱۵	۱۶	۱۷
	۵۰	۱۸	۲۰	۲۱	۲۳	۲۶	۱۸	۱۹	۲۰	۲۳	۱۸	۱۹	۲۰
	۲۵	۲۱	۲۳	۲۴	۲۶	۳۰	۲۰	۲۲	۲۴	۲۷	۲۰	۲۲	۲۴
	۱۰	۲۴	۲۶	۲۸	۳۰	۳۳	۲۳	۲۵	۲۶	۳۰	۲۳	۲۵	۲۷
۵۷	۹۰	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۵	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۱	۱۲	۱۳
	۷۵	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸	۱۲	۱۳	۱۴	۱۶	۱۲	۱۳	۱۴
	۵۰	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۲	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	۱۵	۱۶	۱۷
	۲۵	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵	۱۷	۱۹	۲۰	۲۲	۱۸	۱۹	۲۰
	۱۰	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۲۸	۱۹	۲۱	۲۳	۲۵	۱۹	۲۱	۲۳
نیروی پیوسته ^{****}													
۱۳۰	۹۰	۰	۰	۵	۶	۸	۴	۴	۴	۶	۰	۰	۰
	۷۵	۷	۱	۸	۸	۱۱	۶	۶	۶	۹	۷	۱	۸
	۵۰	۹	۱۰	۱۱	۱۱	۱۵	۱	۱	۱	۹	۱۲	۱۰	۱۱
	۲۵	۱۱	۱۳	۱۳	۱۴	۱۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۵	۱۱	۱۲	۱۳
	۱۰	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۲۲	۱۳	۱۳	۱۳	۱۷	۱۳	۱۴	۱۷
۸۹	۹۰	۰	۲	۶	۶	۸	۴	۴	۵	۶	۰	۰	۰
	۷۵	۷	۱	۸	۹	۱۲	۶	۶	۷	۹	۷	۱	۸
	۵۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۶	۱	۱	۱	۹	۱۲	۱۱	۱۲
	۲۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۵	۲۰	۱۱	۱۱	۱۱	۱۵	۱۱	۱۲	۱۵
	۱۰	۱۴	۱۶	۱۷	۱۸	۲۴	۱۳	۱۳	۱۴	۱۸	۱۳	۱۴	۱۸
۵۷	۹۰	۰	۰	۵	۶	۷	۴	۴	۴	۶	۰	۰	۰
	۷۵	۷	۲	۸	۸	۱۱	۶	۶	۶	۸	۷	۲	۸
	۵۰	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۵	۱	۱	۱	۸	۱۱	۱۰	۱۱
	۲۵	۱۱	۱۳	۱۳	۱۴	۱۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۴	۱۰	۱۱	۱۴
	۱۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۶	۲۲	۱۲	۱۲	۱۳	۱۷	۱۲	۱۳	۱۷

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت *** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداردن بار در ادامه حرکت
- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده‌اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می‌باشند.

جدول ۵-الف- حداکثر نیروی مجاز کشیدن برای مردان (کیلو گرم)

ارتفاع ^۰	درصد ^{۰۰}	۲/۱ متر کشیدن								۷/۶ متر کشیدن							
		یکبار کشیدن در هر								یکبار کشیدن در هر							
		۶	۱۲	۱	۲	۵	۳۰	۸	۱۵	۲۲	۱	۲	۵	۳۰	۸	ساعت	دقیقه
		نیروی اولیه ^{۰۰۰}															
۱۴۴	۹۰	۱۴	۱۶	۱۸	۱۸	۱۹	۱۹	۲۳	۱۱	۱۳	۱۶	۱۶	۱۷	۱۸	۲۱		
	۷۵	۱۷	۱۹	۲۲	۲۲	۲۳	۲۴	۲۸	۱۴	۱۵	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۶		
	۵۰	۲۰	۲۳	۲۶	۲۶	۲۸	۲۸	۳۳	۱۶	۱۸	۲۴	۲۴	۲۵	۲۶	۳۱		
	۲۵	۲۴	۲۷	۳۱	۳۱	۳۲	۳۳	۳۹	۱۹	۲۱	۲۸	۲۸	۲۹	۳۰	۳۶		
	۱۰	۲۶	۳۰	۳۴	۳۴	۳۶	۳۷	۴۴	۲۱	۲۴	۳۱	۳۱	۳۳	۳۳	۴۰		
۹۰	۹۰	۱۹	۲۲	۲۵	۲۵	۲۷	۲۷	۳۲	۱۵	۱۸	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۹		
	۷۵	۲۳	۲۷	۳۱	۳۱	۳۲	۳۳	۳۹	۱۹	۲۱	۲۸	۲۸	۲۹	۳۰	۳۶		
	۵۰	۲۸	۳۲	۳۶	۳۶	۳۹	۳۹	۴۷	۲۳	۲۶	۳۳	۳۳	۳۵	۳۵	۴۲		
	۲۵	۳۳	۳۷	۴۲	۴۲	۴۵	۴۵	۵۴	۲۶	۳۰	۳۹	۳۹	۴۱	۴۱	۴۹		
	۱۰	۳۷	۴۲	۴۸	۴۸	۵۱	۵۱	۶۱	۳۰	۳۳	۴۳	۴۳	۴۶	۴۷	۵۶		
۷۴	۹۰	۲۲	۲۵	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۶	۱۸	۲۰	۲۶	۲۶	۲۷	۲۸	۳۳		
	۷۵	۲۷	۳۰	۳۴	۳۴	۳۷	۳۷	۴۴	۲۱	۲۴	۳۱	۳۱	۳۳	۳۴	۴۰		
	۵۰	۳۲	۳۶	۴۱	۴۱	۴۴	۴۴	۵۳	۲۵	۲۹	۳۷	۳۷	۴۰	۴۰	۴۸		
	۲۵	۳۷	۴۲	۴۸	۴۸	۵۱	۵۱	۶۱	۳۰	۳۴	۴۴	۴۴	۴۶	۴۷	۵۶		
	۱۰	۴۲	۴۸	۵۴	۵۴	۵۷	۵۸	۶۹	۳۳	۳۸	۴۹	۴۹	۵۲	۵۳	۶۳		
نیروی پیوسته ^{۰۰۰۰}																	
۱۴۴	۹۰	۸	۱۰	۱۲	۱۳	۱۵	۱۵	۱۸	۶	۸	۱۰	۱۱	۱۲	۱۲	۱۵		
	۷۵	۱۰	۱۳	۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۳	۸	۱۰	۱۳	۱۴	۱۶	۱۶	۱۹		
	۵۰	۱۳	۱۶	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۸	۱۰	۱۳	۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۳		
	۲۵	۱۰	۲۰	۲۴	۲۵	۲۸	۲۹	۳۲	۱۲	۱۵	۲۰	۲۰	۲۳	۲۴	۲۸		
	۱۰	۱۷	۲۲	۲۷	۲۸	۳۲	۳۳	۳۹	۱۴	۱۷	۲۲	۲۳	۲۶	۲۷	۳۲		
۹۰	۹۰	۱۰	۱۳	۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۴	۸	۱۰	۱۳	۱۴	۱۶	۱۶	۱۹		
	۷۵	۱۳	۱۷	۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۳۰	۱۱	۱۳	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۵		
	۵۰	۱۷	۲۱	۲۶	۲۷	۳۱	۳۲	۳۷	۱۳	۱۷	۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۳۱		
	۲۵	۱۹	۲۶	۳۱	۳۳	۳۷	۳۸	۴۵	۱۷	۲۰	۲۶	۲۷	۳۰	۳۱	۳۷		
	۱۰	۲۲	۲۹	۳۶	۳۷	۴۲	۴۳	۵۱	۱۴	۲۳	۲۹	۳۱	۳۴	۳۶	۴۲		
۷۴	۹۰	۱۱	۱۴	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۵	۹	۱۱	۱۴	۱۵	۱۷	۱۷	۲۰		
	۷۵	۱۶	۱۹	۲۳	۲۳	۲۶	۲۷	۳۲	۱۱	۱۶	۱۹	۱۹	۲۲	۲۲	۲۶		
	۵۰	۱۷	۲۳	۲۸	۲۹	۳۲	۳۴	۴۰	۱۴	۱۸	۲۳	۲۴	۲۷	۲۸	۳۳		
	۲۵	۲۰	۲۷	۳۳	۳۵	۳۹	۴۰	۴۸	۱۷	۲۱	۲۷	۲۸	۳۳	۳۹			
	۱۰	۲۳	۳۱	۳۸	۴۰	۴۵	۴۶	۵۴	۱۹	۲۴	۳۱	۳۲	۳۷	۳۸	۴۵		

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت **** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداری بار در ادامه حرکت

- اعدادی که به صورت کج و پرنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۵-ب- حداقل نیروی مجاز کشیدن برای مردان (کیلوگرم)

ارتفاع ^۰	دربند ^۰	۱۵/۲ هتر کشیدن								۳۰/۵ مترا کشیدن					
		یک بار کشیدن در هر								یک بار کشیدن در هر					
		۲۵	۳۵	۱	۲	۵	۳۰	۸		۱	۲	۵	۳۰	۸	
		تائیله		دقیقه		ساعت		***	نیروی اولیه	دقیقه		ساعت			
نیروی اولیه															
۱۴۴	۹۰	۱۳	۱۵	۱۵	۱۵	۱۶	۱۷	۲۰	۱۲	۱۳	۱۵	۱۵	۱۵	۱۹	
	۷۵	۱۶	۱۸	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۴	۱۴	۱۶	۱۹	۱۹	۱۹	۲۳	
	۵۰	۱۹	۲۱	۲۲	۲۲	۲۴	۲۴	۲۹	۱۷	۱۹	۲۲	۲۲	۲۲	۲۷	
	۲۵	۲۲	۲۵	۲۶	۲۶	۲۸	۲۸	۳۳	۲۰	۲۲	۲۶	۲۶	۲۶	۳۳	
	۱۰	۲۴	۲۸	۲۹	۲۹	۳۱	۳۱	۳۸	۲۲	۲۵	۲۹	۲۹	۲۹	۳۷	
۹۰	۹۰	۱۸	۲۰	۲۱	۲۱	۲۳	۲۳	۲۸	۱۶	۱۸	۲۱	۲۱	۲۱	۲۶	
	۷۵	۲۲	۲۵	۲۶	۲۶	۲۸	۲۸	۳۳	۲۰	۲۲	۲۶	۲۶	۲۶	۳۲	
	۵۰	۲۶	۲۹	۳۱	۳۱	۳۳	۳۳	۴۰	۲۴	۲۷	۳۱	۳۱	۳۱	۳۸	
	۲۵	۳۰	۳۴	۳۶	۳۶	۳۸	۳۹	۴۶	۲۷	۳۱	۳۶	۳۶	۳۶	۴۵	
	۱۰	۳۳	۳۸	۴۱	۴۱	۴۳	۴۴	۵۲	۳۱	۳۵	۴۰	۴۰	۴۰	۵۰	
۶۴	۹۰	۲۰	۲۳	۲۴	۲۴	۲۶	۲۶	۳۱	۱۸	۲۱	۲۴	۲۴	۲۴	۳۰	
	۷۵	۲۴	۲۸	۲۹	۲۹	۳۱	۳۲	۳۸	۲۲	۲۵	۲۹	۲۹	۲۹	۳۶	
	۵۰	۲۹	۳۳	۳۵	۳۵	۳۷	۳۸	۴۵	۲۷	۳۰	۳۵	۳۵	۳۵	۴۳	
	۲۵	۳۴	۳۹	۴۱	۴۱	۴۳	۴۴	۵۲	۳۱	۳۵	۴۱	۴۱	۴۱	۵۰	
	۱۰	۳۸	۴۳	۴۶	۴۶	۴۹	۴۹	۵۹	۳۵	۳۹	۴۶	۴۶	۴۶	۵۷	
نیروی پیوسته															
۱۴۴	۹۰	۷	۸	۹	۹	۱۰	۱۱	۱۳	۷	۸	۹	۱۱	۱۳		
	۷۵	۹	۱۰	۱۲	۱۲	۱۴	۱۴	۱۷	۹	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶		
	۵۰	۱۱	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	۱۷	۲۰	۱۱	۱۳	۱۵	۱۷	۱۷		
	۲۵	۱۳	۱۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۴	۱۳	۱۵	۱۸	۲۰	۲۴		
	۱۰	۱۴	۱۷	۱۹	۲۰	۲۳	۲۴	۲۸	۱۰	۱۲	۲۰	۲۳	۲۷		
۹۰	۹۰	۹	۱۰	۱۲	۱۲	۱۴	۱۴	۱۷	۹	۱۰	۱۲	۱۴	۱۷		
	۷۵	۱۱	۱۴	۱۵	۱۵	۱۸	۱۸	۲۲	۱۲	۱۳	۱۶	۱۸	۲۱		
	۵۰	۱۴	۱۷	۱۹	۱۹	۲۲	۲۳	۲۷	۱۴	۱۶	۱۹	۲۲	۲۶		
	۲۵	۱۷	۲۰	۲۲	۲۳	۲۶	۲۷	۳۲	۱۷	۲۰	۲۳	۲۷	۳۲		
	۱۰	۱۹	۲۳	۲۶	۲۷	۳۰	۳۱	۳۷	۱۹	۲۳	۲۷	۳۱	۳۶		
۶۴	۹۰	۹	۱۱	۱۲	۱۳	۱۵	۱۵	۱۸	۹	۱۱	۱۳	۱۵	۱۸		
	۷۵	۱۲	۱۴	۱۶	۱۷	۱۹	۱۹	۲۳	۱۲	۱۴	۱۷	۱۹	۲۳		
	۵۰	۱۰	۱۱	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۸	۱۰	۱۱	۲۱	۲۴	۲۷		
	۲۵	۱۱	۲۱	۲۴	۲۵	۲۸	۲۹	۳۴	۱۱	۱۱	۲۵	۲۸	۳۳		
	۱۰	۲۰	۲۴	۲۷	۲۸	۳۲	۳۳	۳۹	۲۱	۲۴	۲۸	۳۲	۳۸		

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت *** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداری بار در ادامه حرکت
 - اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده‌اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می‌باشند.

جدول ۵-ج- حداکثر نیروی مجاز کشیدن برای مردان (کیلوگرم)

ارتفاع*	دربند**	۴۵/۷ متر کشیدن					۶۱ متر کشیدن				
		یک بار کشیدن در هر دقیقه					یک بار کشیدن در هر دقیقه				
		۱	۲	۵	۳۰	۸	۲	۵	۳۰	۸	
		ساعت					ساعت				
نیروی اولیه***											
۱۴۴	۹۰	۱۰	۱۱	۱۳	۱۳	۱۶	۱۰	۱۱	۱۱	۱۴	
	۷۵	۱۲	۱۴	۱۶	۱۶	۲۰	۱۲	۱۴	۱۴	۱۷	
	۵۰	۱۵	۱۶	۱۹	۱۹	۲۴	۱۴	۱۶	۱۶	۲۰	
	۲۵	۱۷	۱۹	۲۲	۲۲	۲۸	۱۶	۱۹	۱۹	۲۴	
	۱۰	۲۰	۲۲	۲۵	۲۵	۳۱	۱۸	۲۱	۲۱	۲۷	
۹۰	۹۰	۱۴	۱۶	۱۸	۱۸	۲۳	۱۳	۱۶	۱۶	۱۹	
	۷۵	۱۷	۱۹	۲۲	۲۲	۲۸	۱۶	۱۹	۱۹	۲۴	
	۵۰	۲۰	۲۳	۲۷	۲۷	۳۳	۲۰	۲۳	۲۳	۲۸	
	۲۵	۲۴	۲۷	۳۱	۳۱	۳۸	۲۳	۲۶	۲۶	۳۳	
	۱۰	۲۷	۳۰	۳۵	۳۵	۴۳	۲۶	۳۰	۳۰	۳۷	
۶۴	۹۰	۱۶	۱۸	۲۱	۲۱	۲۶	۱۵	۱۸	۱۸	۲۲	
	۷۵	۱۹	۲۲	۲۵	۲۵	۳۱	۱۹	۲۱	۲۱	۲۷	
	۵۰	۲۳	۲۶	۳۰	۳۰	۳۷	۲۲	۲۶	۲۶	۳۲	
	۲۵	۲۷	۳۰	۳۵	۳۵	۴۳	۲۶	۳۰	۳۰	۳۷	
	۱۰	۳۰	۳۴	۳۹	۳۹	۴۹	۲۹	۳۴	۳۴	۴۲	
نیروی پیوسته****											
۱۴۴	۹۰	۷	۷	۸	۹	۱۰	۶	۶	۷	۹	
	۷۵	۷	۹	۱۰	۱۱	۱۴	۷	۸	۱۰	۱۱	
	۵۰	۹	۱۱	۱۲	۱۴	۱۷	۹	۱۰	۱۲	۱۴	
	۲۵	۱۱	۱۳	۱۵	۱۷	۲۰	۱۱	۱۲	۱۴	۱۷	
	۱۰	۱۲	۱۴	۱۷	۱۹	۲۳	۱۲	۱۴	۱۶	۱۹	
۹۰	۹۰	۷	۹	۱۰	۱۲	۱۴	۷	۹	۱۰	۱۲	
	۷۵	۱۰	۱۱	۱۳	۱۵	۱۸	۹	۱۱	۱۳	۱۵	
	۵۰	۱۳	۱۴	۱۶	۱۹	۲۲	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	
	۲۵	۱۶	۱۷	۱۹	۲۲	۲۶	۱۴	۱۶	۱۹	۲۲	
	۱۰	۱۷	۱۹	۲۲	۲۵	۳۰	۱۶	۱۹	۲۱	۲۵	
۶۴	۹۰	۱	۹	۱۱	۱۲	۱۵	۸	۹	۱۰	۱۲	
	۷۵	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۹	۱۰	۱۲	۱۳	۱۶	
	۵۰	۱۳	۱۰	۱۷	۲۰	۲۳	۱۲	۱۴	۱۶	۲۰	
	۲۵	۱۵	۱۱	۲۱	۲۴	۲۸	۱۰	۱۷	۲۰	۲۳	
	۱۰	۱۷	۲۰	۲۴	۲۷	۳۲	۱۲	۲۰	۲۳	۲۷	

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت **** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداری بار در ادامه حرکت
- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۶-الف- حداقل نیروی مجاز کشیدن برای زنان (کیلوگرم)

ارتفاع °	دروصد **	۲/۱ متر کشیدن								۷/۶ متر کشیدن									
		یک بار کشیدن در هر				یک بار کشیدن در هر				۷/۶				۲/۱					
		۶	۱۲	۱	۲	۵	۳۰	۸	۱۵	۲۲	۱	۲	۵	۳۰	۸	۶	۱۲	۱	۲
		ثانیه	دقیقه	ساعت	ثانیه	دقیقه	ساعت	نیروی اولیه ***											
نیروی اولیه ***																			
۱۳۵	۹۰	۱۳	۱۶	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۲	۱۳	۱۴	۱۶	۱۶	۱۸	۱۹	۲۰				
	۷۵	۱۶	۱۹	۲۰	۲۱	۲۴	۲۵	۲۶	۱۶	۱۷	۱۹	۱۹	۲۱	۲۲	۲۴				
	۵۰	۱۹	۲۲	۲۴	۲۵	۲۸	۲۹	۳۱	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۲۶	۲۸				
	۲۰	۲۱	۲۵	۲۸	۲۹	۲۲	۳۳	۳۵	۲۱	۲۳	۲۵	۲۶	۲۹	۳۰	۳۲				
	۱۰	۲۴	۲۸	۳۱	۳۲	۳۶	۳۷	۳۹	۲۴	۲۶	۲۸	۲۹	۳۲	۳۴	۳۶				
۸۹	۹۰	۱۴	۱۶	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱				
	۷۵	۱۶	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۲۷	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵				
	۵۰	۱۹	۲۳	۲۵	۲۶	۲۹	۳۰	۳۲	۱۹	۲۱	۲۳	۲۴	۲۶	۲۷	۲۹				
	۲۰	۲۲	۲۶	۲۹	۳۰	۳۳	۳۵	۳۷	۲۲	۲۴	۲۶	۲۷	۳۰	۳۱	۳۳				
	۱۰	۲۵	۲۹	۳۲	۳۳	۳۷	۳۹	۴۱	۲۵	۲۷	۲۹	۳۰	۳۳	۳۵	۳۷				
۵۷	۹۰	۱۵	۱۷	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۲				
	۷۵	۱۷	۲۰	۲۲	۲۳	۲۶	۲۷	۲۸	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۶				
	۵۰	۲۰	۲۴	۲۶	۲۷	۳۰	۳۲	۳۳	۲۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۸	۲۹	۳۰				
	۲۰	۲۳	۲۷	۳۰	۳۱	۳۵	۳۶	۳۸	۲۳	۲۵	۲۷	۲۹	۳۲	۳۳	۳۵				
	۱۰	۲۶	۳۱	۳۴	۳۵	۳۹	۴۰	۴۳	۲۶	۲۸	۳۱	۳۲	۳۵	۳۷	۳۹				
نیروی پیوسته ****																			
۱۳۵	۹۰	۷	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۵	۷	۸	۹	۹	۱۰	۱۱	۱۳				
	۷۵	۸	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۲۰	۹	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۴	۱۸				
	۵۰	۱۰	۱۲	۱۷	۱۸	۱۹	۲۱	۲۵	۱۳	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۲۲				
	۲۰	۱۳	۱۹	۲۱	۲۱	۲۳	۲۵	۳۱	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۷				
	۱۰	۱۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۲۹	۳۶	۱۷	۱۹	۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۳۲				
۸۹	۹۰	۷	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۴	۷	۸	۹	۹	۱۰	۱۰	۱۳				
	۷۵	۸	۱۲	۱۳	۱۳	۱۵	۱۶	۱۹	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۷				
	۵۰	۱۰	۱۰	۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۵	۱۱	۱۳	۱۵	۱۵	۱۶	۱۸	۲۲				
	۲۰	۱۲	۱۸	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۳۰	۱۶	۱۷	۱۸	۱۸	۲۰	۲۲	۲۷				
	۱۰	۱۴	۲۱	۲۳	۲۴	۲۶	۲۸	۳۵	۱۶	۱۸	۲۱	۲۱	۲۳	۲۵	۳۱				
۵۷	۹۰	۵	۸	۹	۹	۱۰	۱۱	۱۳	۶	۷	۸	۸	۹	۱۰	۱۲				
	۷۵	۷	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۴	۱۸	۸	۹	۱۱	۱۱	۱۲	۱۳	۱۶				
	۵۰	۹	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۲۲	۱۰	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۲۰				
	۲۰	۱۱	۱۷	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۷	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۴				
	۱۰	۱۳	۲۰	۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۳۲	۱۰	۱۲	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۸				

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت **** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداری بار در ادامه حرکت

- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۶-ب- حداکثر نیروی مجاز کشیدن برای زنان (کیلو گرم)

ارتفاع*	درصد**	۱۰/۲ متر کشیدن یکبار کشیدن در هر ساعت								۳۰/۰ متر کشیدن یکبار کشیدن در هر ساعت								
		۲۵	۳۵	۱	۲	۵	۳۰	۸	۱	۲	۵	۳۰	۸	۱	۲	۵	۳۰	
		ثانیه		دقیقه		ساعت		دقیقه		ساعت		دقیقه		ساعت		دقیقه		ساعت
		نیروی اولیه***												نیروی پیوسته****				
۱۳۵	۹۰	۱۰	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	نیروی اولیه***				
	۷۵	۱۲	۱۴	۱۶	۱۶	۱۸	۱۹	۲۰	۱۴	۱۶	۱۷	۱۸	۲۰	نیروی اولیه***				
	۵۰	۱۴	۱۶	۱۹	۱۹	۲۱	۲۲	۲۴	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۴	نیروی اولیه***				
	۲۵	۱۶	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۲۷	۱۹	۲۱	۲۳	۲۴	۲۷	نیروی اولیه***				
	۱۰	۱۸	۲۱	۲۴	۲۵	۲۷	۲۹	۳۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۳۱	نیروی اولیه***				
۸۹	۹۰	۱۰	۱۲	۱۴	۱۴	۱۶	۱۷	۱۸	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸	نیروی اولیه***				
	۷۵	۱۲	۱۵	۱۷	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۱۵	۱۶	۱۸	۱۹	۲۱	نیروی اولیه***				
	۵۰	۱۴	۱۷	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵	نیروی اولیه***				
	۲۵	۱۶	۲۰	۲۲	۲۳	۲۶	۲۷	۲۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۹	نیروی اولیه***				
	۱۰	۱۸	۲۲	۲۵	۲۶	۲۹	۳۰	۳۲	۲۳	۲۵	۲۶	۲۸	۳۲	نیروی اولیه***				
۵۷	۹۰	۱۱	۱۳	۱۵	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	۱۹	نیروی اولیه***				
	۷۵	۱۳	۱۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۲	۱۶	۱۷	۱۸	۲۰	۲۲	نیروی اولیه***				
	۵۰	۱۵	۱۸	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴	۲۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۳	۲۶	نیروی اولیه***				
	۲۵	۱۷	۲۱	۲۳	۲۴	۲۷	۲۸	۳۰	۲۱	۲۳	۲۵	۲۷	۳۰	نیروی اولیه***				
	۱۰	۱۹	۲۳	۲۶	۲۷	۳۰	۳۱	۳۳	۲۴	۲۶	۲۸	۳۰	۳۴	نیروی اولیه***				
۱۳۵	۹۰	۶	۷	۷	۸	۸	۹	۱۱	۶	۷	۷	۷	۸	نیروی پیوسته****				
	۷۵	۷	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۵	۶	۹	۱۰	۱۰	۱۴	نیروی پیوسته****				
	۵۰	۹	۱۱	۱۳	۱۳	۱۴	۱۵	۱۹	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۷	نیروی پیوسته****				
	۲۵	۱۱	۱۴	۱۰	۱۶	۱۷	۱۹	۲۳	۱۳	۱۰	۱۰	۱۶	۲۱	نیروی پیوسته****				
	۱۰	۱۳	۱۶	۱۸	۱۸	۲۰	۲۲	۲۷	۱۰	۱۲	۱۲	۱۸	۲۵	نیروی پیوسته****				
۸۹	۹۰	۰	۲	۷	۷	۸	۹	۱۱	۶	۷	۷	۷	۷	نیروی پیوسته****				
	۷۵	۲	۱	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۴	۱	۹	۹	۱۰	۱۳	نیروی پیوسته****				
	۵۰	۹	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۸	۱۰	۱۲	۱۲	۱۳	۱۷	نیروی پیوسته****				
	۲۵	۱۱	۱۳	۱۰	۱۵	۱۷	۱۸	۲۲	۱۲	۱۴	۱۰	۱۵	۲۱	نیروی پیوسته****				
	۱۰	۱۳	۱۰	۱۲	۱۴	۲۰	۲۱	۲۶	۱۰	۱۲	۱۲	۱۸	۲۴	نیروی پیوسته****				
۵۷	۹۰	۰	۲	۷	۷	۷	۸	۱۰	۶	۶	۶	۷	۹	نیروی پیوسته****				
	۷۵	۲	۱	۹	۹	۱۰	۱۱	۱۳	۲	۱	۹	۹	۱۲	نیروی پیوسته****				
	۵۰	۱	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۷	۹	۱۱	۱۱	۱۲	۱۶	نیروی پیوسته****				
	۲۵	۱۰	۱۲	۱۴	۱۴	۱۶	۱۷	۲۱	۱۱	۱۳	۱۳	۱۴	۱۹	نیروی پیوسته****				
	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۶	۱۸	۱۹	۲۴	۱۳	۱۰	۱۶	۱۶	۲۲	نیروی پیوسته****				

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی *** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت

**** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداشتن بار در ادامه حرکت

- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۶-ج - حداکثر نیروی مجاز کشیدن برای زنان (کیلو گرم)

ارتفاع [*]	درصد ^{**}	۴۰/۷ متر کشیدن					۶۱ متر کشیدن				
		یک بار کشیدن در هر					یک بار کشیدن در هر				
		۱	۲	۵	۳۰	۸	۲	۵	۳۰	۸	
		دقیقه					دقیقه				
نیروی اولیه ^{***}											
۱۳۰	۹۰	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	
	۷۵	۱۴	۱۶	۱۷	۱۸	۲۰	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸	
	۵۰	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۴	۱۶	۱۸	۱۹	۲۱	
	۲۰	۱۹	۲۱	۲۳	۲۴	۲۷	۱۹	۲۰	۲۲	۲۵	
	۱۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۳۱	۲۱	۲۳	۲۴	۲۷	
۸۹	۹۰	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۸	۱۲	۱۳	۱۴	۱۶	
	۷۵	۱۵	۱۶	۱۸	۱۹	۲۱	۱۵	۱۶	۱۷	۱۹	
	۵۰	۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۲	
	۲۰	۲۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۶	
	۱۰	۲۳	۲۵	۲۶	۲۸	۳۲	۲۲	۲۴	۲۵	۲۹	
۵۷	۹۰	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	۱۹	۱۳	۱۴	۱۵	۱۷	
	۷۵	۱۶	۱۷	۱۸	۲۰	۲۲	۱۵	۱۶	۱۸	۲۰	
	۵۰	۱۸	۲۰	۲۲	۲۳	۲۶	۱۸	۱۹	۲۱	۲۳	
	۲۰	۲۱	۲۳	۲۵	۲۷	۳۰	۲۱	۲۲	۲۴	۲۷	
	۱۰	۲۴	۲۶	۲۸	۳۰	۳۴	۲۳	۲۵	۲۷	۳۰	
نیروی پیوسته ^{****}											
۱۳۰	۹۰	۶	۶	۷	۷	۹	۵	۵	۵	۷	
	۷۵	۸	۹	۹	۹	۱۲	۷	۷	۷	۱۰	
	۵۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۶	۸	۹	۹	۱۲	
	۲۰	۱۲	۱۳	۱۴	۱۴	۱۹	۱۰	۱۱	۱۱	۱۵	
	۱۰	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۲۳	۱۲	۱۲	۱۳	۱۷	
۸۹	۹۰	۵	۶	۶	۷	۹	۵	۵	۵	۷	
	۷۵	۷	۸	۹	۹	۱۲	۶	۷	۷	۹	
	۵۰	۹	۱۱	۱۱	۱۲	۱۵	۸	۸	۹	۱۲	
	۲۰	۱۱	۱۳	۱۳	۱۴	۱۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۵	
	۱۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۶	۲۲	۱۲	۱۲	۱۳	۱۷	
۵۷	۹۰	۵	۶	۶	۶	۸	۴	۵	۵	۶	
	۷۵	۷	۸	۸	۸	۱۱	۶	۶	۶	۹	
	۵۰	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۴	۸	۸	۸	۱۱	
	۲۰	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۷	۹	۱۰	۱۰	۱۳	
	۱۰	۱۲	۱۴	۱۴	۱۵	۲۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۶	

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر) ** درصد جمعیت صنعتی

*** نیروی اولیه موردنیاز برای گرفتن بار در شروع حرکت *** نیروی پیوسته موردنیاز برای نگهداری بار در ادامه حرکت
- اعدادی که به صورت کج و پرزنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۷-الف- حداقل وزن مجاز برای حمل کردن (کیلوگرم) برای مردان و زنان

ارتفاع*	دistanse**	۲/۱ متر حمل کردن یک بار حمل کردن در هر ساعت							
		۶	۱۲	۱	۲	۵	۳۰	۸	
		ثانیه		دقیقه				ساعت	
		مردان							
۱۱۱	۹۰	۱۰	۱۴	۱۷	۱۷	۱۹	۲۱	۲۵	
	۷۵	۱۴	۱۹	۲۳	۲۳	۲۶	۲۹	۳۴	
	۵۰	۱۹	۲۵	۳۰	۳۰	۳۳	۳۸	۴۴	
	۲۵	۲۳	۳۰	۳۷	۳۷	۴۱	۴۶	۵۴	
	۱۰	۲۲	۳۵	۴۳	۴۳	۴۸	۵۴	۶۳	
۷۹	۹۰	۱۳	۱۷	۲۱	۲۱	۲۳	۲۶	۳۱	
	۷۵	۱۸	۲۳	۲۸	۲۹	۳۲	۳۶	۴۲	
	۵۰	۲۳	۳۰	۳۷	۳۷	۴۱	۴۶	۵۴	
	۲۵	۲۸	۳۷	۴۵	۴۶	۵۱	۵۷	۶۷	
	۱۰	۳۳	۴۳	۵۳	۵۳	۵۹	۶۶	۷۸	
زنان									
۱۰۰	۹۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۸	
	۷۵	۱۳	۱۴	۱۵	۱۵	۱۶	۱۶	۲۱	
	۵۰	۱۵	۱۶	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۲۵	
	۲۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۸	
	۱۰	۱۹	۲۰	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۳۱	
۷۲	۹۰	۱۳	۱۴	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۲۲	
	۷۵	۱۵	۱۷	۱۸	۱۸	۱۹	۱۹	۲۵	
	۵۰	۱۷	۱۹	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۹	
	۲۵	۲۰	۲۲	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۳۳	
	۱۰	۲۲	۲۴	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۳۷	

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر)

** درصد جمعیت صنعتی

- اعدادی که به صورت کج و پرنگ نشان داده شده‌اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می‌باشند.

جدول ۷-ب- حداکثر وزن مجاز برای حمل کردن (کیلوگرم) برای مردان و زنان

ارتفاع*	دistanza**	۴/۳ متر حمل کردن یک بار حمل کردن در هر ساعت							
		۱۰	۱۶	۱	۲	۵	۳۰	۸	
		ثانیه		دقیقه		ساعت			
مردان									
۱۱۱	۹۰	۹	۱۱	۱۵	۱۵	۱۷	۱۹	۲۲	
	۷۵	۱۳	۱۶	۲۱	۲۱	۲۳	۲۶	۳۰	
	۵۰	۱۷	۲۰	۲۷	۲۷	۳۰	۳۴	۳۹	
	۲۵	۲۰	۲۵	۳۳	۳۳	۳۷	۴۱	۴۸	
	۱۰	۲۴	۲۹	۳۸	۳۹	۴۳	۴۸	۵۷	
۷۹	۹۰	۱۱	۱۴	۱۸	۱۹	۲۱	۲۳	۲۷	
	۷۵	۱۶	۱۹	۲۵	۲۵	۲۸	۳۲	۳۷	
	۵۰	۲۰	۲۵	۳۲	۳۳	۳۶	۴۱	۴۸	
	۲۵	۲۵	۳۰	۴۰	۴۰	۴۵	۵۰	۵۹	
	۱۰	۲۹	۳۵	۴۷	۴۷	۵۲	۵۹	۶۹	
زنان									
۱۰۰	۹۰	۹	۱۰	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۸	
	۷۵	۱۱	۱۲	۱۵	۱۵	۱۶	۱۶	۲۱	
	۵۰	۱۲	۱۳	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۲۴	
	۲۵	۱۴	۱۵	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۸	
	۱۰	۱۶	۱۷	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۳۱	
۷۲	۹۰	۱۰	۱۱	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۲۰	
	۷۵	۱۱	۱۳	۱۶	۱۶	۱۷	۱۷	۲۳	
	۵۰	۱۳	۱۵	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۶	
	۲۵	۱۰	۱۷	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۳۰	
	۱۰	۱۲	۱۹	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۳۳	

* فاصله عمودی از زمین تا دست (سانسی متر)

** درصد جمعیت صنعتی

- اعدادی که به صورت کج و پرنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

جدول ۷-ج- حداکثر وزن مجاز برای حمل کردن (کیلوگرم) برای مردان و زنان

ارتفاع*	دistanse**	۸/۵ متر حمل کردن یک بار حمل کردن در هر ساعت							
		۱۸	۲۴	۱	۲	۵	۳۰	۸	
		ثانیه		دقیقه			ساعت		
مردان									
۱۱۱	۹۰	۱۰	۱۱	۱۳	۱۳	۱۵	۱۷	۲۰	
	۷۵	۱۳	۱۵	۱۸	۱۸	۲۰	۲۳	۲۷	
	۵۰	۱۷	۱۹	۲۳	۲۴	۲۶	۲۹	۳۵	
	۲۵	۲۱	۲۴	۲۹	۲۹	۳۲	۳۶	۴۳	
	۱۰	۲۴	۲۸	۳۴	۳۴	۳۸	۴۲	۵۰	
۷۹	۹۰	۱۳	۱۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۲	۲۶	
	۷۵	۱۷	۲۰	۲۴	۲۴	۲۷	۳۰	۳۵	
	۵۰	۲۲	۲۶	۳۱	۳۱	۳۵	۳۹	۴۶	
	۲۵	۲۷	۳۲	۳۸	۳۸	۴۲	۴۸	۵۶	
	۱۰	۳۲	۳۸	۴۴	۴۵	۵۰	۵۶	۶۵	
زنان									
۱۰۰	۹۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۶	
	۷۵	۱۲	۱۳	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۹	
	۵۰	۱۶	۱۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۲۲	
	۲۵	۱۰	۱۲	۱۸	۱۸	۱۹	۱۹	۲۵	
	۱۰	۱۲	۱۹	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۸	
۷۲	۹۰	۱۳	۱۲	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۹	
	۷۵	۱۴	۱۰	۱۶	۱۶	۱۷	۱۷	۲۳	
	۵۰	۱۶	۱۲	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۶	
	۲۵	۱۱	۱۹	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۳۰	
	۱۰	۲۰	۲۱	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۳۳	

* فاصله عمودی از زمین تا دستها (سانتی متر)

** درصد جمعیت صنعتی

- اعدادی که به صورت کچ و پرنگ نشان داده شده اند مربوط به مقادیر فراتر از معیارهای فیزیولوژیک ۸ ساعته می باشند.

منابع:

- Li, G., & Buckle, P., A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks-Quick Exposure Check (QEC). In Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting (Vol. 42, No. 19, pp. 1351-1355)., 1998.
- Mc Atamney, L., & Corlett, E. N. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied ergonomics*, 24(2), 91-99, 1993.
- Mc Atamney, L., & Hignett, S. , REBA: a rapid entire body assessment method for investigating work related musculoskeletal disorders. *Proceedings of the Ergonomics Society of Australia*, Adelaide, 45-51, 1995.
- Middlesworth M, A step-by-step guide to the WISHA lifting calculator, Available in:<http://ergo-plus.com/wisha-lifting-calculator-guide/>
- Sonne, M., Villalta, D. L., & Andrews, D. M. , Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA–Rapid office strain assessment. *Applied ergonomics*, 43(1), 98-108, 2012.
- Snook, S. H., & Ciriello, V. M., The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics*, 34(9), 1197-1213, 1991.

بخش پنجم: عوامل بیولوژیکی

عوامل بیولوژیکی شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها، آرآکنیدها (عنکبوتیان)، جلبک‌ها و انگل‌ها می‌باشد. اصطلاح «عامل بیولوژیکی» به ماده‌ای با منشأ بیولوژیک اطلاق می‌شود که قادر به ایجاد اثرات سوء بر سلامتی است (به عنوان مثال، عفونت یا حساسیت بیش از حد، ایجاد تحریک، التهاب یا سایر واکنش‌های نامطلوب).

بیوآئروسل‌ها، آثروسول‌هایی هستند که از موجودات زنده تشکیل شده و یا از آنها مشتق شده‌اند و می‌توانند شامل ارگانیسم‌های زنده و غیرزنده، ویروس‌ها، بخش‌های بدن آنها، سموم و ذرات زنده و غیر زنده و پسماندهای ذره‌ای باشند. عوامل بیولوژیکی ماهیتی فراگیر دارند اما ممکن است در محیط‌ها و مواد انسان ساز تقویت یا تشدید شوند. بسیاری از این عوامل بیولوژیکی شامل یا ناشی از: فعالیت‌های متابولیکی یا تجزیه مواد مغذی و بسترها زیستی (سابسترها)، اندوتوكسین‌ها، مایکوتوكسین‌ها، آنتی‌ژن‌ها، آلرژن‌ها و یا ترکیبات آلی فرار می‌باشند. انسان‌ها هر روزه به طور مدام در معرض طیف وسیعی از این آلاینده‌ها در غلظت‌های مختلف قرار می‌گیرند (معمولًاً سطح بسیار کمی که منجر به ایجاد پاسخی نمی‌شوند یا خطری برای سلامتی ندارند) لزوماً مضر نیستند.

برای برخی از مواد با منشأ بیولوژیکی، مثل سلولز، حد آستانه مجاز وجود دارد. این مواد شامل مواردی نظری: برخی از انواع چوب، آرد، پنبه و غبار دانه‌ها، نیکوتین، پیترروم، نشاسته، سابتیلیسین‌ها (آنزیم‌های پروتولیتیک یا هضم کننده پروتئین)، ساکاروز و ترکیبات فرار تولید شده توسط موجودات زنده که معمولاً با منابع شغلی صنعتی و دیگر منابع مرتبط هستند (به عنوان مثال، آمونیاک، دی‌اکسید کربن، اتانول و سولفید هیدروژن). با این حال، اکثریت باقیمانده عوامل بیولوژیکی نگران‌کننده در طبیعت به صورت میکروبی موجود می‌باشد. به دلایلی که در ادامه بحث مشخص شده است، هیچ حد مجازی وجود ندارد که بتواند غلظت هوای محیطی عوامل میکروبی را با هم مقایسه کند.

آلودگی بیولوژیکی محیط داخلی را می‌توان به این صورت تعریف کرد: الف) بیوآئروروسل‌هایی که احتمالاً اثرات سوء بر سلامت انسان دارند یا وی را مستعد می‌سازند ب) غلظت‌های نامناسب هوابرد بیوآئروروسل‌ها در محیط داخلی، که با لحاظ نوع فضا یا اهداف سکونتی تعیین می‌شوند. ج) رشد میکروبی در محیط‌های سرپوشیده، تقویت یا اباقای رشد بیولوژیکی، منابع عوامل عفنونی یا بیماری زا، یا ته نشین شده، انباشته یا تقویت شده، که ممکن است به صورت ذرات معلق در هوا درآیند و انسان در مواجهه با آنها قرار گیرد.

کمیته ACGIH® در مورد بیوآئروروسل‌ها بر این نظر است که، در حال حاضر، اندازه گیری و تجزیه و تحلیل غلظت موجود بیوآئروروسل‌ها در هوا را نمی‌توان فقط با تکیه بر شرایط و مواجهه خطرات نامطلوب سلامتی تعیین کرد.

رویکرد پیشنهادی ACGIH® برای ارزیابی مواجهه با بیوآئروروسل‌ها به بازرگانی بصری ساختمان، ارزیابی علائم سوء بهداشتی سکنه، ارزیابی عملکرد ساختمان، شامل: تهويه، شناسایی منابع بالقوه زیست محیطی، تقویت یا تجمعی، انتشار و اعمال قضاوت حرفه‌ای در مورد اطلاعات برای ایجاد یک نظر آگاهانه در مورد احتمال مواجهه بیوآئروروسل‌ها منکی است. راهنمای منتشر شده اطلاعات اساسی در مورد گروه‌های عمدۀ بیوآئروروسل‌ها، از جمله منابع و اثرات بهداشتی آنها را فراهم می‌کند و روش‌های جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و تفسیر نمونه‌های بیوآئروروسل از منابع بالقوه محیطی را شرح می‌دهد. گاهی اوقات، نظارت بر محیط (به عنوان مثال، نمونه گیری هوای میکروبی) یک آلودگی بیولوژیکی منفرد یا غالب را مشخص می‌سازد. به طور معمول، نمونه گیری از میکروب‌های هوا، مخلوطی از بسیاری از مواد مشتق شده از نظر زیست شناختی را نشان می‌دهد.

با توجه به طبیعت متنوع و تعاملی محیط‌های داخلی (سرپوشیده)، نمونه‌برداری محیطی برای بیوآئروروسل‌ها باید فقط با پیروی از قواعد فرضیات دقیق قابل آزمایش در مورد منابع بالقوه بیوآئروروسل و همچنین سازوکارهایی باشد که به موجب آن، ساکنین ممکن است از این منابع در معرض بیوآئروروسل قرار بگیرند. حتی وقتی محققان از فرضیه‌های قابل آزمایش و برنامه‌های نمونه گیری به خوبی فرموله شده

استفاده می‌کنند، نتایج حاصل از بررسی بیوآئروسول‌های محیطی می‌تواند غیرقطعی و گمراه کننده باشد. تفسیر نتایج نمونه‌برداری بسیار ذهنی است و اغلب مبنی بر اطلاعات علمی یا میتی بر شواهد نیست. با توجه به چالش‌های مربوط به اندازه‌گیری مجدد آلودگی هوا و روش‌های تحلیلی، روابط دوز-پاسخ نامشخص، حساسیت فردی و تنوع ذاتی در غلظت پس زمینه، هیچ حد آستانه مجازی برای غلظت‌های موجود در هوا وجود ندارد: (به عنوان مثال، الف) کل باکتری‌ها، قارچ‌ها یا ویروس‌ها؛ (ب) بیوآئروسل‌های قابل کشت یا قابل شمارش خاص (مانند، آسپرژیلوس فومیگاتوس^۱؛ ج) عوامل عفونی (مانند لژیونلا پنوموفیلا^۲، سارس-کووید-۲^۳، یا مایکو باکتریوم توبرکلوزیس^۴ د) آلینده‌های بیولوژیکی قابل سنجش (به عنوان مثال، اندوتوكسین‌ها، مایکوتوكسین‌ها، آنتیژن‌ها یا ترکیبات آلی فرار میکروبی^۵).

الف - کل بیوآئروسل‌های قابل کشت یا قابل شمارش. بیوآئروسل‌های قابل کشت آن دسته از باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌هایی هستند که می‌توان با روش‌های شناخته شده و پذیرفته شده آنها را نمونه‌برداری کرد و سپس در محیط کشت در آزمایشگاه رشد داد. چنین نتایجی به عنوان تعداد واحدهای تشکیل دهنده کلنی (CFU^۶) در هر حجم نمونه گزارش می‌شود (به عنوان مثال، متر مکعب هوا). بیوآئروسل‌های قابل شمارش نیز اسپورهای قارچی، سلول‌های باکتریایی و سایر موادی هستند که می‌توانند توسط میکروسکوب شناسایی و شمارش شوند.

به دلایل زیر از نظر علمی یک حد مجاز عمومی برای غلظت‌های بیوآئروسل قابل کشت یا قابل شمارش وجود ندارد:

^۱ Aspergillus fumigatus

^۲ Legionella pneumophila

^۳ SARS-COV-2

^۴ Mycobacterium tuberculosis

^۵ MVOCS

^۶ Colony-Forming Unit

- ۶- میکروارگانیسم های قابل کشت و ذرات بیولوژیکی قابل شمارش یک موجودیت واحد را تشکیل نمی دهند (به عنوان مثال، بیوآئرولوسل ها در بخشهای محیطی و غیرکشاورزی به طور کلی مخلوط پیچیده ای از ذرات مختلف میکروبی، حیوانی و گیاهی هستند).
- ۷- واکنش های انسان به بیوآئرولوسل ها از تأثیرات بی ضرر تا بیماریهای جدی و حتی کشنده به عامل خاص درگیر و حساسیت فرد به آن بستگی دارد. بنابراین، حد مناسب مواجهه با یک بیوآئرولوسل ممکن است برای دیگری کاملاً نامناسب باشد و هیچ یک از آنها برای جمعیت وسیعی قابل تعمیم نباشد.
- ۸- اگرچه روش های قابل اعتماد متعددی برای جمع آوری و تجزیه و تحلیل مواد بیوآئرولوسل در دسترس است، با این حال، روش های مختلف جمع آوری و تجزیه و تحلیل نمونه ممکن است منجر به برآوردهای مختلف غلطیت بیوآئرولوسل قابل کشت و قابل شمارش شود، حتی در صورت استفاده از همان روش های اولیه نمونه گیری.
- ۹- تنوع زمانی و مکانی ذاتی اسپورهای قارچ، باکتری ها و سایر غلظت های بیوآئرولوسل متعلق در محیط های بیرونی و داخلی، انجام تعداد کم نمونه جمع آوری شده یا چندین «نمونه برداری آنی»، برآورد میزان مواجهه میانگین وزنی (TWA) را به یک رویکرد غیرقابل اطمینان بدل می کند.

تعداد نمونه های مورد نیاز برای غله بر این محدودیت اغلب برای امور خارج از حوزه تحقیقات به صرفه نیست.

۱۰- در حال حاضر، اطلاعات مربوط به غلظت های بیوآئرولوسل قابل کشت یا قابل شمارش و ایجاد اثرات سلامتی به طور کلی برای توصیف روابط مواجهه - پاسخ کافی نیست.

ب) بیوآئرولوسل های قابل کشت یا قابل شمارش خاص به غیر از عوامل عفنونی. OELs اختصاصی برای بیوآئرولوسل های قابل کشت یا قابل شمارش برای جلوگیری از حساسیت بیش از حد، مواد محرك، عفنونی، سمی یا سایر واکنشهای سوء بهداشتی تعیین نشده است. در حال حاضر، اطلاعات مربوط به

غلظت‌های بیوآئرولسل قابل کشت یا قابل شمارش با اثرات سوء سلامتی تا حد زیادی از گزارشات موردنی و ارزیابی‌های مواجهه کیفی تشکیل شده است.

داده‌های موجود برای توصیف روابط مواجهه – پاسخ کافی نیستند. دلایل عدم وجود داده‌های اپیدمیولوژیک مناسب در مورد چنین روابطی شامل موارد زیر است:

۴- بیشتر داده‌ها در مورد غلظت‌های بیوآئرولسل‌های خاص به جای اندازه‌گیری عوامل موثر واقعی از اندازه‌گیری‌های شاخص مربوطه بدست می‌آیند. به عنوان مثال، برخی از محققان از غلظت‌های موجود در هوا از قارچ‌های قابل کشت برای نشان دادن مواجهه آنتی ژن‌های قارچی موجود در هوا استفاده می‌کنند. علاوه بر این، بیشتر اندازه‌گیری‌ها یا از نمونه‌های ناحیه و یا از نمونه‌های منبع انجام می‌شود. این رویکردهای نظارتی، در بهترین حالت، برآورده خام از مواجهه با انسان است. برای ایجاد داده‌های لازم برای استخراج OEL، نمونه‌برداری فردی از عوامل موثر ضروری است.

۵- اجزای سازنده و غلظت بیوآئرولسل در محیط‌های مختلف شغلی، غیر شغلی و زیست محیطی بسیار متفاوت است. متأسفانه، نمونه‌برداری تکرارشونده در ارزیابی‌های بیوآئرولسل چندان معمول نمی‌باشد. علاوه، معمولاً دستگاه‌های نمونه‌گیری هوا برای نظارت بر فضای داخلی برای جمع آوری نمونه‌های «آنی» در فواصل زمانی نسبتاً کوتاه طراحی شده‌اند. اندازه‌گیری نمونه‌های آنی کوتاه منفرد و کوتاه مدت ممکن است یک یا چند مرتبه از غلظت‌های متوسط دراز مدت، بالاتر (یا پایین‌تر) باشد و بعيد به نظر می‌رسد مواجهه ساکنین را به طور دقیق نشان دهد. برخی از ارگانیسم‌ها و منابع به عنوان «غلظت انفجار»، غلظتی از آئرولسل را آزاد می‌کنند، که فقط به ندرت با نمونه‌گیری محدود می‌توان آن را تشخیص داد. با این وجود، چنین انتشارهای اپیزودیک(منقطع) و گذرای بیوآئرولسل ممکن است اثرات قابل توجهی در سلامتی ایجاد کند.

۶- در مطالعات (به عنوان مثال، محل‌های کار یا خانه‌های منفرد)، در صورت محلی سازی آلودگی، ممکن است تعداد افرادی که تحت تأثیر عوامل بیولوژیکی قرار دارند، کم باشد و در نتیجه فقط بخشی از ساکنان ساختمان را تحت تأثیر قرار دهد. با این حال، به ندرت می‌توان داده‌های مطالعات مختلف را برای دستیابی به تعداد قابل توجهی از افراد مورد آزمایش ترکیب کرد؛ زیرا انواع خاصی از عوامل بیولوژیکی مسئول بیماری‌های مرتبط با بیوآئروسل متنوع هستند و اغلب از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متفاوت است. این عوامل منجر به قدرت آماری کم رایج در ارزیابی روابط علت و معلولی بین مواجهه با عوامل خاص بیولوژیکی و شکایات بهداشتی مرتبط با ساختمان می‌شود.

ج- عوامل عفونی: روابط مناسب مواجهه و پاسخ انسان برای بیوآئروسل‌های عفونی برای اکثر میکروارگانیسم‌ها و ویروس‌ها مشخص نشده است. در حال حاضر، پروتکل‌های نمونه‌برداری هوا برای عوامل عفونی بسیار محدود است. نمونه‌برداری هوا برای تعیین TWA یا مواجهه گذرا در اکثر محیط‌ها عملی نیست. این موارد می‌توانند برای امور تحقیقاتی دانشگاهی یا به عنوان بخشی از ارزیابی کلی جهت آگاهی از مواجهه بالقوه بیوآئروسل‌های عفونی مفید باشند. در بیشتر موارد مواجهه معمول، اقدامات بهداشت عمومی، مانند ایمن‌سازی، یافتن موارد فعل، کنترل منبع و درمان‌های پزشکی، همچنان دفاع اصلی در برابر بیوآئروسل‌های عفونی است. کارگاه‌ها و محل‌های با افزایش خطر انتقال بیماری‌های عفونی منتقله از هوا (به عنوان مثال، آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی، مراکز نگهداری حیوانات و مراقبت‌های بهداشتی) باید از کنترل‌های مهندسی (مانند تهویه و فیلتراسیون) استفاده کنند تا غلظت عوامل عفونی و مواجهات متعاقب را در هوا به حداقل برسانند. بعلاوه، چنین محل‌هایی باید کنترل‌های مدیریتی و تجهیزات حفاظت فردی (PPE)، مانند رسپیراتورهای تنفسی مناسب را نیز برای کاهش مواجهه کارگران با بیوآئروسل‌های عفونی به کار بگیرند.

د- سایر آلاتینده‌های ناشی از عوامل بیولوژیک: اندوتوکسین‌ها، مایکروتوکسین‌ها، آنتیژن‌ها، آلرژن‌ها و VOC‌ها با استفاده از آزمایش‌های شیمیایی، ایمنی شناختی یا بیولوژیکی شناسایی می‌شوند. شواهد

موجود هنوز نمی توانند موید BEIs یا OELs هیچ یک از این مواد باشند. با این حال، روش های سنجش برای برخی آتنی ژن های متداول موجود در هوا و اندو توکسین ها به طور پیوسته در حال بهبود هستند و اعتبار این سنجش ها در عرصه نیز در حال پیشرفت است. روابط دوز و پاسخ برای برخی از آلاینده های قابل ارزیابی از نظر بیولوژیکی در مطالعات تجربی و گهگاه بررسی های اپیدمیولوژیک مشاهده شده است.

بنابراین، ممکن است در آینده حدود مواجهه آلاینده های معلق در هوا، قابل آزمایش و از طریق بیولوژیک حاصل شود. علاوه بر این، تکنیک های نوآورانه مولکولی به طور فراینده ای برای بیوآئروسل های خاص یا آلاینده های زیست شناختی، در دسترس قرار گرفته است که قبلاً فقط با محیط کشت یا از طریق شمارش قابل تشخیص بودند.

منابع

ACGIH®: Bioaerosols: Assessment and Control. JM Macher, Ed; HM Ammann, HA Burge, DK Milton, and PR Morey, Asst. Eds. ACGIH®, Cincinnati, OH (1999).