



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



دانشگاه علوم پزشکی تهران
رشد سگله محیط زیست

حدود مجاز مواجهه شغلی



از اوقات، دستور العمل ها و اهنمود های تخصصی مراکز سلامت محیط و کار





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



دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشگاه محیط زیست

حدود مجاز مواجهه شغلی

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

مرکز سلامت محیط و کار
پژوهشگاه محیط زیست

- عنوان گاید لاین: حدود مجاز مواجهه شغلی

- کد الزامات : ۱-۰۳۰۱-۲۰۵۰۲۰۲

- تعداد صفحات: ۲۱۵

مرکز سلامت محیط و کار:

تهران-خیابان حافظ تقاطع جمهوری- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی-مرکز سلامت محیط و کار

تلفن: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۶۳۶، دورنگار: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۴۱۷

www.markazsalamat.ir

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - میدان انقلاب- خیابان کارگر شمالی-نرسیده به بلوار کشاورز- پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم

تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۹، دورنگار: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۸

<http://IER.tums.ac.ir>

مجری طرح بازنگری ویرایش سوم:

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

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

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

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

فهرست

۱	مستندات قانونی
۳	مقدمه
	بخش اول
۷	حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی
۷	مقدمه
۸	حدود مجاز مواجهه
۹	متوسط وزنی - زمانی (OEL-TWA)
۹	حد مجاز شغلی کوتاه مدت (OEL-STEL)
۱۰	حد مجاز شغلی سقفی (OEL-C)
۱۰	محدوده‌های نوسان
۱۲	مقایسه حد مجاز مواجهه شغلی TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلی سقفی
۱۳	حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی
۱۳	تغییرات در شرایط و برنامه های کاری
۱۳	کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیر معمول
۱۴	برنامه های کاری غیر معمول
۱۷	واحدهای OEL
۱۸	نمادها
۱۸	شاخص بیولوژیکی مواجهه (BEI)
۱۹	سرطان زایی
۱۹	بخار و کسر قابل تنفس (IFV)
۱۹	ایجاد حساسیت
۲۰	پوست
۲۲	علائم و حروف مخفف
۲۳	روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی
۸۶	مثالهای حد مجاز شغلی برای مخلوطها
۹۵	References
	بخش دوم
۹۶	حدود مجاز شاخص های بیولوژیکی مواجهه
۹۶	پایش بیولوژیک

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

بخش سوم

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

میدانهای الکتریکی پایا و میدانهای الکتریکی با فرکانس ۳۰ KHz و کمتر از آن (زیفرکانس

- ۱۴۳ رادیویی)
- ۱۴۴ پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو
- ۱۴۹ محدودیت های مواجهه
- ۱۵۰ نکاتی در مورد روش اندازه گیری امواج مایکروویو و رادیوفرکانسی
- ۱۵۰ حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV)
- ۱۵۱ مقادیر توصیه شده
- ۱۵۷ حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR)
- ۱۵۸ حد مجاز مواجهه شغلی لیزر
- ۱۵۹ گروه بندی لیزرها
- ۱۵۹ روزنه محدود
- ۱۵۹ اندازه منبع و ضریب تصحیح CE
- ضرایب تصحیح C,B,A (CA, CB و CC)
- ۱۶۱ پرتوگیری پالسی مکرر (RPE)
- ۱۶۹ روشنایی
- ۱۷۲ حدود مجاز مواجهه شغلی تنش های دمایی
- ۱۷۲ الف- تنش گرمایی
- ۱۷۴ ارزیابی و کنترل تنش دمایی
- ۱۸۰ ب- تنش سرمایی
- ۱۸۱ مقدمه
- ۱۸۵ ارزیابی و نظارت
- ۱۸۷ برنامه کار- استراحت توام با گرم شدن بدن
- ۱۹۰ ضرورت های پایش محیط کار
- ۱۹۲ References

بخش چهارم

- ۱۹۴ حدود مجاز در ارگونومی
- ۱۹۴ آسیبهای اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار (MSDs)
- ۱۹۵ راهبردهای کنترل
- ۱۹۶ عوامل غیر شغلی
- ۱۹۷ بلند کردن بار
- ۱۹۸ دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار
- ۲۰۳ References

پیشگفتار

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

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

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

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

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

دکتر وحید دستجردی

وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

مستندات قانونی

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

۱. ماده ۸۵ قانون کار

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

۲. تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار

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

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

پزشکی

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

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

- خدمات بهداشتی، درمانی، بهزیستی و دارویی.
- مواد دارویی، خوراکی، آشامیدنی، آرایشی، آزمایشگاهی، تجهیزات و ملزومات و مواد مصرفی پزشکی و توان بخشی.

- بهداشت کلیه مؤسسات خدماتی و تولیدی مربوط به خدمات و مواد مذکور در فوق.

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

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

به نحوی طراحی و مورد بهره برداری قرار گیرند که میزان عوامل زیان‌آور محیط کار از حد مجازی که از طرف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تعیین گردیده، تجاوز نکند. در روند پیشگیرانه ملاحظات فنی باید از مرحله طراحی محیط‌های کاری مورد توجه قرار گیرند. بر اساس تکالیف قانونی وزارت بهداشت و شرح وظایف مرکز سلامت محیط و کار، مجموعه حاضر تهیه گردیده و به تأیید و امضاء وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی رسیده است. لذا رعایت مصوبات مذکور برای کلیه کارفرمایان، کارگران و کارآموزان کارگاه‌ها الزامی است.

مقدمه

دستیابی به سلامت حق اساسی آحاد جامعه از جمله کارگران و کارکنان مشاغل مختلف است. رشته بهداشت حرفه‌ای به منظور تأمین این حق اساسی در جهت حرکت به سمت عدالت اجتماعی و حفظ کرامت اقشار زحمتکش جامعه فعالیت می‌نماید. بهداشت حرفه‌ای علم و فنی است که با پیش‌بینی، شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل مخاطره‌زای شغلی در جهت تأمین، حفظ و ارتقاء بالاترین سطح سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی کارکنان تمام مشاغل تلاش می‌کند. مسئولیت نظارت و اجرای برنامه‌ها و طرح‌های بهداشت حرفه‌ای در محیط‌های کاری کشور به عهده مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت و درمان می‌باشد 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 بخش سلامت می‌باشد. طبق برآورد، در ایران حدود ۱۶ میلیون کارگر در ۲ میلیون واحد شغلی در حال فعالیت هستند که از این تعداد، ۴۵ درصد نیروی کاری خدماتی، ۳۰ درصد در بخش کشاورزی و ۲۵ درصد در بخشهای صنعتی شاغل هستند که به شکل‌های مختلف در معرض عوامل زیان‌آور بهداشتی ناشی از فعالیت کاری قرار دارند. تدوین حدود مجاز ملی برای آلوده‌کننده‌های محیط کار امری لازم و اجتناب‌ناپذیر است به نحوی که دست‌اندرکاران علوم بهداشتی و صاحبان صنایع و کارکنان را تا آنجا که ممکن است راهنمایی نموده و ضوابط مشخص و واحدی را برای کنترل عوامل زیان‌بار محیط کار در اختیار آنان قرار می‌دهد.

در سال ۱۳۷۸ به منظور صیانت از سلامت شاغلین، وزارت بهداشت با جلب مشارکت گروهی از متخصصین بهداشت حرفه‌ای کشور و بر مبنای منابع علمی معتبر بین‌المللی و در نظر گرفتن ملاحظات بومی اقدام به تدوین حدود تماس شغلی عوامل زیان‌آور محیط کار نموده است. در طول دهه‌های گذشته مراکز و سازمان‌های قانونی و تحقیقاتی متعددی در کشورهای مختلف، حدود مجاز مواجهه شغلی را به صورت راهنما و کتاب ارائه نموده‌اند که عمدتاً در کشورهای مختلف دنیا مورد پذیرش قرار گرفته و یا مبنایی برای تدوین استاندارد ملی بوده است. استفاده صرف از این حدود مجاز تماس شغلی، بطور مثال، حد آستانه مجاز (TLV) مربوط به سازمان ACGIH تنها بر مبنای ملاحظات بهداشتی تدوین شده و سایر ملاحظات فنی، اقتصادی و یا حتی اجتماعی که مختص هر جامعه است، در آن لحاظ نشده است. حدود قانونی مواجهه با عوامل زیان‌آور بایستی ضمن حفاظت کارگران، آنقدر سخت‌گیرانه نیز نباشد که صنایع را از روند اصلی تولید و رقابت در عرصه‌های جهانی باز دارد.

پس از تعیین و ابلاغ حدود مجاز شغلی پس از دوره های زمانی مشخص به دلایلی از جمله تغییر قوانین بین المللی یا ملی، دعاوی قضایی، تقاضای جامعه، تغییر و اصلاح فرایندهای تولید و سطح فناوری، اهمیت روز افزون معضلات جهانی از جمله مسائل زیست محیطی، ارتقاء سطح دانش و مهارت های علمی در زمینه روش ها و تکنیک های آزمایشگاهی، ارتقاء سطح تکنیک های آماری مورد استفاده به ویژه در مطالعات اپیدمیولوژیک، افزایش ارتباطات و تبادل اطلاعات در بعد جهانی، تفاوت ها در قابلیت تحمل ریسک و سهولت دسترسی به نتایج داده های مربوط به حدود مجاز مواجهه شغلی سایر کشورها، لازم است که این حدود مورد بازنگری قرار گرفته و به روز رسانی شوند. بررسی ها نشان می دهد حدود مجاز مواجهه شغلی با عناوین متنوع در کشورهای مختلف در دوره های زمانی بین ۳ الی ۵ سال بازنگری می شوند. باتوجه به لازم الاجرا بودن حدود مجاز مواجهه شغلی تدوین شده در ایران بر مبنای ماده ۸۵ قانون کار در محیط های کاری کشور و استفاده از آن توسط کارشناسان، متخصصین و محققین به عنوان معیار قضاوت و تصمیم گیری در خصوص شرایط بهداشتی محیط کار، اهمیت به روز رسانی آن را دو چندان می کند. ویرایش های قبلی منتشر شده این حدود مجاز در کشور به طور گسترده مربوط به سال ۱۳۷۸ و ۱۳۸۲ بوده است و اینک ویرایش سوم آن تدوین و ارائه می گردد.

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

تدوین حدود مجاز مواجهه با عوامل مخاطره زا باید اساساً منطبق بر پژوهشهای فراگیر و مستمر باشد. اما اغلب محدودیت های تحقیقاتی و ملاحظات اجرایی این اجازه را نمی دهد که با موضوع رویکردی کاملاً پژوهش محور داشت. تجربیات کشورهای پیشرو و سازمانهای فراملیتی نیز به طور

مطلق منطبق و متکی بر پژوهشهای خود آنان نیست بلکه با بهره گیری از نتایج کار محققین در سراسر دنیا و تجربیات میدانی و اجرایی و با در نظر گرفتن ملاحظات محلی حدود مجاز را برای عوامل زیان آور تدوین و منتشر می کنند. بدین جهت کمیته تدوین و بازنگری در حدود مجاز مواجهه شغلی در سال ۱۳۹۰ تحت نظارت مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت تصمیم گرفت که با رعایت سه رویکرد: اقتباس، پژوهش محوری و اجماع علمی صاحب نظران به بازنگری حدود مجاز مواجهه شغلی بپردازد. در هر حال پایه اصلی تدوین ویرایش جدید با رعایت قالب اصلی ویرایش های قبلی کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی بوده است.

پس از تشکیل کمیته مشترک علمی و تعیین کارگروهها، جلسه توجیی و راهنمایی برای آنها تشکیل گردید. بر اساس نظر کمیته مشترک، حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL)^۱ جدید کشوری با در نظر گرفتن موارد زیر به تدوین گردید:

- ۱ - در نظر گرفتن کتاب "حدود تماس شغلی" ویرایش دوم، انتشار سال ۱۳۸۲.
- ۲ - استفاده از راهنما و فهرست آخرین حدود مجاز شغلی سازمانهای ACGIH، NIOSH، OSHA، استانداردهای اتحادیه اروپا و حدود مجاز کشورهای ژاپن و روسیه.
- ۳ - استفاده از منابع علمی نو و معتبر بین المللی و نتایج آخرین مطالعات در کشورهای دیگر
- ۴ - استفاده از نتایج مطالعات و پژوهشهای انجام شده در کشور
- ۵ - استفاده از پایگاههای اطلاعات معتبر بین المللی
- ۶ - در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، فناوری و اجتماعی و راهبردهای مصوب بالادستی کشور
- ۷ - در نظر گرفتن وسعت و خصوصیات جامعه کارگری در مواجهه با عامل زیان آور
- ۸ - در نظر گرفتن پیمانها و قوانین ملی و بین المللی مرتبط

کتاب حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی"، می تواند به عنوان راهنما برای تأمین سلامت شغلین مورد استفاده متخصصین بهداشت حرفه ای قرار گیرد. بنا براین استفاده و تفسیر حدود مجاز مزبور محدود به کسانی است که دانش لازم را برای آنها آموخته باشند و از محدودیت هایی که ممکن است در حالات مختلف عملی پدید آید آگاهی داشته و بتوانند تفسیر صحیحی از تطابق این حدود مجاز با آلودگی محیط کار بدست آورند. مطالعه اسناد و مدارکی که بر پایه آن حدود مجاز

وضع گردیده می‌تواند راهنمای خوبی در این زمینه باشد. جهت استفاده از این کتاب مقدمه هر بخش را بدقت مطالعه و در موارد ضروری با متخصصین مربوطه مشورت نمایند، بدیهی است که مسئولیت عواقبی که از کاربرد غیر صحیح این حدود مجاز بوجود آید و یا احیاناً مربوط به حالات استثنایی و بسیار نادر باشد به عهده کمیته تدوین این حدود نخواهد بود. کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه‌ای کتاب معیارهای «حدود مجاز مواجهه شغلی» را هر دو سال یکبار مطابق با مقتضیات و اولویت‌های کشوری مورد تجدید نظر قرار می‌دهد، لذا کلیه اسناد و مدارک بدست آمده در ارتباط با تأیید یا رد موارد اعلام شده در کمیته مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در صورت تأیید در چاپ بعدی ملحوظ خواهد شد. رعایت حدود مجاز اعلام شده در این کتاب برآوردی از وضعیتی است که در آن شرایط اختلال فیزیولوژیک یا بیماری مشهودی برای شاغلین در محدوده‌های اعلام شده حادث نگردد. لیکن باید توجه داشت که شرایط جسمانی و زمینه‌های فردی شاغلین متفاوت می‌باشد و این حدود بیان‌کننده مرز حقیقی بین سلامت و خطر نمی‌باشد به همین منظور در اغلب موارد حد مراقبت نیز تعریف گردیده است. به نظر می‌رسد اگر شاغلین روزانه ۸ ساعت و ۴۰ ساعت کار هفتگی با حدود اعلام شده مواجهه داشته باشند برای یک دوره کاری سلامت آنان تأمین می‌گردد.

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

کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه‌ای

اسفند ۱۳۹۰

بخش اول

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی

مقدمه

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

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

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

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

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

حدود مجاز مواجهه

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

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

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

متوسط وزنی- زمانی (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 می رود دستگاههای دفاعی بدن بتوانند سموم حاصل از ۸ ساعت کار را دفع و یا به وسیله پدیده های بیولوژیکی خنثی نمایند. بایستی در نظر داشت که اگرچه در برخی از موارد محاسبه غلظت متوسط هفتگی (بدون در نظر گرفتن روزهای کاری) ممکن است مناسب باشد، اما حدود تعیین شده با شرط ۸ ساعت کار روزانه می باشد و بایستی متوسط غلظت روزانه با حدود تعیین شده مورد مقایسه قرار گیرد.

حد مجاز شغلی کوتاه مدت^۲ (OEL-STEL)

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

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

1 - Time Weighted Average

2 - Short Term Exposure Limit

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

حد مجاز شغلی سقفی^۱ (OEL-C)

عبارت است از غلظتی از ماده شیمیایی که مواجهه شغلی بیش از آن حد حتی برای یک لحظه نیز مجاز نیست. اگر سنجش لحظه‌ای ماده شیمیایی برای مقایسه با OEL-C امکانپذیر نباشد، نمونه برداری باید در یک حداقل زمان کافی انجام شود تا مواجهه معادل یا بیشتر از حد سقفی تشخیص داده شود. برای برخی مواد مانند گازهای محرک فقط TLV-C کاربرد دارد و برای سایر مواد می‌توان برحسب اثرات فیزیولوژیک آنها از یک یا دو حد مجاز استفاده نمود. اعتقاد بر این است که حدود مجاز مبتنی بر تحریکات فیزیکی نباید کم اهمیت تر از حدود مجاز مبتنی بر آسیب‌های فیزیکی تلقی شود. شواهد روزافزونی نشانگر آن است که تحریک ممکن است شروع کننده، افزایش دهنده یا تسریع کننده اثرات بهداشتی زیان‌آور از طریق بر هم کنش با سایر عوامل شیمیایی یا بیولوژیک یا از طریق مکانیسم‌های دیگر باشد. نکته مهم آن است که هرگاه غلظت ماده شیمیایی در هوای محیط کار از یکی از ۳ حد مذکور تجاوز نماید امکان ایجاد مخاطره برای افراد وجود خواهد داشت.

محدوده‌های نوسان^۲

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

1- Ceiling Value

2 - Excursion Limits

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

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

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

با وجود آنکه مباحثه کامل تئوری و ویژگیهای توزیع لگ نرمال فراتر از اهداف این بخش است لذا فقط توصیف مختصری از واژه‌های مهم ارائه شده است. در توزیع لگ نرمال، شاخص تمایل مرکزی عبارت است از آنتی لگاریتم میانگین لگاریتم مقادیر نمونه‌ها باید از میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی استفاده نمود. در این توزیع شاخص تمایل مرکزی عبارت از آنتی لگاریتم میانگین لگاریتم مقادیر نمونه‌ها است. این توزیع دارای چولگی^۲ بوده و میانگین هندسی آن (mg) آن همیشه کوچکتر از میانگین حسابی است به مقداری که بستگی به انحراف معیار هندسی (sdg) دارد. در توزیع لگ نرمال، انحراف معیار هندسی، معادل آنتی لگاریتم انحراف معیار لگاریتم مقادیر نمونه است. در این توزیع $68\% \text{sdg} / \text{mg}$ و $95\% \text{sdg} \times \text{mg}$ قرار می‌گیرند.

اگر مقادیر مواجهه کوتاه مدت در یک شرایط معین دارای انحراف معیار هندسی ۲ باشد، ۵٪ از کل مقادیر، فراتر از ۳/۱۳ برابر میانگین هندسی خواهند بود. اگر در فرایندی تغییر پذیری بیش از این مقدار باشد آن فرآیند تحت کنترل مناسب نبوده و باید اقدامات لازم برای کنترل شرایط کار اعمال

1- Lognormally Distributed

2 - Skewed

شود. اساس پیشنهاد حد نوسان برای دسته ای از مواد شیمیایی که دارای (OEL-TWA) هستند ولی STEL ندارند نیز بر این مسئله استوار است.

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

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

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

(TLV-C): حد مواجهه شغلی - سقف: عبارت است از مرز معینی که غلظت نباید از آن حد بیشتر شود و برای گروهی از مواد استفاده می‌شود که غالباً اثرات آکنی داشته و TLV براساس اثرات اختصاصی آنها تعیین می‌شود در حالیکه حد تماس شغلی متوسط سنجش زمانی (TLV-TWA) حدی است که بطور مشروط نوسان مقادیر بالاتر از TLV را مجاز می‌سازد زیرا در طی زمانی که متوسط سنجش زمانی (TWA) آن تعیین می‌شود غلظت ماده می‌تواند به بالاتر یا پایین تر از TLV نوسان نماید، مشروط بر آنکه مقادیر کمتر از TLV مقادیر بالاتر از آن را جبران نماید. متوسط سنجش زمانی را می‌توان برای یک روز کاری و در برخی موارد نیز برای یک هفته کاری محاسبه نمود، البته رابطه بین TLV و نوسان

مجاز قاعده‌ای است که در برخی موارد کاربرد ندارد زیرا مجاز بودن نوسان غلظت به بالاتر از TLV به عواملی بدین شرح بستگی دارد: ماهیت آلاینده، آیا آلاینده در غلظت‌های زیاد حتی در کوتاه مدت ایجاد مسمومیت می‌نماید یا خیر؟، آیا اثرات آلاینده تجمعی است یا خیر؟ و بالاخره تعداد دفعات و طول مدت زمانی که غلظت‌های بالا در آن اتفاق می‌افتد. لذا باید توجه داشت که روش نمونه‌گیری برای تعیین انواع حدود مجاز (TWA-STEL-C) متفاوت است. بطور مثال برای تعیین حد تماس شغلی سقف (C) می‌توان از یک نمونه‌گیری کوتاه مدت و مختصر استفاده نمود ولی برای تعیین حد TWA به تعداد کافی نمونه در یک شیفت یا یک دوره کامل کاری نیاز است.

حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی

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

تغییرات در شرایط و برنامه های کاری

کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول

زمانی که شاغلین با آلاینده‌های هوا در شرایط دما و فشار با تفاوت قابل توجه با شرایط نرمال (NTP) (دمای 25°C و فشار 760 mmHg) مواجهه دارند، باید در مقایسه نتایج نمونه برداری با حدود مجاز مواجهه دقت نمود. برای آئروسول‌ها، غلظت مواجهه TWA (محاسبه شده از حجم نمونه بدون تصحیح شرایط دما و فشار) باید مستقیماً با حدود مجاز مواجهه تعیین شده مقایسه شود. برای گازها و بخارات، گزینه‌های مختلفی برای مقایسه نتایج نمونه برداری هوا با حدود مجاز مواجهه وجود دارد. یک روش ساده به این ترتیب است که:

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

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

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

در مقایسه نتایج نمونه‌برداری تحت شرایط جوی غیرمعمول با حدود مجاز، چندین پیش فرض در نظر گرفته می‌شود. یکی از این فرضیه‌ها این است که حجم هوای استنشاقی شاغل در یک روز کاری

تحت شرایط دما و فشار متوسط محیط در مقایسه با شرایط استاندارد، چندان تفاوتی ندارد. یک فرض دیگر برای گازها و بخارات آن است که دز جذب شده با فشار نسبی ترکیب استنشاق شده مرتبط است. نتایج نمونه برداری حاصله تحت شرایط غیرمعمول را نمی‌توان به سهولت با حدود مجاز تدوین شده مقایسه نمود. چنانچه شاغلین در مواجهه با فشارهای خیلی زیاد یا خیلی کم باشند، بایستی مراقبت شدید در این مقایسه‌ها اعمال شود.

برنامه‌های کاری غیرمعمول

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

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

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

1 - Peak Body Burden

2 - Brief and Scala Model

3 - Recovery Time

در مدل بریف و اسکالا به این واقعیت توجه شده است که در هر روز کاری ۱۲ ساعته، مواجهه با یک عامل شیمیایی ۵۰٪ بیش از یک شیفت کاری ۸ ساعته در شرایط مشابه می‌باشد و دوره بازتوانی و سم زدایی بدن نسبت به آن عامل ۲۵٪ کمتر از شیفت ۸ ساعته است (دوره سم زدایی از ۱۶ ساعت به ۱۲ ساعت کاهش می‌یابد). همچنین در این مدل به این نکته توجه شده است که تکرار مواجهه طی روزهای کاری در بعضی موارد ممکن است فشار زیادی را بر مکانیسم‌های سم زدایی بدن وارد نماید تا جایی که این احتمال وجود دارد که تجمع سموم در ارگانهای هدف هر ماده روی دهد. این مسئله اغلب باعث می‌شود که علیرغم وجود محدوده ایمنی برای مقادیر OEL، مصونیت در مقابل سمیت مواد در شیفتهای غیرمعمول کاهش یابد.

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

$$\text{OEL-TWA} \times (\text{ضریب کاهش روزانه یا هفتگی}) = \text{OEL اصلاح شده}$$

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

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

در رابطه فوق، hr ساعات کار روزانه است.

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

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

در رابطه فوق، hr ساعات کار هفتگی می‌باشد.

مثال

در صورتی که OEL-TWA یک ماده شیمیایی معادل 50 ppm باشد، در یک شیفت کاری روزانه معادل ۱۰ ساعت این حد به 35 ppm و در یک شیفت ۱۲ ساعته به 25 ppm کاهش می‌یابد؟

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

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

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

$$EF = (EF(8)-1) RF + 1$$

EF: ضریب نوسان

EF(8): مقادیر ضریب نوسان مربوط به حد مجاز ۸ ساعته

RF: ضریب کاهش OEL

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

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

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

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

افزایش ساعات کار رابطه خطی نداشته و نیازی به اصلاح OEL وجود ندارد. اینگونه موارد از طریق مراجعه به ستون مبنای تعیین حد مجاز مواجهه در جدول حدود مجاز مواجهه شغلی قابل مشاهده است. کاربرد مدل بریف و اسکالا آسانتر از مدل‌های بسیار پیچیده مبتنی بر کنشهای فارماکوکینتیکی است. کاربرد این مدل‌ها معمولاً مستلزم دانستن نیمه عمر هر ماده و برخی از مدل‌ها نیازمند داده‌های بیشتری است. مدل ارائه شده دیگر در این موارد، مبتنی بر استفاده از روش هابر برای محاسبه حدود مواجهه تعدیل شده است. اعداد تعیین شده با این روش نزدیک به اعداد حاصل از مدل‌های فیزیولوژیکی فارماکوکینتیکی می‌باشند.

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

واحدهای OEL

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

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

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

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

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

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

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

یا

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

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

نمادها

شاخص بیولوژیکی مواجهه^۱ (BEI)

نماد BEI مربوط به شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه است و در زمانی که این شاخص برای یک ماده شیمیایی تدوین شده باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. سه زیرگروه برای این نماد اضافه شده است. این سه زیرگروه به کاربران کمک می‌کند تا تشخیص دهند این نمادها فقط مربوط به آفت کشتهای بازدارنده استیل کولین استراز یا ایجاد کننده مت هموگلوبین می‌باشند. این سه زیرگروه عبارتند از: BEI_A : به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای آفت کشتهای مهارکننده استیل کولین استراز مراجعه شود. BEI_M : به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای ایجاد کننده‌های مت هموگلوبین مراجعه شود. BEI_P : به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه ای (PAHS) مراجعه شود.

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

1 - Biological Exposure indices

سرطان زایی^۱

سرطان را عاملی است که باعث ایجاد یک تومور خوش خیم یا بدخیم می شود. شواهد سرطان - زایی از مطالعه های سم شناسی، اپیدمیولوژی و مکانیکی حاصل می شود. نمادهای مختلف توسط سازمانهای و مراکز علمی معتبر برای نشان دادن قابلیت سرطان زایی عوامل مختلف ارائه شده است. در این بخش از نمادهای ارائه شده توسط مجمع دولتی متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا^۲ (ACGIH) که با حرف A همراه با اعداد ۱ تا ۵ که نشانگر درجه سرطان زایی مواد است استفاده شده است. طبقه بندی و تعاریف مربوط به نمادهای مختلف سرطان زایی در ضمیمه الف به طور مفصل ارائه شده است.

بخار و کسر قابل تنفس^۳ (IFV)

این نماد زمانی استفاده می شود که یک ماده فشار بخار کافی برای بودن در هر دو فاز ذره ای 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 می شود. این نماد به طور معمول برای موادی با نسبت SVC/OEL بین ۰/۱ و ۱۰ مورد استفاده قرار می گیرد.

کارشناس بهداشت حرفه ای باید هر دو فاز ذره و بخار را هنگام انتخاب تکنیک نمونه برداری برای بررسی مواجهه با آلاینده های ناشی از شرایط زیر را در نظر بگیرد:

الف- عملیاتهای اسپری کردن

ب- فرایندهایی که تغییرات دما روی حالت فیزیکی ماده اثر گذار است

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

ایجاد حساسیت

نماد حساسیت اشاره به قابلیت یک ماده برای ایجاد حساسیت است که توسط مطالعات انسانی و حیوانی اثبات شده است. این نماد دلالت بر این ندارد که حساسیت یک اثر مهم در تعیین OEL داشته است یا حساسیت تنها عامل تعیین کننده OEL بوده است. اگر داده های مربوط به حساسیت زایی موجود بود از آنها با دقت در پیشنهاد حد مجاز یک ماده استفاده شود. برای موادی که مبنای تعیین حد

1- Carcinogenicity

2- American Conference of Governmental Industrial Hygienist

3 - Inhalable Fraction and Vapor

4- Saturated Vapor Concentration

مجاز آنها، حساسیت زایی بوده است به معنای آن است که انتظار می‌رود با رعایت این حد، از ایجاد حساسیت در شاغلین حفاظت خواهد شد. این حدود مجاز برای حفاظت از شاغلینی که قبلاً به آن ماده حساسیت پیدا کرده‌اند، در نظر گرفته نمی‌شود.

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

حساسیت زایی اغلب از طریق یک مکانیسم ایمونولوژیکی رخ می‌دهد و نباید با شرایط یا اصطلاحات دیگر مانند بیش‌فعالی، استعداد یا حساسیت داشتن، اشتباه گرفته شود. در ابتدای مواجهه با یک عامل حساسیت‌زا ممکن است هیچ پاسخی 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) شود. 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 مقطعی نشان دهند. کاهش مواجهه با عوامل حساسیت‌زا و ترکیبات با ساختار مشابه با آنها معمولاً شیوع واکنش‌های آلرژیک را در افراد حساس شده کاهش می‌دهد. برای برخی از افراد حساس شده، اجتناب کامل از مواجهه با عامل حساسیت‌زا و ترکیبات مشابه آن تنها راه حل پیشگیری از پاسخ‌های ایمنی خاص می‌باشد.

مواد شیمیایی با قابلیت حساسیت‌زایی 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 حمل‌ایمن آنها و اطلاعات مربوط به شرایط اضطراری نیز ضروری می‌باشد.

پوست

نماد پوست برای موادی بکار می‌رود که سهم قابل توجهی از جذب آنها از طریق جلدی، غشاهای مخاطی و چشم‌ها در اثر تماس با بخارات، مایعات و جامدات، انجام می‌شود. هر جا که مطالعات پوستی نشانگر آن باشد که جذب پوستی قادر به ایجاد اثرات سیستمیک به‌دنبال مواجهه است، نماد پوست

بایستی برای آن عامل مورد استفاده قرار گیرد. نماد پوست هشدار برای کارشناسان بهداشت حرفه‌ای است مبنی بر اینکه ممکن است مواجهه بیش از حد مجاز به دنبال تماس با مایع یا آئروسول‌ها رخ دهد حتی در شرایطی که مواجهه‌های هوابرد کمتر از حد مجاز است.

نماد پوست نباید برای مواد شیمیایی که باعث تحریک پوستی می‌شوند به کار رود. البته این نماد ممکن است همراه با نماد حساسیت برای موادی استفاده شود که 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 بطوریکه وقتی بر روی پوست قرار می‌گیرند یا با یک ماده‌ای مخلوط می‌شوند، می‌توانند میزان انتقال مواد را به داخل پوست افزایش دهند. علاوه بر این وجود برخی از شرایط جلدی نیز می‌تواند بر روی میزان ورود مواد از طریق پوست یا زخم تأثیرگذار باشد.

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

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

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

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

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

علائم و حروف مخفف

‡: کاندید تغییر حد مجاز

A: سرطان زایی (ضمیمه الف)

C: حد مجاز سقفی

D: خفگی آور ساده

E: حد مجاز صرفاً برای ذرات فاقد آذیبست 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 غشائی نمونه‌گیری و با میکروسکوپ فاز کنتراست با بزرگنمایی ۴۵۰-۴۰۰ شمارش می‌شوند.

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

H: فقط آئروسول

I: ذرات قابل تنفس (ضمیمه ج)

IFV: بخار و کسر قابل تنفس

L: شامل ترکیبات استنارات فلزات سمی نمی‌باشد.

K: نباید جرم ذرات قابل استنشاق بیشتر از 2 mg/m_3 باشد.

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

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

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

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

R: ذرات قابل استنشاق (ضمیمه ج)

T: ذرات توراسیک (ضمیمه ج)

V: بخار و آئروسول

روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی

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

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

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

فهرست حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	ملاحظات
			STEL/C	TWA		
۱	استالدهید Acetaldehyde	۴۴/۰۵	C ۲۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم	A4
۲	اسید استیک Acetic acid	۶۶	۱۵ ppm	۱۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تأثیر بر عملکرد ریوی	-
۳	انیدرید استیک Acetic anhydride	۱۰۲/۰۲	۳ ppm	۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	A4
۴	استون Aceton	۵۸/۰۵	۷۵۰ ppm	۵۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی	A4 BEI
۵	استون سیانو هیدرین Acetone cyanohydrin, as CN	۵۸/۱۰	C۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ سردرد؛ هیپوکسی و سیانوز	پوست
۶	استونتریل Acetonitrile	۴۱/۰۵	-	۲۰ ppm	تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس	پوست A4
۷	استوفنون Acetophenone	۱۲۰/۱۵	-	۱۰ ppm	سوزش چشم	-
۸	۲-استیل آمینو فلورن 2-Acetyl amino flourene	۲۲۳/۲۷	-	۱ ppm	تحریک و سوزش چشم	-
۹	استیلن Acetylene	۲۶/۰۲	خفگی آور ساده (D)		خفگی	
۱۰	تترا برمید استیلن Acetylene Tetrabromide	۳۴۵/۷	-	۱ ppm	تحریک و سوزش	-
۱۱	اسید استیل سالیسیلیک (آسپیرین) Acetylsalicylic acid	۱۸۰/۱۵	-	۵ mg/m ³	سوزش چشم و پوست	-
۱۲	آکروالین Acrolein	۵۶/۰۶	C ۰/۱ ppm	-	سوزش چشم و قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ ادم و آمفیزم ریوی	پوست A4
۱۳	آکریل آمید Acrylamide	۷۱/۰۸	-	۰/۰۳ mg/m ³ (IVF)	اختلال سیستم اعصاب مرکزی	پوست A3
۱۴	اسید آکریلیک Acrylic acid	۷۲/۰۶	-	۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی	پوست A4

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۱۵	آکریلونیتریل Acrylonitrile	۵۳/۰۵	۲ ppm	۲ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی
۱۶	اسید آدیپیک Adipic acid	۱۴۶/۱۴	۵ mg/m ³	۵ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب خودکار
۱۷	آدیپونیتریل Adiponitrile	۱۰۸/۱۰	۲ ppm	۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی
۱۸	آلاکلر Alachlor	۲۶۹/۸	۱ mg/m ³ (IVF)	۱ mg/m ³ (IVF)	هموسیدروزیس حساسیت A3
۱۹	آلدرین Aldrin	۳۴۶/۹۳	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی
۲۰	گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4) Aliphatic hydrocarbon gases, Alkane [C1-C4]	متفاوت	۱۰۰۰ ppm	۱۰۰۰ ppm	حساسیت های قلبی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۱	آلیل الکل Allyl alcohol	۵۸/۰۸	۰/۵ ppm	۰/۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۲۲	آلیل کلرید Allyl chloride	۷۶/۵۰	۱ ppm	۲ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی
۲۳	آلیل گلیسیدیل اتر Allyl glycidyl Ether	۱۴۴/۱۴	۱ ppm	۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ درماتیت سوزش چشم و پوست
۲۴	آلیل پروپیل دی سولفید Allyl propyl disulfide	۱۴۸/۱۶	۰/۵ ppm	۰/۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۲۵	فلز آلومینوم و ترکیبات نامحلول آن Aluminum metal and insoluble compounds	۲۶/۹۸ متفاوت	۱mg/m ³ (R)	۱mg/m ³ (R)	پنومو کونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی؛ سمیت عصبی
۲۶	۴-آمینو دی فنیل 4-Amino diphenyl	۱۶۹/۲۳	-	-	سرطان کبد و مثانه

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۲۷	۲- آمینو دی فنیل 2-Amino dipheny	۹۱/۱۱	۰/۵ ppm	-	سر درد؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سرگیجه
۲۸	۲- آمینو پیریدین یا ۲- پیریدیل آمین 2-Aminopyridine	۹۱/۱۱	۰/۵ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۹	آمیتروپول Amitrol	۸۴/۸۰	۰/۲ mg/m ³	-	اثرات تیروئیدی
۳۰	آمونیاک Ammonia	۱۷/۳۰	۲۵ ppm	۳۵ ppm	آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی
۳۱	دمه کلرید آمونیوم Ammonium chloride fume	۵۳/۵۰	۱۰ mg/m ³	۲۰ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس و چشم
۳۲	پرفلورو اکتانوات آمونیوم Ammonium Perfluorooctanoate	۴۳۱	۰/۰۱ mg/m ³	-	آسیب کبدی
۳۳	سولفامات آمونیوم Ammonium sulfamate	۱۱۴/۱۳	۱۰ mg/m ³	-	-
۳۴	استات آمیل نرمال n-Amyl acetate	۱۳۰/۱۸	۱۰۰ ppm	-	تحریک و سوزش
۳۵	استات آمیل نوع دوم sec-Amyl acetate	۱۳۰	۱۲۵ ppm	-	تحریک و سوزش
۳۶	ترت- آمیل متیل اتر tert-Amyl methyl Ether (TAME)	۱۰۲/۲	۲۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب جنینی
۳۷	آنیلین Aniline	۹۳/۱۲	۲ ppm	-	مت هموگلوبینی
۳۸	ار تو- آنیزیدین o-Anisidine	۱۲۳/۱۵	۰/۵ mg/m ³	-	مت هموگلوبینی
۳۹	پارا- آنیزیدین p-Anisidine	۱۲۳/۱۵	۰/۵ mg/m ³	-	مت هموگلوبینی
۴۰	آنتی موآن و ترکیبات آن Antimony and compound, as Sb	۱۲۱/۷۵	۰/۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست
۴۱	هیدرید آنتی موآن Antimony hydride	۱۲۴/۷۸	۰/۱ ppm	-	همولیز؛ آسیب کلیوی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۴۲	تری اکسید آنتی موآن Antimony trioxide	۲۹۱/۵	-	-	سرطان ریه؛ پنوموکنیوزیس
۴۳	آنتو؛ (آلفا) نفتیل تیو کاربامید، ANTU α -Naphthyl thio carbamide	۲۰۲/۲۷	۰/۳ mg/m ³	-	پوست A4 اثرات تیروئیدی؛ تهوع
۴۴	آرگون Argon	۳۹/۹۵	خفگی آور ساده (D)	-	خفگی
۴۵	الیاف قابل استنشاق پارا آرامید p-Aramid respirable fibres	-	۰/۵ f/ml	-	-
۴۶	آرسنیک و ترکیبات معدنی Arsenic and inorganic compound, as As	۷۴/۹۲ متفاوت	۰/۰۱ mg/m ³	-	سرطان ریه BEI A1
۴۷	آرسین Arsine	۷۷/۹۵	۰/۰۰۵ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب و عروق محیطی؛ اختلال کلیوی و کبدی
۴۸	تمام اشکال آزبست Asbestos, all forms	-	۰/۱ f/cc(F)	-	پنوموکنیوزیس؛ سرطان ریه؛ مزوتلیوم
۴۹	دمه آسفالت (فیر) برحسب آثروسل محلول در بنزن Asphalt(Bitumen)fume, as benzene-soluble aerosol	-	۰/۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم A4
۵۰	آترازین Atrazine	۲۱۶/۰۶	۵mg/m ³	-	تشنج سیستم اعصاب مرکزی A4
۵۱	متیل آزینفوس Azinphos-methyl	۳۱۷/۳۴	۰/۲mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ حساسیت بازدارنده آنزیم کولین استراز BEI _A A4
۵۲	آزو دی کربن آمید Azodicarbonamide	۱۱۶/۰۸	۱mg/m ³	۳mg/m ³	حساسیت
۵۳	باریم و ترکیبات محلول آن Barium and soluble compound, as Ba	۱۳۷/۳۰	۰/۵ mg/m ³	-	سوزش پوست؛ چشم و دستگاه گوارش؛ تونوس عضلات A4
۵۴	سولفات باریم Barium sulfate	۲۳۳/۴۳	۱۰mg/m ³	-	پنوموکنیوزیس

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۵۵	بنومیل Benomyl	۲۹۰/۳۲	۱mg/m ³	-	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ آسیب به بیضه و دستگاه تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی
۵۶	بنزو (آلفا) آنتراسن Benz[α]anthracene	۲۲۸/۳۰	-	-	سرطان پوست
۵۷	بنزن Benzene	۷۸/۱۱	۰/۵ ppm	۲/۵ ppm	سرطان خون
۵۸	بنزیدین Benzidine	۱۸۴/۲۳	-	-	سرطان مثانه
۵۹	بنزو (بتا) فلورانتن Benzo[b]fluoranthene	۲۵۲/۳۰	-	-	سرطان
۶۰	بنزو (آلفا) پیرن Benzo[a]pyrene	۲۵۲/۳۰	-	-	سرطان
۶۱	بنزو تری کلرید Benzotrichloride	۱۹۵/۵۰	-	C ۰/۱ ppm	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست
۶۲	کلرید بنزوئیل Benzoyl chloride	۱۴۰/۵۷	-	C ۰/۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۶۳	پراکسید بنزوئیل Benzoyl Peroxide	۲۴۲/۲۲	۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست
۶۴	استات بنزیل Benzyl acetate	۱۵۰/۱۸	۱۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی
۶۵	بنزیل بوتیل فتالات Benzyl butyl phthalate	-	۵ mg/m ³	-	-
۶۶	کلرید بنزیل Benzyl chloride	۱۲۶/۵۸	۱ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست
۶۷	بریلیم و ترکیبات آن Beryllium and compounds, as Be	۹/۰۱	۰/۰۰۰۵ mg/m ³	-	حساسیت بریلیم؛ بیماری مزمن ناشی از بریلیم (بریلیوزیس)
۶۸	بی فیل Biphenyl	۱۵۴/۲۰	۰/۲ ppm	-	عملکرد ریوی
۶۹	بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات Bis(2-ethylhexyl) phthalate	۳۹۰/۵۶	۵ mg/m ³	۱۰ mg/m ³	-

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۷۰	بیس (کلرو متیل) اتر Bis(chloromethyl) ether	۱۱۴/۹۶	۰/۰۱ ppm	-	سرطان زایی
۷۱	بیس (۲- دی متیل آمینو اتیل) اتر Bis (2-dimethylaminoethyl) ether (DMAE)	۱۶۰/۲۶	۰/۰۵ ppm	۰/۱۵ ppm پوست؛	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست
۷۲	بیس مونت تلورید ترکیب غیر منقوط ترکیب منقوط با سلنیم Bismuth Telluride Undoped Se-doped as Bi ₂ Te ₃	۸۰۰/۸۳	۱۰ mg/m ³ ۵ mg/m ³	- A4	آسیب ریوی
۷۳	ترکیبات بورات؛ معدنی Borate compounds, Inorganic	متفاوت	۲ mg/m ³	۶ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۷۴	اکسید بور Boron oxide	۶۹/۶۴	۱۰ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
۷۵	تری برمید بور Boron tribromide	۲۵۰/۵۷	-	C ۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۷۶	تری فلورید بور Boron trifluoride	۶۷/۸۲	-	C ۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ پنومونیت
۷۷	بروماسیل Bromacil	۲۶۱/۱۱	۱۰ mg/m ³	-	اثرات تیروئیدی
۷۸	بروم Bromine	۱۵۹/۸۱	۰/۱ ppm	۰/۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی؛ آسیب ریوی
۷۹	پنتا فلورید بروم Bromine pentafluoride	۱۷۴/۹۲	۰/۱ ppm	-	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست
۸۰	برومو فرم Bromoform	۲۵۹/۷۳	۰/۵ ppm	-	آسیب کبدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۸۱	۱- بروم پروپان 1- Bromopropane	۱۲۲/۹۹	۱۰ ppm	-	آسیب های کبدی و جنینی؛ سمیت اعصاب
۸۲	۱،۳- بوتادین 1,3-Butadiene	۵۴/۹۰	۲ ppm	-	سرطان

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۸۳	همه ایزومرهای بوتان Butane, all isomers				مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک: آلکانها (C1-C4)
۸۴	ان-بوتانول n-Butanol	۷۴/۱۲	۲۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۸۵	بوتانول نوع دوم sec-Butanol	۷۴/۱۲	۱۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۸۶	بوتانول نوع سوم tert-Butanol	۷۴/۱۲	۱۰۰ ppm	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۸۷	همه ایزومرهای بوتن ها ایزو بوتن Butene, all isomers, Isobutene	۵۶/۱۱	۲۵۰ ppm	-	اثر روی وزن بدن
		-	۲۵۰ ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اثر روی وزن بدن
۸۸	۲-بوتوکسی اتانول 2-Butoxyethanol (EBGE)	۱۱۸/۱۷	۲۰ ppm	BEI A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۸۹	۲-بوتوکسی اتیل استات 2-Butoxyethyl acetate	۱۶۰/۲	۲۰ ppm	A3	همولیز
۹۰	بوتیل استات نرمال n-Butyl acetate	۱۱۶/۱۶	۱۵۰ ppm	۲۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۱	بوتیل استات نوع دوم sec-Butyl acetate	۱۱۶/۱۶	۲۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۲	بوتیل استات نوع سوم tert-Butyl acetate	۱۱۶/۱۶	۲۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۳	بوتیل آکریلات نرمال n-Butyl acrylate	۱۲۸/۱۷	۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
				حساسیت A4	سردرد؛ تحریک
۹۴	بوتیل آمین نرمال n-Butylamine	۷۳/۱۴	-	C ۵ ppm	قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۹۵	هیدروکسی تولوئن بوتیل دار Butylated hydroxytoluene	۲۲۰/۳۴	۲ mg/m ³ (IVF)	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۹۶	بوتیل کرومات نوع سوم tert-Butyl chromates, as CrO3	۲۳۰/۲۲	-	C ۰/۱ mg/m ³	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و پوست
۹۷	بوتیل گلیسیدیل اتر نرمال n-Butyl glycidyl ether (BGE)	۱۳۰/۲۱	۳ ppm	-	آسیب سیستم تولید مثل
				حساسیت پوست	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۹۸	بوتیل لاکتات نرمال n-Butyl lactate	۱۴۶/۱۹	۵ ppm	-	سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۹۹	بوتیل مرکاپتان نرمال n-Butyl mercaptan	۲۰/۱۹	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۰۰	ارتو بوتیل فنول نوع دوم o-sec Butylphenol	۵۱۰/۲۲	۵ ppm	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی، پوست و چشم
۱۰۱	پارا بوتیل تولوئن نوع سوم p-tert-Butyl toluene	۱۴۸/۱۸	۱ ppm	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۱۰۲	کادمیوم و ترکیباتش Cadmium and compounds, as Cd	۱۱۲/۴۰	۰/۰۱ mg/m ³	-	آسیب های کلیوی
		متفاوت	۰/۰۰۲ mg/m ^{3(R)}	-	
۱۰۳	کربنات کلسیم Calcium carbonate	۱۰۰/۰۹	۴ mg/m ^{3(R)}	-	-
۱۰۴	کرومات کلسیم Calcium chromate	۱۵۶/۰۹	۰/۰۰۱ mg/m ³	-	سرطان ریه
۱۰۵	سیانید کلسیم، بصورت سیانید Calcium cyanide, as CN	۹۲/۱۱	C ۵ mg/m ³	-	پوست
۱۰۶	سیانامید کلسیم Calcium cyanamide	۸۰/۱۱	۰/۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۰۷	هیدروکسید کلسیم Calcium hydroxide	۷۴/۱۰	۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۱۰۸	اکسید کلسیم Calcium oxide	۵۶/۰۸	۲ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۰۹	سیلیکات کلسیم؛ غیر فیبروزی مصنوعی Calcium silicate Synthetic nonfibrous	-	۱۰ mg/m ^{3 (E)}	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۱۰	سولفات کلسیم Calcium sulfate	۱۳۶/۱۴	۱۰ mg/m ³	-	پاره شدن تیغه بینی
۱۱۱	کافور، مصنوعی Camphor, synthetic	۱۵۲/۲۳	۲ ppm	۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ فقدان حس شامه
۱۱۲	کاپرولاکتام Caprolactam	۱۱۳/۱۶	۵ mg/m ^{3 (IVF)}	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۱۳	کاپتافول Captafol	۳۴۹/۰۶	۰/۱ mg/m ³	-	سوزش پوست

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	توضیحات
			STEL/C	TWA		
۱۱۴	کاپتان Captan	۳۰۰/۶۰	۵ mg/m ³	-	حساسیت؛ A3	سوزش پوست
۱۱۵	کاربایل Carbaryl	۲۰۱/۲۰	۰/۵ mg/m ³ (IVF)	-	حساسیت A2	بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ آسیب سیستم تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی
۱۱۶	کاربوفوران Carbofuran	۲۲۱/۳۰	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	-	BEI _A A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۱۷	دوده Carbon black	-	۳ mg/m ³	-	A3	برونشیت
۱۱۸	دی اکسید کربن Carbon dioxide	۴۴/۰۱	۵۰۰۰ ppm	۳۰۰۰۰ ppm	-	خفگی
۱۱۹	دی سولفید کربن Carbon disulfide	۷۶/۱۴	۱ ppm	-	حساسیت؛ A4 BEI	اختلال سیستم اعصاب محیطی
۱۲۰	مونوکسید کربن Carbon monoxide	۲۸/۰۱	۲۵ ppm	-	BEI	کربوکسی هموگلوبین
۱۲۱	تترابرمید کربن Carbon tetrabromide	۳۳۱/۶۵	۰/۱ ppm	۰/۳ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب کبدی
۱۲۳	تتراکلرید کربن Carbon tetrachloride	۱۵۳/۸۴	۵ ppm	۱۰ ppm	پوست؛ A2	آسیب کبدی
۱۲۴	فلوئورید کربونیل Carbonyl fluoride	۶۶/۰۱	۲ ppm	۵ ppm	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب استخوانی
۱۲۵	کاتکول Catechol	۱۱۰/۱۱	۵ ppm	-	پوست A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت
۱۲۶	سلولز Cellulose	نامشخص	۱۰ mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۲۷	هیدروکسید سزیم Cesium hydroxide	۱۴۹/۹۲	۲ mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۲۸	کلردان Chlordane	۴۰۹/۸۰	۰/۵ mg/m ³	-	پوست؛ A3	آسیب کبدی
۱۲۹	کامفن کلره Chlorinated camphene	۴۱۴/۰۰	۰/۵ mg/m ³	۱ mg/m ³	پوست؛ A3	تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۱۳۰	ارتو دی فنیل اکساید کلره o-Chlorinated diphenyl oxide	۳۷۷/۰۰	۰/۵ mg/m ³	-	-	جوش آکنه مانند؛ آسیب کبدی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۱۳۱	کلر Chlorine	۷۰/۹۱	۰/۵ ppm	۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۳۲	دی اکسید کلر Chlorine dioxide	۶۷/۴۶	۰/۱ ppm	۰/۳ ppm	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ برونشیت
۱۳۳	تری فلورید کلر Chlorine trifluoride	۹۲/۴۶	-	۰/۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب ریوی
۱۳۴	کلرواستالدهید Chloroacetaldehyde	۸۷/۵۰	-	۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۳۵	کلرواستون Chloroacetone	۹۲/۵۳	-	۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۳۶	۲- کلرواستوفنون phenone 2- Chloroaceto	۱۵۴/۵۹	۰/۰۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۱۳۷	کلرواستیل کلراید Chloroacetyl chloride	۱۱۲/۹۵	۰/۰۵ ppm	۰/۱۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۳۸	کلرو بنزن Chlorobenzene	۱۱۲/۵۶	۱۰ ppm	-	آسیب های کبدی
۱۳۹	ارتو کلرو بنزیلیدن مالونونتریل o-Chlorobenzylidene malononitrile	۱۸۸/۶۱	-	۰/۰۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ حساسیت پوستی
۱۴۰	کلرو برمومتان Chlorobromomethane	۱۲۹/۳۹	۲۰۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۱۴۱	کلرو دی فلورومتان Chlorodifluoromethane	۷۶/۴۷	۱۰۰۰ ppm	-	اختلال سیستم مرکزی؛ خفگی حساسیت قلبی
۱۴۲	کلرو دی فنیل (۴۲٪ کلر) Chlorodiphenyl (42% chlorine)	۲۶۶/۵۰	۱ mg/m ³	-	آسیب کبدی تحریک چشمی کلرانس
۱۴۳	کلرو دی فنیل (۵۴٪ کلر) Chlorodiphenyl (54% chlorine)	۳۲۸/۴۰	۰/۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کبدی؛ جوش آکنه مانند
۱۴۴	کلروفرم Chloroform	۱۱۹/۳۸	۱۰ ppm	-	آسیب کبدی؛ آسیبهای جنینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۴۵	بیس (کلرومتیل) اتر bis (Chloromethy) ether	۱۱۴/۴۶	۰/۰۰۱ ppm	-	سرطان ریه

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۱۴۶	کلرو متیل متیل اتر Chloromethyl methyl ether	۸۰/۵۰	-	A2	سرطان ریه
۱۴۷	۱-کلرو-۱-نیتروپروپان 1-Chloro-1-nitropropane	۱۲۳/۵۴	۲ ppm	-	سوزش چشم؛ آسیب ریوی
۱۴۸	۱-کلرو-۴-نیتروبنزن 1-Chloro-4-nitrobenzene	۱۵۷/۵۵	۱ mg/m ³	۲ mg/m ³	پوست
۱۴۹	کلرو پنتا فلورو اتان Chloropenta fluoroethane	۱۵۴/۴۷	۱۰۰۰ ppm	-	حساسیت قلبی
۱۵۰	کلروپیکرین Chloropicrin	۱۴۶/۳۹	۰/۱ ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریوی
۱۵۱	۱-کلرو-۲-پروپانول و ۲-کلرو-۱-پروپانول 1-Chloro-2-propanol & 2-Chloro-1-propanol	۹۴/۵۴	۱ ppm	پوست؛ A4	آسیب کبدی
۱۵۲	بنا-کلروپرن B-Chloroprene	۸۸/۵۴	۱۰ ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۵۳	۲-کلروپروپانینیک اسید 2-Chloropropionic acid	۱۰۸/۵۳	۰/۱ ppm	پوست	آسیب سیستم تولید مثل مردان
۱۵۴	ارتوکلرو استایرن o-Chlorostyrene	۱۳۸/۶۰	۵۰ ppm	۷۵ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی
۱۵۵	ارتو کلرو تولوئن o-Chlorotoluene	۱۲۶/۵۹	۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۱۵۶	کلروپیریفوس Chlorpyrifos	۳۵۰/۵۷	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4 BEIA	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۵۷	کرومات حاصل از فرآوری سنگ معدنی کرومیت Chromite ore processing (Chromate), as Cr	-	۰/۰۵ mg/m ³	A1	سرطان ریه
۱۵۸	کروم و ترکیبات معدنی آن Chromium, & inorganic compounds, as Cr	متفاوت	۰/۵ mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
	ترکیبات فلزی و کروم سه ظرفیتی Metal and Cr III compounds	متفاوت	۰/۰۵ mg/m ³	BEI, A1	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سرطان

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C TWA	طبقه بندی	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	ترکیبات کروم شش ظرفیتی محلول در آب Water- soluble Cr VI compounds	متفاوت	0.1 mg/m^3	A1	سرطان ریه
	ترکیبات کروم شش ظرفیتی نامحلول در آب Insoluble Cr VI compounds				
۱۵۹	کلرید کرومیل Chromyl chloride	۱۵۴/۹۲	0.25 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۱۶۰	کرایزن Chrysene	۲۲۸/۳۰		BEI/A3	سرطان
۱۶۱	سیترال Citral	۱۵۲/۲۴	5 ppm (IVF)	حساسیت پوست A4	اثر روی وزن بدن؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
۱۶۲	کلوپیدال Clopidol	۱۹۲/۰۶	10 mg/m^3	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۱۶۳	غبار ذغال سنگ Coal dust آنتراسیت (Anthracite) بیتومینوس (Bituminous)	-	$0.4 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$ $0.9 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$	A4 A4	سرطان و فیروز ریه سرطان و فیروز ریه
۱۶۴	مواد فرار قیر قطران ذغال سنگ به صورت آئروسول محلول در بنزن Coal tar pitch volatiles as benzene soluble aerosol	-	0.2 mg/m^3	BEI/A1	سرطان
۱۶۵	کبالت و ترکیبات معدنی آن Cobalt and inorganic Compounds; as Co	۵۸/۹۳ متفاوت	0.2 mg/m^3	A3:BEI	آسم؛ عملکرد ریوی اثرات میوکاردیال
۱۶۶	کربونیل کبالت Cobalt carbonyl, as Co	۳۴۱/۹۴	0.1 mg/m^3	-	آسیب ریوی آسیب طحال
۱۶۷	هیدروکربونیل کبالت Cobalt hydrocarbonyl, as Co	۱۷۱/۹۸	0.1 mg/m^3	-	آسیب ریوی ادم ریوی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۱۶۸	Copper مس Fume دمه غبار و میست ها Dust and mist as Cu	۶۳/۵۵	۰/۲ mg/m ³ ۱ mg/m ³	-	محرك؛ اثرات گوارشی؛ تب دمه فلزی
۱۶۹	غبار پنبه خام Cotton dust, raw, untreated	-	۰/۱ mg/m ³ (T)	-	برونشیت؛ بیسنوزیس؛ عملکرد ریوی
۱۷۰	کومافوس Coumaphos	۳۶۲/۸	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۷۱	همه ایزومرهای کروزل Cresol, all isomers	۱۰۸/۱۴	۲۰ mg/m ³ (IVF)	-	تحريك قسمت فوقانی تنفسی
۱۷۲	کروتون آلدهید Crotonaldehyde	۷۰/۰۹	-	C ۰/۳ ppm	تحريك قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۷۳	کروفومات Crufomate	۲۹۱/۷۱	۵ mg/m ³	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۷۴	کومن Cumene	۱۲۰/۱۹	۵۰ ppm	-	تحريك قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۷۵	سیانامید Cyanamide	۴۲/۰۴	۲ mg/m ³	-	تحريك چشمی و پوستی
۱۷۶	سیانوژن Cyanogen	۵۲/۰۴	۱۰ ppm	-	تحريك قسمت تحتانی تنفسی و چشم
۱۷۷	کلرید سیانوژن Cyanogen Chloride	۶۱/۴۸	-	C ۰/۳ ppm	ادم ریوی؛ تحريك قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
۱۷۸	سیکلو هگزان Cyclohexane	۸۴/۱۶	۱۰۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۷۹	سیکلو هگزانول Cyclohexanol	۱۰۰/۱۶	۵۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و چشم
۱۸۰	سیکلو هگزانون Cyclohexanone	۹۸/۱۴	۲۰ ppm	۵۰ ppm	تحريك قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۸۱	سیکلو هگزن Cyclohexene	۸۲/۱۴	۳۰۰ ppm	-	تحريك قسمت فوقانی تنفسی و چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۱۸۲	سیکلو هگزیل آمین Cyclohexylamine	۹۹/۱۷	-	۱۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۸۳	سیکلونیت Cyclonite	۲۲۲/۲۶	-	۰/۵ mg/m ³	آسیب کبدی
۱۸۴	سیکلو پنتادین Cyclopentadiene	۶۶/۱۰	-	۷۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۸۵	سیکلو پنتان Cyclopentane	۷۰/۱۳	-	۶۰۰ ppm	تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۱۸۶	سی هگزاتین Cyhexatin	۳۸۵/۱۶	-	۵ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تاثیر روی وزن بدن؛ اثرات کلیوی
۱۸۷	۲-۴ دی کلرو فلوکسی استیک اسید (2,4-D)	۲۲۴/۰۴	-	۱۰ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۱۸۸	ددت Dichlorodiphenyl ethane trichloro	۳۵۴/۵۰	-	۱ mg/m ³	اثرات کبدی
۱۸۹	دکابوران Decaborane	۱۲۲/۳۱	۰/۱۵ ppm	۰/۰۵ ppm	تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ کاهش قوه ادراکی
۱۹۰	دمتون Demeton	۲۵۸/۳۴	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۹۱	دمتون - اس - متیل Demeton-S-methyl	۲۳۰/۳	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۹۲	الکل دی استون Diacetone alcohol	۱۱۶/۱۶	-	۵۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۹۳	دiazinon	۳۰۴/۳۶	-	۰/۰۱ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۱۹۴	دیازو متان Diazomethane	۴۲/۴۰	-	۰/۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۱۹۵	دی بوران Diborane	۲۷/۶۹	-	۰/۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سردرد

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۱۹۶	۲-ان-دی بوتیل آمینو اتانول 2-N-Dibutylamino ethanol	۱۷۳/۲۹	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم پوست
۱۹۸	دی بوتیل فسفات Dibutyl phosphate	۲۱۰/۲۱	۵ mg/m ³ (TVF)	-	مثانه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم پوست
۱۹۹	دی بوتیل فیل فسفات Dibutyl phenyl phosphate	۲۸۶/۲۶	۰/۳ Ppm	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی پوست
۲۰۰	دی بوتیل فتالات Dibutyl phthalate	۲۷۸/۳۴	۵ mg/m ³	-	آسیب بیضه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۰۱	اسید دی کلرواستیک Dichloroacetic acid	۱۲۸/۹۵	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب بیضه پوست؛ A3
۲۰۲	دی کلرو استیلن Dichloroacetylene	۹۴/۹۳	-	C۰/۱ ppm	تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب محیطی A3
۲۰۳	ارتو دی کلرو بنزن o-Dichlorobenzene	۱۴۷/۰۱	۲۵ ppm	۵۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی A4
۲۰۴	پارا دی کلرو بنزن p-Dichlorobenzene	۱۴۷/۰۱	۱۰ ppm	-	تحریک و سوزش چشم و آسیب کلیوی A3
۲۰۵	۳و۳'-دی کلرو بنزیدین 3,3'-Dichloro benzidine	۲۵۳/۱۳	-	-	سرطان مثانه و تحریک چشم پوست؛ A3
۲۰۶	۱و۴-دی کلرو-۲-بوتن 1,4-Dichloro-2-butene	۱۲۴/۹۹	۰/۰۰۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم پوست؛ A2
۲۰۷	دی کلرو دی فلورو متان Dichlorodifluoro methane	۱۲۰/۹۱	۱۰۰۰ ppm	-	حساسیت های قلبی A4
۲۰۸	۱و۳-دی کلرو-۵-دی متیل هیدانتوئین 1,3-Dichloro-5,5-dimethyl hydantoin	۱۹۷/۰۳	۰/۲ mg/m ³	۰/۴ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی -
۲۰۹	۱و۱-دی کلرو اتان 1,1- Dichloroethane	۹۸/۹۷	۱۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کلیوی و کبدی A4

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۲۱۰	۱و۲- دی کلرو اتیلن؛ همه ایزومرها 1,1-Dichloro ethylene	۹۶/۹۵	۲۰۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی سوزش چشم
۲۱۱	دی کلرو اتیل اتر Dichloroethyl ether	۱۴۳/۰۲	۵ ppm	۱۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۲۱۲	دی کلرو فلئورو متان Dichloromonofluoro methane	۱۰۲/۹۲	۱۰ ppm	-	آسیب کبدی
۲۱۳	دی کلرو متان Dichloromethane	۸۴/۹۳	۵۰ ppm	-	کربوکسی هموگلوبینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۱۴	۱و۱- دی کلرو -۱- نیترو اتان 1,1- Dichloro-1-nitroethane	۱۴۳/۹۶	۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۱۵	۳و۱- دی کلرو پروپین propene 1,3- Dichloro	۱۱۰/۹۸	۱ ppm	-	آسیب های کلیوی
۲۱۶	۲و۲- دی کلرو پروپانیک اسید propionic 2,2- Dichloro acid	۱۴۲/۹۷	۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۱۷	دی کلرو تترا فلئورو اتان Dichlorotetrafluoro ethane	۱۷۰/۹۳	۱۰۰۰ ppm	-	تأثیر بر عملکرد ریوی
۲۱۸	دی کلرووس Dichlorvos	۲۲۰/۹۸	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۱۹	دی کرو توفوس Dicrotophos	۲۳۷/۲۱	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۲۰	دی سیکلو پنتادین Dicyclopentadiene	۱۳۲/۲۱	۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
۲۲۱	دی سیکلو پنتادیل آهن Dicyclopentadienyl iron	۱۸۶/۰۳	۱۰ mg/m ³	-	آسیب کبدی
۲۲۲	دیلدرین Dieldrin	۳۸۰/۹۳	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	-	آسیب کبدی؛ اثرات سیستم تولید مثل؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۲۲۳	سوخت دیزل بصورت هیدروکربن های کل Diesel fuel as total Hydrocarbons	متفاوت	۱۰۰ mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A3 درماتیت
۲۲۴	دی اتانول آمین Diethanolamine	۱۰۵/۱۴	۱ mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A3 آسیب کبدی و کلیوی
۲۲۵	دی اتیل آمین Diethylamine	۷۳/۱۴	۵ ppm	۱۵ ppm	پوست؛ A4 تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۲۶	۲- دی اتیل آمینو اتانول ethanol 2-diethylamino	۱۱۷/۱۹	۲ ppm	-	پوست تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی
۲۲۷	دی اتیلن تری آمین Diethylene triamine	۱۰۳/۱۷	۱ ppm	-	پوست تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۲۸	دی (۲- اتیل هگزیل) فتالات Di(2- ethylhexyl) phthalate	۳۹۰/۵۴	۵ mg/m ³	-	A3 تحریک قسمت تحتانی تنفسی
۲۲۹	دی اتیل کتون	۸۶/۱۳	۲۰۰ ppm	۳۰۰ ppm	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۳۰	دی اتیل فتالات Diethyl phthalate	۲۲۲/۲۳	۵ mg/m ³	-	A4 تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۳۱	دی اتیل سولفات Diethyl sulphate	۱۵۴/۱۸	۰/۰۵ ppm	-	A2 سرطان زائی، سوزش پوست
۲۳۲	دی فلوئورید برمومتان	۲۰۹/۸۳	۱۰۰ ppm	-	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی
۲۳۳	دی ایزو دکیل فتالات Diisodecyl phthalate	۴۴۶/۶۶	۵ mg/m ³	-	-
۲۳۴	دی ایزو نونیل فتالات Diisononyl phthalate	۴۱۸/۶۱	۵ mg/m ³	-	-
۲۳۵	دی گلیسیدیل اتر Diglycidyl ether	۱۳۰/۱۴	۰/۰۱ ppm	-	A4 تحریک و سوزش پوست و چشم؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۲۳۶	دی ایزو بوتیل کتون Diisobutyl ketone	۱۴۲/۲۳	۲۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۳۷	دی ایزو پروپیل آمین Diisopropylamine	۱۰۱/۱۹	۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
۲۳۸	ان؛ ان - دی متیل استامید N,N-Dimethyl acetamide	۸۷/۱۲	۱۰ ppm	-	آسیب کبدی و آسیب جنینی
۲۳۹	دی متیل آمین Dimethylamine	۴۵/۰۸	۵ ppm	۱۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۴۰	بیس (۲-دی متیل آمین و اتیل) اتر؛ DMAEE Bis (2-Dimethyl aminoethyl) ether	۱۶۰/۲۶	۰/۰۵ ppm	۰/۱۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
۲۴۱	دی متیل آنیلین Dimethylaniline	۱۲۱/۱۸	۵ ppm	۱۵ ppm	پوست؛ مت هموگلوبینی
۲۴۲	دی متیل کاربامیل کلراید Dimethyl carbamoyl chloride	۱۰۷/۵۴	۰/۰۰۵ ppm	-	سرطان بینی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۴۳	دی متیل دی سولفید Dimethyl disulfide	۹۴/۲	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۴۴	دی متیل اتوکسی سیلان Diethylethoxysilane	۱۰۴/۲۰	۰/۵ ppm	۱/۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سردرد
۲۴۵	دی متیل فراماید Dimethylformamide	۷۳/۰۹	۱۰ ppm	-	پوست؛ آسیب کبدی
۲۴۶	۱-دی متیل هیدرازین hydrazine 1,1-Dimethyl	۶۰/۱۲	۰/۰۱ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرطان بینی
۲۴۷	دی متیل فتالات Dimethylphthalate	۱۹۴/۱۹	۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۴۸	دی متیل سولفات Dimethyl sulfate	۱۲۶/۱۰	۰/۱ ppm	-	پوست؛ سوزش پوست و چشم
۲۴۹	دی متیل سولفید Dimethyl sulfide	۶۲/۱۴	۱۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۵۰	کلید ایزومرهای دی نیترو بنزن Dinitrobenzene, all isomers	۱۶۸/۱۱	۰/۱۵ ppm	-	مت هموگلوبینی آسیب چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	توضیحات
			STEL/C	TWA		
۲۵۱	دی نیترو - ارتو - کروزل Dinitro-o-cresol	۱۹۸/۱۳	-	۰/۲ mg/m ³	پوست	متابولیسم پایه
۲۵۲	۳و۵- دی نیترو- ارتو -تولون 3,5-Dinitro-o-toluamide	۲۲۵/۱۶	-	۱ mg/m ³	A4	آسیب کبدی
۲۵۳	دی نیترو تولون Ditnitrotoluene	۱۸۲/۱۵	-	۰/۲ mg/m ³	پوست؛ A3	اختلالات قلبی؛ اثرات سیستم تولید مثل
۲۵۴	۴و۱- دی اکسان 1,4-Dioxane	۸۸/۱۰	-	۲۰ ppm	پوست؛ A3	آسیب کبدی
۲۵۵	دی اکساتیون Dioxathion	۴۵۶/۵۴	-	۰/۱mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۵۶	۳و۱- دی اکسولان 1,3-Dioxolane	۷۴/۰۸	-	۲۰ ppm	-	اثرات خونی
۲۵۷	دی فیل آمین Diphenylamine	۱۶۹/۱۲	-	۱۰mg/m ³	A4	آسیب کبدی و کلیوی؛ اثرات خونی
۲۵۸	پنتا اکسید دی فسفر Diphosphorus pentoxide	۱۴۱/۹۵	۲ mg/m ³	۱ mg/m ³	-	
۲۵۹	دی پروپیل کتون Dipropyl ketone	۱۱۴/۸۰	-	۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۶۰	دی کوات Diqaut	متفاوت	-	۰/۵ mg/m ³	پوست؛ A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید
					پوست؛ A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید
۲۶۱	دی سولفیرام Disulfiram	۲۹۶/۵۴	-	۲ mg/m ³	A4	اتساع عروق؛ تهوع
۲۶۲	دی سولفتون Disulfoton	۲۷۴/۳۸	-	۰/۰۵mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۲۶۳	دیورون Diuron	۲۳۳/۱۰	-	۱۰ mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۶۴	دی وینیل بنزن Divinybenzene	۱۳۰/۱۹	-	۱۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۶۵	دودسیل مرکاپتان Dodecyl mercaptan	۲۰۲/۰۴	-	۰/۱ ppm	حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۶۶	اندو سولفان Endosulfan	۴۰۶/۹۵	-	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و آسیب کبدی و کلیوی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۲۶۷	اندرین Endrin	۳۸۰/۹۳	۰/۱ mg/m ³	-	آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی و سردرد
۲۶۸	انفلوران Enflurane	۱۸۴/۵۰	۷۵ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و اختلالات قلبی
۲۶۹	اپی کلروهیدرین Epichlorohydrin	۹۲/۵۳	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان
۲۷۰	EPN (فلوتولانیل)	۳۲۳/۳۱	۰/۱ mg/m ³	-	بازدارنده آنزیم کورین استراز
۲۷۱	اتان Ethane				مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)
۲۷۲	اتانول Ethanol	۴۶/۰۷	-	۱۰۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۷۳	اتانول آمین Ethanolamine	۶۱/۰۸	۳ ppm	۶ ppm	تحریک و سوزش پوست و چشم
۲۷۴	اتیون Ethion	۳۸۴/۴۸	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کورین استراز
۲۷۵	۲- اتیل هگزایل کلروفرمات 2-Ethylhexyl chloroformate	۱۹۲/۷	۱ ppm	-	-
۲۷۶	۲- اتوکسیل استات 2-Ethoxyethyl acetate	۹۰/۱۲	۵ ppm	-	آسیب سیستم تولید مثل در مردان؛ آسیب جنینی
۲۷۷	۲- اتوکسی اتیل استات 2-Ethoxyethyl acetate	۱۳۲/۱۶	۵ ppm	-	آسیب سیستم تولید مثل مردان
۲۷۸	اتیل استات Ethyl acetate	۸۸/۱۰	۴۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۷۹	اتیل آکریلات Ethyl acrylate	۱۰۰/۱۱	۵ ppm	۱۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ حساسیت پوستی
۲۸۰	اتیل آمین Ethylamine	۴۵/۰۸	۵ ppm	۱۵ ppm	تحریک و سوزش پوست و چشم؛ آسیب

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	توضیحات
			STEL/C	TWA		
۲۸۱	اتیل آمیل کتون Ethyl amyl ketone	۱۲۸/۲۱	۱۰ ppm	-	-	ایجاد سمیت اعصاب
۲۸۲	اتیل بنزن Ethyl benzene	۱۰۶/۱۶	۲۰ ppm	-	A3 BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب کلیوی (نفروپاتی)؛ اختلال بخش حلزونی گوش میانی
۲۸۳	اتیل برومید Ethyl bromide	۱۰۸/۹۸	۵ ppm	-	پوست؛ A3	آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۸۴	اتیل ترت-بوتیل اتر Ethyl tert-butyl ether (ETBE)	۱۰۲/۱۸	۵ ppm	-	(-)	(واکنش روی و آسیب بیضه)
۲۸۵	اتیل بوتیل کتون Ethyl butyl ketone	۱۱۴/۱۹	۵۰ ppm	۷۵ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش پوست و چشم
۲۸۶	اتیل کلراید Ethyl chloride	۶۴/۵۲	۱۰۰ ppm	-	پوست؛ A3	آسیب کبدی
۲۸۷	اتیل کلروفرمات Ethyl chloroformate	۱۰۸/۵۲	۱ ppm	-	-	
۲۸۸	اتیل سیانو آکریلات Ethyl cyanoacrylate	۱۲۵/۱۲	۰/۲ ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۲۸۹	اتیلن Ethylene	۲۸/۰۵	۲۰۰ ppm	-	A4	خفگی
۲۹۰	اتیلن کلروهیدرین Ethylene chlorohydrin	۸۰/۵۲	-	C ۱ ppm	پوست؛ A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۲۹۱	اتیلن دی آمین Ethylenediamine	۶۰/۱۰	۱۰ ppm	-	پوست؛ A4	-
۲۹۲	اتیلن دی برومید Ethylene dibromide	۱۸۷/۸۸	۰/۵ ppm	-	پوست؛ A3	-
۲۹۳	اتیلن دی کلرید Ethylene dichloride	۹۸/۹۶	۱۰ ppm	-	A4	آسیب کبدی؛ تهوع
۲۹۴	اتیلن گلیکول Ethylene glycol	۶۲/۰۷	-	C ۱۰۰ mg/m ³ (H)	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۲۹۵	اتیلن گلیکول دینتریت Ethylene glycol dinitrate	۱۵۲/۰۶	۰/۰۵ ppm	-	پوست	اتساع عروق و سردرد

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۲۹۶	اتیلن اکساید Ethylene oxide	۴۴/۰۵	-	۱ ppm	سرطان؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۲۹۷	اتیلن ایمین Ethylenimine	۴۳/۰۸	۰/۱ ppm	۰/۰۵ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۲۹۸	اتیل اتر Ethyl ether	۷۴/۱۲	۵۰۰ ppm	۴۰۰ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۲۹۹	اتیل فرمات Ethyl formate	۷۴/۰۸	(-)	۱۰۰ ppm	(تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم)
۳۰۰	۲-اتیل هگزانوئیک اسید 2-Ethylhexanoic acid	۱۴۴/۲۴	-	۵ mg/m ³ (IVF)	اثرات ناقص الخلقه زایی
۳۰۱	اتیلیدن نوربورنن Ethylidene norbornene	۱۲۰/۱۹	C ۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۰۲	اتیل مرکاپتان Ethyl mercaptan	۶۲/۱۳	-	۰/۵ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۰۳	اتیل مورفولین نرمال N-Ethylmorpholine	۱۱۵/۱۸	-	۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
۳۰۴	اتیل سیلیکات یا ترا اتوکسی سیلان Ethyl silicate	۲۰۸/۳۰	-	۱۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ آسیب کلیوی
۳۰۵	فنایمیفوز Fenimiphos	۳۰۳/۴۰	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۶	فن سولفوئتیون Fensulfothian	۳۰۸/۳۵	-	۰/۰۱ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۷	فنیتروئتیون Fenitrothion	۲۷۷/۲۳	-	۱ ppm	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۸	فنوبوکارب Fenobucarb	۲۰۷/۲۷	-	۵ ppm	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۳۰۹	فنتیون Fenthion	۲۷۸/۳۴	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	ردیف
۳۱۰	فرbam Ferbam	۴۱۶/۵۰	۵ mg/m ³	-	A4 اختلال سیستم اعصاب مرکزی تأثیر روی وزن بدن آسیب طحال	
۳۱۱	غبار فرو وانادیوم Ferrovanadium dust	-	۱ mg/m ³	۳ mg/m ³	- تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم	
۳۱۲	غبار آرد Flour dust	-	۰/۵mg/m ³	-	حساسیت تحریک قسمت فوقانی تنفسی	
۳۱۳	فلوئوریدها Fluorides, as F	متفاوت	۲/۵ mg/m ³	-	A4 BEI آسیب استخوانی فلوئوروزیس	
۳۱۴	فلوئور Fluorine	۳۸	۱ ppm	۲ ppm	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم و پوست	
۳۱۵	فونوفوس Fonofos	۲۴۶/۳۲	۰/۰۱ mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4 بازدارنده آنزیم کولین استراز	
۳۱۶	فرم آلدئید Formaldehyde	۳۰/۰۳	-	C۰/۳ ppm	A2 حساسیت تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم	
۳۱۷	فرمامید Formamide	۴۵/۰۴	۱۰ ppm	-	پوست تحریک چشم و پوست و آسیب کبدی و کلیوی	
۳۱۸	اسید فرمیک Formic acid	۴۶/۰۲	۵ ppm	۱۰ ppm	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست	
۳۱۹	فتالید Fthalide	۲۷۱/۹۱	۱۰ mg/m ³	-	-	
۳۲۰	فورفورال Furfural	۹۶/۰۸	۲ ppm	-	پوست؛ A4 تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	
۳۲۱	فورفوریل الکل Furfuryl alcohol	۹۸/۱۰	۱۰ ppm	۱۵ ppm	پوست تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم	
۳۲۲	گالیم آرسنید Gallium arsenide	۱۴۴/۶۴	۰/۰۰۰۳ mg/m ³ (R)	-	A3 تحریک قسمت فوقانی تنفسی	
۳۲۳	بنزین Gasoline	-	۳۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	A3 تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۳۲۴	تتراهیدرید ژرمانیوم Germanium tetrahydride	۷۶/۶۳	-	۰/۲ ppm	اثرات خونی
۳۲۵	گلو تار آلدهید فعال و غیر فعال Glutaraldehyde, activated and inactivated	۱۰۰/۱۱	C۰/۰۵ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۲۶	مست گلیسرین Glycerin mist	۹۲/۰۹	-	۱۰ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۲۷	گلیسیدول Glycidol	۷۴/۰۸	-	۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
۳۲۸	گلای اکزال Glyoxal	۵۸/۰۴	-	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	متابلازی حنجره
۳۲۹	گردغبار غلات (جو دو سر؛ گندم) Grain dust (oat, wheat, barley)	نامشخص	-	۴ mg/m ³	برونشیت؛ اثرات ریوی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۳۰	گرافیت (همه اشکال جز فیبر گرافیت) Graphite (all forms except graphite fibres)	-	-	۲ mg/m ³ (R)	پنومو کونیوزیس
۳۳۱	هافنیم و ترکیبات آن Hafnium and compounds, as Hf	۱۷۸/۴۹	-	۰/۵ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی
۳۳۲	هالوتان Halothane	۱۸۷/۳۹	-	۵۰ ppm	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اتساع عروق
۳۳۳	هلیوم Helium	۴	خفگی آور ساده (D)		خفگی
۳۳۴	هپتا کلر و هپتا کلر اپوکسید Heptachlor and Heptachlor epoxide	۳۷۳/۳۲ ۳۸۹/۴۰	-	۰/۰۵ mg/m ³	آسیب کبدی
۳۳۵	کلیه ایزومرهای هپتان Haptane, all isomers	۱۰۰/۲۰	۵۰۰ ppm	۴۰۰ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	اثرات پورفیرین؛ آسیب پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
			STEL/C	TWA		
۳۳۶	هگزو کلرو بنزن Hexachlorobenzene	۲۷۴/۷۸	-	۰/۰۰۲ mg/m ³	پوست؛ A3	
۳۳۷	هگزا کلرو بوتادین Hexachlorobutadiene	۲۶۰/۷۶	-	۰/۰۲ ppm	پوست؛ A3	آسیب کلیوی
۳۳۸	هگزا کلرو سیکلو پنتادین Hexachlorocyclopentadiene	۲۷۲/۷۵	-	۰/۰۱ ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۳۹	هگزا کلرو اتان Hexachloroethane	۲۳۶/۷۴	-	۱ ppm	پوست؛ A3	آسیب کلیوی و کبدی
۳۴۰	هگزا کلرو نفتالن Hexachloro naphthalene	۳۳۴/۷۴	-	۰/۲ mg/m ³	پوست	آسیب کبدی و جوشهای شبه آکنه
۳۴۱	هگزا فلونورو استون Hexafluoroacetone	۱۶۶/۰۲	-	۰/۱ ppm	-	آسیب بیضه؛ آسیب کلیوی
۳۴۲	هگزا فلونورو پروپیلن Hexafluoropropylene	۱۵۰/۰۲	-	۰/۱ ppm	-	آسیب کلیوی
۳۴۳	هگزا هیدروفتالیک انیدرید؛ کلیه ایزومرها Hexahydrophthalic anhydride, all isomers	۱۵۴/۱۷	-	-	حساسیت C ۰/۰۰۵ mg/m ³ (IVF)	حساسیت قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم
۳۴۴	هگزا متیلن دی ایزو سیانات Hexamethylene diisocyanate	۱۶۸/۲۲	-	۰/۰۰۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی حساسیت سیستم تولید مثل
۳۴۵	هگزا متیل فسفر آمید Hexamethyl phosphoramidate	۱۷۹/۲۰	-	-	پوست؛ A3	سرطان قسمت فوقانی تنفسی
۳۴۶	هگزان نرمال n-Hexane	۸۶/۱۸	-	۵۰ ppm	پوست BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی عمومی؛ سوزش چشمی
۳۴۷	کلیه ایزومرهای هگزان بجز هگزان نرمال Hexane, isomer, other than n-Hexane	۸۶/۱۸	۱۰۰۰ ppm	۵۰۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۴۸	۱،۶-هگزان دی آمین 1,6-Hexanediamine	۱۱۶/۲۱	-	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۳۴۹	هگزان 1-Hexane	۸۴/۱۶	-	۵۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۳۵۰	هگزیل استات نوع دوم sec-Hexyl acetate	۱۴۴/۲۱	-	۵۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۵۱	هگزیلن گلیکول Hexylene glycol	۱۱۸/۱۷	C ۲۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۵۲	هیدرازین Hydrazine	۳۲/۰۵	-	۰/۰۱ ppm	سرطان قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست؛ A3
۳۵۳	هیدروژن Hydrogen	۱/۰۱	خفگی آور ساده (D)	-	خفگی
۳۵۴	ترفیل های هیدروژنه Hydrogenated terphenyls	۲۴۱/۰۰	-	۰/۵ ppm	آسیب کبدی
۳۵۵	برومید هیدروژن Hydrogen bromide	۸۰/۹۲	C ۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۵۶	کلرید هیدروژن Hydrogen chloride	۳۶/۴۷	C ۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۵۷	سیانید هیدروژن و نمکهای سیانید سیانید هیدروژن Hydrogen cyanide نمکهای سیانید Cyanide salts	۲۷/۰۳ متفاوت	C ۴/۷ppm C ۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع؛ سردرد؛ اثرات تیروئیدی
۳۵۸	فلوئورید هیدروژن Hydrogen fluoride, as F	۲۰/۰۱	C ۲ ppm	۰/۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، تحتانی، پوست و چشم؛ فلوروزیس
۳۵۹	پروکسید هیدروژن Hydrogen peroxide	۳۴/۰۲	-	۱ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم
۳۶۰	سلنید هیدروژن Hydrogen selenide, as se	۸۰/۹۸	-	۰/۰۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۳۶۱	سولفید هیدروژن Hydrogen sulfide	۳۴/۰۸	۵ ppm	۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۶۴	هیدروکینون Hydroquinone	۱۱۰/۱۱	-	۱ mg/m ³	تحریک و آسیب چشم حساسیت A3
۳۶۵	۲-هیدروکسی پروپیل آکریلات 2-Hydroxypropyl	۱۳۰/۱۴	-	۰/۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم حساسیت

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
acrylate						
۳۶۶	ایندن Indene	۱۱۶/۱۵	۵ ppm	-	-	آسیب کبدی
۳۶۷	ایندیم و ترکیبات آن Indium & compounds, as In	۴۹	۰/۱ mg/m ³	-	-	ادم ریه؛ پنومو کونیوزیس؛ فرسایش دندان؛ ضعف و بیقراری
۳۶۸	ید و یدیدها Iodine ید	متفاوت	۰/۰۱ ppm(IVF)	۰/۱ppm(V)	A4	کم کاری تیروئید؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ کم کاری تیروئید تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	یدیدها Iodides	متفاوت	۰/۰۱ ppm(IVF)	-	A4	
۳۶۹	یودوفرم Iodoform	۳۹۳/۷۸	۰/۶ ppm	-	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۷۰	اکسید آهن Iron oxide	۱۵۹/۷۰	۵ mg/m ³ (R)	-	A4	پنومو کونیوزیس
۳۷۱	پنتا کربونیل آهن Iron pentacarbonyl, as Fe	۱۹۶/۹۰	۰/۱ppm	۰/۲ ppm	-	ادم ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۷۲	نمک های محلول آهن مثل سولفات؛ کلرید؛ نیترات و ... Iron salts, soluble, as Fe	متفاوت	۱ mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۳۷۳	الکل ایزوآمیل یا الکل ایزوپنتیل Isoamyl alcohol	۸۸/۱۵	۱۰۰ ppm	۱۲۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۷۴	ایزوبوتانول Isobutanol	۷۴/۱۲	۵۰ ppm	-	-	تحریک پوست و چشم
۳۷۵	ایزوبوتیل استات Isobutyl acetate	۱۱۶/۱۶	۱۵۰ ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی
۳۷۶	ایزو بوتیل نیتريت Isobutyl nitrite	۱۰۳/۱۲	-	۱ ppm (IVF) C ۱	A3 BEI _M	اتساع عروق خونی؛ مت هموگلوبینی
۳۷۷	ایزوفلوران Isoflurane	۱۸۴/۵	۵۰ ppm	-	-	
۳۷۸	الکل ایزواکتیل Isooctyl alcohol	۱۳۰/۲۳	۵۰ ppm	-	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۳۷۹	ایزوفورون Isophorone	۱۳۸/۲۱	-	C ۵ ppm	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
سیستم اعصاب مرکزی؛ خستگی؛ ضعف و بیقراری					
۳۸۰	ایزوفورون دی ایزوسیانات Isophorone diisocyanate	۲۲۲/۳۰	۰/۰۰۵ ppm	-	حساسیت سیستم تولید مثل
۳۸۱	۲- ایزو پروپوکسی اتانول 2-Isopropoxy ethanol	۱۰۴/۱۵	۲۵ ppm	-	اثرات خونی
۳۸۲	ایزو پروپیل استیک Isopropyl acetate	۱۰۲/۱۳	۱۰۰ ppm	۲۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۸۳	ایزوپروپیل آمین Isopropylamine	۵۹/۰۸	۵ ppm	۱۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب چشمی
۳۸۴	ایزوپروپیل کلروفرمات Isopropyl chloroformate	۱۲۲/۵۵	۱ ppm	-	
۳۸۵	ایزوپروپیل آنیلین نرمال N-Isopropylaniline	۱۳۵/۲۱	۲ ppm	-	پوست؛ BEI _M
۳۸۶	ایزو پروپیل اتر Isopropyl ether	۱۰۲/۱۷	۲۵۰ ppm	۳۱۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۳۸۷	ایزو پروپیل گلیسیدیل اتر Isopropyl glycidyl ether (IGE)	۱۱۶/۱۸	۵۰ ppm	۷۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درمانیت
۳۸۸	ایزوپروتیولان Isoprothiolane	۲۹۰/۴	۵ mg/m ³	-	
۳۸۹	کائولن Kaolin	-	۲ mg/m ³ (E,R)	-	پنوموکونیوزیس
۳۹۰	کروزن/ سوخت های جت برحسب بخار هیدروکربن کل Kerosene/Jet fuels, as total hydrocarbon vapor	متفاوت	۲۰۰ mg/m ³ (P)	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۹۱	کتن Ketene	۴۲/۰۴	۰/۵ ppm	۱/۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و ادم ریه
۳۹۲	سرب و ترکیبات معدنی آن Lead and inorganic compounds as Pb	۲۰۷/۲۰	۰/۰۵ mg/m ³	-	اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مرکزی؛ اثرات خونی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۳۹۳	کرومات سرب؛ به عنوان سرب	۳۲۳/۲۲	-	۰/۰۵ mg/m ³	آسیب سیستم تولید مثل در مردان و اثرات ناقص زایی؛ انقباض عروق
	Lead shromat as Pb as Cr	-	-	۰/۰۱۲ mg/m ³	BEI؛ A2 A2
۳۹۴	لیندان Lindane	۲۹۰/۸۵	-	۰/۵ mg/m ³	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۳۹۵	هیدرید لیتیم Lithium hydride	۷/۹۵	-	۰/۰۲۵ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم
	هیدروکسید لیتیم Lithium hydroxide	۲۳/۹۵	۱mg/m ³	-	-
۳۹۷	گاز مایع (L.P.G) Liquified petroleum gas				مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)
۳۹۸	اکسید منیزیم Magnesium oxide	۴۰/۳۲	-	۱۰ mg/m ³	-
۳۹۹	مالاتیون Malathion	۳۳۰/۳۶	-	۱ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۰۰	مالئیک انیدرید Maleic anhydride	۹۸/۰۶	-	۰/۰۱ mg/m ³ (IVF)	حساسیت سیستم تولید مثل
۴۰۱	منگنز و ترکیبات معدنی آن Manganese, and inorganic compound, as Mn	۵۴/۹۴ متفاوت	-	۰/۲ mg/m ³	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۰۲	منگنز سیکلوپنتا دینیل تری کربونیل Manganese cyclopentadienyl tricarbonyl, as Mn	۲۰۴/۱۰	-	۰/۱ mg/m ³	تحریک پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۰۳	مپرونیل Mepronil	۲۶۹/۳۴	-	۵ mg/m ³	-
۴۰۴	جیوه Mercury	۲۰۰/۵۹	-	۰/۰۱ mg/m ³	اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و محیطی؛ آسیب کلیوی
	ترکیبات آلکیل Alkyl compounds	متغیر	۰/۰۳ mg/m ³	۰/۰۱ mg/m ³	پوست
۴۰۴	ترکیبات آریل Aryl compounds	متغیر	-	۰/۱ mg/m ³	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی
	اشکال معدنی و عنصری Elemental and inorganic	متغیر	-	۰/۰۲۵ mg/m ³	پوست؛

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	forms				اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کلیوی
۴۰۵	مزیتیل اکساید Mesityl oxide	۹۸/۱۴	۱۵ ppm	۲۵ ppm	تحریک چشم و قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۰۶	اسید مت آکریلیک Methacrylic acid	۸۶/۰۹	۲۰ ppm	-	تحریک پوست و چشم
۴۰۷	متان Methane				گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک را ببینید؛ آلکانها (C1-C4)
۴۰۸	متانول Methanol	۳۲/۰۴	۲۰۰ ppm	۲۵۰ ppm	سردرد و آسیب چشم
۴۰۹	متومیل Methomyl	۱۶۲/۲۰	۲/۵ mg/m ³	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۱۰	متوکسی کلر Methoxychlor	۳۴۵/۶۵	۱۰ mg/m ³	-	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۱۱	۲-متوکسی اتانول 2-Methoxyethanol (EGME)	۷۶/۰۹	۰/۱ ppm	-	اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل
۴۱۲	۲- (۲-متوکسی اتوکسی اتانول) 2-(2-Methoxy ethoxy ethanol)	۱۲۰/۱۵	۱۰ ppm	-	پوست
۴۱۳	۲- متوکسی اتیل استیک (EGMEA) 2-Methoxyethyl acetate	۱۱۸/۱۳	۰/۱ ppm	-	اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل
۴۱۴	۲- متوکسی متیل اتوکسی (۲-متوکسی متیل اتوکسی) (2-Methoxymethyl ethoxy)propanol	۱۴۸/۲۰	۱۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۱۵	۴- متوکسی فنول Methoxyphenol-4	۱۲۴/۱۵	۵ mg/m ³	-	سوزش چشم؛ آسیب پوست
۴۱۶	۱- متوکسی - ۲- پروپانول 1-Methoxy-2-propanol	۹۰/۱۲	۱۰۰ ppm	۱۵۰ ppm	سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۱۷	متوکسی پروپیل استات 2-Methoxypropyl acetate	۱۳۲/۱۶	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	پوست
۴۱۸	متیل استات Methyl acetate	۷۴/۰۸	۲۰۰ ppm	۲۵۰ ppm	سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب عصب چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	ردیف
۴۱۹	متیل استیلین Methyl acetylene	۴۰/۰۷	۱۰۰۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی	
۴۲۰	مخلوط متیل استیلین پروپادین Methyl acetylene-propadiene mixture	۴۰/۰۷	۱۰۰۰ ppm	۱۲۵۰ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی	
۴۲۱	متیل آکریلات Methyl acrylate	۸۶/۰۹	۲ ppm	-	پوست؛ تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب چشم حساسیت	
۴۲۲	متیل آکریلونیتریل Methylacrylonitrile	۶۷/۰۹	۱ ppm	-	پوست؛ A4	
۴۲۳	متیلال Methylal	۷۶/۱۰	۱۰۰۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش چشم و پوست	
۴۲۴	متیل آمین Methylamine	۳۱/۰۶	۵ ppm	۱۵ ppm	سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	
۴۲۵	متیل ان-آمیل کتون Methyl n-amyl ketone	۱۱۴/۱۸	۵۰ ppm	-	تحریک چشمی و پوست	
۴۲۶	متیل آنیلین نرمال N-Methyl aniline	۱۰۷/۱۵	۰/۵ ppm	-	مت هموگلوبینی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی	
۴۲۷	متیل برومید Methyl bromide	۹۴/۹۵	۱ ppm	-	پوست؛ A4	
۴۲۸	متیل ترت بوتیل اتر Methyl-tert-butyl ether	۸۸/۱۷	۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کلیوی	
۴۲۹	متیل ان-بوتیل کتون Methyl n-butyl ketone	۱۰۰/۱۶	۵ ppm	۱۰ ppm	پوست BEI	
۴۳۰	متیل کلرید Methyl chloride	۵۰/۴۹	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی و کبدی؛ آسیب بیضه؛ اثرات ناقص الخلقه زایی	
۴۳۱	متیل کلروفرم Methyl chloroform	۱۳۳/۴۲	۳۵۰ ppm	۴۵۰ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کبدی	
۴۳۲	متیل ۲-سیانو آکریلات Methyl 2-cyano acrylate	۱۱۱/۱۰	۰/۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
تنفسی و چشم					
۴۳۳	متیل سیکلو هگزان Methylcyclohexane	۹۸/۱۹	۴۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی و کبدی
۴۳۴	متیل سیکلو هگزانول Methylcyclohexanol	۱۱۴/۱۹	۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی
۴۳۵	ارتو- متیل سیکلو هگزانون o-Methylcyclo hexanone	۱۱۲/۱۷	۵۰ ppm	۷۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۳۶	۲- متیل سیکلو پنتادینیل منگنز تری کربونیل 2-Methylcyclo pentadienyl manganese tricarbonyl, as Mn	۲۱۸/۱۰	۰/۲ mg/m ³	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه؛ اثرات کبدی و کلیوی
۴۳۷	متیل دمتون Methyl demeton	۲۳۰/۳۰	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۳۸	متیلن بیس فنیل ایزوسیانات Methylene bisphenyl isocyanate (MDI)	۲۵۰/۲۶	۰/۰۰۵ ppm	-	حساسیت های سیستم تولید مثل
۴۳۹	۴و۴- متیلن بیس (۲- کلرو آنیلین) 4,4'-Methylene bis(2-Chloroaniline)	۲۶۷/۱۷	۰/۰۱ ppm	-	مت هموگلوبینی سرطان مثانه
۴۴۰	متیلن بیس (۴- سیکلو گزیلیسوسیانات) Methlene bis (4-cyclo-hexylisocyanate)	۲۶۲/۳۵	۰/۰۰۰۵ ppm	-	حساسیت سیستم تولید مثل؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی
۴۴۱	۴و۴- متیلن دی آنیلین 4,4'- Methylene dianiline	۱۹۸/۲۶	۰/۱ ppm	-	آسیب کبدی
۴۴۲	متیل اتیل کتون Methyl ethyl ketone (MEK)	۷۲/۱۰	۲۰۰ ppm	۳۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و محیطی
۴۴۳	متیل اتیل کتون پروکساید	۱۷۶/۲۴	-	C ۰/۲ ppm	تحریک پوست و چشم؛

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
	Methyl ethyl ketone proxide				آسیب کبدی و کلیوی
۴۴۴	متیل فرمات Methyl formate	۶۰/۰۵	۱۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
۴۴۵	متیل هیدرازین Methyl hydrazine	۴۶/۰۷	-	۰/۰۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان ریه؛ آسیب کبدی
۴۴۶	متیل یدید یا یدوئیدان Methyl iodide	۱۴۱/۹۵	-	۲ ppm	آسیب چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۴۷	متیل ایزو آمیل کتون یا هگزانون Methyl isoamyl ketone	۱۱۴/۲۰	-	۵۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۴۴۸	متیل ایزو بوتیل کرینول Methyl isobutyl carbinol	۱۰۲/۱۸	۴۰ ppm	۲۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۴۹	متیل ایزو بوتیل کتون Methyl isobutyl ketone	۱۰۰/۱۶	۷۵ ppm	۲۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرگیجه و سردرد
۴۵۰	متیل ایزو سیانات Methyl isocyanate	۵۷/۰۵	-	۰/۰۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۵۱	متیل ایزو پروپیل کتون Methyl isopropyl ketone	۸۶/۱۴	-	۲۰ ppm	آسیب های جنینی و جنین؛ سمیت جنینی
۴۵۲	متیل مرکاپتان Methyl mercaptan	۴۸/۱۱	-	۰/۵ ppm	آسیب کبدی
۴۵۳	متیل مت آکریلات Methyl methacrylate	۱۰۰/۱۳	۱۰۰ ppm	۵۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اثرات روی وزن؛ ادم ریه
۴۵۴	۱- متیل نفتالین و ۲- متیل نفتالین 1- Methyl naphthalene and 2-Methyl naphthalene	۱۴۲/۲	-	۰/۵ ppm	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب ریه
۴۵۵	متیل پاراتیون Methyl parathion	۲۶۳/۲	-	۰/۰۲ mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۵۶	متیل پروپیل کتون	۸۶/۱۷	۱۵۰ ppm	-	واکنش ریوی؛ تحریک

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
Methyl propyl ketone					
۴۵۷	متیل سیلسیکات Methyl silicate	۱۵۲/۲۲	۱ ppm	-	چشم تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب چشم
۴۵۸	آلفا- متیل استایرن یا ۲-فنیل پروپن α -Methyl silicate	۱۱۸/۱۸	۱۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب کلیوی؛ آسیب تولیدمثل در زنان
۴۵۹	متیل وینیل کتون Methyl vinyl ketone	۷۰/۱۰	-	C ۰/۲ ppm	پوست حساسیت تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۴۶۰	متری بوزین Metribuzin	۲۱۴/۲۸	۵ mg/m ³	-	آسیب کبدی؛ اثرات خونی
۴۶۱	موین فوس Mevinphos	۲۲۴/۱۶	۰/۰۱ mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4 بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۶۲	میکا Mica	-	۳ mg/m ³ (R)	-	- پنوموکنیوزیس
۴۶۳	روغن معدنی به استثناء سیالات فلزکاری خالص، با تصفیه خوب با تصفیه متوسط و ضعیف Mineral oilexcluding metal working fluids : -Pure,highly & severely refined -Poorly & mildly refined	-	۵ mg/m ³	- A4 A2	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
مولیبدن					
۴۶۴	ترکیبات محلول	۹۵/۹۵	۰/۵ mg/m ³ (R)	-	A3
	ترکیبات نامحلول و فلزی		۱۰ mg/m ³	-	-
	Molybdenum, as Mo Soluble compounds Metal and insoluble compounds		۳ mg/m ³ (R)	-	-
۴۶۵	اسید مونو کلرو استیک Monochloroacetic acid	۹۴/۵	۰/۵ ppm(IVF)	-	پوست؛ A4 تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۶۶	مونوکروتوفوس Monocrotophos	۲۲۳/۱۶	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4 بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۶۷	مورفولین Morpholine	۸۷/۱۲	۲۰ ppm	-	پوست؛ A4 آسیب چشم ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
۴۶۸	نالید Naled	۳۸۰/۷۹	-	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4 حساسیت؛ BEI _A بازدارنده آنزیم کولین استراز
۴۶۹	نفتالن Naphthalene	۱۲۸/۱۹	۱۵ ppm	۱۰ ppm	پوست؛ A4 (اثرات خونی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب چشم)
۴۷۰	بتا- نفتیل آمین β-Naphthylamine	۱۴۳/۱۸	-	-	A1 سرطان مثانه
۴۷۱	گاز طبیعی Natural gas	-	-	-	مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)
۴۷۲	لاتکس لاستیک طبیعی به عنوان پروتئین های حساسیت زای قابل تنفس Natural rubber latex as inhalable allergenic protein	متفاوت	-	۰/۰۰۱ mg/m ³	پوست حساسیت حساسیت های سیستم تولید مثل
۴۷۳	نون Neon	۲۰/۱۸	-	خفگی آور ساده (D)	خفگی
۴۷۴	نیکل Nickel, as Ni عنصر نیکل ترکیبات معدنی محلول ترکیبات معدنی نا محلول ترکیبات گوگرد دار نیکل -Elemental Soluble inorganic compounds -Insoluble inorganic compounds -Nickel subsulfide	۵۸/۷۱ متفاوت متفاوت ۲۴۰/۱۹	- - - -	۱/۵mg/m ³ ۰/۱mg/m ³ ۰/۲mg/m ³ ۰/۱mg/m ³	درماتیت؛ A5 A4 A1 A1 پنومونیوزیس آسیب ریه؛ سرطان بینی سرطان ریه سرطان ریه
۴۷۵	نیکل کربونیل Nickel carbonyl	۱۷۰/۷۳	-	۰/۰۵ ppm	- پنومونیت شیمیایی
۴۷۶	نیکوتین Nicotine	۱۶۲/۲۳	-	۰/۵ mg/m ³	پوست آسیب گوارشی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اختلالات قلبی عروقی
۴۷۷	نیتراپایرین Nitrapyrin	۲۳۰/۹۳	۲۰ mg/m ³	۱۰ mg/m ³	A4 آسیب کبدی
۴۷۸	اسید نیتریک Nitric acid	۶۳/۰۲	۴ ppm	۲ ppm	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ فرسایش

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
دندان					
۴۷۹	اکسید نیتریک Nitric oxide	۳۰/۰۱	۲۵ ppm	-	هیپوکسی؛ سیانوز؛ نیتروز / هموگلوبین؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۸۰	پارا نیترو آنیلین p-Nitroaniline	۱۳۸/۱۲	۳ mg/m ³	-	پوست؛ آسیب کبدی؛ سوزش چشم
۴۸۱	نیترو بنزن Nitrobenzene	۱۲۳/۱۱	۱ ppm	-	پوست؛ مت همو گلوبینی A3 BEI
۴۸۲	پارا نیترو کلرو بنزن p-Nitrochloro benzene	۱۵۷/۵۶	۰/۱ ppm	-	پوست؛ مت همو گلوبینی A3
۴۸۳	۴- نیترو دی فنیل 4-Nitrodiphenyl	۱۹۹/۲۰	-	-	پوست؛ سرطان مثانه A2
۴۸۴	نیترو اتان Nitroethane	۷۵/۰۷	۱۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۴۸۵	نیتروژن Nitrogen	۱۴/۰۱	خفگی آور ساده (D)	-	خفگی
۴۸۶	دی اکسید نیتروژن Nitrogen dioxide	۴۶/۰۱	۳ ppm	۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی A4
۴۸۷	تری فلوئورید نیتروژن Nitrogen trifluoride	۷۱/۰۰	۱۰ ppm	-	مت همو گلوبینی؛ آسیب کبدی و کلیوی
۴۸۸	نیترو گلیسرین یا نیترو گلیکول Nitroglycerin	۲۲۷/۰۹	۰/۰۵ ppm	-	پوست اتساع عروق
۴۸۹	نیترو متان Nitromethane	۶۱/۰۴	۲۰ ppm	-	آسیب تیروئیدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه A3
۴۹۰	۱- نیترو پروپان 1-Nitropropane	۸۹/۰۹	۲۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب A4

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
کبد					
۴۹۱	۲- نیترو پروپان 2-Nitropropane	۸۹/۰۹	۱۰ ppm	-	آسیب کبدی؛ سرطان کبد
۴۹۲	ان- نیترو سودیمتیل آمین N-Nitrosodimethyl amine	۸۴/۰۸	-	-	آسیب کبدی؛ سرطان کبدی و کلیوی
۴۹۳	نیترو تولوئن، کلیه ایزومرها Nitrotoluene, all isomers	۱۳۷/۱۳	۲ ppm	-	مت هموگلوبینی
۴۹۴	۵- نیترو- ارتو- تولوئیدین	۱۵۲/۱۶	۱mg/m ^{3(l)}	-	آسیب کبدی
۴۹۵	اکسید نیتروز Nitrous oxide	۴۴/۰۲	۵۰ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی؛ اثرات جنینی
۴۹۶	نونا، کلیه ایزومرها Nonane, all isomers	(۱۲۸/۲۶)	۲۰۰ ppm	-	(اختلال سیستم اعصاب مرکزی)
۴۹۷	اکتا کلرو نفتالن Octachloronaphthalene	۴۰۳/۷۴	۰/۱ mg/m ³	۰/۳ mg/m ³	آسیب کبدی
۴۹۸	اکتان، کلیه ایزومرها Octane, all isomers	۱۱۴/۲۲	۳۰۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۴۹۹	تetroksid اوسمیوم Osmium tetroxide, as Os	۲۵۴/۲۰	۰/۰۰۰۲ ppm	۰/۰۰۰۶ ppm	تنفسی؛ سوزش چشم و پوست
۵۰۰	اسید اگزالیک Oxalic acid	۹۰/۰۴	۱ mg/m ³	۲ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۰۱	پارا، پارا-۱- اگری بیس (بنزن سولفونیل هیدرازید) p,p'- Oxybis (benzenesulfonyl hydrazide)	۳۲۶/۰۰	۰/۱mg/m ³	-	اثرات ناقص الخلقه زایی
۵۰۲	دی فلورید اکسیژن Oxygen difluoride	۴۵	-	C ۰/۰۵ ppm	سردرد؛ ادم ریه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۰۳	اوزون Ozone	۴۸	۰/۰۵ ppm	-	عملکرد واکنشی ریوی
	کار سنگین Heavy work		۰/۰۸ ppm	-	کار متوسط

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
	Moderate work کار سبک				A4
	Light work بار کار سنگین، متوسط یا سبک (کمتر از ۲ ساعت)		-	۰/۱ ppm	A4
	Light moderate or light (workloads ≤2 hours)		-	۰/۲ ppm	
۵۰۴	پارا استامول Paracetamol	۱۵۱/۱۷	-	۱۰ mg/m ³	-
۵۰۵	دمه واکس پارافین Paraffin wax fume	-	-	۲ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع
۵۰۶	پارا کوآت بصورت کاتیون Paraquat, as cation	۲۵۷/۱۸	-	۰/۵ mg/m ³ ۰/۱ mg/m ³ (R)	آسیب ریوی
۵۰۷	پاراتیون Parathion	۲۹۱/۲۷	-	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	پوست؛ بازدارنده آنزیم کولین استراز
۵۰۸	ذرات (نامحلول یا کم محلول) که در جای دیگر مشخص نشده‌اند Particles (insoluble or poorly soluble) not otherwise specified				ضمیمه ب را مشاهده کنید
۵۰۹	پنتا بوران Pentaborane	۶۳/۱۷	۰/۰۱۵ PPM	۰/۰۰۵ ppm	تشنج و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۱۰	پنتا کلرو نفتالین Pentachloronaphthalene	۳۰۰/۴۰	-	۰/۵ mg/m ³	آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه
۵۱۱	پنتا کلرو نیترو بنزن Pentachloronitrobenzene	۲۹۵/۳۶	-	۰/۵ mg/m ³	آسیب کبدی
۵۱۲	پنتا کلرو فنول Pentachlorophenol	۲۶۶/۳۵	-	۰/۵ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی
۵۱۳	پنتا آریتریول Pentaerythriol	۱۳۶/۱۵	-	۱۰ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۱۴	پنتان، کلیه ایزومرها Pentane, all isomers	۷۲/۱۵	-	۶۰۰ ppm	نوروپاتی (آسیب اعصاب) محیطی
۵۱۵	۴ و ۲-پنتان دی ان 2,4-pentanedione	۱۰۰/۱۲	-	۲۵ ppm	سمیت اعصاب و اختلال

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
سیستم اعصاب مرکزی					
۵۱۶	پنتیل استات، کلیه ایزومرها Pentyl acetate, all isomers	۱۳۰/۲۰	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۱۷	پرکلرو متیل مرکاپتان Perchloromethyl mercaptan	۱۸۵/۸۷	۰/۱ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۱۸	فلوئورید پرکلریل Perchloryl fluoride	۱۰۲/۴۶	۳ ppm	۶ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحتانی؛ مت هموگلوبینی؛ فلوئوریزس
۵۱۹	اسید پرفلورو اوکتانویک Perfluorooctanoic acid	۴۱۴/۰۷	۰/۰۰۵ mg/m ³	-	-
۵۲۰	پرفلوئورو بوتیل اتیلن Perfluorobutyl ethylene	۲۴۶/۱	۱۰۰ ppm	-	اثرات خونی
۵۲۱	پر فلوئورو ایزو بوتیلن Perfluoroisobutylene	۲۰۰/۰۴	-	C ۰/۰۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات خونی
۵۲۲	پرسولفات ها بصورت پرسولفات Persulfates, as Persulfate	متفاوت	۰/۱ mg/m ³	-	تحریک پوست
۵۲۳	فنول Phenol	۹۷/۱۱	۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی پوست؛ A4 BEI
۵۲۴	فنتیازین Phenothiazine	۱۹۹/۲۶	۵ mg/m ³	-	تحریک پوستی و گیرنده های نوری چشمی پوست
۵۲۵	ان- فنیل - بتا- نفتیل آمین N-Phenyl-beta-naphthylamine	۲۱۹/۲۹	-	-	سرطان A4
۵۲۶	ارتو فنیلین دی آمین o-Phenylene diamine	۱۰۸/۰۵	۰/۱ mg/m ³	-	کم خونی A3
۵۲۷	متا فنیلین دی آمین m-Phenylene diamine	۱۰۸/۰۵	۰/۱ mg/m ³	-	آسیب کبدی و تحریک پوستی A4
۵۲۸	پارا فنیلین دی آمین p-Phenylene diamine	۱۰۸/۰۵	۰/۱ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و حساسیت A4

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز
پوستی						
۵۲۹	فنیل اتر، بخار Phenyl ether, Vapor	۱۷۰/۲۰	۱ ppm	۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
۵۳۰	فنیل گلیسیدیل اتر Phenyl glycidyl ether	۱۵۰/۱۷	۰/۱ppm	-	پوست؛ حساسیت A3	آسیب بیضه
۵۳۲	فنیل مرکاپتان Phenyl mercaptan	۱۱۰/۱۸	۰/۱ppm	-	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک چشم و پوست
۵۳۳	فنیل فسفین Phenylphosphine	۱۱۰/۱۰	-	C ۰/۰۵ppm	-	درماتیت؛ اثر روی خون و بیضه
۵۳۴	فورات Phorate	۲۶۰/۴۰	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۵۳۵	فسژن Phosgene	۹۸/۹۲	۰/۱ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ ادم ریه؛ آمفیژم ریه
۵۳۶	فسفین Phosphine	۳۴/۰۰	۰/۳ ppm	۱ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۵۳۷	اسید فسفریک Phosphoric acid	۹۸/۰۰	۱ mg/m ³	۳ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۳۸	فسفر (زرد) Phosphorus(yellow)	۱۲۳/۹۲	۰/۱ mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی؛ آسیب کبدی
۵۳۹	اکسی کلرید فسفر یا تری کلرید فسفریل Phosphorus oxychloride	۱۵۳/۳۵	۰/۱ ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۴۰	پنتا کلرید فسفر Phosphorus pentachloride	۲۰۸/۲۴	۰/۱ ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۵۴۱	پنتا سولفید فسفر Phosphorus pentasulfide	۲۲۲/۲۹	۱ mg/m ³	۳ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۴۲	تری کلرید فسفر Phosphorus trichloride	۱۳۷/۳۵	۰/۲ ppm	۰/۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۵۴۳	انیدرید فتالیک Phthalic anhydride	۱۴۸/۱۱	۱	-	A4 حساسیت تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست
۵۴۴	متا فتالودی نتریل m-Phthlodinitrile	۱۲۸/۱۴	$5 \text{ mg/m}^3 \text{ (VF)}$	-	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست
۵۴۵	پیکلورام Picloram	۲۴۱/۴۸	10 mg/m^3	-	A4 آسیب کبدی و کلیوی
۵۴۶	اسید پیکریک Picric acid	۲۲۹/۱۱	0.1 mg/m^3	-	- حساسیت های پوستی؛ درماتیت؛ تحریک چشم
۵۴۷	پیندون Pindone	۲۳۰/۲۵	0.1 mg/m^3	-	- انعقاد
۵۴۸	پدی هیدروکلرید پی پرازین Piperazine dihydrochloride	(۱۵۹/۰۵)	5 mg/m^3	-	- سوزش پوست و چشم؛ حساسیت پوستی؛ آسم
۵۴۹	پپیریدین Piperidine	۸۵/۱۵	۱ppm	پوست	-
۵۵۰	پلاتین Platinum فلز Metal نمکهای محلول، بصورت پلاتین Soluble salts, as Pt	۱۹۵/۰۹ متفاوت	1 mg/m^3 0.002 mg/m^3	-	- آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۵۵۱	پلی وینیل کلراید Polyvinyl chloride (PVC)	متفاوت	$1 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$	-	A4 پنومو کونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ تغییر عملکرد ریوی
۵۵۲	سیمان پرتلند Portland cement	-	$1 \text{ mg/m}^3 \text{ (E,R)}$	-	A4 عملکرد ریوی؛ علائم تنفسی؛ آسم
۵۵۳	هیدروکسید پتاسیم Potassium hydroxide	۵۶/۱۰	-	2 mg/m^3	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۵۴	پروپان Propane				مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)
۵۵۵	پروپان سولتون Propane sultone	۱۲۲/۱۴		-	A3 سرطان
۵۵۶	ان- پروپانول (ان- پروپیل)	۶۰/۰۹	۱۰۰ ppm	-	A4 تحریک قسمت فوقانی

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

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

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA STEL/C	میزان تعیین حد مجاز مواجهه	شرح مواجهه
۵۸۵	سیلیس بی شکل Silica amorphous	۶۰/۰۹	$2/4 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$ 6 mg/m^3	-	-
۵۸۶	کاربید سیلیکون Silicon carbide غیر الیافی Non-fibrous	۴۰/۱۰	$10 \text{ mg/m}^3 \text{ (I,E)}$ $3 \text{ mg/m}^3 \text{ (R,E)}$	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	الیافی (شامل الیاف سیلی شکل) Fibrous		$0/1 \text{ f/cc} \text{ (F)}$	A2	تحریک قسمت فوقانی تنفسی مزوتلومیا؛ سرطان
۵۸۷	تترا هیدرید سیلیکون Silicon tetrahydride	۳۲/۱۲	۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
۵۸۸	نقره Silver فلزی، غبار و دمه Metal, dust & fume ترکیبات محلول، بصورت	۱۰۷/۸۷	$0/1 \text{ mg/m}^3$	-	آرژیری (تجمع رنگدانه ها در بافتها)
	نقره Soluble compounds as Ag	متفاوت	$0/01 \text{ mg/m}^3$	-	-
۵۸۹	آزید سدیم بصورت آزید سدیم As Sodium azide بصورت بخار اسید هیدرا زوئیک As Hydrozoic acid vapour	۶۵/۰۲	$0/29 \text{ mg/m}^3$ C - C $0/11 \text{ ppm}$	A4 A4	اختلال قلبی و آسیب ریوی
۵۹۰	بی سولفیت سدیم Sodium bisulfate	۱۰۴/۰۷	5 mg/m^3	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم
۵۹۱	فلوئورو استات سدیم Sodium fluoroacetate	۱۰۰/۰۲	$0/05 \text{ mg/m}^3$	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی؛ تهوع
۵۹۲	هیدروکسید سدیم Sodium hydroxide	۴۰/۰۱	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
۵۹۳	متا بی سولفیت سدیم Sodium metabisulfite	۱۹۰/۱۳	5 mg/m^3	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی

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

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۶۰۹	تترا فلورید گوگرد Sulfur tetrafluoride	۱۰۸/۰۷	-	C ۰/۱ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب ریه
۶۱۰	سولفوریل فلئورید Sulfuryl fluoride	۱۰۲/۰۷	۵ ppm	۱۰ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۱۱	سولپروفوس Sulprofos	۳۲۲/۴۳	۰/۱ mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۱۲	الیاف های شیشه مصنوعی فایبر گلاس رشته ای پیوسته (Synthetic vitreous fibers)	-	۱ f/cc ^(F) ۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	الیاف پشم شیشه (Glass Wool fibers)	-	۱ f/cc ^(F)	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	الیاف پشم سنگ (Rock wool fibers)	-	۱ f/cc ^(F)	-	
	الیاف پشم سرباره (Slag wool fibers)	-	۱ f/cc ^(F)	-	
	فایبر گلاسهای خاص (Special purpose glass fibers)	-	۱ f/cc ^(F)	-	
	الیاف نسوز سرامیکی (Refractory Ceramic fibers)	-	۰/۲ f/cc ^(F)	-	فیروز ریه؛ واکنش ریوی
	۲و۴و۵- تری کلرو فنو کسی استیک اسید (2,4,5-T) 2,4,5-Trichloro phenoxy acetic acid	۲۵۵/۹۴	۱۰ mg/m ³	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
	تالک Talc	-	۲ mg/m ³ (E,R)	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۶۱۷	فاقد آزبست containing no asbestos fibres	-	حد مجاز آزبست (K)	-	
	دارای آزبست containing asbestos fibres	-		-	
۶۱۸	تلوریم و ترکیباتش بصورت تلوریم به استثناء تلورید هیدروژن Tellurium and compounds, as Te, excluding hydrogen telluride	۱۲۷/۶	۰/۱ mg/m ³	-	بوی بد دهان

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۶۱۹	هگزا فلورید تلوریم Tellurium hexafluoride	۲۴۱/۶۱	۰/۰۲ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۶۲۰	تمفوس Temephos	۴۶۶/۴۶	۱ mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۲۱	تربوفوس Terbufos	۲۸۸/۴۵	۰/۰۱ mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۲۲	اسید ترفتالیک Terephthalic acid	۱۶۶/۱۳	۱۰ mg/m ³	-	-
۶۲۳	ترفنیل ها Terphenyls	۲۳۰/۳۱	-	C ۵ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۲۴	۱ و ۱ و ۲ و ۲ - تترا بروماتان 1,1,2,2-Tetra bromoethane	۳۴۵/۷۰	۰/۱ ppm (IVF)	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ ادم ریه؛ آسیب کبدی
۶۲۵	۱ و ۱ و ۲ و ۲ - تترا کلرو اتان 1,1,1,2-Tetra chloro- 2,2 difluoroethane	۲۰۳/۸۳	۱۰۰ ppm	-	آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۲۶	۱ و ۱ و ۲ و ۲ - تترا کلرو اتان 1,1,1,2-Tetra chloro- 1,2 difluoroethane	۲۰۳/۸۳	۵۰ ppm	-	آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۲۷	۱ و ۱ و ۲ و ۲ - تترا کلرو اتان 1,1,2,2-Tetra chloroethane	۱۶۷/۸۶	۱ ppm	-	آسیب کبدی
۶۲۸	تترا کلرو اتیلن یا پر کلرواتیلن Tetrachloroethylene	۱۶۵/۸۰	۲۵ ppm	۱۰۰ ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۲۹	تترا کلرو نفتالن Tetrachloromethane	۲۶۵/۹۶	۲ mg/m ³	-	آسیب کبدی
۶۳۰	تترا اتیل سرب Tetraethyl lead, as Pb	۳۲۳/۴۵	۰/۱ mg/m ³	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۱	تترا اتیل پیرو فسفات Tetraethyl pyrophosphate	۲۹۰/۲۰	۰/۰۱ mg/m ³ (IVF)	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۲	تترا فلورو اتیلن Tetrafluoroethylene	۱۰۰/۲۰	۲ ppm	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۳۳	۱ و ۱ و ۱ و ۲ - تترا فلورو اتان 1,1,1,2-tetra fluoroethane	۱۰۲/۰۳	۱۰۰۰ ppm	-	-
۶۳۴	تترا هیدرو فوران	۷۲/۱۰	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	آسیب کبدی و کلیوی؛

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
	Tetrahydrofuran				سرطان کبدی و کلیوی
	نمک های فسفونیوم تتراکیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium salts کلرید فسفونیوم تترا کیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride سولفات فسفونیوم تترا کیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium sulfate	۱۹۰/۵۶	۲ mg/m ³	-	کاهش وزن بدن؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی
۶۳۵					
		۴۰۶/۲۶	۲ mg/m ³	-	حساسیت؛
۶۳۶	تترا متیل سرب Tetramethyl lead, as Pb	۲۶۷/۳۳	۰/۱۵ mg/m ³	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۷	تترا متیل سوکسینو نیتریل Tetramethyl succinonitrile	۱۳۶/۲۰	۰/۵ ppm	-	سردرد؛ تهوع؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی
۶۳۸	تترانیترو متان Tetranitromethane	۱۹۶/۰۴	۰/۰۰۵ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان قسمت فوقانی تنفسی
۶۳۹	تتریل Tetryl	۲۸۷/۱۵	۱/۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۶۴۰	تالیوم و ترکیباتش، بصورت تالیوم Thallium and compounds, as Tl	۲۰۴/۳۷ متفاوت	۰/۰۲ mg/m ³	-	نوروپاتی محیطی؛ آسیب گوارشی
۶۴۱	۴و۴- تیوبیس (۶-ت-بوتیل-م-کرسول) 4,4'-Thiobis (6-tert-butyl-m-cresol)	۳۵۸/۵۲	۱ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
۶۴۲	اسید تیو گلیکولیک Thioglycolic acid	۹۲/۱۲	۱ ppm	-	تحریک قسمت پوست و چشم
۶۴۳	کارید تیونیل Thionyl chloride	۱۱۸/۹۸	-	۰/۲ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۶۴۴	تیرام Thiuram	۲۴۰/۴۴	۰/۰۵ mg/m ³ (IVF)		تاثیر در وزن بدن؛ اثرات خونی
۶۴۵	قلع Tin فلزی ترکیبات معدنی و اکسیدی بجز هیدرید Oxide & inorganic compounds, except tin hydride ترکیبات آلی Organic compounds	۱۱۸/۶۹ متفاوت	۲ mg/m ³ ۲ mg/m ³	- -	پنومو کونیوزیس (یا استانوزیس)
۶۴۶	دی اکسید تیتانیم Titanium oxide	۷۹/۹۰	۱۰ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست؛ A4
۶۴۷	ارتو تولیدین o-Toluidine	۲۱۲/۲۸	-	-	سوزش چشم؛ مثانه و کلیه؛ سرطان مثانه؛ مت هموگلوبینی
۶۴۸	تولوئن Toluene	۹۲/۱۳	۲۰ ppm	-	اختلالات بصری؛ اثرات سیستم تولید مثل زنان؛ پوست؛ A4 EBI
۶۴۹	‡ تولوئن-۴ یا ۲-۶ دی ایزوسیانات (یا بصورت مخلوط) Toluene -2,4- or 2,6-diisocyanate (or as a mixture)	۱۷۴/۱۵	۰/۰۰۵ ppm	۰/۰۲ ppm	حساسیت های تنفسی حساسیت (A4)
۶۵۰	پارا تولوئن سولفونیل کلراید p-Toluenesulphonyl chloride	۱۹۰/۶۵	-	۵ mg/m ³	-
۶۵۱	ارتو تولوئیدین o-Toluidine	۱۰۷/۱۵	۲ ppm	-	پوست؛ A3
۶۵۲	متا تولوئیدین m-Toluidine	۱۰۷/۱۵	۲ ppm	-	سوزش چشم؛ مثانه و کلیه مت هموگلوبینی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۶۵۳	پارا تولوئیدین p-Toluidine	۱۰۷/۱۵	۲ ppm	پوست؛ A3	مت هموگلوبینی
۶۵۴	تری بیوتیل فسفات Tributyl phosphate	۲۶۶/۳۲	۰/۲ ppm		تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد
۶۵۵	اسید تری کلرو استیک Trichloroacetic acid	۱۶۳/۳۹	۱ ppm	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۵۶	تری کلرو بنزن benzene 1,2,4-Trichloro	۱۸۱/۴۶	-	C ۵ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۵۷	تری کلرو اتان ethane 1,1,2- Trichloro	۱۳۳/۴۱	۱۰ ppm	پوست؛ A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
۶۵۸	تری کلرو اتیلن Trichloroethylene	۱۳۱/۴۰	۱۰ ppm	A2 BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سمیت کلیوی؛ کاهش قوه ادراک
۶۵۹	تری کلرو فلوئورو متان methane Trichlorofluoro	۱۳۷/۳۸		A4 C ۱۰۰۰ppm	حساسیت های قلبی عروقی
۶۶۰	تری کلرو نفتالن Trichloronaphthalene	۲۳۱/۵۱	۵ mg/m ³	-	آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه
۶۶۱	تری کلرو پروپان propane 1,2,3-Trichloro	۱۴۷/۴۳	۱۰ ppm	پوست؛ A3	-
۶۶۲	تری کلرو اتان 1,1,2-Trichloro-1,2,2- Trifluoroethane	۱۸۷/۴۰	۱۰۰۰ ppm	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۶۳	تری سیکل آزول Tricyclazole	۱۸۹/۲۴	۳ mg/m ³	-	-
۶۶۴	تری کلرو فون Trichlorphon	۲۵۷/۶۰	۱mg/m ³	A4؛ BEI _A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
۶۶۵	تری اتانول آمین Triethanloamine	۱۴۹/۲۲	۵ mg/m ³	-	سوزش پوست و چشم
۶۶۶	تری اتیل آمین Triethylamine	۱۰۱/۱۹	۱ ppm	پوست؛ A4	اختلالات بصری
۶۶۷	تری فلوئورو برم متان methane Trifluobromo	۱۴۸/۹۲	۱۰۰۰ ppm	-	اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	ردیف
۶۶۸	۱و۳و۵- تری گلیسیدیل -اس- تری آزیترئون 1,3,5-Triglycidyl-S-Triazinetrione	۲۹۷/۲۵	۰/۰۵ mg/m ³	-	آسیب های تولید مثل در مردان	
۶۶۹	تری ملیتیک انیدرید Trimellitic anhydride	۱۹۲/۱۲	۰/۰۰۰۵ mg/m ³ (IVF)	۰/۰۰۲ mg/m ³ (IVF)	پوست حساسیت های سیستم تولید مثل حساسیت	
۶۷۰	تری متیل آمین Trimethylamine	۵۹/۱۱	۵ ppm	۱۵ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛	
۶۷۱	تری متیل بنزن (مخاوط ایزومرها) Trimethyl benzene ((mixed Isomers	۱۲۰/۱۹	۲۵ ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسم؛ اثرات خونی	
۶۷۲	تری متیل فسفیت Trimethyl phosphite	۱۲۴/۰۸	۲ ppm	-	تحریک چشم بازدارنده آئزیم کولین استراز	
۶۷۳	۲و۴و۶- تری نیترو تولوئن toluene 2,4,6-Trinitro (TNT)	۲۲۷/۱۳	۰/۱ mg/m ³	-	مت همو گلوبینی؛ آسیب کبدی؛ آب مروارید	
۶۷۴	تری اور توکرسیل فسفات Triorthocresyl phosphate	۳۶۸/۳۷	۰/۱ mg/m ³	-	بازدارنده آئزیم کولین استراز	
۶۷۵	تری فیل فسفات Triphenyl phosphate	۳۲۶/۲۸	۳ mg/m ³	-	بازدارنده آئزیم کولین استراز	
۶۷۶	تنگستن Tungsten, as W فلزات و ترکیبات نامحلول Metal and insoluble compounds ترکیبات محلول soluble compounds	۱۸۳/۸۵	۵ mg/m ³	۱۰ mg/m ³	تحریک قسمت تحتانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ فیبروز ریه	
۶۷۷	ترپنتین و مونوترپن های منتخب Turpentine and selected Monoterpenes	۱۳۶/۰۰	۲۰ ppm	-	تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه	
۶۷۸	اورانیوم طبیعی ترکیبات محلول و نامحلول آن بصورت اورانیوم Uranium(natural) Soluble and insoluble	۲۳۸/۰۳	۰/۲ mg/m ³	۰/۶ mg/m ³	آسیب کلیوی	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی TWA	حد مجاز مواجهه شغلی STEL/C	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
۶۷۹	ان-والر آلدهید n-Valeraldehyde	۸۶/۱۳	۵۰ ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ پوست
۶۸۰	پنتوکسید وانادیوم Vanadium pentoxide as V	۱۸۱/۸۸	۰/۰۵ mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی
۶۸۱	مست روغن های نباتی Vegetable oils mist	متغیر	۱۰ mg/m ³	-	اثرات تنفسی
۶۸۲	استات وینیل Vinyl acetate	۸۶/۰۹	۱۰ ppm	۱۵ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۸۳	برومید وینیل Vinyl bromide	۱۰۶/۹۶	۰/۵ ppm	-	سرطان کبد
۶۸۴	کلرید وینیل Vinyl chloride	۶۲/۵۰	۱ ppm	-	سرطان ریه؛ آسیب کبدی
۶۸۵	۴- وینیل سیکلوهگزان 4- Vinyl cyclohexene	۱۰۸/۱۸	۰/۱ ppm	-	آسیب های تولید مثل در مردان و زنان
۶۸۶	وینیل سیکلوهگزان دی اکسید Vinyl cyclohexene dioxide	۱۴۰/۱۸	۰/۱ ppm	پوست؛ A3	آسیب های سیستم تولید مثل در مردان و زنان
۶۸۷	فلورید وینیل Vinyl fluoride	۴۶/۰۵	۱ ppm	-	سرطان کبد و آسیب کبدی
۶۸۸	ان- وینیل-۲-پیرولیدون N-Vinyl-2-pyrrolidone	۱۱۱/۱۶	۰/۰۵ ppm	-	آسیب کبدی
۶۸۹	کلرید وینیلیدین Vinylidene chloride	۹۶/۹۵	۵ ppm	-	آسیب کبدی و کلیوی
۶۹۰	فلوئورید وینیلیدین Vinylidene flouride	۶۴/۰۴	۵۰۰ ppm	-	آسیب کبدی
۶۹۱	وینیل تولوئن Vinyl toluene	۱۱۸/۱۸	۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
۶۹۲	وارفارین Warfarin	۳۰۸/۳۲	۰/۱ mg/m ³	-	انعقاد خون
۶۹۳	غبار چوب Wood dust	نامشخص	۰/۵ mg/m ³	-	آسم عملکرد ریوی
	سرو قرمز غربی Western red cedar		۱ mg/m ³	-	
	گونه های دیگر All other species		-	-	
	سرطان زائی carcinogenicity		-	-	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
	بلوط و راش Oak and beech			-	A1
	غان ؛ چوب ماهون و درخت ساج ؛ گردو Birch, mahogany, teak, walnut		-	-	A2
	غبار کلیه چوب های دیگر All other wood dusts		-	-	A4
۶۹۴	گزیلن (ایزومرهای ارتو، متا و پارا) Xylene) o-, m-, p-(isomers)	۱۰۶/۱۶	۱۵۰ ppm	۱۰۰ ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
۶۹۵	متا گزیلن آلفا و آلفا'دی آمین m-Xylene α, α'-diamine	۱۳۶/۲۰	C ۰/۱mg/m ³	-	تحریک چشم؛ پوست
۶۹۶	گزیلیدین (مخلوط ایزومرها) Xylidine (mixed isomers)	۱۲۱/۱۷	-	۰/۵ ppm (IVF)	آسیب کبدی؛ مت همو گلوبینی
۶۹۷	ایتریوم و ترکیبات آن Yttrium and Compounds, as Y	۷۷/۹۱	-	۱ mg/m ³	فیروز ریه
۶۹۸	دمه کلرید روی Zinc chloride fume	۱۳۶/۲۹	۲ mg/m ³	۱ mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی
۶۹۹	کرومات روی Zinc chromates, as Cr	متفاوت	-	۰/۰۱ mg/m ³	سرطان بینی
۷۰۰	اکسید روی Zinc oxide	۷۱/۳۷	۱۰ mg/m ³	۲ mg/m ³	تب دمه فلزی
۷۰۱	دی استئارات روی یا استئارات روی Zinc stearate	۶۳۲/۳۵	۲۰mg/m ³	۱۰ mg/m ³ ۴ mg/m ³ (R)	-
۷۰۲	زیر کونیوم و ترکیباتش Zirconium and compounds, as Zr	۹۱/۲۲	۱۰ mg/m ³	۵ mg/m ³	-

ضمائم حدود مجاز مواجهه با عوامل شیمیایی

ضمیمه الف: سرطان زایی

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

A1- سرطان‌زای تأیید شده انسانی

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

A2- مشکوک به سرطان‌زایی در انسان:

اطلاعات کیفی مربوط به سرطان‌زایی ماده شیمیایی در حد کفایت مورد قبول قرار گرفته است ولی در اطلاعات ارائه شده کمبودهایی به شرح زیر وجود دارد که باعث تردیدهایی در تأثیر سرطان‌زایی 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 می‌باشد و شرایط خاص سم‌شناسی ماده [دز(ها)، راه(های) تماس، اندام(های) مورد هدف، نوع بافت و مکانیزم(های) اثرات وارده] مشابهت لازم با مواجهه‌های شغلی کارگران را دارا می‌باشد.

بطور کلی طبقه‌بندی A2 در شرایطی بکار می‌رود که شواهد سرطان‌زایی انسانی یک عامل محدود بوده اما شواهد کافی در مورد سرطان‌زایی آن عامل در حیوانات آزمایشگاهی مشابه انسان موجود باشد.

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

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

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

A4- غیر قابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان زای انسانی:

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

A5- مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان زای انسانی:

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

مواجهه‌های شغلی با عوامل سرطان‌زا باید در حداقل میزان نگهداشته شود. کارگرانی که با سرطان‌زاهای طبقه A1 بدون حد مجاز مشخص، مواجهه دارند می‌بایست به طور صحیح برای حذف بیشترین حد ممکن هنگام مواجهه با این مواد تجهیز شوند. برای سرطان‌زاهای A1 با حد مجاز (OEL) مشخص و سرطان‌زاهای گروه A2 و A3، مواجهه کارگر از کلیه روش‌ها می‌بایست به طور دقیق کنترل شود تا در نهایت مواجهه تا حد ممکن کمتر از OEL شود.

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

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

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

الف- ذره فاقد OEL کاربردی باشد.

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

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

باور این کمیته بر آن است که ذراتی که از لحاظ بیولوژیکی خنثی، نامحلول یا دارای انحلال - پذیری کم باشند، ممکن است دارای اثرات زیان آور باشند و توصیه می‌شود که غلظت ذرات قابل استنشاق^۱ هوا بر 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 سائز ذرات هوا برد

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

تأثیر اندازه ذرات در تعیین محل ته‌نشینی آن‌ها در دستگاه تنفسی

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

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

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

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

1 - Respirable

2 - Inhalable

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

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

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

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

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

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

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

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

الف - توده ذرات قابل تنفس:

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

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

برای ذراتی که $100 \mu m \geq d > 0$ باشد.

که در رابطه فوق، $IPM(d_{ae})$ بازده جمع‌آوری ذرات با قطر آئرو دینامیکی و d_{ae} قطر آئرو دینامیکی ذرات بر حسب میکرومتر می‌باشد.

ب) توده ذرات توراسیکی:

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

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

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

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

$\ln$: لگاریتم طبیعی

Γ : $11/64 \mu m$

Σ : $1/5$

1- Inhalable Particulate Matter

2- Thoracic Particulate Matter

3- Respirable Particulate Matter

ج- توده ذرات قابل استنشاق:

مشکل از ذراتی است که گرفته شدن آنها مطابق با رابطه بازده جمع آوری زیر می باشد:

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

که $F(x)$ همان مفهوم اشاره شده در بخش قبلی است اما $\Gamma = 4/25 \mu m$ و $\Sigma = 1/5$ می باشد.

مهمترین تغییر اعمال شده مربوط به این بخش از ذرات تغییر قطر میانه از $3/5$ به 4 میکرومتر می باشد. این مطلب با پروتکل سازمان بین المللی استاندارد و کمیته تدوین استانداردهای اروپا (ISO/CEN) تطابق دارد. در حال حاضر هیچ تغییری برای اندازه گیری ذرات قابل استنشاق با سیکلون نایلونی $10mm$ در دبی $1/7 L/min$ توصیه نمی شود. دو آنالیز انجام بر روی داده های موجود نشان داده است که دبی $1/7 L/min$ به سیکلون نایلونی $10mm$ اجازه می دهد که یک تقریب صحیحی از غلظت ذرات قابل استنشاق را به نسبت یک نمونه گیر ایده آل ذرات قابل استنشاق فراهم نماید. بازده جمع آوری سایزهای مختلف ذرات با کسر جرمی هر یک در جداول زیر ارائه شده است:

جدول ۱: ذرات قابل تنفس

بازده جمع آوری ذرات قابل تنفس (%)	قطر آئرودینامیکی ذره (μm)
۱۰۰	۰
۹۷	۱
۹۴	۲
۸۷	۵
۷۷	۱۰
۶۵	۲۰
۵۸	۳۰
۵۴/۵	۴۰
۵۲/۵	۵۰
۵۰	۱۰۰

جدول ۲: ذرات توراسیک

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

جدول ۳: ذرات قابل استنشاق

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

ضمیمه د: معیار حد مجاز مواجهه شغلی برای مخلوط‌ها

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

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

کاربرد فرمول مخلوط مواد برای حالت اثرات افزایشی

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

در صورتی که دو یا چند ماده خطرناک با اثرات مشابه سم شناسی بر روی سیستم یا ارگان هدف وجود داشته باشند، اثر ترکیبی آنها باید بیشتر از اثر انفرادی آنها مورد توجه قرار گیرد. 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 می‌باشد:

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

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

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

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

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

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

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

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

که:

OEL – STEL : T_{1STEL}

OEL – TWA : T₂ ماده بدون دارا بودن STEL

محدودیت ها و موارد خاص

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

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

رابطه اثرات افزایشی برای مخلوطی از چند عامل بکار می رود این روابط را نباید برای مخلوطهایی که اجزاء آن واکنشهای بسیار متفاوتی دارند بکار برد، مانند اسید سیانیدریک (HCN) و دی اکسید گوگرد (SO₂). در چنین مواردی باید فرمول اثرات مستقل مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این رابطه برای مخلوطهای پیچیده با اجزاء زیاد (مثل بنزین، خروجی دیزل، محصولات تجزیه حرارتی، خاکستر و ...) نباید مورد استفاده قرار گیرد.

لازم به ذکر است که در مخلوط مواد سرطان زا در دسته های A1, A2 یا A3 باید دقت نمود. صرف نظر از کاربرد فرمول مخلوط از مواجهه با مخلوط مواد سرطان زا باید اجتناب نمود یا تا حد امکان مواجهه پایین نگه داشته شود (به بخش نمادگذاری مراجعه شود).

مثالهای حد مجاز شغلی برای مخلوط‌ها

مثال الف:

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

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

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

مواجهه کل شیفت کمتر از حد مجاز است.

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

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

آنالیز مواجهه کوتاه مدت به روش زیر انجام می‌شود:

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

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

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

مثال ب- اثرات مستقل:

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

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

هوایی حاوی غلظت سرب معادل 0.12 mg/m^3 سرب (با $\text{OEL} = 0.15$) و 0.7 mg/m^3 اسید سولفوریک (با $\text{OEL} = 1$) موجود است.

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

غلظت مخلوط کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

ضمیمه ه: حداقل محتوای اکسیژن^۱

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

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

1 - Minimal Oxygen Content

2 - Kinetic

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

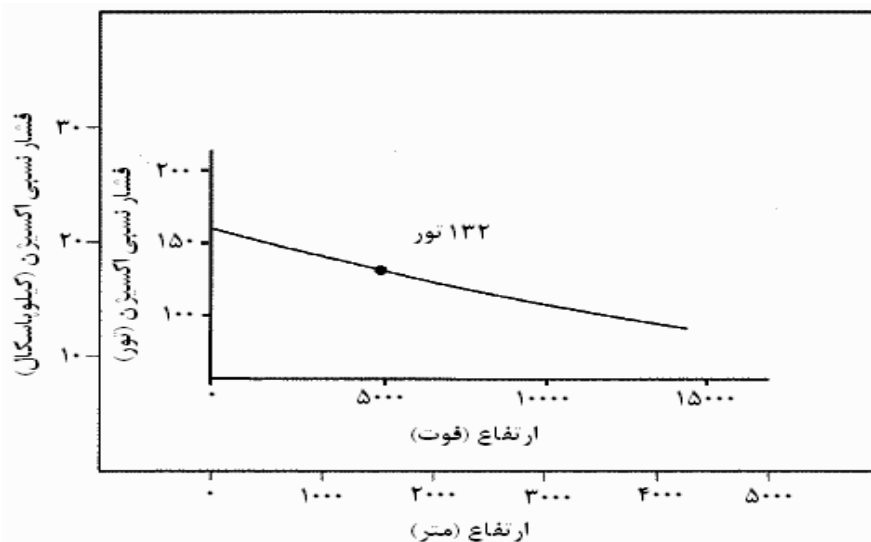
NIOSH فشار نسبی اکسیژن آلوئولی ۶۰ تور را به عنوان حد فیزیولوژیکی تعیین کرده و محیطی که فشار جزئی اکسیژن در آن کمتر از ۱۳۲ تور باشد را به عنوان محیطی که کمبود اکسیژن دارد، در نظر گرفته است. وجود حداقل ۱۹٫۵ درصد اکسیژن در سطح دریا (فشار جزئی ۱۴۸ تور، هوای خشک) برای اغلب اعمال کاری یک حاشیه ایمنی مناسب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

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

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

چرخه‌های کار و استراحت با کاهش بار کاری و افزایش دوره‌های استراحت، آموزش، بازرسی و پایش کارگران و دسترسی سریع و راحت به تجهیزات حفاظت تنفسی تأمین کننده اکسیژن نیز مناسب است. گازهای جایگزین اکسیژن ممکن است خاصیت قابلیت اشتعال داشته یا دارای اثرات فیزیولوژیکی باشند، در این صورت بایستی در مورد شناسایی آنها و منبعشان بررسیهای لازم به طور کامل انجام شود. بعضی از گازها و بخارات وقتی در غلظتهای بالا در هوا حضور می‌یابند در مرحله نخست به عنوان خفه کننده ساده بدون اثرات عمده فیزیولوژیک عمل می‌کنند. یک OEL ممکن است برای هر خفه کننده ساده پیشنهاد نشده باشد زیرا فاکتور محدود کننده، اکسیژن موجود است. کمبود اکسیژن اتمسفری هشدارهای کافی را فراهم نمی‌نماید و بیشتر خفه کننده‌های ساده نیز بی بو هستند. این فاکتور بایستی در محدود کردن غلظت خفه کننده به ویژه در ارتفاعات بیشتر از ۵۰۰۰ فوت جایی که PO_2 اتمسفر ممکن است کمتر از ۱۲۰ تور باشد، در نظر گرفته شود.

شکل ه-۱ نمودار فشار نسبی اکسیژن (PO_2) با افزایش ارتفاع، که فشار جزئی اکسیژن پیشنهادی ۱۳۲ تور است.



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

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

ارتفاع فوت (متر)	فشار بارومتریک تور، هوای خشک ^۱ (کیلوپاسکال)	pO ₂ معادل، تور هوای خشک در ۲۰/۹۴۸ درصد اکسیژن ^۲ (کیلوپاسکال)	درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا ^۳ (درصد)	تأثیر فیزیولوژیکی مقادیر PO ₂ ^۴
(۳۰۴۸) ۱۰۰۰	۵۱۷ (۶۸/۹)	۱۰۸ (۱۴/۴)	۱۴/۲	–
(۳۳۵۳) ۱۱۰۰	۴۹۸ (۶۶/۴)	۱۰۴ (۱۳/۹)	۱۳/۷	خستگی غیرنرمال در اعمال نیرو، عدم تعادل، قضاوت ضعیف، آشفته‌گی عصبی
(۳۶۵۸) ۱۲۰۰	۴۷۹ (۶۳/۸)	۱۰۰ (۱۳/۳)	۱۳/۲	–
(۳۹۶۲) ۱۳۰۰	۴۶۱ (۶۱/۵)	۹۸ (۱۲/۹)	۱۲/۸	–
(۴۲۶۷) ۱۴۰۰	۴۴۳ (۵۹/۱)	۹۳ (۱۲/۴)	۱۲/۲	نارسایی در تنفس، قضاوت و هماهنگی خیلی ضعیف، بینایی ضعیف

$$P_{re:Sea\ level} = 760 \times e^{-(altitude\ in\ ft / 25970)}$$

۱- از این رابطه محاسبه می‌گردد:

$$PO_2 = 0.20948 \times 760 \times e^{-(altitude\ in\ ft / 25970)}$$

۲- از این رابطه محاسبه می‌گردد:

$$P_{\%O_2} = 20.948 \times 760 \times e^{-(altitude\ in\ ft / 25970)}$$

۳- از این رابطه محاسبه می‌گردد:

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

ضمیمه و: روش محاسبه دو طرفه برای مخلوطهای بخار حلال هیدروکربنی تصفیه شده معین^۱

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 فاقد OEL می‌باشند.

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

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

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

اگر در مخلوط هگزان نرمال (OEL-176 mg/m³) و متیل نفتالینها (OEL-3 mg/m³) وجود داشته باشد، که حدود آنها کمتر از GGV است، این اجزاء باید جداگانه اندازه گیری و براساس روش ضمیمه د ارزیابی شوند.

1 - Group guidance values

جدول و-۱ مقادیر راهنمای گروهی (GGV)

A	B	C	D
Hydrocarbon Group	McKee et al. (mg/m ³)	UK-HSE 40/2000 (mg/m ³)	ACGIH® Unique TLVs® (mg/m ³)
C ₅ -C ₆ Alkanes	1500	1800	Pentane, all isomers (1770) Hexane isomers (1760)
C ₇ -C ₈ Alkanes	1500	1200	Heptane, all isomers (1640) Octane, all isomers (1401)
C ₅ -C ₆ Cycloalkanes	1500	1800	Cyclopentane (1720) Cyclohexane (350)
C ₇ -C ₈ Cycloalkanes	1500	800	Methyl cyclohexane (1610)
C ₇ -C ₈ Aromatics	200	500	Toluene (75) Xylene, all isomers (434) Ethyl benzene (434)
C ₉ -C ₁₅ Alkanes	1200	1200	Nonane, all isomers (1050)
C ₉ -C ₁₅ Cycloalkanes	1200	800	
C ₉ -C ₁₅ Aromatics*	100	500	Trimethyl benzene, isomers (123) Naphthalene (52) Cumene (246)

کاربرد:

RCP فقط برای حلالهای هیدروکربنی که شامل آلفاتیک های اشباع شده (نرمال، ایزو آلکانها و سیکلو آلکانها) و آروماتیک ها با تعداد کربن C₅ - C₁₅ که از مواد نفتی بدست می آیند و دارای نقطه جوش ۳۵-۳۲۰°C است، بکار می رود. برای مواد نفتی مشتق از سوختها، روغنهای روان کننده یا مخلوط حلالها بکار نمی رود. همچنین برای هیدروکربنهایی که سمیت آنها بطور معنی داری بیشتر از مخلوط است (مثل بنزن) بکار نمی رود.

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 و-۱). هنگامیکه مخلوط به تنهایی یک OEL مشخص دارد، برای آن مقدار از روشهای این ضمیمه استفاده نمی شود. رابطه محاسبه دو طرفه مخلوط عبارتست از:

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

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

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

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

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

محدودیت‌ها:

برای محاسبه فرمول باید در ترکیب مخلوط، جزئیات درصد جرم گروه‌های جدول و-۱ مشخص باشد. این فرمول برای حلالهایی که شامل بنزن یا ان- هگزان یا متیل نفتالین که OEL آنها کمتر از GGV است و خواص سم‌شناسی مشخصی دارند، بکار نمی‌رود. در صورت وجود در مخلوط، این مواد باید به تنهایی با استفاده از روش ضمیمه اندازه‌گیری و ارزیابی شوند. این روش نباید برای موقعیتهایی که ترکیب مایع از ترکیب بخار متفاوت است، بکار رود. در غیر این صورت در این فرمول F_n می‌تواند با کسر جرم بخار (درصد وزنی بخار) برای هر گروه در مخلوط هیدروکربنی براساس غلظتهای خاص هوابردهای اندازه‌گیری شده، جایگزین شود. GGV_s فقط برای بخارات بکار می‌رود و برای میست‌ها یا آئروسولها بکار نمی‌رود. این روش برای مخلوط اولفین‌ها یا دیگر ترکیبات غیراشباع یا هیدروکربنهای آروماتیک پلی‌سیکلیک بکار نمی‌رود.

مثال:

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

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

بنزن، بطور جداگانه براساس OEL خودش ارزیابی می‌شود.

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

اجزاء	درصد وزنی	GGV (mg/m ³)
آلکانهای C ₈ – C ₇ ، سیکلو آلکانها	٪۴۵	۱۵۰۰
آلکانهای C ₁₀ – C ₉ ، سیکلو آلکانها	٪۴۰	۱۲۰۰
آروماتیک‌های C ₈ – C ₇	٪۹	۲۰۰
تولوئن	٪۶	۷۵
بنزن	<٪۱	NA

References

- American Conference of Governmental Industrial (ACGIH). Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. 2011, ACGIH® Signature Publication, Cincinnati, Ohio.
- The Japan Society for Occupational Health. Recommendation of Occupational Exposure Limits. 2010, J OCC Health, 52: 308-324.
- Health and Safety Executive (HSE). EH40/2005 Workplace exposure limits. 2th ed, 2011, Crown copyright, London, UK.
- 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: 2006, Washington DC, USA.
- Tan K T, Lee H S, David K. The development and regulation of occupational exposure limits in Singapore. 2006, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 46: 136–141.
- Shuker L, James K, Massey J, Levy L. Institute of Environment and Health (IEH). The Setting and Use of Occupational Exposure Limits. 2007, ICCM, London, UK.
- Walters D, Grodzki K, Walters S. The role of occupational exposure limits in the health and safety systems of EU Member States. 1st ed., 2003, Centre for Industrial and Environmental Safety and Health, South Bank University, CROWN copyright, London. UK.

بخش دوم

حدود مجاز شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه^۱

پایش بیولوژیک^۲

پایش بیولوژیک سنجش غلظت یک ماده شیمیایی یا متابولیت‌های آن در ماتریس‌های 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 بیولوژیک (شامل ادرار، خون و هوای بازدم) فراهم می‌نماید. پایش بیولوژیک مکملی جهت ارزیابی مواجهه از طریق نمونه برداری هوا بوده و با شناخت به موقع اثرات برگشت پذیر، نقش مهمی در کاهش ریسک‌های مؤثر بر سلامت کارگران دارد. انجام برنامه‌های مراقبت بهداشتی کارگران در قالب پایش بیولوژیک، مستلزم به کارگیری یک ساز و کار اصولی و منظم مبتنی بر مقررات طی یک دوره زمانی طولانی بوده و متخصصین بهداشت حرفه‌ای را در انجام امور زیر یاری می‌کند:

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

معمولاً جهت طراحی، انجام و تفسیر پایش بیولوژیک در مواجهات شغلی از شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) استفاده می‌گردد، که کاربرد این شاخص بستگی به میزان تجربه در زمینه بهداشت حرفه‌ای و مستندات موجود در خصوص حد مجاز مواجهه شغلی^۳ (OEL) دارد.

1- Biological Exposure Indices

2- Biological Monitoring

3- Occupational Exposure Limit

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه، مقادیر راهنما 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 می‌باشند، به دست می‌آید. در این بین موادی که OEL آنها بر مبنای محافظت در مقابل آثار غیر سیستمیک (مانند تحریک یا اختلالات تنفسی) ارائه شده، به علت جذب قابل ملاحظه این مواد از سایر راهها (اغلب پوست) استثناء بوده و لذا در این موارد نیاز به انجام پایش بیولوژیک خواهد بود.

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

ارتباط BEI با OEL

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

- تفاوت فیزیولوژیکی و سطح سلامتی کارگران از جمله: ساختار بدنی، رژیم غذایی، فعالیت آنزیمی و متابولیکی، ترکیب مایعات بدن، سن، جنس، بارداری، مصرف دارو و بیماری.
- فاکتورهای مواجهه شغلی مانند: سرعت، شدت و مدت زمان انجام کار، مواجهه پوستی، دما و رطوبت، مواجهه هم‌زمان با انواع مواد شیمیایی و سایر عادات شغلی.
- برنامه زمانی نمونه‌برداری^۱: رعایت دقیق برنامه زمانی به علت متفاوت بودن فرایندهای توزیع، دفع و تغییرات بیوشیمیایی حاصل از مواجهه با مواد شیمیایی، و توصیه جهت استفاده از شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه تنها در صورت رعایت برنامه زمانی توصیه شده.
- فاکتورهای روش کار شامل: آلودگی ثانویه نمونه، تخریب نمونه هنگام جمع‌آوری، نگهداری و تجزیه، و خطا و اشتباه در انتخاب روش تجزیه.

- موقعیت قرار گیری وسیله پایش هوا نسبت به منطقه تنفسی کارگر.
 - توزیع اندازه ذرات و فراهم زیستی.^۱
 - میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی.
 - فاکتورهای مواجهه غیر شغلی مانند: آلاینده‌های خانگی^۲ و محیطی، آلودگی آب و غذا، بهداشت فردی، استعمال دخانیات، دارو و الکل، مواجهه با بعضی مواد شیمیایی که مصرف خانگی دارند، مواجهه با مواد شیمیایی مربوط به تفریح و سرگرمی یا موجود در سایر محیط‌های کاری.
- اساس پیشنهاد هر BEI در مستندات موجود ارائه گردیده، اغلب BEIs با OEL ارتباط مستقیم داشته و لذا هنگامی که غلظت مواد شیمیایی هوابرد در محدوده OEL باشد، غلظت شاخص‌ها قابل پیش‌بینی خواهد بود. در حالیکه مقادیر برخی از شاخص‌ها مانند سرب از OEL به دست نیامده و با میزان پیشرفت اثرات بهداشتی نامطلوب ارتباط دارد.

جمع‌آوری نمونه

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

- ابتدای شیفت^۳: ۱۶ ساعت بعد از خاتمه مواجهه.
- در طی شیفت^۴: در هر زمان پس از ۲ ساعت مواجهه.
- انتهای شیفت^۵: در اولین فرصت پس از خاتمه مواجهه.
- انتهای هفته کاری^۶: بعد از ۴ یا ۵ روز مواجهه مداوم.
- اختیاری^۷: در هر زمان دلخواه.

1- Bioavailability

2- Household

3- Prior to Shift

4- During Shift

5- Prior to Shift

6- During Shift

7- End of Shift

مقبولیت^۱ نمونه ادرار

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

- غلظت کراتینین بین $3 - 0.3 \text{ gr/L}$ یا وزن مخصوص بین $1.030 - 1.010$

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

ضمانت کیفی^۲

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

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

1- End of the Workweek

2- Discretionary

3- Acceptability

4- Blank

5- Spiked

نمادهای ملاحظات

- "B" (زمینه): نشانگر مورد نظر ممکن است به میزان قابل ملاحظه‌ای در نمونه‌های بیولوژیک اخذ شده از افرادی که مواجهه شغلی ندارند نیز یافت شود، این مقادیر زمینه‌ای در تعیین BEI لحاظ شده است.
- "Nq" (غیر کمی): بر مبنای مطالعه متون علمی موجود، لازم است برای این ترکیب نیز پایش بیولوژیک منظور شود اما در حال حاضر اطلاعات کافی جهت تعیین BEI اختصاصی موجود نمی‌باشد.
- "NS" (غیر اختصاصی): نشانگر غیر اختصاصی بوده و ممکن است در اثر مواجهه با سایر مواد شیمیایی نیز در نمونه بیولوژیک یافت گردد.
- "Sq" (نیمه کمی): هر چند این نشانگر به عنوان شاخص بیولوژیک مواجهه با مواد شیمیایی کاربرد دارد، اما اندازه‌گیری آن از نظر کمی به دقت قابل تفسیر نمی‌باشد. 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.

کاربرد BEIs

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه که به عنوان راهنمایی جهت ارزیابی خطرات بهداشتی بالقوه در بهداشت حرفه‌ای کاربرد دارد، نشان دهنده تمایز مشخص بین مرز مواجهات خطرناک و بی‌خطر نمی‌باشد. 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، بایستی علت موضوع بررسی و اقداماتی در راستای کاهش مواجهه انجام گردد. همچنین اگر نتایج اندازه‌گیری به دست آمده از گروهی از کارگران شاغل در یک محیط کاری واحد، از مقادیر BEI تجاوز کند، ثبت اطلاعات مربوط به عملیات کاری و انجام تحقیقات ضرورت 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 مواقع نمونه برداری مکرر و یا تجزیه تکراری یک نمونه، عملیات اجرایی را نبایستی به یک نمونه واحد محدود نمود. چنانچه دلایل قانع کننده‌ای دال بر معنی دار بودن حتی یک نتیجه بالا حاصل از مواجهه زیاد وجود داشته باشد، بهتر است از ادامه کار کارگر ممانعت گردد. در مقابل مشاهدات مقادیر پایین‌تر از BEI نیز لزوماً گویای عدم وجود ریسک مؤثر بر سلامتی نمی‌باشد.

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

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیائی	CAS ^۳ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۱	استن ACETONE	[67-64-1]	استن در ادرار	انتهای شیفت	۵۰ mg/L	غیر اختصاصی
۲	آفت کش های مهار کننده استیل کولین استراز ACETYLCHOLINESTERAS INHIBITING PESTICIDES	--	فعالیت کولین استرازی در گلبول های قرمز	اختیاری	۷۰٪ فعالیت پایه خود فرد	غیر اختصاصی
۳	آنیلین ANILINE	[62-53-3]	آنیلین در ادرار	انتهای شیفت	--	غیر کمی
			آنیلین آزاد شده از هموگلوبین در خون	انتهای شیفت	--	غیر کمی
			پارا آمینو فنل در ادرار	انتهای شیفت	۵۰ mg/L	زمینه، نیمه کمی و غیر اختصاصی

1- Toxicokinetic

2- Toxicodynamic

3- Chemical Abstracts Service

شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیائی	CAS ^۲ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۴	آرسنیک فلزی ARSENIC, ELEMENTAL غیر آلی محلول (شامل آرسنید گالیم و آرسین) and SOLUBLE INORGANIC COMPOUNDS (excludes gallium arsenide and arsine)	[7440-38-2]	آرسنیک غیر آلی به علاوه متابولیت های متبله در ادرار	انتهای هفته کاری	۳۵ µgAs/L	زمینه
۵	بنزن BENZENE	[71-43-2]	اس- فنیل مرکاپتوریک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۲۵µg/g کراتینین	زمینه
			ترانس- ترانس موکونیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۵۰۰ µg/g کراتینین	زمینه
۶	۳و۱ بوتادی ان 1,3-BUTADIENE	[106-99-0]	۱و۲ دی هیدروکسی- ۴-(ان- استیل سیستینیل) - بوتان در ادرار	انتهای شیفت	۲/۵ mg/L	زمینه و غیر اختصاصی
			مخلوط ان-۱ و ان-۱۲- (هیدروکسی بوتینیل) والین متصل شده به هموگلوبین (Hb) در خون	اختیاری	۲/۵ pmol/g هموگلوبین	غیر اختصاصی
۷	۲- بوتوکسی اتانول و ۲- بوتوکسی اتیل استات 2-BUTOXYETHANOL and 2-BUTOXYETHYL ACETATE	[111-76-2]	بوتوکسی استیک اسید (BAA) در ادرار	انتهای شیفت	۲۰۰ mg/g کراتینین	---
۸	کادمیوم CADMIUM و ترکیبات غیر آلی آن and INORGANIC COMPOUNDS	[7440-43-9]	کادمیوم در ادرار	اختیاری	۵µg/g کراتینین	زمینه
			کادمیوم در خون	اختیاری	۵µg/L	زمینه
۹	دی سولفید کربن CARBON DISULFIDE	[75-15-0]	۲-تیواکسوتیازولیدین - ۴-کربوکسیلیک اسید (TTCA) در ادرار	انتهای شیفت	۰/۵ mg/g کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی

شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیائی	CAS ^۲ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
۱۰	مونوکسید کربن CARBON MONOXIDE	[75-15-0]	کربوکسی هموگلوبین در خون	انتهای شیفت	۳/۵٪ هموگلوبین	زمینه و غیراختصاصی
			مونوکسید کربن در هوای بازدم	انتهای شیفت	۲۰ppm	زمینه و غیراختصاصی
۱۱	کلروبنزن CHLOROBENZENE	[108-90-7]	۴-کلروکاتکول در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۰۰ mg/g کراتینین	غیراختصاصی
			پاراکلروفنل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۲۰ mg/g کراتینین	غیراختصاصی
۱۲	کروم (VI) و فیوم های محلول در آب CHROMIUM (VI), Water-soluble fume	---	کروم کل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۲۵µg/L	---
				افزایش یافته در طول شیفت	۱۰µg/L	---
۱۳	کبالت COBALT	[7440-48-4]	کبالت در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۵µg/L	زمینه
			کبالت در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	۱µg/L	زمینه و غیراختصاصی
۱۴	سیکلوهگزانون CYCLOHEXANOL	[108-93-0]	۲۰۱-سیکلوهگزانون دی ال در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	--	غیر کمی و غیراختصاصی
			سیکلوهگزانونل در ادرار	انتهای شیفت	---	غیر کمی و غیراختصاصی
۱۵	سیکلوهگزانون CYCLOHEXANONE	[108-94-1]	۲۰۱-سیکلوهگزانون دی ال در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۸۰ mg/L	نیمه کمی و غیراختصاصی
			سیکلوهگزانونل در ادرار	انتهای شیفت	۸ mg/L	نیمه کمی و غیراختصاصی
۱۶	دی کلرومتان DICHLOROMETHANE	[75-09-2]	دی کلرومتان در ادرار	انتهای شیفت	۰/۳ mg/L	نیمه کمی
۱۷	ان و ان دی متیل استامید N,N-DIMETHYLACETAMIDE	[127-19-5]	ان-متیل استامید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۳۰ mg/g کراتینین	---
۱۸	ان و ان دی متیل فورامید (DMF)	[68-12-2]	ان-متیل فورامید در ادرار	انتهای شیفت	۱۵ mg/L	---

شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیائی	CAS ^r No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
	N,N-DIMETHYLFORMAMIDE		ان - استیل - اس - (ان) - متیل کاربامویل سیستین در ادرار	ابتدای آخرین شیفت هفته	۴۰ mg/L	نیمه کمی
۱۹	۲- اتوکسی اتانول (EGEE) و ۲- اتوکسی اتیل استات (EGEEA) 2-ETHOXYETHANOL and 2-ETHOXYETHYL ACETATE	[110-80-5] And [111-15-9]	۲- اتوکسی استیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۰۰ mg/g کراتینین	---
۲۰	اتیل بنزن ETHYL BENZENE	[100-41-4]	مجموع ماندلیک اسید و فنیل گلی اگرالیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۰.۷ g/g کراتینین	نیمه کمی و غیر اختصاصی
			اتیل بنزن در هوای بازدم	اختیاری	---	نیمه کمی
۲۱	* فلوراید ها FLUORIDES	---	فلوراید ها در ادرار	ابتدای شیفت	۳ mg/g کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی
				انتهای شیفت	۱۰ mg/g کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی
۲۲	فورفورال FURFURAL	[98-01-1]	فوروئیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	۲۰۰ mg/L	غیر اختصاصی
۲۳	ان - هگزان n-HEXANE	[110-54-3]	۲ و ۵- هگزان دی ان در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۰/۴ mg/L	---
۲۴	سرب LEAD	[7439-92-1]	پروتوپورفیرین روی (ZPP) در خون	حداقل پس از ۱ ماه مواجهه	۵۰ µg/dL گلبولهای قرمز	زمینه
			دلتا آمینو لولنیک (ALA) در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	۱۰۰ µg/dL خون	زمینه
			سرب در خون	اختیاری	۵ mg/L	نیمه کمی
					۳۰ µg/dL	---
تذکر: زنان باردار با سرب خون بالا تر از ۱۰ µg/dL به طور بالقوه در معرض ریسک به دنیا آوردن نوزادان با سرب خون بیش از مقادیر توصیه شده توسط مرکز کنترل بیماری ها (CDC)، قرار دارند. ریسک نارسائی شناختی در این کودکان بالا بوده و لذا سرب خون آنان بایستی به طور منظم پایش شده و اقدامات مناسبی جهت به حداقل رساندن مواجهه محیطی این کودکان اتخاذ گردد. (پیشگیری از مسمومیت با سرب در نوزادان - CDC - اکبر ۱۹۹۱)						
۲۵	جیوه MERCURY	---	جیوه غیر آلی کل در ادرار	ابتدای شیفت	۳۵ µg/g کراتینین	زمینه

شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ملاحظات	BEI	زمان نمونه برداری	شاخص	CAS [®] No.	ماده شیمیائی	ردیف
زمینه	۱۵µg/L	انتهای شیفت در آخر هفته	جیوه غیرآلی کل در خون			
زمینه و غیراختصاصی	۱۵ mg/L	انتهای شیفت	متانول در ادرار	[67-56-1]	متانول METHANOL	۲۶
زمینه، نیمه کمی و غیراختصاصی	۱/۵٪ هموگلوبین	در طول یا انتهای شیفت	مت هموگلوبین در خون	---	القاء کننده های متهموگلوبینی METHEMOGLOBIN INDUCERS	۲۷
---	mg/g اکرانتین	انتهای شیفت در آخر هفته	۲- متوکسی استیک اسید در ادرار	[109-86-4] and [110-49-6]	۲- متوکسی اتانول (EGME) و متوکسی اتیل استات (EGMEA) 2-METHOXYETHANOL and 2-METHOXYETHYL ACETATE	۲۸
---	۰/۴ mg/L	انتهای شیفت در آخر هفته	۵و۲- هگزان دی ان در ادرار	[591-78-6]	متیل ان- بوتیل کتون METHYL n-BUTYL KETONE	۲۹
---	۴۰ppm	ابتدای آخرین شیفت هفته	متیل کلروفرم در هوای بازدم	[71-55-6]	متیل کلروفرم METHYL CHLOROFORM	۳۰
نیمه کمی و غیراختصاصی	۱۰ mg/L	انتهای هفته کاری	تری کلرواستیک اسید در ادرار			
نیمه کمی و غیراختصاصی	۳۰ mg/L	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواتانول کل در ادرار			
غیراختصاصی	۱ mg/L	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواتانول کل در خون			
نیمه کمی	---	انتهای شیفت	MBOCA کل در ادرار	[101-14-4]	۴و۴- متیلن بیس (۲-کلروآنیلین) [MBOCA] 4,4'-METHYLENE BIS (2-CHLOROANILINE)	۳۱
---	۲ mg/L	انتهای شیفت	MEK در ادرار	[78-93-3]	متیل اتیل کتون (MEK) METHYL ETHYL KETONE	۳۲
---	۱ mg/L	انتهای شیفت	MIBK در ادرار	[108-10-1]	متیل ایزوبوتیل کتون (MIBK) METHYL ISOBUTYL KETONE	۳۳
---	۱۰۰ mg/L	انتهای شیفت	۵- هیدروکسی- ان- متیل-۲-پیرولیدون در ادرار	[872-50-4]	ان-متیل-۲-پیرولیدین N-METHYL-2PYROLIDONE	۳۴

شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ملاحظات	BEI	زمان نمونه برداری	شاخص	CAS [®] No.	ماده شیمیائی	ردیف
غیر اختصاصی	۵ mg/g کراتینین	انتهای شیفت در آخر هفته	پارانیتروفنل کل در ادرار	[98-95-3]	نیتروبنزن NITROBENZENE	۳۵
زمینه، نیمه کمی و غیر اختصاصی	۱/۵٪ هموگلوبین	انتهای شیفت	متهموگلوبین در خون			
غیر اختصاصی	۵ mg/g / ۰ کراتینین	انتهای شیفت	پارانیتروفنل کل در ادرار	[56-38-2]	پاراتیون PARATHION	۳۶
زمینه، نیمه کمی و غیر اختصاصی	۷۰٪ فعالیت پایه خود فرد	اختیاری	فعالیت کولین استراز در گلبول های قرمز			
زمینه	۲ mg/g کراتینین	ابتدای آخرین شیفت هفته	PCP کل در ادرار	[87-86-5]	پنتاکلروفنل (PCP) PENTACHLOROPHENOL	۳۷
زمینه	۵ mg/L	انتهای شیفت	PCP آزاد در پلاسما			
زمینه و غیر اختصاصی	۲۵۰ mg کراتینین	انتهای شیفت	فنل در ادرار	[108-95-2]	فنل PHENOL	۳۸
---	۲۵ μg/L	اختیاری	PCB کل در خون	---	بای فیل های پلی کلرینه (PCBs) POLYCHLOROBIPHENYLS	۳۹
نیمه کمی	---	انتهای شیفت در آخر هفته	۱- هیدروکسی پیرین (1-HP) در ادرار	---	هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS	۴۰
زمینه و غیر اختصاصی	۴۰ mg/L	انتهای شیفت در آخر هفته	استون در ادرار	[67-63-0]	۲- پروپانول 2-PROPANOL	۴۱
غیر اختصاصی	۴۰۰ mg/g کراتینین	انتهای شیفت	ماندلیک اسید به علاوه فنیل گلی اگزالیک اسید در ادرار	[100-42-5]	استیرن STYRENE	۴۲
نیمه کمی	۰/۲ mg/L	انتهای شیفت	استیرن در خون وریدی			
---	۳ ppm	ابتدای شیفت	تراکلرواتیلن در هوای بازدم	[127-18-4]	تراکلرواتیلن TETRACHLOROETHYLENE	۴۳
---	۰/۵ mg/L	ابتدای شیفت	تراکلرواتیلن در خون			

شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ملاحظات	BEI	زمان نمونه برداری	شاخص	CAS [®] No.	ماده شیمیایی	ردیف
---	۲ mg/L	انتهای شیفت	تراهیدروفوران در ادرار	[109-99-9]	TETRAHYDROFURAN	۴۴
---	۰/۰۲ mg/L	ابتدای آخرین شیفت هفته	تولون در خون	[108-88-3]	تولون TOLUENE	۴۵
---	۰/۰۳ mg/L	انتهای شیفت	تولون در ادرار			
زمینه	۰/۳ mg/g	انتهای شیفت	اتوکروزول در ادرار			
زمینه و غیر اختصاصی	۱/۶ g/g	انتهای شیفت	اسید هیپوریک در ادرار			
غیر اختصاصی	۱۵ mg/L	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواستیک اسید در ادرار	[79-01-6]	تری کلرواتیلن TRICHLOROETHYLENE	۴۶
غیر اختصاصی	۰/۵ mg/L	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواتانول در خون			
غیر اختصاصی	۱۰۰ mg/L	ابتدای آخرین شیفت هفته	تری کلرواتانول در ادرار			
غیر اختصاصی	۱۵۰ mg/L	ابتدای آخرین شیفت هفته	ترکیبات تری کلرو کل در ادرار			
نیمه کمی	---	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواتیلن در خون			
نیمه کمی	---	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواتیلن در هوای بازدم			
---	۲۰۰ µg/L	انتهای شیفت	اورانیوم در ادرار	[7440-61-1]	اورانیوم URANIUM	۴۷
---	۵۰ µg/g	انتهای شیفت	وانادیوم در ادرار	[79-01-6]	پنتوکسید وانادیوم VANADIUM PENTOXIDE	۴۸
---	۱/۵ g/g	انتهای شیفت	متیل هیپوریک اسید در ادرار	[95-47-6; 108-38-3; 106-42-3; 1330-20-7]	گرلین ها (آزمایشگاهی یا تجاری) XYLENES (technical or commercial grade)	۴۹

اعلام تغییرات در دست بررسی^۱ (NIC)

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

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

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

1 - Notice Intended Gchanges

References

- ACGIH, Threshold limit values (TLVs) for chemicals substances and Physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, Ohio, 2011.
- 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، پرتوهای یون ساز، پرتوهای فرابنفش و فرو سرخ، لیزر و شرایط جوی (شامل گرما و سرما) ارائه می‌گردد. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با عوامل فیزیکی نیز همانند سایر حدود تعیین شده در این کتابچه به شرایطی اشاره دارد که اگر تقریباً کلیه شاغلین سالم روزانه و به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند آثار نامطلوب قابل توجهی بر سلامت آنان ظاهر نگردد. طبعاً این مقادیر بیان کننده مرز قطعی سلامت و خطر نمی‌باشد. اعداد ذکر شده در این کتابچه تعیین کننده حد مجاز مواجهه شغلی با یک عامل فیزیکی به تنهایی است و در صورتی که فرد به طور همزمان با سایر عوامل فیزیکی یا حتی شیمیایی تشدید کننده اثرات این عوامل مواجهه داشته باشد، حد مجاز به حد مراقبت (اقدام) کاهش پیدا می‌کند و مسئولین ذیربط باید بررسی‌های متناسبی برای پیشگیری از اثرات توأم تا اطمینان از حفظ سلامت شاغلین به عمل آورند.

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

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

دارو، یا مواجهه های قبلی یا همزمان می باشد. در مواجهه با برخی عوامل فیزیکی این گروه از کارگران را 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 دوره ای برای اعمال محافظت بیشتر مشخص گردند.

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

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

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

تعاریف

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

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

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

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

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

ج- حد مراقبت (اقدام) (Action Limit)

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

1 - Derivation

2 - Researchs

3 - Consensus

4 - Time Weight Average

آکوستیک

مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پایین

حد مجاز مواجهه شغلی فرو صوت و صوت‌های با بسامد پایین به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آنها قرار گیرند اثر سوء مشهودی، منهای اثر بر شنوایی انسان، بر آنان عارض نگردد. به استثناء اصوات ضربه‌ای با زمان تکرار کمتر از ۲ ثانیه، در فرکانس‌های یک سوم اکتاو باند از ۱ تا ۸۰ هرتز، نباید مقدار سقف تراز فشار صوت از 145 dB(C) فراتر رود. علاوه بر آن، تراز کلی فشار صوتی وزن نیافته نباید از مقدار سقف 150 dB(C) افزون گردد. معیارها نیز باید با استاندارد ANSI - S1.11-1986(R1998) مطابقت نماید. محدودیت زمانی برای این نوع مواجهه‌ها در مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی بیان شده برای فراصوت و صدا (NOISE)، جهت پیشگیری از افت شنوایی ناشی از آن تعیین شده است. کاهشی در مقادیر حدود مواجهه شغلی مزبور متناسب با زمان مواجهه نیز پیش بینی شده است که میزان این کاهش بستگی به میزان افزایش تراز صوت و به منظور حفاظت از شنوایی افراد دارد.

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

معیار جایگزین و نسبتاً محدودتر دیگر که برای صداهای پر نوسان یا ضربه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، تراز فشار صوت قله (SPL-Peak) که بیان کننده تراز ضربه‌ای یا کوبه‌ای صوت می‌باشد و نباید از 145 dB(L) فراتر رود. در هنگام کاربرد این معیار، وسایل سنجش باید مطابق با استاندارد

ANSI-S1.4-1983(R2006), ANSI-S1.25-1991(R2007), IEC-804-1990 باشند و حساسیت پاسخ فرکانس خطی یا وزن نیافته آنها حداقل ۲ هرتز باشد.

نکته

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

فراصوت

حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در این بخش مندرج در 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 درک محاوره طبیعی آنان ایجاد نگردد. حدود مجاز مواجهه شغلی تعیین شده در این مبحث، برای فرکانس های فراصوت ۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز می باشد که به منظور پیشگیری از عوارض ذهنی (Subjective) بکار رفته 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 تراز سنج 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 فرا صوت

تراز فشار فرا صوت در تجزیه یک سوم اکتاو باند			فرکانس مرکزی تجزیه یک سوم اکتاوباند (کیلوهرتز)
اندازه‌گیری شده در آب بر حسب dB (سر فرد درون آب) (فشار مبنا ۱ میکرو پاسکال)	اندازه‌گیری شده در هوا بر حسب dB (سر فرد درون هوا) (فشار مبنا 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 ناراحتی و عدم آسایش ذهنی در برخی افراد در ترازهای ۷۵ تا ۱۰۵ دسی‌بل و در فرکانس‌های ۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز وجود دارد، خصوصاً اگر اصوات ماهیتاً از نوع توانال باشند. ممکن است برای جلوگیری از عوارض ذهنی نیاز به اقدامات حفاظتی و کنترل‌های مهندسی باشد. برخی مواقع ضرورتاً می‌بایست تراز اصوات توانال را در فرکانس‌های کمتر از ۱۰ KHz به پایین‌تر از ۸۰ دسی‌بل کاهش داد. در این مقادیر فرض بر آن است که انسان در آب یا محیط واسط دیگری قرار گرفته است. در صورتی که بین بدن و آب یا سایر محیط‌های واسط تماس برقرار نباشد این احتمال وجود دارد که حدود آستانه تا ۳۰ دسی‌بل نیز افزایش یابد. [زمانی که منبع فراصوت مستقیماً با بدن در تماس قرار گیرد، مقادیر مندرج در جدول کاربردی نخواهند داشت. در این موارد باید از تراز ارتعاشی استخوان ماستوئید استفاده نمود]. در مواردی که تراز شتاب ارتعاش بیش از ۱۵dB و بیش از مرجع ۱g/rms می‌باشد، باید مواجهه کاهش یابد یا تماس مستقیم بدن با اتصالات محافظت شود (g: شتاب ثقل برابر ۹/۸۰۶۶۵ متر بر مجذور ثانیه به صورت مؤثر (rms) است)

حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن (طبق جدول شماره ۲) به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره‌ی طبیعی آنان ظاهر نشود. در گذشته اختلال شنوایی در درک مکالمات به حدی اطلاق می‌شد که متوسط حد آستانه شنوایی از 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 می‌بایست میانه (Median) جامعه شاغلین را در مقابل افت شنوایی ناشی از صدا (NIHL^۱) در حد ۲ دسی بل در فرکانس‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز پس از ۴۰ سال مواجهه شغلی با صدا محافظت نماید. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به حساسیت متفاوت افراد نباید به عنوان مرز حقیقی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردد. باید تأکید نمود که مقادیر حد مواجهه شغلی، همه شاغلین را در برابر اثرات نامطلوب مواجهه با صدا محافظت نمی‌نماید و برای افرادی که مواجهه بیش از حدود تعیین شده در این کتابچه دارند 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 ۲ 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 می‌بایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت (اقدام)^۲ توصیه شده صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی^۳ HCP برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با ۸۲ dBA تعیین شده است. اجرای برنامه حفاظت شنوایی با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر شامل اندازه گیری و ارزیابی مداوم مواجهه کارگر، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی، آموزش و نظارت کافی بر کارگران و آزمایش شنوایی سنجی در مواقعی که شاغلین در مواجهه با صدای بیش از حد مراقبت (اقدام) توصیه شده ۸۲ dB(A) قرار دارند، ضروری است. طبق این حد مجاز، قاعده ۳ دسی بل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به ازای افزایش ۳ دسی بل تراز فشار صوت، زمان مجاز مواجهه نصف خواهد شد. به همین منظور برای

1 - Noise Induced Hearing Loss

2 - Action Level

3 - Hearing Conservation Program

مواجهه با تراز ۸۸dB(A) مدت زمان مجاز ۴ ساعت تعیین شده است و این معیار برای ترازهای بالاتر به همین صورت ادامه می‌یابد.

برای شاغلینی که در محیطهای صنعتی یا مشاغل دیگر دارای فعالیت اداری یا فکری می‌باشند، همانند اپراتورهای اتاق کنترل یا متصدیان امور بانکی و سایر مشاغل دفتری^۱، هر چند حدود توصیه شده در این مبحث برای آنها به تمامی مرجعیت دارد، لیکن با توجه به فعالیت فکری آنان حد تراز معادل ۸۵ dB(A) برای کنترل استرس شغلی و تأمین سلامت عصبی- روانی آنان تعیین می-گردد. این حد قابل تسری به سایر مشاغل نمی‌باشد.

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

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

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

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

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

صدای پیوسته یا نوبتی^۱

تراز فشار صوت باید توسط صداسنج Type S2A یا دوزیمتری تعیین گردد که حداقل با ویژگی‌های استاندارد ANSI-S1.4-1983(R2006) یا ANSI-S1.25-1991(R2007) برای دوزیمترهای فردی صدا مطابقت داشته باشد. وسایل اندازه‌گیری باید در شبکه وزن یافته A در وضعیت آهسته (SLOW) تنظیم شوند. مدت مواجهه شاغلین نباید از مقادیر مندرج در جدول ۲ تجاوز نماید. این مقادیر بدون توجه به اینکه مواجهه به صورت مداوم یا به صورت مواجهه‌های کوتاه مدت است، برای کل مدت مواجهه کار روزانه به کار می‌رود. وقتی مواجهه روزانه با صدا از دو یا چند دوره زمانی با ترازهای متفاوت تشکیل شده باشد اثر ترکیبی آنها باید بیشتر از اثر جداگانه هر یک از مواجهه‌ها مورد نظر قرار گیرد در چنین مواردی برای ارزیابی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

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

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 می‌باشد. در صورتی که حاصل جمع رابطه فوق از عدد یک تجاوز کند

1- Continuous or Intermittent Noise

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

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

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

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

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

الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا

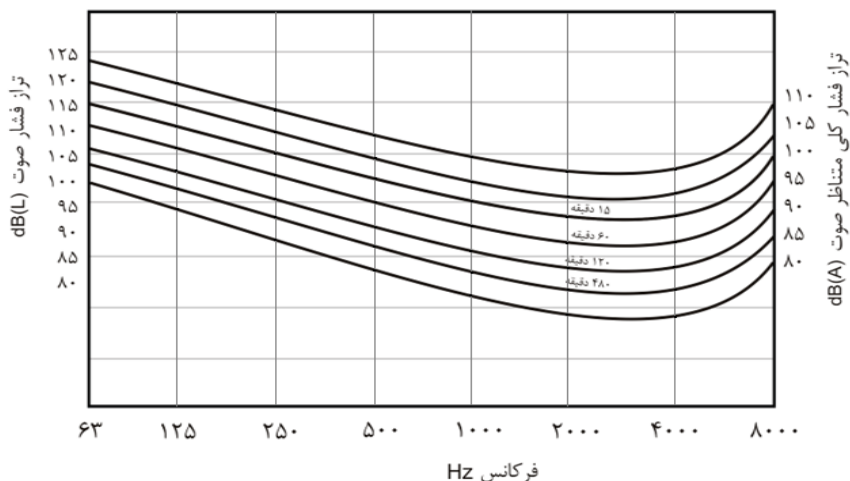
معمولاً برای ارزیابی تراز صدا در محیط کار در مقایسه با حدود مجاز شغلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه گیری می‌شود. ترازسنج صوت در شبکه A، متناسب با درک شنوایی انسان از صدای واقعی محیط در تراز های فشار صوت پایین بر مبنی منحنی‌های بلندی صوت عمل می‌کند. بر

1 -Equivalent sound pressure level

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

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

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

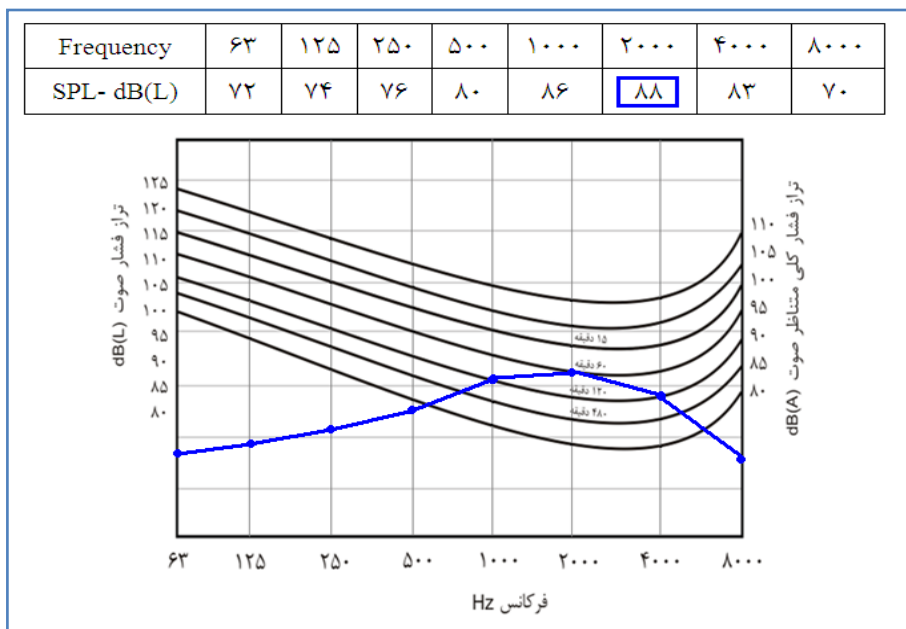


شکل ۱- منحنی‌های هم بلندی برآورد تراز معادل صوت در شبکه A متناسب با تجزیه فرکانسی در شبکه خطی

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

مثال

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



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

صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای^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 ۸۰-۱۴۰ دسی‌بل A و دامنه ضربه از تراز زمینه باید حداقل ۶۳ دسی‌بل باشد. مواجهه بدون حفاظ گوش، با تراز فشار صوت بیش از ۱۴۰ دسی‌بل در شبکه وزن یافته C مجاز نمی‌باشد. اگر وسیله اندازه‌گیری قادر به اندازه‌گیری تراز قله در شبکه وزن یافته C نباشد آنگاه باید اندازه‌گیری تراز قله (SPL- Peak) با میزان کمتر از ۱۴۰ دسی‌بل ملاک اندازه‌گیری قرار گیرد. اندازه‌گیری و اظهار نظر در مورد صداهای ضربه‌ای یا کوبه‌ای همپوشان همانند صداهای پیوسته می‌باشد. در خصوص صداهای ضربه‌ای یا کوبه‌ای در صدای زمینه پیوسته که شامل این بند نمی‌شود، باید از قواعد صداهای نوبتی که در مبحث قبلی تشریح گردید استفاده شود.

تذکر

- (۱) برای صداهای ضربه‌ای بالاتر از ۱۴۰ دسی‌بل C در هر حال باید از وسیله حفاظت از شنوایی استفاده شود و برای چنین شرایطی از محافظ شنوایی (روگوشی^۲ یا توگوشی^۳) با ویژگی‌های MIL-STD-1474 C(1997) به تنهایی یا توأم استفاده شود.
- (۲) ممکن است مواجهه با برخی از مواد شیمیایی منجر به افت شنوایی گردد. لذا انجام شنوایی سنجی دوره‌ای شاغلین در محیط‌هایی که علاوه بر مواجهه با صدا، امکان مواجهه با برخی مواد شیمیایی نظیر تولوئن، سرب، منگنز، ان بوتیل الکل وجود دارد، تأکید می‌گردد.
- (۳) پیشنهاد می‌گردد که بانوان باردار (بعد از ۶ ماهگی) با مقادیر صدای وزن یافته SPL-TWA بیش از ۱۱۵ dB(C) یا تراز پیک ۱۵۵ dB(C) مواجهه نداشته باشند، زیرا این مواجهه می‌تواند باعث افت شنوایی در جنین گردد.

1 - Impulsive or impact Noise

2 - Ear muff

3 - Ear plug

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

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

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

ارتعاش

۱- مواجهه موضعی بدن با ارتعاش

راه انتقال انرژی ارتعاشی به بدن عمدتاً اندامهای فوقانی و تحتانی به خصوص دستها است و بدین جهت است که اثرات موضعی ارتعاش به نام سندرم دست و بازو ناشی از ارتعاش^۱ (HAVS) خوانده شده است. مقادیر "حد مجاز مواجهه شغلی" ذکر شده در جدول ۳ به آن مقدار مؤلفه شتاب و مدت مواجهه با آن اشاره می کند که تحت آن شرایط کارگران ممکن است مکرراً در مواجهه با ارتعاش باشند، بدون آنکه از مرحله یک طبقه بندی استکهلم برای ایجاد انگشت سفید ناشی از ارتعاش^۲ (VWF) که در ضمن به نام پدیده رینولد^۳ با منشاء شغلی هم شناخته شده است، فراتر روند. این حد به جهت محدود بودن اطلاعات لازم درباره ارتباط بین پاسخ-دوز و عارضه VWF ناشی از ارتعاش، براساس مطالعات اپیدمیولوژیک و در بین کارگران جنگل کاری، معدن و فلزکاری و بر مبنای استناد مفاد استاندارد ISO-5349(2001) تدوین شده است. برای اندازه گیری ارتعاش دست- بازو باید از ارتعاش سنج انسانی^۴ کالیبره شده استفاده شود که جرم شتاب سنج آن از ۲ گرم تجاوز ننماید. باید ارتعاش در سه

1 - Hand-Arm vibration syndrome

2 - Vibration- induced white finger

3 - Raynauds phenomenon

4 - Human vibration meter

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

- (۱) ابزار کار به وسایل و قطعات ضد ارتعاش مجهز باشد.
- (۲) از دستکش های ضد ارتعاش، حین کار استفاده شود.
- (۳) برای کاهش مواجهه با ارتعاش، کار به روش مناسب انجام گیرد به طوری که دست ها و بقیه بدن حین کار گرم نگه داشته شوند و همچنین انتقال ارتعاش از ابزار مرتعش به کارگر به حداقل

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

(مستند به استاندارد ISO - ۵۳۴۹-۲۰۰۱)

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

ممکن کاهش یابد.

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

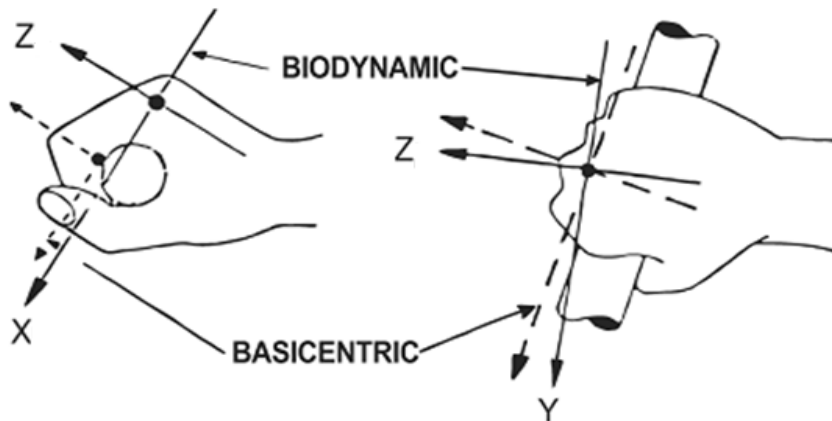
* کل زمانی که ارتعاش طی یک روز کاری به صورت پیوسته یا متناوب به دست منتقل می شود.

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

تکاتی درباره جدول ۳

- ۱) در شکل ۴ شبکه سنجش وزنی مورد استفاده قرار گرفته است که بهترین وسیله برای دستیابی به مؤلفه‌های شتاب در فرکانس‌های وزن یافته می‌باشد. از آنجایی که مطالعات اخیر نشان داده‌اند شبکه وزنی فرکانسی در فرکانس‌های بالا (بیش از ۱۶ هرتز) حفاظت را به طور کامل تأمین نمی‌نماید، بنابراین باید در هنگام استفاده از ابزارآلاتی که فرکانس‌های بالا را تولید می‌نمایند جانب احتیاط را رعایت نمود.
- ۲) مواجهه‌های حاد با مؤلفه‌های شتاب مؤثر (rms) در فرکانس‌های وزن یافته در مقادیری بیش از حد مواجهه شغلی که به صورت گاهگاه و یا نامکرر اتفاق می‌افتد (مثلاً ۱ روز در هفته و یا چند روز در طی دو هفته) الزاماً زیان بالاتری ندارند و در این صورت استثنائاً افزایش دوز دریافتی تا ۱/۵ برابر مجاز می‌باشد.
- ۳) به نظر می‌رسد مواجهه‌های حاد با مؤلفه‌های شتاب مؤثر (rms) در فرکانس‌های وزن یافته به میزان سه برابر مقدار حد مواجهه شغلی، عوارضی مشابه اثرات ناشی از مواجهه ۵ تا ۶ سال با ارتعاش را به‌بار می‌آورد.
- ۴) برای جلوگیری از بروز عارضه HAVS (جدول ۴) و همچنین شناخت افراد حساس به ارتعاش، باید معاینات پزشکی سالیانه و دوره‌ای در مورد کارگران در معرض ارتعاشات وارد بر دست-بازو انجام گیرد.
- ۵) در موارد مواجهه مداوم، برای کاهش اثرات زیان آور ناشی از ارتعاش، برنامه کار باید تعدیل شود و به صورت یک ساعت کار و ده دقیقه استراحت تنظیم گردد.
- ۶) کار باید با روش مناسب انجام گیرد و بدین منظور باید کارگران در خصوص استفاده از ابزارها و فرایندهای پر قدرت در حالی که عملیات در شرایط ایمن انجام می‌گیرد آموزش داده شوند تا:
 - میزان نیروی مصرفی برای چنگش و گرفتن دسته ابزار به حداقل برسد.
 - بدن و دستها را گرم و خشک نگهدارند.
 - از استعمال دخانیات پرهیز نمایند.
 - تا حد امکان از ابزارها و دستکش‌های ضد ارتعاش استفاده نمایند. به طور کلی، دستکشها برای میرایی ارتعاش مربوط به فرکانس‌های بالا تأثیر بیشتری دارند.

- ۷) وزن شتاب سنج دستگاه همراه با وسایلی که برای مواجهه با منبع ارتعاش بکار می‌رود باید بیش از ۲ گرم نباشد و باید خطای اندازه‌گیری در محورهای سه گانه (X,Y,Z) کمتر از ۱۰٪ باشد.
- ۸) اندازه‌گیری ارتعاشات از نوع ضربه‌ای با جابجایی زیاد مانند آنچه که در وسایل بادی ضربه زن وجود دارد، توسط شتاب سنجهای پیزو الکتریک (با میرائی مکانیکی کم) با خطای زیاد انجام می‌گیرد. با قراردادن فیلترهای مکانیکی پایین‌گذر، بین شتاب سنج و منبع ارتعاشی برای حذف فرکانس‌های ۱۵۰۰ هرتز و یا بیشتر، می‌توان خطای سنجش در هنگام خواندن مقادیر را کاهش داد.
- ۹) نام سازنده و شماره نوع تمام وسایلی که برای سنجش ارتعاش بکار می‌روند و همچنین مقدار



شکل ۲- سیستم Basicentric و بیودینامیک دست، نمایش محورهای مؤلفه‌های شتاب
ISO 5349- 2001 و ANSI S3.34-1986(R1997)

شتاب مؤثر (rms)، فرکانس وزن یافته و محور غالب و همچنین مشخصات کالیبراتور باید گزارش شود.

ارتعاش دست- بازو از نوع پیوسته، منقطع، ضربه‌ای یا کوبه‌ای^۱

اندازه‌گیری ارتعاش باید بر اساس روشها و وسایل اندازه‌گیری که توسط ISO 5349(2001) و ANSI S3.34-1986(R1997) توصیه شده انجام گیرد و خلاصه آن به شرح زیر است:

1 - Continuous , intermitent , impulsive or impact hand – Arm vibration

(۱) شتاب دسته ابزار یا قطعه کار مرتعش باید در سه محور عمود بر هم و در نقطه‌ای نزدیک به محل ورود ارتعاش به دست اندازه‌گیری شود. محورهای مزبور باید ترجیحاً منطبق بر محورهای سیستم بیودینامیک باشند اما از طرفی ممکن است در نزدیکی سیستم Basicentric هم قرار گیرند که مبدا مختصات سیستم مزبور متناسب با شکل قطعه و دسته ابزار در محل مواجهه دست و سطح مرتعش قرار می‌گیرد (شکل ۲).

(۲) در هنگام اندازه‌گیری، شتاب سنج (سبک و کوچک) باید به گونه‌ای نصب شود که یک یا چند مؤلفه عمود بر هم منتشره از منبع ارتعاشی در گسترده فرکانس ۵ تا ۱۵۰۰ هرتز را به دقت ثبت نماید. هر یک از مؤلفه‌های شتاب را باید در فرکانس وزن یافته^۱ ثبت نمود که این کار با کمک وسایل اندازه‌گیری "پاسخ انسان به ارتعاش" که مجهز به شبکه فیلتری برای سنجش شتاب در فرکانس‌های مورد نظر هستند می‌توان انجام داد (شکل ۳).

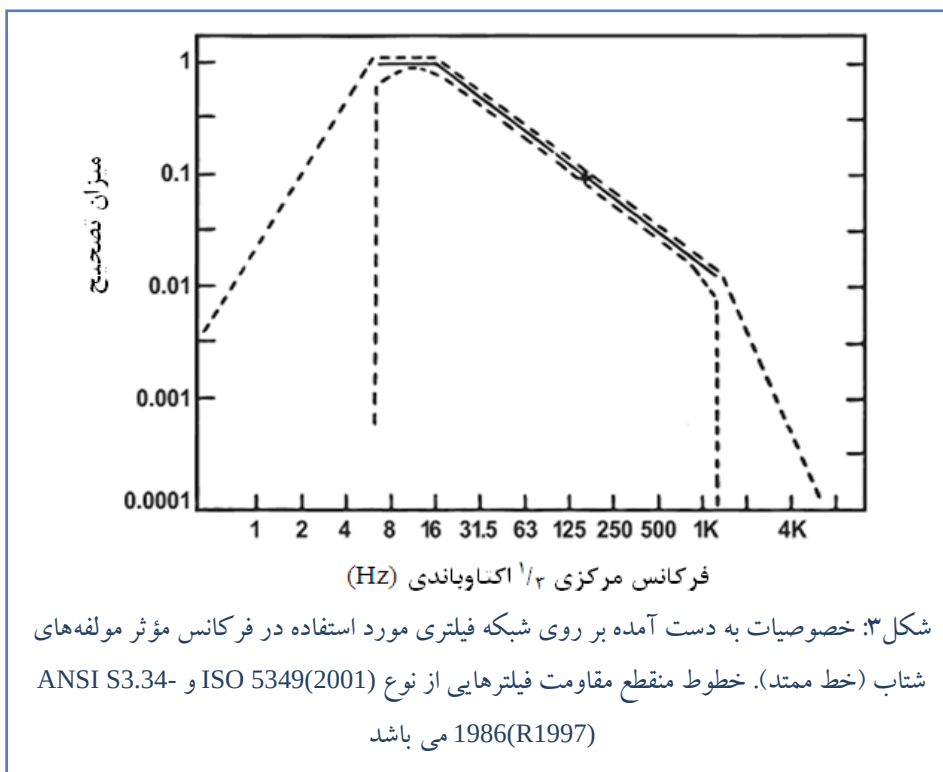
(۳) ارزیابی مواجهه با ارتعاش در سه محور (X, Y, Z) باید انجام پذیرد زیرا ارتعاش یک کمیت برداری (دارای مقدار و جهت) می‌باشد. در هر امتداد، ارتعاش در مدت معمول کار با ابزار، ماشین یا قطعه کار پر توان باید به وسیله مقدار جذر مربع میانگین شتاب (rms) مؤلفه‌ها در فرکانس وزن یافته بر حسب متر بر مجذور ثانیه (m/s^2)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

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

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

بطوری که:

در این روابط، T کل مدت مواجهه روزانه، a_{ki} مؤلفه i شتاب مؤثر (rms) در فرکانس وزن یافته با مدت



T_i می باشد. محاسبات مذکور باید توسط دستگاه‌های سنجش پاسخ انسان به ارتعاش انجام شود.

جدول ۴: طبقه بندی استکهلم برای علائم بالینی عوارض عصبی (حسی) عروقی

دست و بازو (HAVS) ناشی از سرما

ارزیابی عروقی

شرح علائم بالینی	درجه عارضه	مرحله عارضه
حملاتی ندارد	-	صفر
حملات سفید شدن پوست انگشت فقط در نوک یک انگشت یا بیشتر عارض می شود	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 می شود.	متوسط	دو
حملات سفید شدن پوست انگشت مکرراً در همه بندها و اغلب انگشتان ظاهر می شود	شدید	سه
تمام علائم مرحله سه به اضافه اختلال تغذیه درست در نوک انگشتان ارزیابی اعصاب حسی	خیلی شدید	چهار
علائم بالینی	مرحله	
با ارتعاش مواجهه دارد ولی علامت بالینی ندارد	صفر (اعصاب حسی)	
حالت کرختی متناوب، تنها و یا همراه با حس سوزن سوزن شدن در انگشتان	یک (اعصاب حسی)	
حالت کرختی متناوب و یا پایدار و تقلیل حس درک پوستی	دو (اعصاب حسی)	
حالت کرختی متناوب و یا پایدار و تقلیل حس لامسه برای تشخیص موارد متفاوت لمس همراه با تقلیل مهارت (حرکات سریع و دقیق دستی) در کارهای دستی	سه (اعصاب حسی)	
مراحل مختلف برای هر دست جداگانه آزمایش می شود (برای مثال - مرحله دو در دست چپ در دو انگشت و مرحله یک در دست راست در یک انگشت (۱) R / (۲) L)		

۲- ارتعاش تمام بدن

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول ۵ برای مقادیر کلی و شکلهای ۴ و ۵ برای مقادیر تجزیه فرکانسی ارتعاش وارده به تمامی بدن ناشی از عوامل مکانیکی^۱ (WBV) با مقدار برآیند سه جهت (X,Y,Z) شتاب مؤثر^۲ (RMS) اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، احتمال عوارضی مانند کمردرد، اثرات سوء بر مهره‌های کمر و ناتوانی در رانندگی با وسایل نقلیه زمینی در آنان ظاهر نگردد. حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن متناسب با مدت زمان مواجهه با استاندارد به نمودار معادله B2 استاندارد ISO-2631-1997(R2004) تدوین شده است.

سیستم بیودینامیک بدن در شکل ۶ نشان داده شده است. این مقادیر باید به عنوان راهنما در کنترل مواجهه با ارتعاش تمامی بدن مورد استفاده قرار گیرند و نباید به عنوان مرز میان ایمنی و خطر تلقی گردند.

نکات مهم

- ۱) جدول شماره ۶ ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحنی‌های پاسخ (ISO 2631) را نشان می‌دهد.
- ۲) در هر یک از اشکال ۴ و ۵ تعدادی منحنی مستقل از یکدیگر ارائه شده است که بر اساس زمان-های مواجهه مختلف تنظیم گردیده‌اند. منحنی‌های مذکور نشان می‌دهد در گستره فرکانس ۸-۴ هرتز در محور Z و در گستره فرکانس ۲-۱ هرتز در محور X و Y، در ارتعاش وارده به انسان تشدید (رزونانس) صورت می‌گیرد. محورهای مزبور در شکل ۶ تعریف شده‌اند. در شکل ۷ مقادیر a_x, a_y, a_z مؤلفه‌های اندازه‌گیری شتاب در محورهای X و Y و Z است که محور X جهت پشت به طرف سینه، محور Y شانه به شانه و محور Z از پا به طرف سر می‌باشد.
- ۳) سنجش ارتعاش تمام بدن و زمان مواجهه معادل برای مواجهه‌های منقطع هنگامی محاسبه می‌گردد که میزان شتاب مؤثر (rms) در طول زمان به طور محسوس متغیر است و این نوع سنجش باید مطابق با توصیه‌های استاندارد ISO-2631-1997(R2004) یا ANSI-S3.18-1979(R1999) توسط دستگاههای مخصوص سنجش ارتعاش انسانی کالیبره شده با دریافت‌کننده بشقابی انجام پذیرد. در دریافت‌کننده باید سه شتاب سنج در جهات سه گانه نصب شده باشد که جرم هر یک از ۱۸ گرم بیشتر نباشد.

1 - Whole – body Vibration

2 - Root – Mean - square

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

۵) حد مجاز شغلی مزبور نباید برای ساختمان‌های ثابت مراجعه شود به: [ANSI S3.29-1983(R2006)] در سازه‌های دریایی یا در کشتی‌ها بکار برده شود.

جدول ۵- حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن

(مستند به معادله B2 استاندارد [ISO 2631-1997(R2004)])

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

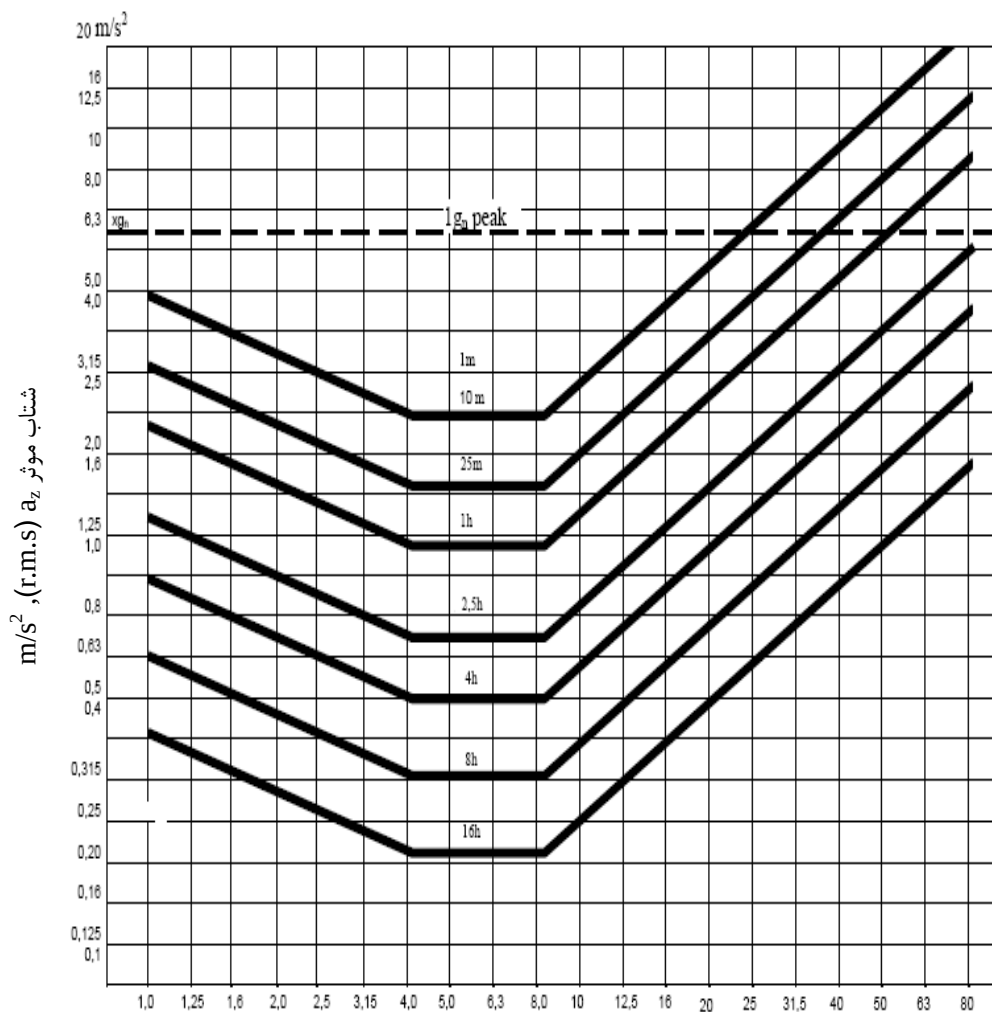
جدول ۶- ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی * شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحنی های پاسخ شکل ۴ و ۵ [ISO 2631-1997(R2004)]

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

* ۴ تا ۸ هرتز در مواردی که $\pm a_z$ تشدید ارتعاش وجود دارد.
 ۱ تا ۲ هرتز در موردی که $\pm a_x$ یا $\pm a_y$ تشدید ارتعاش وجود دارد.

شکل ۴: حدود مجاز شتاب محور طولی (a_z)

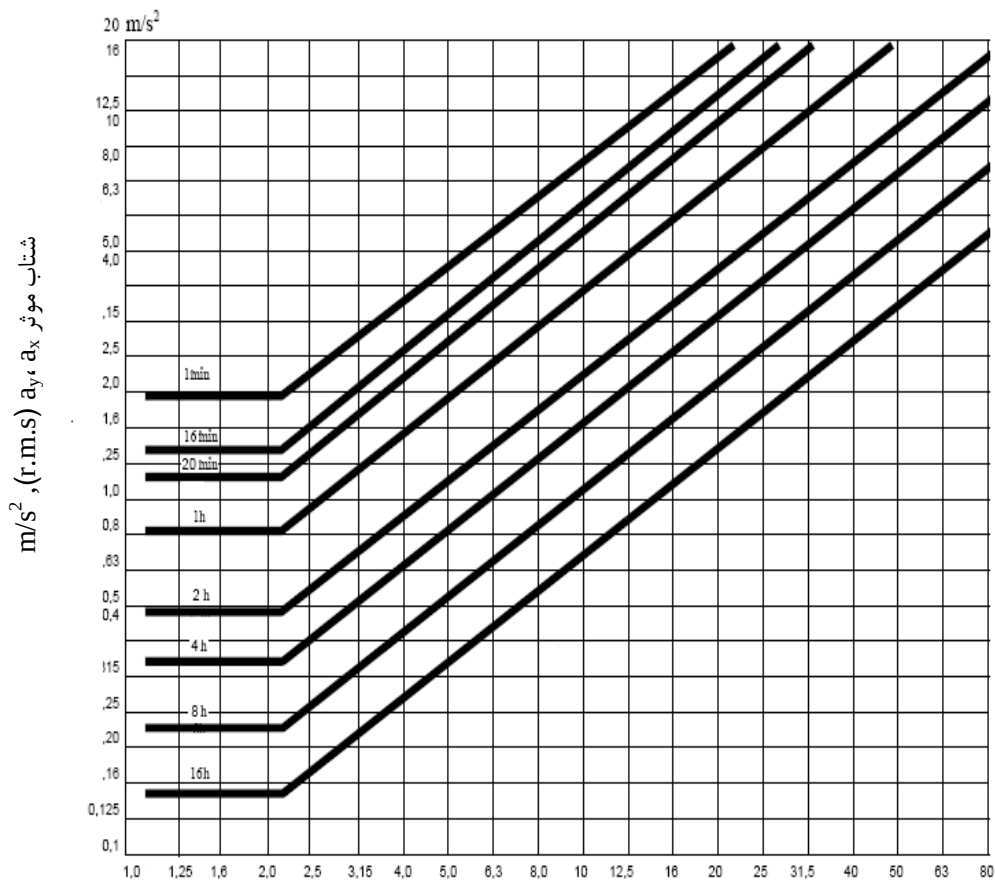
بر حسب فرکانس و زمان مواجهه [ISO 2631-1997(R2004)]



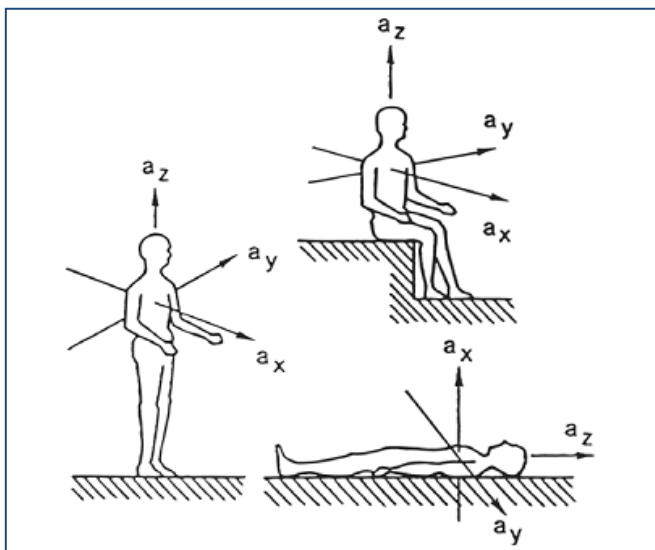
فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاو باند (هرتز)

شکل ۵: حدود مجاز شتاب محوره‌های عرضی (a_y , a_x)

بر حسب فرکانس و زمان مواجهه [ISO 2631-1997(R2004)]



فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاو باند (هرتز)



شکل ۶- سیستم بیودینامیک بدن و جهات اصلی سنجش‌های شتاب ارتعاشی
[ISO 2631-1997(R2004)]

۶) خلاصه‌ای از سنجش ارتعاش تمامی بدن و روش تحلیل یافته‌ها به شرح زیر می‌باشد:
الف- در هر نقطه، برای حداقل یک دقیقه در محورهای بیودینامیکی که در شکل ۶ نشان داده شده است، مقادیر مؤثر شتاب (rms)، باید به طور همزمان و مستمر در سه محور اندازه‌گیری شود. برآیند سه جهت ملاک مقایسه با این حدود مجاز می‌باشد.

ب- سه شتاب‌سنج با وزن خیلی کم (حداکثر ۱۸ گرم)، هر کدام با یک حساسیت محور عرضی کمتر از ۱۰٪، به طور عمودی بر روی یک مکعب فلزی سبک وزن نصب شده و در داخل مرکز یک دیسک لاستیکی سخت قرار داده شده است (SAE-J.1013-1992) کل وزن این دیسک مکعب، شتاب‌سنج و کابل‌های آن نباید از ۱۰٪ وزن کل مورد در حال اندازه‌گیری، بیشتر باشد. سنجش‌ها باید با قراردادن دیسک لاستیکی بر روی نشیمنگاه صندلی راننده و زیر باسن اپراتور در زمانی که وسیله ارتعاشی در حال کار است، انجام گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به کمر باید دیسک لاستیکی بین کمر و سطح ارتعاشی قرار گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به پا باید دیسک لاستیکی بر روی سطح مرتعش بین دو پا قرار گیرد به طوری که وزن بدن روی دیسک لاستیکی نیفتد و فقط پا با کناره لبه آن مواجهه داشته باشد.

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

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

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

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

در رابطه فوق A_{WX} کل شتاب مؤثر وزن یافته برای محور X، W_{FX} ضریب وزن یافته برای محور X در هر یک سوم اکتاوباند فرکانس های ۱ تا ۸۰ هرتز (جدول ۴)، A_{FX} مقدار شتاب مؤثر (rms) برای بیناب محور X در یک سوم اکتاوباند فرکانس های ۱ تا ۸۰ هرتز می باشد.

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

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

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

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

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

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

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

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

نکته

آنچه که در ویرایش قبلی تحت عنوان: مرز کاهش آسایش^۱ و مرز کاهش مهارت و خستگی^۲ به استناد نسخه [ISO-2631(1985)] عنوان گردیده بود نیز به منظور جلوگیری از خستگی و افت تمرکز شاغلین مورد پذیرش کمیته عوامل فیزیکی می‌باشد. نحوه محاسبه هر یک از مرزهای مذکور با توجه به مرز مقادیر مجاز مندرج در جدول ۵ به صورت زیر می‌باشد:

$$OEL(m/s^2) = FDPB(m/s^2) \times 2$$

$$OEL(m/s^2) = RCB(m/s^2) \times 6.30$$

$$FDPB(m/s^2) = RCB(m/s^2) \times 3.15$$

1 - Reduced Comfort Boundary (RCB)

2 - Fatigue-Decreased Proficiency Boundary (FDPB)

حد مجاز مواجهه شغلی (OEL) پرتوهای یونساز

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

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

1 - International Commission of Radiation Protection

2 - As Low As Reasonably Achievement

جدول ۷- مقادیر توصیه شده برای مواجهه با پرتوهای یونساز

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

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

2- Annual Limit on Intake

3- Radon Doughters

4- Working Level Monts

میدان ها و پرتوهای غیر یونساز

میدان های مغناطیسی پایا

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

$$[(G) \text{ گوس} = 10^4 (T) = 1 \text{ تسلا}]$$

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

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

جدول ۸- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای میدانهای مغناطیسی پیا

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

فرکانس بی نهایت کم^۱ (ELF) از یک تا ۳۰۰ هرتز، از مقدار سقف ارائه شده در رابطه زیر نباید تجاوز کند.

$$B = 60 \div f$$

در رابطه فوق، حد مواجهه شغلی برحسب میلی تسلا (mT) می باشد و f فرکانس برحسب هرتز است. پرتوگیری های شغلی در گستره فرکانس ۳۰۰ Hz تا ۳۰ KHz (شامل باند فرکانس صوتی [VF] از ۲۰ Hz تا ۳۰۰ KHz و باند فرکانس خیلی کم [VLF] از ۳ KHz تا ۳۰ KHz است) نباید از مقدار سقف ۰/۲ mT تجاوز کند. مقادیر سقف برای فرکانس های ۳۰۰ Hz تا ۳۰ KHz شامل پرتوگیری تمام بدن و همچنین قسمتی از بدن می باشد. مقدار حد مواجهه شغلی برای فرکانس های کمتر از ۳۰۰ Hz در ناحیه دستها و پاها با ضریب ۱۰ و همچنین برای بازو و ساق پا با ضریب ۵ می تواند افزایش یابد. چگالی شار مغناطیسی (mT) $= 60/f$ در فرکانس ۶۰ Hz مطابق با حداکثر چگالی شار مجاز ۱ mT می باشد. حد مواجهه شغلی در فرکانس ۳۰ KHz، ۰/۲ mT است که مطابق با شدت میدان مغناطیسی ۱۶۰ A/m می باشد.

شدت جریان تماسی

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

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

توجه

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

1 Extremely – Low - Frequency

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

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

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

$$E = 5/525 \times 10^6 / f \text{ V/m}$$

حد مواجهه شغلی بر حسب V/m

f فرکانس بر حسب هرتز است.

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

توجه

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

۲- قرار گرفتن در میدان‌هایی با شدتی بیش از $5-7 \text{ KV/m}$ بدون اتصال به زمین می‌تواند مخاطرات ایمنی وسیعی به دنبال داشته باشد. از جمله با وجود میدان الکتریکی با شدت زیاد ممکن است تخلیه الکتریکی و جریان‌های تماسی ناشی از هادی‌های زیرزمینی واقع در میدان، همراه با از جا پریدن بعلاوه سایر مخاطرات ایمنی مانند احتراق مواد قابل اشتعال و وسایل الکتریکی قابل انفجار، به وجود آید. لازم است ضمن دقت زیاد اشیاء بدون اتصال به زمین حذف شوند، یا مجهز به سیم اتصال به زمین گردند (Earth)، و یا هنگام جابجایی آنها از دستکش‌های عایق استفاده شود. در میدان‌های با شدت بیش از 15 KV/m لازم است از وسایل حفاظتی (مثل لباس، دستکش و انواع عایق‌های الکتریکی) استفاده شود.

۳- برای شاغلینی که دارای ضربان ساز قلبی هستند، مقادیر حد مجاز تعیین شده، آنها را در برابر تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه مذکور حفاظت نمی‌کند. بعضی از انواع ضربان سازهای قلبی در مقابل تداخل با میدان‌های الکتریکی با فرکانس مربوط به خطوط انتقال نیرو (۵۰ الی ۶۰ هرتز) حتی به شدتی به اندازه 2 KV/m حساسیت نشان می‌دهند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از طرف کارخانه سازنده درباره تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه ضربان ساز قلبی، تماس افراد حامل دستگاه ضربان ساز و سایر وسایل مشابه پزشکی باید در حد 1 KV/m نگه داشته شود.

پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

حد مجاز مواجهه شغلی پرتوهای رادیوفرکانس (RF) و ماکروویو در فرکانس‌های بین 30 KHz تا 300 GHz به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، آثار نامطلوبی بر سلامت آنان ظاهر نگردد. مقادیر حد مواجهه شغلی پرتوهای مذکور بر حسب مقدار مؤثر

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

ملاحظات

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

۱- برای افرادی که تکیه گاه فلزی ندارند یا به عبارتی با اجسام فلزی در تماس نیستند^۱، جریان RF وارده بر بدنشان از طریق هر پا که در هر فوت (تقریباً ۳۰ سانتی متر) اندازه گیری می شود نباید از مقادیر سقف به شرح زیر تجاوز نماید:

$$I = 1000 \text{ f (برحسب میلی آمپر)} \quad (0.03 < f < 0.1 \text{ MHz})$$

$$I = 100 \text{ (برحسب آمپر)} \quad (0.1 < f < 100 \text{ MHz})$$

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

$$I = 1000 \text{ f (برحسب میلی آمپر)} \quad (0.03 < f < 0.1 \text{ MHz})$$

$$I = 100 \text{ (برحسب آمپر)} \quad (0.1 < f < 100 \text{ MHz})$$

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

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

داد. در میدان‌های متغیر و غیر یکنواخت، مقادیر حداکثر شدت میدان ممکن است از میزان حد مجاز مواجهه شغلی تجاوز نماید مشروط بر آنکه متوسط مقادیر در حدود مجاز تعیین شده باشد. حد مجاز مواجهه شغلی را می‌توان با محاسبات اندازه‌گیری میزان جذب ویژه^۱ SAR مرجع نیز افزایش داد.

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

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

فرکانس	چگالی توان، S (W/m ²)	شدت میدان الکتریکی، E(V/m)	شدت میدان مغناطیسی، H(A/m)	متوسط زمانی S یا H ² (دقیقه)
۳۰ KHz – ۱۰۰ KHz	–	۱۸۴۲	۱۶۳	۶
۱۰۰ KHz – ۱ MHz	–	۱۸۴۲	۱۶/۳ / f	۶
۱ MHz – ۳۰ MHz	–	۱۸۴۲/f	۱۶/۳ / f	۶
۳۰ MHz – ۱۰۰ MHz	–	۶۱/۴	۱۶/۳ / f	۶
۱۰۰ MHz – ۳۰۰ MHz	۱۰	۶۱/۴	۰/۱۶۳	۶
۳۰۰ MHz – ۳ GHz	f / ۳۰	–	–	۶
۳ GHz – ۳۰ GHz	۱۰۰	–	–	$۳۳۸۷۸/۲ / f^{1/۰۷۹}$
۳۰ GHz – ۳۰۰ GHz	۱۰۰	–	–	$۶۷/۶۲ / f^{۰/۴۷۶}$

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

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

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

1 - Specific Absorption Rate

ج- برای پرتوگیری میدان‌های نزدیک^۱ در فرکانس‌های پایین‌تر از ۳۰۰ MHz، حد مجاز مواجهه شغلی برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی در جدول ۹، قسمت الف نشان داده شده است. چگالی توان (S) موج تخت معادل برحسب (mW/cm^2) از طریق اطلاعات به دست آمده از سنجش شدت میدان از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$S = E^2 / 377$$

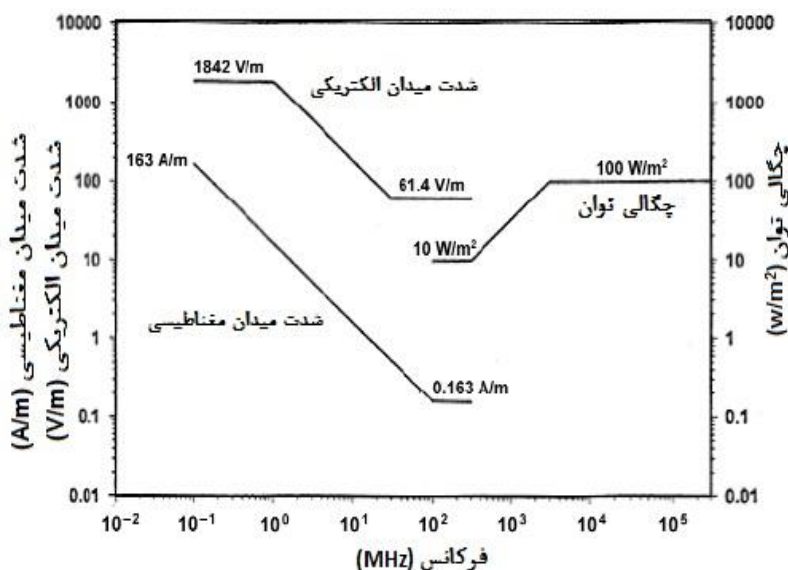
در رابطه فوق E^2 برحسب مجذور ولت (V^2) بر حسب متر مربع (m^2) می‌باشد و H^2 بر حسب متر مربع (m^2) می‌باشد.

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

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

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

(برای جذب ویژه تمام بدن کمتر از $0/4 \text{ W/kg}$)



1 - Near - field exposure

توجه

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

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

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

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

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

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

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

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

۶- اندازه گیری شدت میدان RF به عوامل متعددی بستگی دارد که شامل ابعاد Prob و فاصله منبع از Prob می باشد و روش های اندازه گیری باید از توصیه های اعلام شده در IEEE C95.3 سال ۲۰۰۲ تبعیت نماید.

۷- در مواردی که قله چگالی میدان الکتریکی 100 KV/m می باشد از هرگونه مواجهه باید اجتناب نمود.

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

$$\text{SAR} = S \times \text{PW} \times \text{PRF} \times 0.025$$

در رابطه فوق به ترتیب: S: چگالی توان معادل موج تخت W/m^2 ، P: پهنای مؤثر باند S، PRF: فرکانس تکرار پالس s^{-1} ، 0.025: حداکثر جذب ویژه تصحیح شده W/kg بر W/m^2 سطح بدن در مواجهه با موج رادیو فرکانسی ۷۰ مگاهرتز می باشد.

محدودیت های مواجهه

۱- مواجهه با موج UWB بیشتر از ۶ دقیقه:

میزان جذب ویژه محدود به ۰/۴ وات بر کیلوگرم برای میانگین زمانی ۶ دقیقه ای متناسب با سطح جذب ویژه 144 J/Kg برای ۶ دقیقه می گردد. فرکانس تکرار پالس مجاز به صورت زیر محاسبه می شود:

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

۲- در مواجهه با موج UWB کمتر از ۶ دقیقه:

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

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

نکاتی در مورد روش اندازه گیری امواج مایکروبو و رادیوفرکانسی

- ۱) اولین اقدام در فرایند اندازه گیری امواج، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه افراد است. بدین منظور می بایست مشخصات فنی منابع و همچنین مشخصات امواج انتشار یافته از منابع به ویژه از لحاظ فرکانسی، ساعات مواجهه افراد، تعداد افراد در معرض و محل های تردد و ایستگاه های کاری مشخص گردیده و در داخل برگه های مخصوص ثبت گردد.
- ۲) جهت تعیین میزان مواجهه می توان شدت مؤثر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی را اندازه گیری کرد. در حالتی که ارتباط بین شدت های میدان الکتریکی و مغناطیسی مشخص است مثل محدوده میدان دور، دانسته توان تابشی نیز می تواند بر اساس داشتن مقادیر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی به صورت خودکار توسط دستگاه و یا به صورت دستی محاسبه شود.
- ۳) دستگاه های اندازه گیری معمولاً شامل آنتن دریافت کننده، آشکارساز، یک تقویت کننده و نمایشگر می باشد. آنتن و آشکارساز به صورت کلی پروب یا جستجوگر نامیده می شود. آشکارساز دستگاه معمولاً یک ترموکوپل یا جریان دیودی است. پروب دستگاه معمولاً بر اساس مدل آن به صورت جداگانه می تواند اختصاصاً جهت اندازه گیری میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی بکار رود. پهنای فرکانسی که در آن پروب ها قابلیت اندازه گیری دارند، نیز با توجه به مشخصات منبع انتشار امواج دارای اهمیت زیادی است.
- ۴) اغلب پروب های دستگاه های اندازه گیری به صورت تمام جهت هستند تا پاسخی صحیح که نحوه و جهت نگهداری پروب دستگاه اندازه گیری تأثیری در آن نداشته باشد، ایجاد نمایند. در صورتی که از آنتن تمام جهت استفاده نشود آنتن را جهت دار (directional) گویند. بنابراین می بایست در زمان اندازه گیری، جهت میدان های الکتریکی و مغناطیسی را تعیین و سپس متناسب با جهت میدان های منبع، جهت نگهداری آنتن تعیین گردد.
- ۵) اندازه گیری میدان های رادیوفرکانسی معمولاً می بایست در ایستگاه کاری و محل کارگر انجام گیرد. توصیه می شود میانگین فضایی شدت امواج در اطراف سطح بدن کارگر تعیین گردد. بنا بر این لازم است پروب دستگاه اندازه گیری در سطح زمین نگاه داشته شود و با فواصل عمودی ۲۵ سانتی متری در راستای بدن بالا آورده شود و در هر فاصله نتایج قرائت گردند.

حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با پرتو فرا بنفش (UV) در ناحیه طیفی بین ۱۸۰ و ۴۰۰ نانومتر نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط شاغلین ممکن است به طور مکرر پرتوگیری نمایند بدون

آنکه اثرات زیان آوری نظیر اریتما (سرخی پوست) و^۱ Photokeratitis بر سلامتی آنان عارض شود. این مقادیر برای پرتوگیری چشم یا پوست از منابع تابشی ملتهب، فلورسنت، تخلیه بخار و گاز، قوس‌های جوشکاری و تابش خورشیدی کاربرد دارد، ولی برای لیزرهای تابش کننده فرا بنفش مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (به حد مجاز شغلی برای لیزرها مراجعه شود). مقادیر تعیین شده برای افراد حساس به نور که پرتوگیری فرا بنفش دارند و یا افرادی که همراه با پرتوگیری در مواجهه با عوامل حساس کننده به نور قرار گرفته‌اند کاربرد ندارد (به تذکر شماره ۳ توجه شود). مقادیر پرتوگیری تعیین شده برای چشمان افراد بدون عدسی^۲ استفاده نمی‌شود (به حدود مجاز مواجهه شغلی روشنایی و پرتوهای فرو سرخ نزدیک مراجعه شود).

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

مقادیر توصیه شده

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوگیری شغلی از تابش فرا بنفش که بر چشم یا پوست می‌تابد در حالیکه مقادیر چگالی شار تابشی (تابندگی)^۳ معلوم بوده و زمان پرتوگیری نیز کنترل شده است به ترتیب زیر می‌باشد:

بخش اول - منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش (۱۸۰ الی ۴۰۰ نانومتر) - خطر آسیب قرنیه چشم

الف: در شرایط اندازه‌گیری چگالی شار تابشی طیفی

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

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

^۱ - التهاب قرنیه چشم در مواجهه با پرتو فرابنفش

2 - Aphakics

3 - Irradiance

در این رابطه، E_{eff} چگالی شار تابشی مؤثر مربوط به منبع تک رنگی با طول موج 270 nm برحسب W/cm^2 ، E_λ چگالی شار تابشی طیفی با طول موج λ بر حسب $W/(cm^2.nm)$ ، $S(\lambda)$ اثربخشی طیفی نسبی (بدون واحد) و $\Delta\lambda$ پهنای باند بر حسب نانومتر است.

در عمل چگالی شار تابشی مؤثر می‌تواند به صورت مستقیم با استفاده از رادیومتر اشعه فرا بنفش با لحاظ نمودن اثر بخشی طیفی اندازه‌گیری گردد. میزان مواجهه مجاز روزانه با اشعه فرا بنفش بر مبنای تابیدگی مؤثر برابر با 0.03 J/cm^2 است که براین اساس حداکثر زمان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

در رابطه فوق، $t_{\max}$ حداکثر زمان پرتوگیری مجاز برحسب ثانیه و E_{eff} تابیدگی مؤثر نسبت به یک منبع تک رنگ در طول موج 270 nm برحسب W/cm^2 است.

جدول ۱۰ بیان کننده حد مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای فرا بنفش بر مبنای طول موج و اثربخشی طیفی نسبی آنها می‌باشد. جدول ۱۱ مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک را بر حسب تابندگی مؤثر نشان می‌دهد.

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

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

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

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

** خطوط انتشار طیف بخار جیوه

$$1 \text{ mJ/cm}^2 = 10 \text{ J/m}^2 \Delta$$

جدول ۱۱- مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک بر حسب تابندگی مؤثر

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

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

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

جدول ۱۲ - حد مجاز مواجهه شغلی پرتوهای فرابنفش در طیف‌های مختلف

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

جدول ۱۳ - مدت مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای UV در طیف های مختلف

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

بخش دوم - منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش طیف A (۳۱۵ الی ۴۰۰ نانومتر)

خطر آسیب شبکه و عدسی چشم

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

الف - دوز جذب شده $1 \text{ J}/\text{cm}^2$ برای مدت پرتوگیری کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه

ب - چگالی شار تابشی مؤثر $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ برای مدت پرتوگیری ۱۰۰۰ ثانیه و بیشتر از آن

بخش سوم - منبع با پهنای فرکانسی باریک

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

تذکرات

- ۱- احتمال بروز سرطان پوست بستگی به عوامل مختلفی از قبیل رنگدانه پوست، سابقه تاول‌های پوستی ناشی از آفتاب سوختگی و دوز تجمعی پرتو فرا بنفش دارد.
- ۲- کارگرانی که در محیط باز و در مناطقی با عرض جغرافیائی کمتر از $\pm 40^\circ$ درجه کار می‌نمایند، می‌توانند در ایام تابستانی در حوالی ظهر در حد ۵ دقیقه در مدت کوتاهی پرتوگیری بیش از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی داشته باشند.
- ۳- مواجهه با پرتوهای فرا بنفش همزمان با مواجهه عمدی و غیرعمدی با مواد شیمیایی مختلف از جمله برخی از داروها ممکن است منجر به ارتیم پوستی گردد. در صورتی که کارگر هنگامی که در معرض دوز UV به مقدار کمتر از حد مواجهه شغلی قرار می‌گیرد و واکنش پوستی نشان می‌دهد و این واکنش را قبلاً نشان نداده است، حساسیت بیش از حد وی باید مورد توجه قرار گیرد، در بین صدها عاملی که می‌تواند حساسیت شدید به پرتو UV ایجاد کند می‌توان برخی از گیاهان و مواد شیمیایی نظیر برخی آنتی بیوتیکها (مانند تتراسیکلین، سولفاتiazول) و برخی آرام بخش‌ها (مانند ایمی‌پرامین)، برخی از داروهای مدر، مواد آرایشی، داروهای بیماری‌های روانی، مشتقات قطران، برخی از رنگ‌ها و ذغال سنگ (Lime Oil) را نام برد.
- ۴- اُزن در اثر تابش فرا بنفش با طول موج کمتر از ۲۵۰ نانومتر در هوا تولید می‌شود. به مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی اُزن در قسمت مواد شیمیایی مراجعه کنید.

حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR)

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

الف- حفاظت قرنیه و عدسی: برای اجتناب از صدمات قرنیه و اثرات احتمالی بر عدسی چشم (بیماری آب مروارید) پرتوگیری از اشعه فرو سرخ ($3\mu\text{m} < \lambda < 770\text{nm}$) در محیط‌های خیلی گرم در مدت زمان‌های طولانی (۱۰۰۰ ثانیه و بالاتر) باید به 10 mW/cm^2 محدود شود و برای پرتوگیری‌های در مدت زمان کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 1.8t^{-0.75} \text{ W/cm}^2$$

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

می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 0.01 \text{ W/cm}^2$$

ب- حفاظت شبکه: برای لامپ حرارتی فرو سرخ یا هر منبع فرو سرخ نزدیک (near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد (با درخشندگی کمتر از 10^{-2} cd/m²)، مقدار تابش IR-A یا فرو سرخ نزدیک ($1400\text{ nm} < \lambda < 770\text{ nm}$) که به چشم می‌رسد در محدوده رابطه زیر برای مدت زمان مواجهه کمتر از ۸۱۰ ثانیه قابل قبول است.

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot R_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{3.2}{\alpha \times t^{0.25}}$$

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

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot R_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{6}{\alpha}$$

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

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

حد مجاز مواجهه شغلی لیزر^۱

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

گروه بندی لیزرها

شرکت سازنده غالباً به منبع مولد لیزر برجسی الصاق می نماید که طبقه خطر آنها را مشخص می کند. معمولاً لازم نیست تابندگی لیزر یا مواجهه تابشی آن برای مقایسه با حدود مواجهه شغلی برآورد گردد. پتانسیل مواجهه های خطرناک را می توان با بکارگیری تمهیدات کنترلی متناسب با طبقه خطر لیزر به حداقل رسانید. تمهیدات کنترلی بر تمام طبقات لیزرها بجز طبقه "یک" قابل اعمال است. این تمهیدات و سایر اطلاعات ایمنی لیزر را می توان در نشریه ACGIH تحت عنوان A Guide Control For of Laser Hazards و نشریات سری ANSI- Z-136(2007) که توسط انستیتوی لیزر آمریکا منتشر شده است یافت.

روزنه محدود^۱

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

اندازه منبع و ضریب تصحیح C_E

موارد زیر در طول موج های ناحیه خطر شبکه یعنی ۴۰۰ الی ۱۴۰۰ نانومتر (nm) اعمال می شود. معمولاً لیزر منبع کوچکی در حد یک منبع نقطه ای است و شامل یک زاویه کمتر از $\alpha \min$ که برابر با ۱ میلی رادیان است، می باشد. با این وجود هر منبعی که زاویه α آن از $\alpha \min$ ، که از چشم ناظر اندازه گیری می شود بزرگتر باشد، بعنوان یک منبع متوسط ($\alpha \min < \alpha < \alpha \max$) و یا منبع بزرگ ($\alpha > \alpha \max$) منظور می شود. برای مدت زمان پرتوگیری t ، زاویه $\alpha \max$ به صورت زیر تعریف می شود:

زاویه $\alpha \max$	مدت مواجهه
$a_{\max} = 5 \text{ mrad}$	برای $t \leq 0.625 \text{ ms}$
$a_{\max} = 200 \times t^{1/5} \text{ mrad}$	برای $0.625 \text{ ms} < t < 0.25 \text{ s}$
$a_{\max} = 100 \text{ mrad}$	برای $t \geq 0.25 \text{ s}$
$a_{\min} = 1/5 \text{ mrad}$	

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

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

گستره طیفی (نانونمتر)	مدت مواجهه (ثانیه)	چشم (میلی متر)	پوست (میلی متر)
۱۸۰-۴۰۰	$1 \times 10^{-9} - 0.25$	۱	۳/۵
۱۸۰-۴۰۰	$0.25 - 30 \times 10^3$	۳/۵	۳/۵
۴۰۰-۱۴۰۰	$1 \times 10^{-13} - 0.25$	۷	۳/۵
۴۰۰-۱۴۰۰	$0.25 - 30 \times 10^3$	۷	۳/۵
$1400 - 1 \times 10^5$	$1 \times 10^{-14} - 0.25$	۱	۳/۵
$1400 - 1 \times 10^5$	$0.25 - 30 \times 10^3$	۳/۵	۳/۵
$1 \times 10^5 - 1 \times 10^6$	$1 \times 10^{-14} - 30 \times 10^3$	۱۱	۱۱

ضرایب تصحیح C_C, C_B, C_A و C_E

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

پرتوگیری پالسی مکرر^۱ (RPE)

لیزرهای اسکن با موج پیوسته^۲ (CW) و یا لیزرهای پالسی مکرر می‌توانند سبب پرتوگیری پالسی مکرر شوند. حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن مستقیم به پرتو در طول موج‌های بین ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر و همچنین در پرتوگیری تک پالسی (پالسی با مدت زمان t) ارائه شده است و با استفاده از ضریب تصحیح که براساس تعداد پالس در هر پرتوگیری مشخص می‌گردد، تعدیل می‌شود. ابتدا تعداد پالسها (n) در یک پرتوگیری بر حسب Hz محاسبه می‌گردد. سپس این مقدار که فرکانس تکرار پالس نامیده می‌شود، در مدت زمان پرتوگیری ضریب می‌نماییم. معمولاً پرتوگیری در محدوده‌ای از ۰/۲۵ تا ۱۰ ثانیه برای منبع مرئی درخشان تا ۱۰ ثانیه برای منبع مادون قرمز اتفاق می‌افتد. حد مواجهه شغلی تصحیح شده برای هر پالس از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{حد مجاز مواجهه شغلی تک پالس} = (n^{-0.25}) \times \text{حد مجاز مواجهه شغلی} \quad \text{معادله (۱)}$$

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

A Guide For Control of Laser Hazards, 4th Edition, 1990, Published by ACGH.

1 - Repetitively Pulsed exposures

2- Continuous Wave

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

۴- $nt = \text{زمان هر پالس} \times \text{تعداد پالس}$

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

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
UVC	۱۸۰-۲۸۰ *	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۳ mJ/cm^2
	۲۸۰-۳۰۲	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۳ mJ/cm^2
	۳۰۳	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۴ mJ/cm^2
	۳۰۴	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۶ mJ/cm^2
	۳۰۵	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۱۰ mJ/cm^2
	۳۰۶	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۱۶ mJ/cm^2
	۳۰۷	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۲۵ mJ/cm^2
	۳۰۸	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۴۰ mJ/cm^2
	۳۰۹	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۶۳ mJ/cm^2
	۳۱۰	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۱۰۰ mJ/cm^2
	۳۱۱	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۱۶۰ mJ/cm^2
UVB	۳۱۲	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۲۵۰ mJ/cm^2
	۳۱۳	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۴۰۰ mJ/cm^2
	۳۱۴	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	۶۳۰ mJ/cm^2
	۳۱۵-۴۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{-۴}$	$۰/۵۶ \text{ t}^{۱/۲۵} \text{ J/cm}^2$
	" _ "	$۱۰^{-۳}$ تا $۱۰^{-۲}$	$۱/۰ \text{ J/cm}^2$
	" _ "	$۱۰^{-۳}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	$۱/۰ \text{ mW/cm}^2$
	UVA		

* اُزن O3 توسط منابع انتشار پرتو فرا بنفش (UV) در طول موج های کمتر از 250 nm در هوا تولید می گردد، به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی-اُزن مراجعه شود.

این محدوده نباید از $۰/۷۵ \text{ J/cm}^2$ در $t \leq ۱۰ \text{ s}$ تجاوز نماید

جدول ۱۶: حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگیری مستقیم عدسی چشم

(نگاه مستقیم به درون پرتو) حاصل از پرتو لیزر

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
Light	۴۰۰-۷۰۰	10^{-11} تا 10^{-15}	$15 \times 10^{-9} \text{ J/cm}^2$
	۴۰۰-۷۰۰	10^{-9} تا 10^{-11}	$2/7 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$
	۴۰۰-۷۰۰	10^{-9} تا 18×10^{-6}	$0.5 \mu\text{J/cm}^2$
	۴۰۰-۷۰۰	18×10^{-6} تا 10	$1/8 \text{ t}^{1/5} \text{ mJ/cm}^2$
	۴۰۰-۴۵۰	10 تا 100	10 mJ/cm^2
	۴۵۰-۵۰۰	10 تا T_1	1 mW/cm^2
	۴۵۰-۵۰۰	T_1 تا 100	$10 \text{ C}_B \text{ mJ/cm}^2$
	۴۵۰-۵۰۰	100 تا 30000	$0.1 \text{ C}_B \text{ mW/cm}^2$
IR-A	۵۰۰-۷۰۰	100 تا 30000	1 mW/cm^2
	۷۰۰-۱۰۵۰	10^{-13} تا 10^{-11}	$15 \text{ C}_A \times 10^{-9} \text{ J/cm}^2$
	۷۰۰-۱۰۵۰	10^{-9} تا 10^{-11}	$2/7 \text{ C}_A \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$
	۷۰۰-۱۰۵۰	10^{-9} تا 18×10^{-6}	$0.5 \text{ C}_A \mu\text{J/cm}^2$
	۷۰۰-۱۰۵۰	18×10^{-6} تا 10	$1/8 \text{ C}_A \text{ t}^{1/5} \text{ mJ/cm}^2$
	۷۰۰-۱۰۵۰	10 تا 30000	$\text{C}_A \text{ mW/cm}^2$
	۱۰۵۰-۱۴۰۰	10^{-13} تا 10^{-11}	$1/8 \text{ C}_c \times 10^{-1} \mu\text{J/cm}^2$
	۱۰۵۰-۱۴۰۰	10^{-11} تا 10^{-9}	$27 \text{ C}_c \times \text{t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$
	۱۰۵۰-۱۴۰۰	10^{-9} تا 50×10^{-6}	$5 \text{ C}_c \mu\text{J/cm}^2$
	۱۰۵۰-۱۴۰۰	50×10^{-6} تا 10	$9 \text{ C}_c \times \text{t}^{1/5} \text{ mJ/cm}^2$
IR-B & C	۱۰۵۰-۱۴۰۰	10 تا 30000	$5 \text{ C}_c \text{ mW/cm}^2$
	۱۴۰۱-۱۵۰۰	10^{-14} تا 10^{-3}	0.1 J/cm^2
	۱۴۰۱-۱۵۰۰	10^{-3} تا 10	$0.56 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$
	۱۵۰۱-۱۸۰۰	10^{-14} تا 10	$1/0 \text{ J/cm}^2$
	۱۸۰۱-۲۶۰۰	10^{-14} تا 10^{-3}	0.1 J/cm^2
	۱۸۰۱-۲۶۰۰	10^{-3} تا 10	$0.56 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$
	۲۶۰۱-۱۰ ^۶	10^{-14} تا 10^{-7}	10 mJ/cm^2
	۲۶۰۱-۱۰ ^۶	10^{-7} تا 10	$0.56 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$
	۱۴۰۰-۱۰ ^۶	10 تا 3×10^4	100 mW/cm^2

نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول ۱۶:

$$C_A = C_B = 1; 2 \text{ به ازاء } C_B = 1 \text{ به ازاء } 549 - 400 \text{ nm}$$

$$C_B = 10^{[0.015(\lambda - 550)]} \text{ به ازاء } C_B = 1; \lambda = 550 - 700 \text{ nm}$$

$$C_C = 10^{[0.181(\lambda - 1150)]} \text{ در طول موج های بزرگتر از } 1150 \text{ نانومتر و کمتر از } 1200 \text{ نانومتر}$$

$$C_C = 8 \text{ از } C_C = 1 \text{ تا } 1400 \text{ نانومتر؛ } T_1 = 10 \text{ s به ازاء } 450 - 400 \text{ nm}$$

$$T_1 = 10 \times 10^{[0.02(\lambda - 550)]} \text{ به ازای } 500 - 450 \text{ nm}$$

$$T_1 = 10 \text{ s به ازاء } 500 - 700 \text{ nm}$$

برای چشمه های متوسط یا بزرگ (مثلاً شبکه های دیود لیزر) در طول موج های بین ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر حد مجاز شغلی پرتوگیری برای نگاه کردن مستقیم به پرتو را می توان با ضریب تصحیح (C_E) طبق رابطه ذیل افزایش داد، مشروط بر آنکه زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو (اندازه گیری شده از فاصله چشم بیننده) بزرگتر از α_{min} باشد. مقدار (C_E) مطابق با جدول زیر با α متناسب است:

ضریب تصحیح (C_E)	اندازه چشمه قابل تشخیص	زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو
$C_E = 1$	کوچک	$\alpha \leq \alpha_{min}$
$C_E = \alpha / \alpha_{min}$	متوسط	$\alpha_{min} < \alpha \leq \alpha_{max}$
$C_E = 3.33, \quad t \geq 0.625$		
$C_E = 3.33 t^{0.5}, \quad 0.625 < t < 0.25s$	بزرگ	$\alpha > \alpha_{max}$
$C_E = 66.7, \quad t > 0.25s$		

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

$$L_{AOE} = (3/81 \times 10^5) \times (AOE_{pt}) \text{ بر حسب } j(\text{cm}^2 \times \text{Sr}) \quad t < 0.625 \text{ ms}$$

$$L_{AOE} = (V/6 \times t^{1/5}) \text{ بر حسب } j(\text{cm}^2 \times \text{Sr}) \quad 0.625 \text{ s} < t < 0.25 \text{ s}$$

$$L_{AOE} = 4/8 \text{ بر حسب } W(\text{cm}^2 \times \text{Sr}) \quad t > 100 \text{ s}$$

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

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

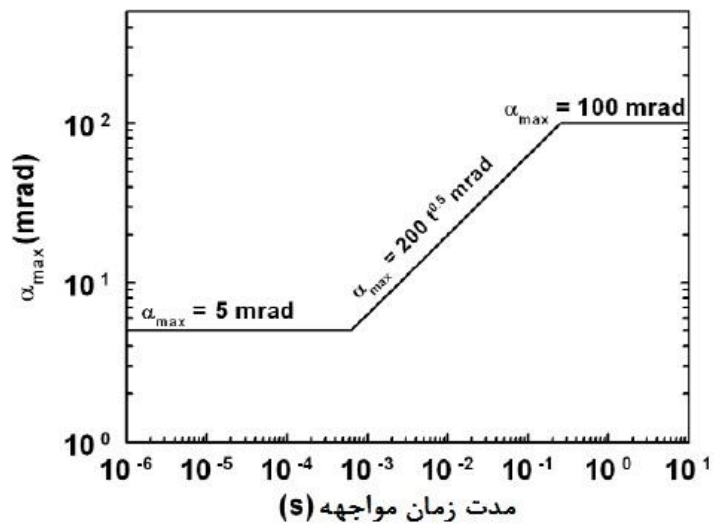
ناحیه طیفی	طول موج (nm)	مدت پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
UVA*	۱۸۰-۴۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{-۴}$	مطابق جدول ۱۵
LIGHT&IR-A	۴۰۰-۱۴۰۰	$۱۰^{-۹}$ تا $۱۰^{-۷}$	$۲ C_A \times ۱۰^{-۲} \text{ j/cm}^2$
	۴۰۰-۱۴۰۰	$۱۰^{-۷}$ تا $۱۰^{-۱}$	$۱/۱ C_A (t^{1/۲}) \text{ j/cm}^2$
	۴۰۰-۱۴۰۰	$۱۰^{-۱}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	$۰/۲ C_A \text{ W/cm}^2$
IR - B & C**	۱۴۰۱-۱۰ ^۶	$۱۰^{-۹}$ تا ۳×۱۰^{-۴}	مطابق جدول ۱۶

* اُزن (O_3) توسط منابع پرتو فرا بنفش (UV) در طول موجهای کمتر از ۲۵۰mm در هوا تولید می-گردد. به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمایی اُزن مراجعه شود.

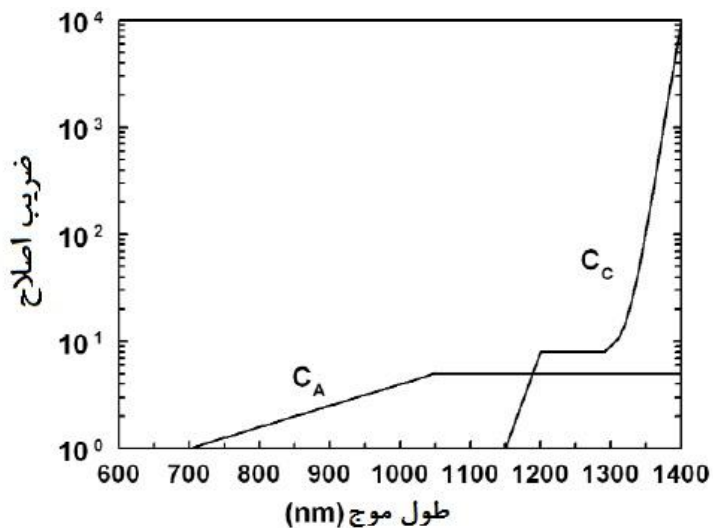
$C_8 = ۱/۰$ به اِزاء $۴۰۰-۷۰۰ \text{ nm}$ ، λ برای $۷۰۰-۱۴۰۰ \text{ nm}$ به نمودار ۱ مراجعه شود.

** در طول موجهای بیش از ۱۴۰۰ nm، برای سطح مقطع پرتو به میزان بیش از ۱۰۰ سانتی متر مربع و مدت پرتوگیری بیش از ۱۰ ثانیه است، حد مواجهه شغلی از رابطه $OEL = (10000/A_3) \text{ mw/cm}^2$ به دست می آید که A_3 مساحت پوست پرتو گرفته از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سانتی متر مربع و OEL در صورتیکه مساحت پوست پرتو گرفته بیش از ۱۰۰۰ cm^2 باشد ۱۰ mw/cm^2 و در صورتی که مساحت پوست پرتو گرفته کمتر از ۱۰۰ باشد حد مجاز شغلی ۱۰۰ mw/cm^2 می باشد.

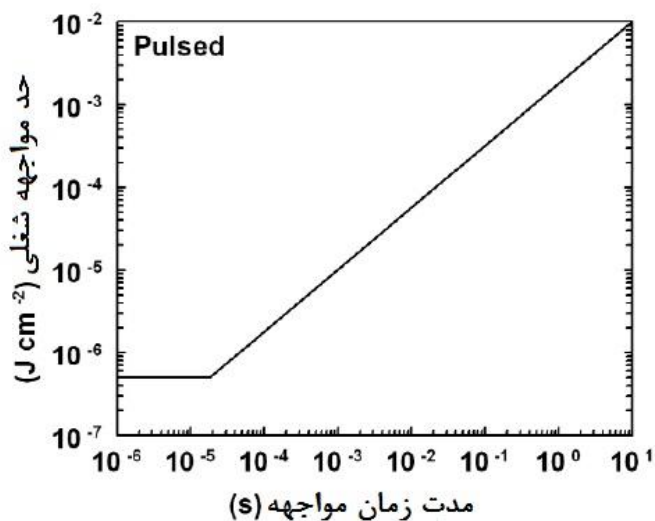
شکل ۹- تغییرات $\alpha_{\max}$ بر مبنای مدت زمان مواجهه



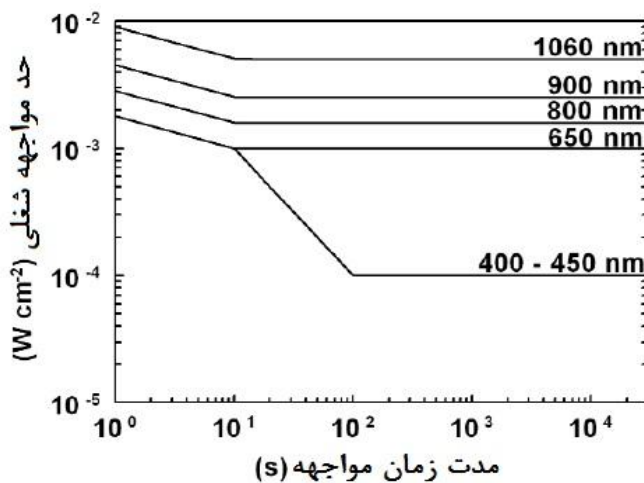
شکل ۱۰- ضریب تصحیح OEL در محدوده طول موج ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر



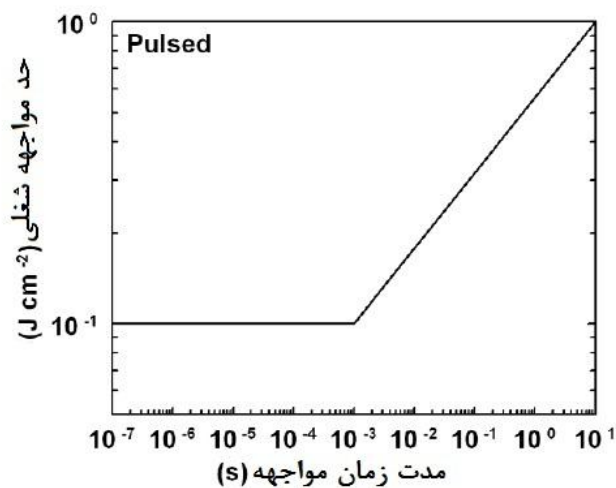
شکل ۱۱- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن به طور مستقیم داخل لیزر در محدوده ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر



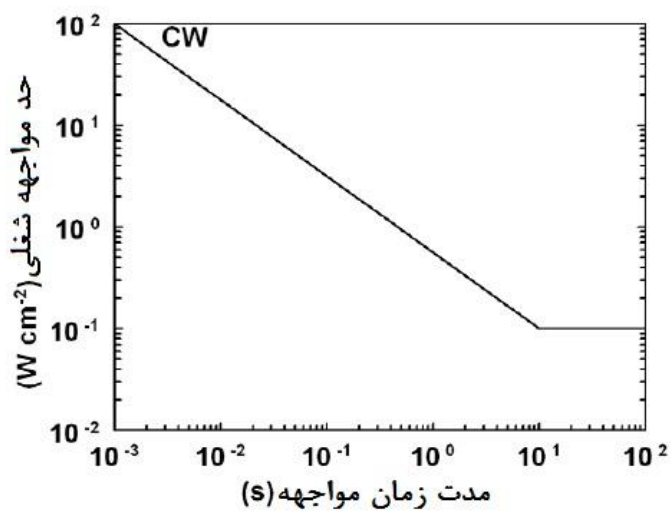
شکل ۱۲- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن به طور مستقیم داخل لیزر نوع پیوسته در محدوده ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر



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



شکل ۱۴- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر نوع پیوسته برای پوست و چشم برای طول موج های بزرگتر از ۱/۴ میکرومتر



روشنایی

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

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

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

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

1 - Illumination Engineering Society of North America

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

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

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

جدول ۱۹- حدود توصیه شده شدت روشنایی موضعی مورد نیاز برای مشاغل مختلف (Lx)

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

جدول ۲۰- حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی مورد نیاز برای معابر و محوطه های باز

مختلف (Lx)

خصوصیات مکان	مبنای سنجش	میانگین شدت روشنایی عمومی مورد نیاز Lx	شاخص یکدستی Emin/Eavg
محوطه عمومی کارگاههای تولیدی و ساختمانی، توقفگاهها، باراندازها	کف زمین	۵۰	۰/۳۳
راههای اصلی و شریانی	کف زمین	۲۰	۰/۳۳
راههای فرعی	کف زمین	۱۵	۰/۳۳
پیادروها	کف زمین	۲۰	۰/۳۳
تونل های عبور سواره	کف زمین	۵۰	۰/۳۳

حدود مجاز مواجهه شغلی تنش‌های دمایی

الف- تنش گرمایی^۱

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی استرس گرمایی که در جدول ۲۱ آمده است به شرایطی از استرس گرمایی اشاره دارد که که تحت آن شرایط، شاغلین می‌توانند به طور مکرر در با گرما مواجهه داشته باشند بدون آنکه اثرات سوء مشهودی در سلامت آنان ایجاد شود. مقادیر مذکور با شاخص دمای تر گوی‌سان^۲ (WBGT) بر مبنای این فرض تعیین شده‌اند، که کلیه افراد با شرایط گرمایی محیط کار تطابق یافته و لباس مناسب (مثلاً شلوار و پیراهن سبک) بر تن داشته و به مقدار کافی آب و نمک استفاده نموده‌اند تا تحت شرایط کاری معین بدون افزایش دمای عمقی بدن از حد 38°C ($100/4^{\circ}\text{F}$) بتوانند کارایی مؤثری داشته باشند.

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

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

$$WBGT = 0.7 t_{nw} + 0.2 t_g + 0.1 t_a \quad (1) \quad \text{در فضای باز غیر مسقف}$$

$$WBGT = 0.7 t_{nw} + 0.2 t_g \quad (2) \quad \text{در فضای سرپوشیده یا فضای باز (سایه یا ابری)}$$

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

1 - Heat stress

2 .Wet Bullb Globe Temperature

در صورتی که دمای عمقی بدن از 38°C (100.4°F) فراتر رود باید از ادامه کار فرد ممانعت به عمل آید.

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

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

نکات جدول ۲۱

- حد مراقبت (اقدام) در واقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می کند که در حدود توصیه شده برنامه های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی بکار گرفته شود.
- برای تعیین درجه بارکاری به جدول شماره ۲۳ و ۲۴ مراجعه شود.
- مقادیر WBGT بر حسب درجه سانتیگراد می باشد و به نزدیکترین رقم نسبت به نیم درجه گرد شده است.
- محیط کار و استراحت یکسان فرض می شود. در صورتیکه شرایط جوی این دو محیط متفاوت است، متوسط وزنی زمانی (TWA) در طی یک ساعت محاسبه و بکار برده شود. و در صورتی که تفاوت درجه بارکاری در یک ساعت وجود دارد، برای تعیین درجه بارکاری نیز TWA می بایست استفاده شود.
- در صورتی که لباس کار سبک و تابستانی نباشد، مقدار مؤثر شاخص WBGT بعد از اصلاح اثر کلوی^۱ لباس می بایست در جدول با حد مجاز مقایسه گردد.

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

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

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

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

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

ارزیابی و کنترل تنش دمایی

یکم: اندازه گیری عوامل محیطی

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

الف- گستره دماسنج خشک و دماسنج تر طبیعی بین ۵- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد (۲۳ تا ۱۲۲ درجه فارنهایت) با دقت $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ باشد ضمن آنکه نباید جریان هوا در اطراف دماسنج خشک قطع یا محدود شود، دماسنج باید در برابر تابش آفتاب و سایر سطوح بازتاب دهنده محافظت گردد. فتیله دماسنج تر طبیعی باید حداقل به مدت نیم ساعت قبل از قرائت بوسیله ریختن آب مقطر توسط سرنگ روی آن مستقیماً مرطوب شود. فتیله باید کاملاً روی مخزن دماسنج را پوشانده یا به اندازه یک طول و بیشتر روی مخزن دماسنج را احاطه نماید. فتیله باید همیشه پاکیزه باشد و فتیله نو قبل از استفاده باید شسته شود همچنین برای پر کردن مخزن از آب مقطر استفاده شود.

ب- دماسنج گوی سان از یک کره توخالی مسی به قطر ۱۵ سانتیمتر (۶ اینچ) تشکیل شده که سطح خارجی آن با رنگ سیاه مات یا معادل آن پوشانده شده است. مخزن یا قسمت حساس دماسنج در گستره اندازه گیری ۵- تا ۱۰۰+ درجه سانتیگراد (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 دماسنج گوی سان در محل سنجش قرار گیرد.

ج- پایه به منظور آویزان کردن سه دماسنج فوق الذکر به کار می رود. پایه باید به گونه ای قرارداد شود که جریان هوا در اطراف سه دستگاه مذکور به طور طبیعی برقرار باشد و دماسنج گوی سان در سایه پایه قرار نگیرند.

د- استفاده از سایر دماسنج هایی که در مقایسه با دماسنج های جیوه ای در شرایط محیطی مشابه مقادیر یکسانی را نشان می دهند (مانند الکلی یا الکترونیکی) مجاز می باشد.

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

دوم: طبقه بندی بار کاری

مجموع گرمای ایجاد شده به وسیله بدن و گرمای محیط "کل بار گرمایی"^۱ را تعیین می کند. لذا اگر کار باید در محیط گرم انجام شود. برای محافظت کارگر در برابر مواجهه با گرمای بیشتر از مقادیر مجاز باید "درجه بار کاری" برای هر یک از مشاغل تعیین و "حد مجاز گرمایی" متناسب با "بار کاری" شغل مورد نظر به شرح زیر تعیین گردد:

کار سبک شامل متابولیسم حداکثر ۲۰۰ کیلوکالری بر ساعت یا 800 Btu/hr^1 شامل مشاغل دستی و بازویی سبک در هنگام کار با ماشین‌های کنترلی در حالت‌های نشسته و یا ایستاده می‌باشد.

کار متوسط شامل متابولیسم ۲۰۰ تا ۳۵۰ کیلوکالری بر ساعت یا $800-1400 \text{ Btu/hr}$ مانند راه رفتن ضمن بلند کردن و هل دادن بار متوسط می‌باشد.

کار سنگین شامل متابولیسم ۳۵۰ تا ۵۰۰ کیلوکالری بر ساعت یا $1400-2000 \text{ Btu/hr}$ مانند کلنگ زدن و بیل زدن می‌باشد.

کار خیلی سنگین شامل متابولیسم بیش از ۵۰۰ کیلوکالری بر ساعت یا 2000 Btu/hr مانند کار در معدن می‌باشد.

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

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

سوم: برنامه کار - استراحت

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

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

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

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 $t_1, t_2, \dots, t_n$ (برحسب دقیقه) که توسط زمان‌سنجی تعیین شده است.

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

1- British Thermal Unite/ Hour= Btu/hr

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

در رابطه فوق $WBGT_1$ ، $WBGT_2$ ، ...، $WBGT_n$ مقادیر اندازه گیری شده $WBGT$ در محیط های کاری و استراحت مختلف در طی شیفت کار روزانه است و $t_1, t_2, \dots, t_n$ مدت زمان گذرانده شده در هر محیط بر حسب دقیقه می باشد که توسط زمان سنجی تعیین می گردد. اگر مواجهه با محیط خیلی گرم به طور مستمر در طی چند ساعت و یا در طی روز است باید میانگین وزنی زمانی براساس زمان مراحل کار بر مبنای TWA یک ساعته (TWA/hr) محاسبه شود مثلاً دقیقه $t_1, t_2, \dots, t_n = 60$ و اگر برنامه کار متناوب است میانگین وزنی زمانی بر حسب TWA دو ساعته محاسبه می شود مثلاً:

$$t_1, t_2, \dots, t_n = 120 \text{ دقیقه}$$

جدول ۲۳- ارزیابی بار کاری

متوسط میزان متابولیسم حین فعالیت های مختلف

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

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

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

تذکر مهم

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

چهارم: تأمین آب و نمک جبرانی

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

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

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

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

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

پنجم: سایر ملاحظات

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

ب- حد مجاز مواجهه شغلی برای استرس گرمایی باید توسط کارشناس بهداشت حرفه‌ای تعیین گردد.
ج- تطابق گرما و سلامتی بدن: ضمن هفته اول مواجهه با محیط گرم، در نتیجه توازن عوامل متعدد روانی و فیزیولوژیک، تطابق با گرما^۱ در فرد بوجود می‌آید. مقادیر توصیه شده در مورد کارگرانی که با گرما تطابق یافته‌اند و سالم می‌باشند معتبر است. برای کارگرانی که به گرما عادت نکرده‌اند و یا سالم نیستند احتیاط‌های بیشتری باید مراعات شود.

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

1 - Acclimatization

2 - Heat exhaustion

دردناک عضلات^۱، اگر چه ناتوان کننده است ولی غیر قابل برگشت است بخصوص اگر سریع و به موقع درمان شود. از دیگر عوارض ناشی از مواجهه با گرمای زیاد، اختلال شدید الکترولیت، کم آبی بدن، سرخی پوست و ادم گرمایی و کم شدن ظرفیت های کار فکری و جسمی می باشد.

اگر ضمن سه ماه اول بارداری "میزان دمای عمقی" کارگر باردار به مدت طولانی از 39°C ($102/2^{\circ}\text{F}$) تجاوز کند احتمال تشکیل جنین ناقص الخلقه افزایش می یابد. از طرف دیگر "دمای عمقی" بیشتر از 38 درجه سانتیگراد ($100/4^{\circ}\text{F}$) به طور موقتی موجب ناهاروری در مرد و یا زن می شود.

ب - تنش سرمایی^۲

مقادیر "حد مجاز مواجهه شغلی" به منظور حفظ شاغلین در برابر اثرات شدید سرما (کاهش دمای عمقی بدن) و ضایعات ناشی از سرما تدوین شده است و بیانگر حالتی از مواجهه شغلی با سرما است که تحت آن شرایط شاغلین می توانند 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 36 درجه سانتیگراد ($96/8^{\circ}\text{F}$) جلوگیری و از ایجاد ضایعات سرمازدگی انتهای اندام ها، پیشگیری می کند (حرارت عمقی بدن، همان حرارت مرکزی بدن است که از طریق اندازه گیری درجه حرارت مقعد تعیین می شود). در یک نوبت مواجهه اتفاقی با محیط سرد کاهش درجه حرارت مرکزی بدن به پائین تر از 35 درجه سانتیگراد (95°F) مجاز نمی باشد. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی، کل بدن به ویژه دست ها، پاها و سر را در برابر ضایعات سرمازدگی حفاظت می نماید. استفاده از لباس مناسب و خشک (محافظ سر، صورت و چشم ها، بدن، دست ها و پاها) که دارای مقاومت حرارتی متناسب با سرمای محیط و مقاوم به نفوذ آب باشد برای شاغلین مشمول این حدود مجاز اجباری می باشد. در صورتی که فرد استعمال دخانیات، مصرف مشروبات الکلی یا مواجهه همزمان با ارتعاش نیز داشته باشد، این حدود تعریف شده نمی تواند سلامت فرد را در مقابل سرما تأمین نماید. همچنین مرطوب یا خیس بودن لباس به دلیل تسریع 20 برابری انتقال حرارت نیز اجرای این حدود مجاز را نقض می کند لذا لباس فرد همواره باید خشک و غیر قابل نفوذ به بدن باشد.

1 - Heat Cramps

2 - Cold Stress

مقدمه

مواجهه مرگبار با سرما نتیجه عدم توفیق در فرار از محیط سرد و یا به دلیل فرو رفتن در آب سرد می- باشد. در چنین شرایطی نشانه‌های بالینی مصدومین کاهش دما در جدول شماره ۲۵ آمده است. شاغلین باید همواره از مواجهه با سرما محافظت شوند. به طوریکه درجه حرارت عمقی مرکزی بدن به کمتر از ۳۶ درجه سانتیگراد ($96/8^{\circ}\text{F}$) سقوط نکند. افت درجه حرارت بدن موجب کاهش هوشیاری و تمرکز فکری می‌شود، تصمیم‌گیری منطقی کاهش می‌یابد و یا سبب بیهوشی و نهایتاً مرگ می‌گردد.

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

۱- اگر کار در محیطی انجام می‌شود که درجه حرارت هوای محیط کمتر از ۴ درجه سانتیگراد (40°F) است برای حفظ دمای عمقی بدن به میزان بیش از ۳۶ درجه سانتیگراد ($96/8^{\circ}\text{F}$) باید لباس خشک و عایق‌بندی مناسب در اختیار کارگران قرار گیرد.

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

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

1 - Equivalent Chill Temperature (Wind chill)

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

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

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

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

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

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

جدول ۲۶- دمای معادل سرما باد (ECT) مؤثر بر بافتنهای عمقی بدن

حدود سرعت (m/s)	دمای قرائت شده هوای محیط (°C)													
	۸	۶	۴	۲	۰	-۲	-۴	-۶	-۸	-۱۰	-۱۲	-۱۴	-۱۶	-۱۸
	۲۰	۲۸	۳۶	۴۴	۵۲	۶۰	۶۸	۷۶	۸۴	۹۲	۱۰۰	۱۰۸	۱۱۶	۱۲۴
درجه معادل سرما باد (ECT °C)														
۲	۷	۵	۳	۱	-۱	-۳	-۵	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹
۴	۳	۱	-۴	-۷	-۹	-۱۱	-۱۴	-۱۶	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۶	-۲۸	-۳۱
۶	۰	-۲	-۵	-۸	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۱۸	-۲۱	-۲۳	-۲۶	-۲۹	-۳۱	-۳۴
۸	-۲	-۵	-۷	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۱۹	-۲۱	-۲۴	-۲۷	-۳۰	-۳۳	-۳۵	-۳۸
۱۰	-۳	-۶	-۹	-۱۲	-۱۵	-۱۸	-۲۱	-۲۴	-۲۷	-۳۰	-۳۳	-۳۵	-۳۸	-۴۱
۱۲	-۵	-۸	-۱۱	-۱۴	-۱۷	-۲۰	-۲۳	-۲۶	-۲۹	-۳۲	-۳۵	-۳۸	-۴۱	-۴۴
۱۴	-۵	-۹	-۱۲	-۱۵	-۱۸	-۲۱	-۲۴	-۲۷	-۳۰	-۳۳	-۳۶	-۳۹	-۴۲	-۴۵
۱۶	-۶	-۹	-۱۲	-۱۵	-۱۹	-۲۲	-۲۵	-۲۸	-۳۱	-۳۴	-۳۷	-۴۰	-۴۴	-۴۷
۱۸	-۷	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۱۹	-۲۲	-۲۶	-۲۹	-۳۲	-۳۵	-۳۸	-۴۱	-۴۵	-۴۸
۲۰*	-۷	-۱۰	-۱۳	-۱۶	-۲۰	-۲۳	-۲۶	-۲۹	-۳۲	-۳۶	-۳۹	-۴۲	-۴۵	-۴۸
خطر پایین*														
خطر فزاینده**														
خطر بالا***														

در هر نقطه‌ای از جدول ممکن است عارضه از نوع پای غوطه و immersion foot یا پای خندقی ایجاد شود.

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

** خطر یخ زدگی اندام در معرض سرما در یک دقیقه

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

ارزیابی و نظارت

- ۱) زمانی که سرعت جریان هوا و درجه حرارت منجر به دمای معادل سرما باد به 32°C - درجه سانتیگراد ($25/6^{\circ}\text{F}$) - برسد، مواجهه مستمر پوست با سرما مجاز نیست.
- ۲) بدون توجه به سرعت جریان هوا نیز موارد یخ زدگی نسج سطحی و یا نسج موضعی عمقی در دمای پایین تر از 1°C - درجه سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) امکان بروز دارد.
- ۳) در دمای 2°C درجه سانتیگراد ($35/6^{\circ}\text{F}$) یا کمتر، تعویض فوری لباس افرادی که در آب فرو رفته‌اند و یا لباسشان مرطوب شده الزامی است و برای پیشگیری از عوارض و پیامدهای کاهش دمای بدن باید تحت درمان قرار گیرند.
- ۴) در جدول ۲۷، برای شاغلینی که به طرز مناسبی لباس کار پوشیده‌اند، مقادیری توصیه شده است که برای تنظیم برنامه زمانبندی شده کار - استراحت توأم با گرم شدن مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ۵) به منظور حفظ تداوم فعالیت‌های دستی دقیق و پیشگیری از حوادث، لازم است دست‌ها به طور ویژه‌ای به شرح زیر حفاظت شوند:
- الف - اگر کارهای ظریف دستی با دستهای لخت برای مدت بیشتر از ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در محیطی زیر 16°C درجه سانتیگراد ($60/8^{\circ}\text{F}$) انجام می‌شود، برای گرم نگه داشتن دستها باید پیش‌بینی‌های ویژه انجام گیرد، بدین منظور جریان هوای گرم و بخاری‌های تابشی ممکن است بکار رود. در دمای کمتر از 1°C - درجه سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) دسته‌های فلزی ابزارآلات و اهرم‌های کنترل باید با مواد عایق حرارتی روکش شوند.
- ب - اگر دمای هوا برای کارهای نشسته به پایین‌تر از 16°C ($60/8^{\circ}\text{F}$) و در کارهای سبک به 4°C ($39/2^{\circ}\text{F}$) کاهش باید و کارهای دستی ظریف دقیق و ماهرانه مورد نیاز نباشد، آنگاه شاغلین باید از دستکش استفاده نمایند.
- ۶) برای پیشگیری از یخ زدگی تماسی دستها، شاغلین باید از دستکش‌های عایق سرما به‌شرح زیر استفاده نمایند:
- الف - هر زمان که کار در نزدیکی سطوح سرد، با دمای کمتر از 7°C - ($19/4^{\circ}\text{F}$) انجام می‌شود، باید به یکایک افراد برای پیشگیری از ضایعات تماس اتفاقی پوست هشدار داده شود.
- ب - اگر دمای هوا $17/5^{\circ}\text{C}$ - ($0/0^{\circ}\text{F}$) یا کمتر باشد دستها باید بوسیله دستکش‌های کار (دو انگشتی)^۱ محافظت شوند. دستگاه‌های کنترلی و ابزارهای کار باید طوری طراحی شوند که برای کار با آنها نیاز

به بیرون آوردن دستکش کار نباشد.

۷) اگر دمای محیط کار 4°C ($39/2^{\circ}\text{F}$) یا کمتر باشد، تأمین حفاظت بیشتر تمام بدن ضروری است.

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

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

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

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

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

ه- افرادی که در دمای کمتر از 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 در نتیجه خاصیت خنک کنندگی 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 سرمازا^۳ یا مایعاتی که نقطه جوش آنها مختصری بالاتر از درجه حرارت متعارف است باید توجه کافی بشود.

1 - Impermeable to water

2 - Water Repellent

3 - Cryogenic Fluids

برنامه کار – استراحت توأم با گرم شدن بدن

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

اگر کار در سرمای کمتر از 7°C (44°F) و یا درجه حرارت معادل سرما باد 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. کار در دمای بین $+1$ تا -10 درجه سانتی گراد باید حداکثر در دوره های ۷۵ دقیقه قطع گردد و کارگر به مدت ۱۵ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نماید. این حدود مجاز برای سرعت باد کمتر از 0.5 متر بر ثانیه ($1/1$ 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 پایین تر خواهد بود. به طور مثال در صورتی که فرد در دمای -15 درجه سانتیگراد و جریان هوای آرام به مدت حداکثر ۵۰ دقیقه مواجهه داشته است تکرار مواجهه وی در دوره ۴ ساعته در صورتی مجاز است که حداقل ۳۰ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نموده باشد. در صورتی که همین کارگر در دمای مذکور و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه مشغول بکار باشد مدت مواجهه مجاز وی یک مرحله پایین تر، یعنی ۳۰ دقیقه مداوم خواهد بود و تکرار مواجهه منوط به ۳۰ دقیقه استراحت در هر دوره می باشد.

اگر اطلاعات صحیحی برای تخمین یا اندازه گیری سرعت باد موجود نیست، پیشنهادات زیر به صورت راهنما بکار می رود:

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

در صورت بروز علایمی از قبیل لرز شدید، احساس سرما، خستگی مفرط، خواب آلودگی، تحریک پذیری و گیجی مراجعت فوری به پناهگاه ضروری می باشد. پس از ورود به پناهگاه باید لباس رو از تن خارج و بقیه لباس ها شل و آزاد گردند تا عرق تبخیر شود و یا لباس با یک لباس کار خشک تعویض گردد. برای جلوگیری از برگشت بکار کارگران با لباس مرطوب، ضروری است، دست لباس خشک به تعداد کافی در محل مزبور وجود داشته باشد. در محیط سرد کاهش آب یا مایعات بدن بندرت رخ

می‌دهد، اما ممکن است استعداد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما به جهت تغییرات قابل ملاحظه در جریان خون انتهای اندام‌ها افزایش یابد. برای تأمین کالری و حجم مایعات دریافتی بدن، مایعات گرم و شیرین در محل کار مهیا باشد. مصرف مایعات مدر (همانند چای) باید محدود شود. برای انجام کار در درجه سرمایی 12°C - ($10/4^{\circ}\text{F}$) و یا کمتر از آن رعایت نکات زیر ضروری می‌باشد:

- ۱) فرد باید از نظر حفاظتی تحت نظارت دائم و کامل قرار گیرد.
- ۲) برای پیشگیری از تعریق زیاد و مرطوب شدن لباس‌های زیرین میزان کار نباید سنگین باشد، در صورت انجام کار سنگین باید امکان استراحت در پناهگاه‌های گرم و فرصت تعویض لباس‌های مرطوب با لباس‌های خشک فراهم گردد.
- ۳) در روزهای اولیه اشتغال و قبل از هماهنگ شدن فرد با رفتارهای مناسب در شرایط جوی سرد محیط کار نباید از شاغلین به طور تمام وقت استفاده کرد.
- ۴) باید حتی المقدور از لباس‌های سبک، کم حجم و مناسب استفاده گردد تا مانع کار راحت نشود.
- ۵) برنامه کار باید به گونه‌ای تنظیم شود که نشستن بی حرکت برای مدت طولانی به حداقل کاهش یابد. صندلی‌های با نشیمنگاه فلزی بدون عایق نبایستی استفاده کرد. کارگر باید در برابر جریان‌های شدید هوا به طور مناسب حفاظت شود.
- ۶) نکات ایمنی و بهداشت مربوطه باید به افراد آموزش داده شود. حداقل برنامه‌های آموزشی شامل دستورالعمل‌های زیر است:

الف - تمرینات استفاده از لباس‌های مخصوص

ب - عادات صحیح خوردن و آشامیدن

ج - شناسایی سرمازدگی 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

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

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

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

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

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

توصیه‌هایی برای محیط کار خاص

مقررات خاص برای سردخانه‌ها عبارتند از:

۱- در سردخانه سرعت جریان هوا باید تا آنجا که ممکن است به حداقل تقلیل داده شود، و نباید از یک متر در ثانیه (200 FPM^1) تجاوز کند، دسترسی به هدف فوق به وسیله دستگاه‌های توزیع هوا که به طرز خاصی طراحی شده‌اند امکان پذیر است.

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

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

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

ضرورت های پایش محیط کار

وقتی دمای محیط کار کمتر از ۱۶ درجه سانتیگراد ($60/8^{\circ}\text{F}$) است می‌بایست نسبت به نصب دستگاه مناسب برای اندازه‌گیری دمای محیط در محل کار اقدام نمود. با چنین تدبیری نگهداری وضعیت دمای محیط کار در راستای توصیه‌های "حد مجاز شغلی" میسر است.

هر زمان که دمای هوا در محل کار به کمتر از ۱- درجه سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) رسید، باید حداقل هر چهار ساعت یک بار اندازه‌گیری دما بوسیله دماسنج خشک انجام و ثبت گردد.

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

در وضعیت کار در فضای باز، هر زمان که دمای هوا کمتر از ۱- درجه سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) است، میزان دمای هوا و سرعت باد باید اندازه‌گیری و ثبت گردد.

در کلیه مواردی که اندازه‌گیری سرعت جریان هوا ضروری باشد، درجه سرمای معادل (ECT) با استفاده از جدول ۲۶ محاسبه و هرگاه سرمای معادل (ECT) کمتر از ۷- درجه سانتیگراد ($19/4^{\circ}\text{F}$) 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 سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) و کمتر معاف گردند. شاغلینی که معمولاً در درجات کمتر از ۲۴- درجه سانتیگراد ($11/2^{\circ}\text{F}$ -) همراه با سرعت باد کمتر از پنج مایل در ساعت و یا هوای کمتر از ۱۸- درجه سانتیگراد ($0/0^{\circ}\text{F}$) 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 آسیب دیده لازم است، مضافاً اینکه کمک‌های اولیه درمانی باید به فوریت انجام گیرد.

References

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values (TLV) and Biological Exposure Index (BEI), ACGIH, Cincinnati, 2011.
- ANSI S1.4-1983 (ASA 47). American National Standard Specification for Sound Level Meters. This Standard includes ANSI S1.4A-1985 Amendment to ANSI S1.4-1983(R2006).
- ANSI S1. 11-1986 (ASA 65). American National Standard Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters (R1998).
- ANSI S1.25-1991 (ASA 98). American National Standard Method for the Specification for Personal Noise Dosimeters.
- ANSI S1.26-1978 (R 2007) (ASA 23). American National Standard Method for the Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere.
- ANSI S3.6- 1996, American National Standards Institute: Specification for Audiometers. ANSI, New York.
- ANSI- Z-136(2007), American National Standard for Safe Use of Lasers. ANSI, New York.
- ANSI-S3.18-1979(R1999), American National Standards Institute: Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ANSI, New York.
- ANSI S3.29-1983(R2006), American National Standards Institute: Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration in Buildings. ANSI, New York.
- ANSI S3.34-1986(R1997), American National Standards Institute: Guide for the Measurement and Evaluation of Human Exposure to Vibration Transmitted to the Hand. ANSI, New York.
- ISO-5349-1986 (R2001), International Standards Organization: Guide for the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration. ISO, Geneva.
- ISO-2631-1997(R2004), International Standards Organization: Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ISO, Geneva.
- IEC 804, International Electrotechnical Commission: Integrating-Averaging Sound Level Meters. IEC, New York (1985).
- IEEE C95.3 (2002), IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz-300 GHz.
- MIL-STD-1474 C, U.S. Department of Defense: Noise Limits for Military Materiel (Metric). USA, Washington, DC (1991).
- SAE-J.1013 (1992), Society of Automotive Engineers. Measurement of Whole Body Vibration of the Seated Operator of Off Highway Work Machines. SAE, Warrendale, PA.
- Jafari MJ, Karimi A, Haghshenas M, Extrapolation of Experimental Field Study to a National Occupational Noise Exposure Standard, *Inter. J of Occup. Hyg. IJOH* 2: 69-74, 2010.
- Japan Society for Occupational Health, Recommendation of Occupational Exposure Limits (2010–2011), *J Occup Health*, 2010; 52: 308–324.
- World Health Organization, Occupational Exposure to Noise-Evaluation, Prevention and Control, WHO, Geneva, 2011.
- European Commission, Methodology for the Derivation of Occupational Exposure Limits, EC, 2009.
- World Health Organization, Occupational and community noise, WHO, Geneva, 2006.

Occupational Safety and Health Administration, OSHA Standards Development, Salt Lake City, UT: U.S. Department of Labor. OSHA. 2010.

Occupational Safety and Health Administration, Occupational noise exposure: U.S. Department of Labor. OSHA. 2011.

IEEE Std C95.3™-2002 (R2008) , IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz–300 GHz.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, A Guide For Control of Laser Hazards, 4th Edition, , ACGIH, Cincinnati, 1990.

بخش چهارم

حدود مجاز در ارگونومی^۱

ارگونومی علمی است که به مطالعه و طراحی سطح مشترک^۲ انسان- ماشین می‌پردازد تا از این طریق به پیشگیری از بیماری و آسیب و ارتقاء عملکرد شغلی کمک نماید. در ارگونومی تلاش می‌شود تا مشاغل و فعالیتها به گونه ای طراحی شوند که با توانایی های کارگر منطبق باشند. بعضی از عوامل فیزیکی نقش مهمی در ارگونومی ایفا می‌کنند که نیرو و شتاب در حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) ارتعاش دست- بازو و ارتعاش کل بدن مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین عوامل حرارتی در حدود مجاز استرس حرارتی مورد اشاره قرار گرفته است. نیرو از عوامل مهم ایجاد کننده آسیب ناشی از بلند کردن بار به شمار می رود. سایر عوامل ارگونومیک حائز اهمیت شامل زمان انجام کار، تکرار، استرسهای تماسی، پوسچر و عوامل روانی- اجتماعی هستند.

آسیبهای اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار^۳ (MSDs)

یکی از مهمترین مشکلات بهداشت شغلی، آسیبهای اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار است که با بکارگیری برنامه‌های بهداشتی، ایمنی و ارگونومیکی می‌توان آن را مدیریت نمود. اصطلاح آسیبهای اسکلتی - عضلانی اینگونه تعریف می‌شود: هرگونه آسیب مزمن به عضلات، تاندونها و اعصاب که به علت کارهای تکراری، حرکات سریع، اعمال نیروی زیاد، پوسچر نامناسب حین کار، ارتعاش و یا سرما باشد.

سایر اصطلاحات که برای آسیبهای اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار بکار می‌روند عبارتند از: آسیبهای ترومای تجمعی^۴ (CTDs)، آسیبهای ناشی از حرکات تکراری^۵ (RMIs) و آسیب های ناشی از تنشهای تکراری (RSIs). برخی از این آسیبها دارای علائم تشخیصی اختصاصی هستند مثل سندرم تونل کارپال یا تاندونیت. سایر آسیبهای اسکلتی- عضلانی ممکن است به صورت دردهای غیر اختصاصی ظاهر شوند. برخی ناراحتیهای موقتی و زودگذر، نتیجه طبیعی کار و غیر قابل اجتناب می‌باشند اما ناراحتی

1 - Ergonomics

2 - Interface

3 - Musculoskeletal Disorders

4 - Cumulative Trauma Disorders

5 - Repetitive Motion Illnesses

هایی که روز به روز بیشتر شده و با فعالیتهای شغلی یا زندگی روزانه تداخل می‌کنند، نباید به عنوان نتیجه طبیعی کار در نظر گرفته شوند.

راهنماهای کنترل

با به کارگیری برنامه جامع ارگونومیکی به بهترین نحو می‌توان میزان بروز و شدت MSDs را کنترل نمود. اجزای اصلی این برنامه به شرح زیر می‌باشند:

- شناسایی مشکلات
 - ارزیابی مشاغل مشکوک به داشتن ریسک فاکتور
 - مشخص نمودن و ارزیابی عوامل به وجود آورنده
 - مشارکت دادن کارگران به صورت آگاهانه
 - مراقبتهای بهداشتی مناسب برای کارگرانی که دچار آسیبهای اسکلتی-عضلانی هستند
- زمانی که علل MSDs شناسایی شد برنامه کنترل اجرایی باید به صورت جامع به مرحله اجرا درآید. این برنامه شامل سه بخش زیر می‌باشد:

- آموزش کارگران، سرپرستان، مهندسان و مدیران
 - گزارش زودرس علائم بروز آسیب توسط کارگران
 - نظام مراقبت مستمر و ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده از بیمارها و داده‌های بهداشتی و پزشکی
- اقدامات کنترلی خاص هر شغل در ارتباط با نوع MSDs برنامه ریزی می‌شود. این اقدامات شامل کنترل های مهندسی و مدیریتی است. حفاظتهای فردی ممکن است در موارد خاص مناسب باشند. از میان روشهای کنترلی مهندسی به منظور کاهش یا محدود سازی ریسک فاکتورهای شغلی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند:

- به کارگیری روشهای مهندسی کار نظیر انجام مطالعه کار- زمان و آنالیز حرکت جهت حذف اعمال فشارهای بیش از حد و حرکات غیرضروری.
- بکارگیری لوازم مکانیکی کمکی جهت محدود نمودن یا کاهش اعمال نیروی لازم برای نگهداشتن ابزار و اشیاء مورد استفاده در حین کار.
- انتخاب یا طراحی ابزارهایی که میزان نیروی مورد نیاز و زمان در دست داشتن را کاهش دهد و باعث بهبود پوسچر شود.
- طراحی ایستگاههای کار قابل تنظیم به منظور کاهش فواصل دسترسی و بهبود پوسچر.

- اجرای برنامه های کنترل کیفیت و نگهداری تجهیزات به منظور کاهش میزان اعمال نیرو به ویژه در فعالیتهای غیر مفید.

کنترل‌های مدیریتی از طریق کاهش مدت زمان مواجهه و تقسیم مواجهه بین گروه بزرگتری از کارگران ریسک را کاهش می‌دهد. مثالها عبارتند از:

- اجرای استانداردهایی که به کارگران اجازه توقف یا ادامه کار را برحسب نیاز می‌دهد (حداقل یک بار در هر ساعت کاری)
- طراحی مجدد وظایف شغلی (به عنوان مثال استفاده از کارگران به صورت چرخشی یا توسعه وظایف شغلی به طوری که یک کارگر در کل طول یک شیفت کاری در یک شغل سخت مشغول بکار نباشد).

از آنجایی که آسیبهای اسکلتی-عضلانی ماهیتی پیچیده دارند برای همه آنها رویکرد واحدی به منظور کاهش شدت و بروز موارد ابتلا وجود ندارد. اصول کاربردی جهت انتخاب اقدامات به شرح زیر می‌باشد:

- کنترل‌های مهندسی و مدیریتی مناسب در هر صنعت و شرکتی متفاوت می‌باشد.
- جهت انتخاب روشهای مناسب کنترلی نیاز به اظهار نظر متخصصین آگاه در این زمینه است.
- زمان مورد نیاز جهت بهبود علائم
- MSDs مرتبط با کار از چند هفته تا چند ماه متغیر است و تعیین اثر بخشی راهکارهای پیشگیری و کنترلی باید با در نظر گرفتن این امر صورت گیرد.

عوامل غیر شغلی

از طریق اجرای کنترل‌های مهندسی و مدیریتی حذف تمام آسیبهای اسکلتی-عضلانی امکان پذیر نیست. در ابتلای فرد به آسیبهای اسکلتی-عضلانی عوامل فردی و سازمانی نیز دخالت دارند. برخی از مواردی که ممکن است با عوامل غیر شغلی مرتبط باشند، عبارتند از:

- سن
- آرتریت روماتوئید
- جنس
- مشکلات غدد درون ریز
- چاقی

- ترومای حاد
- بارداری
- دیابت
- شرایط جسمانی
- سابقه آسیب
- فعالیتهای تفریحی در اوقات فراغت

حدود مجاز شغلی (OEL) پیشنهاد شده شاید نتواند افراد دارای این شرایط مواجهه را محافظت نماید اما بکارگیری روشهای کنترل مهندسی و مدیریتی موجب محدود کردن عوامل زیان آور ارگونومیکی برای افرادی می شود که زمینه ابتلا به این آسیبهها را دارند و در نتیجه باعث کاهش ناتوانی می شود.

بلند کردن بار^۱

حدود مجاز پیشنهادی بلند کردن بار در این بخش برای انجام کارهایی است که کارگران به طور مکرر و روزهای متمادی با حمل بار مواجهه دارند، بدون اینکه در اثر انجام این کار دچار درد در ناحیه کمر، پشت و آسیب های شانه شوند. در همین راستا برخی ریسک فاکتورهای فردی و سازمانی وجود دارند که احتمال ایجاد درد در ناحیه پشت و آسیب های شانه را در شاغل افزایش می دهند.

این حدود مجاز، شامل سه جدول با محدوده وزنی برحسب کیلوگرم (kg) می باشند. برای کارهایی که به طور دستی فقط به شکل بلند کردن بارهای مشابه انجام می شود، بدن در هنگام انجام آن کار، ۳۰° (۳۰ درجه) نسبت به وضعیت طبیعی انحراف پیدا می کند.

در کار یکنواخت برداشتن بار، بارها مشابه بوده و نقاط شروع و پایان تکرار می شوند (با یک ریتم یکنواخت) و کارگر در طول روز فقط کار بلند کردن بار را انجام می دهد. سایر کارهایی که به صورت برداشتن و گذاشتن اجسام انجام می شوند مانند حمل کردن بار، هل دادن و کشیدن اجسام جزء این حدود مجاز نمی باشند. ضمناً این حدود مجاز تحت شرایط فوق الذکر باید مورد استفاده قرار گیرند.

حدود مجاز ذکر شده در جداول ۱ تا ۳ براساس دوره های زمانی برای کمتر یا بیشتر از ۲ ساعت در روز و تکرار (تعداد بلند کردن بار در ساعت) تعریف شده اند. در حضور هر کدام از فاکتورها یا شرایط کاری در هنگام بلند کردن بار به شرح زیر، به منظور کاهش محدوده وزن بار به زیر حد مجاز، حدود مجاز توصیه شده با نظر کارشناسی بایستی بکار گرفته شوند.

- بیشترین میزان تکرار بلند کردن بار: بیشتر از ۳۶۰ بار بلند کردن در ساعت.

- مدت زمان شیف‌ت کاری: انجام فعالیت بلند کردن بار برای مدت زمان بیش از ۸ ساعت در روز.
- عدم تقارن زیاد: بلند کردن بار با زاویه بیش از ۳۰ درجه نسبت به صفحه تقارن.
- بلند کردن سریع بار و جابجایی چرخشی بار (برای مثال از جایی به جای دیگر ببریم).
- بلند کردن بار با یک دست.
- وضعیت بدنی در حین انجام کار که مستلزم اعمال نیرو توسط قسمت پایین بدن می‌باشد از قبیل بلند کردن بار در حالت نشسته یا زانو زده.
- گرما و رطوبت زیاد: با توجه به حدود مجاز تدوین شده در زمینه استرس و تنش گرمایی.
- بلند کردن اشیاء نامتعادل (به عنوان مثال مایعاتی با مرکز ثقل متغیر یا فقدان هماهنگی در تقسیم کار بلند کردن بار توسط چند نفر).
- چنگش ضعیف دست: به علت نبودن جای دست مناسب برای گرفتن بار و یا داشتن لبه‌های تیز یا نداشتن دیگر نقاط مناسب برای چنگش بار.
- عدم تعادل پاها به عنوان مثال، عدم توانایی جهت برقراری تعادل بدن به روی دو پا در زمان ایستادن.
- داشتن مواجهه با ارتعاش تمام بدن در حین بلند کردن بار یا بلند کردن بار بلافاصله بعد از مواجهه با ارتعاش تمام بدن در حد مجاز یا بالاتر از آن (باتوجه به حدود مجاز متداول برای ارتعاش کل بدن).

دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار

- (۱) مطالعه نمودن حدود مجاز مربوط به بلند کردن بار به منظور آشنایی با حدود مجاز آنها.
- (۲) طبقه بندی دوره‌های انجام کار، که این طبقه بندی می‌تواند جمعاً به صورت ۲ ساعت یا کمتر از ۲ ساعت و یا بیشتر از ۲ ساعت در طول روز باشد. یک دوره کاری عبارت است از مجموع مدت زمانی که یک کارگر در طول یک روز آن کار را انجام می‌دهد.
- (۳) مشخص نمودن تعداد دفعات بلند کردن بار، که عبارت است از تعداد دفعاتی که کارگر در طول یک ساعت عمل بلند کردن بار را انجام می‌دهد.
- (۴) استفاده از جدول حدود مجاز مربوطه که برای مدت زمان و تعداد دفعات بلند کردن بار مورد نظر تدوین شده است.
- (۵) مشخص نمودن نواحی عمودی (شکل ۱)، براساس موقعیت قرارگیری دست‌ها در هنگام بلند کردن بار.

- ۶) مشخص کردن نواحی افقی در هنگام بلند کردن بار (شکل ۱) به وسیله اندازه گیری فاصله افقی از نقطه میانی استخوان‌های قوزک پا تا نقطه میانی دو دست.
- ۷) تعیین نمودن حدود مجاز مربوط به وزن بار بلند شده برحسب کیلوگرم با استفاده از نواحی عمودی و افقی خانه‌های جدول و براساس بیشترین مدت زمان و فرکانس بلند کردن بار.
- ۸) کنترل بار در نقطه مقصد، چنانچه بار در نقطه مقصد به صورت کنترل شده جای گذاری می گردد (به صورت آهسته و یا با تأمل)، مراحل ۵ تا ۷ به جای شروع از ابتدا تکرار شود. حدود مجاز براساس مقدار پایین تر بین دو محدوده توصیه می گردد.
- ضمناً متخصصین و کارشناسان محترم جهت آگاهی بیشتر در این زمینه می توانند به آیین نامه بهداشتی حمل دستی بار مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (۱۳۹۰) مراجعه نمایند.

توضیحات علائم جداول ۱ تا ۳:

- A: فاصله مابین قسمت میانی قسمت داخلی استخوان قوزک پا و بار.
- B: جابجایی بار نبایستی در دسترسی افقی بیش از ۸۰ سانتیمتر از قسمت میانی بین بخش داخلی استخوان قوزک پا شروع و پایان یابد (شکل ۱).
- C: جابجایی معمول بار نبایستی در ارتفاع ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه ها یا بالاتر از ۱۸۰ سانتیمتر از سطح کف شروع و پایان یابد (شکل ۱).
- D: جابجایی معمول بار نبایستی برای قسمتهای سایه دار جدول انجام شود. هنوز شواهدی برای تعیین حدود مجاز وزن بار این قسمت ها در دسترس نیست.
- E: نشانه های اختصاصی آناتومیک برای ارتفاع بند انگشت برای شرایطی که کارگر در حالت ایستاده با بازوهای آویزان از بغل می باشد، فرض شده است.

جدول ۱: حدود مجاز بلند کردن بار

* برای حالات:

- الف - کمتر یا مساوی ۲ ساعت کار در روز با کمتر یا مساوی ۶۰ بار برداشتن در ساعت
- ب - کمتر از ۲ ساعت کار در روز با ۱۲ بار برداشتن در ساعت

ناحیه عمودی			ناحیه افقی ^A	
محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه ^C	نزدیک:	متوسط:	گسترش یافته ^B :	
			بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر	
از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه ^E	کمتر از ۳۰ سانتیمتر	۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	
			۷ کیلوگرم	
از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت ^E	۱۶ کیلوگرم	۳۲ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	
			۱۶ کیلوگرم	
از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا	۱۸ کیلوگرم	۱۴ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	
			۷ کیلوگرم	

جدول ۲: حدود مجاز بلند کردن بار

*برای حالات:

الف- بیشتر از ۲ ساعت کار در روز با بیشتر از ۱۲ و کمتر یا مساوی ۳۰ بار برداشتن در ساعت
ب- کمتر یا مساوی ۲ ساعت کار در روز با بیشتر از ۶۰ و کمتر یا مساوی ۳۶۰ بار برداشتن در ساعت

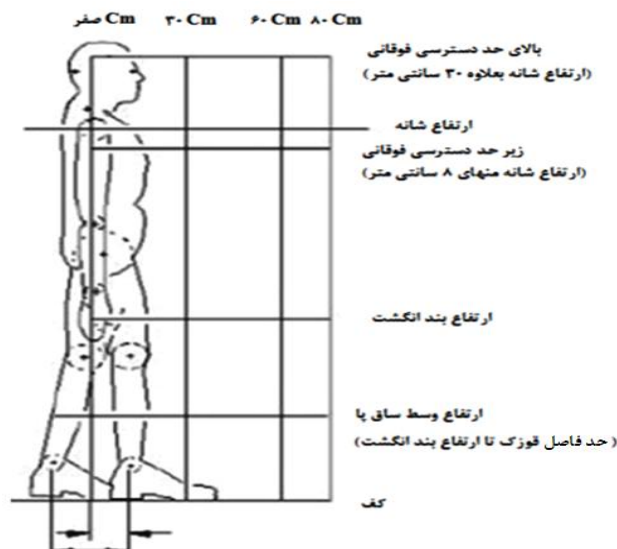
ناحیه عمودی			ناحیه افقی ^A	
محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه ^C	نزدیک: کمتر از ۳۰ سانتیمتر	متوسط: ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	گسترش یافته ^B : بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر	
از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه ^E	۱۴ کیلوگرم	۵ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	
از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت ^E	۲۷ کیلوگرم	۱۴ کیلوگرم	۷ کیلوگرم	
از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا	۱۶ کیلوگرم	۱۱ کیلوگرم	۵ کیلوگرم	
هیچ محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه ^C	نزدیک: کمتر از ۳۰ سانتیمتر	متوسط: ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	گسترش یافته ^B : بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر	
از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه ^E	۱۴ کیلوگرم	۵ کیلوگرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	
از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت ^E	۲۷ کیلوگرم	۱۴ کیلوگرم	۷ کیلوگرم	
از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا	۱۶ کیلوگرم	۱۱ کیلوگرم	۵ کیلوگرم	

جدول ۳: حدود مجاز بلند کردن بار

برای حالت بیشتر از ۲ ساعت کار در روز با بیشتر از ۳۰ و کمتر یا مساوی ۳۶۰ بار برداشتن در ساعت

ناحیه افقی ^A			ناحیه عمودی
گسترش یافته ^B : بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر	متوسط: ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	نزدیک: کمتر از ۳۰ سانتیمتر	
هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	۱۱ کیلوگرم	محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه ^C
۵ کیلوگرم	۹ کیلوگرم	۱۴ کیلوگرم	از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه ^E
۲ کیلوگرم	۷ کیلوگرم	۹ کیلوگرم	از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت ^E
هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا

شکل ۱- نمایش گرافیکی نواحی قائم بدن



References

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values (TLV) and Biological Exposure Index (BEI), ACGIH, Cincinnati, 2011.

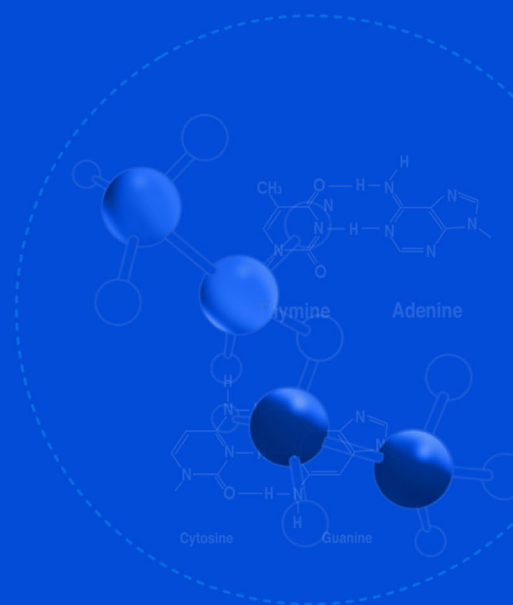


Tehran University of Medical Sciences
Institute for Environmental Research



Islamic Republic of Iran
Ministry of Health and Medical Education
Environmental and Occupational Health Center

Occupational Exposure Limits (OEL)



2050202- 0301- 1