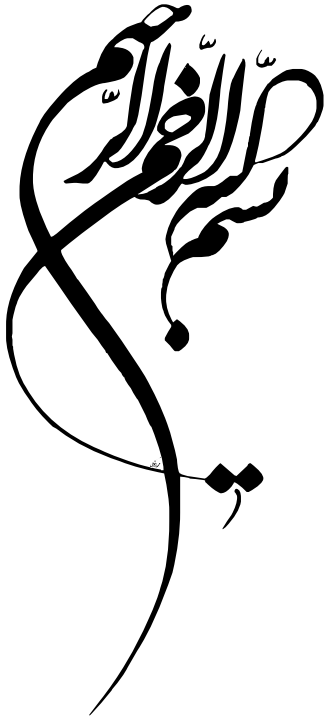

بسم الله الرحمن الرحیم

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

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

# حدود مجاز مواجهه شغلی

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

مرکز سلامت محیط و کار
پژوهشکده محیط زیست

- عنوان گاید لاین: حدود مجاز مواجهه شغلی
- کد الزامات : 1-0301-2050202
- تعداد صفحات: 215

**مرکز سلامت محیط و کار**:
تهران-خیابان حافظ تقاطع جمهوری- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی-مرکز سلامت محیط و کار
تلفن: 66707636-021، دورنگار: 66707417-021
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 1547 طبقه هشتم
تلفن: 88978399-021، دورنگار: 88978398-021
http://IER.tums.ac.ir

**مجری طرح بازنگری ویرایش سوم**:

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

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

1. دکتر معصومه احمدی زاده، عضو هیئت ممتحنه و ارزشیابی رشته بهداشت حرفه ای
2. دکتر حسن اصیلیان، استادیار گروه بهداشت حرفه ای و محیط، دانشگاه تربیت مدرس
3. دکتر تیمور اللهیاری، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه
4. دکتر شهناز باکند، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
5. دکتر ابوالفضل برخورداری، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی یزد
6. دکتر عبدالرحمن بهرامی، استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
7. دکتر محمد پورمهابادیان، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
8. مهندس مهین حق شناس، کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز سلامت محیط و کار
9. دکتر علی خوانین، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای و محیط، دانشگاه تربیت مدرس
10. دکتر ابوالفضل ذاکریان، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
11. دکتر حسن صادقی نائینی، استادیار گروه طراحی صنعتی، دانشگاه علم و صنعت
12. مهندس فاطمه صادقی، کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز سلامت محیط و کار
13. دکتر علی صفری، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی قزوین
14. مهندس محمد جواد عصاری، مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
15. مهندس محسن علی آبادی، مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
16. دکتر ایرج علیمحمدی، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
17. مهندس فرین فاطمی، کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز سلامت محیط و کار
18. دکتر فرشید قربانی، استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
19. دکتر مهدی قاسم خانی، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
20. دکتر حسین کاکویی، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
21. دکتر فریده گلبابایی، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران

22. دکتر رستم گلمحمدی، دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
23. دکتر محمود محمدیان، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
24. دکتر مجید معتمدزاده، دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
25. دکتر محمدرضا منظم، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
26. دکتر کاظم ندافی، دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
27. دکتر پروین نصیری، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
28. دکتر احمد نیک پی، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی قزوین

# فهرست


مستندات قانونی 1
مقدمه 3

بخش اول
حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی 7

مقدمه 7
حدود مجاز مواجهه 8
متوسط وزنی - زمانی (OEL-TWA) 9
حد مجاز شغلی کوتاه مدت (OEL-STEL) 9
حد مجاز شغلی سقفی (OEL-C) 10
محدوده‌های نوسان 10
مقایسه حد مجاز مواجهه شغلی TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلی سقفی 12
حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی 13
تغییرات در شرایط و برنامه های کاری 13
کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول 13
برنامه های کاری غیرمعمول 14
واحدهای OEL 17
نمادها 18
شاخص بیولوژیکی مواجهه (BEI) 18
سرطان زایی 19
بخار و کسر قابل تنفس (IFV) 19
ایجاد حساسیت 19
پوست 20
علائم و حروف مخفف 22
روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی 23
مثالهای حد مجاز شغلی برای مخلوطها 86
References 95

بخش دوم
حدود مجاز شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه 96

پایش بیولوژیک 96

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه 97
ارتباط BEI با OEL 97
جمع آوری نمونه 98
مقبولیت نمونه ادرار 99
ضمانت کیفی 99
نمادهای ملاحظات 100
کاربرد BEIs 100
اعلام تغییرات در دست بررسی (NIC) 108
References 109

بخش سوم
حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) با عوامل فیزیکی محیط کار 110

مقدمه 110
تعاریف 111
آکوستیک 112
مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پائین 112
فراصوت 113
حد مجاز مواجهه شغلی با صدا 115
صدای پیوسته یا نوبتی 118
الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا 119
صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای 122
ارتعاش 123
1- مواجهه موضعی بدن با ارتعاش 123
ارتعاش دست- بازو از نوع پیوسته، منقطع، ضربه‌ای یا کوبه‌ای 126
2 - ارتعاش تمام بدن 130
نکات مهم 130
حد مجاز مواجهه شغلی (OEL) پرتوهای یونساز 138
میدان‌ها و پرتوهای غیر یونساز 140
میدان‌های مغناطیسی پایا 140
میدان‌های مغناطیسی با فرکانسهای KHz 30 و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیوئی) 141
شدت جریان تماسی 142

میدانهای الکتریکی پایا و میدانهای الکتریکی با فرکانس 30 KHz و کمتر از آن (زیرفرکانس رادیوئی)

14144
پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو 144
محدودیت های مواجهه 149
نکاتی در مورد روش اندازه‌گیری امواج مایکروویو و رادیوفرکانسی 150
حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV) 150
مقادیر توصیه شده 151
حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR) 157
حد مجاز مواجهه شغلی لیزر 158
گروه بندی لیزرها 159
روزنه محدود 159
اندازه منبع و ضریب تصحیح $C_E$ 159
ضرایب تصحیح C,B,A ($C_A$, $C_B$ و $C_C$)
پرتوگیری پالسی مکرر (RPE) 161
روشنایی 169
حدود مجاز مواجهه شغلی تنش‌های دمایی 172
الف - تنش گرمایی 172
ارزیابی و کنترل تنش دمایی 174
ب ـ تنش سرمایی 180
مقدمه 181
ارزیابی و نظارت 185
برنامه کار - استراحت توأم با گرم شدن بدن 187
ضرورت های پایش محیط کار 190
References 192

بخش چهارم
حدود مجاز در ارگونومی 194
آسیبهای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار (MSDs) 194
راهبردهای کنترل 195
عوامل غیر شغلی 196
بلندکردن بار 197

دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلندکردن بار 198
References 203

## پیشگفتار

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

همگام با توسعه واحدهای صنعتی در کشور و کشف و کاربرد دهها هزار نوع ماده شیمیایی با خواص فیزیکی، شیمیایی و فیزیولوژیکی مختلف و بکارگیری بسیاری از دستگاه‌ها و ماشین‌آلات صنعتی، محیط‌های کاری به انواع آلاینده‌های شیمیایی و فیزیکی آلوده می‌گردند. همچنین در بسیاری از مناطق گرمسیر کشور گرمای طاقت فرسای اقلیمی در فصول گرم سال، به همراه گرمای ناشی از فرایندهای گرمازا شاغلین را به خطر ابتلا به استرس‌های گرمایی تهدید می‌نماید. مواجهه شاغلین با عوامل خطر فوق الاشاره احتمال میزان ابتلاء به بیماریهای شغلی و نوپدید را افزایش خواهد داد. برای دستیابی به یک توسعه پایدار باید با عوارض ناخواسته ناشی از این عوامل زیانبار مبارزه نمود تا شاغلین از محیط کار سالم برخوردارگردند. در این راه اولین گام تفریق محیط‌های کاری سالم و ناسالم از یکدیگر بر اساس معیارهایی تحت عنوان "حد مجاز مواجهه شغلی" است تا محیط های کاری که احتمال بروز بیماری را در بین شاغلین افزایش می‌دهند، شناسایی گردند. مسلم است با حمایت‌های قانونی نظیر مواد 85 و تبصره 1 ماده 96 قانون کار، بندهای 2، 11 و 16 ماده 1 قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و ماده 10 آیین نامه اجرایی بند (5) جزء (ب) ماده واحده قانون اصلاح تبصره (2) الحاقی ماده (76) قانون اصلاح مواد (72) و (77) و تبصره ماده (76) قانون تأمین اجتماعی مصوب 1354 و الحاق دو تبصره به ماده 76 مصوب 1371 – مصوب 1380– مصوب هیئت وزیران در جلسه مورخ 1385/12/26 در تشخیص مشاغل سخت و زیان آور، که وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی را مکلف به تدوین معیارهای تحت عنوان حدود مجاز مواجهه شغلی نموده است، این حرکت سرعت بیشتری در اجرا خواهد یافت.

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

سال 1382 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 28 نفر از اساتید دانشگاه و محققین کشور می‌باشد و در سال 1390 در طی نشست‌های متعدد این اعضاء درکمیته‌های فنی تخصصی مربوطه تنظیم شده، شاهد محیط کار سالم جهت کارگران عزیز و زحمتکش کشور باشیم.

**دکتر وحید دستجردی**

**وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی**

## È fi fiv.Å\öfÑ¶/

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

1. **ماده** 85 **قانون کار**

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

2. **تبصره** 1 **ماده** 96 **قانون کار**

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

3. **بندهای** 2، 11 **و** 16 **ماده** 1 **قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی**

**الف) بند** 2: تأمین بهداشت عمومی و ارتقاء سطح آن از طریق اجرای برنامه‌های بهداشتی مخصوصاً در زمینه بهداشت محیط، کنترل و نظارت بهداشتی بر سموم و مواد شیمیایی، مبارزه با بیماریها، بهداشت خانواده و مدارس،آموزش بهداشت عمومی، بهداشت کار و شاغلین با تأکید بر اولویت مراقبتهای بهداشتی اولیه، به ویژه بهداشت مادران و کودکان با همکاری و هماهنگی دستگاه‌های ذیربط.

**ب) بند** 11: تعیین و اعلام استانداردهای مربوط به:

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

**ج) بند** 16: تعیین ضوابط مربوط به ارزیابی، نظارت و کنترل بر برنامه‌ها و خدمات واحدها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی، بهداشتی - درمانی و بهزیستی و انجام این امور براساس استانداردهای مربوطه.

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

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

## „/öÀ

دستیابی به سلامت حق اساسی آحاد جامعه از جمله کارگران و کارکنان مشاغل مختلف است. رشته بهداشت حرفه‌ای به منظور تأمین این حق اساسی در جهت حرکت به سمت عدالت اجتماعی و حفظ کرامت اقشار زحمتکش جامعه فعالیت می‌نماید بهداشت حرفه‌ای علم و فنی است که با پیش بینی، شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل مخاطره زای شغلی در جهت تأمین، حفظ و ارتقاء بالاترین سطح سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی کارکنان تمام مشاغل تلاش می کند.) مسئولیت نظارت بر اجرای برنامه ها و طرح های بهداشت حرفه ای در محیط‌های کاری کشور به عهده مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت و درمان می‌باشد و از مهم ترین سیاست های اصلی بهداشت حرفه‌ای در ایران تحقق اهداف عالی بهداشتی اشاره شده در قانون اساسی کشور و تأمین، حفظ و ارتقاء سطح سلامت وکیفیت نیروی انسانی جهت دستیابی به توسعه پایدار مندرج در سند چشم انداز توسعه فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی کشور و نقشه جامع علمی بخش سلامت می‌باشد. طبق برآورد، در ایران حدود 16 میلیون کارگر در 2 میلیون واحد شغلی در حال فعالیت هستند که از این تعداد، 45 درصد نیروی کاری خدماتی، 30 درصد در بخش کشاورزی و 25 درصد در بخشهای صنعتی شاغل هستند که به شکل های مختلف در معرض عوامل زیان آور بهداشتی ناشی از فعالیت کاری قرار دارند. تدوین حدود مجاز ملی برای آلوده‌کننده‌های محیط کار امری لازم و اجتناب ناپذیر است به نحوی که دست اندرکاران علوم بهداشتی و صاحبان صنایع و کارکنان را تا آنجا که ممکن است راهنمایی نموده و ضوابط مشخص و واحدی را برای کنترل عوامل زیان بار محیط کار در اختیار آنان قرار می‌دهد.

در سال 1378 به منظور صیانت از سلامت شاغلین، وزارت بهداشت با جلب مشارکت گروهی از متخصصین بهداشت حرفه‌ای کشور و برمبنای منابع علمی معتبر بین المللی و در نظر گرفتن ملاحظات بومی اقدام به تدوین حدود تماس شغلی عوامل زیان‌آور محیط کار نموده است. در طول دهه های گذشته مراکز و سازمان‌های قانونی و تحقیقاتی متعددی در کشورهای مختلف، حدود مجاز مواجهه شغلی را به صورت راهنما و کتاب ارائه نموده‌اند که عمدتاً در کشورهای مختلف دنیا مورد پذیرش قرار گرفته و یا مبنایی برای تدوین استاندارد ملی بوده است. حدود قانونی مواجهه با عوامل زیان آور بایستی ضمن حفاظت کارگران، آنقدر سخت‌گیرانه نباشد که صنایع را از روند اصلی تولید و رقابت در عرصه های جهانی باز دارد.

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

مهارت‌های علمی در زمینه روش‌ها و تکنیک‌های آزمایشگاهی، ارتقاء سطح تکنیک های آماری مورد استفاده به ویژه در مطالعات اپیدمیولوژیک، افزایش ارتباطات و تبادل اطلاعات در بعد جهانی، تفاوت ها در قابلیت تحمل ریسک و سهولت دسترسی به نتایج داده‌های مربوط به حدود مجاز مواجهه شغلی سایر کشورها، لازم است که این حدود مورد بازنگری قرارگرفته و به روزرسانی شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهد حدود مجاز مواجهه شغلی با عناوین متنوع در کشورهای مختلف در دوره های زمانی بین 3 الی 5 سال بازنگری می‌شوند. باتوجه به لازم الاجرا بودن حدود مجاز مواجهه شغلی تدوین شده در ایران بر مبنای ماده 85 قانون کار در محیط‌های کاری کشور و استفاده از آن توسط کارشناسان، متخصصین و محققین به عنوان معیار قضاوت و تصمیم‌گیری درخصوص شرایط بهداشتی محیط کار، اهمیت به روز رسانی آن دو چندان می‌گردد. ویرایش‌های قبلی منتشر شده این حدود مجاز در کشور مربوط به سال-های 1378 و 1382 بوده است و اینک ویرایش سوم آن تدوین و ارائه می‌گردد.

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

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

1390 تحت نظارت مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت تصمیم گرفت که با رعایت سه رویکرد: اقتباس، پژوهش محوری و اجماع علمی صاحب نظران به بازنگری حدود مجاز مواجهه شغلی بپردازد. در هر حال پایه اصلی تدوین ویرایش جدید با رعایت قالب اصلی ویرایش‌های قبلی کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی بوده است.

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

1- در نظر گرفتن کتاب "حدود تماس شغلی" ویرایش دوم، انتشار سال 1382.
2- استفاده از راهنما و فهرست آخرین حدود مجاز شغلی سازمانهای ACGIH، NIOSH، OSHA، استانداردهای اتحادیه اروپا و حدود مجاز کشورهای ژاپن و روسیه.
3- استفاده از منابع علمی نو و معتبر بین‌المللی و نتایج آخرین مطالعات در کشورهای دیگر
4- استفاده از نتایج مطالعات و پژوهشهای انجام شده در کشور
5- استفاده از پایگاههای اطلاعات معتبر بین‌المللی
6- در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، فناوری، اجتماعی و راهبردهای مصوب بالادستی کشور
7- در نظر گرفتن وسعت و خصوصیات جامعه کارگری در مواجهه با عامل زیان آور
8- در نظر گرفتن پیمانها و قوانین ملی و بین‌المللی مرتبط

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

1 - Occupational Exposure Limits

اولویت‌های کشوری مورد تجدید نظر قرار می‌دهد، لذا کلیه اسناد و مدارک بدست آمده در ارتباط با تأیید یا رد موارد اعلام شده در کمیته مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در صورت تأیید در چاپ بعدی ملحوظ خواهد شد. رعایت حدود مجاز اعلام شده در این کتاب برآوردی از وضعیتی است که در آن شرایط اختلال فیزیولوژیک یا بیماری مشهودی برای شاغلین در محدوده های اعلام شده حادث نگردد. لیکن باید توجه داشت که شرایط جسمانی و زمینه های فردی شاغلین متفاوت می‌باشد و این حدود بیان کننده مرز حقیقی بین سلامت و خطر نمی‌باشد به همین منظور در اغلب موارد حد مراقبت نیز تعریف گردیده است. به نظر می‌رسد اگر شاغلین روزانه 8 ساعت و 40 ساعت کار هفتگی با حدود اعلام شده مواجهه داشته باشند برای یک دوره کاری سلامت آنان تأمین می گردد.

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

**کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه ای**

**اسفند** 1390

# بخش اول

## حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی

### مقدمه

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

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

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

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

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

## حدود مجاز مواجهه

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی در سه گروه: 1) متوسط وزنی - زمانی 2)حد مواجهه شغلی کوتاه مدت 3) حد مجاز مواجهه سقفی با کاربردهای گوناگون و مکمل ارائه شده است. برای اکثر عوامل، حد متوسط وزنی زمانی به تنهایی یا همراه با حد مجاز مواجهه شغلی کوتاه مدت ارائه شده است. برای برخی از مواد نظیرگازهای محرک نیز فقط حد مجاز مواجهه سقفی کاربرد دارد. اگر میزان مواجهه شاغلین از هر یک از سه حد ارائه شده فزونی یابد احتمال مخاطرات شغلی ناشی از آن ماده شیمیایی وجود خواهد داشت. بنابراین زیر بنای هر برنامه ارزیابی عومل شیمیایی محیط کار، تعیین نوع حد مجاز مواجهه شغلی آن و انتخاب روش پایش متناسب با آن حد می باشد.

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

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

### متوسط وزنی - زمانی[1](OEL-TWA)

عبارت است از متوسط غلظت مجاز ماده شیمیایی در 8 ساعت کار روزانه و 40 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 8 ساعت کار و شروع مجدد آن کمتر از 16 ساعت نباشد و در این مدت با همان مواد شیمیایی یا عوامل تشدید کننده اثرات آنها مواجهه نداشته باشند. گمان می‌رود دستگاههای دفاعی بدن بتوانند سموم حاصل از 8 ساعت کار را دفع و یا بوسیله پدیده‌های بیولوژیکی خنثی نمایند. بایستی در نظر داشت که اگرچه در برخی از موارد محاسبه غلظت متوسط هفتگی (بدون در نظر گرفتن روزهای کاری) ممکن است مناسب باشد، اما حدود تعیین شده با شرط 8 ساعت کار روزانه می‌باشد و بایستی متوسط غلظت روزانه با حدود تعیین شده مورد مقایسه قرار گیرد.

### حد مجاز شغلی کوتاه مدت[2] (OEL-STEL)

عبارت است از حد مجاز مواجهه میانگین وزنی - زمانی 15دقیقه‌ای 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 8 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:

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

---

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 15 دقیقه تجاوز نماید، این دوره زمانی مواجهه 15 دقیقه‌ای می‌تواند حداکثر تا 4 مرتبه در طول 8 ساعت کار مداوم تکرار شود مشروط بر آنکه فاصله بین دو دوره 15 دقیقه‌ای کمتر از 60 دقیقه نباشد. درصورتیکه اثرات بیولوژیکی مشاهده شده ناشی از مواجهه با عوامل شیمیایی با زمانهای متفاوت تضمین کننده باشند، می‌توان مدت زمان 15 دقیقه را تغییر داد.

## حد مجاز شغلی سقفی[1] (OEL-C)

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

برای برخی مواد مانند گازهای محرک فقط TLV-C کاربرد دارد و برای سایر مواد می‌توان برحسب اثرات فیزیولوژیک آنها از یک یا دو حد مجاز استفاده نمود. اعتقاد بر این است که حدود مجاز مبتنی بر تحریکات فیزیکی نباید کم اهمیت تر از حدود مجاز مبتنی بر آسیب های فیزیکی تلقی شود. شواهد روزافزونی نشانگر آن است که تحریک ممکن است شروع کننده، افزایش دهنده یا تسریع کننده اثرات بهداشتی زیان‌آور از طریق بر هم‌کنش با سایر عوامل شیمیایی یا بیولوژیک یا از طریق مکانیسم‌های دیگر باشد. نکته مهم آن است که هرگاه غلظت ماده شیمیایی در هوای محیط کار از یکی از 3 حد مذکور تجاوز نماید امکان ایجاد مخاطره برای افراد وجود خواهد داشت.

## محدوده‌های نوسان[2]

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

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 می افتد باشد.

نوسانات غلظت مواجهه شاغلین می‌تواند تا 3 برابر OEL-TWA برای حداکثر 30 دقیقه در خلال یک روز کاری باشد به‌شرطی که میانگین مواجهه کارگر بیشتر از OEL-TWA نباشد. تحت هیچ شرایطی دامنه نوسانات مواجهه کارگر حتی برای یک لحظه هم نباید از 5 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 [1] (لگاریتمی نرمال) هستند.

با وجود آنکه مباحث کامل تئوری و ویژگیهای توزیع لگ نرمال فراتر از اهداف این بخش است لذا فقط توصیف مختصری از واژه های مهم ارائه شده است. در توزیع لگ نرمال، باید از میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی استفاده نمود. در این توزیع شاخص تمایل مرکزی عبارت از آنتی لگاریتم میانگین لگاریتم مقادیر نمونه‌ها است. این توزیع دارای چولگی [2] بوده و میانگین هندسی آن (mg) همیشه کوچکتر از میانگین حسابی است به مقداری که بستگی به انحراف معیار هندسی (sdg) دارد. در توزیع لگ نرمال، انحراف معیار هندسی، معادل آنتی لگاریتم انحراف معیار لگاریتم مقادیر نمونه است. در این توزیع 68/26% مقادیرنمونه ها، بین mg / sdg و mg× sdg قرار می گیرند.

اگر مقادیر مواجهه کوتاه مدت در یک شرایط معین دارای انحراف معیار هندسی 2 باشد، 5 % از کل مقادیر، فراتر از 3/13 برابر میانگین هندسی خواهند بود. اگر در فرایندی تغییر پذیری بیش از این مقدار باشد آن فرآیند تحت کنترل مناسب نبوده و باید اقدامات لازم برای کنترل شرایط کار اعمال شود. اساس پیشنهاد حد نوسان برای دسته ای از مواد شیمیایی که دارای (OEL-TWA) هستند ولی STEL ندارند نیز بر این مسئله استوار است.

---

1- Lognormally Distributed

2 - Skewed

رویکرد اصلی این بخش ساده سازی مفهوم توزیع لگ نرمال غلظت است اما در هر حال بهتر است توسط متخصصین بهداشت حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که نوسانات مواجهه در حدود پیشنهاد شده حفظ شوند، انحراف معیار هندسی مقادیر اندازه‌گیری شده غلظت نزدیک 2 خواهد بود و اهداف مورد نظر حاصل خواهد شد. چنانچه در برخی از محیطهای کاری انحراف معیار هندسی بیشتر از 2 بوده و توزیع داده ها مشخص باشد، چنانچه ریسک اثرات زیانبار بهداشتی حاصل از آن ماده افزایش نیافته باشد، توصیه می‌شود که حدود نوسان مربوط به آن محیط کار بر اساس داده‌های موجود، اصلاح شود. در صورتیکه اطلاعات سم شناسی برای تعیین OEL-STEL یا OEL-C یک ماده شیمیایی موجود باشد، این حدود نسبت به حد نوسان اولویت خواهند داشت.

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

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

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

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

## حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی

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

## Ë ùŒË v‰o/ vfûz‡¥ Ívû©ùô Åvûîî¬É

## کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول

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

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

ب- چنانچه واحد حد مجاز آلاینده برحسب $mg/m^3$ یا سایر واحدهای جرم بر حجم نبود، واحد آن به $mg/m^3$ تبدیل شود. در رابطه تبدیل واحدها، حجم یک مول از گاز 24/4 لیتر لحاظ شود.

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

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

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

## برنامه های کاری غیرمعمول

کاربرد حدود مجاز برای برنامه‌های (زمان بندی) کاری بسیار متفاوت با شرایط معمول 8 ساعت کار روزانه و 40 ساعت هفتگی، نیازمند تحلیل خاصی به منظور حفاظت از چنین شاغلینی در مقایسه با شاغلین با برنامه زمان بندی کاری معمول است. هفته های کاری کوتاه به شاغلین این اجازاه را می دهد تا شغل (های) دیگری داشته باشند که در آن شغل ممکن است مواجهه‌های مشابه داشته باشند که در نتیجه علیرغم اینکه حتی در هیچ یک از مشاغل مواجهه بیشتر از حد مجاز نبوده اما در مجموع مواجهه فرد بیش از حد مجاز باشد.

مدلهای ریاضی متعددی برای تحلیل برنامه‌های زمان‌بندی کاری غیرمعمول ارائه شده است. برحسب اصول سم شناسی، هدف کلی آنها شناسایی دزی است که اطمینان حاصل نمود که پیک بار بدنی[1] روزانه یا هفتگی از آنچه که در طی یک شیفت 8 ساعته روزانه و 5 روز در هفته رخ می دهد، تجاوز نمی کند.

مدل دیگر نشان دهنده برنامه زمان بندی غیرمعمول، مدل بریف و اسکالا[2] می باشد. این مدل حد مجاز را متناسب با افزایش زمان مواجهه و کاهش زمان بهبود[3] یا زمان بازگشت (زمان بدون مواجهه)، کاهش می دهد. این مدل معمولاً برای برنامه‌های زمان کار بیشتر از 8 ساعت روزانه یا بیشتر از 40 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 8 برابر OEL-TWA در ظرف مدت 1ساعت و در باقی زمان شیفت کاری هیچ مواجهه‌ای نباشد). در این رابطه باید حدود نوسان یا OEL-STEL برای جلوگیری از کاربرد نامناسب این مدل برای شیفت‌ها یا دوره های مواجهه بسیار کوتاه مدت، مورد استفاده قرار گیرند.

در مدل بریف و اسکالا به این واقعیت توجه شده است که در هر روزکاری 12 ساعته، مواجهه با یک عامل شیمیایی 50% بیش از یک شیفت کاری 8 ساعته در شرایط مشابه می‌باشد و دوره بازتوانی و

1 - Peak Body Burden

2 - Brief and Scala Model

3 - Recovery Time

سم زدایی بدن نسبت به آن عامل 25% کمتر از شیفت 8 ساعته است (دوره سم زدایی از 16 ساعت به 12 ساعت کاهش می یابد). همچنین در این مدل به این نکته توجه شده است که تکرار مواجهه طی روزهای کاری در بعضی موارد ممکن است فشار زیادی را بر مکانیسم‌های سم زدایی بدن وارد نماید تا جائی که این احتمال وجود داردکه تجمع سموم در ارگانهای هدف هر ماده روی دهد. این مسئله اغلب باعث می‌شودکه علیرغم وجود محدوده ایمنی برای مقادیر OEL، مصونیت در مقابل سمیت مواد در شیفتهای غیرمعمول کاهش یابد.

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

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

اگر ساعات کار روزانه بیش از 8 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 40 ساعت باشد از رابطه زیر استفاده می‌شود:

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

در رابطه فوق، hr ساعات کار هفتگی می باشد.

**مثال**

در صورتی که OEL-TWA یک ماده شیمیایی معادل 50 ppm باشد، در یک شیفت کاری روزانه معادل 10 ساعت این حد به 35 ppm و در یک شیفت 12 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 10 ساعت در روز و 50 ساعت در هفته کار کند) باید با هر دو رابطه ضریب کاهش را محاسبه و فاکتور کاهش کوچکتر (روزانه یا هفتگی) را بکار برد. بطورکلی با درنظر داشتن نقاط قوت و ضعف مدل بریف و اسکالا موارد زیر در کاربرد این مدل توصیه می‌شود:

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

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

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

EF: ضریب نوسان

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

RF: ضریب کاهش OEL

ج- تکنیک های فوق برای نوبتهای کاری 24 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 7 تا 8 ساعت در روز و یا کمتر از 40 ساعت در هفته کاربرد ندارد.

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

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

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

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

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

## واحدهای OEL

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

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

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

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

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

هوا در شرایط NTP معادل 24/45 لیتر می باشد، روابط تبدیل واحدهای ppm و $mg/m^3$ گازها و بخارات در شرایط NTP عبارت است از:

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

یا

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

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.

v%ôvefi

## شاخص بیولوژیکی مواجهه[1] (BEI)

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

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

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

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

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

1 - Biological Exposure indices

## سرطان زایی[1]

سرطان زا عاملی است که باعث ایجاد یک تومور خوش خیم یا بدخیم می شود. شواهد سرطان ـ زایی از مطالعه های سم شناسی، اپیدمیولوژی و مکانیکی حاصل می‌شود. نمادهای مختلف توسط سازمانهای و مراکز علمی معتبر برای نشان دادن قابلیت سرطان زایی عوامل مختلف ارائه شده است. در این بخش از نمادهای ارائه شده توسط مجمع دولتی متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا[2] (ACGIH) که با حرف A همراه با اعداد 1 تا 5 که نشانگر درجه سرطان زایی مواد است استفاده شده است. طبقه بندی و تعاریف مربوط به نمادهای مختلف سرطان زایی در ضمیمه الف به طور مفصل ارائه شده است.

## بخار و کسر قابل تنفس[3] (IFV)

این نماد زمانی استفاده می‌شود که یک ماده فشار بخار کافی برای بودن در هر دو فاز ذره‌ای و بخار را با نسبت معنی‌داری از دوز در غلظت OEL-TWA داشته باشد. هنگام تعیین IFV، نسبت غلظت بخار اشباع[4] (SVC) به OEL-TWA درنظر گرفته می‌شود. این نماد به طور معمول برای موادی با نسبت SVC/OEL بین 0/1 و 10 مورد استفاده قرار می گیرد.

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

الف- عملیاتهای اسپری کردن

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

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

## ایجاد حساسیت

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

---

1- Carcinogenicity

2- American Conference of Governmental Industrial Hygienist

3- Inhalable Fraction and Vapor

4- Saturated Vapor Concentration

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

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

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

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

## پوست

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

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

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

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

زمانی که اطلاعات کمی در ارتباط با جذب پوستی گازها و بخارات و مایعات توسط شاغلین وجود داشته باشد، پیشنهاد می شود که مجموع یافته‌های حاصل از مطالعات بر روی بیماریهای جلدی حاد و مطالعات در زمینه تماسهای مکرر پوستی بر روی حیوانات و انسانها، همراه با قابلیت جذب مواد شیمیایی، در تصمیم گیری برای نمادگذاری پوست مورد استفاده قرار گیرد. بطورکلی چنانچه یافته‌های موجود نشان دهنده جذب قابل توجه ماده شیمیایی از طریق دستها و ساعدها در طی ساعات کار روزانه بخصوص برای مواد شیمیایی دارای OEL پایین باشد، باید از نماد پوست استفاده شود. بر پایه یافته‌های حاصل از سمیت حاد بر روی حیوانات در مورد مواد شیمیایی که دارای $LD_{50}$ نسبتاً کم (1000 mg/kg یا کمتر) باشند، باید نماد پوست بکار برده شود.

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

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

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

## علائم و حروف مخفف

‡ : کاندید تغییر حد مجاز

A: سرطان زایی (ضمیمه الف)

C: حد مجاز سقفی

D: خفگی آور ساده

E: حد مجاز صرفاً برای ذرات فاقد آزبست و دارای سیلیس بلورین کمتر از 1 درصد

F: الیاف قابل استنشاق: دارای طول بزرگتر از 5µm و نسبت طول به قطر بیشتر از 3 که با روش فیلتر غشائی نمونه‌گیری و با میکروسکوپ فاز کنتراست با بزرگنمایی 450-400 شمارش می‌شوند.

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

H: فقط آئروسول

I: ذرات قابل تنفس (ضمیمه ج)

IFV: بخار و کسر قابل تنفس

J: شامل ترکیبات استئارات فلزات سمی نمی‌باشد.

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

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

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

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

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

R: ذرات قابل استنشاق (ضمیمه ج)

T: ذرات توراسیک (ضمیمه ج)

V: بخار و آئروسول

## روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی

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

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

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

فهرست حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 1 | ‡استالدئید Acetaldehyde | 44/05 | - | C 25 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم |
| 2 | اسید استیک Acetic acid | 66 | 10ppm | 15 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تأثیر بر عملکرد ریوی |
| 3 | انیدرید استیک Acetic anhydride | 102/02 | 1ppm | 3 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 4 | ‡استون Aceton | 58/05 | 500 ppm | 750ppm | A4 BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی |
| 5 | استون سیانو هیدرین Acetone cyanohydrin ,as CN | 58/10 | - | C5 mg/m$^3$ | پوست | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ سردرد؛ هیپوکسی و سیانوز |
| 6 | استونیتریل Acetonitrile | 41/05 | 20ppm | - | پوست A4 | تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس |
| 7 | استو فنون Acetophenone | 120/15 | 10 ppm | - | - | سوزش چشم |
| 8 | 2- استیل آمینو فلورن 2-Acetylamino flourene | 223/27 | 1 ppm | - | - | تحریک و سوزش چشم |
| 9 | استیلن Acetylene | 26/02 | خفگی آور ساده (D) | | | خفگی |
| 10 | ترا برمید استیلن Acetylene Tetrabromide | 345/7 | 1 ppm | - | - | تحریک و سوزش |
| 11 | اسید استیل سالیسیلیک (آسپیرین) Acetylsalicylic acid | 180/15 | 5 mg/m$^3$ | - | - | سوزش چشم و پوست |
| 12 | آکرولئین Acrolein | 56/06 | - | C 0/1 ppm | پوست A4 | سوزش چشم و قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ ادم وآمفیزم ریوی |
| 13 | آکریل آمید Acrylamide | 71/08 | 0/03mg/m$^{3(IVF)}$ | - | پوست A3 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 14 | اسیدآکریلیک Acrylic acid | 72/06 | 2 ppm | - | پوست A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 15 | آکریلونیتریل<br>Acrylonitrile | 53/05 | 2 ppm | - | پوست<br>A3 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی |
| 16 | اسید آدیپیک<br>Adipic acid | 146/14 | 5 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب خودکار |
| 17 | آدیپونیتریل<br>Adiponitrile | 108/10 | 2 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی |
| 18 | آلاکلر<br>Alachlor | 269/8 | 1 $mg/m^{3(IVF)}$ | - | حساسیت<br>A3 | هموسیدروزیس |
| 19 | آلدرین<br>Aldrin | 346/93 | $mg/m^{3(IVF)}$<br>0/05 | - | پوست<br>A3 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی |
| 20 | گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)<br>Aliphatic hydrocarbon gases, Alkane [C1-C4] | متفاوت | 1000 ppm | - | - | حساسیت های قلبی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 21 | آلیل الکل<br>Allyl alcohol | 58/08 | 0/5 ppm | - | پوست<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم |
| 22 | آلیل کلرید<br>Allyl choloride | 76/50 | 1 ppm | 2ppm | پوست<br>A3 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی |
| 23 | آلیل گلیسیدیل اتر<br>Allyl glycidyl Ether | 144/14 | 1 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ درماتیت سوزش چشم و پوست |
| 24 | آلیل پروپیل دی سولفید<br>Allyl propyl disulfide | 148/16 | 0/5 ppm | - | حساسیت | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم |
| 25 | فلز آلومینیوم و ترکیبات نامحلول آن<br>Aluminum metal and insoluble compounds | 26/98<br>متفاوت | $1mg/m^{3(R)}$ | - | A4 | پنوموکونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی؛ سمیت عصبی |
| 26 | 4- آمینو دی فنیل<br>4-Amino diphenyl | 169/23 | | - | پوست<br>A1 | سرطان کبد و مثانه |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 27 | 2- آمینو دی فنیل<br>2-Amino dipheny | 91/11 | 0/5 ppm | - | - | سردرد؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سرگیجه |
| 28 | 2- آمینو پیریدین یا 2-پیریدیل آمین<br>2-Aminopyridine | 91/11 | 0/5 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 29 | آمیترول<br>Amitrol | 84/80 | 0/2 $mg/m^3$ | - | A3 | اثرات تیروئیدی |
| 30 | آمونیاک<br>Ammonia | 17/30 | 25 ppm | 35 ppm | - | آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی |
| 31 | دمه کلرید آمونیوم<br>Ammonium chloride fume | 53/50 | 10 $mg/m^3$ | 20 $mg/m^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس و چشم |
| 32 | پرفلورو اکتانوات آمونیوم<br>Ammonium Perfluorooctanoate | 431 | 0/01 $mg/m^3$ | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی |
| 33 | سولفامات آمونیم<br>Ammonium sulfamate | 114/13 | 10$mg/m^3$ | - | - | - |
| 34 | استات آمیل نرمال<br>n-Amyl acetate | 130/18 | 100 ppm | - | - | تحریک و سوزش |
| 35 | اسات آمیل نوع دوم<br>sec-Amyl acetate | 130 | 125 ppm | - | - | تحریک و سوزش |
| 36 | ترت- آمیل متیل اتر<br>tert-Amyl methyl Ethere (TAME) | 102/2 | 20 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب جنینی |
| 37 | آنیلین<br>Aniline | 93/12 | 2 ppm | - | BEI؛ پوست؛ A3 | مت هموگلوبینی |
| 38 | ارتو- آنیزیدین<br>o-Anisidine | 123/15 | 0/5 $mg/m^3$ | - | $BEI_M$؛ پوست؛ A3 | مت هموگلوبینی |
| 39 | پارا- آنیزیدین<br>p-Anisidine | 123/15 | 0/5 $mg/m^3$ | - | $BEI_M$؛ پوست؛ A4 | مت هموگلوبینی |
| 40 | آنتی موآن و ترکیبات آن<br>Antimony and compound, as Sb | 121/75 | 0/5 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 41 | هیدرید آنتی موآن<br>Antimony hydride | 124/78 | 0/1ppm | - | - | همولیز؛ آسیب کلیوی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی |
| 42 | تری اکسید آنتی موآن<br>Antimony trioxide | 291/5 | | - | A2 | سرطان ریه؛ پنوموکنیوزیس |
| 43 | آنتو؛ (آلفا) نفتیل تیوکاربامید،<br>ANTU<br>α-Naphthyl thio carbamide | 202/27 | 0/3 mg/m$^3$ | - | پوست<br>A4 | اثرات تیروئیدی؛ تهوع |
| 44 | آرگون<br>Argon | 39/95 | خفگی آور ساده (D) | | | خفگی |
| 45 | الیاف قابل استنشاق پارا آرامید<br>p-Aramid respirable fibres | | 0/5 f/ml | - | - | - |
| 46 | آرسنیک و ترکیبات معدنی<br>Arsenic and inorganic compound, as As | 74/92<br>متفاوت | 0/01 mg/m$^3$ | - | BEI<br>A1 | سرطان ریه |
| 47 | آرسین<br>Arsine | 77/95 | 0/005 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب و عروق محیطی؛ اختلال کلیوی وکبدی |
| 48 | تمام اشکال آزبست<br>Asbestos, all forms | - | 0/1 f/cc(F) | - | A1 | پنوموکونیوزیس؛ سرطان ریه؛ مزوتلیوم |
| 49 | دمه آسفالت (قیر) برحسب آئروسل محلول در بنزن<br>Asphalt(Bitumen)fume, as benzene-soluble aerosol | - | 0/5 mg/m$^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم |
| 50 | آترازین<br>Atrazine | 216/06 | 5mg/m$^3$ | - | A4 | تشنج سیستم اعصاب مرکزی |
| 51 | متیل آزینفوس<br>Azinphos-methyl | 317/34 | 0/2mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ حساسیت<br>$BEI_A$؛<br>A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 52 | آزو دی کربن آمید<br>Azodicarbonamide | 116/08 | 1mg/m$^3$ | 3mg/m$^3$ | - | حساسیت |
| 53 | باریم و ترکیبات محلول آن<br>Barium and soluble compound, as Ba | 137/30 | 0/5 mg/m$^3$ | - | A4 | سوزش پوست؛ چشم و دستگاه گوارش؛ تونوس عضلات |
| 54 | سولفات باریم | 233/43 | 10mg/m$^3$ | - | - | پنوموکونیوزیس |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Barium sulfate | | | | | |
| 55 | بنومیل<br>Benomyl | 290/32 | 1mg/m$^3$ | - | حساسیت A3 | سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ آسیب به بیضه و دستگاه تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی |
| 56 | بنزو (آلفا) آنتراسن<br>Benz[α]anthrancene | 228/30 | | - | BEIp؛ A2 | سرطان پوست |
| 57 | بنزن<br>Benzene | 78/11 | 0/5 ppm | 2/5 ppm | BEI؛ پوست؛ A1 | سرطان خون |
| 58 | بنزیدین<br>Benzidine | 184/23 | | - | پوست؛ A1 | سرطان مثانه |
| 59 | بنزو (بتا) فلورانتن<br>Benzo[b]fluoroanthene | 252/30 | | - | BEIp؛ A2 | سرطان |
| 60 | بنزو (آلفا) پیرن<br>nzo[a]pyrene | 252/30 | | - | BEIp؛ A2 | سرطان |
| 61 | بنزو تری کلرید<br>Benzotrichloride | 195/50 | - | C0/1 ppm | پوست A2 | سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست |
| 62 | کلرید بنزوئیل<br>Benzoyl chloride | 140/57 | - | C 0/5 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم |
| 63 | پراکسید بنزوئیل<br>Benzoyl Peroxide | 242/22 | 5 mg/m$^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست |
| 64 | استات بنزیل<br>Benzyl acetate | 150/18 | 10 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی |
| 65 | بنزیل بوتیل فتالات<br>Benzyl butyl phthalate | | 5 mg/m$^3$ | - | - | - |
| 66 | کلرید بنزیل<br>Benzyl chloride | 126/58 | 1 ppm | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست |
| 67 | بریلیم و ترکیبات آن<br>Beryllium and compounds, as Be | 9/01 | 0/00005 mg/m$^3$ | - | پوست؛ A1 حساسیت | حساسیت بریلیوم؛ بیماری مزمن ناشی از بریلیوم (بریلیوزیس) |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 68 | بی فنیل<br>Biphenyl | 154/20 | 0/2 ppm | - | - | عملکرد ریوی |
| 69 | بیس (2- اتیل هگزیل) فتالات<br>Bis(2-ethylhexyl) phthalate | 390/56 | 5 $mg/m^3$ | 10 $mg/m^3$ | - | - |
| 70 | بیس (کلرو متیل) اتر<br>Bis(chloromethyl) ether | 114/96 | 0/001 ppm | - | - | سرطان زایی |
| 71 | بیس (2- دی متیل آمینو اتیل) اتر<br>Bis (2-dimethylaminoethyl) ether (DMAE) | 160/26 | 0/05 ppm | 0/15 ppm | پوست؛ | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست |
| 72 | بیسموت تلورید<br>ترکیب غیر منقوط<br>ترکیب منقوط با سلنیم<br>Bismuth Telluride<br>Undoped<br>Se-doped as $Bi_2Te_3$ | 800/83 | 10 $mg/m^3$<br>5 $mg/m^3$ | -<br>- | A4<br>A4 | آسیب ریوی |
| 73 | ترکیبات بورات؛ معدنی<br>Borate compounds, Inorganic | متفاوت | 2 $mg/m^3$ | 6 $mg/m^3$ | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 74 | اکسید بور<br>Boron oxide | 69/64 | 10 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم |
| 75 | تری برمید بور<br>Boron tribromide | 250/57 | - | C 1 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 76 | تری فلورید بور<br>Boron trifluoride | 67/82 | - | C 1 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ پنومونیت |
| 77 | بروماسیل<br>Bromacil | 261/11 | 10 $mg/m^3$ | - | A3 | اثرات تیروئیدی |
| 78 | بروم<br>Bromine | 159/81 | 0/1 ppm | 0/2 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی؛ آسیب ریوی |
| 79 | پنتا فلورید بروم<br>Bromine pentafluoride | 174/92 | 0/1 ppm | - | - | سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست |
| 80 | برموفرم<br>Bromoform | 259/73 | 0/5 ppm | - | A3 | آسیب کبدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | چشم |
| 81 | ‡ 1- برمو پروپان<br>1- Bromopropane | 122/99 | 10 ppm | - | - | آسیب های کبدی و جنینی؛ سمیت اعصاب |
| 82 | 1و3- بوتادین<br>1،3-Butadiene | 54/90 | 2 ppm | - | A3 | سرطان |
| 83 | همه ایزومرهای بوتان<br>Butane, all isomers | | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک: آلکانها (C1-C4) | | | |
| 84 | ان_ بوتانول<br>n-Butanol | 74/12 | 20 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 85 | بوتانول نوع دوم<br>sec-Butanol | 74/12 | 100 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 86 | بوتانو ل نوع سوم<br>tert-Butanol | 74/12 | 100 ppm | - | A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 87 | همه ایزومرهای بوتن ها<br>ایزو بوتن<br>Butene, all isomers, Isobutene | 56/11<br>- | 250 ppm<br>250 ppm | -<br>- | -<br>A4 | اثر روی وزن بدن<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اثر روی وزن بدن |
| 88 | 2- بوتوکسی اتانول<br>2-Butoxyethanol (EGBE) | 118/17 | 20 ppm | - | BEI<br>A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 89 | 2- بوتوکسی اتیل استات<br>2-Butoxyethyl acetate | 160/2 | 20 ppm | - | A3 | همولیز |
| 90 | بوتیل استات نرمال<br>n-Butyl acetate | 116/16 | 150 ppm | 200 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 91 | بوتیل استات نوع دوم<br>sec-Butyl acetate | 116/16 | 200 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 92 | بوتیل استات نوع سوم<br>tert-Butyl acetate | 116/16 | 200 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 93 | بوتیل آکریلات نرمال<br>n-Butyl acrylate | 128/17 | 2 ppm | - | حساسیت<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست |
| 94 | بوتیل آمین نرمال<br>n-Butylamine | 73/14 | - | C 5 ppm | پوست | سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 95 | هیدروکسی تولوئن بوتیل دار<br>Butylated | 220/34 | 2 $mg/m^3$ (IVF) | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | hydroxytoluene | | | | | تنفسی |
| 96 | بوتیل کرومات نوع سوم<br>tert-Butyl chromates, as CrO3 | 230/22 | - | C0/1 mg/m$^3$ | پوست | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و پوست |
| 97 | بوتیل گلیسیدیل اتر نرمال<br>n-Butyl glycidyl ether (BGE) | 130/21 | 3 ppm | - | حساسیت پوست | آسیب سیستم تولید مثل |
| 98 | بوتیل لاکتات نرمال<br>n-Butyl lactate | 146/19 | 5 ppm | - | - | سردرد؛تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 99 | بوتیل مرکاپتان نرمال<br>n-Butyl mercaptan | 20/19 | 0/5 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 100 | ارتو بوتیل فنول نوع دوم<br>o-sec Butylphenol | 510/22 | 5 ppm | - | پوست | تحریک قسمت تحتانی تنفسی، پوست و چشم |
| 101 | پارا بوتیل تولوئن نوع سوم<br>p-tert-Butyl toluene | 148/18 | 1 ppm | - | - | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم؛ تهوع |
| 102 | کادمیوم و ترکیباتش<br>Cadmium and compounds, as Cd | 112/40<br>متفاوت | 0/01mg/m$^3$<br>0/002mg/m$^{3(R)}$ | -<br>- | A2 ؛BEI<br>A2 ؛BEI | آسیب های کلیوی |
| 103 | کربنات کلسیم<br>Calcium carbonate | 100/09 | 4 mg/m$^{3(R)}$ | - | - | - |
| 104 | کرومات کلیسم<br>Calcium chromate | 156/09 | 0/001mg/m$^3$ | - | A2 | سرطان ریه |
| 105 | سیانید کلسیم، بصورت سیانید<br>Calcium cyanide, as CN | 92/11 | - | C 5 mg/m$^3$ | پوست | - |
| 106 | سیانامید کلسیم<br>Calcium cyanamide | 80/11 | 0/5 mg/m$^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 107 | هیدروکسیدکلسیم<br>Calcium hydroxide | 74/10 | 5 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 108 | اکسید کلسیم<br>Calcium oxide | 56/08 | 2 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 109 | سیلیکات کلسیم؛ غیر فیبروزی مصنوعی<br>Calcium silicate Synthetic nonfibrous | - | 10 mg/m$^{3\,(E)}$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 110 | سولفات کلسیم<br>Calcium sulfate | 136/14 | 10 mg/m$^3$ | - | - | پاره شدن تیغه بینی |
| 111 | کافور، مصنوعی | 152/23 | 2 ppm | 3 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Camphor, synthetic | | | | | تنفسی و چشم؛ فقدان حس شامه |
| 112 | کاپرولاکتام Caprolactam | 113/16 | 5 mg/m$^3$ (IVF) | - | A5 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 113 | کاپتافول Captafol | 349/06 | 0/1 mg/m$^3$ | - | پوست ؛ A4 | سوزش پوست |
| 114 | کاپتان Captan | 300/60 | 5 mg/m$^3$ | - | حساسیت؛ A3 | سوزش پوست |
| 115 | کاربارپل Carbaryl | 201/20 | 0/5 mg/m$^3$ (IVF) | - | حساسیت A2 | بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ آسیب سیستم تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی |
| 116 | کاربوفوران Carbofuran | 221/30 | 0/1 mg/m$^3$ (IVF) | - | $BEI_A$؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 117 | دوده Carbon black | - | 3 mg/m$^3$ | - | A3 | برونشیت |
| 118 | دی اکسید کربن Carbon dioxide | 44/01 | 5000 ppm | 30000 ppm | - | خفگی |
| 119 | دی سولفید کربن Carbon disulfide | 76/14 | 1 ppm | - | حساسیت؛ A4 ؛ BEI | اختلال سیستم اعصاب محیطی |
| 120 | مونوکسید کربن Carbon monoxide | 28/01 | 25 ppm | - | BEI | کربوکسی هموگلوبین |
| 121 | تترابرمید کربن Carbon tetrabromide | 331/65 | 0/1 ppm | 0/3 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب کبدی |
| 123 | تتراکلرید کربن Carbon tetrachloride | 153/84 | 5 ppm | 10 ppm | پوست؛ A2 | آسیب کبدی |
| 124 | فلوئورید کربونیل Carbonyl fluoride | 66/01 | 2 ppm | 5 ppm | - | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب استخوانی |
| 125 | کاتکول Catechol | 110/11 | 5 ppm | - | پوست A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت |
| 126 | سلولز Cellulose | نامشخص | 10 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 127 | هیدروکسید سزیم | 149/92 | 2 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Cesium hydroxide | | | | | تنفسی و چشم |
| 128 | کلردان<br>Chlordane | 409/80 | 0/5 mg/m$^3$ | - | پوست:<br>A3 | آسیب کبدی |
| 129 | کامفن کلره<br>Chlorinated camphene | 414/00 | 0/5 mg/m$^3$ | 1mg/m$^3$ | پوست:<br>A3 | تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی |
| 130 | ارتو دی فنیل اکساید کلره<br>o-Chlorinated diphenyl oxide | 377/00 | 0/5 mg/m$^3$ | - | - | جوش آکنه مانند؛ آسیب کبدی |
| 131 | کلر<br>Chlorine | 70/91 | 0/5 ppm | 1 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 132 | دی اکسید کلر<br>Chlorine dioxide | 67/46 | 0/1 ppm | 0/3 ppm | - | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ برونشیت |
| 133 | تری فلورید کلر<br>Chlorine trifluoride | 92/46 | - | C 0/1 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب ریوی |
| 134 | کلرواستالدئید<br>Chloroacetaldehyde | 87/50 | - | C 1 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 135 | کلرواستون<br>Chloroacetone | 92/53 | - | C 1 ppm | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 136 | 2- کلرواستوفنون<br>2-Chloroaceto phenone | 154/59 | 0/05 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 137 | کلرواستیل کلراید<br>Chloroacetyl chloride | 112/95 | 0/05 ppm | 0/15 ppm | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 138 | کلرو بنزن<br>Chlorobenzene | 112/56 | 10 ppm | - | BEI ؛A3 | آسیب های کبدی |
| 139 | ارتوکلرو بنزیلیدن مالونونیتریل<br>o-Chlorobenzylidene malononitrile | 188/61 | - | C0/05 ppm | پوست<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی ؛ حساسیت پوستی |
| 140 | کلرو برمو متان<br>Chlorobromomethane | 129/39 | 200 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی |
| 141 | کلرو دی فلورو متان<br>Chlorodifluoromethane | 76/47 | 1000 ppm | - | A4 | اختلال سیستم مرکزی؛ خفگی<br>حساسیت قلبی |
| 142 | کلرو دی فنیل (42%کلر)<br>Chlorodiphenyl (42% chlorine) | 266/50 | 1 mg/m$^3$ | - | پوست | آسیب کبدی تحریک چشمی کلرانس |
| 143 | کلرو دی فنیل (54%کلر) | 328/40 | 0/5 mg/m$^3$ | - | پوست: | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Chlorodiphenyl (54% chlorine) | | | | A3 | تنفسی؛ آسیب کبدی؛ جوش آکنه مانند |
| 144 | کلروفرم Chloroform | 119/38 | 10 ppm | - | A3 | آسیب کبدی؛ آسیبهای جنینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 145 | بیس (کلرومتیل) اتر bis (Chloromethy) ether | 114/46 | 0/001 ppm | - | A1 | سرطان ریه |
| 146 | کلرو متیل متیل اتر Chloromethyl methyl ether | 80/50 | | - | A2 | سرطان ریه |
| 147 | 1-کلرو-1- نیتروپروپان 1-Chloro-1-nitropropane | 123/54 | 2 ppm | - | - | سوزش چشم؛ آسیب ریوی |
| 148 | 1-کلرو - 4- نیتروبنزن 1-Chloro-4-nitrobenzene | 157/55 | 1 $mg/m^3$ | 2 $mg/m^3$ | پوست | - |
| 149 | کلرو پنتا فلورو اتان Chloropenta fluoroethane | 154/47 | 1000 ppm | - | - | حساسیت قلبی |
| 150 | کلروپیکرین Chloropicrin | 146/39 | 0/1 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریوی |
| 151 | 1-کلرو-2- پروپانول و 2-کلرو-1- پروپانول 1-Chloro-2-propanol & 2-Chloro-1-propanol | 94/54 | 1 ppm | - | پوست؛ A4 | آسیب کبدی |
| 152 | بتا-کلروپرن B-Chloroprene | 88/54 | 10 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 153 | 2-کلروپروپاینیک اسید 2-Chloropropionic acid | 108/53 | 0/1 ppm | - | پوست | آسیب سیستم تولید مثل مردان |
| 154 | ارتوکلرو استایرن o-Chlorostyrene | 138/60 | 50 ppm | 75 ppm | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی |
| 155 | ارتو کلرو تولوئن o-Chlorotoluene | 126/59 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 156 | کلروپیریفوس Chlorpyrifos | 350/57 | 0/1 $mg/m^{3\,(IVF)}$ | - | پوست؛ A4؛ BEIA | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 157 | کرومات حاصل از فرآوری | - | 0/05 $mg/m^3$ | - | A1 | سرطان ریه |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | سنگ معدنی کرومیت<br>Chromite ore processing (Chromate), as Cr | | | | | |
| 158 | کروم و ترکیبات معدنی آن<br>Chromium & inorganic compounds, as Cr | | | | | |
| | ترکیبات فلزی و کروم سه ظرفیتی<br>Metal and Cr III compounds | متفاوت | 0/5 mg/m$^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| | ترکیبات کروم شش ظرفیتی محلول درآب<br>Water- soluble Cr VI compounds | متفاوت | 0/05 mg/m$^3$ | - | A1؛<br>BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سرطان |
| | ترکیبات کروم شش ظرفیتی نامحلول درآب<br>Insoluble Cr VI compounds | متفاوت | 0/01 mg/m$^3$ | - | A1 | سرطان ریه |
| 159 | کلرید کرومیل<br>Chromyl chloride | 154/92 | 0/025 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| 160 | کرایزن<br>Chrysene | 228/30 | | - | BEIp؛<br>A3 | سرطان |
| 161 | سیترال<br>Citral | 152/24 | 5 ppm (IVF) | - | حساسیت پوست<br>A4 | اثر روی وزن بدن؛<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛<br>آسیب چشمی |
| 162 | کلوپیدال<br>Clopidol | 192/06 | 10 mg/m$^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 163 | غبار ذغال سنگ<br>Coal dust<br>آنتراسیت(Anthracite)<br>بیتومینوس (Bituminous) | -<br>- | 0/4 mg/m$^{3\,(R)}$<br>0/9 mg/m$^{3\,(R)}$ | -<br>- | A4<br>A4 | سرطان و فیبروز ریه<br>سرطان و فیبروز ریه |
| 164 | مواد فرار قیر قطران ذغال سنگ به صورت آئروسل محلول در بنزن<br>Coal tar pitch volatiles as benzene soluble | - | 0/2 mg/m$^3$ | - | BEIp؛<br>A1 | سرطان |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | aerosol | | | | | |
| 165 | کبالت و ترکیبات معدنی آن Cobalt and inorganic Compounds; as Co | 58/93 متفاوت | 0/02 mg/m$^3$ | - | BEI؛ A3 | آسم؛ عملکرد ریوی اثرات میوکاردیال |
| 166 | کربونیل کبالت Cobalt carbonyl, as Co | 341/94 | 0/1 mg/m$^3$ | - | - | آسیب ریوی آسیب طحال |
| 167 | هیدروکربونیل کبالت Cobalt hydrocarbonyl, as Co | 171/98 | 0/1 mg/m$^3$ | - | - | آسیب ریوی ادم ریوی |
| 168 | مس Copper دمه Fume غبار و میست ها Dust and mist as Cu | 63/55 | 0/2 mg/m$^3$<br>1 mg/m$^3$ | -<br>- | -<br>- | محرک؛ اثرات گوارشی؛ تب دمه فلزی |
| 169 | غبار پنبه خام Cotton dust, raw, untreated | - | 0/1 mg/m$^3$ (T) | - | A4 | برونشیت؛ بیسینوزیس؛ عملکرد ریوی |
| 170 | کومافوس Coumaphos | 362/8 | 0/05 mg/m$^3$ (IVF) | - | BEIp؛ A3 پوست | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 171 | همه ایزومرهای کروزول Cresol, all isomers | 108/14 | 20 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 172 | کروتون آلدئید Crotonaldehyde | 70/09 | - | C0/3 ppm | پوست؛ A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 173 | کروفومات Crufomate | 291/71 | 5 mg/m$^3$ | - | BEIA؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 174 | کومن Cumene | 120/19 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 175 | سیانامید Cyanamide | 42/04 | 2 mg/m$^3$ | - | - | تحریک چشمی و پوستی |
| 176 | سیانوژن Cyanogen | 52/04 | 10 ppm | - | - | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم |
| 177 | کلرید سیانوژن Cyanogen Chloride | 61/48 | - | C0/3 ppm | - | ادم ریوی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 178 | سیکلو هگزان Cyclohexane | 84/16 | 100 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 179 | سیکلوهگزانول Cyclohexanol | 100/16 | 50 ppm | - | پوست | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و چشم |
| 180 | سیکلو هگزانون Cyclohexanone | 98/14 | 20 ppm | 50 ppm | پوست؛ A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 181 | سیکلوهگزن Cyclohexene | 82/14 | 300 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 182 | سیکلوهگزیل آمین Cyclohexylamine | 99/17 | 10 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 183 | سیکلونیت Cyclonite | 222/26 | 0/5 $mg/m^3$ | - | پوست؛ A4 | آسیب کبدی |
| 184 | سیکلو پنتادین Cyclopentadiene | 66/10 | 75 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 185 | سیکلو پنتان Cyclopentane | 70/13 | 600 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 186 | سی هگزاتین Cyhexatin | 385/16 | 5 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تاثیر روی وزن بدن؛ اثرات کلیوی |
| 187 | 2-4 دی کلروفنوکسی‌استیک اسید (2،4-D) | 224/04 | 10$mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| 188 | ددت Dichlorodiphenyl trichloro ethane | 354/50 | 1$mg/m^3$ | - | A3 | اثرات کبدی |
| 189 | دکابوران Decaborane | 122/31 | 0/05 ppm | 0/15 ppm | پوست | تشنج سیستم اعصاب مرکزی ؛ کاهش قوه ادراکی |
| 190 | دمتون Demeton | 258/34 | 0/05 $mg/m^3$ (IVF) | - | پوست؛ $BEI_A$ | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 191 | دمتون –اس- متیل Demeton-S-methyl | 230/3 | 0/05 $mg/m^3$ (IVF) | - | پوست؛ $BEI_A$ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | حساسیت | |
| 192 | الکل دی استون<br>Diacetone alcohol | 116/16 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 193 | دیازینون<br>Diazinon | 304/36 | 0/01 $mg/m^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 194 | دیازومتان<br>Diazomethane | 42/40 | 0/2 ppm | - | A2 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 195 | دی بوران<br>Diborane | 27/69 | 0/1 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سردرد |
| 196 | 2- ان - دی بوتیل آمینو اتانول<br>2-N-Dibutylamino ethanol | 173/29 | 0/5 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 198 | دی بوتیل فسفات<br>Dibutyl phosphate | 210/21 | 5 $mg/m^3$ (IVF) | - | پوست | مثانه ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 199 | دی بوتیل فنیل فسفات<br>Dibutyl phenyl phosphate | 286/26 | 0/3 Ppm | - | پوست | بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 200 | دی بوتیل فتالات<br>Dibutyl phthalate | 278/34 | 5 $mg/m^3$ | - | - | آسیب بیضه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 201 | اسید دی کلرواستیک<br>Dichloroacetic acid | 128/95 | 0/5 ppm | - | پوست؛ A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب بیضه |
| 202 | دی کلرو استیلن<br>Dichloroacetylene | 94/93 | - | C0/1 ppm | A3 | تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب محیطی |
| 203 | ارتو دی کلرو بنزن<br>o-Dichlorobenzene | 147/01 | 25 ppm | 50 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی |
| 204 | پارا دی کلرو بنزن<br>p-Dichlorobenzene | 147/01 | 10 ppm | - | A3 | تحریک و سوزش چشم و آسیب کلیوی |
| 205 | 3 و3- دی کلرو بنزیدین<br>3،3-Dichloro benzidine | 253/13 | | - | پوست؛ A3 | سرطان مثانه وتحریک چشم |
| 206 | 1و4- دی کلرو - 2- بوتن | 124/99 | 0/005 ppm | - | پوست؛ | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | 1،4-Dichloro-2-butene | | | | A2 | تنفسی و چشم |
| 207 | دی کلرو دی فلوئورو متان Dichlorodifluoro methane | 120/91 | 1000 ppm | - | A4 | حساسیت های قلبی |
| 208 | 1و3- دی کلرو- 5 و 5- دی متیل هیدانتوئین 1،3-Dichloro-5،5- dimethyl hydantoin | 197/03 | 0/2 $mg/m^3$ | 0/4 $mg/m^3$ | – | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 209 | 1و1- دی کلرو اتان 1،1- Dichloroethane | 98/97 | 100 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کلیوی و کبدی |
| 210 | 1و2- دی کلرو اتیلن؛ همه ایزومرها 1,2 -Dichloro ethylene | 96/95 | 200 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی سوزش چشم |
| 211 | دی کلرو اتیل اتر Dichloroethyl ether | 143/02 | 5 ppm | 10 ppm | پوست؛ A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع |
| 212 | دی کلرو فلوئورو متان Dichloromonofluoro methane | 102/92 | 10 ppm | - | - | آسیب کبدی |
| 213 | دی کلرو متان Dichloromethane | 84/93 | 50 ppm | - | A3 BEI | کربوکسی هموگلوبینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 214 | 1و1- دی کلرو- 1- نیتروواتان 1،1- Dichloro-1- nitroethane | 143/96 | 2 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 215 | 1و3- دی کلرو پروپن propene 1،3- Dichloro | 110/98 | 1 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب های کلیوی |
| 216 | 2و2- دی کلرو پروپانیک اسید 2،2- Dichloro propionic acid | 142/97 | 5 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 217 | دی کلرو تترا فلوئورو اتان Dichlorotetrafluoro ethane | 170/93 | 1000 ppm | - | A4 | تأثیر بر عملکرد ریوی |
| 218 | دی کلروس Dichlorvos | 220/98 | 0/1 $mg/m^{3\,(IVF)}$ | - | پوست؛ | بازدارنده آنزیم کولین |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | A4<br>حساسیت؛<br>$BEI_A$ | استراز |
| 219 | دی کروتوفوس<br>Dicrotophos | 237/21 | 0/05 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛<br>A4<br>حساسیت؛<br>$BEI_A$ | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 220 | دی سیکلو پنتادین<br>Dicyclopentadiene | 132/21 | 5 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم |
| 221 | دی سیکلو پنتادیل آهن<br>Dicyclopentadienyl iron | 186/03 | 10mg/m$^3$ | - | - | آسیب کبدی |
| 222 | دیلیدرین<br>Dieldrin | 380/93 | 0/1 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛<br>A3 | آسیب کبدی؛ اثرات سیستم تولید مثل؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 223 | سوخت دیزل بصورت هیدروکربن های کل<br>Diesel fuel as total Hydrocarbons | متفاوت | 100 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛<br>A3 | درماتیت |
| 224 | دی اتانول آمین<br>Diethanolamine | 105/14 | 1 mg/m$^3$ (IVF) | | پوست؛<br>A3 | آسیب کبدی و کلیوی |
| 225 | دی اتیل آمین<br>Diethylamine | 73/14 | 5 ppm | 15 ppm | پوست؛<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 226 | 2- دی اتیل آمینو اتانول<br>2-diethylamino ethanol | 117/19 | 2 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی |
| 227 | دی اتیلن تری آمین<br>Diethylene triamine | 103/17 | 1 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 228 | دی(2-اتیل هگزیل) فتالات<br>Di(2- ethylhexyl) phthalate | 390/54 | 5 mg/m$^3$ | - | A3 | تحریک قسمت تحتانی تنفسی |
| 229 | دی اتیل کتون | 86/13 | 200 ppm | 300 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 230 | دی اتیل فتالات | 222/23 | 5 mg/m$^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Diethyl phthalate | | | | | تنفسی |
| 231 | دی اتیل سولفات<br>Diethyl sulphate | 154/18 | 0/05 ppm | - | A2 | سرطان زائی، سوزش پوست |
| 232 | دی فلوئورید برمو متان | 209/83 | 100 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی |
| 233 | دی ایزو دسیل فتالات<br>Diisodecyl phthalate | 446/66 | 5 mg/m$^3$ | - | - | |
| 234 | دی ایزو نونیل فتالات<br>Diisononyl phthalate | 418/61 | 5 mg/m$^3$ | - | - | |
| 235 | دی گلایسیدیل اتر<br>Diglycidyl ether | 130/14 | 0/01 ppm | - | A4 | تحریک و سوزش پوست و چشم؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان |
| 236 | دی ایزو بوتیل کتون<br>Diisobutyl ketone | 142/23 | 25 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 237 | دی ایزو پروپیل آمین<br>Diisopropylamine | 101/19 | 5 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی |
| 238 | ان؛ ان - دی متیل استامید<br>N,N-Dimethyl acetamide | 87/12 | 10 ppm | - | پوست؛<br>A4<br>BEI | آسیب کبدی و آسیب جنینی |
| 239 | دی متیل آمین<br>Dimethylamine | 45/08 | 5 ppm | 15 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 240 | بیس (2-دی متیل آمین و اتیل) اتر؛ DMAEE<br>Bis (2-Dimethyl aminoethyl) ether | 160/26 | 0/05 ppm | 0/15 ppm | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست |
| 241 | دی متیل آنیلین<br>Dimethylaniline | 121/18 | 5 ppm | 15 ppm | پوست؛<br>A4<br>BEIM | مت هموگلوبینی |
| 242 | دی متیل کاربامیل کلراید<br>Dimethyl carbamoyl chloride | 107/54 | 0/005 ppm | - | پوست؛<br>A2 | سرطان بینی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 243 | دی متیل دی سولفید<br>Dimethyl disulfide | 94/2 | 0/5 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | اعصاب مرکزی |
| 244 | دی اتیل اتوکسی سیلان<br>Diethylethoxysilane | 104/20 | 0/5 ppm | 1/5 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سردرد |
| 245 | دی متیل فرمامید<br>Dimethylformamide | 73/09 | 10 ppm | - | پوست؛ A4 BEI | آسیب کبدی |
| 246 | 1و1- دی متیل هیدرازین<br>1،1-Dimethyl hydrazine | 60/12 | 0/01 ppm | - | پوست؛ A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرطان بینی |
| 247 | دی متیل فتالات<br>Dimethylphthalate | 194/19 | 5 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 248 | دی متیل سولفات<br>Dimethyl sulfate | 126/10 | 0/1 ppm | - | پوست؛ A3 | سوزش پوست و چشم |
| 249 | دی متیل سولفید<br>Dimethyl sulfide | 62/14 | 10 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 250 | کلیه ایزومرهای دی نیترو بنزن<br>Dinitrobenzene,all isomers | 168/11 | 0/15 ppm | - | پوست | مت هموگلوبینی آسیب چشم |
| 251 | دی نیترو -ارتو-کروزول<br>Dinitro-o-cresol | 198/13 | 0/2 $mg/m^3$ | - | پوست | متابولیسم پایه |
| 252 | 3و5- دی نیترو- ارتو –تولوئن<br>3،5-Dinitro-o-toluamide | 225/16 | 1 $mg/m^3$ | - | A4 | آسیب کبدی |
| 253 | دی نیترو تولوئن<br>Ditnitrotoluene | 182/15 | 0/2 $mg/m^3$ | - | پوست؛ A3 | اختلالات قلبی؛ اثرات سیستم تولید مثل |
| 254 | 1و4- دی اکسان<br>1،4-Dioxane | 88/10 | 20 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی |
| 255 | دی اکساتیون<br>Dioxathion | 456/54 | 0/1$mg/m^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 256 | 1و3- دی اکسولان<br>1،3-Dioxolane | 74/08 | 20 ppm | - | - | اثرات خونی |
| 257 | دی فنیل آمین<br>Diphenylamine | 169/12 | 10$mg/m^3$ | - | A4 | آسیب کبدی و کلیوی؛ اثرات خونی |
| 258 | پنتا اکسید دی فسفر<br>Diphosphorus pentoxide | 141/95 | 1 $mg/m^3$ | 2 $mg/m^3$ | - | |
| 259 | دی پروپیل کتون<br>Dipropyl ketone | 114/80 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 260 | دی کوات<br>Diqaut | متفاوت | 0/5 $mg/m^3$<br>0/1$mg/m^{3(R)}$ | -<br>- | پوست؛ A4<br>پوست؛ A4 | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید<br>تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید |
| 261 | دی سولفیرام<br>Disulfiram | 296/54 | 2 $mg/m^3$ | - | A4 | اتساع عروق؛ تهوع |
| 262 | دی سولفتون<br>Disulfoton | 274/38 | 0/05$mg/m^{3(IVF)}$ | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 263 | دیورون<br>Diuron | 233/10 | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 264 | دی وینیل بنزن<br>Divinybenzene | 130/19 | 10 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 265 | دودسیل مرکاپتان<br>Dodecyl mercaptan | 202/04 | 0/1 ppm | - | حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 266 | اندو سولفان<br>Endosulfan | 406/95 | 0/1 $mg/m^{3(IVF)}$ | - | پوست؛ A4 | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و آسیب کبدی وکلیوی |
| 267 | اندرین<br>Endrin | 380/93 | 0/1 $mg/m^3$ | - | پوست؛ A4 | آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی و سردرد |
| 268 | انفلوران<br>Enflurane | 184/50 | 75 ppm | - | A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و اختلالات قلبی |
| 269 | اپی کلرو هیدرین<br>Epichlorohydrin | 92/53 | 0/5 ppm | - | پوست؛ A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان |
| 270 | EPN (فلوتولانیل) | 323/31 | 0/1$mg/m^3$ | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کوین استراز |
| 271 | اتان<br>Ethane | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C1-C4) | | | | |
| 272 | اتانول | 46/07 | - | 1000 ppm | A3 | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Ethanol | | | | | تنفسی |
| 273 | اتانول آمین Ethanolamine | 61/08 | 3 ppm | 6 ppm | - | تحریک و سوزش پوست و چشم |
| 274 | اتیون Ethion | 384/48 | 0/05 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 275 | 2- اتیل هگزیل کلروفرمات 2-Ethylhexyl chloroformate | 192/7 | 1 ppm | - | - | - |
| 276 | 2- اتوکسی اتیل استات 2-Ethoxyethyl acetate | 90/12 | 5 ppm | - | پوست EBI | آسیب سیستم تولید مثل در مردان؛ آسیب جنینی |
| 277 | 2- اتوکسی اتیل استات 2-Ethoxyethyl acetate | 132/16 | 5 ppm | - | پوست EBI | آسیب سیستم تولید مثل مردان |
| 278 | اتیل استات Ethyl acetate | 88/10 | 400 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 279 | اتیل آکریلات Ethyl acrylate | 100/11 | 5 ppm | 15 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ حساسیت پوستی |
| 280 | اتیل آمین Ethyl amine | 45/08 | 5 ppm | 15 ppm | پوست | تحریک و سوزش پوست و چشم؛ آسیب چشمی |
| 281 | اتیل آمیل کتون Ethyl amyl ketone | 128/21 | 10 ppm | - | - | ایجاد سمیت اعصاب |
| 282 | اتیل بنزن Ethyl benzene | 106/16 | 20 ppm | - | A3 BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب کلیوی (نفروپاتی)؛ اختلال بخش حلزونی گوش میانی |
| 283 | اتیل بروماید Ethyl bromide | 108/98 | 5 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 284 | ‡اتیل ترت- بوتیل اتر Ethyl tert-butyl ether(ETBE) | 102/18 | 5 ppm | - | (-) | (واکنش ریوی و آسیب بیضه) |
| 285 | اتیل بوتیل کتون Ethyl butyl ketone | 114/19 | 50 ppm | 75 ppm | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش پوست |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | و چشم |
| 286 | اتیل کلراید<br>Ethyl chloride | 64/52 | 100 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی |
| 287 | اتیل کلروفرمات<br>Ethyl chloroformate | 108/52 | 1 ppm | - | - | |
| 288 | اتیل سیانوآکریلات<br>Ethyl cyanoacrylate | 125/12 | 0/2 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| 289 | اتیلن<br>Ethylene | 28/05 | 200 ppm | - | A4 | خفگی |
| 290 | اتیلن کلرو هیدرین<br>Ethylene chlorohydrin | 80/52 | - | C 1 ppm | پوست؛ A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی |
| 291 | اتیلن دی آمین<br>Ethylen diamine | 60/10 | 10 ppm | - | پوست؛ A4 | - |
| 292 | اتیلن دی بروماید<br>Ethylene dibromide | 187/88 | 0/5 ppm | - | پوست؛ A3 | - |
| 293 | اتیلن دی کلرید<br>Ethylene dichloride | 98/96 | 10 ppm | - | A4 | آسیب کبدی ؛ تهوع |
| 294 | اتیلن گلیکول<br>Ethylene glycol | 62/07 | - | C 100 mg/m$^3$ (H) | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 295 | اتیلن گلیکول دنیتریت<br>Ethylene glycol dinitrate | 152/06 | 0/05 ppm | - | پوست | اتساع عروق و سردرد |
| 296 | اتیلن اکساید<br>Ethylene oxide | 44/05 | 1 ppm | - | A2 | سرطان؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 297 | اتیلن ایمین<br>Ethylen imine | 43/08 | 0/05 ppm | 0/1 ppm | پوست؛ A3 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی |
| 298 | اتیل اتر<br>Ethyl ether | 74/12 | 400 ppm | 500 ppm | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 299 | ‡اتیل فرمات<br>Ethyl formate | 74/08 | 100 ppm | (-) | (-) | (تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم) |
| 300 | 2-اتیل هگزانوییک اسید<br>2-Ethylhexanoic acid | 144/24 | 5 mg/m$^3$ (IVF) | _ | _ | اثرات ناقص الخلقه زایی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 301 | اتیلیدن نوربونن<br>Ethylidene norbornene | 120/19 | - | C 5 ppm | – | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 302 | اتیل مرکاپتان<br>Ethyl mercaptan | 62/13 | 0/5 ppm | – | – | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 303 | اتیل مورفولین نرمال<br>N-Ethylmorpholine | 115/18 | 5 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی |
| 304 | اتیل سیلیکات یا ترا اتوکسی سیلان<br>Ethyl silicate | 208/30 | 10 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ آسیب کلیوی |
| 305 | فنامیفوز<br>Fenimiphos | 303/40 | 0/05mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 306 | فن سولفوتیان<br>Fensulfothian | 308/35 | 0/01 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 307 | فنیتروتیون<br>Fenitrothion | 277/23 | 1 ppm | - | پوست | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 308 | فنوبوکارب<br>Fenobucarb | 207/27 | 5 ppm | - | پوست | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 309 | فنتیون<br>Fenthion | 278/34 | 0/05 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 310 | فربام<br>Ferbam | 416/50 | 5 mg/m$^3$ | - | A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی تأثیر روی وزن بدن آسیب طحال |
| 311 | غبار فرو وانادیوم<br>Ferrovanadium dust | - | 1 mg/m$^3$ | 3 mg/m$^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم |
| 312 | غبار آرد<br>Flour dust | - | 0/5mg/m$^3$ | - | حساسیت | آسم؛ برونشیت؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 313 | فلوئوریدها<br>Fluorides, as F | متفاوت | 2/5 mg/m$^3$ | - | A4<br>BEI | آسیب استخوانی فلوئوروزیس |
| 314 | فلوئور<br>Fluorine | 38 | 1 ppm | 2 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | تنفسی و تحریک چشم و پوست |
| 315 | فونوفوس Fonofos | 246/32 | 0/01 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 316 | فرم آلدئید Formaldehyde | 30/03 | - | C0/3 ppm | A2 حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم |
| 317 | فرمامید Formamide | 45/04 | 10 ppm | - | پوست | تحریک چشم و پوست و آسیب کبدی و کلیوی |
| 318 | اسید فرمیک Formic acid | 46/02 | 5 ppm | 10 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست |
| 319 | فتالید Fthalide | 271/91 | 10 mg/m$^3$ | - | - | |
| 320 | فورفورال Furfural | 96/08 | 2 ppm | - | پوست؛ A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 321 | فورفوریل الکل Furfuryl alcohol | 98/10 | 10 ppm | 15 ppm | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم |
| 322 | گالیم آرسنید Gallium arsenide | 144/64 | 0/0003 mg/m$^3$ (R) | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 323 | بنزین Gasoline | - | 300 ppm | 500 ppm | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 324 | تتراهیدرید ژرمانیوم Germanium tetrahydride | 76/63 | 0/2 ppm | - | - | اثرات خونی |
| 325 | گلوتارآلدئید فعال و غیر فعال Glutaraldehyde, activated and inactivated | 100/11 | - | C0/05ppm | A4 حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 326 | ‡ میست گلیسرین Gllycerin mist | 92/09 | 10 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 327 | گلیسیدول Glycidol | 74/08 | 2 ppm | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست |
| 328 | گلای اکزال Glyoxal | 58/04 | 0/1 mg/m$^3$ (IVF) | - | A4 حساسیت | متاپلازی حنجره |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 329 | گردغبار غلات (جو دو سر؛ گندم) Grain dust (oat, wheat, barley) | نامشخص | 4 $mg/m^3$ | - | - | برونشیت؛ اثرات ریوی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 330 | گرافیت(همه اشکال جز فیبر گرافیت) Graphite (all forms except graphite fibres) | - | 2 $mg/m^{3\,(R)}$ | - | - | پنوموکونیوزیس |
| 331 | هافنیم و ترکیبات آن Hafnium and compounds, as Hf | 178/49 | 0/5 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی |
| 332 | هالوتان Halothane | 187/39 | 50 ppm | - | A4 | آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اتساع عروق |
| 333 | هلیم Helium | 4 | خفگی آور ساده (D) | | | خفگی |
| 334 | هپتاکلر و هپتاکلر اپوکسید Heptachlor and Heptachlor epoxide | 373/32 389/40 | 0/05 $mg/m^3$ | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی |
| 335 | کلیه ایزومرهای هپتان Haptane, all isomers | 100/20 | 400 ppm | 500 ppm | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 336 | هگزوکلرو بنزن Hexachlorobenzene | 274/78 | 0/002 $mg/m^3$ | - | پوست؛ A3 | اثرات پورفیرین؛ آسیب پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 337 | هگزا کلرو بوتادین Hexachlorobutadiene | 260/76 | 0/02 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب کلیوی |
| 338 | هگزا کلرو سیکلو پنتادین Hexachlorocyclo pentadiene | 272/75 | 0/01 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 339 | هگزا کلرو اتان Hexachloroethane | 236/74 | 1 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب کلیوی و کبدی |
| 340 | هگزا کلرو نفتالن Hexachloro naphthalene | 334/74 | 0/2 $mg/m^3$ | - | پوست | آسیب کبدی و جوشهای شبه آکنه |
| 341 | هگزا فلوئورو استون | 166/02 | 0/1 ppm | - | - | آسیب بیضه؛ آسیب |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Hexafluoroacetone | | | | | کلیوی |
| 342 | هگزا فلوئورو پروپیلن<br>Hexafluoropropylene | 150/02 | 0/1 ppm | - | - | آسیب کلیوی |
| 343 | هگزا هیدروفتالیک انیدرید؛ کلیه ایزومرها<br>Hexahydrophthalic anhydride, all isomers | 154/17 | - | C 0/005 mg/m$^{3\,(IVF)}$ | حساسیت | حساسیت ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم |
| 344 | هگزا متیلن دی ایزوسیانات<br>Hexamethylene diisocyanate | 168/22 | 0/005 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ حساسیت سیستم تولید مثل |
| 345 | هگزا متیل فسفرآمید<br>Hexamethyl phosphoramide | 179/20 | - | - | پوست؛ A3 | سرطان قسمت فوقانی تنفسی |
| 346 | هگزان نرمال<br>n-Hexane | 86/18 | 50 ppm | - | پوست BEI | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی عمومی؛ سوزش چشمی |
| 347 | کلیه ایزومرهای هگزان بجز هگزان نرمال<br>Hexane, isomer, other than n-Hexane | 86/18 | 500 ppm | 1000 ppm | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 348 | 1و6- هگزان دی آمین<br>1،6-Hexanediamine | 116/21 | 0/5 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| 349 | 1- هگزان<br>1-Hexane | 84/16 | 50 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 350 | هگزیل استات نوع دوم<br>sec-Hexyl acetate | 144/21 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 351 | هگزیلن گلیکول<br>Hexylene glycol | 118/17 | - | C 25 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 352 | هیدرازین<br>Hydrazine | 32/05 | 0/01 ppm | - | پوست؛ A3 | سرطان قسمت فوقانی تنفسی |
| 353 | هیدروژن<br>Hydrogen | 1/01 | خفگی آور ساده (D) | | | خفگی |
| 354 | ترفنیل های هیدروژنه<br>Hydrogenated terphenyls | 241/00 | 0/5 ppm | - | - | آسیب کبدی |
| 355 | برومید هیدروژن<br>Hydrogen bromide | 80/92 | - | C 2 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 356 | کلرید هیدروژن<br>Hydrogen chloride | 36/47 | - | C 2 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 357 | سیانید هیدروژن و نمکهای سیانید<br>سیانید هیدروژن<br>Hydrogen cyanide<br>نمکهای سیانید<br>Cyanide salts | 27/03<br>متفاوت | -<br>- | C 4/7ppm<br>C 5 $mg/m^3$ | پوست<br>پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع؛ سردرد؛ اثرات تیروئیدی |
| 358 | فلوئورید هیدروژن<br>Hydrogen fluoride, as F | 20/01 | 0/5 ppm | C 2 ppm | پوست<br>EBI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، تحتانی، پوست و چشم؛ فلوروزیس |
| 359 | پروکسید هیدروژن<br>Hydrogen peroxide | 34/02 | 1ppm | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم |
| 360 | سلنید هیدروژن<br>Hydrogen seleninde, as Se | 80/98 | 0/05 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع |
| 361 | سولفید هیدروژن<br>Hydrogen sulfide | 34/08 | 1 ppm | 5 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 364 | هیدرو کینون<br>Hydroquinone | 110/11 | 1 $mg/m^3$ | - | حساسیت<br>A3 | تحریک و آسیب چشم |
| 365 | 2- هیدروکسی پروپیل آکریلات<br>2-Hydroxypropyl acrylate | 130/14 | 0/5 ppm | - | پوست؛<br>حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 366 | ایندن<br>Indene | 116/15 | 5 ppm | - | - | آسیب کبدی |
| 367 | ایندیم و ترکیبات آن<br>Indium & compounds, as In | 49 | 0/1 $mg/m^3$ | - | - | ادم ریه؛ پنوموکونیوزیس؛ فرسایش دندان؛ ضعف و بیقراری |
| 368 | ید و یدیدها<br>ید Iodine<br>یدیدها Iodides | متفاوت<br>متفاوت | 0/01 ppm(IVF)<br>0/01 ppm(IVF) | 0/1ppm(V)<br>- | A4<br>A4 | کم کاری تیروئید؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ کم کاری تیروئید تحریک قسمت فوقانی تنفسی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 369 | یودوفرم<br>Iodoform | 393/78 | 0/6 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 370 | اکسید آهن<br>Iron oxide | 159/70 | 5 $mg/m^3$ (R) | - | A4 | پنوموکنیوزیس |
| 371 | پنتا کربونیل آهن<br>Iron pentacarbonyl, as Fe | 196/90 | 0/1ppm | 0/2 ppm | - | ادم ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 372 | نمک های محلول آهن مثل سولفات؛ کلرید؛ نیترات و ...<br>Iron salts, soluble, as Fe | متفاوت | 1 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| 373 | الکل ایزوآمیل یا الکل ایزوپنتیل<br>Isoamyl alcohol | 88/15 | 100 ppm | 125 ppm | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 374 | ایزوبوتانول<br>Isobutanol | 74/12 | 50 ppm | - | - | تحریک پوست و چشم |
| 375 | ایزوبوتیل استات<br>Isobutyl acetate | 116/16 | 150 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی |
| 376 | ایزو بوتیل نیتریت<br>Isobutyl nitrite | 103/12 | - | C 1 ppm (IVF) | A3<br>$BEI_M$ | اتساع عروق خونی؛ مت هموگلوبینی |
| 377 | ایزوفلوران<br>Isoflurane | 184/5 | 50 ppm | - | - | |
| 378 | الکل ایزواکتیل<br>Isooctyl alcohol | 130/23 | 50 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 379 | ایزوفورون<br>Isophorone | 138/21 | - | C 5 ppm | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ خستگی؛ ضعف و بیقراری |
| 380 | ایزوفورون دی ایزوسیانات<br>Isophorone diisocyanate | 222/30 | 0/005 ppm | - | - | حساسیت سیستم تولید مثل |
| 381 | 2- ایزو پروپوکسی اتانول<br>2-Isopropoxy ethanol | 104/15 | 25 ppm | - | پوست | اثرات خونی |
| 382 | ایزو پروپیل استیک<br>Isopropyl acetate | 102/13 | 100 ppm | 200 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 383 | ایزوپروپیل آمین<br>Isopropylamine | 59/08 | 5 ppm | 10 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب چشمی |
| 384 | ایزوپروپیل کلروفرمات<br>Isopropyl chloroformate | 122/55 | 1 ppm | - | - | |
| 385 | ایزوپروپیل آنیلین نرمال<br>N-Isopropylaniline | 135/21 | 2 ppm | - | پوست؛ $BEI_M$ | مت هموگلوبینی |
| 386 | ایزو پروپیل اتر<br>Isopropyl ether | 102/17 | 250 ppm | 310 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 387 | ایزو پروپیل گلایسیدل اتر<br>Isopropyl glycidyl ether (IGE) | 116/18 | 50 ppm | 75 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت |
| 388 | ایزوپروتیولان<br>Isoprothiolane | 290/4 | 5 $mg/m^3$ | - | - | |
| 389 | کائولن<br>Kaolin | - | 2 $mg/m^3$ (E,R) | - | A4 | پنوموکونیوزیس |
| 390 | کروزن/ سوخت های جت برحسب بخار هیدروکربن کل<br>Kerosene/Jet fuels, as total hydrocarbon vapor | متفاوت | 200 $mg/m^3$ (P) | - | پوست؛ A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 391 | کتن<br>Ketene | 42/04 | 0/5 ppm | 1/5 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و ادم ریه |
| 392 | سرب و ترکیبات معدنی آن<br>Lead and inorganic compounds as Pb | 207/20<br>متفاوت | 0/05 $mg/m^3$ | - | BEI ؛A3 | اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مرکزی؛ اثرات خونی |
| 393 | کرومات سرب؛ به عنوان سرب<br>Lead shromat as Pb<br>به عنوان کروم as Cr | 323/22<br>- | 0/05 $mg/m^3$<br>0/012 $mg/m^3$ | -<br>- | BEI ؛A2<br>A2 | آسیب سیستم تولید مثل در مردان و اثرات ناقص زایی؛ انقباض عروق |
| 394 | لیندان<br>Lindane | 290/85 | 0/5 $mg/m^3$ | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 395 | هیدرید لیتیم<br>Lithium hydride | 7/95 | 0/025 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم |
| 396 | هیدروکسید لیتیم<br>Lithium hydroxide | 23/95 | - | 1mg/$m^3$ | - | |
| 397 | گاز مایع (L.P.G) | | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4) | | | |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Liquified petroleum gas | | | | | |
| 398 | اکسید منیزیم<br>Magnesium oxide | 40/32 | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | - |
| 399 | مالاتیون<br>Malathion | 330/36 | 1 $mg/m^3$ (IVF) | - | پوست؛<br>A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 400 | مالئیک انیدرید<br>Maleic anhydride | 98/06 | 0/01 $mg/m^3$ (IVF) | - | A4<br>حساسیت | حساسیت سیستم تولید مثل |
| 401 | ‡ منگنز و ترکیبات معدنی آن<br>Manganese, and inorganic compound, as Mn | 54/94<br>متفاوت | 0/2 $mg/m^3$ | - | (-) | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 402 | منگنزسیکلوپنتا دینیل تری کربونیل<br>Manganese cyclopentadienyl tricarbonyl, as Mn | 204/10 | 0/1 $mg/m^3$ | - | پوست | تحریک پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 403 | مپرونیل<br>Mepronil | 269/34 | 5 $mg/m^3$ | - | - | |
| 404 | جیوه Mercury<br>ترکیبات آلکیل<br>Alkyl compounds | 200/59<br>متغیر | 0/01 $mg/m^3$ | 0/03 $mg/m^3$ | پوست | اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و محیطی؛ آسیب کلیوی |
| | ترکیبات آریل<br>Aryl compounds | متغیر | 0/1 $mg/m^3$ | - | پوست | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی |
| | اشکال معدنی و عنصری<br>Elemental and inorganic forms | متغیر | 0/025 $mg/m^3$ | - | پوست؛<br>A4<br>BEI | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کلیوی |
| 405 | مزیتیل اکساید<br>Mesityl oxide | 98/14 | 15 ppm | 25 ppm | - | تحریک چشم و قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 406 | اسید مت آکریلیک<br>Methacrylic acid | 86/09 | 20 ppm | - | - | تحریک پوست و چشم |
| 407 | متان Methane | | گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک را ببینید؛ آلکانها (C1-C4) | | | |
| 408 | متانول<br>Methanlol | 32/04 | 200 ppm | 250 ppm | پوست؛<br>BEI | سردرد و آسیب چشم |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 409 | متومیل<br>Methomyl | 162/20 | 2/5 $mg/m^3$ | - | A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 410 | متوکسی کلر<br>Methoxychlor | 345/65 | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 411 | 2- متوکسی اتانول<br>2-Methoxyethanol (EGME) | 76/09 | 0/1 ppm | - | پوست؛ BEI | اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل |
| 412 | 2- (2- متوکسی اتوکسی) اتانول<br>2-(2-Methoxy ethoxy) ethanol | 120/15 | 10 ppm | - | پوست | |
| 413 | 2- متوکسی اتیل استات (EGMEA)<br>2-Methoxyethyl acetate | 118/13 | 0/1 ppm | - | پوست؛ BEI | اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل |
| 414 | (2- متوکسی متیل اتوکسی) پروپانول<br>(2-Methoxymethyl ethoxy) propanol | 148/20 | 100 ppm | 150 ppm | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 415 | 4- متوکسی فنول<br>4-Methoxyphenol | 124/15 | 5 $mg/m^3$ | - | - | سوزش چشم؛ آسیب پوست |
| 416 | 1- متوکسی - 2- پروپانول<br>1-Methoxy-2-propanol | 90/12 | 100 ppm | 150 ppm | - | سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 417 | 2- متوکسی پروپیل استات<br>2-Methoxypropyl acetate | 132/16 | 50 ppm | 100 ppm | پوست | |
| 418 | متیل استات<br>Methyl acetate | 74/08 | 200 ppm | 250 ppm | - | سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب عصب چشم |
| 419 | متیل استیلن<br>Methyl acetylene | 40/07 | 1000 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 420 | مخلوط متیل استیلن پروپادین<br>Methyl acetylene-propadiene mixture | 40/07 | 1000 ppm | 1250 ppm | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 421 | متیل آکریلات<br>Methyl acrylate | 86/09 | 2 ppm | - | پوست؛ A4 حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب چشم |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 422 | متیل آکریلونیتریل<br>Methyl acrylonitrile | 67/09 | 1 ppm | - | پوست؛<br>A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛<br>سوزش چشم و پوست |
| 423 | متیلال<br>Methylal | 76/10 | 1000 ppm | - | - | سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 424 | متیل آمین<br>Methyl amine | 31/06 | 5 ppm | 15 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 425 | متیل ان - آمیل کتون<br>Methyl n-amyl ketone | 114/18 | 50 ppm | - | - | تحریک چشمی و پوست |
| 426 | متیل آنیلین نرمال<br>N-Methyl aniline | 107/15 | 0/5 ppm | - | پوست | مت هموگلوبینی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 427 | متیل بروماید<br>Methyl bromide | 94/95 | 1 ppm | - | پوست؛<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| 428 | متیل ترت بوتیل اتر<br>Methyl-tert-butyl ether | 88/17 | 50 ppm | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کلیوی |
| 429 | متیل ان - بوتیل کتون<br>Methyl n-butyl ketone | 100/16 | 5 ppm | 10 ppm | پوست<br>BEI | نوروپاتی محیطی؛<br>آسیب بیضه |
| 430 | متیل کلرید<br>Methyl chloride | 50/49 | 50ppm | 100 ppm | پوست؛<br>A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی وکبدی؛ آسیب بیضه؛ اثرات ناقص الخلقه - زایی |
| 431 | متیل کلروفرم<br>Methyl chloroform | 133/42 | 350 ppm | 450 ppm | A4<br>BEI | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کبدی |
| 432 | متیل 2- سیانوآکریلات<br>Methyl 2-cyano acrylate | 111/10 | 0/2 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 433 | متیل سیکلو هگزان<br>Methyl cyclohexane | 98/19 | 400 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی وکبدی |
| 434 | متیل سیکلو هگزانول<br>Methyl cyclohexanol | 114/19 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی |
| 435 | ارتو - متیل سیکلوهگزانون<br>o-Methycyclo hexanone | 112/17 | 50 ppm | 75 ppm | پوست | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 436 | 2- متیل سیکلو پنتادینیل منگنز تری کربونیل<br>2-Methylcyclo pentadienyl manganese tricarbonyl, as Mn | 218/10 | 0/2 mg/m$^3$ | - | پوست | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه؛ اثرات کبدی و کلیوی |
| 437 | متیل دمتون<br>Methyl demeton | 230/30 | 0/05 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ $BEI_A$ | بازدارنده آنزیم کولین استرلز |
| 438 | متیلن بیس فنیل ایزوسیانات<br>Methylene bisphenyl isocyanate (MDI) | 250/26 | 0/005 ppm | - | - | حساسیت های سیستم تولید مثل |
| 439 | 4و4- متیلن بیس (2- کلرو آنیلین)<br>4،4-Methylene bis (2-Chloroaniline) | 267/17 | 0/01 ppm | - | پوست؛ A2 | مت هموگلوبینی سرطان مثانه |
| 440 | متیلن بیس (4- سیکلو هگزیل ایزوسیانات)<br>Methlene bis (4-cyclo-hexylisocyanate) | 262/35 | 0/0005 ppm | - | - | حساسیت سیستم تولید مثل؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی |
| 441 | 4و4- متیلن دی آنیلین<br>4،4- Methylene dianiline | 198/26 | 0/1 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی |
| 442 | متیل اتیل کتون<br>Methyl ethyl ketone (MEK) | 72/10 | 200 ppm | 300 ppm | BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و محیطی |
| 443 | متیل اتیل کتون پروکساید<br>Methyl ethyl ketone proxide | 176/24 | - | C 0/2 ppm | - | تحریک پوست و چشم؛ آسیب کبدی و کلیوی |
| 444 | متیل فرمات<br>Methyl formate | 60/05 | 100 ppm | 150 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم |
| 445 | متیل هیدرازین<br>Methyl hydrazine | 46/07 | 0/01ppm | - | پوست؛ A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان ریه؛ آسیب کبدی |
| 446 | متیل یدید یا یدومتان<br>Methyl iodide | 141/95 | 2 ppm | - | پوست | آسیب چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 447 | متیل ایزو آمیل کتون یا | 114/20 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | هگزانون<br>Methyl isoamyl ketone | | | | | تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی |
| 448 | متیل ایزوبوتیل کاربینول<br>Methyl isobutyl carbinol | 102/18 | 25 ppm | 40 ppm | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 449 | متیل ایزو بوتیل کتون<br>Methyl isobutyl ketone | 100/16 | 20 ppm | 75 ppm | A3<br>BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرگیجه و سردرد |
| 450 | متیل ایزوسیانات<br>Methyl isocyanate | 57/05 | 0/02 ppm | - | پوست | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 451 | متیل ایزو پروپیل کتون<br>Methyl isopropyl ketone | 86/14 | 20 ppm | - | - | آسیب های جنینی وجنین؛ سمیت جنینی |
| 452 | متیل مرکاپتان<br>Methyl mercaptan | 48/11 | 0/5 ppm | - | - | آسیب کبدی |
| 453 | متیل مت آکریلات<br>Methyl methacrylate | 100/13 | 50 ppm | 100 ppm | پوست؛<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اثرات روی وزن؛ ادم ریه |
| 454 | 1- متیل نفتالین و<br>2- متیل نفتالین<br>1- Methyl naphthalene and 2-Methyl naphthalene | 142/2 | 0/5 ppm | - | پوست؛<br>A4 | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛<br>آسیب ریه |
| 455 | متیل پاراتیون<br>Methyl parathion | 263/2 | 0/02 $mg/m^3$ (IVF) | - | پوست؛<br>A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 456 | متیل پروپیل کتون<br>Methyl propyl ketone | 86/17 | - | 150 ppm | - | واکنش ریوی؛ تحریک چشم |
| 457 | متیل سیلیکات<br>Methyl silicate | 152/22 | 1 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب چشم |
| 458 | آلفا- متیل استایرن یا<br>2-فنیل پروپن<br>α-Methyl styrene | 118/18 | 10 ppm | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب کلیوی؛ آسیب تولیدمثل در زنان |
| 459 | متیل وینیل کتون<br>Methyl vinyl ketone | 70/10 | - | C 0/2 ppm | پوست<br>حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | سیستم اعصاب مرکزی |
| 460 | متری بوزین<br>Metribuzin | 214/28 | 5 $mg/m^3$ | - | A4 | آسیب کبدی؛ اثرات خونی |
| 461 | موین فوس<br>Mevinphos | 224/16 | 0/01 $mg/m^{3\,(IVF)}$ | - | پوست؛<br>A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 462 | میکا<br>Mica | - | 3 $mg/m^{3\,(R)}$ | - | - | پنوموکنیوزیس |
| 463 | روغن معدنی به استثناء سیالات فلزکاری خالص، با<br>تصفیه خوب<br>با تصفیه متوسط و ضعیف<br>Mineral oilexcluding metal working fluids :<br>-Pure,highly & severely refined<br>-Poorly & mildly refined | - | 5 $mg/m^3$ | -<br>- | A4<br>A2 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 464 | مولیبدن<br>ترکیبات محلول<br>ترکیبات نامحلول و فلزی<br>Molybdenum, as Mo<br>Soluble compounds<br>Metal and insoluble compounds | 95/95 | 0/5 $mg/m^{3\,(R)}$<br>10 $mg/m^3$<br>3 $mg/m^{3\,(R)}$ | -<br>-<br>- | A3<br>-<br>- | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 465 | اسید مونو کلرو استیک<br>Monochloroacetic acid | 94/5 | 0/5 $ppm^{(IVF)}$ | - | پوست؛<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 466 | مونوکروتوفوس<br>Monocrotophos | 223/16 | 0/05 $mg/m^{3\,(IVF)}$ | - | پوست؛<br>A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 467 | مورفولین<br>Morpholine | 87/12 | 20 ppm | - | پوست؛<br>A4 | آسیب چشم ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 468 | نالد<br>Naled | 380/79 | 0/1 $mg/m^{3\,(IVF)}$ | - | پوست؛<br>A4<br>حساسیت؛<br>$BEI_A$ | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 469 | ‡ نفتالن<br>Naphthalene | 128/19 | 10 ppm | 15 ppm | پوست؛<br>A4 | اثرات خونی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛ آسیب چشم |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | گروه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 470 | بتا - نفتیل آمین<br>β-Naphathylamine | 143/18 | | - | A1 | سرطان مثانه |
| 471 | گاز طبیعی<br>Natural gas | | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C1-C4) | | | |
| 472 | لاتکس لاستیک طبیعی به عنوان پروتئین های حساسیت زای قابل تنفس<br>Natural rubber latex as inhalable allergenic protein | متفاوت | 0/001 mg/m$^3$ | - | پوست حساسیت | حساسیت های سیستم تولید مثل |
| 473 | نئون<br>Neon | 20/18 | خفگی آور ساده (D) | | | خفگی |
| 474 | نیکل<br>Nickel, as Ni<br>عنصر نیکل<br>ترکیبات معدنی محلول<br>ترکیبات معدنی نا محلول<br>ترکیبات گوگرد دار نیکل<br>-Elemental Soluble inorganic compounds<br>-Insoluble inorganic compounds<br>-Nickel subsulfide | <br><br>58/71<br>متفاوت<br>متفاوت<br>240/19 | <br><br>1/5mg/m$^3$<br>0/1mg/m$^3$<br>0/2mg/m$^3$<br>0/1mg/m$^3$ | <br><br>-<br>-<br>-<br>- | <br><br>A5<br>A4<br>A1<br>A1 | درماتیت؛<br>پنوموکنیوزیس<br>آسیب ریه؛ سرطان بینی<br>سرطان ریه<br>سرطان ریه |
| 475 | نیکل کربونیل<br>Nickel carbonyl | 170/73 | 0/05 ppm | - | - | پنومونیت شیمیائی |
| 476 | نیکوتین<br>Nicotine | 162/23 | 0/5 mg/m$^3$ | - | پوست | آسیب گوارشی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اختلالات قلبی عروقی |
| 477 | نیتراپایرین<br>Nitrapyrin | 230/93 | 10 mg/m$^3$ | 20mg/m$^3$ | A4 | آسیب کبدی |
| 478 | اسید نیتریک<br>Nitric acid | 63/02 | 2 ppm | 4 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛ فرسایش دندان |
| 479 | اکسید نیتریک<br>Nitric oxide | 30/01 | 25 ppm | - | | هیپوکسی؛ سیانوز؛ نیتروز/ هموگلوبین؛ تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | تنفسی |
| 480 | پارا نیترو آنیلین<br>p-Nitroaniline | 138/12 | 3 $mg/m^3$ | - | پوست؛A4 | مت هموگلوبینی آسیب کبدی؛ سوزش چشم |
| 481 | نیترو بنزن<br>Nitrobenzene | 123/11 | 1 ppm | - | پوست؛A3<br>BEI | مت هموگلوبینی |
| 482 | پارا نیترو کلرو بنزن<br>p-Nitrochloro benzene | 157/56 | 0/1 ppm | - | پوست؛A3 | مت هموگلوبینی |
| 483 | 4- نیترو دی فنیل<br>4-Nitrodiphenyl | 199/20 | | - | پوست؛A2 | سرطان مثانه |
| 484 | نیترواتان<br>Nitroethane | 75/07 | 100 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی |
| 485 | نیتروژن<br>Nitrogen | 14/01 | | خفگی آور ساده (D) | | خفگی |
| 486 | ‡ دی اکسید نیتروژن<br>Nitrogen dioxide | 46/01 | 3 ppm | 5 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی |
| 487 | تری فلوئورید نیتروژن<br>Nitrogen trifluoride | 71/00 | 10 ppm | - | | مت هموگلوبینی؛ آسیب کبدی و کلیوی |
| 488 | نیتروگلیسرین یا نیتروگلیکول<br>Nitroglycerin | 277/09 | 0/05 ppm | - | پوست | اتساع عروق |
| 489 | نیترو متان<br>Nitromethane | 61/04 | 20 ppm | - | A3 | آسیب تیروئیدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه |
| 490 | 1- نیترو پروپان<br>1-Nitropropane | 89/09 | 25 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبد |
| 491 | 2- نیترو پروپان<br>2-Nitropropane | 89/09 | 10 ppm | - | A3 | آسیب کبدی؛ سرطان کبد |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 492 | ان- نیترو سودیمتیل آمین<br>N-Nitrosodimethyl amine | 84/08 | | - | پوست؛A3 | آسیب کبدی؛ سرطان کبدی و کلیوی |
| 493 | نیترو تولوئن، کلیه ایزومرها<br>Nitrotoluene, all isomers | 137/13 | 2 ppm | | پوست؛ $BEI_M$ | مت هموگلوبینی |
| 494 | 5- نیترو- ارتو- تولوئیدین | 152/16 | $1mg/m^{3(I)}$ | - | A3 | آسیب کبدی |
| 495 | اکسید نیتروز<br>Nitrous oxide | 44/02 | 50 ppm | - | A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی؛ اثرات جنینی |
| 496 | ‡ نونان، کلیه ایزومرها<br>Nonane, all isomers | (128/26) | 200 ppm | - | - | (اختلال سیستم اعصاب مرکزی) |
| 497 | اکتا کلرو نفتالن<br>Octachloro naphthalene | 403/74 | $0/1\ mg/m^3$ | $0/3\ mg/m^3$ | پوست | آسیب کبدی |
| 498 | اکتان، کلیه ایزومرها<br>Octane, all isomers | 114/22 | 300 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 499 | تتروکسید اوسمیوم<br>Osmium tetroxide, as Os | 254/20 | 0/0002 ppm | 0/0006 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سوزش چشم و پوست |
| 500 | اسید اگزالیک<br>Oxalic acid | 90/04 | $1\ mg/m^3$ | $2\ mg/m^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 501 | پارا، پارا- اگزی بیس (بنزن سولفونیل هیدرازید)<br>p,p- Oxybis (benzene sulfonyl hydrazide) | 326/00 | $0/1mg/m^3$ | - | - | اثرات ناقص الخلقه زایی |
| 502 | دی فلورید اکسیژن<br>Oxygen difluoride | 45 | - | C 0/05 ppm | - | سردرد؛ ادم ریه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 503 | ازن<br>Ozone<br>کار سنگین<br>Heavy work<br>کار متوسط<br>Moderate work<br>کار سبک<br>Light work<br>بار کار سنگین، متوسط یا سبک (کمتر از 2 ساعت) | 48 | 0/05 ppm<br>0/08 ppm<br>0/1 ppm<br>0/2 ppm | -<br>-<br>-<br>- | A4<br>A4<br>A4<br>A4 | عملکرد واکنشی ریوی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | Light moderate or light (workloads (≤2 hours) | | | | | |
| 504 | پارا استامول<br>Paracetamol | 151/17 | 10mg/m$^3$ | - | - | |
| 505 | دمه واکس پارافین<br>Paraffin wax fume | - | 2 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع |
| 506 | پاراکوآت بصورت کاتیون<br>Paraquat, as cathion | 257/18 | 0/5 mg/m$^3$<br>0/1 mg/m$^3$ (R) | -<br>- | -<br>- | آسیب ریوی |
| 507 | پاراتیون<br>Parathion | 291/27 | 0/05 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 508 | ذرات (نامحلول یا کم محلول)که در جای دیگر مشخص نشده‌اند<br>Particles (insoluble or poorly soluble) not otherwise specified | ضمیمه ب را مشاهده کنید | | | | |
| 509 | پنتا بوران<br>Pentaborane | 63/17 | 0/005 ppm | 0/015 PPM | - | تشنج و اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 510 | پنتا کلرو نفتالین<br>Pentachloronaphthalene | 300/40 | 0/5 mg/m$^3$ | - | پوست | آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه |
| 511 | پنتا کلرو نیترو بنزن<br>Pentachloronitrobenzene | 295/36 | 0/5 mg/m$^3$ | - | A4 | آسیب کبدی |
| 512 | پنتاکلروفنول<br>Pentachlorophenol | 266/35 | 0/5 mg/m$^3$ | - | پوست؛<br>A3<br>BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی |
| 513 | پنتا آریتریتول<br>Pentaerythriol | 136/15 | 10 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 514 | پنتان، کلیه ایزومرها<br>Pentane, all isomers | 72/15 | 600 ppm | - | - | نوروپاتی (آسیب اعصاب) محیطی |
| 515 | 2و4- پنتان دی ان<br>2،4-pentanedione | 100/12 | 25 ppm | - | پوست | سمیت اعصاب و اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 516 | پنتیل استات، کلیه ایزومرها<br>Pentyl acetate, all | 130/20 | 50 ppm | 100 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | isomers | | | | | |
| 517 | پرکلرو متیل مرکاپتان<br>Perchloromethyl mercaptan | 185/87 | 0/1 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 518 | فلوئورید پرکلریل<br>Perchloryl fluoride | 102/46 | 3 ppm | 6 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحتانی؛ مت هموگلوبینی؛ فلوئورزیس |
| 519 | اسید پرفلورو اوکتانوئیک<br>Perfluorooctanoic acid | 414/07 | 0/005 $mg/m^3$ | - | - | |
| 520 | پرفلوئورو بوتیل اتیلن<br>Perfluorobutyl ethylene | 246/1 | 100 ppm | | - | اثرات خونی |
| 521 | پر فلوئورو ایزو بوتیلن<br>Perfluoroisobutylene | 200/04 | - | C 0/01 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات خونی |
| 522 | پرسولفات ها بصورت پرسولفات<br>Persulfates, as Persulfate | متفاوت | 0/1 $mg/m^3$ | - | - | تحریک پوست |
| 523 | فنول<br>Phenol | 97/11 | 5 ppm | - | پوست؛ A4 BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 524 | فنوتیازین<br>Phenothiazine | 199/26 | 5 $mg/m^3$ | - | پوست | تحریک پوستی وگیرنده های نوری چشمی |
| 525 | ان - فنیل - بتا - نفتیل آمین<br>N-Phenyl-beta-naphthylamine | 219/29 | | - | A4 | سرطان |
| 526 | ارتو فنیلین دی آمین<br>o-Phenylene diamine | 108/05 | 0/1 $mg/m^3$ | - | A3 | کم خونی |
| 527 | متا فنیلین دی آمین<br>m-Phenylene diamine | 108/05 | 0/1 $mg/m^3$ | - | A4 | آسیب کبدی و تحریک پوستی |
| 528 | پارا فنیلین دی آمین<br>p-Phenylene diamine | 108/05 | 0/1 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و حساسیت پوستی |
| 529 | فنیل اتر، بخار<br>Phenyl ether,Vapor | 170/20 | 1 ppm | 2 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع |
| 530 | فنیل گلیسیدیل اتر<br>Phenyl glycidyl ether | 150/17 | 0/1ppm | - | پوست؛ | آسیب بیضه |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | A3 حساسیت | |
| 532 | فنیل مرکاپتان Phenyl mercaptan | 110/18 | 0/1ppm | - | پوست | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک چشم و پوست |
| 533 | فنیل فسفین Phenylphosphine | 110/10 | - | C 0/05ppm | - | درماتیت؛ اثر روی خون و بیضه |
| 534 | فورات Phorate | 260/40 | 0/05 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 535 | فسژن Phosgene | 98/92 | 0/1ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ ادم ریه؛ آمفیزم ریه |
| 536 | فسفین Phosphine | 34/00 | 0/3 ppm | 1ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 537 | اسید فسفریک Phosphoric acid | 98/00 | 1 mg/m$^3$ | 3 mg/m$^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 538 | فسفر (زرد) Phosphorus(yellow) | 123/92 | 0/1 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی؛ آسیب کبدی |
| 539 | اکسی کلرید فسفر یا تری کلرید فسفریل Phosphorus oxychloride | 153/35 | 0/1 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 540 | پنتا کلرید فسفر Phosphorus pentachloride | 208/24 | 0/1 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 541 | پنتا سولفید فسفر Phosphorus pentasulfide | 222/29 | 1 mg/m$^3$ | 3 mg/m$^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 542 | تری کلرید فسفر Phosphorus trichloride | 137/35 | 0/2 ppm | 0/5 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست |
| 543 | انیدرید فتالیک Phthalic anhydride | 148/11 | 1 | - | A4 حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 544 | متا فتالودی نیتریل<br>m-Phthlodinitrile | 128/14 | 5 mg/m$^3$ (IVF) | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست |
| 545 | پیکلورام<br>Picloram | 241/48 | 10 mg/m$^3$ | - | A4 | آسیب کبدی و کلیوی |
| 546 | اسید پیکریک<br>Picric acid | 229/11 | 0/1 mg/m$^3$ | - | - | حساسیت های پوستی؛ درماتیت؛تحریک چشم |
| 547 | پیندون<br>Pindone | 230/25 | 0/1 mg/m$^3$ | - | - | انعقاد |
| 548 | ‡دی هیدروکلرید پی پرازین<br>Piperazine dihydrochloride | (159/05) | 5 mg/m$^3$ | - | - | سوزش پوست و چشم؛ حساسیت پوستی ؛ آسم |
| 549 | پیپریدین<br>Piperidine | 85/15 | 1ppm | پوست | - | |
| 550 | پلاتین<br>Platium<br>فلز<br>Metal<br>نمکهای محلول، بصورت پلاتین<br>Soluble salts, as Pt | 195/09<br>متفاوت | 1 mg/m$^3$<br>0/002 mg/m$^3$ | -<br>- | -<br>- | آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی<br>آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 551 | پلی وینیل کلراید<br>Polyvinyl chloride (PVC) | متفاوت | 1 mg/m$^3$ (R) | - | A4 | پنوموکونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ تغییرعملکرد ریوی |
| 552 | سیمان پرتلند<br>Portland cement | - | 1 mg/m$^3$ (E,R) | - | A4 | عملکرد ریوی؛ علائم تنفسی؛ آسم |
| 553 | هیدروکسید پتاسیم<br>Potassium hydroxide | 56/10 | - | C 2 mg/m$^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 554 | پروپان<br>Propane | | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C1-C4) | | | |
| 555 | پروپان سولتون<br>Propane sultone | 122/14 | | - | A3 | سرطان |
| 556 | ان - پروپانول (ان - پروپیل الکل)<br>n- Propanol (n- Propyl alchol) | 60/09 | 100 ppm | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 557 | 2- پروپانول یا ایزوپروپانول<br>2-Propanol | 60/09 | 200 ppm | 400 ppm | A4<br>BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفس و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 558 | الکل پروپارژیل<br>Propargyl alchol | 56/06 | 1 ppm | - | پوست | تحریک پوست؛ آسیب کبدی و کلیوی |
| 559 | بتا- پروپیول استون<br>β-Propiolactone | 72/06 | 0/5 ppm | - | A3 | سرطان پوست؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 560 | پروپیون آلدئید<br>Propionaldehyde | 58/1 | 20 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 562 | اسید پروپیونیک<br>Propionic acid | 84/08 | 10 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 563 | پروپوکسور<br>Propoxur | 209/24 | 0/5 $mg/m^3$ | - | A3؛<br>$BEI_A$ | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 564 | پروپرانول ال<br>Propranolol | 259/34 | 2 $mg/m^3$ | 6 $mg/m^3$ | - | |
| 565 | ان- پروپیل استات<br>n-Propyl acetate | 102/13 | 200 ppm | 250 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 566 | پروپیلن<br>Propylene | 42/08 | 500 ppm | - | A4 | خفگی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 567 | پروپیلن دی کلرید<br>Propylene dichloride | 112/99 | 10 ppm | - | A4<br>حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثر روی وزن بدن |
| 568 | پروپیلن گلیکول دی نیترات<br>Propylene glycol dinitrate | 166/09 | 0/05 ppm | - | پوست | سردرد ؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 569 | اکسید پروپیلن<br>Propylene oxide | 58/08 | 2 ppm | - | A4<br>حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 570 | پروپیلن ایمین<br>Propylene imine | 57/09 | 0/2ppm | 0/4 ppm | پوست؛<br>A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کبدی |
| 571 | ان- پروپیل نیترات<br>n-Propyl nitrate | 105/09 | 25 ppm | 40 ppm | | تهوع؛ سردرد |
| 572 | پیرتروم<br>Pyrethrum | 345<br>(میانگین) | 5 $mg/m^3$ | - | A4 | آسیب کبدی؛ تحریک قسمت تنفسی تحتانی |
| 573 | پیریدین<br>Pyridine | 79/10 | 1 ppm | - | A3 | تحریک پوست؛ آسیب کبدی وکلیوی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 574 | پیریدافنتیون<br>Pyridaphenthion | 340/33 | 0/2 mg/m$^3$ | - | پوست | |
| 575 | کینون<br>Quinone | 108/09 | 0/1 ppm | - | - | تحریک چشم؛ آسیب پوست |
| 576 | رزورسینول<br>Resorcinol | 110/11 | 10 ppm | 20 ppm | A4 | سوزش چشم و پوست |
| 577 | رودیوم<br>Rhodium | 102/91 | 1 mg/m$^3$ | - | A4 | فلزات؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| | ترکیبات نامحلول و فلزی<br>Metal and insoluble compounds | متفاوت | | | | نامحلول ها؛ تحریک قسمت تنفسی تحتانی؛ آسم |
| | ترکیبات محلول<br>Soluble compounds | متفاوت | 0/01 mg/m$^3$ | - | A4 | |
| 578 | رونل<br>Ronnel | 321/57 | 5 mg/m$^{3\,(IVF)}$ | - | A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 579 | آلاینده های حاصل از تجزیه حرارتی روزین در زمان لحیم کاری (کولوفونی)<br>Rosin core solder thermal decomposition Products colophony) | NA | | - | حساسیت | حساسیت پوستی درماتیت؛ آسم |
| 580 | روتنون (تجاری)<br>Rotenone (commercial) | 391/41 | 5 mg/m$^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 581 | سلنیم و ترکیبات آن بصورت سلنیم<br>Selenium and compounds | 78/96 | 0/2 mg/m$^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 582 | هگزا فلوراید سلنیم<br>Selenium hexafluoride, as Se | 192/96 | 0/05 ppm | - | - | ادم ریوی |
| 583 | سزون<br>Sesone | 304/31 | 10 mg/m$^3$ | | A3 | تحریک سیستم گوارشی |
| 584 | سلیس؛ کریستالی، آلفا کوارتز و کریستوبالیت<br>Silica, Crystalline-α-Quartz and cristobalite | 60/09 | 0/025 mg/m$^{3\,(R)}$ | - | A2 | فیبروز و سرطان ریه |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 585 | سیلیس بی شکل<br>Silica amorphous | 60/09 | 2/4 $mg/m^3$ (R)<br>6 $mg/m^3$ | - | - | |
| 586 | کاربید سیلیکون<br>Silicon carbide<br>غیر الیافیNon-fibrous<br><br>الیافی (شامل الیاف سیلی شکل)Fibrous | 40/10 | 10 $mg/m^3$ (I,E)<br>3 $mg/m^3$ (R,E)<br>0/1 f/cc(F) | -<br>-<br>- | -<br>-<br>A2 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی<br>مزوتلومیا؛ سرطان |
| 587 | تترا هیدرید سیلیکون<br>Silicon tetrahydride | 32/12 | 5 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست |
| 588 | نقره Silver<br>فلزی، غبار و دمه<br>Metal, dust & fume<br>ترکیبات محلول، بصورت نقره<br>Soluble compounds as Ag | 107/87<br><br>متفاوت | 0/1 $mg/m^3$<br><br>0/01 $mg/m^3$ | -<br><br>- | -<br><br>- | آرژیری (تجمع رنگدانه ها در بافتها) |
| 589 | آزید سدیم<br>بصورت آزید سدیم<br>As Sodium azide<br>بصورت بخار اسید هیدرا زوئیک<br>As Hydrozoic acid vapour | 65/02 | -<br>- | 0/29$mg/m^3$<br>C<br><br>C 0/11ppm | A4<br><br>A4 | اختلال قلبی و آسیب ریوی |
| 590 | بی سولفیت سدیم<br>Sodium bisulfate | 104/07 | 5 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم |
| 591 | فلوئورو استات سدیم<br>Sodium fluoroaccetate | 100/02 | 0/05 $mg/m^3$ | - | پوست | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی؛ تهوع |
| 592 | هیدروکسید سدیم<br>Sodium hydroxide | 40/01 | - | C 2 $mg/m^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 593 | متا بی سولفیت سدیم<br>Sodium metabisulfite | 190/13 | 5 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 594 | نشاسته<br>Starch | - | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | درماتیت |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 595 | استئارات ها<br>Stearates | متفاوت | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 596 | حلال استودارد<br>Stoddard solvent | 140/00 | 100 ppm | - | - | تحریک پوست و چشم؛ آسیب کلیوی؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 597 | کرومات استرونسیوم<br>Strontium chromate, as Cr | 203/60 | 0/0005 $mg/m^3$ | - | A2 | سرطان |
| 598 | استرکنین<br>Strychnine | 334/40 | 0/15 $mg/m^3$ | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 599 | مومنومر استایرن<br>Styrene, monomer | 104/16 | 20 ppm | 40ppm | A4<br>BEI | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی محیطی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 600 | سوبتیلیزین ها<br>بصورت آنزیم فعال بلوری<br>Subtilisins as crystalline active enzyme | - | - | C 0/00006 $mg/m^3$ | - | آسم؛ تحریک قسمت تحتانی و فوقانی تنفسی |
| 601 | سوکروز<br>Sucrose | 342/30 | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | فرسایش دندان |
| 602 | متیل سولفو متورون<br>Sulfometuron methyl | 364/38 | 5 $mg/m^3$ | - | A4 | اثرات خونی |
| 603 | سولفوتپ<br>Sulfotep(TEDP) | 322/30 | 0/1 $mg/m^{3\,(IVF)}$ | - | پوست؛<br>A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 604 | دی اکسید سولفور<br>Sulfur dioxide | 64/07 | - | 2 ppm | A4 | واکنش ریوی؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی |
| 605 | هگزا فلوئورید گوگرد<br>Sulfur hexafluoride | 146/07 | 1000 ppm | - | | خفگی |
| 606 | اسید سولفوریک<br>Sulfuric acid | 98/08 | 0/2 $mg/m^{3\,(T)}$ | - | A2 (M) | واکنش ریوی |
| 607 | سولفور مونوکلرید<br>Sulfur monochloride | 135/03 | - | C 1 ppm | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 608 | پنتا فلوئورید گوگرد<br>Sulfur pentafluoride | 254/11 | - | C 0/01 ppm | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه |
| 609 | ترا فلورید گوگرد<br>Sulfur tetrafluoride | 108/07 | - | C 0/1 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛آسیب ریه |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 610 | سولفوریل فلوئورید<br>Sulfuryl fluoride | 102/07 | 5 ppm | 10 ppm | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 611 | سولپروفوس<br>Sulprofos | 322/43 | 0/1 $mg/m^3$ (IVF) | - | پوست؛<br>A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 612 | الیاف های شیشه مصنوعی فایبرگلاس رشته ای پیوسته<br>(Synthetic vitreous fibers) | - | 1 f/cc(F)<br>5 $mg/m^3$ | -<br>- | A4<br>A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| | الیاف پشم شیشه<br>(Glass Wool fibers) | - | 1 f/cc(F) | - | A3 | |
| | الیاف پشم سنگ<br>(Rock wool fibers) | - | 1 f/cc(F) | - | A3 | |
| | الیاف پشم سرباره<br>(Slag wool fibers) | - | 1 f/cc(F) | - | A3 | |
| | فایبرگلاسهای خاص<br>(Special purpose glass fibers) | - | 1 f/cc(F) | - | A3 | |
| | الیاف نسوز سرامیکی<br>(Refractory Ceramic fibers) | - | 0/2 f/cc(F) | - | A3 | فیبروز ریه؛ واکنش ریوی |
| 613 | 2و4و5- تری کلروفنوکسی استیک اسید (2،4،5-T)<br>2،4،5-Trichloro phenoxy acetic acid | 255/94 | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 617 | تالک<br>Talc<br>فاقد آزبست<br>containing no asbestos fibres | - | 2 $mg/m^3$ (E,R) | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| | دارای آزبست<br>containing asbestos fibres | - | حد مجاز آزبست(K) | - | A1 | |
| 618 | تلوریم و ترکیباتش بصورت تلوریم به استثناء تلورید هیدروژن<br>Tellurium and compounds, as Te, excluding hydrogen telluride | 127/6 | 0/1 $mg/m^3$ | - | - | بوی بد دهان |
| 619 | هگزا فلورید تلوریم<br>Tellurium hexafluride | 241/61 | 0/02 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | تنفسی |
| 620 | تمفوس<br>Temephos | 466/46 | 1 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 621 | تربوفوس<br>Terbufos | 288/45 | 0/01mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 622 | اسید ترفتالیک<br>Terephthalic acid | 166/13 | 10 mg/m$^3$ | - | | - |
| 623 | ترفنیل ها<br>Terphenyls | 230/31 | - | C 5 mg/m$^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 624 | 1و1و2و2- تترابرمواتان<br>1،1،2،2,-Tetra bromoethane | 345/70 | 0/1 ppm (IVF) | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ ادم ریه؛ آسیب کبدی |
| 625 | 1و1و1و2- تتراکلرو -2 و2- فلوئورو اتان<br>1،1،1،2-Tetra chloro- 2،2 difluoroethane | 203/83 | 100 ppm | - | - | آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 626 | 1و1و2و2- تتراکلرو -1 و2- فلوئورو اتان<br>1،1،1،2-Tetra chloro- 1،2 difluoroethane | 203/83 | 50 ppm | - | - | آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 627 | 1و1و2و2- تتراکلرواتان<br>1،1،2،2-Tetra chloroethane | 167/86 | 1 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب کبدی |
| 628 | تترا کلرو اتیلن یا پرکلرواتیلن<br>Tetrachloroethylene | 165/80 | 25 ppm | 100 ppm | BEI ؛A3 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 629 | تترا کلرو نفتالن<br>Tetrachloromethane | 265/96 | 2 mg/m$^3$ | - | - | آسیب کبدی |
| 630 | تترا اتیل سرب<br>Tetraethyl lead, as Pb | 323/45 | 0/1 mg/m$^3$ | - | پوست؛ A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 631 | تترا اتیل پیرو فسفات<br>Tetraethyl pyrophosphate | 290/20 | 0/01 mg/m$^3$ (IVF) | - | پوست؛ $BEI_A$ | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 632 | تترا فلوئورو اتیلن<br>Tetrafluoroethylene | 100/20 | 2 ppm | - | A3 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 633 | 1و1و1و2 - تترا فلورو اتان<br>1،1،1،2-tetra | 102/03 | 1000 ppm | - | - | |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | یادداشت‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | fluoroethane | | | | | |
| 634 | تتراهیدروفوران<br>Tetrahydrofuran | 72/10 | 50 ppm | 100 ppm | پوست؛<br>A3 | آسیب کبدی و کلیوی؛<br>سرطان کبدی و کلیوی |
| 635 | نمک های فسفونیوم تتراکیس (هیدروکسی متیل)<br>Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium salts<br>کلرید فسفونیوم تترا کیس (هیدروکسی متیل)<br>Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride<br>سولفات فسفونیوم تترا کیس (هیدروکسی متیل)<br>Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium sulfate | 190/56<br><br>406/26 | 2 $mg/m^3$<br><br>2 $mg/m^3$ | -<br><br>- | A4<br><br>حساسیت؛<br>A4 | کاهش وزن بدن؛<br>اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی |
| 636 | ترا متیل سرب<br>Tetramethyl lead, as Pb | 267/33 | 0/15 $mg/m^3$ | - | پوست | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 637 | ترا متیل سوکسینو نیتریل<br>Tetramethyl succinonitrile | 136/20 | 0/5 ppm | - | پوست | سردرد؛ تهوع؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی |
| 638 | ترا نیترو متان<br>Tetranitromethane | 196/04 | 0/005 ppm | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان قسمت فوقانی تنفسی |
| 639 | تتریل<br>Tetryl | 287/15 | 1/5 $mg/m^3$ | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 640 | تالیم و ترکیباتش، بصورت تالیوم<br>Thallium and compounds, as Tl | 204/37<br>متفاوت | 0/02 $mg/m^3$ | - | پوست | نوروپاتی محیطی؛<br>آسیب گوارشی |
| 641 | 4و4'- تیوبیس (6- ترت- بوتیل- متا- کروزول)<br>4،4'-Thiobis (6-tert-butyl-m-cresol) | 358/52 | 1 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 642 | اسید تیوگلیکولیک<br>Thioglycolic acid | 92/12 | 1 ppm | | پوست | تحریک قسمت پوست و چشم |
| 643 | کارید تیونیل<br>Thionyl chloride | 118/98 | - | 0/2 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | تنفسی |
| 644 | تیرام<br>Thiuram | 240/44 | 0/05<br>$mg/m^3$ (IVF) | | A4<br>حساسیت | تاثیر در وزن بدن؛ اثرات خونی |
| 645 | قلع<br>Tin<br>فلزی<br>ترکیبات معدنی و اکسیدی بجز هیدرید<br>Oxide & inorganic compounds, except tin hydride<br>ترکیبات آلی<br>Organic compounds | 118/69<br>متفاوت<br>متفلوت | 2 $mg/m^3$<br>2 $mg/m^3$<br>0/1 $mg/m^3$ | -<br>-<br>0/2 $mg/m^3$ | -<br>-<br>پوست؛ A4 | پنوموکونیوزیس (یا استانوزیس)<br><br><br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات روی سیستم ایمنی بدن |
| 646 | دی اکسید تیتانیم<br>Titanium oxide | 79/90 | 10 $mg/m^3$ | - | A4 | تحریک قسمت تحتانی تنفسی |
| 647 | ارتو تولیدین<br>o-Tolidine | 212/28 | - | - | پوست؛ A3 | سوزش چشم؛ مثانه و کلیه؛ سرطان مثانه؛ مت هموگلوبینی |
| 648 | تولوئن<br>Tlouene | 92/13 | 20 ppm | - | A4<br>EBI | اختلالات بصری؛ اثرات سیستم تولید مثل زنان؛ |
| 649 | ‡ تولوئن -2و4- یا 2و6- دی ایزوسیانات (یا بصورت مخلوط)<br>Toluene -2،4- or 2،6-diisocyanate(or as a mixture) | 174/15 | 0/005 ppm | 0/02 ppm | حساسیت (A4) | حساسیت های تنفسی |
| 650 | پارا تولوئن سولفونیل کلراید<br>p-Toluenesulphonyl chloride | 190/65 | - | 5 $mg/m^3$ | - | |
| 651 | ارتو تولوئیدین<br>o-Toluidine | 107/15 | 2 ppm | - | پوست؛ A3 | - |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 652 | متا تولوئیدین<br>m-Toluidine | 107/15 | 2 ppm | - | پوست؛<br>A3 | سوزش چشم ؛ مثانه و کلیه<br>مت هموگلوبینی |
| 653 | پارا تولوئیدن<br>p-Toluidine | 107/15 | 2 ppm | | پوست؛<br>A3 | مت هموگلوبینی |
| 654 | تری بیوتیل فسفات<br>Tributyl phosphate | 266/32 | 0/2 ppm | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد |
| 655 | اسید تری کلرو استیک<br>Trichloroacetic acid | 163/39 | 1 ppm | | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 656 | 1و2و4- تری کلرو بنزن<br>benzene 1،2،4-Trichloro | 181/46 | - | C 5ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 657 | 1و1و2- تری کلرو اتان<br>ethane 1،1،2- Trichloro | 133/41 | 10 ppm | | پوست؛<br>A3 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی |
| 658 | تری کلرو اتیلن<br>Trichloroethylene | 131/40 | 10 ppm | 25 ppm | A2<br>BEI | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سمیت کلیوی؛ کاهش قوه ادراک |
| 659 | تری کلرو فلوئورو متان<br>methane Trichlorofluro | 137/38 | | C 1000ppm | A4 | حساسیت های قلبی عروقی |
| 660 | تری کلرو نفتالن<br>Trichloronapthalene | 231/51 | 5 $mg/m^3$ | - | پوست | آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه |
| 661 | 1و2و3- تری کلرو پروپان<br>propane 1،2،3-Trichloro | 147/43 | 10 ppm | - | پوست؛<br>A3 | - |
| 662 | 1و1و2- تری کلرو-1و2و2- تری فلوئورو اتان<br>1،1،2-Trichloro-1،2،2-Trifuoroethane | 187/40 | 1000 ppm | 1250 ppm | A4 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 663 | تری سیکل آزول<br>Tricyclazole | 189/24 | 3 $mg/m^3$ | - | - | |
| 664 | تری کلرو فون<br>Trichlorphon | 257/60 | 1$mg/m^3$ | - | A4؛<br>$BEI_A$ | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 665 | تری اتانول آمین<br>Triethanloamine | 149/22 | 5 $mg/m^3$ | | - | سوزش پوست و چشم |
| 666 | تری اتیل آمین<br>Triethylamine | 101/19 | 1 ppm | 3 ppm | پوست؛ | اختلالات بصری |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نشانه‌ها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | A4 | |
| 667 | تری فلوئورو برمو متان<br>Trifluobromo methane | 148/92 | 1000 ppm | - | - | اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی |
| 668 | 1و3و5- تری گلیسیدیل -اس- تری آزینتریون<br>1،3،5-Triglycidyl-S-Triazinetrione | 297/25 | 0/05 mg/m$^3$ | - | - | آسیب های تولید مثل در مردان |
| 669 | تری ملیتیک انیدرید<br>Trimellitic anhydride | 192/12 | 0/0005 mg/m$^3$ (IVF) | 0/002 mg/m$^3$ (IVF) | پوست حساسیت | حساسیت های سیستم تولید مثل |
| 670 | تری متیل آمین<br>Trimethyl amine | 59/11 | 5 ppm | 15 ppm | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ |
| 671 | تری متیل بنزن (مخلوط ایزومرها)<br>Trimethyl benzene ((mixed Isomers | 120/19 | 25 ppm | - | - | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسم؛ اثرات خونی |
| 672 | تری متیل فسفیت<br>Trimethyl phosphite | 124/08 | 2 ppm | - | - | تحریک چشم بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 673 | 2و4و6- تری نیترو تولوئن<br>2،4،6-Trinitro toluene (TNT) | 227/13 | 0/1 mg/m$^3$ | - | پوست | مت هموگلوبینی؛ آسیب کبدی؛ آب مروارید |
| 674 | تری اورتوکرسیل فسفات<br>Triorthocresyl phosphate | 368/37 | 0/1 mg/m$^3$ | - | پوست؛ A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 675 | تری فنیل فسفات<br>Triphenyl phosphate | 326/28 | 3 mg/m$^3$ | - | A4 | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 676 | تنگستن<br>Tungsten, as W<br>فلزات و ترکیبات نامحلول<br>Metal and insoluble compounds<br>ترکیبات محلول<br>soluble compounds | 183/85<br>متفاوت<br>متفاوت | 5 mg/m$^3$<br>1 mg/m$^3$ | 10 mg/m$^3$<br>3 mg/m$^3$ | -<br>- | تحریک قسمت تحتانی تنفسی<br>اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ فیبروز ریه |
| 677 | ترپنتین و منوترپن های منتخب<br>Turpentine and selected Monoterpenes | 136/00<br>متفاوت | 20 ppm | - | A4<br>حساسیت | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| | | | | | | مرکزی؛ آسیب ریه |
| 678 | اورانیوم طبیعی ترکیبات محلول و نامحلول آن بصورت اورانیوم Uranium(natural) Soluble and insoluble | 238/03 متفاوت | 0/2 $mg/m^3$ | 0/6 $mg/m^3$ | A1 BEI | آسیب کلیوی |
| 679 | ان- والر آلدئید n-Valer aldehyde | 86/13 | 50 ppm | - | - | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ پوست |
| 680 | پنتوکسید وانادیوم Vanadium pentoxide as V | 181/88 | 0/05 $mg/m^3$ | - | A3 | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی |
| 681 | میست روغن های نباتی Vagetable oils mist | متغیر | 10 $mg/m^3$ | - | - | اثرات تنفسی |
| 682 | استات وینیل Vinyl acetate | 86/09 | 10 ppm | 15ppm | A3 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 683 | برومایدوینیل Vinyl bromide | 106/96 | 0/5 ppm | - | A2 | سرطان کبد |
| 684 | کلرید وینیل Vinyl chloride | 62/50 | 1 ppm | - | A1 | سرطان ریه؛ آسیب کبدی |
| 685 | 4- وینیل سیکلوهگزان 4- Vinyl cyclohexene | 108/18 | 0/1 ppm | - | A3 | آسیب های تولید مثل در مردان و زنان |
| 686 | وینیل سیکلوهگزان دی اکسید Vinyl cyclohexene dioxide | 140/18 | 0/1 ppm | - | پوست؛ A3 | آسیب های سیستم تولید مثل در مردان و زنان |
| 687 | فلورید وینیل Vinyl fluoride | 46/05 | 1 ppm | - | A2 | سرطان کبد و آسیب کبدی |
| 688 | ان- وینیل -2- پیرولیدون N-Vinyl-2-pyrrolidone | 111/16 | 0/05 ppm | - | A3 | آسیب کبدی |
| 689 | کلرید وینیلیدن Vinylidene chloride | 96/95 | 5 ppm | - | A4 | آسیب کبدی و کلیوی |
| 690 | فلوئورید وینیلیدن Vinylidene flouride | 64/04 | 500 ppm | - | A4 | آسیب کبدی |
| 691 | وینیل تولوئن Vinyl toluene | 118/18 | 50 ppm | 100 ppm | A4 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم |
| 692 | وارفارین Warfarin | 308/32 | 0/1 $mg/m^3$ | - | - | انعقاد خون |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | نمادها | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TWA | STEL/C | | |
| 693 | غبار چوب<br>Wood dust<br>سرو قرمز غربی<br>Western red cedar<br>گونه های دیگر<br>سرطان زائی<br>All other species carcinogenicity<br>بلوط و راش<br>Oak and beech<br>غان ؛ چوب ماهون و درخت ساج ؛ گردو<br>Birch, mahogany, teak, walnut<br>غبار کلیه چوب های دیگر<br>All other wood dusts | نامشخص | 0/5 mg/m$^3$<br>1 mg/m$^3$<br>-<br>-<br>- | -<br>-<br>-<br>- | A4؛<br>حساسیت<br>-<br>A1<br>A2<br>A4 | آسم<br>عملکرد ریوی |
| 694 | گزیلن (ایزومرهای ارتو، متا و پارا)<br>Xylene) o-, m-, p-(isosmers | 106/16 | 100 ppm | 150 ppm | A4<br>BEI | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| 695 | متا گزیلن آلفا و آلفا دی امین<br>m-Xylene α, α-diamine | 136/20 | - | C 0/1mg/m$^3$ | پوست | تحریک چشم؛ پوست |
| 696 | گزیلیدین (مخلوط ایزومرها)<br>Xylidine (mixed isomers) | 121/17 | 0/5 ppm (IVF) | - | پوست؛<br>A3 | آسیب کبدی؛<br>مت هموگلوبینی |
| 697 | ایتریوم و ترکیبات آن<br>Yttrium and Compounds, as Y | 77/91 | 1 mg/m$^3$ | - | - | فیبروز ریه |
| 698 | دمه کلرید روی<br>Zinc chloride fume | 136/29 | 1 mg/m$^3$ | 2 mg/m$^3$ | - | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی |
| 699 | کرومات روی<br>Zinc chromates, as Cr | متفاوت | 0/01 mg/m$^3$ | - | A1 | سرطان بینی |
| 700 | اکسید روی<br>Zinc oxide | 71/37 | 2 mg/m$^3$ | 10 mg/m$^3$ | - | تب دمه فلزی |
| 701 | دی استئارات روی یا استئارات روی<br>Zinc stearate | 632/35 | 10 mg/m$^3$<br>4 mg/m$^{3\,(R)}$ | 20mg/m$^3$ | - | |
| 702 | زیرکونیوم و ترکیباتش<br>Zirconium and compounds, as Zr | 91/22 | 5 mg/m$^3$ | 10 mg/m$^3$ | A4 | - |

# ضمائم حدود مجاز مواجهه با عوامل شیمیایی

**ضمیمه الف: سرطان زایی**

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

**A1 - سرطان زای تائید شده انسانی**

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

**A2 - مشکوک به سرطان زایی در انسان:**

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

الف - اطلاعات متناقض

ب - اطلاعات ناقص از لحاظ کمیت

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

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

**A3 - سرطان زای تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان**

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

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

**A4 - غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان زای انسانی**:

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

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

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

مواجهه‌های شغلی با عوامل سرطان‌زا باید در حداقل میزان نگهداشته شود.کارگرانی که با سرطان‌زاهای طبقهA1 بدون حد مجاز مشخص، مواجهه دارند می‌بایست به طور صحیح برای حذف بیشترین حد ممکن هنگام مواجهه با این مواد تجهیز شوند. برای سرطان زاهای A1 با حد مجاز(OEL) مشخص و سرطان زاهای 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 هوابرد مشخص در محیط‌های کاری وجود داشته باشد. زمانی که شواهد کافی در مورد یک ذره وجود داشته باشد، برای آن OEL تعیین می‌شود. چنانچه این شواهد برای ذرات، کم یا ناکافی باشد، در یک گروه خاصی تحت عنوان PNOS قرار می‌گیرند. کلیه ذرات این گروه دارای یک حد مجاز یکسان می‌باشند مگر آنکه مطالعه ها و پژوهشهای آتی، اطلاعات کافی

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

الف- ذره فاقد OEL کاربردی باشد.

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

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

باور این کمیته بر آن است که ذراتی که از لحاظ بیولوژیکی خنثی، نامحلول یا دارای انحلال ـ پذیری کم باشند، ممکن است دارای اثرات زیان آور باشند و توصیه می‌شود که غلظت ذرات قابل استنشاق[1] هوابرد آنها در مقادیر کمتر از $3\,mg/m^3$ و غلظت ذرات قابل تنفس[2] آنها کمتر از $10\,mg/m^3$ حفظ شود تا زمانی که حدود مجاز اختصاصی برای آنها تعیین شود.

## ضمیمه ج- معیار نمونه‌برداری مبتنی بر انتخاب سایز ذرات هوابرد

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

### تأثیر اندازه ذرات در تعیین محل ته‌نشینی آنها در دستگاه تنفسی

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

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

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

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

---

1 - Respirable

2 - Inhalable

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

1) حد مجاز مواجهه ذرات قابل تنفس[1] (IPM-OEL):

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

2) حد مجاز مواجهه ذرات توراسیکی[2] (TPM-OEL):

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

3) حد مجاز مواجهه ذرات قابل استنشاق[3] (RPM-OEL):

شامل آن دسته از مواد شیمیایی است که درصورت 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 درنظر گرفتن موقعیت نمونه‌بردار نسبت به مسیر جریان باد می‌باشد:

$$IPM\ (d_{ae})=0{,}5[1+\exp(-0{,}06d)]$$

برای ذراتی که $0 < d \leq 100\ \mu m$ باشد.

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

**ب) توده ذرات توراسیکی**:

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

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

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

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

ln: لگاریتم طبیعی

1- Inhalable Particulate Matter

2- Thoracic Particulate Matter

3- Respirable Particulate Matter

Γ: 11/64 µm

Σ= 1/5

**ج - توده ذرات قابل استنشاق:**

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

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

که F(x) همان مفهوم اشاره شده در بخش قبلی است اما Γ = 4/25 µm و ∑ =1/5 می‌باشد.

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

جدول 1: ذرات قابل تنفس

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

جدول 2: ذرات توراسیک

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

جدول 3: ذرات قابل استنشاق

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

## ضمیمه د : معیار حد مجاز مواجهه شغلی برای مخلوط‌ها

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

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

**کاربرد فرمول مخلوط مواد برای حالت اثرات افزایشی**

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

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

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

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

رابطه محاسباتی اثر افزایشی برای مواجهه همزمان با عوامل زیان‌آور با مقادیر حدود مجاز شغلی STEL 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 5 برابر حد OEL–TWA آن ماده خواهد بود.

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

جدول د-1 حالتهای مختلف ترکیب احتمالی انواع حدود مجاز در فرمول اثر افزایشی مخلوط

| تمام شیفت یا کوتاه مدت | ماده 1 | ماده 2 |
|---|---|---|
| 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 (5 برابر TWA) | OEL – C یا STEL |
| کوتاه مدت | OEL – STEL | OEL – C |

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

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

که:

$T_{1STEL}$ : OEL – STEL

$T_2$ : OEL – TWA ماده بدون دارا بودن STEL

**محدودیت ها و موارد خاص**

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

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

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

لازم به ذکر است که در مخلوط مواد سرطان زا در دسته‌های 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:

| عامل شیمیایی | نتایج پایش کل شیفت (OEL-TWA) | نتایج مواجهه کوتاه مدت (OEL-STEL) |
|---|---|---|
| استون | 160ppm (500 ppm) | 490 ppm (750 ppm) |
| استات بوتیل نوع دوم | 20 ppm (200 ppm) | 150 ppm (تعیین نشده) |
| متیل اتیل کتون | 90 ppm (200 ppm) | 220 ppm (300 ppm) |

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

مواجهه کل شیفت کمتر از حد مجاز است.

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

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

آنالیز مواجهه کوتاه مدت به روش زیر انجام می‌شود:

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

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

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

**مثال ب - اثرات مستقل:**

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

$$\frac{C1}{T1} \le 1 \qquad \frac{C2}{T2} \le 1 \qquad \frac{C3}{T3} \le 1$$

هوایی حاوی غلظت سرب معادل 0/12 $mg/m^3$ سرب (با OEL =0/15 ) و 0/7 $mg/m^3$ اسید سولفوریک (با OEL =1 ) موجود است.

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

غلظت مخلوط کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

## ضمیمه ه: حداقل محتوای اکسیژن[1]

تحویل اکسیژن کافی به بافت‌های بدن برای ادامه حیات لازم بوده و به: 1) سطح اکسیژن موجود در هوای دمی 2) وجود و یا عدم وجود بیماریهای ریوی 3) سطح هموگلوبین خون 4) کینتیک[2] اکسیژنی که به هموگلوبین متصل می‌گردد 5) بازده قلبی و 6) 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 90 درصد کاهش یابد. در اشباع اکسیژن هموگلوبین بین 80 تا 90 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 آمفیزمی، اکسیژن درمانی برای اشباع اکسیژن هموگلوبین زیر 90 درصد، تجویز می‌شود. تا وقتی که فشار جزئی اکسیژن ($PO_2$) در مویرگهای ریوی بالای 60 تور بماند، هموگلوبین بیش از 90 درصد اشباع خواهد شد و سطح نرمال انتقال اکسیژن در افراد بزرگسال سالم حفظ خواهد شد. به علت فضای مرده آناتومیکی، دی‌اکسیدکربن و بخار آب، سطح فشار جزئی اکسیژن آلوئولی 60 تور برابر است با فشار جزئی اکسیژن 120 تور در هوای اطراف.

NIOSH فشار نسبی اکسیژن آلوئولی 60 تور را به عنوان حد فیزیولوژیکی تعیین کرده و محیطی که فشار جزئی اکسیژن در آن کمتر از 132 تور باشد را به عنوان محیطی که کمبود اکسیژن دارد، درنظر گرفته است. وجود حداقل 19/5 درصد اکسیژن در سطح دریا ( فشار جزئی 148 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 5000 فوتی، فشار جزئی اکسیژن اتمسفری به 120 تور می‌رسد و در ارتفاع بیش از8000 فوتی انتظار می‌رود به کمتر از 120 تور برسد. اثرات فیزیولوژیکی کمبود اکسیژن و تغییرات فشار جزئی اکسیژن با ارتفاع از سطح دریا برای هوای خشک شامل 20/948 درصد اکسیژن در جدول و-1 نشان داده شده‌است. هیچ گونه اثرات فیزیولوژیکی به واسطه نقصان اکسیژن در افراد بزرگسال و سالم در فشار جزئی اکسیژن بیشتر از 132 تور یا در ارتفاع کمتر از 5000 فوت انتظار نمی‌رود.

برخی ضایعات تطابق با تاریکی در ارتفاعات بیش از 5000 فوت گزارش شده است. در فشار جزئی اکسیژن کمتر از 120 تور (معادل ارتفاع حدود 7000 فوت یا 5000 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 132 تور را توصیه می‌کند که در برابر گازهای خنثی جایگزین شونده با اکسیژن و فرایندهای مصرف اکسیژن در ارتفاعات تا 5000 فوت محافظت ایجاد می‌کند.

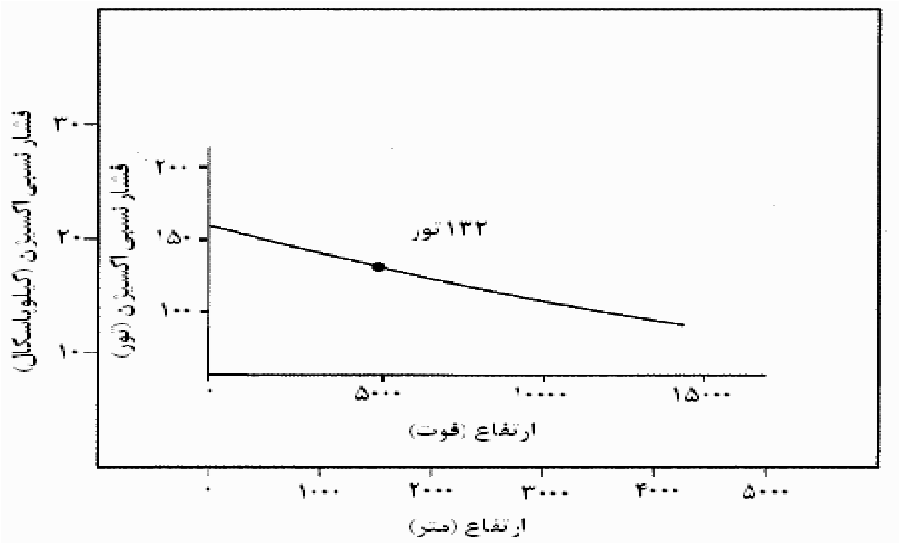
شکل ه-1، نمودار نسبت $PO_2$ با افزایش ارتفاع است که نشان دهنده حداقل مقدار 132 تور است. اگر فشار جزئی اکسیژن کمتر از 132 تور باشد یا اگر کمتر از مقدار قابل انتظار برای آن ارتفاع باشد، مطابق جدول ه-1، اقدامات جایگزینی همچون ارزیابی کامل محیطهای محصور برای شناسایی علت غلظت پایین اکسیژن، استفاده از پایشهای مداوم جامع با وسایل هشداردهنده توصیه می‌شود. در کارگران تطابق یافته با ارتفاع، تطابق با ارتفاع می‌تواند ظرفیت کاری افراد را تا 70 درصد افزایش دهد. استفاده از

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

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

بعضی از گازها و بخارات وقتی در غلظتهای بالا در هوا حضور می‌یابند در مرحله نخست به عنوان خفه کننده ساده بدون اثرات عمده فیزیولوژیک عمل می‌کنند. یک OEL ممکن است برای هر خفه کننده ساده پیشنهاد نشده باشد زیرا فاکتور محدود کننده، اکسیژن موجود است.کمبود اکسیژن اتمسفری هشدارهای کافی را فراهم نمی‌نماید و بیشتر خفه کننده‌های ساده نیز بی بو هستند. این فاکتور بایستی در محدود کردن غلظت خفه کننده به ویژه در ارتفاعات بیشتر از 5000 فوت جایی‌که $PO_2$ اتمسفر ممکن است کمتر از 120 تور باشد، در نظر گرفته شود.

شکل ه-1 نمودار فشار نسبی اکسیژن (PO2) با افزایش ارتفاع، که فشار جزئی اکسیژن پیشنهادی 132 تور است.



جدول ه-1 فشار بارومتریک، فشار نسبی اکسیژن و درصد تغییرات غلظت اکسیژن با ارتفاع و اثر فیزیولوژیکی

| ارتفاع فوت (متر) | فشار بارومتریک تور، هوای خشک[1] (کیلوپاسکال) | $pO_2$ معادل، تور هوای خشک در 20/948 درصد اکسیژن[2] (کیلوپاسکال) | درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا[3] (درصد) | تأثیر فیزیولوژیکی مقادیر $pO_2$[4] |
|---|---|---|---|---|
| 0 (0) | 760 (101) | 159 (21/2) | 20/9 | - |
| 1000 (305) | 731 (97/4) | 153 (20/4) | 20/1 | - |
| 2000 (610) | 704 (93/8) | 147 (19/6) | 19/3 | - |
| 3000 (914) | 677 (90/3) | 142 (18/9) | 18/7 | - |
| (1219) 4000 | 652 (86/9) | 137 (18/3) | 18 | - |
| (1524) 5000 | 627 (83/6) | 131 (17/5) | 17/2 | هیچ اثری در بزرگسالان سالم ندارد. |
| (1829) 6000 | 603 (80/4) | 126 (16/8) | 16/6 | از دست دادن سازگاری با تاریکی می‌تواند در ارتفاعات بالای 5000 فوت اتفاق افتد. |
| (2134) 7000 | 580 (77/3) | 121 (16/1) | 16 | افزایش تهویه ریوی و برون ده قلبی، عدم تعادل، افت دقت و قدرت تفکر |
| (2438) 8000 | 559 (74/5) | 117 (15/6) | 15/4 | قرار گرفتن سریع در ارتفاع بالاتر از 8000 فوت ممکن است باعث بیماری ارتفاع بالا(آلکالوز تنفسی، سردرد، تهوع و استفراغ) در افراد تطابق نیافته شود. صعود سریع ریسک ادم ریوی و مغزی در ارتفاع بالا را افزایش می‌دهد. |
| (2743) 9000 | 537 (71/6) | 112 (14/9) | 14/7 | - |

| ارتفاع فوت (متر) | فشار بارومتریک تور، هوای خشک[1] (کیلوپاسکال) | $pO_2$ معادل، تور هوای خشک در 20/948 درصد اکسیژن[2] (کیلوپاسکال) | درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا[3] (درصد) | تأثیر فیزیولوژیکی مقادیر $pO_2$[4] |
|---|---|---|---|---|
| (3048) 10000 | 517 (68/9) | 108 (14/4) | 14/2 | - |
| (3353) 11000 | 498 (66/4) | 104 (13/9) | 13/7 | خستگی غیرنرمال در اعمال نیرو، عدم تعادل، قضاوت ضعیف، آشفتگی عصبی |
| (3658) 12000 | 479 (63/8) | 100 (13/3) | 13/2 | - |
| (3962) 13000 | 461 (61/5) | 98 (12/9) | 12/8 | - |
| (4267) 14000 | 443 (59/1) | 93 (12/4) | 12/2 | نارسایی در تنفس، قضاوت و هماهنگی خیلی ضعیف، بینایی ضعیف |

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

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

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

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

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

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

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

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

روش محاسبه دوطرفه (RCP) برای بدست آوردن حدود مواجهه شغلی (OEL) حلالهای هیدروکربنی تصفیه شده، بکار می‌رود. این حلالها اغلب بصورت مخلوطی هستند که از تقطیر نفت خام در یک دامنه مشخص نقطه جوش بدست می‌آیند. این مخلوطها ممکن است بیش از 200 جزء از هیدروکربنهای آلیفاتیک (آلکانها)، سیکلوآلیفاتیک (سیکلو آلکان) و آروماتیک با رنج 5 تا 15 کربن باشند.

دو جنبه RCP عبارتند از: متدولوژی و مقادیر راهنمای گروهی[1] ($GGV_S$). فرمول RCP یک OEL مشخص را براساس نسبت جرم مخلوط، $GGV_S$ و در جائیکه کاربرد داشته باشد OEL ماده خالص، محاسبه می‌کند. دو نمونه از $GGV_S$ منتشر شده در جدول ز-1 نشان داده شده که، $GGV_S$ از ستون B یا C و OEL از ستون D بدست می‌آید.

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

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

1- Group guidance values

جدول و-1 مقادیر راهنمای گروهی (GGV)

| A<br>Hydrocarbon Group | B<br>McKee et al.<br>($mg/m^3$) | C<br>UK-HSE 40/2000<br>($mg/m^3$) | D<br>ACGIH® Unique TLVs® ($mg/m^3$) |
|---|---|---|---|
| $C_5$–$C_6$ Alkanes | 1500 | 1800 | Pentane, all isomers (1770)<br>Hexane isomers (1760) |
| $C_7$–$C_8$ Alkanes | 1500 | 1200 | Heptane, all isomers (1640)<br>Octane, all isomers (1401) |
| $C_5$–$C_6$ Cycloalkanes | 1500 | 1800 | Cyclopentane (1720)<br>Cyclohexane (350) |
| $C_7$–$C_8$ Cycloalkanes | 1500 | 800 | Methyl cyclohexane (1610) |
| $C_7$–$C_8$ Aromatics | 200 | 500 | Toluene (75)<br>Xylene, all isomers (434)<br>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)<br>Naphthalene (52)<br>Cumen (246) |

## کاربرد:

RCP فقط برای حلالهای هیدروکربنی که شامل آلفاتیک های اشباع شده (نرمال، ایزو آلکانها و سیکلو آلکانها) و آروماتیک‌ها با تعداد کربن $C_5 - C_{15}$ که از مواد نفتی بدست می‌آیند و دارای نقطه جوش 35-320°c است، بکار می‌رود و برای مواد نفتی مشتق از سوختها، روغنهای روان‌کننده یا مخلوط حلالها بکار نمی‌رود. همچنین برای هیدروکربنهایی که سمیت آنها بطور معنی‌داری بیشتر از مخلوط است (مثل بنزن) نیز بکار نمی‌رود.

اگر تمام اجزاء مخلوط شامل موادی با OEL مشخص باشد، باید مطابق ضمیمه عمل نمود. هنگامی که مخلوط شامل مقدار مشخصی از یک ماده است که یک OEL دارد. (در مواردی که استفاده از OEL باعث کمتر شدن $GGV\text{-}TWA_{mixture}$ شود)، همان مقادیر مشخص OEL باید در RCP وارد شود (ستون D جدول و-1). هنگامیکه مخلوط به تنهایی یک OEL مشخص دارد، برای آن مقدار از روشهای این ضمیمه استفاده نمی‌شود. رابطه محاسبه دو طرفه مخلوط عبارتست از:

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

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

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

Fa : کسر جرم مایع گروه (یا ماده) در مخلوط هیدروکربنی (بین 1-0)، درصد وزنی

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

**محدودیت‌ها:**

برای محاسبه فرمول باید در ترکیب مخلوط، جزئیات درصد جرم گروههای جدول و -1 مشخص باشد.

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

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

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

**مثال:**

حل: مطابق ستون D از جدول ز-1 ، $GGV_{mixture}$ به طریق زیر بدست می‌آید:

$$GGV_{mixture} = \frac{1}{\frac{0/45}{1500} + \frac{0/4}{1200} + \frac{0/09}{200} + \frac{0/06}{75}} = 531 \cong 550 \ \ mg/m^3$$

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/m3) |
|---|---|---|
| آلکانهای C7 – C8، سیکلوآلکانها | %45 | 1500 |
| آلکانهای C9 – C10، سیکلوآلکانها | %40 | 1200 |
| آروماتیک‌های C7 – C8 | %9 | 200 |
| تولوئن | %6 | 75 |
| بنزن | <%1 | 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[1]

### پایش بیولوژیک[2]

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

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

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

1- Biological Exposure Indices

2- Biological Monitoring

## شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه

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

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه به طور کلی معرف مقادیری است که در پائین تر از آن اثرات زیان-آوری بر سلامتی کارگران وجود نداشته باشد. هر چند BEI جهت سنجش اثرات زیان آور یا تشخیص بیماری ها توصیه نشده، معذلک متخصصین بهداشت حرفه‌ای را جهت شناسایی و تعیین مقدار مواد شیمیایی که علاوه بر استنشاق، از طریق پوست یا گوارش جذب شده‌اند، یاری 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 می باشد. به دلایل مختلف، میزان جذب افراد یک گروه شاغل با یکدیگر متفاوت است، از این رو ممکن است بین اطلاعات به دست آمده از نتایج نمونه‌برداری هوا و پایش بیولوژیکی تناقضات زیر مشاهده گردد. لذا قبل از طراحی و تفسیر برنامه پایش بیولوژیکی، مراجعه به مستندات اختصاصی BEIs ضروری است.

- تفاوت فیزیولوژیکی و سطح سلامتی کارگران از جمله: ساختار بدنی، رژیم غذایی، فعالیت آنزیمی و متابولیکی، ترکیب مایعات بدن، سن، جنس، بارداری، مصرف دارو و بیماری.
- فاکتورهای مواجهه شغلی مانند: سرعت، شدت و مدت زمان انجام کار، مواجهه پوستی، دما و رطوبت، مواجهه هم زمان با انواع مواد شیمیایی و سایر عادات شغلی.
- برنامه زمانی نمونه برداری[2]. 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.

---

1- Occupational Exposure Limit

2- Schedule Sampling

- فاکتورهای روش کار شامل: آلودگی ثانویه نمونه، تخریب نمونه هنگام جمع آوری، نگهداری و تجزیه و نیز خطا و اشتباه در انتخاب روش تجزیه.
- موقعیت قرار گیری وسیله پایش هوا نسبت به منطقه تنفسی کارگر.
- توزیع اندازه ذرات و فراهم زیستی.[1]
- میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی.
- فاکتورهای مواجهه غیر شغلی مانند: آلاینده‌های خانگی[2] و محیطی، آلودگی آب و غذا، بهداشت فردی، استعمال دخانیات، دارو و الکل، مواجهه با بعضی مواد شیمیایی که مصرف خانگی دارند، مواجهه با مواد شیمیایی مربوط به تفریح و سرگرمی یا موجود در سایر محیط های کاری.

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

## جمع آوری نمونه

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

- ابتدای شیفت[3]: 16 ساعت بعد از خاتمه مواجهه.
- در طی شیفت[4]: در هر زمان پس از 2 ساعت مواجهه.
- انتهای شیفت[5]: در اولین فرصت پس از خاتمه مواجهه.
- انتهای هفته کاری[6]: بعد از 4 یا 5 روز مواجهه مداوم.

---

1- Bioavailability

2- Household

3- Prior to Shift

4- During Shift

5- Prior to Shift

6- End of Shift

- اختیاری[1]: در هر زمان دلخواه.

## مقبولیت[2] 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 gr/L 3 - 0/3 یا وزن مخصوص بین 1/030 – 1/010

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

## ضمانت کیفی

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

متخصصین بهداشت حرفه‌ای جهت ارزیابی صحت و درستی نتایج، بایستی همراه با نمونه کارگر، یک سری نمونه کور[3] شامل انواع نمونه شاهد[4] و نمونه‌های حاوی استاندارد افزوده[5] تهیه و به آزمایشگاه ارسال نمایند، تا بدین وسیله نسبت به توانایی آزمایشگاه در اندازه‌گیری دقیق BEI، اطمینان حاصل کنند.

---

1 .Discretionary

۲ - Acceptability

۳ - Blind

٤ - Blank

٥ - Spiked

### نمادهای ملاحظات

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

### کاربرد BEIs

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

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

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه صرفاً جهت کنترل خطرات بهداشتی بالقوه در کارگر توصیه شده و جهت استفاده در جمعیت‌های عمومی و مواجهات غیر شغلی مناسب نمی باشد. شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه برای 8 ساعت مواجهه روزانه در 5 روز هفته کاربرد دارد، هر چند ممکن است در برخی مشاغل، از تغییر برنامه زمان کاری استفاده شود، معذلک کمیته BEI هیچ گونه تغییر یا فاکتور اصلاحی را در BEIs توصیه نمی‌کند. مقادیر BEI نه خط مرزی بین سلامت و غلظت های خطرناک بوده و نه شاخص سمیت محسوب گردیده و بایستی توسط مطلعین بهداشت حرفه‌ای استفاده گردد. از آن جایی که دانش متابولیسم، توزیع، تجمع، دفع و اثرات مواد شیمیائی به طور مؤثری در استفاده از BEIs مفید می باشد، لذا هنگام تصویب BEIs از اطلاعات توکسیکوکینتیک[1] و توکسیکودینامیک[2] نیز بهره گرفته شده است.

| شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS[3] No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| 1 | استن<br>ACETONE | [67-64-1] | استن در ادرار | انتهای شیفت | 50 mg/L | غیراختصاصی |
| 2 | آفت کش های مهار کننده استیل کولین استراز<br>ACETYLCHOLINESTERAS INHIBITING PESTICIDES | -- | فعالیت کولین استرازی در گلبول های قرمز | اختیاری | 70% فعالیت پایه خود فرد | غیراختصاصی |
| 3 | آنیلین<br>ANILINE | [62-53-3] | آنیلین در ادرار | انتهای شیفت | -- | غیرکمی |
| | | | آنیلین آزاد شده از هموگلوبین در خون | انتهای شیفت | -- | غیرکمی |
| | | | پارا آمینوفنل در ادرار | انتهای شیفت | 50 mg/L | زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی |

1- Toxicokinetic

2- Toxicodynamic

3- Chemical Abstracts Service

| شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS[3] No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| 4 | آرسنیک فلزی ARSENIC, ELEMENTALترکیبات 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 متیله در ادرار | انتهای هفته کاری | 35 µgAs/L | زمینه |
| 5 | بنزن BENZENE | [71-43-2] | اس - فنیل مرکاپتوریک اسید در ادرار | انتهای شیفت | 25µg/g کراتینین | زمینه |
| | | | ترانس - ترانس موکونیک اسید در ادرار | انتهای شیفت | ۵۰۰ µg/g کراتینین | زمینه |
| 6 | 1و3 بوتادی ان 1،3-BUTADIENE | [106-99-0] | 1و2 دی هیدروکسی - 4 - (ان - استیل سیستئینیل) - بوتان در ادرار | انتهای شیفت | 2/5 mg/L | زمینه و غیراختصاصی |
| | | | مخلوط ان -1 و ان -12 (هیدروکسی بوتینیل) والین متصل شده به هموگلوبین (Hb) در خون | اختیاری | 2/5 pmol/g هموگلوبین | غیراختصاصی |
| 7 | 2- بوتوکسی اتانول و 2- بوتوکسی اتیل استات 2-BUTOXYETHANOL and 2-BUTOXYETHYL ACETATE | [111-76-2] | بوتوکسی استیک اسید (BAA) در ادرار | انتهای شیفت | 200mg/g کراتینین | --- |
| 8 | کادمیوم CADMIUM و ترکیبات غیرآلی آن and INORGANIC COMPOUNDS | [7440-43-9] | کادمیوم در ادرار | اختیاری | 5µg/g کراتینین | زمینه |
| | | | کادمیوم در خون | اختیاری | 5µg/L | زمینه |

| شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS[3] No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| 9 | دی سولفید کربن<br>CARBON DISULFIDE | [75-15-0] | 2-تیواکسوتیازولیدین - 4-کربوکسیلیک اسید (TTCA) در ادرار | انتهای شیفت | 0/5 mg/g کراتینین | زمینه و غیراختصاصی |
| 10 | منوکسید کربن<br>CARBON MONOXIDE | [75-15-0] | کربوکسی هموگلوبین در خون | انتهای شیفت | 3/5% هموگلوبین | زمینه و غیراختصاصی |
| | | | منوکسید کربن در هوای بازدم | انتهای شیفت | 20ppm | زمینه و غیراختصاصی |
| 11 | کلروبنزن<br>CHLOROBENZENE | [108-90-7] | 4-کلروکاتکول در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 100 mg/g کراتینین | غیراختصاصی |
| | | | پاراکلروفنل در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 20mg/g کراتینین | غیراختصاصی |
| 12 | کروم(VI) و فیوم های محلول در آب<br>CHROMIUM (VI), Water-soluble fume | -- | کروم کل در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 25µg/L | --- |
| | | | | افزایش یافته در طول شیفت | 10µg/L | --- |
| 13 | کبالت<br>COBALT | [7440-48-4] | کبالت در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 15µg/L | زمینه |
| | | | کبالت در خون | انتهای شیفت در آخر هفته | 1µg/L | زمینه و غیراختصاصی |
| 14 | سیکلوهگزانول<br>CYCLOHEXANOL | [108-93-0] | 1و2-سیکلوهگزان دی ال در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | -- | غیرکمی و غیراختصاصی |
| | | | سیکلوهگزانول در ادرار | انتهای شیفت | -- | غیرکمی و غیراختصاصی |
| 15 | سیکلوهگزانون<br>CYCLOHEXANONE | [108-94-1] | 1و2-سیکلوهگزان دی ال در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 80mg/L | نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| | | | سیکلوهگزانول در ادرار | انتهای شیفت | 8mg/L | نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| 16 | دی کلرومتان<br>DICHLOROMETHANE | [75-09-2] | دی کلرومتان در ادرار | انتهای شیفت | 0/3 mg/L | نیمه‌کمی |
| 17 | ان و ان دی متیل استامید<br>N,N-DIMETHYLACETAMIDE | [127-19-5] | ان - متیل استامید در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 30 mg/g کراتینین | --- |

| شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS[3] No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| | | | | | | |
| 18 | ان و ان دی متیل فورمامید (DMF) N,N-DIMETHYLFORMAMIDE | [68-12-2] | ان - متیل فورمامید در ادرار | انتهای شیفت | 15 mg/L | --- |
| | | | ان - استیل - اس -(ان - متیل کاربامویل) سیستئین در ادرار | ابتدای آخرین شیفت هفته | 40 mg/L | نیمه‌کمی |
| 19 | 2- اتوکسی اتانول (EGEE) و 2-اتوکسی اتیل استات (EGEEA) 2-ETHOXYETHANOL and 2-ETHOXYETHYL ACETATE | [110-80-5] And [111-15-9] | 2- اتوکسی استیک اسید در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 100 mg/gکراتینین | --- |
| 20 | اتیل بنزن ETHYL BENZENE | [100-41-4] | مجموع ماندلیک اسید و فنیل گلی اگزالیک اسید در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 0/7 mg/gکراتینین | نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| | | | اتیل بنزن در هوای بازدم | اختیاری | -- | نیمه‌کمی |
| 21 | * فلورایدها FLUORIDES | -- | فلورایدها در ادرار | ابتدای شیفت | 3 mg/g کراتینین | زمینه و غیراختصاصی |
| | | | | انتهای شیفت | 10 g/g کراتینین | زمینه و غیراختصاصی |
| 22 | فورفورال FURFURAL | [98-01-1] | فوروئیک اسید در ادرار | انتهای شیفت | 200 mg/L | غیراختصاصی |
| 23 | ان - هگزان n-HEXANE | [110-54-3] | 2و5- هگزان دی ان در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 0/4 mg/L | --- |
| 24 | سرب LEAD | [7439-92-1] | پروتوپورفیرین روی (ZPP) در خون | حداقل پس از 1 ماه مواجهه | 250µg/dL گلبولهای قرمز | زمینه |
| | | | | | 100µg/dL خون | زمینه |
| | | | دلتا آمینو لوولنیک (ΔALA) در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 5 mg/L | نیمه‌کمی |
| | | | سرب در خون | اختیاری | 30µg/dL | --- |
| تذکر: زنان باردار با سرب خون بالاتر از 10 µg/dL به طور بالقوه در معرض ریسک به دنیا آوردن نوزادن با سرب خون بیش از مقادیر توصیه شده توسط مرکز کنترل بیماری ها (CDC)، قرار دارند. ریسک نارسائی شناختی در این کودکان بالا بوده و لذا سرب خون آنان بایستی به طور منظم پایش شده و اقدامات مناسبی جهت به حداقل رساندن مواجهه محیطی این کودکان اتخاذ گردد. (پیشگیری از مسمومیت با سرب در نوزادان - CDC - اکتبر 1991) | | | | | | |

| شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS[3] No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| 25 | جیوه<br>MERCURY | -- | جیوه غیرآلی کل در ادرار | ابتدای شیفت | 35µg/g کراتینین | زمینه |
| | | | جیوه غیرآلی کل در خون | انتهای شیفت در آخر هفته | 15µg/L | زمینه |
| 26 | متانول<br>METHANOL | [67-56-1] | متانول در ادرار | انتهای شیفت | 15 mg/L | زمینه و غیراختصاصی |
| 27 | القاء کننده های متهموگلوبینی<br>METHEMOGLOBIN INDUCERS | -- | مت هموگلوبین در خون | در طول یا انتهای شیفت | 1/5% هموگلوبین | زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| 28 | 2- متوکسی اتانول (EGME) و متوکسی اتیل استات (EGMEA)<br>2-METHOXYETHANOL and 2-METHOXYETHYL ACETATE | [109-86-4] and [110-49-6] | 2- متوکسی استیک اسید در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 1mg/g کراتینین | --- |
| 29 | متیل ان- بوتیل کتون<br>METHYL n-BUTYL KETONE | [591-78-6] | 2و5 - هگزان دی ان در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 0/4 mg/L | --- |
| 30 | متیل کلروفرم<br>METHYL CHLOROFORM | [71-55-6] | متیل کلروفرم در هوای بازدم | ابتدای آخرین شیفت هفته | 40ppm | --- |
| | | | تری کلرواستیک اسید در ادرار | انتهای هفته کاری | 10 mg/L | نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| | | | تری کلرواتانول کل در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 30 mg/L | نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| | | | تری کلرواتانول کل در خون | انتهای شیفت در آخر هفته | 1 mg/L | غیراختصاصی |
| 31 | 4و4- متیلن بیس (2-کلروآنیلین) [MBOCA]<br>4,4-METHYLENE BIS (2-CHLOROANILINE) | [101-14-4] | MBOCA کل در ادرار | انتهای شیفت | -- | نیمه‌کمی |
| 32 | متیل اتیل کتون (MEK)<br>METHYL ETHYL KETONE | [78-93-3] | MEK در ادرار | انتهای شیفت | 2 mg/L | --- |
| 33 | متیل ایزوبوتیل کتون (MIBK)<br>METHYL ISOBUTYL | [108-10-1] | MIBK در ادرار | انتهای شیفت | 1 mg/L | --- |

| شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS[3] No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| | KETONE | | | | | |
| 34 | ان-متیل -2-پیرولیدین N-METHYL-2PYROLIDONE | [872-50-4] | 5- هیدروکسی - ان - متیل -2-پیرولیدون در ادرار | انتهای شیفت | 100 mg/L | --- |
| 35 | نیتروبنزن NITROBENZENE | [98-95-3] | پارانیتروفنل کل در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 5 mg/g کراتینین | غیراختصاصی |
| | | | متهموگلوبین در خون | انتهای شیفت | %1/5 هموگلوبین | زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| 36 | پاراتیون PARATHION | [56-38-2] | پارانیتروفنل کل در ادرار | انتهای شیفت | 0/ 5 mg/g کراتینین | غیراختصاصی |
| | | | فعالیت کولین استراز در گلبول های قرمز | اختیاری | %70 فعالیت پایه خود فرد | زمینه، نیمه‌کمی و غیراختصاصی |
| 37 | پنتاکلروفنل (PCP) PENTACHLOROPHENOL | [87-86-5] | PCP کل در ادرار | ابتدای آخرین شیفت هفته | 2 mg/g کراتینین | زمینه |
| | | | PCP آزاد در پلاسما | انتهای شیفت | 5 mg/L | زمینه |
| 38 | فنل PHENOL | [108-95-2] | فنل در ادرار | انتهای شیفت | ۲۵۰mg کراتینین | زمینه و غیراختصاصی |
| 39 | بای فنیل های پلی کلرینه (PCBs) POLYCHLOROBIPHENYLS | -- | PCB کل در خون | اختیاری | 25µg/L | --- |
| 40 | هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای(PAHs) POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS | -- | 1- هیدروکسی پیرین (1-HP) در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | -- | نیمه‌کمی |
| 41 | 2-پروپانول 2-PROPANOL | [67-63-0] | استون در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 40mg/L | زمینه و غیراختصاصی |
| 42 | استایرن STYRENE | [100-42-5] | مندلیک اسید به علاوه فنیل گلی اگزالیک اسید در ادرار | انتهای شیفت | 400mg/g کراتینین | غیراختصاصی |
| | | | استیرن در خون وریدی | انتهای شیفت | 0/2 mg/L | نیمه‌کمی |
| 43 | تتراکلرواتیلن | [127-18-4] | تتراکلرواتیلن در هوای | ابتدای شیفت | 3ppm | --- |

| شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS[3] No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| | TETRACHLORO ETHYLENE | | بازدم | | | |
| | | | تتراکلرواتیلن در خون | ابتدای شیفت | 0/5 mg/L | --- |
| 44 | تتراهیدروفوران TETRAHYDROFURAN | [109-99-9] | تتراهیدروفوران در ادرار | انتهای شیفت | 2 mg/L | --- |
| 45 | تولوئن TOLUENE | [108-88-3] | تولوئن در خون | ابتدای آخرین شیفت هفته | 0/02 mg/L | --- |
| | | | تولوئن در ادرار | انتهای شیفت | 0/03 mg/L | --- |
| | | | اتوکروزول در ادرار | انتهای شیفت | 0/ 3 mg/g کراتینین | زمینه |
| | | | اسید هیپوریک در ادرار | انتهای شیفت | 1/ 6 g/g کراتینین | زمینه و غیراختصاصی |
| 46 | تری کلرواتیلن TRICHLOROETHYLENE | [79-01-6] | تری کلرواستیک اسید در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته | 15 mg/L | غیراختصاصی |
| | | | تری کلرواتانول در خون | انتهای شیفت در آخر هفته | 0/5 mg/L | غیراختصاصی |
| | | | تری کلرواتانول در ادرار | ابتدای آخرین شیفت هفته | 100mg/L | غیراختصاصی |
| | | | ترکیبات تری کلرو کل در ادرار | ابتدای آخرین شیفت هفته | 150mg/L | غیراختصاصی |
| | | | تری کلرواتیلن در خون | انتهای شیفت در آخر هفته | -- | نیمه‌کمی |
| | | | تری کلرواتیلن در هوای بازدم | انتهای شیفت در آخر هفته | -- | نیمه‌کمی |
| 47 | اورانیوم URANIUM | [7440-61-1] | اورانیوم در ادرار | انتهای شیفت | 200µg/L | --- |
| 48 | پنتوکسید وانادیوم VANADIUM PENTOIDE | [79-01-6] | وانادیوم در ادرار | انتهای شیفت | 50 µg /g کراتینین | --- |
| 49 | گزیلن‌ها (آزمایشگاهی یا تجارتی) XYLENES (technical or commercial grade) | [95-47-6; 108-38-3; 106-42-3; 1330-20-7] | متیل هیپوریک اسید در ادرار | انتهای شیفت | 1/ 5 g/g کراتینین | --- |

## اعلام تغییرات در دست بررسی[1] (NIC)

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

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

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

| اعلام تغییرات در دست بررسی (BEIs) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | ماده شیمیایی | CAS No. | شاخص | زمان نمونه برداری | BEI | ملاحظات |
| 1 | فلورایدها FLUORIDES | -- | فلورایدها در ادرار | ابتدای شیفت | 2 mg/L کراتینین | زمینه و غیر اختصاصی |
| | | | | انتهای شیفت | 3 mg/L کراتینین | زمینه و غیر اختصاصی |

1- Notice Intended Ghanges

**References**

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

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

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

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

حد مجاز مواجهه شغلی حاضر در زمینه عوامل فیزیکی حاصل جمع بندی ترکیبی از اقتباس[1] از نهادهای نهادهای علمی و تخصصی بین المللی، اطلاعات حاصل از تجارب صنعتی، مطالعات پژوهشی[2] و تجربی داخل و خارج از کشور، اجماع[3] متخصصین و صاحب نظران و در برخی موارد ترکیبی از هر سه نوع می‌باشد. حد مجاز مواجهه شغلی با عوامل فیزیکی برای عملیات بهداشت حرفه‌ای در نظر گرفته شده است و باید فقط توسط مهندسین بهداشت حرفه‌ای تفسیر و بکار گرفته شود. حدود تعیین شده نباید در موارد زیر بکار رود:

1) ارزشیابی یا کنترل کیفیت عوامل فیزیکی در خارج از محیط کار
2) 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[4])

منظور حد مجاز عامل مورد نظر در مواجهه 8 ساعت کار روزانه و 40 ساعت کار هفتگی می باشد.

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

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

ج - حد مراقبت (اقدام) (Action Limit)

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

---

1 - Derivation

2 - Researchs

3 - Consensus

4 - Time Weight Average

## ÕÎÑ·Œ

### 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 2 ثانیه، در فرکانس‌های یک سوم اکتاوباند از 1 تا 80 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. برای این نوع مواجهه‌ها در مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی بیان شده برای فراصوت و صدا (NOISE) ، جهت پیشگیری از افت شنوایی ناشی از آن محدودیت زمانی تعیین شده است. کاهشی در مقادیر حدود مواجهه شغلی مزبور متناسب با زمان مواجهه نیز پیش بینی شده است که میزان این کاهش بستگی به میزان افزایش تراز صوت داشته و به منظور حفاظت از شنوایی افراد پیش بینی شده است.

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

معیار جایگزین و نسبتاً محدودتر دیگر که برای صداهای پر نوسان یا ضربه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، تراز فشار صوت قله (SPL-Peak) می‌باشد که بیان‌کننده تراز ضربه‌ای یا کوبه‌ای صوت بوده و مقدار آن نباید از 145 dB(L[1]) فراتر رود. در هنگام کاربرد این معیار، وسایل سنجش باید مطابق با

1- تراز صدای اندازه‌گیری شده در شبکه خطی

استاندارد IEC-804-1990 ,ANSI-S1,25-1991(R2007), ANSI-S1,4-1983(R2006) باشند و حساسیت‌پاسخ فرکانس خطی یا وزن نیافته آنها حداقل 2 هرتز باشد.

**نکته**

اصوات با دامنه فرکانس پایین در ناحیه قفسه سینه می‌تواند باعث ایجاد رزونانس (تشدید) شده که در حدود 60-50 هرتز ارتعاش کل بدن را به دنبال دارد. این حالت موجب آزار و ناراحتی افراد می‌گردد. در چنین مواردی تراز فشار صوت باید تا حدی که مشکل ایجاد شده برطرف شود، کاهش داده شود.

## فراصوت

حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در این بخش مندرج در جدول1 به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب مشهودی در توانایی شنیداری و درک محاوره طبیعی آنان ایجاد نگردد.حدود مجاز مواجهه شغلی تعیین شده در این مبحث، برای فرکانس‌های فراصوت10تا20 کیلوهرتز می‌باشدکه به منظور پیشگیری از عوارض ذهنی (Subjective) بکار رفته و در جدول شماره1 نشان داده شده است. مقادیر کلی تراز مواجهه وزنی زمانی (TWA) برای 8 ساعت مواجهه مانند حدود مجاز مواجهه شغلی صدا و برابر 85 دسی بل تعیین گردیده است. مقادیر سقف را می‌توان با استفاده از یک دستگاه سنجش تراز صوت (صداسنج)، که در حالت اندازه‌گیری "slow" و باند اندازه‌گیری یک سوم اکتاو تنظیم شده است، مورد سنجش قرار داد. مقادیر TWA را نیز می‌توان با یک دستگاه تراز سنج صوت از نوع یکپارچه (Integrating) و در تجزیه یک سوم اکتاو باند اندازه‌گیری نمود.کلیه دستگاه‌ها باید از حساسیت فرکانسی مناسب برخوردار بوده و با ویژگی‌های مندرج در IEC 804,ANSI S1,4-1983(R2006) مطابقت نمایند.

جدول1- حدود مجاز مواجهه شغلی برای فرا صوت

| فرکانس مرکزی تجزیه یک سوم اکتاوباند (کیلوهرتز) | تراز فشار فراصوت در تجزیه یک سوم اکتاو باند | | |
|---|---|---|---|
| | اندازه‌گیری شده در هوا بر حسب dB (سر فرد درون هوا) (فشار مبنا 20 میکرو پاسکال) | | اندازه‌گیری شده در آب برحسب dB (سر فرد درون آب) (فشار مبنا 1 میکرو پاسکال) |
| | مقادیر سقف | هشت TWA ساعته | مقادیر سقف |
| 10 | 105* | 88* | 167 |
| 12/5 | 105* | 89* | 167 |
| 16 | 105* | 92* | 167 |
| 20 | 105* | 94* | 167 |
| 25 | 110+ | - | 172 |
| 31/5 | 115+ | - | 177 |
| 40 | 115+ | - | 177 |
| 50 | 115+ | - | 177 |
| 63 | 115+ | - | 177 |
| 80 | 115+ | - | 177 |
| 100 | 115+ | - | 177 |

* امکان بروز ناراحتی و عدم آسایش ذهنی در برخی افراد در ترازهای 75 تا 105 دسی‌بل و در فرکانس‌های 10تا20 کیلوهرتز وجود دارد، خصوصاً اگر اصوات ماهیتاً از نوع تونال باشند. ممکن است برای جلوگیری از عوارض ذهنی نیاز به اقدامات حفاظتی و کنترل‌های مهندسی باشد. برخی مواقع ضرورتاً می‌بایست تراز اصوات تونال را در فرکانس‌های کمتر از 10 KHz به پایین‌تر از 80 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 تا30 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 15dB و بیش از مرجع 1g/rms می‌باشد، باید مواجهه کاهش یابد یا تماس مستقیم بدن با اتصالات محافظت شود(g : شتاب ثقل برابر 9/80665 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 2) 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 25 dB در فرکانسهای 500 و 1000 و 2000 هرتز تجاوز نماید (ANSI S3,6-1989). مقادیر ارائه شده در این کتابچه برای پیشگیری از افت شنوایی به محدودهٔ فرکانس‌های بالاتر مانند 3000 و 4000 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[1]) در حد 2 دسی بل در فرکانس‌های 500 ، 1000 ، 2000 ، 3000 و4000 هرتز پس از 40 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 تعین شده در این کتابچه دارند مراقبتهای پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آنها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایراقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد.

براساس جدول شماره 2 حد مجاز مواجهه شغلی با صدا بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای 8 ساعت کار روزانه برابر با 85 dB(A) است. در صورتی‌که کارگر طی نوبت کاری 8 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)[2] توصیه شده صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی[3] HCP برای 8 ساعت کار روزانه برابر با 82 dBA تعیین شده است. اجرای برنامه حفاظت شنوائی با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر شامل اندازه‌گیری و ارزیابی مدوام مواجهه کارگر، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی، آموزش و نظارت کافی بر کارگران و آزمایش شنوایی سنجی در مواقعی که شاغلین در مواجهه با صدای بیش از حد مراقبت (اقدام) توصیه شده (82 dB(A قرار دارند، ضروری است. طبق این حد مجاز، قاعده 3 دسی بل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به

1 - Noise Induced Hearing Loss

2 - Action Level

3 - Hearing Conservation Program

ازای افزایش 3 دسی بل تراز فشار صوت، زمان مجاز مواجهه نصف خواهد شد. به همین منظور برای مواجهه با تراز 88dB(A) مدت زمان مجاز 4 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[1]، هر چند حدود توصیه شده در این مبحث برای آنها به تمامی مرجعیت دارد، لیکن با توجه به فعالیت فکری آنان حد تراز معادل 8 ساعته، برای کنترل استرس شغلی و تأمین سلامت عصبی- روانی آنان به میزان 75 dB(A) تعیین می-گردد. این حد قابل تسری به سایر مشاغل نمی‌باشد.

1 - office workers

جدول 2: مقادیر حد مجاز و حد مراقبت(اقدام) مواجهه شغلی با صدا *

| مدت مواجهه در روز | حد مجاز تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A)** (فشار مبنا 20 میکروپاسکال) | حد مراقبت (اقدام) تراز معادل فشار صوت به SPL-TWA dB(A)** (فشار مبنا 20 میکروپاسکال) |
|---|---|---|
| 24 ساعت | 80 | 77 |
| 16 ساعت | 82 | 79 |
| 8 ساعت | 85 | 82 |
| 4 ساعت | 88 | 85 |
| 2 ساعت | 91 | 88 |
| 1 ساعت | 94 | 91 |
| 30 دقیقه | 97 | 94 |
| 15 دقیقه | 100 | 97 |
| 7/5 دقیقهΔ | 103 | 100 |
| 3/75 دقیقهΔ | 106 | 103 |
| 1/88 دقیقهΔ | 109 | 106 |
| 0/94 دقیقهΔ | 112 | 109 |
| 28/12 ثانیهΔ | 115 | 112 |
| 14/06 ثانیهΔ | 118 | 115 |
| 7/03 ثانیهΔ | 121 | 118 |
| 3/52 ثانیهΔ | 124 | 121 |
| 1/76 ثانیهΔ | 127 | 124 |
| 0/88 ثانیهΔ | 130 | 127 |
| 0/44 ثانیهΔ | 133 | 130 |
| 0/22 ثانیهΔ | 136 | 133 |
| 0/11 ثانیهΔ | 139 | 136 |

* مواجهه با صداهای پیوسته، متناوب کوبه‌ای با تراز فشار صوت ماکزیمم در شبکه وزن یافته C بیش از 140 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.

$^{\Delta}$ 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 120 دسی‌بل از دوزیمتر یا صداسنج های پیشرفته موسوم به (Integrated) استفاده گردد. در مقادیری که حد مجاز آن به ثانیه اعلام شده است معمولاً مصداق آن مواجهه با صدای کوبه‌ای و ضربه‌ای می‌باشد. در این صورت اگر برای هر ضربه یا کوبه زمان تداومی تعیین گردد مجموع مواجهه فرد با صدا از این حد نباید تجاوز نماید. به طور مثال اگر تراز فشار صوت 124 دسی بل و مدت تداوم هر ضربه 0/2 ثانیه باشد فرد شاغل فقط مجاز به مواجهه با 17 ضربه صوتی از این نوع در روز می‌باشد.

## صدای پیوسته یا نوبتی[1]

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 2 تجاوز نماید. این مقادیر بدون توجه به اینکه مواجهه به صورت مداوم یا به صورت مواجهه‌های کوتاه مدت است، برای کل مدت مواجهه کار روزانه به کار می‌رود. وقتی مواجهه روزانه با صدا از دو یا چند دوره زمانی با ترازهای متفاوت تشکیل شده باشد اثر ترکیبی آنها باید بیشتر از اثر جداگانه هر یک از مواجهه‌ها مورد نظر قرار گیرد در چنین مواردی برای ارزیابی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

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

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

1- Continuous or Intermittent Noise

میزان مواجهه از مقدار حد مجاز شغلی فراتر رفته است. تمام مواجهه‌های شغلی با تراز فشار صوتی 80 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 3 ثانیه ادامه داشته باشد. در غیر این صورت باید از دوزیمتر و یا صداسنج از نوع یکپارچه (integrated) استفاده شود که توانایی انجام محاسبات مربوط به تراز معادل فشار صوت[1] ($L_{eq}$) را در دوره زمانی اندازه‌گیری داشته باشد. لذا در دستگاه دوزیمتری که مطابق با اصل قاعده 3 دسی بل نسبت به زمان و تراز صدای 85 دسی بل A برای 8 ساعت مواجهه تنظیم شده است، چنانچه دوزیمتر دوز صدا را بیش از 100 درصد نشان دهد، مواجهه با صدا بیش از حد مجاز است. لذا دوز بیش از 100 در صد دلیل بر مواجهه بیش از 85 دسی بل A به ازای 8 ساعت کار است. به طور مثال دوز 300 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 2 تجاوز نماید.

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

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

در رابطه فوق، $L_{eq}$ تراز معادل مواجهه با صدا، $t_i$ طول زمان هر مواجهه به ساعت، T زمان مرجع (معمولاً 8 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 2 مقایسه و در مورد مجاز یا غیر مجاز بودن مواجهه اظهار نظر نمود.

## الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا

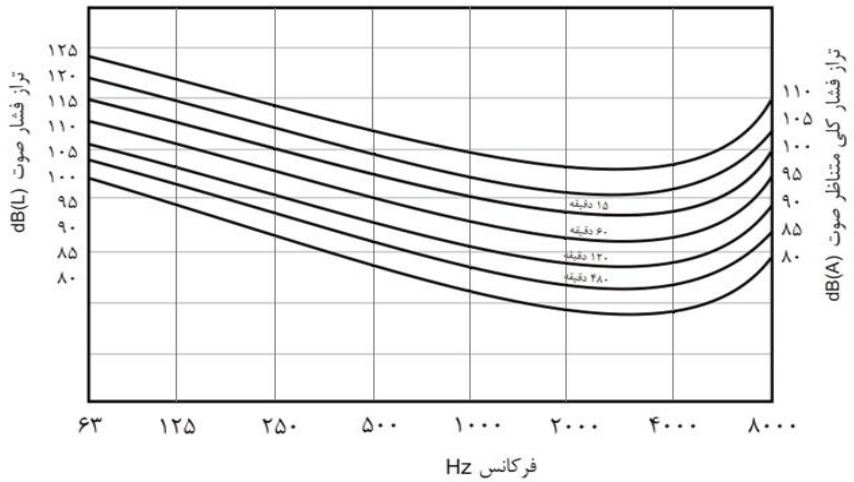
معمولاً برای ارزیابی تراز صدا در محیط کار در مقایسه با حدود مجاز شغلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه‌گیری می‌شود. ترازسنج صوت در شبکه A ، متناسب با درک شنوایی انسان از صدای واقعی محیط در ترازهای فشار صوت پایین بر مبنای منحنی‌های بلندی صوت عمل می‌کند. بر

1 -Equivalent sound pressure level

اساس تفسیر منحنی‌های بلندی صوت در تراز های فشار صوت بالا، صداسنجی و تعیین تراز کلی صدا بر مبنای شبکه A از اعتبار کافی متناسب با درک شنوایی انسان برخوردار نخواهد بود. روش تکمیلی در این خصوص بدین صورت است که در شرایطی که تجزیه فرکانسی در یک اکتاوباند و در شبکه خطی از صدای محیط صورت گیرد، می‌توان تراز معادل صدا درشبکه A را از طریق نموگرامی تحت عنوان کنتورهای تراز معادل صوت در شبکه A مطابق با شکل 1 برآورد نمود.

ترازهای فشار صوت در یک اکتاو باند شبکه خطی را می‌توان از طریق ترسیم آن بر روی این نموگرام به یک تراز معادل صدا در شبکه A تبدیل نمود. بدین منظور تراز معادل صدا در شبکه A متناسب با بالاترین نقطه یا مکان روی خطوط هم بلندی تعیین می‌گردد. تراز معادل صدا در شبکه A برآورد شده از نموگرام که ممکن است با تراز کلی صدای اندازه گیری شده با صداسنج در شبکه A متفاوت باشد برای مقایسه با حدود مجاز مواجهه از اعتبار کافی برخوردار است. منحنی‌های شکل 1 بر اساس الگوی ارائه شده توسط سازمان OSHA و همچنین منحنی خطوط هم بلندی صوت اقتباس شده است. برای استفاده از این نمودار باید مقادیر تراز فشار صوت اندازه گیری شده با آنالیز فرکانس یک اکتاو باند در شبکه خطی بر روی آن ثبت گردد. تلاقی بالاترین عدد ثبت شده با هریک از خطوط منحنی ها در سمت چپ نمودار برآورد تراز فشار صوت در شبکه وزنی A را نشان می‌دهد. به طور متناظر و همزمان می‌توان مدت زمان مجاز مواجهه شغلی با این میزان صدا را نیز بر روی خطوط منحنی ها تعیین نمود.

در این شکل خط همتراز با تراز معادل فشار صوت 85 دسی بل در شبکه وزنی A در واقع حد آستانه مجاز مواجهه شغلی را در تجزیه فرکانسی یک اوکتاوباند نشان می‌دهد و در راستای اهداف برنامه



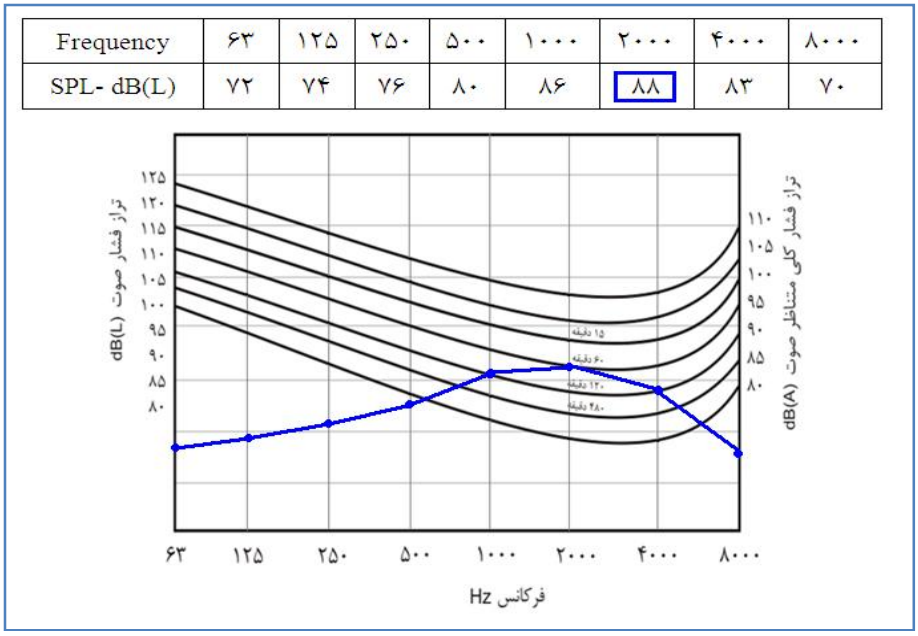

شکل 1- منحنی‌های هم بلندی برآورد تراز معادل صوت در شبکه A متناسب با تجزیه فرکانسی درشبکه خطی

حفاظت شنوایی، تراز صدا بر مبنای قاعده نصف شدن زمان مجاز مواجهه به ازای افزایش 3 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 91/52 dB(L) ثبت شده است. تراز متناظر فشار صوت [$L_{eq}$-dB(A)] و مدت زمان مجاز مواجهه را برآورد نمایید:

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




ملاحظه می‌گردد که فرکانس غالب 2000 هرتز و تراز فشار صوت در آن فرکانس برابر 88 دسی بل بوده که با منحنی مربوط به خط همتراز 95 دسی بل برخورد کرده است. این بدان معنا است که برآورد تراز فشار صوت متناظر مواجهه در شبکه وزنی A برابر 95 دسی بل است، لذا مدت زمان مجاز مواجهه روزانه این کارگر با این صدا 60 دقیقه تعیین می‌گردد.

## صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای[1]

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 140-80 دسی‌بل A و دامنه ضربه از تراز زمینه باید حداقل 63 دسی‌بل باشد. مواجهه بدون حفاظ گوش، با تراز فشار صوت بیش از 140 دسی بل در شبکه وزن یافته C مجاز نمی‌باشد. اگر وسیله اندازه‌گیری قادر به اندازه‌گیری تراز قله در شبکه وزن یافته C نباشد آنگاه باید اندازه‌گیری تراز قله (SPL- Peak) با میزان کمتر از 140 دسی بل ملاک اندازه‌گیری قرارگیرد. اندازه‌گیری و اظهار نظر در مورد صداهای ضربه‌ای یا کوبه‌ای همپوشان همانند صدا های پیوسته می‌باشد. در خصوص صدا های ضربه‌ای یا کوبه‌ای در صدای زمینه پیوسته که شامل این بند نمی‌شود، باید از قواعد صداهای نوبتی که در مبحث قبلی تشریح گردید استفاده شود.

### تذکر

1) برای صداهای ضربه‌ای بالاتر از 140 دسی بل C در هر حال باید از وسیله حفاظت از شنوایی استفاده شود و برای چنین شرایطی از محافظ شنوایی (روگوشی[2] یا توگوشی[3]) با ویژگی‌های MIL-STD-1474 C(1997) به تنهایی یا توأم استفاده شود.
2) 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 می گردد.
3) پیشنهاد می‌گردد که بانوان باردار ( بعد از 6 ماهگی) با مقادیر صدای وزن یافته SPL-TWA بیش از(C)dB 115 یا تراز پیک (C)dB 155 مواجهه نداشته باشند، زیرا این مواجهه می‌تواند باعث افت شنوایی در جنین گردد.

---

1 - Impulsive or impact Noise

2 - Ear muff

3 - Ear plug

4) 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.

5) در موارد استثنایی، حاصل جمع نسبت زمان مواجهه با تراز صوتی مشخص به زمان مجاز [ $\frac{C_1}{T_1}+\frac{C_2}{T_2}....\frac{C_n}{T_n}$ ] در هر روز می تواند از یک تجاوز نماید مشروط بر اینکه حاصل جمع 7 روزه نسبت فوق الذکر از 5 بیشتر نشود و این نسبت در هر روز از 3 بالاتر نباشد.

6) جدول 2 مدت زمانی را برای باز توانی شنوایی در نظر گرفته است که جمع مدت استراحت و مدت مواجهه مجاز با صدا 24 ساعت می‌گردد، لذا فرد در خارج از این مدت مجاز مواجهه باید در استراحت صوتی باشد. حد تعیین شده برای شرایط استراحت صوتی 70 dB(A) تعیین شده است. بنابراین نباید این افراد در مواجهه با منابع صوتی قرار گیرند که مخل استراحت شنوایی آنان تلقی می‌شود.

## ß vaÉV

### 1 - مواجهه موضعی بدن با ارتعاش

راه انتقال انرژی ارتعاشی به بدن عمدتاً اندام‌های فوقانی و تحتانی به خصوص دستها است و بدین جهت است که اثرات موضعی ارتعاش به نام سندرم دست و بازو ناشی از ارتعاش (HAVS)[1] خوانده شده است. مقادیر"حد مجاز مواجهه شغلی" ذکر شده در جدول 3 به آن مقدار مؤلفه شتاب و مدت مواجهه با آن اشاره می‌کند که تحت آن شرایط کارگران ممکن است مکرراً در مواجهه با ارتعاش باشند، بدون آنکه از مرحله یک طبقه‌بندی استکهلم برای ایجاد انگشت سفید ناشی از ارتعاش (VWF)[2] که در ضمن به نام پدیده رینولد[3] 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

1 - Hand-Arm vibration syndrome

2 - Vibration- induced white finger

3 - Raynauds phenomenon

انسانی[1] کالیبره‌ای شده که جرم شتاب سنج آن از 2 گرم تجاوز ننماید استفاده شود باید ارتعاش در سه جهت X,Y,Z مطابق مؤلفه های شکل 2 اندازه گیری شود و بالاترین شتاب ثبت شده (شتاب غالب) مربوط به هر جهت ورود باشد و با مقادیر جدول 3 مقایسه گردد. این مقادیر بایستی جهت کنترل و کاهش مواجهه با ارتعاش مورد استفاده قرار گیرند و به جهت حساسیت بعضی افراد نباید به عنوان مرز میان ایمنی و خطر تلقی گردند. باید در نظر داشت که حفاظت دست و بازو در برابر سندرم ناشی از ارتعاش فقط با اعلام یا مراعات حد مجاز مواجهه شغلی میسر نمی‌گردد و برای پیشگیری از ابتلا به عارضه مذکور باید توصیه‌های زیر بکار رود:

1) ابزار کار به وسایل و قطعات ضد ارتعاش مجهز باشد.
2) از دستکش‌های ضد ارتعاش، حین کار استفاده شود.
3) برای کاهش مواجهه با ارتعاش، کار به روش مناسب انجام گیرد به طوری که دست‌ها و بقیه بدن

جدول 3: مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش دست - بازو

(مستند به استاندارد ISO -5349-2001)

| مدت مواجهه روزانه * (دقیقه) | حد مجاز شتاب مؤثر ** معادل (جهت اصلی) ($m/s^2$) | حد مراقبت (عمل) شتاب مؤثر ** (جهت اصلی) ($m/s^2$) |
|---|---|---|
| 1440 | 0/25 | 0/15 |
| 960 | 0/50 | 0/30 |
| 480 | 0/70 | 0/42 |
| 240 | 2/90 | 1/75 |
| 120 | 4/0 | 2/40 |
| 60 | 5/0 | 3/0 |
| 30 | 8/0 | 4/8 |
| 15 | 12/0 | 7/2 |
| 7/5 | 17/5 | 10/5 |

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

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

1 - Human vibration meter

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

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

### نکاتی درباره جدول 3

1) در شکل 4 شبکه سنجش وزنی مورد استفاده قرارگرفته است که بهترین وسیله برای دستیابی به مؤلفه‌های شتاب در فرکانس‌های وزن یافته می‌باشد. از آنجایی‌که مطالعات اخیر نشان داده‌اند شبکه وزنی فرکانسی در فرکانس‌های بالا (بیش از 16 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.
2) مواجهه‌های حاد با مؤلفه‌های شتاب مؤثر (rms) در فرکانس‌های وزن یافته در مقادیری بیش از حد مواجهه شغلی که به صورت گاهگاه و یا نامکرر اتفاق می افتد (مثلاً 1 روز در هفته و یا چند روز در طی دو هفته) الزاماً زیان بالاتری ندارند و در این صورت استثنائاً افزایش دوز دریافتی تا 1/5 برابر مجاز می‌باشد.
3) 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 5 تا 6 سال مواجهه با ارتعاش را به‌بار می آورد.
4) برای جلوگیری از بروز عارضه HAVS (جدول 4) 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.
5) 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.
6) کار باید با روش مناسب انجام گیرد و بدین منظور باید کارگران در خصوص استفاده از ابزارها و فرایند های پرقدرت در حالی‌که عملیات در شرایط ایمن انجام می‌گیرد آموزش داده شوند تا:

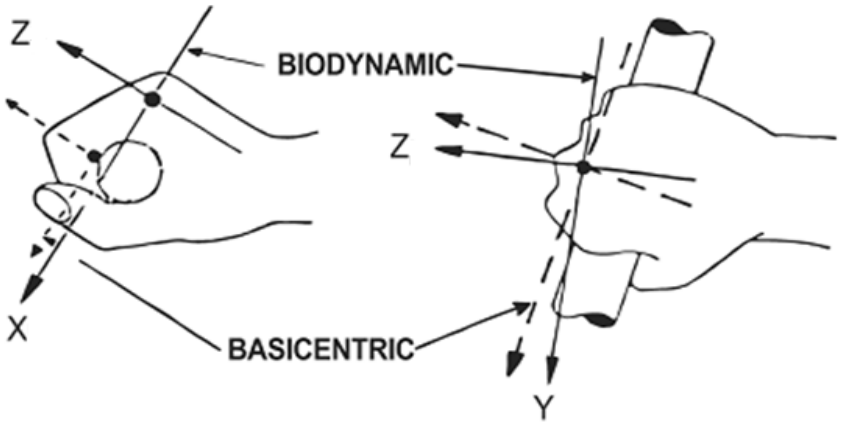
- میزان نیروی مصرفی برای چنگش و گرفتن دسته ابزار به حداقل برسد.
- بدن و دستها را گرم و خشک نگهدارند.

- از استعمال دخانیات پرهیز نمایند.

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

7) وزن شتاب سنج دستگاه همراه با وسایلی که برای مواجهه با منبع ارتعاش بکار می‌رود باید بیش از 2 گرم باشد و باید خطای اندازه‌گیری در محورهای سه گانه (X,Y,Z) کمتر از 10% باشد.

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




شکل 2- سیستم Basicentric و بیودینامیک دست، نمایش محورهای مؤلفه‌های شتاب

(ANSI S3,34 -1986(R1997) و ISO 5349- 2001)

فرکانس‌های 1500 هرتز و یا بیشتر، می‌توان خطای سنجش در هنگام خواندن مقادیر را کاهش داد.

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

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

اندازه‌گیری ارتعاش باید براساس روشها و وسایل اندازه‌گیری که توسط ISO5349(2001) و ANSI S3,34 -1986(R1997) توصیه شده انجام گیرد و خلاصه آن به شرح زیر است:

1) شتاب دسته ابزار یا قطعه کار مرتعش باید در سه محور عمود بر هم و در نقطه‌ای نزدیک به محل ورود ارتعاش به دست اندازه‌گیری شود. محورهای مزبور باید ترجیحاً منطبق بر محورهای سیستم بیودینامیک باشند اما از طرفی ممکن است در نزدیکی سیستم Basicentric هم قرار گیرند که مبدأ مختصات سیستم مزبور متناسب با شکل قطعه و دسته ابزار در محل مواجهه دست و سطح مرتعش قرار می‌گیرد (شکل 2).

2) در هنگام اندازه‌گیری، شتاب سنج (سبک و کوچک) باید به گونه‌ای نصب شود که بتواند یک یا چند مؤلفه عمود بر هم منتشره از منبع ارتعاشی در گستره فرکانس 5 تا 1500 هرتز را به دقت ثبت نماید. هر یک از مؤلفه‌های شتاب را باید در فرکانس وزن یافته[2] ثبت نمود که این کار را با کمک کمک وسایل اندازه‌گیری "پاسخ انسان به ارتعاش" که مجهز به شبکه فیلتری برای سنجش شتاب در فرکانس‌های مورد نظر هستند می توان انجام داد (شکل 3).

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

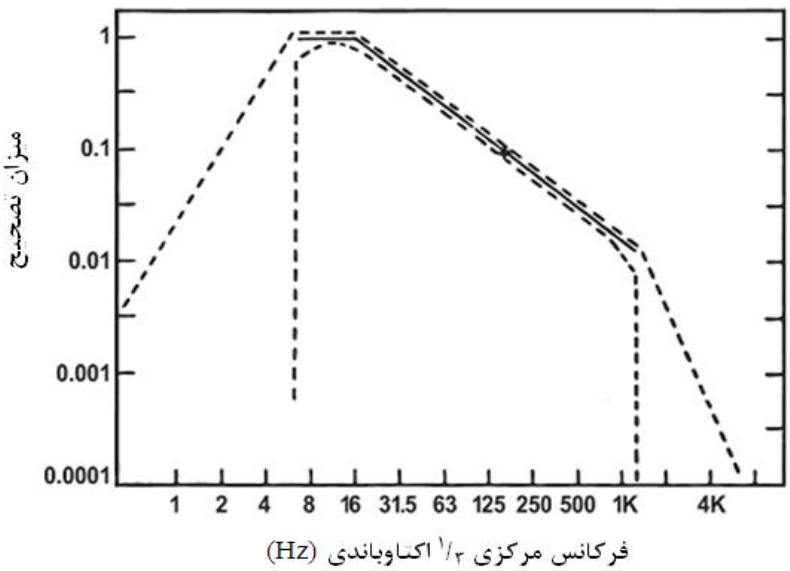
$$\left(a_{K_{eq}}\right)=\left[\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n}\left(a_{K_i}\right)^2 T_i\right]^{\frac{1}{2}}=\sqrt{\left(a_{K_1}\right)^2 T_1/T+\ldots+\left(a_{K_n}\right)^2 T_n/T}$$

---

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

2 - Frequency- Weighted

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




شکل3: خصوصیات به دست آمده بر روی شبکه فیلتری مورد استفاده در فرکانس مؤثر مولفه‌های شتاب (خط ممتد). خطوط منقطع مقاومت فیلترهایی از نوع ISO 5349(2001) و ANSI S3,34-1986(R1997) می باشد

بطوری که:

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

جدول 4: طبقه بندی استکهلم برای علائم بالینی عوارض عصبی(حسی) عروقی دست و بازو (HAVS) ناشی از سرما

| ارزیابی عروقی | | |
|---|---|---|
| **مرحله عارضه** | **درجه عارضه** | **شرح علائم بالینی** |
| صفر | - | حملاتی ندارد |
| یک | خفیف | حملات سفید شدن پوست انگشت فقط در نوک یک انگشت یا بیشتر عارض می‌شود |
| دو | متوسط | حملات سفید شدن گاه به گاه پوست انگشت در بندهای ناخن دار و بندهای میانی و به ندرت در بند پروگسیمال یک یا چند انگشت ظاهر می‌شود. |
| سه | شدید | حملات سفید شدن پوست انگشت مکرراً در همه بندها و اغلب انگشتان ظاهر می‌شود |
| چهار | خیلی شدید | تمام علائم مرحله سه به اضافه اختلال تغذیه درست در نوک انگشتان |
| **ارزیابی اعصاب حسی** | | |
| **مرحله** | **علائم بالینی** | |
| صفر (اعصاب حسی) | با ارتعاش مواجهه دارد ولی علامت بالینی ندارد | |
| یک (اعصاب حسی) | حالت کرختی متناوب، تنها و یا همراه با حس سوزن سوزن شدن در انگشتان | |
| دو (اعصاب حسی) | حالت کرختی متناوب و یا پایدار و تقلیل حس درک پوستی | |
| سه (اعصاب حسی) | حالت کرختی متناوب و یا پایدار و تقلیل حس لامسه برای تشخیص موارد متفاوت لمس همراه با تقلیل مهارت (حرکات سریع و دقیق دستی) در کارهای دستی | |
| مراحل مختلف برای هر دست جداگانه آزمایش می‌شود (برای مثال- مرحله دو در دست چپ در دو انگشت و مرحله یک در دست راست در یک انگشت 2L(2) / 1 R(1)) | | |

## 2 – ارتعاش تمام بدن

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول 5 برای مقادیر کلی و شکلهای 4 و 5 برای مقادیر تجزیه فرکانسی ارتعاش وارده به تمامی بدن ناشی از عوامل مکانیکی (WBV)[1] با مقدار برآیند سه جهت (X,Y,Z) شتاب مؤثر (RMS)[2] اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، احتمال عوارضی مانند کمردرد، اثرات سوء بر مهره‌های کمر و ناتوانی در رانندگی با وسائل نقلیه زمینی در آنان ظاهر نگردد. حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن متناسب با مدت زمان مواجهه با استناد به نمودار معادله B2 استاندارد ISO-2631-1997(R2004) تدوین شده است.

سیستم بیودینامیک بدن در شکل6 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

1) جدول شماره 6 ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحنی‌های پاسخ (ISO 2631) را نشان می‌دهد.
2) در هر یک از اشکال 4 و 5 تعدادی منحنی مستقل از یکدیگر ارائه شده است که بر اساس زمان-های مواجهه مختلف تنظیم گردیده‌اند. منحنی‌های مذکور نشان می‌دهد در گستره فرکانس 8-4 هرتز در محور z و درگستره فرکانس 2-1 هرتز در محور X و Y، در ارتعاش وارده به انسان تشدید (رزونانس) صورت می‌گیرد. محورهای مزبور در شکل 6 تعریف شده‌اند. در شکل 7 مقادیر $a_x,a_y,a_z$ مؤلفه‌های اندازه گیری شتاب در محورهای X و Y و Z است که محور X جهت پشت به طرف سینه، محور Y شانه به شانه و محور Z از پا به طرف سر می‌باشد.
3) سنجش ارتعاش تمام بدن و زمان مواجهه معادل برای مواجهه‌های منقطع هنگامی محاسبه می‌گردد که میزان شتاب مؤثر (rms) در طول زمان به طور محسوس متغیر است و این نوع سنجش باید مطابق با توصیه های استاندارد ISO-2631-1997(R2004) یا ANSI-S3,18-1979(R1999) توسط دستگاههای مخصوص سنجش ارتعاش انسانی کالیبره شده با دریافت کننده بشقابی انجام

---

1 - Whole – body Vibration

2 - Root – Mean - square

پذیرد. در دریافت کننده باید سه شتاب سنج در جهات سه گانه نصب شده باشد که جرم هر یک از 18 گرم بیشتر نباشد.

4) حد مجاز شغلی عنوان شده برای ضرایب قله 6 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 6 باشد باید با احتیاط لازم مقادیر مزبور را بکار گرفت.

جدول 5- حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن

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

| مدت مجاز مواجهه (دقیقه) | شتاب معادل (برآیند سه جهت)($m/s^2$) | حد مراقبت(عمل) (برآیند سه جهت)($m/s^2$) |
|---|---|---|
| 1440 | 0/63 | 0/38 |
| 960 | 0/70 | 0/42 |
| 480 | 0/87 | 0/50 |
| 240 | 1/10 | 0/59 |
| 120 | 1/30 | 0/72 |
| 60 | 1/60 | 0/85 |
| 30 | 1/85 | 1/10 |
| 10 | 2/45 | 1/45 |

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

جدول 6- ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی* شتاب ارتعاش تمام بدن
مطابق با منحنی‌های پاسخ شکل 4 و 5 [(ISO 2631-1997(R2004]

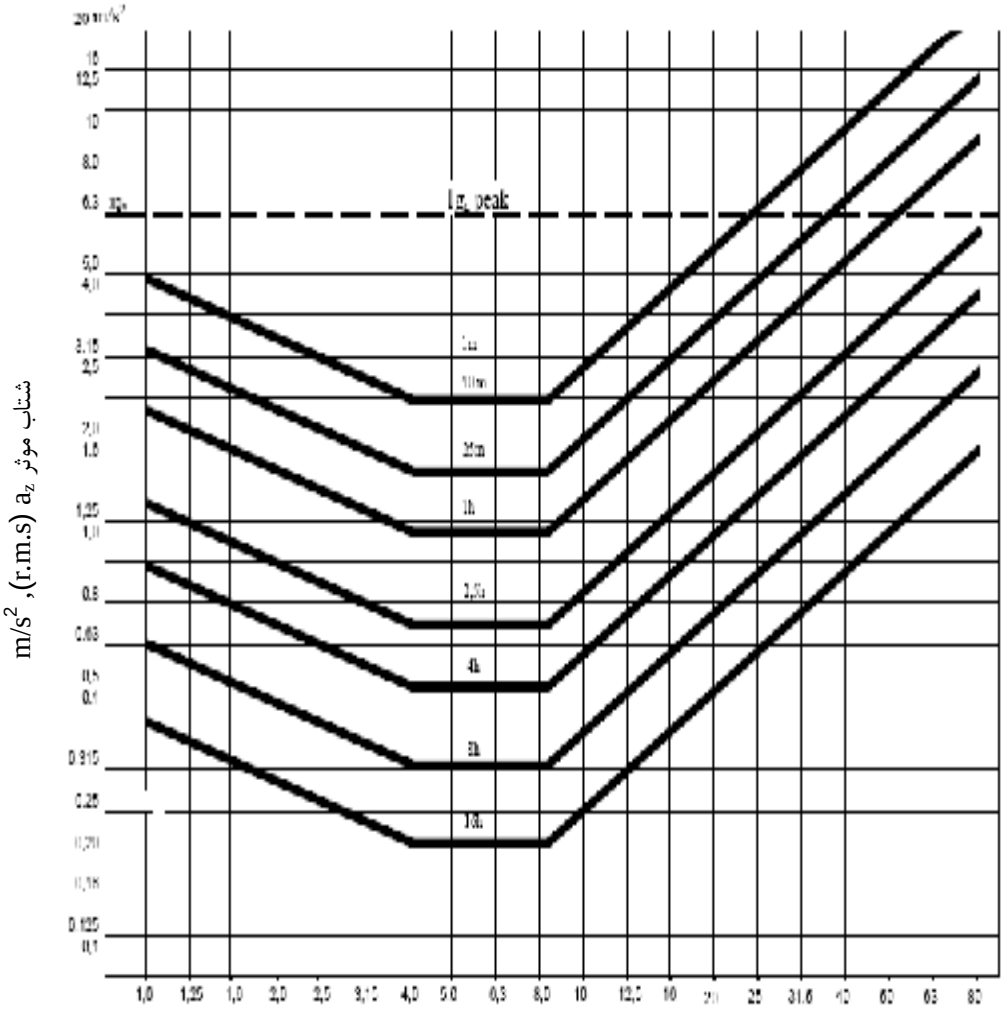
| ضرایب وزنی | | |
|---|---|---|
| ارتعاشات عرضی **X,Y** (شکل 5) | ارتعاشات طولی Z ( شکل 4) | فرکانس **Hz** . |
| 1 | 0/50 | 1 |
| 1 | 0/56 | 1/25 |
| 1 | 0/63 | 1/6 |
| 1 | 0/71 | 2 |
| 0/80 | 0/80 | 2/5 |
| 0/63 | 0/90 | 3/15 |
| 0/50 | 1 | 4 |
| 0/40 | 1 | 5 |
| 0/315 | 1 | 6 |
| 0/25 | 1 | 8/0 |
| 0/20 | 0/80 | 10 |
| 0/16 | 0/63 | 12/5 |
| 0/125 | 0/50 | 16 |
| 0/10 | 0/40 | 20 |
| 0/08 | 0/315 | 25/0 |
| 0/063 | 0/25 | 31/5 |
| 0/05 | 0/20 | 40 |
| 0/04 | 0/16 | 50 |
| 0/0315 | 0/125 | 63 |
| 0/025 | 0/10 | 80 |

* 4 تا 8 هرتز در مواردی که $a_z$ ± تشدید ارتعاش وجود دارد.

1 تا 2 هرتز در موردی که $a_y$ یا $a_x$± تشدید ارتعاش وجود دارد.

شکل 4: حدود مجاز شتاب محور طولی ($a_z$)

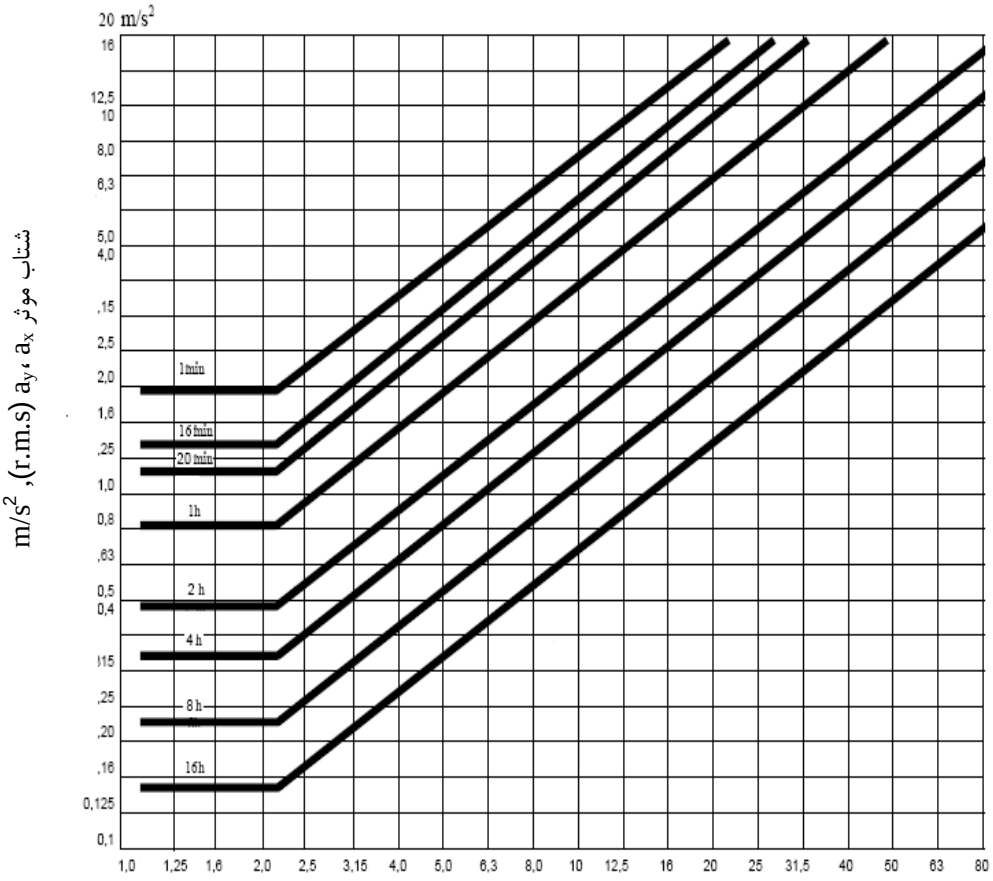
بر حسب فرکانس و زمان مواجهه [ISO 2631-1997(R2004)]



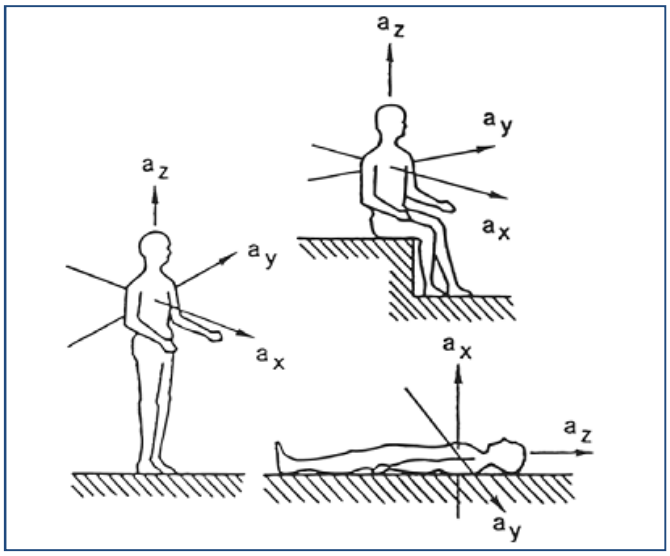

فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (هرتز)

شکل 5: حدود مجاز شتاب محورهای عرضی ($a_y$ ،$a_x$)

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




فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (هرتز)




شکل6- سیستم بیودینامیک بدن و جهات اصلی سنجش‌های شتاب ارتعاشی
[ISO 2631-1997(R2004)]

6) 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 6 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 18 گرم)، هر کدام با یک حساسیت محور عرضی کمتر از 10 % ، 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 10% وزن کل مورد در حال اندازه‌گیری، بیشتر باشد. سنجشها باید با قراردادن دیسک لاستیکی بر روی نشیمنگاه صندلی راننده و زیر باسن اپراتور در زمانی که وسیله ارتعاشی در حال کار است، انجام گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به کمر باید دیسک لاستیکی بین کمر و سطح ارتعاشی قرار گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به پا باید دیسک لاستیکی بر روی سطح مرتعش بین دو پا قرارگیرد به طوری که وزن بدن روی دیسک لاستیکی نیفتد و فقط پا با کناره لبه آن مواجهه داشته باشد.

ج - برای هر یک از محورها، در یک سوم اکتاوباند (1 تا 80 هرتز )، برای مقایسه با شکل 4 یا شکل 5 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 4 یا 5 گردد، در این صورت از حد مواجهه شغلی برای زمان مواجهه مورد نظر، فراتر رفته است. در این صورت محوری که بالاترین قله بیناب منحنی ( فرکانس غالب) و کوتاهترین زمان مواجهه را قطع می‌کند برای تعین حد مواجهه مجاز بکار می‌رود. (همانند آنچه که برای آنالیز فرکانسی صدا آورده شد).

7) 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 6 ارائه شده است. برای محور x معادله به صورت زیر است (برای محورهای Y , Z معادله‌ها و تعاریف مشابه معادله مزبور اعمال می‌گردد.):

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

در رابطه فوق $A_{wx}$ کل شتاب مؤثر وزن یافته برای محور X، $W_{FX}$ ضریب وزن یافته برای محور X در هر یک سوم اکتاو باند فرکانس‌های 1 تا 80 هرتز (جدول4)، $A_{FX}$ مقدار شتاب مؤثر (rms) برای بیناب محور X در یک سوم اکتاو باند فرکانس‌های 1 تا 80 هرتز می‌باشد.

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

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

ضریب 1/4 را که مقادیر کل شتاب مؤثر وزن یافته در محورهای X , Y ضرب شده است، در حقیقت نسبت مقادیر منحنی‌های طولی و عرضی پاسخ‌های معادل است که بر اساس دامنه پاسخ حساسترین افراد طراحی شده است. کمیسیون جامعه اروپا پیشنهاد کرده است که حد مراقبت (اقدام) در 8 ساعت کار روزانه، برای شتاب مؤثر وزن یافته 0/5 متر بر مجذور ثانیه باشد. مقدار مزبور قابل مقایسه با نتایج معادله فوق است.

9) در طول کار روزانه ممکن است ضربه‌های ارتعاشی مرکب، کوتاه مدت، با دامنه زیاد و با ضریب قله بیش از 6 وجود داشته باشد. در این موارد، حد مجاز مواجهه شغلی، حفاظت افراد را تأمین نخواهد کرد، در این مورد روش محاسبه براساس "اصل توان 4 " (در معادله برآیند) توصیه می‌گردد.

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

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

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

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

**نکته**

آنچه‌که در ویرایش قبلی تحت عنوان: مرز کاهش آسایش[1] و مرز کاهش مهارت و خستگی[2] 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 5 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 (ICRP)[1] 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 12/4 الکترون ولت (eV) بوده که معادل طول موجی تقریباً کمتر از 100 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[2]) و شرایط اقتصادی و اجتماعی نیز منظور گردد.
- حد دوز فردی: پرتوهای تابشی از منابع مختلف نباید بیشتر از دوز تعیین شده در جدول 7 باشد.
- خط مشی حد پرتوگیری شغلی در جدول 7 براساس توصیه ICRP باشد.
- براساس اصل ALARA پرتوگیری شغلی افراد می بایست به مراتب کمتر از مقادیر مجاز تعیین شده باشد.

---

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

جدول 7- مقادیر توصیه شده برای مواجهه با پرتوهای یونساز

| نوع پرتوگیری | مقدار توصیه شده |
|---|---|
| دوز مؤثر | |
| الف- در هر سال (فقط در طی یک سال) | 50 میلی سیورت |
| ب- میانگین دوره 5 ساله | 20 میلی سیورت در سال |
| دوز معادل سالانه برای: | |
| الف : عدسی چشم | 150 میلی سیورت |
| ب : پوست دست‌ها و پاها | 500 میلی سیورت |
| دوز مؤثر تجمعی : | 10 میلی سیورت × سن(برحسب سال) |
| پرتوگیری جنین وقتی حاملگی مشخص شده باشد: | |
| دوز معادل ماهانه [1] | 0/5 میلی سیورت |
| دوز سطحی( ناحیه تحتانی شکم بانوان) | 2 میلی سیورت |
| پرتوگیری داخلی | $\frac{1}{20}$ حد سالانه پرتوگیری داخلی (ALI[2]) |
| دختران رادون [3] | 4 ماه کاری (WLM) [4] |

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

2- Annual Limit on Intake

۳- Radon Doughters

٤- Working Level Monts

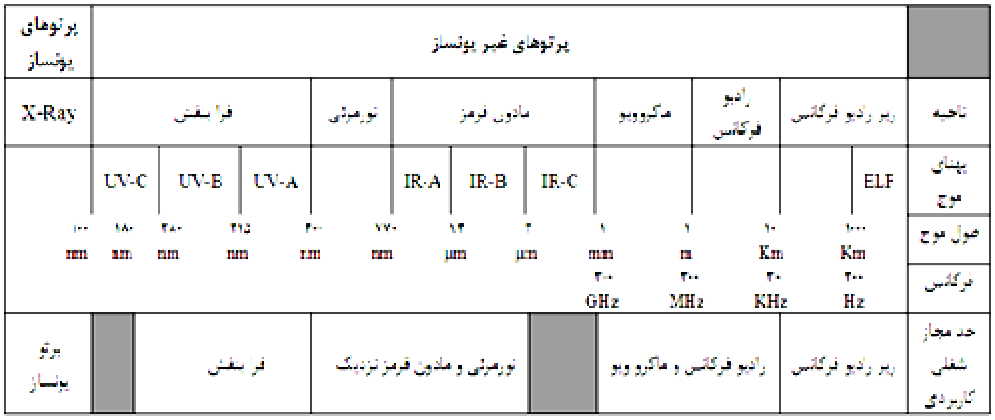
## ùŒfíÍ ûÎ¡ Ëv‰ÉÈ~‡v‰ \öÎ/

### میدان های مغناطیسی پایا

شکل 7 محدوده‌های پرتوهای غیر یونساز و میدانها و همچنین شمول استفاده از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای آنها را نشان می‌دهد. مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلی در این بخش مندرج در جدول 8، مربوط به چگالی شار مغناطیسی پایا به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در روزهای متوالی در مواجهه با آن قرار گیرند اثرات سوء بر سلامت آنان عارض نگردد. مقادیر تعیین شده باید به عنوان راهنمایی جهت کنترل مواجهه با میدانهای مغناطیسی پایا استفاده شود ولی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی گردد. مواجهه‌های شغلی عادی برای تمام بدن نباید از 60 میلی تسلا (mT) معادل 600 گوس (G) در روز و همچنین برای دستها و پاها از 600 mT (6000 G) در روز تجاوز کند. مقادیر فوق براساس میانگین وزنی زمانی (TWA) تعیین شده است.

[ 1 تسلا (T) =$10^4$ گوس (G) ]

سقف مقادیر توصیه شده برای تمام بدن در محیط‌های کاری معمول مساوی 2T و برای محیط‌های کاری کنترل شده و کارگران آموزش دیده 8T و برای اندام‌های انتهایی دستها و پاها مساوی 20T می‌باشد. احتمال دارد به علت نیروهای مکانیکی وارده از میدان مغناطیسی در وسایل و ابزاری با خاصیت فرو مغناطیسی و بعضی از وسایل پزشکی کاشته شده در بدن، مخابرات ایمنی حاصل شود. افرادی که از وسایل ضربان ساز قلبی و وسایل پزشکی الکترونیکی مشابه استفاده می‌کنند نیز نباید در مواجهه با میدان‌های بیش از 0/5 میلی تسلا (5G) قرار گیرند. همچنین در شار با شدت بیشتر ممکن است اثرات سوء ایجاد شود که حاصل نیروهای سایر وسایل کاشته شده در بدن مانند انواع بخیه‌های فلزی، گیره‌های مورد استفاده در درمان بعضی ناراحتی‌های عروقی، همچنین انواع اندام‌های مصنوعی (پروتزهای فلزی) و غیره باشد.




شکل 7- محدوده های پرتوهای غیر یونساز و میدانها و شمول استفاده از مقادیر حد مجاز مواجهه

جدول 8- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای میدانهای مغناطیسی پایا

| | TWA هشت ساعته | مقدار سقف |
|---|---|---|
| تمام بدن | 60 mT | 2 T |
| دستها و پاها | 600 mT | 20 T |
| افراد حامل وسایل پزشکی الکترونیکی | - | 0/5 mT |

### میدانهای مغناطیسی با فرکانس‌های 30 KHz و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیویی)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با دامنه چگالی شار مغناطیسی ناشی از میدان‌های مغناطیسی با گستره فرکانسی 30 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 30KHz و کمتر از آن تعیین شده است ولی نباید به عنوان یک مرز مشخص بین ایمنی و خطر تلقی شود. پرتوگیری‌های شغلی در گستره

فرکانس بی‌نهایت کم (ELF)[1] از یک تا 300 هرتز، از مقدار سقف ارائه شده در رابطه زیر نباید تجاوز کند.

$$B = \frac{60}{f}$$

در رابطه فوق، حد مواجهه شغلی برحسب میلی تسلا ($mT$) می باشد و $f$ فرکانس برحسب هرتز است.
پرتوگیری‌هـای شغلی در گستره فرکانس 300Hz تا 30 KHz (شامل باند فرکانس صوتی [ VF ] از 300 Hz تا 3 KHz و باند فرکانس خیلی کم [ VLF ] از 3 KHz تا 30 KHz است) نباید از مقدار سقف 0/2 mT تجاوز کند. مقادیر سقف برای فرکانس‌های 300 Hz تا 30KHz شامل پرتوگیری تمام بدن و همچنین قسمتی از بدن می‌باشد. مقدار حد مواجهه شغلی برای فرکانس‌های کمتر از 300 Hz در ناحیه دستها و پاها با ضریب 10 و همچنین برای بازو و ساق پا با ضریب 5 می‌تواند افزایش یابد. چگالی شار مغناطیسی (mT) = 60/f در فرکانس 60Hz مطابق با حداکثر چگالی شار مجاز 1mT می‌باشد. حد مواجهه شغلی در فرکانس 30 KHz، 0/2 mT است که مطابق با شدت میدان مغناطیسی 160/ A/m می‌باشد.

## شدت جریان تماسی

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

| |
|---|
| 1 میلی آمپر در فرکانس 1 هرتز الی 2/5 کیلو هرتز |
| 0/4 f میلی آمپر در فرکانس 2/5 الی 30 کیلوهرتز (در رابطه فرکانس برحسب کیلو هرتز) |

## توجه

1- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده براساس ارزشیابی داده‌های موجود از تحقیقات آزمایشگاهی و مطالعات مربوط به پرتوگیری انسان است. در صورت به دست آمدن اطلاعات جدیدتر، تغییراتی در مقادیر ارائه شده حاصل خواهد شد. تاکنون، اطلاعات کافی راجع به جواب‌های انسان و اثرات سوء احتمالی ناشی از میدان‌های مغناطیسی در گستره فرکانسی 1Hz تا 30KHz وجود ندارد تا بتوان براساس آنها حد مواجهه شغلی را برای برآورد میانگین وزنی زمانی پرتوگیری تعیین نمود.

1 Extremely – Low - Frequency

2- 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 50 الی 60 هرتز) در چگالی شار مغناطیسی به کوچکیmT 0/1 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 mT 0/1 و یا کمتر در فرکانس‌های مربوط به خطوط انتقال نیرو نگه داشته شود.

## میدان‌های الکتریکی پایا و میدان‌های الکتریکی با فرکانس KHz 30 و کمتر از آن ( زیر فرکانس رادیویی)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده اشاره به شدت‌های میدان با فرکانس رادیویی (30KHz 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 220 هرتز نباید از شدت میدان KV/m 25 بیشتر باشد. در فرکانس‌های 220Hz تا 3 KHz مقدار سقف شدت میدان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = 5/525 \times 10^{6} / f$$ حد مواجهه شغلی بر حسب V/m

f فرکانس برحسب هرتز است.

در حد مجاز مواجهه شغلی برای فرکانس‌های 3 KHz تا 30KHz مقدار سقف 1842 V/mمی‌باشد. این مقادیر سقف برای فرکانس‌های 3 تا 30 کیلو هرتز برای بخشی از بدن و نیز تمام بدن در نظر گرفته می‌شود.

**توجه**

1- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی براساس جریان‌های محدود در سطح بدن و جریان‌های داخلی القایی به مقادیری کمتر از آنچه که تصور می‌رود ایجاد اثرات زیان‌آوری بنماید، تعیین شده است. هرچند تاکنون دلایل و شواهد کافی مبنی بر زیان‌آور بودن پرتوگیری شغلی از این میدان‌ها برای سلامت کارکنان به دست نیامده است، اما نتایج برخی مطالعات آزمایشگاهی در شدت‌های میدان الکتریکی کمتر از مقادیر مجاز، برخی اثرات بیولوژیکی را نشان داده‌اند. در صورت به دست آمدن اطلاعات جدیدتر، تغییراتی در مقادیر ارائه شده داده خواهد شد. در حال حاضر اطلاعات کافی راجع به پاسخ‌های انسان و اثرات سوء احتمالی ناشی از میدان‌های الکتریکی در گستره فرکانسی صفر تا KHz 30 وجود ندارد تا بتوان براساس آنها حد مواجهه شغلی را برای میانگین وزنی زمانی پرتوگیری تعیین نمود.

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

3- 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 (50 الی 60 هرتز) حتی به شدتی به اندازه KV/m 2 حساسیت نشان می‌دهند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از طرف کارخانه سازنده درباره تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه ضربان ساز قلبی، تماس افراد حامل دستگاه ضربان ساز و سایر وسایل مشابه پزشکی باید در حد KV/m 1 نگه داشته شود.

## پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

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

(rms) ، شدت میدان الکتریکی(E) ، شدت میدان مغناطیسی(H) و چگالی توان معادل برای موج تخت در فضای آزاد(S) و جریانهای القایی(I) به بدن که در اثر پرتوگیری در چنین محیطی و یا در اثر مواجهه مستقیم با ماده ای که در معرض محیطهای مزبور بوده اتفاق می‌افتد، بیان می‌گردد. جدول 9 و نمودار شکل 8 حد مجاز مواجهه شغلی را برحسب فرکانس‌های مختلف بر حسب مگاهرتز (MHz) نشان می‌دهد.

**ملاحظات**

الف- حد مجاز مواجهه شغلی در جدول 1 قسمت ب، به مقدار پرتوگیری که باید براساس حد مجاز مقدار مؤثر(rms) جریان RF وارد بربدن و احتمال بروز شوک یا سوختگی حاصل از RF اشاره دارد و به صورت زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

1- برای افرادی که تکیه گاه فلزی ندارند یا به عبارتی با اجسام فلزی در تماس نیستند[1]، جریانRF وارده بر بدنشان از طریق هر پا که در هر فوت (تقریباً 30 سانتی‌متر) اندازه‌گیری می‌شود نباید از مقادیر سقف به شرح زیر تجاوز نماید:

(به ازای 0/03 < f < 0/1 MHz) I = 1000 f (برحسب میلی آمپر)

(به ازای0/1 < f <100 MHz) I = 100 ( برحسب آمپر)

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

(به ازاء 0/03 < f < 0/1 MHz) I = 1000 f (برحسب میلی آمپر)

(به ازاء 0/1 < f < 100 MHz) I = 100 (برحسب آمپر)

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

ب- حد مجاز مواجهه شغلی در جدول 1 و قسمت الف، به مقدار پرتوگیری که از طریق محاسبه میانگین در سطحی معادل سطح مقطع عمومی بدن انسان به دست می‌آید اشاره دارد (سطح تصویر شده). در مواردی که قسمتی از بدن در معرض پرتوگیری است، حد مجاز مواجهه شغلی را می‌توان

1 - Free Standing individuals

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

جدول 9- حد مجاز مواجهه شغلی با امواج رادیو فرکانس و ماکروویو

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

| فرکانس | چگالی توان، S ($W/m^2$) | شدت میدان الکتریکی، E (V/m) | شدت میدان مغناطیسی، H (A/m) | متوسط زمانی $E^2$ یا $H^2$ S (دقیقه) |
|---|---|---|---|---|
| 30 KHz –100KHz | - | 1842 | 163 | 6 |
| 100 KHz –1 MHz | - | 1842 | 16/3 /f | 6 |
| 1 MHz –30 MHz | - | 1842/f | 16/3 /f | 6 |
| 30 MHz –100 MHz | - | 61/4 | 16/3 /f | 6 |
| 100 MHz –300 MHz | 10 | 61/4 | 0/163 | 6 |
| 300 MHz –3 GHz | f /30 | - | - | 6 |
| 3 GHz –30 GHz | 100 | - | - | $33878/2 / f^{1/079}$ |
| 30 GHz –300 GHz | 100 | - | - | $67/62 / f^{0/476}$ |

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 |
|---|---|---|---|---|
| 30 KHz –100KHz | 2000 f | 1000 f | 1000 f | 0/2 S |
| 100 KHz -100 MHz | 200 | 100 | 100 | 6 min |

1 - Specific Absorption Rate

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

ج- برای پرتوگیری میدان‌های نزدیک[1] در فرکانس‌های پایین‌تر از 300 MHz، حد مجاز مواجهه شغلی برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی در جدول 9، 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:

$S = E^2 /3770$

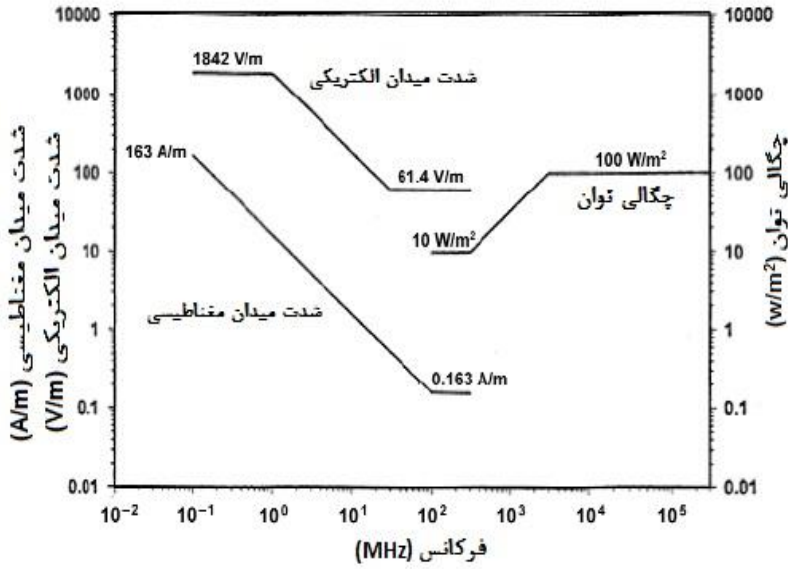
در رابطه فوق $E^2$ برحسب مجذور ولت ($V^2$) بر حسب متر مربع ($m^2$) می‌باشد و $S= 37/7\ H^2$

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

د- در مواردی که پرتوگیری از نوع پرتوهای RF پالسی در مدت کمتر از 100 msec در گستره فرکانس‌های 0/1 تا 300 گیگا هرتز باشد، حداکثر مواجهه شغلی مجاز با میدان الکتریکی لحظه ای 100 کیلو ولت بر متر است. برای پالس‌هایی که بیش از 100 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 8 - نمودار حد مجاز مواجهه شغلی امواج مایکروویو و رادیو فرکانسی
(برای جذب ویژه تمام بدن کمتر از 0/4 W/kg)

1 - Near – field exposure




**توجه**

1- 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.

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

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

3- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی جدول 9 به مقادیری اشاره دارد که در فرکانس‌های کمتر از 3 GHz در طی هر 6 دقیقه (0/1 ساعت) و برای فرکانس‌های بالاتر یعنی در 300 GHz در مدت زمانی کمتر یعنی تا 10 ثانیه تعیین شده‌اند.

4- در فرکانس‌های بین 0/1 GHz تا 3GHz، 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 0/4 W/kg بوده و به طور متوسط مقادیر قله SAR از 10 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 20 W/kg به ازاء هر 10 گرفت بافت (که به صورت حجم بافت در شکل مکعب تعریف شده است) می تواند تجاوز نماید. میانگین $SAR_s$ در طی هر 6 دقیقه محاسبه گردیده است.

ب- جریان‌های القایی به بدن را باید با مقادیر جدول 9 مطابقت داد.

5- در فرکانس‌های بیش از 3 GHz تحت شرایطی که قسمتی از بدن پرتوگیری می نماید، افزایش مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مجاز می‌باشد.

6- اندازه‌گیری شدت میدانRF به عوامل متعددی بستگی دارد که شامل ابعاد Prob و فاصله منبع از Prob می‌باشد و روش‌های اندازه‌گیری باید از توصیه‌های اعلام شده در IEEE C95,3 سال 2002 تبعیت نماید.

7- در مواردی که قله چگالی میدان الکتریکی 100 KV/m می‌باشد از هرگونه مواجهه باید اجتناب نمود.

8- امواج با پهنای باند فرکانسی زیاد UVB کاربرد های جدیدی برای تصویر برداری، ارتباطات بدون سیم (صوت، داده و تصویر)، برچسب‌های شناسایی و سیستم های امنیتی پیدا نموده است. سیگنال‌های این امواج شامل پالسهای کوتاه (معمولاً کمتر از 10 نانو ثانیه) و افزایش سریع زمانی(کمتر از 200 پیکو ثانیه)هستند که منجر به ایجاد باند خیلی پهن می‌گردد. برای پالس‌های UWB، میزان جذب ویژه برحسب وات برکیلوگرم بافت به صورت زیر بیان می‌شود.

$$SAR=S\times PW\times PRF\times 0,025$$

در رابطه فوق به ترتیب: $S$:چگالی توان معادل موج تخت $W/m^2$، $P$: پهنای مؤثر باند، $PRF$: 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 70 مگاهرتز می‌باشد.

## محدودیت های مواجهه

### 1- مواجهه با موج UWB بیشتر از 6 دقیقه:

میزان جذب ویژه محدود به 0/4 وات برکیلوگرم برای میانگین زمانی 6 دقیقه ای متناسب با سطح جذب ویژه 144 J/Kg برای 6 دقیقه می‌گردد. فرکانس تکرار پالس مجاز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

### 2- در مواجهه با موج UWB کمتراز 6 دقیقه:

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

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

## نکاتی در مورد روش اندازه گیری امواج مایکروویو و رادیوفرکانسی

1) اولین اقدام در فرایند اندازه‌گیری امواج، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه افراد است. بدین منظور می بایست مشخصات فنی منابع و همچنین مشخصات امواج انتشار یافته از منابع به ویژه از لحاظ فرکانسی، ساعات مواجهه افراد، تعداد افراد در معرض و محل های تردد و ایستگاه‌های کاری مشخص گردیده و در داخل برگه‌های مخصوص ثبت گردد.
2) جهت تعیین میزان مواجهه می‌توان شدت مؤثر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی را اندازه‌گیری کرد. در حالتی که ارتباط بین شدت‌های میدان الکتریکی و مغناطیسی مشخص است مثل محدوده میدان دور، دانسیته توان تابشی نیز می‌تواند بر اساس داشتن مقادیر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی به صورت خودکار توسط دستگاه و یا به صورت دستی محاسبه شود.
3) دستگاههای اندازه‌گیری معمولاً شامل آنتن دریافت‌کننده، آشکارساز، یک تقویت‌کننده و نمایشگر می‌باشد. آنتن و آشکار ساز به صورت کلی پروب یا جستجوگر نامیده می‌شود. آشکار ساز دستگاه معمولاً یک ترموکوپل یا جریان دیودی است. پروب دستگاه معمولاً بر اساس مدل آن به صورت جداگانه می‌تواند اختصاصاً جهت اندازه‌گیری میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی بکار رود. پهنای فرکانسی که در آن پروب ها قابلیت اندازه‌گیری دارند، نیز با توجه به مشخصات منبع انتشار امواج دارای اهمیت زیادی است.

4) اغلب پروبهای دستگاههای اندازه‌گیری به صورت تمام جهت هستند تا پاسخی صحیح که نحوه و جهت نگهداری پروب دستگاه اندازه‌گیری تأثیری در آن نداشته باشد، ایجاد نمایند. در صورتی که از آنتن تمام جهت استفاده نشود آنتن را جهت دار ( directional) گویند. بنابراین می بایست در زمان اندازه‌گیری، جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را تعیین و سپس متناسب با جهت میدان‌های منبع، جهت نگهداری آنتن تعیین گردد.
5) اندازه‌گیری میدان‌های رادیوفرکانسی معمولاً می‌بایست در ایستگاه کاری و محل کارگر انجام گیرد. توصیه می‌شود میانگین فضایی شدت امواج در اطراف سطح بدن کارگر تعیین گردد. بنابراین لازم است پروب دستگاه اندازه‌گیری در سطح زمین نگاه داشته شود و با فواصل عمودی 25 سانتی متری در راستای بدن بالا آورده شود و در هر فاصله نتایج قرائت گردند.

## حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با پرتو فرابنفش (UV) در ناحیه طیفی بین 180 و 400 نانومتر نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط شاغلین ممکن است به طور مکرر پرتوگیری نمایند بدون آنکه اثرات زیان‌آوری نظیر اریتما (سرخی پوست) و Photokeratitis[1] بر سلامتی آنان عارض شود. این مقادیر برای پرتوگیری چشم یا پوست از منابع تابشی ملتهب، فلورسنت، تخلیه بخار و گاز، قوس‌های جوشکاری و تابش خورشیدی کاربرد دارد، ولی برای لیزرهای تابش‌کننده فرا بنفش مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (به حد مجاز شغلی برای لیزرها مراجعه شود). مقادیر تعیین شده برای افراد حساس به نور که پرتوگیری فرا بنفش دارند و یا افرادی که همراه با پرتوگیری در مواجهه با عوامل حساس‌کننده به نور قرار گرفته‌اند کاربرد ندارد (به تذکر شماره 3 توجه شود). مقادیر پرتوگیری تعیین شده برای چشمان افراد بدون عدسی[2] استفاده نمی‌شود (به حدود مجاز مواجهه شغلی روشنایی و پرتوهای فرو سرخ نزدیک مراجعه شود).

مقادیر مذکور به عنوان راهنمایی جهت کنترل پرتوگیری از منابع تابشی پیوسته که طول زمان پرتوگیری بیش از 0/1 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.

---

۱ - التهاب قرنیه چشم در مواجهه با پرتو فرابنفش

2 - Aphakics

## مقادیر توصیه شده

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

## بخش اول - منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش (180 الی 400 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 درنظر گرفتن منحنی اثربخشی طیفی (270 نانومتر) از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$E_{eff} = \sum E_l S_{(l)} \Delta_l$$

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

در عمل چگالی شار تابشی مؤثر می‌تواند به صورت مستقیم با استفاده از رادیومتر اشعه فرابنفش با لحاظ نمودن اثر بخشی طیفی اندازه‌گیری گردد. میزان مواجهه مجاز روزانه با اشعه فرابنفش بر مبنای تابیدگی مؤثر برابر با 0/003 $j/cm^2$ است که بر این اساس حداکثر زمان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر به دست می آید:

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

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

جدول 10 بیان‌کننده حد مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش بر مبنای طول موج و اثربخشی طیفی نسبی آنها می‌باشد. جدول11مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک را بر حسب تابندگی مؤثر نشان می‌دهد.

---

[3] - Irradiance

جدول 10- حد مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش و اثربخشی طیفی نسبی

| *طول موج (nm) | حد مجاز مواجهه شغلی | | اثربخشی طیفی نسبی S(λ) |
|---|---|---|---|
| | $(j/m^2)\Delta$ | $(mj/cm^2)\Delta$ | |
| 180 | 2500 | 250 | 0/012 |
| 190 | 1600 | 160 | 0/019 |
| 200 | 1000 | 100 | 0/030 |
| 205 | 590 | 59 | 0/051 |
| 210 | 400 | 40 | 0/075 |
| 215 | 320 | 32 | 0/095 |
| 220 | 250 | 25 | 0/120 |
| 225 | 200 | 20 | 0/150 |
| 230 | 160 | 16 | 0/190 |
| 235 | 130 | 13 | 0/240 |
| 240 | 100 | 10 | 0/300 |
| 245 | 83 | 8/3 | 0/360 |
| 250 | 70 | 7/0 | 0/430 |
| **254 | 60 | 6/0 | 0/500 |
| 255 | 58 | 5/8 | 0/520 |
| 260 | 46 | 4/6 | 0/650 |
| 265 | 37 | 3/7 | 0/810 |
| 270 | 30 | 3/0 | 1/000 |
| 275 | 31 | 3/1 | 0/960 |
| **280 | 34 | 3/4 | 0/880 |
| 285 | 39 | 3/9 | 0/770 |
| 290 | 47 | 4/7 | 0/640 |
| 295 | 56 | 5/6 | 0/540 |
| **297 | 65 | 6/5 | 0/460 |
| 300 | 100 | 10 | 0/300 |
| **303 | 250 | 25 | 0/120 |
| 305 | 500 | 50 | 0/060 |
| 308 | 1200 | 120 | 0/026 |
| 310 | 2000 | 200 | 0/015 |
| **313 | 5000 | 500 | 0/006 |

| اثربخشی طیفی نسبی S(λ) | حد مجاز مواجهه شغلی $(mj/cm^2)\Delta$ | $(j/m^2)\Delta$ | *طول موج (nm) |
|---|---|---|---|
| 0/003 | $1/0 \times 10^3$ | $1/0 \times 10^4$ | 315 |
| 0/0024 | $1/3 \times 10^3$ | $1/3 \times 10^4$ | 316 |
| 0/0020 | $1/5 \times 10^3$ | $1/5 \times 10^4$ | 317 |
| 0/0016 | $1/9 \times 10^3$ | $1/9 \times 10^4$ | 318 |
| 0/0012 | $2/5 \times 10^3$ | $2/5 \times 10^4$ | 319 |
| 0/0010 | $2/9 \times 10^3$ | $2/9 \times 10^4$ | 320 |
| 0/00067 | $4/5 \times 10^3$ | $4/5 \times 10^4$ | 322 |
| 0/00054 | $5/6 \times 10^3$ | $5/6 \times 10^4$ | 323 |
| 0/00050 | $6/0 \times 10^3$ | $6/0 \times 10^4$ | 325 |
| 0/00044 | $6/8 \times 10^3$ | $6/8 \times 10^4$ | 328 |
| 0/00041 | $7/3 \times 10^3$ | $7/3 \times 10^4$ | 330 |
| 0/00037 | $8/1 \times 10^3$ | $8/1 \times 10^4$ | 333 |
| 0/00034 | $8/8 \times 10^3$ | $8/8 \times 10^4$ | 335 |
| 0/00028 | $1/1 \times 10^4$ | $1/1 \times 10^5$ | 340 |
| 0/00024 | $1/3 \times 10^4$ | $1/3 \times 10^5$ | 345 |
| 0/00020 | $1/5 \times 10^4$ | $1/5 \times 10^5$ | 350 |
| 0/00016 | $1/9 \times 10^4$ | $1/9 \times 10^5$ | 355 |
| 0/00013 | $2/3 \times 10^4$ | $2/3 \times 10^5$ | 360 |
| 0/00011 | $2/7 \times 10^4$ | $2/7 \times 10^5$ | **365 |
| 0/000093 | $3/2 \times 10^4$ | $3/2 \times 10^5$ | 370 |
| 0/000077 | $3/9 \times 10^4$ | $3/9 \times 10^5$ | 375 |
| 0/000064 | $4/7 \times 10^4$ | $4/7 \times 10^5$ | 380 |
| 0/000053 | $5/7 \times 10^4$ | $5/7 \times 10^4$ | 385 |
| 0/000044 | $6/8 \times 10^4$ | $6/8 \times 10^5$ | 390 |
| 0/000036 | $8/3 \times 10^4$ | $8/3 \times 10^5$ | 395 |
| 0/000030 | $1/0 \times 10^5$ | $1/0 \times 10^6$ | 400 |

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

** خطوط انتشار طیف بخار جیوه

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

جدول11- مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک بر حسب تابندگی مؤثر

| طول زمان پرتو گیری در روز | تابندگی مؤثر Eeff ($\mu W/cm^2$) |
|---|---|
| 8 ساعت | 0/1 |
| 4 ساعت | 2/0 |
| 2 ساعت | 0/4 |
| 1 ساعت | 0/8 |
| 30 دقیقه | 1/7 |
| 15 دقیقه | 3/3 |
| 10 دقیقه | 5 |
| 5 دقیقه | 10 |
| 1 دقیقه | 50 |
| 30 ثانیه | 100 |
| 10 ثانیه | 300 |
| 1 ثانیه | 3000 |
| 0/5 ثانیه | 6000 |
| 0/1 ثانیه | 30000 |

**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 12 و 13 استفاده نمود. این حدود از مقادیر ارائه شده در جداول 10 و 11 استخراج گردیده است.

جدول 12 - حد مجاز مواجهه شغلی پرتوهای فرابنفش در طیف های مختلف

| نوع پرتو | $j/m^2$ | $mj/cm^2$ |
|---|---|---|
| UVA | 30000 | 3000 |
| UVB | 10 | 1 |
| UVC | 4 | 0/4 |

جدول 13 - مدت مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای UV در طیف‌های مختلف

| طول زمان پرتوگیری در روز | UVA(μW/cm$^2$) | UVB(μW/cm$^2$) | UVC(μW/cm$^2$) |
|---|---|---|---|
| 8 ساعت | 104/1667 | 0/0003 | 0/00014 |
| 4 ساعت | 208/3333 | 0/0007 | 0/00028 |
| 2 ساعت | 416/6667 | 0/0014 | 0/00056 |
| 1 ساعت | 833/3333 | 0/0028 | 0/001 |
| 30 دقیقه | 1666/667 | 0/0056 | 0/002 |
| 15 دقیقه | 3333/333 | 0/01 | 0/004 |
| 10 دقیقه | 50000 | 0/017 | 0/0067 |
| 5 دقیقه | 10000 | 0/03 | 0/013 |
| 1 دقیقه | 50000 | 0/167 | 0/067 |
| 30 ثانیه | 100000 | 0/33 | 0/013 |
| 10 ثانیه | 300000 | 1 | 0/4 |
| 1 ثانیه | 3000000 | 10 | 4 |
| 0/5 ثانیه | 6000000 | 20 | 8 |
| 0/1 ثانیه | 30000000 | 100 | 40 |

## بخش دوم - منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش طیف A (315 الی400 نانومتر)

### خطرآسیب شبکیه و عدسی چشم

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

الف ـ دوز جذب شده 1 j/cm$^2$ برای مدت پرتوگیری کمتر از 1000 ثانیه

ب ـ چگالی شار تابشی مؤثر 1 mW/cm$^2$ برای مدت پرتوگیری 1000 ثانیه و بیشتر از آن

## بخش سوم – منبع با پهنای فرکانسی باریک

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

**تذکرات**

1- 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.

2- کارگرانی که در محیط باز و در مناطقی با عرض جغرافیائی کمتر از 40 ± درجه کار می‌نمایند، می‌توانند در ایام تابستانی در حوالی ظهر درحد 5 دقیقه در مدت کوتاهی پرتوگیری بیش از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی داشته باشند.

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

4- اُزن در اثر تابش فرا بنفش با طول موج کمتر از 250 نانومتر در هوا تولید می‌شود. به مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی اُزن در قسمت مواد شیمیایی مراجعه کنید.

## (IR) ï û• ‡û≈· É¡¬Ø„Âãv/ üå/ ô‡öì

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 ($770\text{nm} < \lambda < 3\mu\text{m}$) در محیط‌های خیلی گرم در مدت زمان‌های طولانی (1000 ثانیه و بالاتر) باید به $10\ \text{mW/cm}^2$ محدود شود و برای پرتوگیری‌های در مدت زمان کمتر از1000 ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_l .\Delta l \le 1.8t^{-0.75}\ \text{W/cm}^2$$

برای پرتوگیری‌های در مدت زمان بیشتر از1000 ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_l .\Delta l \le 0.01\ \text{W/cm}^2$$

**ب - حفاظت شبکیه**: برای لامپ حرارتی فرو سرخ یا هر منبع فرو سرخ نزدیک (near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد (با درخشندگی کمتر از $10^{-2}$ cd/m$^2$)، مقدار تابش IR-A یا فرو سرخ نزدیک (770nm < λ <1400nm) که به چشم می‌رسد در محدوده رابطه زیر برای مدت زمان مواجهه کمتر از 810 ثانیه قابل قبول است.

$$\sum_{770}^{1400} L_l .Rl.\Delta l \le \frac{3.2}{a \times t^{.0.25}}$$

این حد براساس قطر مردمک 7 mm تعیین شده است (در صورتی که به دلیل فقدان نور کافی مردمک تا این اندازه باز نمی‌شود) و آشکار ساز زاویه میدان دید 11 mrad داشته باشد. برای مدت زمان مواجهه بیشتر از 810 ثانیه رابطه زیر برقرار است.

$$\sum_{770}^{1400} L_l .Rl.\Delta l \le \frac{6}{a}$$

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

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

## [1]ùŒÎ÷È ◊©„Âãv/ üå/ öì

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.

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

## گروه بندی لیزرها

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

## روزنه محدود[1]

در این بخش برای مقایسه با حدود مجاز مواجهه شغلی، میانگین تابندگی دسته پرتوهای لیزر یا زمان پرتودهی تمام روزنه محدود در ناحیه طیفی و زمان مواجهه مناسب برآورد می‌شود. اگر قطر دسته پرتوهای لیزر کمتر از قطر روزنه محدود کننده باشد، تابندگی مؤثر دسته پرتوهای لیزر یا پرتودهی آن را می‌توان از طریق تقسیم توان دسته پرتوهای لیزر یا انرژی آن بر سطح روزنه محدود کننده به دست آورد. فهرست روزنه‌های محدود کننده در جدول 14 آمده است.

## اندازه منبع و ضریب تصحیح $C_E$

موارد زیر در طول موج‌های ناحیه خطر شبکیه یعنی 400 الی 1400 نانومتر (nm) اعمال می‌شود. معمولاً لیزر منبع کوچکی در حد یک منبع نقطه‌ای است و شامل یک زاویه کمتر از $\alpha_{min}$ که برابر با 1 میلی رادیان است، می‌باشد. با این وجود هر منبعی که زاویه $\alpha$ آن از $\alpha_{min}$، که از چشم ناظر اندازه‌گیری می‌شود بزرگتر باشد، بعنوان یک منبع متوسط ($\alpha_{min} < \alpha < \alpha_{max}$) و یا منبع بزرگ ($\alpha > \alpha_{max}$) منظور می‌شود. برای مدت زمان پرتوگیری t، زاویه $\alpha_{max}$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

| مدت مواجهه | زاویه a max |
|---|---|
| برای $t \leq 0/625$ ms | $a_{max} = 5$ mrad |
| برای 0/625 ms< t <0/25s | $a_{max} = 200 \times t^{0/5}$ mrad |
| برای t ≥0/25s | $a_{max} = 100$ mrad |
| | $a_{min} = 1/5$ mrad |

1 - Limiting Apertares

چنانچه منبع مستطیل شکل است، α میانگین حسابی بلندترین طول و کوتاهترین بعد قابل مشاهده می‌باشد. برای منابع متوسط و بزرگ، حد مجاز مواجهه شغلی در جدول 2 با ضریب تصحیح $C_E$ که در قسمت "نکات" جدول 2 آمده است، تعدیل می گردد.

جدول 14- حدود شکافها برای تعیین حد مجاز مواجهه شغلی لیزر

| گستره طیفی (نانومتر) | مدت مواجهه (ثانیه ) | چشم (میلی متر) | پوست (میلی متر) |
|---|---|---|---|
| 180-400 | $1\times10^{-9}$-0/25 | 1 | 3/5 |
| 180-400 | 0/25-$30\times10^{3}$ | 3/5 | 3/5 |
| 400-1400 | $1\times10^{-13}$-0/25 | 7 | 3/5 |
| 400-1400 | 0/25-$30\times10^{3}$ | 7 | 3/5 |
| 1400-$1\times10^{5}$ | $1\times10^{-14}$-0/25 | 1 | 3/5 |
| 1400-$1\times10^{5}$ | 0/25 -$30\times10^{3}$ | 3/5 | 3/5 |
| $1\times10^{5}$-$1\times10^{6}$ | $1\times10^{-14}$ -$30\times10^{3}$ | 11 | 11 |

### ضرایب تصحیح C,B,A ($C_A$,$C_B$ و $C_C$ )

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوگیری چشم که در جدول 15 ارائه شده است در تمام طول موجها کاربرد دارد. حد مجاز مواجهه شغلی با طول موج‌های بین 700nm و 1049 nm با ضریب $C_A$ افزایش می‌یابد (به دلیل کاهش جذب توسط ملانین که در نمودار شکل 9 نشان داده شده است). در برخی موارد که فرد در معرض طول موج‌های بین 400 و 600 نانومتر قرار می‌گیرد (به دلیل کاهش حساسیت فتوشیمیایی در صدمات وارد به شبکیه چشم) ضریب تصحیح $C_B$ باید بکار برده شود. ضریب تصحیح $C_C$ در طول موج‌های 1150 تا 1400 نانومتر بکار می‌رود که به دلیل جذب در عبور از محیط چشم قبل از رسیدن به شبکیه است. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول 16 در ارتباط با پرتوگیری پوست از پرتوهای لیزر می‌باشد. مقادیر مزبور را می‌توان به نسبت ضریب $C_A$ که در شکل 9 نشان داده شده است برای طول موج‌های بین 700 تا 1400 نانومتر افزایش داد. برای سهولت در امر محاسبه زمان مواجهه مجاز که نیاز به محاسبه با توان‌های جزئی دارد نمودار شکلهای 10تا 14 را می‌توان بکار برد.

## پرتوگیری پالسی مکرر[1] (RPE)

لیزرهای اسکن با موج پیوسته[2] (CW) و یا لیزرهای پالسی مکرر می‌توانند سبب پرتوگیری پالسی مکرر شوند. حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه‌کردن مستقیم به پرتو در طول موج‌های بین 400 تا 1400 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 0/25 ثانیه برای منبع مرئی درخشان تا 10 ثانیه برای منبع مادون قرمز اتفاق می‌افتد. حد مواجهه شغلی تصحیح شده برای هر پالس از رابطه زیر به دست می‌آید:

(حد مجاز مواجهه شغلی تک پالس) $(n^{-0/25})$ = حد مجاز مواجهه شغلی  معادله (1)

معادله فوق فقط در شرایط ایجاد صدمات حرارتی یعنی کلیه پرتوگیری‌های با طول موج بیش از 700 نانومتر و برخی از پرتوگیری‌ها با طول موج‌های کوتاهتر کاربرد دارد. برای طول موج‌های مساوی یا کمتر از 700 نانومتر حد مجاز تصحیح شده از معادله 1 در صورتی استفاده می‌شود که متوسط تابندگی کمتر از حد مواجهه شغلی برای پرتوگیری مداوم باشد. در صورتی که مدت پرتوگیری بین 10 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 15 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 Palsed exposures

2- Continuous Wave

3- برای مقادیر $T_1$ به نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول 2 مراجعه نمائید.

4- $nt$ = زمان هر پالس × تعداد پالس

جدول 15: 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** | 180-280* | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 3 $mj/cm^2$ |
| **UVB** | 280-302 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 3 $mj/cm^2$ |
| | 303 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 4 $mj/cm^2$ |
| | 304 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 6 $mj/cm^2$ |
| | 305 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 10 $mj/cm^2$ |
| | 306 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 16 $mj/cm^2$ |
| | 307 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 25 $mj/cm^2$ |
| | 308 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 40 $mj/cm^2$ |
| | 309 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 63 $mj/cm^2$ |
| | 310 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 100 $mj/cm^2$ |
| | 311 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 160 $mj/cm^2$ |
| | 312 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 250 $mj/cm^2$ |
| | 313 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 400 $mj/cm^2$ |
| | 314 | $3\times10^{4}$ تا $10^{-9}$ | 630 $mj/cm^2$ |
| **UVA** | 315 -400 | 10 تا $10^{-9}$ | $0/56\ t^{0/25}$ $j/cm^2$ |
| | " _ " | $10^{3}$ تا 10 | 1/0 $j/cm^2$ |
| | " _ " | $10^{3}$ تا $3\times10^{4}$ | 1/0 $mw/cm^2$ |

این محدوده نباید از $0/56\ t^{0/25}\ j/cm^2$ در $t \leq 10\ s$ تجاوز نماید

* اُزن $O_3$ توسط منابع انتشار پرتو فرا بنفش (UV) در طول موج‌های کمتر از 250 nm در هوا تولید می‌گردد، به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی - اُزن مراجعه شود.

جدول 16: 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 | 400-700 | $10^{-15}$ تا $10^{-11}$ | $15\times10^{-9}$ j/cm$^2$ |
| | 400-700 | $10^{-11}$ تا $10^{-9}$ | 2/7 $t^{0/75}$ j/cm$^2$ |
| | 400-700 | $10^{-9}$ تا $18\times10^{-6}$ | 0/5 µj/cm$^2$ |
| | 400-700 | $18\times10^{-6}$ تا 10 | 1/8 $t^{0/75}$ mj/cm$^2$ |
| | 400-450 | 10 تا 100 | 10 mj/cm$^2$ |
| | 450-500 | 10 تا $T_1$ | 1mw/cm$^2$ |
| | 450-500 | $T_1$ تا 100 | 10 $C_B$ mj /cm$^2$ |
| | 450-500 | 100 تا 30000 | 0/1 $C_B$ mw /cm$^2$ |
| | 500-700 | 100 تا 30000 | 1mw/cm$^2$ |
| IR-A | 700-1050 | $10^{-13}$ تا $10^{-11}$ | 15 $C_A\times 10^{-9}$ j/cm$^2$ |
| | 700-1050 | $10^{-11}$ تا $10^{-9}$ | 2/7 $C_A^0 t^{/75}$ j/cm$^2$ |
| | 700-1050 | $10^{-9}$ تا $18\times10^{-6}$ | 0/5 $C_A^0$µj/cm$^2$ |
| | 700-1050 | $18\times10^{-6}$ تا 10 | 1/8 $C_A t^{0/75}$ m j/cm$^2$ |
| | 700-1050 | 10 تا 30000 | $C_A^0$mw/cm$^2$ |
| | 1050-1400 | $10^{-13}$ تا $10^{-11}$ | 1/8 Cc $\times10^{-1}$)µ j/cm$^2$ |
| | 1050-1400 | $10^{-11}$ تا $10^{-9}$ | 27$C_C\times$ $t^{0/75}$ j/cm$^2$ |
| | 1050-1400 | $10^{-9}$ تا $50\times10^{-6}$ | 5$C_c$ µj/cm$^2$ |
| | 1050-1400 | $500\times10^{-6}$ تا 10 | 9 $C_C\times$ $t^{0/75}$ mj/cm$^2$ |
| | 1050-1400 | 10 تا 30000 | 5$C_c$ mw/cm$^2$ |
| IR-B & C | 1401-1500 | $10^{-14}$ تا $10^{-3}$ | 0/1 j/cm$^2$ |
| | 1401-1500 | $10^{-3}$ تا 10 | 0/56 $t^{0/25}$ j/cm$^2$ |
| | 1501-1800 | $10^{-14}$ تا 10 | 1/0 j/cm$^2$ |
| | 1801-2600 | $10^{-14}$ تا $10^{-3}$ | 0/1 j/cm$^2$ |
| | 1801-2600 | $10^{-3}$ تا 10 | 0/56 $t^{0/25}$ j/cm$^2$ |
| | 2601-$10^6$ | $10^{-14}$ تا $10^{-7}$ | 10mj/cm$^2$ |
| | 2601-$10^6$ | $10^{-7}$ تا 10 | 0/56 $t^{0/25}$ j/cm$^2$ |

| ناحیه طیفی | طول موج (nm) | زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه | حد مجاز مواجهه شغلی |
|---|---|---|---|
| | $1400\text{-}10^6$ | 10تا $3\times10^4$ | $100mw/cm^2$ |

نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول 16:

$C_A$ = نمودار 2؛ $C_B$=1 به ازاء $\lambda$ = 400 - 549 nm

$C_B = 10^{[0/015(\lambda - 550)]}$ به ازاء $\lambda$ = 550 - 700 nm ؛ $C_c$ = 1 از 700 تا 1150 نانومتر

$C_c = 10^{[0/181(\lambda-1150)]}$ درطول موج‌های بزرگتر از 1150 نانومتر و کمتر از 1200 نانومتر

$C_c$ = 8 از 1200 تا 1400 نانومتر؛ $T_1$ = 10s به ازاء $\lambda$=400-450 nm

$T_1 = 10 \times 10^{[0/02\ (\lambda - 550)]}$ به ازای $\lambda$= 450 – 500nm

$T_1$ = 10s به ازاء $\lambda$=500-700 nm

برای چشمه‌های متوسط یا بزرگ (مثلاً شبکه‌های دیود لیزر) در طول موج‌های بین 400 تا 1400 نانومتر حد مجاز شغلی پرتوگیری برای نگاه کردن مستقیم به پرتو را می‌توان با ضریب تصحیح ($C_E$) طبق

| زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو | اندازه چشمه قابل تشخیص | ضریب تصحیح($C_E$) |
|---|---|---|
| $\alpha \le \alpha_{min}$ | کوچک | $C_E = 1$ |
| $\alpha_{min} < \alpha \ge \alpha_{max}$ | متوسط | $C_E = \alpha / \alpha_{min}$ |
| $\alpha > \alpha_{max}$ | بزرگ | $C_E = 3{,}33, \quad t \ge 0{,}625$<br>$C_E = t, \quad 2 < t < .2s$<br>$C_E = , \quad t > .2s$ |

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

زاویه 100 میلی رادیان را می‌توان $\alpha_{max}$ در نظر گرفته در نقطه‌ای که حد مجاز شغلی به عنوان رادیانس ثابت بیان شده باشد و معادله فوق بر حسب رادیانس L به صورت ذیل تبدیل گردد:

به ازاء $t < 0/625$ ms $\quad L_{AOE}$ برحسب $j(cm^2 \times Sr) = (3/81 \times 10^5) \times (AOE_{\text{منبع pt}})$

به ازاء $0/625\ s < t < 0/25s \quad L_{AOE}$ برحسب $j(cm^2 \times Sr) = (7/6 \times t^{0/5})$

به ازاء t >100s $L_{AOE}$ = 4/8 برحسب W ($cm^2$× Sr)

جدول 17- 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* | 180-400 | $10^{4}$ تا $10^{-9}$ | مطابق جدول 15 |
| LIGHT&IR-A | 400-1400 | $10^{-7}$ تا $10^{-9}$ | 2 $C_A \times 10^{-2}$ j/$cm^2$ |
| | 400-1400 | 10 تا $10^{-7}$ | 1/1 $C_A$ ( $t^{0/25}$) j/$cm^2$ |
| | 400-1400 | $3\times10^{4}$ تا 10 | 0/2 $C_A$ W/$cm^2$ |
| IR – B & C** | $10^{6}$-1401 | $3\times10^{4}$ تا $10^{9}$ | مطابق جدول 16 |

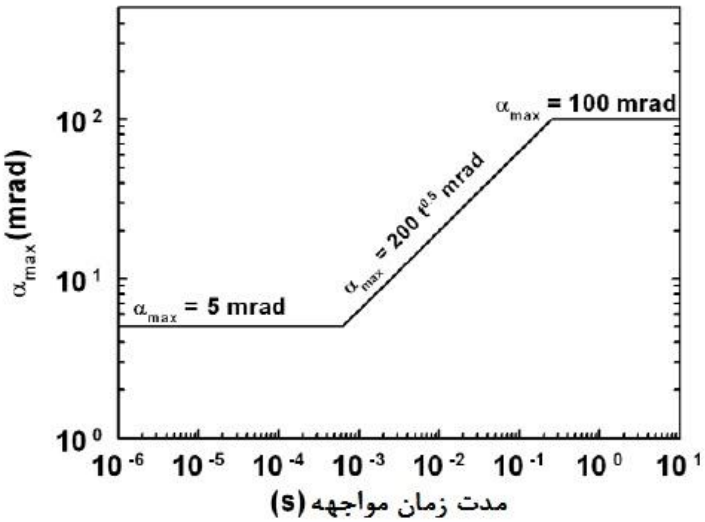
شکاف وسیله سنجش باید در فاصله 100mm یا بیش از آن از منبع پرتو قرار گیرد. برای سطوح تابندگی بزرگ، میزان حد مجاز شغلی برای مواجهه پوست در زیر نویس جدول 17 آمده است

* اُزن ($O_3$) توسط منابع پرتو فرابنفش (UV) در طول موجهای کمتر از 250mm در هوا تولید می گردد. به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی اُزن مراجعه شود.

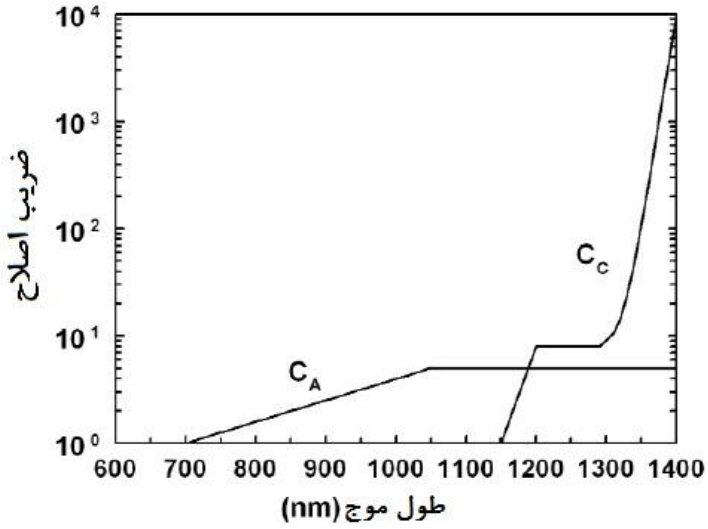
$C_8$ =1/0 به ازاء λ = 400-700nm، برای λ = 700 –1400 nm به نمودار 1 مراجعه شود.

** در طول موج‌های بیش از 1400 nm، برای سطح مقطع پرتو به میزان بیش از 100 سانتی متر مربع و مدت پرتوگیری بیش از 10 ثانیه است، حد مواجهه شغلی از رابطه OEL = (10000/$A_3$) mw/ $cm^2$ به دست می‌آید که $A_3$ مساحت پوست پرتو گرفته از 100 تا 1000 سانتی متر مربع و OEL درصورتیکه مساحت پوست پرتو گرفته بیش از 1000 $cm^2$ باشد mw/$cm^2$ 10 و در صورتی که مساحت پوست پرتو گرفته کمتر از 100 باشد حد مجاز شغلی 100 mw/$cm^2$ می‌باشد.

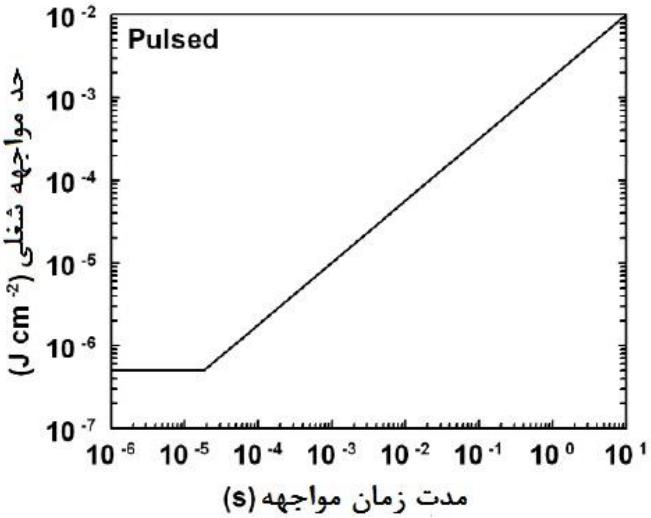
شکل 9– تغییرات $\alpha_{max}$ بر مبنای مدت زمان مواجهه



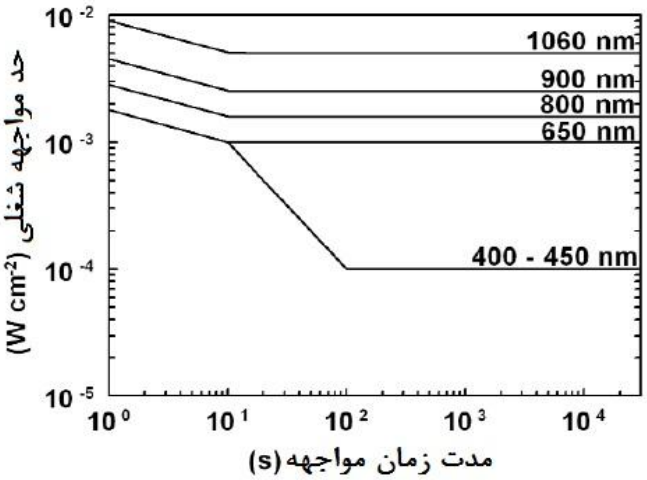

شکل10- ضریب تصحیح OEL در محدوده طول موج 400 الی 700 نانومتر



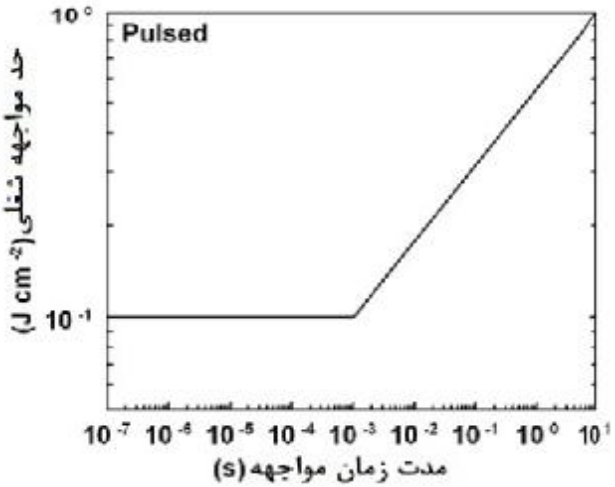
شکل 11- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه گردن به طور مستقیم داخل لیزر در محدوده 400 الی 700 نانومتر



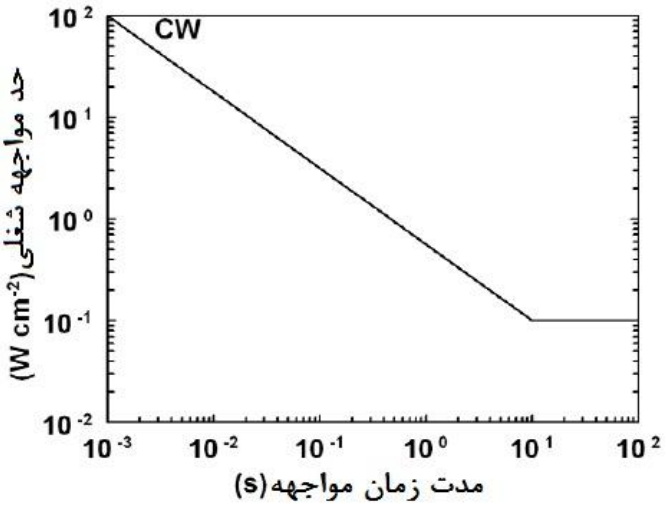

شکل 12 - حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه گردن به طور مستقیم داخل لیزر نوع پیوسته در محدوده 400 تا 1400 نانومتر



شکل 13- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر برای پوست وچشم برای طول موج های بزرگتر از 1/4 میکرومتر




شکل14- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر نوع پیوسته برای پوست وچشم برای طول موج های بزرگتر از 1/4 میکرومتر



## È ÍvÍ©‡ù

کمیته تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی پس از مطالعه و بررسی مدارک موجود و نظر به سوابق جداول تفصیلی نسخه‌های قبلی کتابچه حد مجاز مواجهه شغلی با لحاظ اینکه تأمین روشنایی کافی و مطلوب از نقطه نظر ارگونومیک و ایمنی نیز حائز اهمیت بوده و می‌تواند از اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با روشنایی نیز پیشگیری نماید، به جای جداول قبلی از جداول فشرده جدید با تدوین و ارائه حدود توصیه شده (الزامی و هم ارزش با OEL) در جداول 18 و 19 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 20 برای محوطه ها و معابر آورده شده است. این مقادیر حداقل شدت روشنایی را در موارد ذکر شده تعیین نموده است. همچنین با توجه به نیاز برخی از مشاغل به تأمین روشنایی موضعی برای انجام کار راحت حدود توصیه شده شدت روشنایی موضعی مورد نیاز برای مشاغل مختلف در جدول 19 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 0/1 لوکس و به صورت کالیبره شده در ارتفاع سطح کار انجام شود. معیار تعیین ایستگاههای اندازه گیری روشنایی عمومی استفاده از روش الگویی مورد قبول انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالی IESNA[1] در ارتفاع عمومی سطح کار و محاسبات مربوط به آن می‌باشد. در اندازه‌گیری روشنایی موضعی باید حداقل سه ایستگاه در سطح کار(که یکی از آنها محدوده بیشترین زمان رؤیت باشد) مورد سنجش قرار گیرد و ارقام هیچ یک از آنها از حد توصیه شده جدول 19 نباید کمتر باشد.

به همین صورت در جدول شماره 20 حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی مورد نیاز برای معابر و محوطه‌های باز مختلف آورده شده است. معیار تعیین ایستگاههای اندازه گیری روشنایی عمومی در محوطه‌ها بر اساس معیار شبکه‌ای مورد قبول انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالی در سطح معابر و محوطه‌ها با رعایت شاخص یکدستی توزیع روشنایی می‌باشد.

روشنایی اضطراری که مربوط به زمانهای خاص نظیر قطع جریان برق اصلی، تعمیرات سامانه اصلی تأمین روشنایی و هنگام حوادث است باید به طور مجزا به گونه‌ای تأمین شده باشد که در هیچ محدوده‌ای از 50 لوکس برای فعالیت موقت کمتر نباشد در مسیرهای عبور و محدوده های خروج اضطراری افراد شدت روشنایی در کف مکان مورد نظر از 10 لوکس کمتر نباشد.

1 - Illumination Eingineering Society of North America

جدول 18- حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی* مورد نیاز برای اماکن مختلف (Lx)

| گروه مکان | خصوصیات مکان | دقت وضوح اشیاء و تصاویر | مثال | میانگین شدت روشنایی عمومی مورد نیاز Lx | شاخص یکدستی $E_{min}/E_{av_g}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| الف | مکانهایی با تردد محدود افراد | 10 سانتی متر | زیرزمین‌ها، راهروها، تونل‌های عبور و زیرگذرها | 100 | 0/6 |
| ب | مکانهایی با توقف محدود افراد | 10 سانتی متر | انبارها و راه‌های خروج | 150 | 0/6 |
| ج | کارهای غیر دقیق | 10 سانتی متر | بارگیری و تخلیه یا آماده سازی مواد اولیه تولید، کارهای عمومی ساختمان | 200 | 0/6 |
| د | کارهای با دقت متوسط | 5 سانتی متر | کارهای خدماتی و تولیدی صنعتی، سالن‌های ورزشی عمومی، اماکن | 250 | 0/6 |
| ه | کارهای دقیق | 5 میلی متر | کارهای اداری، آموزشی تحریری، بهداشتی درمانی، خط مونتاژ قطعات، چاپ، نساجی و پوشاک، اتاق کنترل | 300 | 0/6 |

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

جدول19- 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 | 5 سانتی متر | مشاغل تولیدی و تعمیرات عادی | 250 |
| ب | کارهای نسبتاً دقیق | یک سانتی متر | مونتاژ قطعات مکانیکی، تعمیر تجهیزات مکانیکی | 270 |
| ج | کارهای دقیق | 5 میلی متر | مشاغل اداری، تحریری یا تایپی، تعمیرات و مونتاژ تجهیزات الکتریکی | 300 |
| د | کارهای خیلی دقیق | یک میلی متر | نقشه کشی، طراحی دقیق، مونتاژ یا تعمیر قطعات ریز، قالی بافی | 500 |
| ه | کارهای فوق‌العاده دقیق | کمتر از یک میلی متر | جراحی | 500-10000 |

جدول20- حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی مورد نیاز برای معابر و محوطه‌های باز مختلف (Lx)

| خصوصیات مکان | مبنای سنجش | میانگین شدت روشنایی عمومی مورد نیاز Lx | شاخص یکدستی $E_{min}/E_{av_g}$ |
|---|---|---|---|
| محوطه عمومی کارگاه‌های تولیدی و ساختمانی، توقفگاه‌ها، باراندازها | کف زمین | 50 | 0/33 |
| راه‌های اصلی و شریانی | کف زمین | 20 | 0/33 |
| راه‌های فرعی | کف زمین | 15 | 0/33 |
| پیاده روها | کف زمین | 20 | 0/33 |
| تونل‌های عبور سواره | کف زمین | 50 | 0/33 |

## È Ívôˆ Ëv‰® fÉÈ ◊©„Âãv/ ùå/ ô‡öì

### الف - تنش گرمایی[1]

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی استرس گرمایی که در جدول 21 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[2](WBGT) بر مبنای این فرض تعیین شده‌اند، که کلیه افراد با شرایط گرمایی محیط کار تطابق 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 ºC (100/4 ºF) 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 22 اصلاح گردد.

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

1) در فضای باز غیر مسقف $WBGT = 0,7\ t_{nw} + 0,2\ t_g + 0,1\ t_a$

2) در فضای سرپوشیده یا فضای باز (سایه یا ابری) $WBGT = 0,7\ t_{nw} + 0,2\ t_g$

که در روابط فوق WBGT شاخص تر گوی‌سان با واحد درجه سانتی‌گراد، $t_{nw}$ دمای تر طبیعی، $t_g$ دمای گوی‌سان و $t_a$ دمای خشک هوای محل کار می‌باشد. برای تعیین مقدار WBGT لازم است که از دماسنج گوی‌سان، دماسنج تر طبیعی و دماسنج خشک استفاده شود. اندازه‌گیری دمای تر طبیعی و خشک باید در سایه انجام شود. کار در محیط گرمتر از دمای ذکر شده در جدول 21 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 ـWet Bullb Globe Temperature

در صورتی که دمای عمقی بدن از (100/4 °F)38 °C فراتر رود باید از ادامه کار فرد ممانعت به‌عمل آید.

جدول 21- حد مجاز مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی
با شاخص دمای ترگوی‌سان (WBGT)

| مدت زمان کار | کار سبک | | کار متوسط | | کار سنگین | | کار خیلی سنگین | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | حد مراقبت (عمل) | حد مجاز | حد مراقبت (عمل) | حد مجاز | حد مراقبت (عمل) | حد مجاز | حد مراقبت (عمل) | حد مجاز |
| 75% الی 100% | 28 | 31 | 25 | 28 | - | - | - | - |
| 50% الی 75% | 28/5 | 31 | 26 | 29 | 24 | 27/5 | - | - |
| 25% الی 50% | 29/5 | 32 | 27 | 30 | 25/5 | 29 | 24/5 | 28 |
| 0% الی 25 % | 30 | 32/5 | 29 | 31/5 | 28/0 | 30/5 | 27 | 30 |

**نکات جدول 21**

1) حد مراقبت (اقدام) در واقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می‌کند که درحدود توصیه شده برنامه‌های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی بکار گرفته شود.
2) برای تعیین درجه بارکاری به جدول شماره 23 و 24مراجعه شود.
3) مقادیر WBGT بر حسب درجه سانتیگراد می‌باشد و به نزدیکترین رقم نسبت به نیم درجه گرد شده است.
4) محیط کار و استراحت یکسان فرض می‌شود. در صورتیکه شرایط جوی این دو محیط متفاوت است، متوسط وزنی زمانی (TWA) در طی یک ساعت محاسبه و بکار برده شود. و در صورتی که تفاوت درجه بارکاری در یک ساعت وجود دارد، برای تعیین درجه بارکاری نیز TWA می‌بایست استفاده شود.
5) در صورتی که لباس کار سبک و تابستانی نباشد، مقدار مؤثر شاخص WBGT بعد از اصلاح اثر کلوی[1] لباس می‌بایست در جدول با حد مجاز مقایسه گردد.

1 - Clo Value

6) مقادیر جدول 21 براساس اسناد و مدارک بخش "رژیم کار- استراحت" که فرض بر 8 ساعت کار روزانه و 5 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.

7) در جدول 21 برای مدت 100٪ کار، دو نوبت استراحت کوتاه 15 دقیقه‌ای و یک نوبت استراحت 30 دقیقه‌ای در طول شیفت در نظر گرفته شده است. تناوب کار- استراحت در حالتهای بعدی باید به صورت متناوب باشد و کار یکسره در این حد مجاز ممنوع می‌باشد. نوبتهای استراحت صرف غذا، نماز، نوشیدن آب و مایعات حاوی نمک و شستشوی بدن می گردد.

جدول 22- 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 | 0/6 | صفر |
| لباس کار یکسره نخی | 1/0 | 2 |
| لباس کار زمستانی | 1/4 | 4 |
| لباس ضد آب | 1/2 | 6 |
| لباس ضد بخارات شیمیایی | 1/2 | 10 |

* Clo.value : مقدار عایق بودن لباس در برابر تبادلات حرارتی بین پوست بدن و محیط اطراف است. یک واحد cloبرابر 5/55 کیلوکالری بر متر مربع بر ساعت" تبادل حرارتی" به طریقه تشعشع و جابجایی برای هر درجه سانتیگراد تفاوت بین دمای پوست بدن و دمای خشک می‌باشد.

## ارزیابی و کنترل تنش دمایی

### یکم: اندازه‌گیری عوامل محیطی

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

الف- گستره دماسنج خشک و دماسنج تر طبیعی بین 5- تا 50+ درجه سانتیگراد (23 تا 122 درجه فارنهایت) با دقت ±0/5°C باشد ضمن آنکه نباید جریان هوا در اطراف دماسنج خشک قطع یا محدود شود، دماسنج باید در برابر تابش آفتاب و سایر سطوح بازتاب دهنده محافظت گردد. فتیله دماسنج‌تر طبیعی باید حداقل به مدت نیم ساعت قبل از قرائت بوسیله ریختن آب مقطر توسط سرنگ روی آن مستقیماً مرطوب شود. فتیله باید کاملاً روی مخزن دماسنج را پوشانده یا به اندازه یک طول و بیشتر روی مخزن دماسنج را احاطه نماید. فتیله باید همیشه پاکیزه باشد و فتیله نو قبل از استفاده باید شسته شود همچنین برای پرکردن مخزن از آب مقطر استفاده شود.

ب- دماسنج گوی سان از یک کره توخالی مسی به قطر 15 سانتیمتر (6 اینچ) تشکیل شده که سطح خارجی آن با رنگ سیاه مات یا معادل آن پوشانده شده است. مخزن یا قسمت حساس دماسنج در گستره اندازه‌گیری 5- تا 100+ درجه سانتیگراد (23 تا 212 درجه فارنهایت) با دقت ±0/5C° باید دقیقاً در مرکز این کره مسی قرار گیرد. قبل از هر بار قرائت باید حداقل 25 دقیقه دماسنج گوی‌سان در محل سنجش قرار گیرد.

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

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

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

### دوم: طبقه‌بندی بار کاری

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

1 - Total Heat Load

کار سبک شامل متابولیسم حداکثر 200 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 200 تا 350 کیلوکالری بر ساعت یا 800-1400 Btu /hr مانند راه رفتن ضمن بلندکردن و هل دادن بار متوسط می‌باشد.

کار سنگین شامل متابولیسم 350 تا 500 کیلوکالری بر ساعت یا 1400-2000 Btu/hr مانند کلنگ زدن و بیل زدن می‌باشد.

کار خیلی سنگین شامل متابولیسم بیش از 500 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 21 و توجه به جدول 22 به‌دست می‌آید.

ب ـ بار کار یا از راه اندازه‌گیری متابولیسم کارگر حین کار مورد بحث و یا از طریق تخمین میزان متابولیسم کارگر با استفاده از جداول 23 و 24 تعیین می‌گردد و سپس با مراجعه به جدول شماره 21 حد مجاز مواجهه شغلی برای استرس گرمایی مشخص می‌شود.

### سوم: برنامه کار - استراحت

مقادیر ذکر شده در جدول 21 براساس این فرض استوار است که درجه حرارت محیط کار و محل استراحت (بر مبنای WBGT) مشابه و به‌هم نزدیک می‌باشد. در صورتیکه WBGT محیط کار و محل استراحت متفاوت باشند، باید مقادیر میانگین وزنی زمانی (TWA) برای گرمای محیطی و میزان متابولیسم به شرح زیر تعیین شود:

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

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

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

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

[1]- British Thermal Unite/ Hour= Btu/hr

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

در رابطه فوق $WBGT_n$ , ... , $WBGT_2$ , $WBGT_1$ مقادیر اندازه‌گیری شده $WBGT$ در محیط‌های 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 می‌باشد که توسط زمان سنجی تعیین می‌گردد. اگر مواجهه با محیط خیلی گرم به طور مستمر در طی چند ساعت و یا در طی روز است باید میانگین وزنی زمانی براساس زمان مراحل کار برمبنای TWA یک ساعته (TWA/hr) محاسبه شود مثلاً دقیقه $t_1, t_2, \dots ,t_n = 60$ و اگر برنامه کار متناوب است میانگین وزنی زمانی برحسب TWA دو ساعته محاسبه می‌شود مثلاً:

دقیقه $t_1,t_2, \dots , t_n = 120$

جدول 23- ارزیابی بارکاری

| متوسط میزان متابولیسم حین فعالیت‌های مختلف | | | |
|---|---|---|---|
| الف- وضع بدن و حرکت | | | **Kcal/min** |
| حالت نشسته | | | 0/3 |
| حالت ایستاده | | | 0/6 |
| در حالت راه رفتن | | | 2/0-3/0 |
| حرکت در سر بالایی | | | به مقدار تعین شده در حالت راه رفتن به ازاء هر متر 0/8 اضافه شود |
| ب- نوع کار | | میانگین Kcal/min | گستره تغییرات Kcal/min |
| کار دستی | | سبک | 0/4 | 0/2-1/2 |
| | | سنگین | 0/9 | |
| کار با یک بازو | | سبک | 1/0 | 0/7 -2/5 |
| | | سنگین | 1/7 | |
| کار با هر دو بازو | | سبک | 1/5 | 1/0 -3/5 |
| | | سنگین | 2/5 | |
| کار با تمام بدن | | سبک | 3/5 | 2/5 -15/0 |
| | | متوسط | 5/0 | |
| | | سنگین | 7/0 | |
| | | فوق سنگین | 9/0 | |

جدول 24- مثال هایی از درجه بار کاری با توجه به نوع کار

| نوع کار | درجه بارکاری |
|---|---|
| نوشتن - بافندگی | کار سبک دستی |
| تایپ کردن | کار سنگین دستی |
| چکش کاری روی میخ (کفاشی و مبل سازی) | کار سنگین با یک بازو |
| سوهان کاری فلزات، رنده کاری چوب و کارهای باغبانی (با شن کش) | کار سنگین با دو بازو |
| تمیز کردن سطح زمین، تکان دادن فرش | کار متوسط با همه بدن |
| ریل گذاری، چاه کنی، پوست کنی تنه درختان | کار سنگین با همه بدن |
| مثال برای محاسبه بار کاری: مونتاژ کاری با استفاده از ابزار سنگین | |
| راه رفتن در امتداد خط تولید = 2/0 Kcal/min | |
| متابولسیم بین کار سنگین با هر دو بازو و کار سبک با همه بدن = 3/0 Kcal/min | |
| جمع = 5/0Kcal/min | |
| متابولیسم پایه نیز اضافه می‌شود = 1/0Kcal/min | |
| جمع کل متابولیسم = 6/0Kcal/min | |

## تذکر مهم

مقادیر ذکر شده برای کار مداوم وقتی قابل اجرا است که برنامه «کار- استراحت» برای 5 روز در هفته و 8 ساعت کار روزانه با دو توقف کوتاه مدت هر یک حدود پانزده دقیقه، یک نوبت در صبح و یک نوبت در بعد از ظهر و یک توقف طولانی‌تر حدود نیم ساعت برای ناهار همراه باشد. مواجهه با مقادیر بیش از حد مجاز شغلی عنوان شده وقتی مجاز است که «استراحت اضافی» در برنامه کار گنجانده شده باشد. در مواردی که در برنامه کار روزانه به جهت حرارت زیاد محیط کار «استراحت اضافی» منظور شده است، کلیه توقف‌ها اعم از توقف بدون برنامه قبلی و یا موارد توقف توصیه شده توسط مدیریت یا توقف‌های فنی را می‌توان به حساب زمان استراحت حین کار منظور نمود.

## چهارم: تأمین آب و نمک جبرانی

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

1- کارگران باید ترغیب شوند که مکرراً در فواصل کوتاه (هر 15 تا 20 دقیقه) به مقدار کم (حدود 150 سانتیمتر مکعب) مثلاً یک فنجان آب خنک بنوشند.

2- دمای آب خنک حدود 10 درجه تا 15 درجه سانتیگراد (50 تا 60 درجه فارنهایت) و باید نزدیک محل کار قرار داده شود تا نیازی به ترک محل کار نباشد.

3- 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.

4-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 5 لیتر آب) باید در دسترس باشد و نمک اضافه شده قبل از توزیع باید کاملاً حل شده باشد و آب در حد مطلوب خنک باشد. در مواردی که این کار مقبولیت ندارد، با نظر پزشک می‌توان از قرص نمک استفاده نمود.

**پنجم: سایر ملاحظات**

الف- لباس‌کار: مقادیر حد مجاز شغلی اعلام شده برای استرس گرمایی، در صورتی معتبر است که لباس کار سبک تابستانی همانند آنچه که معمولاً کارگران هنگام کار در محیط کار به تن دارند پوشیده شود. چنانچه برای انجام کار معین، لباس‌کار مخصوص نیاز است و این لباس سنگین‌تر است یا از تبخیر عرق جلوگیری می‌کند یا ضریب عایق بودن آن بالاتر می‌باشد و در نتیجه ظرفیت تحمل گرمایی کارگر تقلیل می‌یابد و مقادیر مندرج در جدول 21 دیگر کاربرد ندارد، در چنین مواردی وقتی برای انجام کاری لباس کار مخصوص مورد نیاز است، جهت راهنمایی در جدول 22 برای انواع لباس کار مقدار تصحیح WBGT ذکر شده است.

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

ج ـ تطابق گرما و سلامتی بدن: ضمن هفته اول مواجهه با محیط گرم، در نتیجه توازن عوامل متعدد روانی و فیزیولوژیک، تطابق با گرما[1] در فرد بوجود می‌آید. مقادیر توصیه شده در مورد کارگرانی که با گرما تطابق یافته‌اند و سالم می‌باشند معتبر است. برای کارگرانی که به گرما عادت نکرده‌اند و یا سالم نیستند احتیاط‌های بیشتری باید مراعات شود.

دـ عوارض ناشی از گرمازدگی: گرمازدگی از جمله عوارض جدی و نامطلوب مواجهه با درجه حرارت‌های بالا است و ممکن است زندگی را تهدید کند و یا ضایعات غیرقابل برگشت به جا بگذارد. بی‌حالی و خستگی مفرط[2] ناشی از گرمازدگی ممکن است موجب عارضه Heat Prostration (مجموع علائم سرگیجه و تهوع و حالت Collapase) گردد، که در برخی موارد غیر قابل برگشت است. انقباض

1 - Acclimatization

2 - Heat exhaustion

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

اگر ضمن سه ماه اول بارداری میزان دمای عمقی کارگر باردار به مدت طولانی از 39ºC (102/2ºF) تجاوز کند احتمال تشکیل جنین ناقص الخلقه افزایش می‌یابد. از طرف دیگر دمای عمقی بیشتر از 38 درجه سانتیگراد (100/4ºF) به طور موقتی موجب نا باروری در مرد و یا زن می‌شود.

## ب ـ تنش سرمایی[2]

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به منظور حفظ شاغلین در برابر اثرات شدید سرما (کاهش دمای عمقی بدن) و ضایعات ناشی از سرما تدوین شده است و بیانگر حالتی از مواجهه شغلی با سرما است که تحت آن شرایط شاغلین می‌توانند مکرراً با سرما مواجهه داشته باشند بدون آنکه عارضه یا اختلال مشهود ناشی از سرما در آنان بروز نماید. در اینجا حد مجاز مواجهه شغلی از سقوط درجه حرارت عمقی بدن به زیر 36 درجه سانتیگراد (96/8 ºF) جلوگیری و از ایجاد ضایعات سرمازدگی انتهای اندام‌ها، پیشگیری می‌کند (حرارت عمقی بدن، همان حرارت مرکزی بدن است که از طریق اندازه‌گیری درجه حرارت مقعد تعیین می‌شود). در یک نوبت مواجهه اتفاقی با محیط سرد کاهش درجه حرارت مرکزی بدن به پائین‌تر از 35 درجه سانتیگراد (95 ºF) مجاز نمی‌باشد. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی، کل بدن به ویژه دستها، پاها و سر را در برابر ضایعات سرمازدگی حفاظت می‌نماید. استفاده از لباس مناسب و خشک(محافظ سر، صورت و چشم ها، بدن، دستها و پاها) که دارای مقاومت حرارتی متناسب با سرمای محیط و مقاوم به نفوذ آب باشد برای شاغلین مشمول این حدود مجاز اجباری می‌باشد. در صورتی که فرد استعمال دخانیات، مصرف مشروبات الکلی یا مواجهه همزمان با ارتعاش نیز داشته باشد، این حدود تعریف شده نمی‌تواند سلامت فرد را در مقابل سرما تأمین نماید. همچنین مرطوب یا خیس بودن لباس به دلیل تسریع 20 برابری انتقال حرارت نیز اجرای این حدود مجاز را نقض می‌کند 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 به‌دلیل فرو رفتن در آب سرد می-باشد. در چنین شرایطی نشانه‌های بالینی مصدومین کاهش دما در جدول شماره 25 آمده است. شاغلین باید همواره از مواجهه با سرما محافظت شوند. به طوریکه درجه حرارت عمقی مرکزی بدن به کمتر از 36 درجه سانتیگراد (96/8 ºF) سقوط نکند. افت درجه حرارت بدن موجب کاهش هوشیاری و تمرکز فکری می‌شود، تصمیم‌گیری منطقی کاهش می‌یابد و یا سبب بیهوشی و نهایتاً مرگ می‌گردد.

لرز عمومی بدن و درد در انتهای اندام‌های حرکتی ممکن است اخطاری زودرس و اولیه از خطر سرمازدگی باشد. هنگام مواجهه با سرما که درجه حرارت مرکزی بدن تا 35 درجه سانتی گراد پایین آمده باشد بدن شدیداً دچار لرز می‌گردد. این نشانه خطر برای کارگران محسوب می‌شود و مواجهه با سرما برای هر فردی که دچار لرز شدید شد فوراً باید قطع گردد. به هنگام بروز لرز شدید فعالیت و کار مفید جسمی و فکری دچار محدودیت خواهد شد. از آنجا که مواجهه طولانی با هوای سرد یا فرو رفتن در آب سرد و در دمای بالای انجماد می‌تواند موجب کاهش دما در حد خطرناک شود، لذا باید تمام بدن را بااقدامات زیر در مقابل سرما محافظت نمود:

1- اگر کار در محیطی انجام می‌شود که درجه حرارت هوای محیط کمتر از 4 درجه سانتیگراد (40ºF) است برای حفظ دمای عمقی بدن به میزان بیش از 36 درجه سانتیگراد (96/8 ºF) باید لباس خشک و عایق‌بندی مناسب در اختیار کارگران قرار گیرد.

نظر به این که درجه خنک‌کنندگی باد سرد و توان سردکنندگی هوا از عوامل تعیین کننده هستند، (دمای معادل سرماباد[1] (ECT) عبارت است از دمای معادلی که تابعی از دمای هوا و سرعت باد مؤثر بر تبادل دمای بدن می‌باشد) هرچه سرعت باد بیشتر و دمای محیط کار کمتر باشد باید میزان عایق بودن لباس مورد نیاز افزایش یابد. در این شرایط، استفاده از امکاناتی نظیر پاراوان محافظ باد، چادر یا کانکسهای محدود کننده جریان هوا در محل کار به طور مؤکد توصیه می‌گردد.

دمای معادل سرماباد به ازاء دمای موجود هوا (دمای خشک) و سرعت باد در جدول 26 نشان داده شده است. هنگام برآورد دمای معادل سرما و تعیین میزان عایقی لباس برای حفظ دمای عمقی بدن باید اثر خنک‌کنندگی باد و دمای هوا روی پوست در نظر گرفته شود. در این جدول محدوده‌های اخطار برای حفظ دمای داخلی بدن در حد 36 درجه سانتی‌گراد و پیشگیری از یخ‌زدگی اندامهای انتهایی معلوم شده است.

1 - Equivalent Chill Temperature (Wind chill)

2- 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.

3- 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 25- علائم بالینی پیش رونده نتیجه کاهش دمای عمقی بدن*

| درجه حرارت عمقی | | نشانه‌های بالینی |
|---|---|---|
| °C | °F | |
| 37/6 | 99/6 | "طبیعی" دمای مقعد |
| 37 | 98/6 | "طبیعی" دمای دهان |
| 36 | 96/8 | افزایش متابولیسم به منظور جبران گرمای از دست رفته |
| 35 | 95/0 | حداکثر لرز |
| 34 | 93/2 | مصدوم هوشیار است و جواب می‌گوید و فشار خون طبیعی است. |
| 33 | 91/4 | علائم کاهش شدید دما در پایین تر از این درجه حرارت |
| 32 | 89/6 | هوشیار مخدوش است، تعیین فشار خون مشکل است، مردمک‌ها گشاد هستند ولی به نور |
| 31 | 87/8 | جواب می‌دهند، لرز متوقف می‌شود. |
| 30 | 86/0 | از دست دادن پیش رونده هوشیاری، سفتی عضلات افزایش می‌یابد، گرفتن نبض و فشار خون |
| 29 | 84/2 | مشکل است، تعداد تنفس کاهش می‌یابد. |
| 28 | 82/4 | فیبریلاسیون بطنی به همراه افزایش تحریک پذیری میوکارد ممکن است عارض شود. |
| 27 | 80/6 | حرکات ارادی متوقف می‌شود، مردمکها به نور جواب نمی‌دهند و رفلکس عمقی و محیطی تاندونی جواب نمی‌دهد. |
| 26 | 78/8 | مصدوم به ندرت هوشیار است. |
| 25 | 77/0 | فیبریلاسیون بطنی ممکن است خود به خود عارض شود. |
| 24 | 75/2 | ورم حاد ریه (pulmonary edema) |
| 22 | 71/6 | بیشترین خطر بروز فیبریلاسیون بطنی محتمل است |
| 21 | 69/8 | |
| 20 | 68/0 | توقف قلب |
| 18 | 64/4 | پایین ترین حد اتفاقی کاهش دما که مصدوم امکان بهبودی دارد. |
| 17 | 62/6 | در EEG موجی رسم نمی‌شود. |
| 9 | 48/2 | پایین ترین حد برای بهبودی بیماری که به طور مصنوعی سرد شده است. |

*بروز علائم بالینی با دمای مرکزی رابطه تقریبی دارد.(نقل از نشریه پزشک خانواده آمریکا، ژانویه 1982 انتشارات آکادمی پزشک خانواده آمریکا).

جدول 26- دمای معادل سرماباد (ECT) مؤثر بر بافتهای عمقی بدن

| حدود سرعت باد (m/s) | دمای قرائت شده هوای محیط (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۸ | ۶ | ۴ | ۲ | ۰ | -۲ | -۴ | -۶ | -۸ | -۱۰ | -۱۲ | -۱۴ | -۱۶ | -۱۸ | -۲۰ | -۲۲ | -۲۴ | -۲۶ | -۲۸ | -۳۰ |
| | درجه معادل سرماباد (ECT °C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ۲ | ۷ | ۵ | ۳ | ۱ | -۱ | -۳ | -۵ | -۷ | -۹ | -۱۱ | -۱۳ | -۱۵ | -۱۷ | -۱۹ | -۲۱ | -۲۳ | -۲۵ | -۲۷ | -۳۰ | -۳۲ |
| ۴ | ۳ | ۱ | -۲ | -۴ | -۷ | -۹ | -۱۱ | -۱۴ | -۱۶ | -۱۹ | -۲۱ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۸ | -۳۱ | -۳۳ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۰ | -۴۳ |
| ۶ | ۰ | -۲ | -۵ | -۸ | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۱۸ | -۲۱ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۱ | -۳۴ | -۳۷ | -۳۹ | -۴۲ | -۴۵ | -۴۷ | -۵۰ |
| ۸ | -۲ | -۵ | -۷ | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۱۹ | -۲۱ | -۲۴ | -۲۷ | -۳۰ | -۳۳ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۴ | -۴۷ | -۴۹ | -۵۲ | -۵۵ |
| ۱۰ | -۳ | -۶ | -۹ | -۱۲ | -۱۵ | -۱۸ | -۲۱ | -۲۴ | -۲۷ | -۳۰ | -۳۳ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۴ | -۴۷ | -۵۰ | -۵۳ | -۵۶ | -۵۹ |
| ۱۲ | -۵ | -۸ | -۱۱ | -۱۴ | -۱۷ | -۲۰ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۲ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۴ | -۴۷ | -۵۰ | -۵۳ | -۵۶ | -۵۹ | -۶۲ |
| ۱۴ | -۵ | -۹ | -۱۲ | -۱۵ | -۱۸ | -۲۱ | -۲۴ | -۲۷ | -۳۰ | -۳۳ | -۳۶ | -۳۹ | -۴۲ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۲ | -۵۵ | -۵۸ | -۶۱ | -۶۴ |
| ۱۶ | -۶ | -۹ | -۱۲ | -۱۵ | -۱۹ | -۲۲ | -۲۵ | -۲۸ | -۳۱ | -۳۴ | -۳۷ | -۴۰ | -۴۴ | -۴۷ | -۵۰ | -۵۳ | -۵۶ | -۵۹ | -۶۲ | -۶۶ |
| ۱۸ | -۷ | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۱۹ | -۲۲ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۲ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۱ | -۵۴ | -۵۷ | -۶۰ | -۶۳ | -۶۷ |
| ۲۰* | -۷ | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۲۰ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۲ | -۳۶ | -۳۹ | -۴۳ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۲ | -۵۵ | -۵۸ | -۶۱ | -۶۴ | -۶۸ |
| | خطر پایین* | | | | | | | خطر فزاینده** | | | | | | | | | خطر بالا*** | | | |
| در هر نقطه‌ای از جدول ممکن است عارضه از نوع پای غوطه ور immersion foot یا پای خندقی trench foot ایجاد شود | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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

** خطر یخ‌زدگی اندام در معرض سرما در یک دقیقه

*** ممکن است اندام در 30 ثانیه دچار یخ زدگی شود.

## ارزیابی و نظارت

1) زمانی که سرعت جریان هوا و درجه حرارت منجر به دمای معادل سرماباد به 32- درجه سانتیگراد (25/6- ºF) برسد، مواجهه مستمر پوست با سرما مجاز نیست.
2) بدون توجه به سرعت جریان هوا نیز موارد یخزدگی نسج سطحی و یا نسج موضعی عمقی در دمای پایین تراز 1- درجه سانتیگراد (30/2 ºF) امکان بروز دارد.
3) در دمای2 درجه سانتیگراد (35/6 ºF) 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.
4) در جدول 27، 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.
5) 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 10 تا 20 دقیقه در محیطی زیر 16 درجه سانتیگراد (60/8 ºF) 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- درجه سانتیگراد (30/2 ºF) دسته‌های فلزی ابزارآلات و اهرم‌های کنترل باید با مواد عایق حرارتی روکش شوند.

ب- اگر دمای هوا برای کارهای نشسته به پایین‌تر از 16 ºC (60/8 ºF) و در کارهای سبک به 4 ºC (39/2 ºF) کاهش باید و کارهای دستی ظریف دقیق و ماهرانه مورد نیاز نباشد، آنگاه شاغلین باید از دستکش استفاده نمایند.

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

الف- هر زمان که کار در نزدیکی سطوح سرد، با دمای کمتر از 7- ºC (19/4 ºF) انجام می‌شود، باید به یکایک افراد برای پیشگیری از ضایعات تماس اتفاقی پوست هشدار داده شود.

ب- اگر دمای هوا 17/5- ºC (0/0 ºF) یا کمتر باشد دستها باید بوسیله دستکش‌های کار (دو انگشتی)[1] محافظت شوند. دستگاه‌های کنترلی و ابزارهای کار باید طوری طراحی شوند که برای کار با آنها نیاز

1 - Mittens

به بیرون آوردن دستکش کار نباشد.

7) اگر دمای محیط کار 4 ºC (39/2 ºF) یا کمتر باشد، تأمین حفاظت بیشتر تمام بدن ضروری است.

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

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

ب- اگر در کارهای سبک احتمال خیس شدن لباس وجود دارد، بهتر است لایه بیرونی لباس مورد استفاده از نوع نفوذ ناپذیر در برابر آب[1] باشد. در چین شرایطی با سنگین شدن کار، لایه خارجی لباس باید ضد آب[2] 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 Cº (39/2 ºF) مایعات قابل تبخیر (بنزین، الکل و یا مواد پاک‌کننده و غیره) را جابجا می‌کنند، به جهت افزایش خطر بروز ضایعات ناشی از سرما که در نتیجه خاصیت خنک‌کنندگی مواد تبخیر شونده حاصل می‌شود. باید احتیاطات لازم برای پرهیز از خیس شدن لباس یا

1 - Impermeable to water

2 - Water Repellent

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

## برنامه کار - استراحت توأم با گرم شدن بدن

جدول 27 تعیین‌کننده مدت هر بار مواجهه در دوره کاری 4 ساعته می‌باشد و در صورت لزوم تکرار مواجهه، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برابر با 30 دقیقه می‌باشد.

اگر کار در سرمای کمتر از $^{o}C$ 7- ($19/4^{o}F$) و یا درجه حرارت معادل سرماباد آن به طور مداوم انجام می‌شود باید پناهگاه گرمی در مجاورت محل کار مهیا گردیده و افراد برای استفاده از آن در فواصل منظم ترغیب شوند. دفعات استفاده از پناهگاه تابع شدت سرمای محیط کار است. کار در دمای بین 1+ تا 10- درجه سانتی‌گراد باید حداکثر در دوره های 75 دقیقه قطع گردد و کارگر به مدت 15 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 5 متر بر ثانیه (حدود 11 مایل در ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین‌تر خواهد بود. به طور مثال در صورتی که فرد در دمای 15- درجه سانتیگراد و جریان هوای آرام به مدت حداکثر 50 دقیقه مواجهه داشته است تکرار مواجهه وی در دوره 4 ساعته در صورتی مجاز است که حداقل 30 دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نموده باشد. در صورتی که همین کارگر در دمای مذکور و سرعت باد 5 متر بر ثانیه مشغول بکار باشد مدت مواجهه مجاز وی یک مرحله پایین‌تر، یعنی 30 دقیقه مداوم خواهد بود و تکرار مواجهه منوط به 30 دقیقه استراحت در هر دوره می‌باشد.

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

- سرعت باد 5 مایل در ساعت ($5\ mph^{2}$) = حرکت آرام پرچم
- سرعت باد 10 مایل در ساعت (10 mph) = پرچم کاملاً باز شده است.
- سرعت باد 15 مایل در ساعت (15 mph)= صفحات روزنامه در هوا بلند شده‌اند.
- سرعت باد 20 مایل در ساعت (20 mph) = باد، بوران برف

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

1 - Cryogenic Fluids

2 - Miles Per Hour

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

1) فرد باید از نظر حفاظتی تحت نظارت دائم و کامل قرار گیرد.
2) 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.
3) 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.
4) باید حتی المقدور از لباس‌های سبک، کم حجم و مناسب استفاده گردد تا مانع کار راحت نشود.
5) برنامه کار باید به گونه‌ای تنظیم شود که نشستن بی‌حرکت برای مدت طولانی به حداقل کاهش یابد. صندلی‌های با نشیمنگاه فلزی بدون عایق نبایستی استفاده کرد. کارگر باید در برابر جریان-های شدید هوا به طور مناسب حفاظت شود.
6) نکات ایمنی و بهداشت مربوطه باید به افراد آموزش داده شود. حداقل برنامه‌های آموزشی شامل دستورالعمل‌های زیراست:

الف ـ تمرینات استفاده از لباس‌های مخصوص

ب ـ عادات صحیح خوردن و آشامیدن

ج ـ شناسایی سرمازدگی قریب الوقوع

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

ه ـ انجام کار بدون مخاطره

و- کمک های اولیه ضروری و درخواست امداد

جدول 27- حدود مجاز مواجهه شغلی با سرما (برای یک دوره 4 ساعته کار)

| حداکثر مدت مداوم کار مجاز (دقیقه) * | بار کاری | دمای خشک هوا °C |
|---|---|---|
| 75** | کار سبک و متوسط | 10- تا 1+ |
| 50 | کار سبک | 25- تا 11- |
| 60 | کار متوسط | |
| 30 | کار سبک | 40- تا 26- |
| 40 | کار متوسط | |
| 20 | کار سبک | 50 *** - تا 41- |
| 30 | کار متوسط | |

* این شرایط برای سرعت باد کمتر از 0/5 متر بر ثانیه (1/1 مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در صورت لزوم تکرار مواجهه، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برابر با 30 دقیقه می‌باشد. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر 5 متر بر ثانیه ( حدود 11 مایل بر ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین تر خواهد بود.

** در محدوده دمایی 10- تا 1+ درجه سانتی گراد، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برای تکرار مواجهه 15 دقیقه می‌باشد.

*** در شرایط پایین‌تر از این مرحله کارهای غیر اضطراری باید متوقف شود. در موارد اضطراری مواجهه کوتاه مدت 10 دقیقه ای برای یک بار مواجهه مجاز می‌باشد.

### توصیه‌هایی برای محیط کار خاص

مقررات خاص برای سردخانه‌ها عبارتند از:

1- 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.

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

3- 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.

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

## ضرورت های پایش محیط کار

وقتی دمای محیط کار کمتراز 16 درجه سانتیگراد (60/8 ºF) 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 1- درجه سانتی‌گراد (30/2 ºF) 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 2 متر در ثانیه (5 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 1- درجه سانتیگراد (30/2 ºF) است، میزان دمای هوا و سرعت باد باید اندازه‌گیری و ثبت گردد.

1 - Feet Per Minutes

در کلیه مواردی که اندازه‌گیری سرعت جریان هوا ضروری باشد، درجه سرمای معادل (ECT) با استفاده از جدول 26 محاسبه و هرگاه سرمای معادل (ECT) کمتر از 7- درجه سانتیگراد (19/4 ºF) 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 1- درجه سانتیگراد (30/2ºF) و کمتر معاف گردند. شاغلینی که معمولاً در درجات کمتر از 24- درجه سانتیگراد (11/2 ºF-) همراه با سرعت باد کمتر از پنج مایل در ساعت و یا هوای کمتر از 18- درجه سانتیگراد (0/0ºF) همراه با سرعت باد بیشتر از 5 مایل در ساعت در مواجهه هستند، باید گواهی پزشکی دال بر مناسب بودن برای چنین مواجهه‌ای را داشته باشند. مصدومی که در دمای انجماد یا زیر صفر می‌ماند نیاز به توجه ویژه دارد، زیرا فرد مصدوم مستعد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما است. پیش‌بینی‌های مخصوص برای پیشگیری از بروز عوارض کاهش دما و انجماد نسوج آسیب‌دیده لازم است، مضافاً اینکه کمک‌های اولیه درمانی باید به فوریت انجام گیرد.

**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

## [1]È/· fi “ùvùô üå/ ô‡öì

ارگونومی علمی است که به مطالعه و طراحی سطح مشترک[2] انسان- ماشین می‌پردازد تا از این طریق به پیشگیری از بیماری و آسیب و ارتقاء عملکرد شغلی کمک نماید. در ارگونومی تلاش می‌شود تا مشاغل و فعالیتها به گونه‌ای طراحی شوند که با توانایی‌های کارگر منطبق باشند.

بعضی از عوامل فیزیکی نقش مهمی در ارگونومی ایفا می‌کنند که نیرو و شتاب در حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) ارتعاش دست- بازو و ارتعاش کل بدن مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین عوامل حرارتی در حدود مجاز استرس حرارتی مورد اشاره قرار گرفته است. نیرو از عوامل مهم ایجادکننده آسیب ناشی از بلندکردن بار به شمار می رود. سایر عوامل ارگونومیک حائز اهمیت شامل زمان انجام کار، تکرار، استرسهای تماسی، پوسچر و عوامل روانی- اجتماعی هستند.

### آسیبهای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار(MSDs[3])

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

سایر اصطلاحات که برای آسیب‌هـــای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار بکار می‌روند عبارتند از: آسیبهای ترومای تجمعی (CTDs[4])، آسیب‌های ناشی از حرکات تکراری(RMIs[5]) و آسیب‌های ناشی از تنشهای تکراری (RSIs). برخی از این آسیب‌ها دارای علائم تشخیصی اختصاصی هستند مثل سندرم تونل کارپـــال یا تاندونیت. سایر آسیبهای اسکلتی– عضلانی ممکن است به صورت دردهای

---

1 - Ergonomics

2 - Interface

3 - Musculoskeletal Disorders

4 - Cumulative Trauma Disorders

5 - Repetitive Motion Illnesses

غیراختصاصی ظاهر شوند. برخی ناراحتی‌های موقتی و زودگذر، نتیجه طبیعی کار و غیر قابل اجتناب می‌باشند اما ناراحتی‌هایی که روز به روز بیشتر شده و با فعالیت‌های شغلی یا زندگی روزانه تداخل می‌کنند، نباید به عنوان نتیجه طبیعی کار در نظر گرفته شوند.

## راهبردهای کنترل

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

- شناسایی مشکلات
- ارزیابی مشاغل مشکوک به داشتن ریسک فاکتور
- مشخص نمودن و ارزیابی عوامل به وجود آورنده
- مشارکت دادن کارگران به صورت آگاهانه
- مراقبتهای بهداشتی مناسب برای کارگرانی که دچار آسیبهای اسکلتی- عضلانی هستند

زمانی که علل MSDs شناسایی شد برنامه کنترل اجرایی باید به صورت جامع به مرحله اجرا درآید. این برنامه شامل سه بخش زیر می‌باشد:

- آموزش کارگران، سرپرستان، مهندسان و مدیران
- گزارش زودرس علائم بروز آسیب توسط کارگران
- نظام مراقبت مستمر و ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده ازبیماریها و داده‌های بهداشتی و پزشکی

اقدامات کنترلی خاص هرشغل در ارتباط با نوع MSDs برنامه‌ریزی می‌شود. این اقدامات شامل کنترل‌های مهندسی و مدیریتی است. حفاظتهای فردی ممکن است در موارد خاص مناسب باشند. از میان روشهای کنترلی مهندسی به منظور کاهش یا محدود سازی ریسک فاکتورهای شغلی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند:

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

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

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

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

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

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

## عوامل غیر شغلی

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

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

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

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

## بلند کردن بار[1]

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

این حدود مجاز، شامل سه جدول با محدوده وزنی برحسب کیلوگرم (kg) می‌باشند. برای کارهایی که به طور دستی فقط به شکل بلندکردن بارهای مشابه انجام می‌شود، بدن در هنگام انجام آن کار، $30^{o}$ (30 درجه) نسبت به وضعیت طبیعی انحراف پیدا می‌کند.

در کار یکنواخت برداشتن بار، بارها مشابه بوده و نقاط شروع و پایان تکرار می‌شوند (با یک ریتم یکنواخت) و کارگر در طول روز فقط کار بلندکردن بار را انجام می‌دهد. سایر کارهایی که به صورت برداشتن و گذاشتن اجسام انجام می‌شوند مانند حمل‌کردن بار، هل‌دادن و کشیدن اجسام جزء این حدود مجاز نمی‌باشند. ضمناً این حدود مجاز تحت شرایط فوق الذکر باید مورد استفاده قرار گیرند.

حدود مجاز ذکر شده در جداول 1 تا 3 براساس دوره‌های زمانی برای کمتر یا بیشتر از 2 ساعت در روز و تکرار (تعداد بلندکردن بار در ساعت) تعریف شده‌اند. در حضور هرکدام از فاکتورها یا شرایط کاری در هنگام بلندکردن بار به شرح زیر، به منظور کاهش محدوده وزن بار به زیر حد مجاز، حدود مجاز توصیه شده با نظر کارشناسی بایستی بکار گرفته شوند.

1 - Lifting

- بیشترین میزان تکرار بلندکردن بار: بیشتر از 360 بار بلند کردن در ساعت.
- مدت زمان شیفت کاری: انجام فعالیت بلندکردن بار برای مدت زمان بیش از 8 ساعت در روز.
- عدم تقارن زیاد: بلندکردن بار با زاویه بیش از 30 درجه نسبت به صفحه تقارن.
- بلندکردن سریع بار و جابجایی چرخشی بار (برای مثال از جایی به جای دیگر ببریم).
- بلندکردن بار با یک دست.
- وضعیت بدنی در حین انجام کار که مستلزم اعمال نیرو توسط قسمت پایین بدن می‌باشد از قبیل بلندکردن بار در حالت نشسته یا زانو زده.
- گرما و رطوبت زیاد: با توجه به حدود مجاز تدوین شده در زمینه استرس و تنش گرمایی.
- بلندکردن اشیاء نامتعادل (به عنوان مثال مایعاتی با مرکز ثقل متغیر یا فقدان هماهنگی در تقسیم کار بلندکردن بار توسط چند نفر).
- چنگش ضعیف دست: به علت نبودن جای دست مناسب برای گرفتن بار و یا داشتن لبه‌های تیز یا نداشتن دیگر نقاط مناسب برای چنگش بار.
- عدم تعادل پاها به عنوان مثال، عدم توانایی جهت برقراری تعادل بدن به روی دو پا در زمان ایستادن.
- داشتن مواجهه با ارتعاش تمام بدن در حین بلندکردن بار یا بلند کردن بار بلافاصله بعد از مواجه با ارتعاش تمام بدن در حد مجاز یا بالاتر از آن (باتوجه به حدود مجاز متداول برای ارتعاش کل بدن).

## دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار

1) مطالعه نمودن حدود مجاز مربوط به بلندکردن بار به منظور آشنایی با حدود مجاز آنها.
2) طبقه بندی دوره‌های انجام کار، که این طبقه‌بندی می‌تواند جمعاً به صورت 2 ساعت یا کمتر از 2 ساعت و یا بیشتر از 2 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.
3) مشخص نمودن تعداد دفعات بلندکردن بار، که عبارت است از تعداد دفعاتی که کارگر در طول یک ساعت عمل بلندکردن بار را انجام می‌دهد.
4) استفاده از جدول حدود مجاز مربوطه که برای مدت زمان و تعداد دفعات بلندکردن بار مورد نظر تدوین شده است.

5) مشخص‌نمودن نواحی عمودی (شکل 1)، براساس موقعیت قرارگیری دست‌ها در هنگام بلندکردن بار.
6) مشخص کردن نواحی افقی در هنگام بلندکردن بار (شکل 1) به وسیله اندازه‌گیری فاصله افقی از نقطه میانی استخوان‌های قوزک پا تا نقطه میانی دو دست.
7) تعیین‌نمودن حدود مجاز مربوط به وزن بار بلند شده برحسب کیلوگرم با استفاده از نواحی عمودی و افقی خانه‌های جدول و براساس بیشترین مدت زمان و فرکانس بلندکردن بار.
8) کنترل بار در نقطه مقصد، چنانچه بار در نقطه مقصد به صورت کنترل شده جای‌گذاری می‌گردد (به صورت آهسته و یا با تأمل)، مراحل 5 تا 7 به جای شروع از ابتدا تکرار شود. حدود مجاز براساس مقدار پایین‌تر بین دو محدوده توصیه می‌گردد.

ضمناً متخصصین و کارشناسان محترم جهت آگاهی بیشتر در این زمینه می‌توانند به آیین نامه بهداشتی حمل دستی بار مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (1390) مراجعه نمایند.

**توضیحات علائم جداول 1 تا 3:**

**A**: فاصله مابین قسمت میانی قسمت داخلی استخوان قوزک پا و بار.

**B**: جابجایی بار نایستی در دسترسی افقی بیش از 80 سانتیمتر از قسمت میانی بین‌بخش داخلی استخوان قوزک پا شروع و پایان یابد (شکل 1).

**C**: جابجایی معمول بار نایستی در ارتفاع 30 سانتیمتر بالاتر از سطح شانه ها یا بالاتر از 180 سانتیمتر از سطح کف شروع و پایان یابد (شکل1).

**D**: جابجایی معمول بار نایستی برای قسمتهای سایه دار جدول انجام شود. هنوز شواهدی برای تعیین حدود مجاز وزن بار این قسمت‌ها در دسترس نیست.

E: نشانه های اختصاصی آناتومیک برای ارتفاع بند انگشت برای شرایطی که کارگر در حالت ایستاده با بازوهای آویزان از بغل می باشد، فرض شده است.

جدول 1: حدود مجاز بلند کردن بار

* برای حالات:

الف- کمتر یا مساوی 2 ساعت کار در روز یا کمتر یا مساوی60 بار برداشتن در ساعت

ب- کمتر از 2 ساعت کار در روز با 12 بار برداشتن در ساعت

| ناحیه عمودی | ناحیه افقی [A] | | |
|---|---|---|---|
| | نزدیک: کمتر از 30 سانتیمتر | متوسط: 30 تا 60 سانتیمتر | گسترش یافته [B]: بیشتر از 60 تا 80 سانتیمتر |
| محدوده دسترسی مابین 30 سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و 8 سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه [C] | 16کیلوگرم | 7 کیلوگرم | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] |
| از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه [E] | 32کیلوگرم | 16 کیلوگرم | 9 کیلوگرم |
| از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت [E] | 18کیلوگرم | 14 کیلوگرم | 7 کیلوگرم |
| از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا | 14کیلوگرم | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] |

جدول 2: حدود مجاز بلندکردن بار

*برای حالات:

الف- بیشتر از 2 ساعت کار در روز با بیشتر از 12 و کمتر یا مساوی30 بار برداشتن در ساعت

ب-کمتر یا مساوی 2 ساعت کار در روز با بیشتر از 60 و کمتر یا مساوی 360 بار برداشتن در ساعت

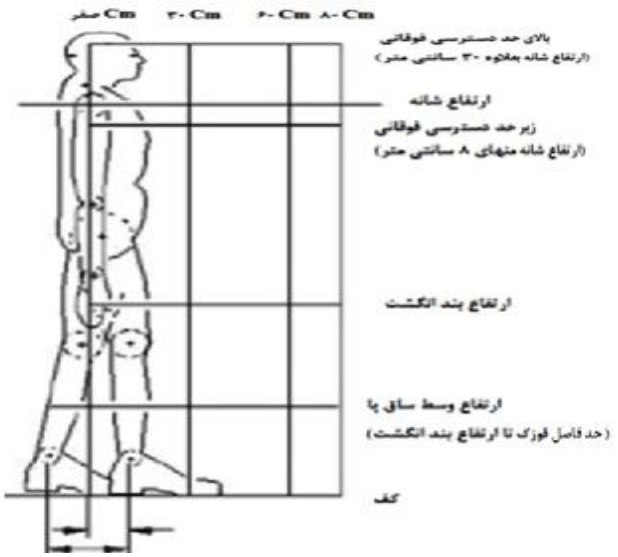
| ناحیه عمودی | ناحیه افقی [A] | | |
|---|---|---|---|
| | نزدیک: کمتر از 30سانتیمتر | متوسط: 30 تا 60 سانتیمتر | گسترش یافته [B]: بیشتر از 60 تا 80 سانتیمتر |
| محدوده دسترسی مابین 30 سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و 8 سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه [C] | 14کیلوگرم | 5 کیلوگرم | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] |
| از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه [E] | 27کیلوگرم | 14 کیلوگرم | 7 کیلوگرم |
| از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت [E] | 16کیلوگرم | 11 کیلوگرم | 5 کیلوگرم |
| از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا | 9 کیلوگرم | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] |

جدول3: حدود مجاز بلند کردن بار

برای حالت بیشتر از 2 ساعت کار در روز با بیشتر از 30 و کمتر یا مساوی 360 بار برداشتن در ساعت

| ناحیه عمودی | ناحیه افقی [A] | | |
|---|---|---|---|
| | نزدیک: کمتر از30 سانتیمتر | متوسط: 30 تا 60 سانتیمتر | گسترش یافته [B]: بیشتر از 60 تا 80 سانتیمتر |
| محدوده دسترسی مابین 30 سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و 8 سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه [C] | 11 کیلوگرم | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] |
| از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه [E] | 14 کیلوگرم | 9 کیلوگرم | 5 کیلوگرم |
| از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت [E] | 9 کیلوگرم | 7 کیلوگرم | 2 کیلوگرم |
| از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است [D] |

شکل 1- نمایش گرافیکی نواحی قائم بدن



**References**

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