



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



دانشگاه علوم پزشکی تهران  
پژوهشکده محیط زیست

# حدود مجاز موافقت‌شده

انرا مالت، دست‌العمل هاء اهنمه د هاء تخصصی ماکا سعت محیط و کار









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



دانشگاه علوم پزشکی تهران  
پژوهشگاه محیط زیست

# حدود مجاز مواجهه شغلی

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

مرکز سلامت محیط و کار  
پژوهشگاه محیط زیست

- عنوان گاید لاین: حدود مجاز مواجهه شغلی

- کد الزامات: ۱-۰۳۰۱-۲۰۵۰۲۰۲

- تعداد صفحات: ۲۱۵

### **مرکز سلامت محیط و کار:**

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

تلفن: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۶۳۶، دورنگار: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۴۱۷

[www.markazsalamat.ir](http://www.markazsalamat.ir)

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

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

تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۹، دورنگار: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۸

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

## مجری طرح بازنگری ویرایش سوم:

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

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

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

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

## فهرست

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

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| ۹۷  | شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه                                                |
| ۹۷  | ارتباط با BEI با OEL                                                     |
| ۹۸  | جمع آوری نمونه                                                           |
| ۹۹  | مقبولیت نمونه ادرار                                                      |
| ۹۹  | ضمانت کیفی                                                               |
| ۱۰۰ | نمادهای ملاحظات                                                          |
| ۱۰۰ | کاربرد BEIs                                                              |
| ۱۰۸ | اعلام تغییرات در دست بررسی (NIC)                                         |
| ۱۰۹ | References                                                               |
|     | بخش سوم                                                                  |
| ۱۱۰ | حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) با عوامل فیزیکی محیط کار                     |
| ۱۱۰ | مقدمه                                                                    |
| ۱۱۱ | تعاریف                                                                   |
| ۱۱۲ | آکوستیک                                                                  |
| ۱۱۲ | مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پائین                                  |
| ۱۱۳ | فراصوت                                                                   |
| ۱۱۵ | حد مجاز مواجهه شغلی با صدا                                               |
| ۱۱۸ | صدای پیوسته یا نوبتی                                                     |
| ۱۱۹ | الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا                                     |
| ۱۲۲ | صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای                                                  |
| ۱۲۳ | ارتعاش                                                                   |
| ۱۲۳ | ۱- مواجهه موضعی بدن با ارتعاش                                            |
| ۱۲۶ | ارتعاش دست- بازو از نوع پیوسته، منقطع، ضربه‌ای یا کوبه‌ای                |
| ۱۳۰ | ۲- ارتعاش تمام بدن                                                       |
| ۱۳۰ | نکات مهم                                                                 |
| ۱۳۸ | حد مجاز مواجهه شغلی (OEL) پرتوهای یونساز                                 |
| ۱۴۰ | میدان‌ها و پرتوهای غیر یونساز                                            |
| ۱۴۰ | میدان‌های مغناطیسی پایا                                                  |
| ۱۴۱ | میدان‌های مغناطیسی با فرکانسهای ۳۰ KHz و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیویی) |
| ۱۴۲ | شدت جریان تماسی                                                          |



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

۱۴۱۴۴

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

#### بخش چهارم

- ۱۹۴ حدود مجاز در ارگونومی
- ۱۹۴ آسیبهای اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار (MSDs)
- ۱۹۵ راهبردهای کنترل
- ۱۹۶ عوامل غیر شغلی
- ۱۹۷ بلندکردن بار





## 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 فوق‌الاشاره احتمال میزان ابتلاء به بیماریهای شغلی و نوپدید را افزایش خواهد داد. برای دستیابی به یک توسعه پایدار باید با عوارض ناخواسته ناشی از این عوامل زیانبار مبارزه نمود تا شاغلین از محیط کار سالم برخوردار گردند. در این راه اولین گام تفریق محیط‌های کاری سالم و ناسالم از یکدیگر بر اساس معیارهایی تحت عنوان "حد مجاز مواجهه شغلی" است تا محیط‌های کاری که احتمال بروز بیماری را در بین شاغلین افزایش می‌دهند، شناسایی گردند. مسلم است با حمایت‌های قانونی نظیر مواد ۸۵ و تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار، بندهای ۲، ۱۱ و ۱۶ ماده ۱ قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و ماده ۱۰ آیین‌نامه اجرایی بند (۵) جزء (ب) ماده واحده قانون اصلاح تبصره (۲) الحاقی ماده (۷۶) قانون اصلاح مواد (۷۲) و (۷۷) و تبصره ماده (۷۶) قانون تأمین اجتماعی مصوب ۱۳۵۴ و الحاق دو تبصره به ماده ۷۶ مصوب ۱۳۷۱ - مصوب ۱۳۸۰ - مصوب هیئت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۸۵/۱۲/۲۶ در تشخیص مشاغل سخت و زیان‌آور، که وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی را مکلف به تدوین معیارهای تحت عنوان حدود مجاز مواجهه شغلی نموده است، این حرکت سرعت بیشتری در اجرا خواهد یافت.

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

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

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

**دکتر وحید دستجردی**

**وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی**





## مستندات قانونی

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

### ۱. ماده ۸۵ قانون کار

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

### ۲. تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار

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

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

#### پزشکی

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

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

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

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

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

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

به نحوی طراحی و مورد بهره برداری قرار گیرند که میزان عوامل زیان آور 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 قرار گیرند. مجموعه حاضر براساس تکالیف قانونی وزارت بهداشت و شرح وظایف مرکز سلامت محیط و کار، تهیه گردیده و به تأیید و امضاء وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی رسیده است. لذا رعایت حدود مجاز مواجهه شغلی مندرج در آن برای کلیه کارفرمایان، کارگران و کارآموزان کارگاهها الزامی است.



## مقدمه

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

در سال ۱۳۷۸ به منظور صیانت از سلامت شاغلین، وزارت بهداشت با جلب مشارکت گروهی از متخصصین بهداشت حرفه‌ای کشور و بر مبنای منابع علمی معتبر بین‌المللی و در نظر گرفتن ملاحظات بومی اقدام به تدوین حدود تماس شغلی عوامل زیان‌آور محیط کار نموده است. در طول دهه‌های گذشته مراکز و سازمان‌های قانونی و تحقیقاتی متعددی در کشورهای مختلف، حدود مجاز مواجهه شغلی را به صورت راهنما و کتاب ارائه نموده‌اند که عمدتاً در کشورهای مختلف دنیا مورد پذیرش قرار گرفته و یا مبنایی برای تدوین استاندارد ملی بوده است. حدود قانونی مواجهه با عوامل زیان‌آور بایستی ضمن حفاظت کارگران، آنقدر سخت‌گیرانه نباشد که صنایع را از روند اصلی تولید و رقابت در عرصه‌های 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 روزافزون معضلات جهانی از جمله مسائل زیست‌محیطی، ارتقاء سطح دانش و

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

به منظور اجرای این طرح در گام نخست کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه‌ای با عضویت متخصصین و افراد خبره و با سابقه 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 می‌باشد. در زیر مجموعه کمیته مذکور، چهار کارگروه عوامل شیمیایی، سم‌شناسی و نشانگرهای زیستی، عوامل فیزیکی و ارگونومیکی تشکیل گردید. در هر کارگروه تعداد اعضاء متناسب با تعداد عوامل زیان‌آور 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، نمایندگان 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 کارگروه‌ها و جمع‌بندی نتایج کار آنها را عهده دار بوده است.

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

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

پس از تشکیل کمیته مشترک علمی و تعیین کارگروه‌ها، جلسه توجیهی و راهنمایی برای آنها تشکیل شد و براساس نظر کمیته مشترک، حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL)<sup>۱</sup> جدید کشوری با در نظر گرفتن موارد زیر تدوین گردید:

- ۱ - در نظر گرفتن کتاب "حدود تماس شغلی" ویرایش دوم، انتشار سال ۱۳۸۲.
  - ۲ - استفاده از راهنما و فهرست آخرین حدود مجاز شغلی سازمانهای ACGIH، NIOSH، OSHA، استانداردهای اتحادیه اروپا و حدود مجاز کشورهای ژاپن و روسیه.
  - ۳ - استفاده از منابع علمی نو و معتبر بین‌المللی و نتایج آخرین مطالعات در کشورهای دیگر
  - ۴ - استفاده از نتایج مطالعات و پژوهشهای انجام شده در کشور
  - ۵ - استفاده از پایگاههای اطلاعات معتبر بین‌المللی
  - ۶ - در نظر گرفتن شرایط اقتصادی، فناوری، اجتماعی و راهبردهای مصوب بالادستی کشور
  - ۷ - در نظر گرفتن وسعت و خصوصیات جامعه کارگری در مواجهه با عامل زیان آور
  - ۸ - در نظر گرفتن پیمانها و قوانین ملی و بین‌المللی مرتبط
- کتاب حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی"، می‌تواند به عنوان راهنما برای تأمین سلامت شاغلین مورد استفاده متخصصین بهداشت حرفه‌ای قرارگیرد. بنا براین استفاده و تفسیر حدود مجاز مزبور محدود به کسانی است که دانش لازم را برای آنها آموخته باشند و از محدودیت‌هایی که ممکن است در حالات مختلف عملی پدید آید آگاهی داشته و بتوانند تفسیر صحیحی از تطابق این حدود مجاز با آلودگی محیط کار بدست آورند. مطالعه اسناد و مدارکی که بر پایه آن حدود مجاز وضع گردیده می‌تواند راهنمای خوبی در این زمینه باشد. جهت استفاده از این کتاب مقدمه هر بخش را بدقت مطالعه و در موارد ضروری با متخصصین مربوطه مشورت نمایند، بدیهی است که مسئولیت عواقبی که از کاربرد غیر صحیح این حدود مجاز بوجود آید و یا احیاناً مربوط به حالات استثنایی و بسیار نادر باشد به عهده کمیته تدوین این حدود نخواهد بود. کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه‌ای کتاب معیارهای «حدود مجاز مواجهه شغلی» را هر دو سال یکبار مطابق با مقتضیات و



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

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

**کمیته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه‌ای**

اسفند ۱۳۹۰

## بخش اول

### حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی

#### مقدمه

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

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

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

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

### حدود مجاز مواجهه

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

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

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

### متوسط وزنی - زمانی (OEL-TWA)

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

### حد مجاز شغلی کوتاه مدت<sup>۲</sup> (OEL-STEL)

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

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

<sup>۱</sup> - Time Weighted Average

<sup>۲</sup> - Short Term Exposure Limit



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

### حد مجاز شغلی سقفی<sup>۱</sup> (OEL-C)

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

### محدوده‌های نوسان<sup>۲</sup>

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

<sup>۱</sup> - Ceiling Value

<sup>۲</sup> - 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 فرآیند کاری باید به قدر کافی کنترل شده باشد تا نوسان غلظت در آن در حدود قابل قبول انجام شود و حداکثر نوسان پیشنهاد شده نیز باید مرتبط با نوساناتی که غالباً در فرآیند واقعی صنعت مورد نظر اتفاق می‌افتد باشد.

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

رویکرد اصلی در تعیین حداکثر حد نوسانات پیشنهادی در مورد یک عامل شیمیایی با میزان تغییرپذیری معمول مشاهده شده در فرایندهای صنعتی واقعی صنعتی است. مطالعه بر روی تعداد زیادی از تحقیقات و بررسی‌های بهداشت صنعتی انجام شده نشانگر این بوده است که مقادیر مواجهه کوتاه مدت عموماً دارای توزیع لگ نرمال<sup>۱</sup> (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 واژه‌های مهم ارائه شده است. در توزیع لگ نرمال، باید از میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی استفاده نمود. در این توزیع شاخص تمایل مرکزی عبارت از آنتی لگاریتم میانگین لگاریتم مقادیر نمونه‌ها است. این توزیع دارای چولگی<sup>۲</sup> بوده و میانگین هندسی آن (mg) همیشه کوچکتر از میانگین حسابی است به مقداری که بستگی به انحراف معیار هندسی (sdg) دارد. در توزیع لگ نرمال، انحراف معیار هندسی، معادل آنتی لگاریتم انحراف معیار لگاریتم مقادیر نمونه است. در این توزیع ۶۸/۲۶٪ مقادیر نمونه‌ها، بین  $sdg / mg$  و  $sdg \times mg$  قرار می‌گیرند.

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

<sup>۱</sup>- Lognormally Distributed

<sup>۲</sup> - Skewed

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

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

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

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

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

### حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی

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

## تغییرات در شرایط و برنامه های کاری

### کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول

زمانی که شاغلین در شرایط دما و فشار با تفاوت قابل توجه‌ای با وضعیت نرمال دارد (NTP) (دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و فشار  $760\text{ mmHg}$ ) 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، گزینه‌های مختلفی برای مقایسه نتایج نمونه برداری هوا با حدود مجاز مواجهه وجود دارد. یک روش ساده به این ترتیب است که:

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

ب- چنانچه واحد حد مجاز آلاینده برحسب  $\text{mg}/\text{m}^3$  یا سایر واحدهای جرم بر حجم نبود، واحد آن به  $\text{mg}/\text{m}^3$  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 در نظر گرفته می‌شود. یکی از این فرضیه‌ها این است که حجم هوای استنشاقی شاغل در یک روز کاری تحت شرایط دما و فشار متوسط محیط در مقایسه با شرایط استاندارد، چندان تفاوتی ندارد. یک فرض دیگر برای گازها و بخارات آن است که دز جذب شده با فشار نسبی ترکیب استنشاق شده مرتبط است.

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

### برنامه‌های کاری غیرمعمول

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - Peak Body Burden

<sup>۲</sup> - Brief and Scala Model

<sup>۳</sup> - Recovery Time



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

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

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

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

$$RF = \frac{8}{hr} \times \frac{(24 - hr)}{16}$$

در رابطه فوق، hr ساعات کار روزانه است.

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

$$RF = \frac{40}{hr} \times \frac{(168 - hr)}{128}$$

در رابطه فوق، hr ساعات کار هفتگی می باشد.

## مثال

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

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

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

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

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

EF: ضریب نوسان

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

RF: ضریب کاهش OEL

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

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

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

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

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

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

### واحدهای OEL

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

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

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

**آئروسول:** سوسپانسیونی از ذرات جامد یا قطرات مایع در یک گاز است. انواع آئروسول‌ها عبارتند از: غبار، مسیت، دمه، مه، لیف، دود و مه دود. آئروسول‌ها 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 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) اظهار می‌شوند. واحد حدود مجاز گازها و بخارات معمولاً بر حسب قسمت در میلیون حجمی (ppm) آلاینده در هوا یا ممکن است بر حسب  $\text{mg}/\text{m}^3$  باشد. برای سهولت کاربران، وزن مولکولی هر یک از ترکیبات شیمیایی برای تبدیل واحد آنها در جداول حدود مجاز نیز ارائه شده است. با توجه به آنکه حجم مولی

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

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

یا

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

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

## نمادها

### شاخص بیولوژیکی مواجهه<sup>۱</sup> (BEI)

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

BEI<sub>A</sub>: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای آفت کشتهای مهارکننده استیل کولین استراز مراجعه شود.

BEI<sub>M</sub>: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای ایجاد کننده‌های مت هموگلوبین مراجعه شود.

BEI<sub>P</sub>: 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.

<sup>۱</sup> - Biological Exposure indices

## سرطان زایی<sup>۱</sup>

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

## بخار و کسر قابل تنفس<sup>۳</sup> (IFV)

این نماد زمانی استفاده می شود که یک ماده فشار بخار کافی برای بودن در هر دو فاز ذره ای و بخار را با نسبت معنی داری از دوز در غلظت OEL-TWA داشته باشد. هنگام تعیین IFV، نسبت غلظت بخار اشباع<sup>۴</sup> (SVC) به OEL-TWA در نظر گرفته می شود. این نماد به طور معمول برای موادی با نسبت SVC/OEL بین ۰/۱ و ۱۰ مورد استفاده قرار می گیرد.

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

الف- عملیاتیهای اسپری کردن

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

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

## ایجاد حساسیت

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

<sup>۱</sup> - Carcinogenicity

<sup>۲</sup> - American Conference of Governmental Industrial Hygienist

<sup>۳</sup> - Inhalable Fraction and Vapor

<sup>۴</sup> - 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 حساسیت‌زا ممکن است از طریق تنفسی، پوستی و ملتحمه رخ دهد. از طرفی عوامل حساسیت‌زا باعث واکنش‌های تنفسی، پوستی و ملتحمه ای می‌شوند. در حال حاضر این نماد، بین حساسیت اعضای مختلف تمایز قائل نشده است. عدم استفاده از این نماد به معنی فقدان قابلیت یک ماده برای 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 بیش‌فعالی، استعداد یا حساسیت داشتن، اشتباه گرفته شود. در ابتدای مواجهه با یک عامل حساسیت‌زا ممکن است هیچ پاسخی مشاهده نشود و یا پاسخ اندکی مشاهده شود. با این وجود زمانی که یک فرد دچار حساسیت ناشی از مواجهه با آن عامل شد، مواجهه‌های بعدی می‌تواند باعث پاسخ‌های شدید حتی در مواجهه با غلظت‌های کم (کمتر از OEL) شود. این واکنش‌ها ممکن است حیات یک فرد را تهدید کند و می‌تواند دارای آغاز سریع یا تأخیری باشد. شاغلینی که به یک عامل خاص حساس شده‌اند، ممکن است به عوامل دیگری که از لحاظ ساختار شیمیایی مشابه عامل اصلی است، یک واکنش مقطعی نشان دهند. کاهش مواجهه با عوامل حساسیت‌زا و ترکیبات با ساختار مشابه با آنها معمولاً شیوع واکنش‌های آلرژیک را در افراد حساس شده کاهش می‌دهد. برای برخی از افراد حساس شده، اجتناب کامل از مواجهه با عامل حساسیت‌زا و ترکیبات مشابه آن تنها راه حل پیشگیری از پاسخ‌های ایمنی خاص می‌باشد.

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

## پوست

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

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

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

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

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

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

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

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

## علائم و حروف مخفف

‡: کاندید تغییر حد مجاز

A: سرطان زایی (ضمیمه الف)

C: حد مجاز سقفی

D: خفگی آور ساده

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

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

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

H: فقط آئروسول

I: ذرات قابل تنفس (ضمیمه ج)

IFV: بخار و کسر قابل تنفس

L: شامل ترکیبات استئارات فلزات سمی نمی‌باشد.

K: نباید جرم ذرات قابل استنشاق بیشتر از  $2\text{ mg/m}^3$  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 ماده ای خالی می باشد به معنی فقدان آن نوع از حد مجاز می باشد. در استفاده از اعداد حدود مجاز ارائه شده بایستی دقت نمود که برخی از آنها همراه با علامت یا حرف مخفف خاصی هستند که معانی هریک از آنها در بخش قبلی و ضمایم انتهای این بخش، ارائه شده است.

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

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

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                    | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی  |                              | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه | توضیحات                                                             |
|------|----------------------------------------------------------|-------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|      |                                                          |             | STEL/C               | TWA                          |                            |                                                                     |
| ۱    | استالدهید<br>Acetaldehyde                                | ۴۴/۰۵       | C ۲۵ ppm             | -                            | A۴                         | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم                                |
| ۲    | اسید استیک<br>Acetic acid                                | ۶۶          | ۱۵ ppm               | ۱۰ ppm                       | -                          | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تأثیر بر عملکرد ریوی                 |
| ۳    | انیدرید استیک<br>Acetic anhydride                        | ۱۰۲/۰۲      | ۳ ppm                | ۱ ppm                        | A۴                         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                                       |
| ۴    | استون<br>Aceton                                          | ۵۸/۰۵       | ۷۵۰ ppm              | ۵۰۰ ppm                      | A۴<br>BEI                  | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی |
| ۵    | استون سیانو هیدرین<br>Acetone cyanohydrin, as CN         | ۵۸/۱۰       | C۵ mg/m <sup>۳</sup> | -                            | پوست                       | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ سردرد؛ هیپوکسی و سیانوز              |
| ۶    | استونتریل<br>Acetonitrile                                | ۴۱/۰۵       | -                    | ۲۰ ppm                       | پوست<br>A۴                 | تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس                                       |
| ۷    | استوفنون<br>Acetophenone                                 | ۱۲۰/۱۵      | -                    | ۱۰ ppm                       | -                          | سوزش چشم                                                            |
| ۸    | ۲-استیل آمینو فلورن<br>۲-Acetyl amino flourene           | ۲۲۳/۲۷      | -                    | ۱ ppm                        | -                          | تحریک و سوزش چشم                                                    |
| ۹    | استیلن<br>Acetylene                                      | ۲۶/۰۲       | خفگی آور ساده (D)    |                              |                            | خفگی                                                                |
| ۱۰   | تترا برمید استیلن<br>Acetylene Tetrabromide              | ۳۴۵/۷       | -                    | ۱ ppm                        | -                          | تحریک و سوزش                                                        |
| ۱۱   | اسید استیل سالیسیلیک<br>(آسپرین)<br>Acetylsalicylic acid | ۱۸۰/۱۵      | -                    | ۵ mg/m <sup>۳</sup>          | -                          | سوزش چشم و پوست                                                     |
| ۱۲   | آکروالین<br>Acrolein                                     | ۵۶/۰۶       | C ۰/۱ ppm            | -                            | پوست<br>A۴                 | سوزش چشم و قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ ادم و آمفیزم ریوی               |
| ۱۳   | آکرل آمید<br>Acrylamide                                  | ۷۱/۰۸       | -                    | ۰/۰۳ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | پوست<br>A۳                 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی                                            |
| ۱۴   | اسید آکرلیک<br>Acrylic acid                              | ۷۲/۰۶       | -                    | ۲ ppm                        | پوست<br>A۴                 | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی                                      |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                         | وزن مولکولی     | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA      | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | نوع مواجهه   | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|
| ۱۵   | آکریلونیتریل<br>Acrylonitrile                                                                 | ۵۳/۰۵           | ۲ ppm                           | -                             | پوست<br>A۳   | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی  |
| ۱۶   | اسید آدیپیک<br>Adipic acid                                                                    | ۱۴۶/۱۴          | ۵ mg/m <sup>۳</sup>             | -                             | -            | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب خودکار |
| ۱۷   | آدیپونیتریل<br>Adiponitrile                                                                   | ۱۰۸/۱۰          | ۲ ppm                           | -                             | پوست         | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی                   |
| ۱۸   | آلاکلر<br>Alachlor                                                                            | ۲۶۹/۸           | ۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)       | -                             | حساسیت<br>A۳ | هموسیدروزیس                                               |
| ۱۹   | آلدرین<br>Aldrin                                                                              | ۳۴۶/۹۳          | mg/m <sup>۳</sup> (IVF)<br>۰/۰۵ | -                             | پوست<br>A۳   | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی           |
| ۲۰   | گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C۱-C۴)<br>Aliphatic hydrocarbon gases, Alkane [C۱-C۴] | متفاوت          | ۱۰۰۰ ppm                        | -                             | -            | حساسیت های قلبی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی                 |
| ۲۱   | آلیل الکل<br>Allyl alcohol                                                                    | ۵۸/۰۸           | ۰/۵ ppm                         | -                             | پوست<br>A۴   | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم                      |
| ۲۲   | آلیل کلرید<br>Allyl chloride                                                                  | ۷۶/۵۰           | ۱ ppm                           | ۲ppm                          | پوست<br>A۳   | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی           |
| ۲۳   | آلیل گلیسیدیل اتر<br>Allyl glycidyl Ether                                                     | ۱۴۴/۱۴          | ۱ ppm                           | -                             | A۴           | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ درمانیت سوزش چشم و پوست   |
| ۲۴   | آلیل پروپیل دی سولفید<br>Allyl propyl disulfide                                               | ۱۴۸/۱۶          | ۰/۵ ppm                         | -                             | حساسیت       | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم                      |
| ۲۵   | فلز آلومینیوم و ترکیبات نامحلول آن<br>Aluminum metal and insoluble compounds                  | ۲۶/۹۸<br>متفاوت | ۱mg/m <sup>۳</sup> (R)          | -                             | A۴           | پنومو کونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی؛ سمیت عصبی |
| ۲۶   | ۴-آمینو دی فنیل<br>۴-Amino diphenyl                                                           | ۱۶۹/۲۳          | -                               | -                             | پوست<br>A۱   | سرطان کبد و مثانه                                         |



| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                   | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | STEL/C                          | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                      |
|------|---------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|
| ۲۷   | ۲-آمینو دی فنیل<br>۲-Amino dipheny                      | ۹۱/۱۱       | ۰/۵ ppm                    | -                               | سر درد؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سر گیجه |
| ۲۸   | ۲-آمینو پیریدین یا<br>۲-پیریدیل آمین<br>۲-Aminopyridine | ۹۱/۱۱       | ۰/۵ ppm                    | -                               | اختلال سیستم اعصاب مرکزی                        |
| ۲۹   | آمیتروپول<br>Amitrol                                    | ۸۴/۸۰       | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup>      | A۳                              | اثرات تیروئیدی                                  |
| ۳۰   | آمونیاک<br>Ammonia                                      | ۱۷/۳۰       | ۲۵ ppm                     | ۳۵ ppm                          | آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی        |
| ۳۱   | دمه کلرید آمونیوم<br>Ammonium chloride fume             | ۵۳/۵۰       | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>       | ۲۰ mg/m <sup>۳</sup>            | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس و چشم             |
| ۳۲   | پرفلورو اکتانوات آمونیوم<br>Ammonium Perfluorooctanoate | ۴۳۱         | ۰/۰۱ mg/m <sup>۳</sup>     | پوست؛<br>A۳                     | آسیب کبدی                                       |
| ۳۳   | سولفامات آمونیوم<br>Ammonium sulfamate                  | ۱۱۴/۱۳      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>       | -                               | -                                               |
| ۳۴   | استات آمیل نرمال<br>n-Amyl acetate                      | ۱۳۰/۱۸      | ۱۰۰ ppm                    | -                               | تحریک و سوزش                                    |
| ۳۵   | استات آمیل نوع دوم<br>sec-Amyl acetate                  | ۱۳۰         | ۱۲۵ ppm                    | -                               | تحریک و سوزش                                    |
| ۳۶   | ترت-آمیل متیل اتر<br>tert-Amyl methyl Ether (TAME)      | ۱۰۲/۲       | ۲۰ ppm                     | -                               | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب جنینی            |
| ۳۷   | آنیلین<br>Aniline                                       | ۹۳/۱۲       | ۲ ppm                      | BEI<br>پوست؛<br>A۳              | مت هموگلوبینی                                   |
| ۳۸   | ارتو-آنیزیدین<br>o-Anisidine                            | ۱۲۳/۱۵      | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>      | BEI <sub>M</sub><br>پوست؛<br>A۳ | مت هموگلوبینی                                   |
| ۳۹   | پارا-آنیزیدین<br>p-Anisidine                            | ۱۲۳/۱۵      | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>      | BEI <sub>M</sub><br>پوست؛<br>A۴ | مت هموگلوبینی                                   |
| ۴۰   | آنتی موآن و ترکیبات آن<br>Antimony and compound, as Sb  | ۱۲۱/۷۵      | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>      | -                               | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست           |

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

| ردیف           | نام علمی ماده شیمیایی                                 | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی |                           | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                                                       |
|----------------|-------------------------------------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                       |             | STEL/C              | TWA                       |                                                                                                  |
| Barium sulfate |                                                       |             |                     |                           |                                                                                                  |
| ۵۵             | بنومیل<br>Benomyl                                     | ۲۹۰/۳۲      | ۱mg/m <sup>۳</sup>  | -                         | حساسیت<br>A۳<br>سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ آسیب به بیضه و دستگاه تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی |
| ۵۶             | بنزو (آلفا) آنتراسن<br>Benz[a]anthracene              | ۲۲۸/۳۰      | -                   | -                         | سرطان پوست<br>BEIp<br>A۲                                                                         |
| ۵۷             | بنزن<br>Benzene                                       | ۷۸/۱۱       | ۲/۵ ppm             | ۰/۵ ppm                   | پوست؛<br>A۱<br>سرطان خون                                                                         |
| ۵۸             | بنزیدین<br>Benzidine                                  | ۱۸۴/۲۳      | -                   | -                         | پوست؛<br>A۱<br>سرطان مثانه                                                                       |
| ۵۹             | بنزو (بتا) فلورانتن<br>Benzo[b]fluoranthene           | ۲۵۲/۳۰      | -                   | -                         | BEIp<br>A۲<br>سرطان                                                                              |
| ۶۰             | بنزو (آلفا) پیرن<br>nzo[a]pyrene                      | ۲۵۲/۳۰      | -                   | -                         | BEIp<br>A۲<br>سرطان                                                                              |
| ۶۱             | بنزو تری کلرید<br>Benzotrichloride                    | ۱۹۵/۵۰      | C ۰/۱ ppm           | -                         | پوست<br>A۲<br>سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست                                          |
| ۶۲             | کلرید بنزوئیل<br>Benzoyl chloride                     | ۱۴۰/۵۷      | C ۰/۵ ppm           | -                         | A۴<br>تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم                                                       |
| ۶۳             | پراکسید بنزوئیل<br>Benzoyl Peroxide                   | ۲۴۲/۲۲      | -                   | ۵ mg/m <sup>۳</sup>       | A۴<br>تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست                                                      |
| ۶۴             | استات بنزیل<br>Benzyl acetate                         | ۱۵۰/۱۸      | -                   | ۱۰ ppm                    | A۴<br>تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی                                                             |
| ۶۵             | بنزیل بوتیل فتالات<br>Benzyl butyl phthalate          |             | -                   | ۵ mg/m <sup>۳</sup>       | -                                                                                                |
| ۶۶             | کلرید بنزیل<br>Benzyl chloride                        | ۱۲۶/۵۸      | -                   | ۱ ppm                     | A۳<br>تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست                                                 |
| ۶۷             | بریلیم و ترکیبات آن<br>Beryllium and compounds, as Be | ۹/۰۱        | -                   | ۰/۰۰۰۰۵ mg/m <sup>۳</sup> | پوست؛<br>A۱<br>حساسیت<br>بیماری مزمن ناشی از بریلیم (بریلیوزیس)                                  |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                                                | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA                  | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                               |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
| ۶۸   | بی فیل<br>Biphenyl                                                                                                                   | ۱۵۴/۲۰      | ۰/۲ ppm                                     | -                             | عملکرد ریوی                                              |
| ۶۹   | بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات<br>Bis(۲-ethylhexyl) phthalate                                                                            | ۳۹۰/۵۶      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>                         | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>          | -                                                        |
| ۷۰   | بیس (کلرو متیل) اتر<br>Bis(chloromethyl) ether                                                                                       | ۱۱۴/۹۶      | ۰/۰۰۱ ppm                                   | -                             | سرطان زایی                                               |
| ۷۱   | بیس (۲- دی متیل آمینو اتیل) اتر<br>Bis (۲-dimethylaminoethyl) ether (DMAE)                                                           | ۱۶۰/۲۶      | ۰/۰۵ ppm                                    | ۰/۱۵ ppm پوست؛                | تحریک قسمت فوقانی<br>دستگاه تنفسی، چشم و پوست            |
| ۷۲   | بیسموت تلورید<br>ترکیب غیر منقوط<br>ترکیب منقوط با سلنیم<br>Bismuth Telluride Undoped<br>Se-doped as Bi <sub>۲</sub> Te <sub>۳</sub> | ۸۰۰/۸۳      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup><br>۵ mg/m <sup>۳</sup> | -<br>A۴                       | آسیب ریوی                                                |
| ۷۳   | ترکیبات بورات؛ معدنی<br>Borate compounds, Inorganic                                                                                  | متفاوت      | ۲ mg/m <sup>۳</sup>                         | ۶ mg/m <sup>۳</sup>           | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                               |
| ۷۴   | اکسید بور<br>Boron oxide                                                                                                             | ۶۹/۶۴       | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>                        | -                             | تحریک قسمت فوقانی<br>دستگاه تنفسی و چشم                  |
| ۷۵   | تری برمید بور<br>Boron tribromide                                                                                                    | ۲۵۰/۵۷      | -                                           | C ۱ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                               |
| ۷۶   | تری فلورید بور<br>Boron trifluoride                                                                                                  | ۶۷/۸۲       | -                                           | C ۱ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی<br>دستگاه تنفسی؛<br>پنومونیت           |
| ۷۷   | بروماسیل<br>Bromacil                                                                                                                 | ۲۶۱/۱۱      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>                        | -                             | اثرات تیروئیدی                                           |
| ۷۸   | بروم<br>Bromine                                                                                                                      | ۱۵۹/۸۱      | ۰/۱ ppm                                     | ۰/۲ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی<br>و تحتانی دستگاه<br>تنفسی؛ آسیب ریوی |
| ۷۹   | پنتا فلورید بروم<br>Bromine pentafluoride                                                                                            | ۱۷۴/۹۲      | ۰/۱ ppm                                     | -                             | سوزش قسمت فوقانی<br>دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست             |
| ۸۰   | برومو فرم<br>Bromoform                                                                                                               | ۲۵۹/۷۳      | ۰/۵ ppm                                     | -                             | آسیب کبدی؛ تحریک<br>قسمت فوقانی تنفسی و                  |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی       |         | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                            |
|------|----------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------|---------|-------------------------------------------------------|
|      |                                                                      |             | STEL/C                    | TWA     | چشم                                                   |
| ۸۱   | ۱-برمو پروپان<br>1-Bromopropane                                      | ۱۲۲/۹۹      | ۱۰ ppm                    | -       | آسیب های کبدی و جنینی؛ سمیت اعصاب                     |
| ۸۲   | ۱،۳-بوتادین<br>1,3-Butadiene                                         | ۵۴/۹۰       | ۲ ppm                     | -       | سرطان                                                 |
| ۸۳   | همه ایزومرهای بوتان<br>Butane, all isomers                           |             |                           |         | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک: آلکانها (C۱-C۴) |
| ۸۴   | ان-بوتانول<br>n-Butanol                                              | ۷۴/۱۲       | ۲۰ ppm                    | -       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                         |
| ۸۵   | بوتانول نوع دوم<br>sec-Butanol                                       | ۷۴/۱۲       | ۱۰۰ ppm                   | -       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی      |
| ۸۶   | بوتانول نوع سوم<br>tert-Butanol                                      | ۷۴/۱۲       | ۱۰۰ ppm                   | -       | اختلال سیستم اعصاب مرکزی                              |
| ۸۷   | همه ایزومرهای بوتن ها<br>ایزو بوتن<br>Butene, all isomers, Isobutene | ۵۶/۱۱       | ۲۵۰ ppm                   | -       | اثر روی وزن بدن                                       |
|      |                                                                      | -           | ۲۵۰ ppm                   | -       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اثر روی وزن بدن             |
| ۸۸   | ۲-بوتوکسی اتانول<br>۲-Butoxyethanol (EGBE)                           | ۱۱۸/۱۷      | ۲۰ ppm                    | -       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                         |
| ۸۹   | ۲-بوتوکسی اتیل استات<br>۲-Butoxyethyl acetate                        | ۱۶۰/۲       | ۲۰ ppm                    | -       | همولیز                                                |
| ۹۰   | بوتیل استات نرمال<br>n-Butyl acetate                                 | ۱۱۶/۱۶      | ۱۵۰ ppm                   | ۲۰۰ ppm | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                         |
| ۹۱   | بوتیل استات نوع دوم<br>sec-Butyl acetate                             | ۱۱۶/۱۶      | ۲۰۰ ppm                   | -       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                         |
| ۹۲   | بوتیل استات نوع سوم<br>tert-Butyl acetate                            | ۱۱۶/۱۶      | ۲۰۰ ppm                   | -       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                         |
| ۹۳   | بوتیل آکریلات نرمال<br>n-Butyl acrylate                              | ۱۲۸/۱۷      | ۲ ppm                     | -       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست                   |
| ۹۴   | بوتیل آمین نرمال<br>n-Butylamine                                     | ۷۳/۱۴       | -                         | C ۵ ppm | سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                  |
| ۹۵   | هیدروکسی تولوئن بوتیل دار<br>Butylated                               | ۲۲۰/۳۴      | ۲ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | -       | تحریک قسمت فوقانی                                     |

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



| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                  | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA         | STEL/C    | میزان تعیین حد مجاز مواجهه                                                        |
|------|----------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|      | Camphor, synthetic                     |             |                                    |           | تنفسی و چشم؛ فلدان حس شامه                                                        |
| ۱۱۲  | کاپرولاکتام<br>Caprolactam             | ۱۱۳/۱۶      | $5 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$   | -         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی<br>A۵                                                     |
| ۱۱۳  | کاپتافول<br>Captafol                   | ۳۴۹/۰۶      | $0.1 \text{ mg/m}^3$               | -         | سوزش پوست پوست؛<br>A۴                                                             |
| ۱۱۴  | کاپتان<br>Captan                       | ۳۰۰/۶۰      | $5 \text{ mg/m}^3$                 | -         | سوزش پوست حساسیت؛<br>A۳                                                           |
| ۱۱۵  | کارباریل<br>Carbaryl                   | ۲۰۱/۲۰      | $0.5 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$ | -         | بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ آسیب سیستم تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی<br>A۲ حساسیت |
| ۱۱۶  | کاربوفوران<br>Carbofuran               | ۲۲۱/۳۰      | $0.1 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$ | -         | بازدارنده آنزیم کولین استراز<br>BEI <sub>A</sub><br>A۴                            |
| ۱۱۷  | دوده<br>Carbon black                   | -           | $3 \text{ mg/m}^3$                 | -         | برونشیت<br>A۳                                                                     |
| ۱۱۸  | دی اکسید کربن<br>Carbon dioxide        | ۴۴/۰۱       | ۵۰۰۰ ppm                           | ۳۰۰۰۰ ppm | خفگی<br>-                                                                         |
| ۱۱۹  | دی سولفید کربن<br>Carbon disulfide     | ۷۶/۱۴       | ۱ ppm                              | -         | اختلال سیستم اعصاب محیطی<br>حساسیت؛<br>A۴<br>BEI                                  |
| ۱۲۰  | مونوکسید کربن<br>Carbon monoxide       | ۲۸/۰۱       | ۲۵ ppm                             | -         | کربوکسی هموگلوبین<br>BEI                                                          |
| ۱۲۱  | تترابرمید کربن<br>Carbon tetrabromide  | ۳۳۱/۶۵      | ۰/۱ ppm                            | ۰/۳ ppm   | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب کبدی<br>-                               |
| ۱۲۳  | تتراکلرید کربن<br>Carbon tetrachloride | ۱۵۳/۸۴      | ۵ ppm                              | ۱۰ ppm    | آسیب کبدی پوست؛<br>A۲                                                             |
| ۱۲۴  | فلوئورید کربونیل<br>Carbonyl fluoride  | ۶۶/۰۱       | ۲ ppm                              | ۵ ppm     | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب استخوانی<br>-                                       |
| ۱۲۵  | کاتکول<br>Catechol                     | ۱۱۰/۱۱      | ۵ ppm                              | -         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درمانیت<br>پوست<br>A۳                              |
| ۱۲۶  | سلولز<br>Cellulose                     | نامشخص      | $10 \text{ mg/m}^3$                | -         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی<br>-                                                      |
| ۱۲۷  | هیدروکسید سزیم                         | ۱۴۹/۹۲      | $2 \text{ mg/m}^3$                 | -         | تحریک قسمت فوقانی<br>-                                                            |

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

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                    | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA  | STEL/C              | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                               |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------|
|      | Chlorodiphenyl<br>(۵۴٪ chlorine)                                                         |             |                             |                     | تنفسی؛ آسیب کبدی؛<br>جوش آکنه مانند                      |
| ۱۴۴  | کلروفرم<br>Chloroform                                                                    | ۱۱۹/۳۸      | ۱۰ ppm                      | -                   | آسیب کبدی؛ آسیبهای<br>جنینی؛ اختلال سیستم<br>اعصاب مرکزی |
| ۱۴۵  | بیس (کلرومتیل) اتر<br>bis (Chloromethyl) ether                                           | ۱۱۴/۴۶      | ۰/۰۰۱ ppm                   | -                   | سرطان ریه                                                |
| ۱۴۶  | کلرو متیل متیل اتر<br>Chloromethyl methyl<br>ether                                       | ۸۰/۵۰       |                             | -                   | سرطان ریه                                                |
| ۱۴۷  | ۱-کلرو-۱-نیترو پروپان<br>۱-Chloro-۱-<br>nitropropane                                     | ۱۲۳/۵۴      | ۲ ppm                       | -                   | سوزش چشم؛ آسیب<br>ریوی                                   |
| ۱۴۸  | ۱-کلرو-۴-نیترو بنزن<br>۱-Chloro-۴-<br>nitrobenzene                                       | ۱۵۷/۵۵      | ۱ mg/m <sup>۳</sup>         | ۲ mg/m <sup>۳</sup> | پوست                                                     |
| ۱۴۹  | کلرو پنتا فلورو اتان<br>Chloropenta<br>fluoroethane                                      | ۱۵۴/۴۷      | ۱۰۰۰ ppm                    | -                   | حساسیت قلبی                                              |
| ۱۵۰  | کلروپیکرین<br>Chloropicrin                                                               | ۱۴۶/۳۹      | ۰/۱ ppm                     | -                   | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ آسیب ریوی                    |
| ۱۵۱  | ۱-کلرو-۲-پروپانول و<br>۲-کلرو-۱-پروپانول<br>۱-Chloro-۲-propanol &<br>۲-Chloro-۱-propanol | ۹۴/۵۴       | ۱ ppm                       | -                   | پوست؛<br>آسیب کبدی                                       |
| ۱۵۲  | بنا-کلروپرن<br>B-Chloroprene                                                             | ۸۸/۵۴       | ۱۰ ppm                      | -                   | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                         |
| ۱۵۳  | ۲-کلرو پروپانیک اسید<br>۲-Chloropropionic acid                                           | ۱۰۸/۵۳      | ۰/۱ ppm                     | -                   | آسیب سیستم تولید مثل<br>مردان                            |
| ۱۵۴  | ارتو کلرو استایرن<br>o-Chlorostyrene                                                     | ۱۳۸/۶۰      | ۵۰ ppm                      | ۷۵ ppm              | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی؛ نوروباتی                    |
| ۱۵۵  | ارتو کلرو تولوئن<br>o-Chlorotoluene                                                      | ۱۲۶/۵۹      | ۵۰ ppm                      | -                   | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی، چشم و پوست                   |
| ۱۵۶  | کلرو پیریفوس<br>Chlorpyrifos                                                             | ۳۵۰/۵۷      | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | -                   | بازدارنده آنزیم کولین<br>استراز                          |
| ۱۵۷  | کرومات حاصل از فرآوری                                                                    | -           | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup>      | -                   | سرطان ریه                                                |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                     | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA                                           | STEL/C | میزان تعیین حد مجاز مواجهه                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------|
|      | سنگ معدنی کرومیت<br>Chromite ore processing (Chromate), as Cr                                             |             |                                                                      |        |                                                                                |
|      | کروم و ترکیبات معدنی آن<br>Chromium & inorganic compounds, as Cr                                          |             |                                                                      |        |                                                                                |
|      | ترکیبات فلزی و کروم سه ظرفیتی<br>Metal and Cr III compounds                                               | متفاوت      | $0.5 \text{ mg/m}^3$                                                 | -      | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست<br>A4                                           |
| ۱۵۸  | ترکیبات کروم شش ظرفیتی محلول در آب<br>Water-soluble Cr VI compounds                                       | متفاوت      | $0.05 \text{ mg/m}^3$                                                | -      | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سرطان<br>A1<br>BEI                                   |
|      | ترکیبات کروم شش ظرفیتی نامحلول در آب<br>Insoluble Cr VI compounds                                         | متفاوت      | $0.01 \text{ mg/m}^3$                                                | -      | سرطان ریه<br>A1                                                                |
| ۱۵۹  | کلرید کرومیل<br>Chromyl chloride                                                                          | ۱۵۴/۹۲      | $0.25 \text{ ppm}$                                                   | -      | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست<br>-                                            |
| ۱۶۰  | کرایزن<br>Chrysene                                                                                        | ۲۲۸/۳۰      |                                                                      | -      | سرطان<br>BEI<br>A3                                                             |
| ۱۶۱  | سیترال<br>Citral                                                                                          | ۱۵۲/۲۴      | $5 \text{ ppm (IVF)}$                                                | -      | اثر روی وزن بدن؛<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛<br>آسیب چشمی<br>حساسیت پوست<br>A4 |
| ۱۶۲  | کلوپیدال<br>Clodol                                                                                        | ۱۹۲/۰۶      | $10 \text{ mg/m}^3$                                                  | -      | تحریک قسمت فوقانی تنفسی<br>A4                                                  |
| ۱۶۳  | غبار ذغال سنگ<br>Coal dust (Anthracite)<br>بیتومینوس (Bituminous)                                         | -           | $0.4 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$<br>$0.9 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$ | -      | سرطان و فیروز ریه<br>سرطان و فیروز ریه<br>A4<br>A4                             |
| ۱۶۴  | مواد فرار قیر قطران ذغال سنگ به صورت آئروسول محلول در بنزن<br>Coal tar pitch volatiles as benzene soluble | -           | $0.2 \text{ mg/m}^3$                                                 | -      | سرطان<br>BEI<br>A1                                                             |

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

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

| ردیف   | نام علمی ماده شیمیایی                                  | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی          |           | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                    |
|--------|--------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|
|        |                                                        |             | STEL/C                       | TWA       |                                                               |
| حساسیت |                                                        |             |                              |           |                                                               |
| ۱۹۲    | الکل دی استون<br>Diacetone alcohol                     | ۱۱۶/۱۶      | ۵۰ ppm                       | -         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                                 |
| ۱۹۳    | دiazینون<br>Diazinon                                   | ۳۰۴/۳۶      | ۰/۰۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | -         | پوست؛<br>بازدارنده آنزیم کولین استراز                         |
| ۱۹۴    | دiazومتان<br>Diazomethane                              | ۴۲/۴۰       | ۰/۲ ppm                      | -         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                                 |
| ۱۹۵    | دی بوران<br>Diborane                                   | ۲۷/۶۹       | ۰/۱ ppm                      | -         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سردرد                               |
| ۱۹۶    | ۲-ان-دی بوتیل آمینو اتانول<br>۲-N-Dibutylamino ethanol | ۱۷۳/۲۹      | ۰/۵ ppm                      | -         | پوست<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                         |
| ۱۹۸    | دی بوتیل فسفات<br>Dibutyl phosphate                    | ۲۱۰/۲۱      | ۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)    | -         | پوست<br>مثانه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                  |
| ۱۹۹    | دی بوتیل فنیل فسفات<br>Dibutyl phenyl phosphate        | ۲۸۶/۲۶      | ۰/۳ Ppm                      | -         | پوست<br>بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| ۲۰۰    | دی بوتیل فتالات<br>Dibutyl phthalate                   | ۲۷۸/۳۴      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>          | -         | آسیب بیضه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                      |
| ۲۰۱    | اسید دی کلرواستیک<br>Dichloroacetic acid               | ۱۲۸/۹۵      | ۰/۵ ppm                      | -         | پوست؛<br>تنفسی و چشم؛ آسیب بیضه                               |
| ۲۰۲    | دی کلرو استیلن<br>Dichloroacetylene                    | ۹۴/۹۳       | -                            | C ۰/۱ ppm | تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب محیطی                                |
| ۲۰۳    | ارتو دی کلرو بنزن<br>o-Dichlorobenzene                 | ۱۴۷/۰۱      | ۲۵ ppm                       | ۵۰ ppm    | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی                      |
| ۲۰۴    | پارا دی کلرو بنزن<br>p-Dichlorobenzene                 | ۱۴۷/۰۱      | ۱۰ ppm                       | -         | تحریک و سوزش چشم و آسیب کلیوی                                 |
| ۲۰۵    | ۳ و ۳-دی کلرو بنزیدین<br>۳,۳-Dichloro benzidine        | ۲۵۳/۱۳      | -                            | -         | پوست؛<br>سرطان مثانه و تحریک چشم                              |
| ۲۰۶    | ۴ و ۱-دی کلرو-۲-بوتن                                   | ۱۲۴/۹۹      | ۰/۰۰۵ ppm                    | -         | پوست؛<br>تحریک قسمت فوقانی                                    |



| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                          | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA  | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                       |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|
|      | Dichloro-2-butene ۱،۴-                                                         |             |                             |                               | تنفسی و چشم                                      |
| ۲۰۷  | دی کلرو دی فلوئورو متان<br>Dichlorodifluoro methane                            | ۱۲۰/۹۱      | ۱۰۰۰ ppm                    | -                             | حساسیت های قلبی                                  |
| ۲۰۸  | ۱و۳- دی کلرو- ۵ و ۵- دی متیل هیدانتوئین<br>۱،۳-Dichloro-۵،۵-dimethyl hydantoin | ۱۹۷/۰۳      | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup>       | ۰/۴ mg/m <sup>۳</sup>         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                          |
| ۲۰۹  | ۱و۱- دی کلرو اتان<br>۱،۱- Dichloroethane                                       | ۹۸/۹۷       | ۱۰۰ ppm                     | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کلیوی و کبدی |
| ۲۱۰  | ۲و۱- دی کلرو اتیلن؛ همه ایزومرها<br>۱،۲- Dichloro ethylene                     | ۹۶/۹۵       | ۲۰۰ ppm                     | -                             | اختلال سیستم اعصاب مرکزی سوزش چشم                |
| ۲۱۱  | دی کلرو اتیل اتر<br>Dichloroethyl ether                                        | ۱۴۳/۰۲      | ۵ ppm                       | ۱۰ ppm                        | پوست؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع        |
| ۲۱۲  | دی کلرو فلوئورو متان<br>Dichloromonofluoro methane                             | ۱۰۲/۹۲      | ۱۰ ppm                      | -                             | آسیب کبدی                                        |
| ۲۱۳  | دی کلرو متان<br>Dichloromethane                                                | ۸۴/۹۳       | ۵۰ ppm                      | -                             | کربوکسی هموگلوبینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی     |
| ۲۱۴  | ۱و۱- دی کلرو- ۱- نیترو اتان<br>۱،۱- Dichloro-۱-nitroethane                     | ۱۴۳/۹۶      | ۲ ppm                       | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                          |
| ۲۱۵  | ۱و۳- دی کلرو پروپن<br>propene ۱،۳- Dichloro                                    | ۱۱۰/۹۸      | ۱ ppm                       | -                             | پوست؛ آسیب های کلیوی                             |
| ۲۱۶  | ۲و۲- دی کلرو پروپانیک اسید<br>۲،۲- Dichloro propionic acid                     | ۱۴۲/۹۷      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>         | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                    |
| ۲۱۷  | دی کلرو تترا فلوئورو اتان<br>Dichlorotetrafluoro ethane                        | ۱۷۰/۹۳      | ۱۰۰۰ ppm                    | -                             | تأثیر بر عملکرد ریوی                             |
| ۲۱۸  | دی کلرووس<br>Dichlorvos                                                        | ۲۲۰/۹۸      | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | -                             | پوست؛ بازدارنده آنزیم کولین                      |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                 | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی          |         | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|---------|------------------------------------------------------------|
|      |                                                                       |             | STEL/C                       | TWA     |                                                            |
|      |                                                                       |             |                              |         | استراز                                                     |
|      |                                                                       |             |                              |         | A۴ حساسیت؛<br>BEI <sub>A</sub>                             |
| ۲۱۹  | دی کرو توفوس<br>Dicrotophos                                           | ۲۳۷/۲۱      | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | –       | A۴ حساسیت؛<br>BEI <sub>A</sub>                             |
|      |                                                                       |             |                              |         | بازدارنده آنزیم کولین استراز                               |
| ۲۲۰  | دی سیکلو پنتادین<br>Dicyclopentadiene                                 | ۱۳۲/۲۱      | ۵ ppm                        | –       | –                                                          |
|      |                                                                       |             |                              |         | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم                     |
| ۲۲۱  | دی سیکلو پنتادیل آهن<br>Dicyclopentadienyl iron                       | ۱۸۶/۰۳      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>         | –       | –                                                          |
|      |                                                                       |             |                              |         | آسیب کبدی                                                  |
|      |                                                                       |             |                              |         | آسیب کبدی؛ اثرات سیستم تولید مثل؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| ۲۲۲  | دیلدترین<br>Dieldrin                                                  | ۳۸۰/۹۳      | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)  | –       | پوست؛<br>A۳                                                |
|      |                                                                       |             |                              |         | سوخت دیزل بصورت هیدروکربن های کل                           |
| ۲۲۳  | سوخت دیزل بصورت هیدروکربن های کل<br>Diesel fuel as total Hydrocarbons | متفاوت      | ۱۰۰ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)  | –       | پوست؛<br>A۳                                                |
|      |                                                                       |             |                              |         | درماتیت                                                    |
| ۲۲۴  | دی اتانول آمین<br>Diethanolamine                                      | ۱۰۵/۱۴      | ۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)    | –       | پوست؛<br>A۳                                                |
|      |                                                                       |             |                              |         | آسیب کبدی و کلیوی                                          |
| ۲۲۵  | دی اتیل آمین<br>Diethylamine                                          | ۷۳/۱۴       | ۵ ppm                        | ۱۵ ppm  | پوست؛<br>A۴                                                |
|      |                                                                       |             |                              |         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                              |
| ۲۲۶  | ۲-دی اتیل آمینو اتانول<br>۲-diethylamino ethanol                      | ۱۱۷/۱۹      | ۲ ppm                        | –       | پوست                                                       |
|      |                                                                       |             |                              |         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی            |
| ۲۲۷  | دی اتیلن تری آمین<br>Diethylene triamine                              | ۱۰۳/۱۷      | ۱ ppm                        | –       | پوست                                                       |
|      |                                                                       |             |                              |         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                              |
| ۲۲۸  | دی (۲- اتیل هگزیل) فتالات<br>Di(۲- ethylhexyl) phthalate              | ۳۹۰/۵۴      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>          | –       | A۳                                                         |
|      |                                                                       |             |                              |         | تحریک قسمت تحتانی تنفسی                                    |
| ۲۲۹  | دی اتیل کتون                                                          | ۸۶/۱۳       | ۲۰۰ ppm                      | ۳۰۰ ppm | –                                                          |
|      |                                                                       |             |                              |         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی         |
| ۲۳۰  | دی اتیل فتالات                                                        | ۲۲۲/۲۳      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>          | –       | A۴                                                         |
|      |                                                                       |             |                              |         | تحریک قسمت فوقانی                                          |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                       | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|      | Diethyl phthalate                                                           |             |                            |                               | تنفسی                                                         |
| ۲۳۱  | دی اتیل سولفات<br>Diethyl sulphate                                          | ۱۵۴/۱۸      | ۰/۰۵ ppm                   | -                             | سرطان زائی، سوزش پوست                                         |
| ۲۳۲  | دی فلئورید برمومتان                                                         | ۲۰۹/۸۳      | ۱۰۰ ppm                    | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی |
| ۲۳۳  | دی ایزو دسیل فتالات<br>Diisodecyl phthalate                                 | ۴۴۶/۶۶      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             |                                                               |
| ۲۳۴  | دی ایزو نونیل فتالات<br>Diisononyl phthalate                                | ۴۱۸/۶۱      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             |                                                               |
| ۲۳۵  | دی گلايسیدیل اتر<br>Diglycidyl ether                                        | ۱۳۰/۱۴      | ۰/۰۱ ppm                   | -                             | تحریک و سوزش پوست و چشم؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان       |
| ۲۳۶  | دی ایزو بوتیل کتون<br>Diisobutyl ketone                                     | ۱۴۲/۲۳      | ۲۵ ppm                     | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                                 |
| ۲۳۷  | دی ایزو پروپیل آمین<br>Diisopropylamine                                     | ۱۰۱/۱۹      | ۵ ppm                      | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی                            |
| ۲۳۸  | ان؛ ان - دی متیل استامید<br>N,N-Dimethyl acetamide                          | ۸۷/۱۲       | ۱۰ ppm                     | -                             | آسیب کبدی و آسیب جنینی                                        |
| ۲۳۹  | دی متیل آمین<br>Dimethylamine                                               | ۴۵/۰۸       | ۵ ppm                      | ۱۵ ppm                        | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                       |
| ۲۴۰  | بیس (۲-دی متیل آمین و اتیل) اتر؛ DMAEE<br>Bis (۲-Dimethyl aminoethyl) ether | ۱۶۰/۲۶      | ۰/۰۵ ppm                   | ۰/۱۵ ppm                      | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست                           |
| ۲۴۱  | دی متیل آنیلین<br>Dimethylaniline                                           | ۱۲۱/۱۸      | ۵ ppm                      | ۱۵ ppm                        | پوست؛ مت هموگلوبینی                                           |
| ۲۴۲  | دی متیل کاربامیل کلراید<br>Dimethyl carbamoyl chloride                      | ۱۰۷/۵۴      | ۰/۰۰۵ ppm                  | -                             | سرطان بینی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی                           |
| ۲۴۳  | دی متیل دی سولفید<br>Dimethyl disulfide                                     | ۹۴/۲        | ۰/۵ ppm                    | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم                         |

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

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA          | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                       |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ۲۶۰  | دی کوات<br>Diquat                    | متفاوت      | $0.5 \text{ mg/m}^3$                | -                             | پوست؛<br>تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید                     |
| ۲۶۱  | دی سولفیرام<br>Disulfiram            | ۲۹۶/۵۴      | $2 \text{ mg/m}^3$                  | -                             | پوست؛<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                 |
| ۲۶۲  | دی سولفتون<br>Disulfoton             | ۲۷۴/۳۸      | $0.05 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$ | -                             | پوست؛<br>بازدارنده آنزیم کولین استراز                            |
| ۲۶۳  | دیورون<br>Diuron                     | ۲۳۳/۱۰      | $10 \text{ mg/m}^3$                 | -                             | پوست؛<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                 |
| ۲۶۴  | دی وینیل بنزن<br>Divinylbenzene      | ۱۳۰/۱۹      | ۱۰ ppm                              | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                          |
| ۲۶۵  | دودسیل مرکاپتان<br>Dodecyl mercaptan | ۲۰۲/۰۴      | ۰/۱ ppm                             | -                             | حساسیت<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                |
| ۲۶۶  | اندو سولفان<br>Endosulfan            | ۴۰۶/۹۵      | $0.1 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$  | -                             | پوست؛<br>تحریک قسمت تحتانی تنفسی و آسیب کبدی و کلیوی             |
| ۲۶۷  | اندترین<br>Endrin                    | ۳۸۰/۹۳      | $0.1 \text{ mg/m}^3$                | -                             | پوست؛<br>آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی و سردرد            |
| ۲۶۸  | انفلوران<br>Enflurane                | ۱۸۴/۵۰      | ۷۵ ppm                              | -                             | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و اختلالات قلبی                         |
| ۲۶۹  | اپی کلرو هیدرین<br>Epichlorohydrin   | ۹۲/۵۳       | ۰/۵ ppm                             | -                             | پوست؛<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان |
| ۲۷۰  | EPN (فلوتولانیل)                     | ۳۲۳/۳۱      | $0.1 \text{ mg/m}^3$                | -                             | پوست؛<br>بازدارنده آنزیم کولین استراز                            |
| ۲۷۱  | اتان<br>Ethane                       |             |                                     |                               | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C۱-C۴)           |
| ۲۷۲  | اتانول                               | ۴۶/۰۷       | -                                   | ۱۰۰۰ ppm                      | تحریک قسمت فوقانی                                                |

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

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                             | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C  | نوع مواجهه  | مبنای تعیین حد مجاز                                    |
|------|---------------------------------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|
| ۲۸۶  | اتیل کلراید<br>Ethyl chloride                     | ۶۴/۵۲       | ۱۰۰ ppm                    | -                              | پوست؛<br>A۳ | آسیب کبدی                                              |
| ۲۸۷  | اتیل کلروفرمات<br>Ethyl chloroformate             | ۱۰۸/۵۲      | ۱ ppm                      | -                              | -           | -                                                      |
| ۲۸۸  | اتیل سیانوآکریلات<br>Ethyl cyanoacrylate          | ۱۲۵/۱۲      | ۰/۲ ppm                    | -                              | -           | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و پوست                      |
| ۲۸۹  | اتیلن<br>Ethylene                                 | ۲۸/۰۵       | ۲۰۰ ppm                    | -                              | A۴          | خفگی                                                   |
| ۲۹۰  | اتیلن کلروهیدرین<br>Ethylene chlorohydrin         | ۸۰/۵۲       | -                          | C ۱ ppm                        | پوست؛<br>A۴ | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی؛ آسیب کبدی<br>و کلیوی      |
| ۲۹۱  | اتیلن دی آمین<br>Ethylene diamine                 | ۶۰/۱۰       | ۱۰ ppm                     | -                              | پوست؛<br>A۴ | -                                                      |
| ۲۹۲  | اتیلن دی بروماید<br>Ethylene dibromide            | ۱۸۷/۸۸      | ۰/۵ ppm                    | -                              | پوست؛<br>A۳ | -                                                      |
| ۲۹۳  | اتیلن دی کلرید<br>Ethylene dichloride             | ۹۸/۹۶       | ۱۰ ppm                     | -                              | A۴          | آسیب کبدی؛ تهوع                                        |
| ۲۹۴  | اتیلن گلیکول<br>Ethylene glycol                   | ۶۲/۰۷       | -                          | C ۱۰۰<br>mg/m <sup>۳</sup> (H) | A۴          | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                       |
| ۲۹۵  | اتیلن گلیکول دینتریت<br>Ethylene glycol dinitrate | ۱۵۲/۰۶      | ۰/۰۵ ppm                   | -                              | پوست        | اتساع عروق و سردرد                                     |
| ۲۹۶  | اتیلن اکساید<br>Ethylene oxide                    | ۴۴/۰۵       | ۱ ppm                      | -                              | A۲          | سرطان؛ اختلال سیستم<br>اعصاب مرکزی                     |
| ۲۹۷  | اتیلن ایمین<br>Ethylene imine                     | ۴۳/۰۸       | ۰/۰۵ ppm                   | ۰/۱ ppm                        | پوست؛<br>A۳ | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی؛ آسیب کبدی<br>و کلیوی      |
| ۲۹۸  | اتیل اتر<br>Ethyl ether                           | ۷۴/۱۲       | ۴۰۰ ppm                    | ۵۰۰ ppm                        | -           | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی تحریک<br>قسمت فوقانی تنفسی |
| ۲۹۹  | اتیل فرمات<br>Ethyl formate                       | ۷۴/۰۸       | ۱۰۰ ppm                    | (-)                            | (-)         | (تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم)                     |
| ۳۰۰  | ۲-اتیل هگزانوئیک اسید<br>۲-Ethylhexanoic acid     | ۱۴۴/۲۴      | ۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)  | -                              | -           | اثرات ناقص الخلقه زایی                                 |



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

| ردیف                     | نام علمی ماده شیمیایی                                                         | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA          | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                    |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| تنفسی و تحریک چشم و پوست |                                                                               |             |                                     |                               |                                                               |
| ۳۱۵                      | فونوفوس<br>Fonofos                                                            | ۲۴۶/۳۲      | $0.01 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$ | -                             | پوست؛<br>بازدارنده آنزیم کولین استراز                         |
| ۳۱۶                      | فرم آلدئید<br>Formaldehyde                                                    | ۳۰/۰۳       | -                                   | $0.3 \text{ ppm}$             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم حساسیت                    |
| ۳۱۷                      | فرمامید<br>Formamide                                                          | ۴۵/۰۴       | $10 \text{ ppm}$                    | -                             | تحریک چشم و پوست و آسیب کبدی و کلیوی                          |
| ۳۱۸                      | اسید فرمیک<br>Formic acid                                                     | ۴۶/۰۲       | $5 \text{ ppm}$                     | $10 \text{ ppm}$              | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست                           |
| ۳۱۹                      | فتالید<br>Fthalide                                                            | ۲۷۱/۹۱      | $10 \text{ mg/m}^3$                 | -                             | -                                                             |
| ۳۲۰                      | فورفورال<br>Furfural                                                          | ۹۶/۰۸       | $2 \text{ ppm}$                     | -                             | پوست؛<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                        |
| ۳۲۱                      | فورفوریل الکل<br>Furfuryl alcohol                                             | ۹۸/۱۰       | $10 \text{ ppm}$                    | $15 \text{ ppm}$              | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم                           |
| ۳۲۲                      | گالیم آرسنید<br>Gallium arsenide                                              | ۱۴۴/۶۴      | $0.0003 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$ | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                       |
| ۳۲۳                      | بنزین<br>Gasoline                                                             | -           | $300 \text{ ppm}$                   | $500 \text{ ppm}$             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی       |
| ۳۲۴                      | تتراهیدرید ژرمانیوم<br>Germanium tetrahydride                                 | ۷۶/۶۳       | $0.2 \text{ ppm}$                   | -                             | اثرات خونی                                                    |
| ۳۲۵                      | گلوتار آلدئید<br>فعال و غیر فعال<br>Glutaraldehyde, activated and inactivated | ۱۰۰/۱۱      | -                                   | $0.05 \text{ ppm}$            | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| ۳۲۶                      | مست گلیسرین<br>Glycerin mist                                                  | ۹۲/۰۹       | $10 \text{ mg/m}^3$                 | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                       |
| ۳۲۷                      | گلیسیدول<br>Glycidol                                                          | ۷۴/۰۸       | $2 \text{ ppm}$                     | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست                           |
| ۳۲۸                      | گلای اکزال<br>Glyoxal                                                         | ۵۸/۰۴       | $0.1 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$  | -                             | متابلازی حنجره                                                |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                             | وزن مولکولی      | حد مجاز مواجهه شغلی |                                | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه | توضیحات                                            |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|
|      |                                                                                   |                  | STEL/C              | TWA                            |                            |                                                    |
| ۳۲۹  | گردغبار غلات<br>(جو دو سر؛ گندم)<br>Grain dust<br>(oat, wheat, barley)            | نامشخص           | -                   | $4 \text{ mg/m}^3$             | -                          | برونشیت؛ اثرات ریوی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی      |
| ۳۳۰  | گرافیت (همه اشکال جز فایبر گرافیت)<br>Graphite (all forms except graphite fibres) | -                | -                   | $2 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$ | -                          | پنوموکونیوزیس                                      |
| ۳۳۱  | هافنیم و ترکیبات آن<br>Hafnium and compounds, as Hf                               | ۱۷۸/۴۹           | -                   | $0.5 \text{ mg/m}^3$           | -                          | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی           |
| ۳۳۲  | هالوتان<br>Halothane                                                              | ۱۸۷/۳۹           | -                   | ۵۰ ppm                         | A۴                         | آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اتساع عروق    |
| ۳۳۳  | هلیوم<br>Helium                                                                   | ۴                | خفگی آور ساده (D)   |                                | -                          | خفگی                                               |
| ۳۳۴  | هپتاکلر و هپتاکلر اپوکسید<br>Heptachlor and Heptachlor epoxide                    | ۳۷۳/۳۲<br>۳۸۹/۴۰ | -                   | $0.05 \text{ mg/m}^3$          | پوست؛<br>A۳                | آسیب کبدی                                          |
| ۳۳۵  | کلیه ایزومرهای هپتان<br>Haptane, all isomers                                      | ۱۰۰/۲۰           | ۵۰۰ ppm             | ۴۰۰ ppm                        | -                          | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| ۳۳۶  | هگزوکلرو بنزن<br>Hexachlorobenzene                                                | ۲۷۴/۷۸           | -                   | $0.002 \text{ mg/m}^3$         | پوست؛<br>A۳                | اثرات پورفرین؛ آسیب پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| ۳۳۷  | هگزا کلرو بوتادین<br>Hexachlorobutadiene                                          | ۲۶۰/۷۶           | -                   | $0.02 \text{ ppm}$             | پوست؛<br>A۳                | آسیب کلیوی                                         |
| ۳۳۸  | هگزا کلرو سیکلو پنتادین<br>Hexachlorocyclopentadiene                              | ۲۷۲/۷۵           | -                   | $0.01 \text{ ppm}$             | A۴                         | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                            |
| ۳۳۹  | هگزا کلرو اتان<br>Hexachloroethane                                                | ۲۳۶/۷۴           | -                   | ۱ ppm                          | پوست؛<br>A۳                | آسیب کلیوی و کبدی                                  |
| ۳۴۰  | هگزا کلرو نفتالن<br>Hexachloro naphthalene                                        | ۳۳۴/۷۴           | -                   | $0.2 \text{ mg/m}^3$           | پوست                       | آسیب کبدی و جوشهای شبه آکنه                        |
| ۳۴۱  | هگزا فلوئورو استون                                                                | ۱۶۶/۰۲           | -                   | $0.1 \text{ ppm}$              | -                          | آسیب بیضه؛ آسیب                                    |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                  | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C      | میزان تعیین حد مجاز مواجهه                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|      | Hexafluoroacetone                                                                      |             |                            |                                    | کلیدی                                                            |
| ۳۴۲  | هگزا فلئورو پروپیلن<br>Hexafluoropropylene                                             | ۱۵۰/۰۲      | ۰/۱ ppm                    | -                                  | آسیب کلیدی                                                       |
| ۳۴۳  | هگزا هیدروفتالیک انیدرید؛<br>کلیه ایزومرها<br>Hexahydrophthalic anhydride, all isomers | ۱۵۴/۱۷      | -                          | C ۰/۰۰۵<br>mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | حساسیت؛ تحریک<br>قسمت فوقانی تنفسی؛<br>پوست و چشم                |
| ۳۴۴  | هگزا متیلن دی ایزوسیانات<br>Hexamethylene diisocyanate                                 | ۱۶۸/۲۲      | ۰/۰۰۵ ppm                  | -                                  | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ حساسیت<br>سیستم تولید مثل            |
| ۳۴۵  | هگزا متیل فسفر آمید<br>Hexamethyl phosphoramidate                                      | ۱۷۹/۲۰      | -                          | -                                  | سرطان قسمت فوقانی<br>تنفسی                                       |
| ۳۴۶  | هگزان نرمال<br>n-Hexane                                                                | ۸۶/۱۸       | ۵۰ ppm                     | -                                  | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی و نوروپاتی<br>عمومی؛ سوزش چشمی       |
| ۳۴۷  | کلیه ایزومرهای هگزان بجز<br>هگزان نرمال<br>Hexane, isomer, other than n-Hexane         | ۸۶/۱۸       | ۵۰۰ ppm                    | ۱۰۰۰ ppm                           | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی؛ تحریک<br>قسمت فوقانی تنفسی و<br>چشم |
| ۳۴۸  | ۱،۶-هگزان دی آمین<br>۱،۶-Hexanediamine                                                 | ۱۱۶/۲۱      | ۰/۵ ppm                    | -                                  | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و پوست                                |
| ۳۴۹  | ۱-هگزان<br>۱-Hexane                                                                    | ۸۴/۱۶       | ۵۰ ppm                     | -                                  | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی                                      |
| ۳۵۰  | هگزیل استات نوع دوم<br>sec-Hexyl acetate                                               | ۱۴۴/۲۱      | ۵۰ ppm                     | -                                  | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                                 |
| ۳۵۱  | هگزین گلیکول<br>Hexylene glycol                                                        | ۱۱۸/۱۷      | -                          | C ۲۵ ppm                           | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                                 |
| ۳۵۲  | هیدرازین<br>Hydrazine                                                                  | ۳۲/۰۵       | ۰/۰۱ ppm                   | -                                  | سرطان قسمت فوقانی<br>تنفسی                                       |
| ۳۵۳  | هیدروژن<br>Hydrogen                                                                    | ۱/۰۱        | خفگی آور ساده (D)          |                                    | خفگی                                                             |
| ۳۵۴  | ترفیل های هیدروژنه<br>Hydrogenated terphenyls                                          | ۲۴۱/۰۰      | ۰/۵ ppm                    | -                                  | آسیب کبدی                                                        |
| ۳۵۵  | برومید هیدروژن<br>Hydrogen bromide                                                     | ۸۰/۹۲       | -                          | C ۲ ppm                            | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                                       |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                  | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | STEL/C                | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                                        |
|------|--------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ۳۵۶  | کلرید هیدروژن<br>Hydrogen chloride                     | ۳۶/۴۷       | -                          | C ۲ ppm               | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                                           |
| ۳۵۷  | سیانید هیدروژن و نمکهای سیانید                         | ۲۷/۰۳       | -                          | C ۴/۷ppm              | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع؛ سردرد؛ اثرات تیروئیدی                              |
|      | سیانید هیدروژن<br>Hydrogen cyanide                     |             |                            | C ۵ mg/m <sup>۳</sup> | پوست                                                                              |
|      | نمکهای سیانید<br>Cyanide salts                         |             |                            | -                     | پوست                                                                              |
| ۳۵۸  | فلوئورید هیدروژن<br>Hydrogen fluoride, as F            | ۲۰/۰۱       | ۰/۵ ppm                    | C ۲ ppm               | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، تحتانی، پوست و چشم؛ فلوروزیس                             |
| ۳۵۹  | پروکسید هیدروژن<br>Hydrogen peroxide                   | ۳۴/۰۲       | ۱ppm                       | -                     | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم                                               |
| ۳۶۰  | سلنید هیدروژن<br>Hydrogen selenide, as Se              | ۸۰/۹۸       | ۰/۰۵ ppm                   | -                     | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع                                               |
| ۳۶۱  | سولفید هیدروژن<br>Hydrogen sulfide                     | ۳۴/۰۸       | ۱ ppm                      | ۵ ppm                 | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی                                 |
| ۳۶۴  | هیدروکینون<br>Hydroquinone                             | ۱۱۰/۱۱      | ۱ mg/m <sup>۳</sup>        | -                     | تحریک و آسیب چشم                                                                  |
| ۳۶۵  | ۲- هیدروکسی پروپیل آکریلات<br>۲-Hydroxypropyl acrylate | ۱۳۰/۱۴      | ۰/۵ ppm                    | -                     | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                                                     |
| ۳۶۶  | ایندن<br>Indene                                        | ۱۱۶/۱۵      | ۵ ppm                      | -                     | آسیب کبدی                                                                         |
| ۳۶۷  | ایندیم و ترکیبات آن<br>Indium & compounds, as In       | ۴۹          | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup>      | -                     | ادم ریه؛ پنوموکونیوزیس؛ فرسایش دندان؛ ضعف و بیقراری                               |
| ۳۶۸  | ید و یدیدها<br>Iodine                                  | متفاوت      | ۰/۰۱ ppm <sup>(IVF)</sup>  | ۰/۱ppm <sup>(V)</sup> | کم کاری تیروئید؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ کم کاری تیروئید تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
|      | یدیدها<br>Iodides                                      | متفاوت      | ۰/۰۱ ppm <sup>(IVF)</sup>  | -                     |                                                                                   |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                           | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                                    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ۳۶۹  | یودوفرم<br>Iodoform                                                             | ۳۹۳/۷۸      | ۰/۶ ppm                    | -                             | اختلال سیستم اعصاب مرکزی                                                      |
| ۳۷۰  | اکسید آهن<br>Iron oxide                                                         | ۱۵۹/۷۰      | ۵ mg/m <sup>۳</sup> (R)    | -                             | پنوموکنیوزیس                                                                  |
| ۳۷۱  | پنتا کربونیل آهن<br>Iron pentacarbonyl, as Fe                                   | ۱۹۶/۹۰      | ۰/۱ ppm                    | ۰/۲ ppm                       | ادم ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی                                             |
| ۳۷۲  | نمک های محلول آهن مثل سولفات؛ کلرید؛ نیترات و ...<br>Iron salts, soluble, as Fe | متفاوت      | ۱ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست                                                |
| ۳۷۳  | الکل ایزوآمیل یا الکل ایزوپنتیل<br>Isoamyl alcohol                              | ۸۸/۱۵       | ۱۰۰ ppm                    | ۱۲۵ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                                                 |
| ۳۷۴  | ایزوبوتانول<br>Isobutanol                                                       | ۷۴/۱۲       | ۵۰ ppm                     | -                             | تحریک پوست و چشم                                                              |
| ۳۷۵  | ایزوبوتیل استات<br>Isobutyl acetate                                             | ۱۱۶/۱۶      | ۱۵۰ ppm                    | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی                                                |
| ۳۷۶  | ایزو بوتیل نیتريت<br>Isobutyl nitrite                                           | ۱۰۳/۱۲      | -                          | C ۱ ppm (IVF)                 | اتساع عروق خونی؛ مت هموگلوبینی                                                |
| ۳۷۷  | ایزوفلوران<br>Isoflurane                                                        | ۱۸۴/۵       | ۵۰ ppm                     | -                             | -                                                                             |
| ۳۷۸  | الکل ایزواکتیل<br>Isooctyl alcohol                                              | ۱۳۰/۲۳      | ۵۰ ppm                     | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                                       |
| ۳۷۹  | ایزوفورون<br>Isophorone                                                         | ۱۳۸/۲۱      | -                          | C ۵ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ خستگی؛ ضعف و بیقراری |
| ۳۸۰  | ایزوفورون دی ایزوسیانات<br>Isophorone diisocyanate                              | ۲۲۲/۳۰      | ۰/۰۰۵ ppm                  | -                             | حساسیت سیستم تولید مثل                                                        |
| ۳۸۱  | ۲- ایزو پروپوکسی اتانول<br>۲-Isopropoxy ethanol                                 | ۱۰۴/۱۵      | ۲۵ ppm                     | -                             | اثرات خونی                                                                    |
| ۳۸۲  | ایزو پروپیل استیک<br>Isopropyl acetate                                          | ۱۰۲/۱۳      | ۱۰۰ ppm                    | ۲۰۰ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی                      |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                              | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه | توضیحات                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| ۳۸۳  | ایزوپروپیل آمین<br>Isopropylamine                                                                  | ۵۹/۰۸       | ۵ ppm                      | ۱۰ ppm                        | -                          | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و آسیب چشمی                             |
| ۳۸۴  | ایزوپروپیل کلروفرمات<br>Isopropyl chloroformate                                                    | ۱۲۲/۵۵      | ۱ ppm                      | -                             | -                          |                                                                    |
| ۳۸۵  | ایزوپروپیل آنیلین نرمال<br>N-Isopropylaniline                                                      | ۱۳۵/۲۱      | ۲ ppm                      | -                             | پوست؛<br>BEI <sub>M</sub>  | مت هموگلوبینی                                                      |
| ۳۸۶  | ایزو پروپیل اتر<br>Isopropyl ether                                                                 | ۱۰۲/۱۷      | ۲۵۰ ppm                    | ۳۱۰ ppm                       | -                          | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                                   |
| ۳۸۷  | ایزو پروپیل گلیسیدل اتر<br>Isopropyl glycidyl ether (IGE)                                          | ۱۱۶/۱۸      | ۵۰ ppm                     | ۷۵ ppm                        | -                          | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم؛ درمانیت                          |
| ۳۸۸  | ایزوپروتیولان<br>Isoprothiolane                                                                    | ۲۹۰/۴       | ۵ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             | -                          |                                                                    |
| ۳۸۹  | کائولن<br>Kaolin                                                                                   | -           | ۲ mg/m <sup>۳</sup> (E,R)  | -                             | A۴                         | پنوموکونیوزیس                                                      |
| ۳۹۰  | کروزن/ سوخت های جت<br>برحسب بخار هیدروکربن کل<br>Kerosene/Jet fuels, as<br>total hydrocarbon vapor | متفاوت      | ۲۰۰ mg/m <sup>۳</sup> (P)  | -                             | پوست؛<br>A۳                | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و پوست؛ اختلال<br>سیستم اعصاب مرکزی     |
| ۳۹۱  | کتن<br>Ketene                                                                                      | ۴۲/۰۴       | ۰/۵ ppm                    | ۱/۵ ppm                       | -                          | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و ادم ریه                               |
| ۳۹۲  | سرب<br>و ترکیبات معدنی آن<br>Lead and inorganic<br>compounds as Pb                                 | ۲۰۷/۲۰      | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup>     | -                             | BEI؛ A۳                    | اختلالات سیستم<br>اعصاب محیطی و<br>مرکزی؛ اثرات خونی               |
| ۳۹۳  | کرومات سرب؛ به عنوان<br>سرب<br>Lead shromat as Pb<br>as Cr<br>به عنوان کروم                        | ۳۲۳/۲۲      | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup>     | -                             | BEI؛ A۲                    | آسیب سیستم تولید مثل<br>در مردان و اثرات ناقص<br>زایی؛ انقباض عروق |
| ۳۹۴  | لیندان<br>Lindane                                                                                  | ۲۹۰/۸۵      | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>      | -                             | پوست؛<br>A۳                | آسیب کبدی؛ اختلال<br>سیستم اعصاب مرکزی                             |
| ۳۹۵  | هیدرید لیتیم<br>Lithium hydride                                                                    | ۷/۹۵        | ۰/۰۲۵ mg/m <sup>۳</sup>    | -                             | -                          | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ پوست و چشم                             |
| ۳۹۶  | هیدروکسید لیتیم<br>Lithium hydroxide                                                               | ۲۳/۹۵       | -                          | ۱mg/m <sup>۳</sup>            | -                          |                                                                    |
| ۳۹۷  | گاز مایع (L.P.G)                                                                                   |             |                            |                               |                            | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C۱-C۴)              |

| ردیف                    | نام علمی ماده شیمیایی                                                                 | وزن مولکولی     | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA                               | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                     |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| Liquified petroleum gas |                                                                                       |                 |                                                          |                               |                                                |
| ۳۹۸                     | اکسید منیزیم<br>Magnesium oxide                                                       | ۴۰/۳۲           | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>                                     | -                             | A۴                                             |
| ۳۹۹                     | مالاتیون<br>Malathion                                                                 | ۳۳۰/۳۶          | ۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)                                | -                             | پوست؛<br>A۴                                    |
| ۴۰۰                     | مالئیک انیدرید<br>Maleic anhydride                                                    | ۹۸/۰۶           | ۰/۰۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)                             | -                             | A۴<br>حساسیت                                   |
| ۴۰۱                     | منگنز<br>‡<br>و ترکیبات معدنی آن<br>Manganese, and inorganic compound, as Mn          | ۵۴/۹۴<br>متفاوت | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup>                                    | -                             | (-)                                            |
| ۴۰۲                     | منگنز سیکلوپنتا دینیل تری<br>کربونیل<br>Manganese cyclopentadienyl tricarbonyl, as Mn | ۲۰۴/۱۰          | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup>                                    | -                             | پوست                                           |
| ۴۰۳                     | مپرونیل<br>Mepronil                                                                   | ۲۶۹/۳۴          | ۵ mg/m <sup>۳</sup>                                      | -                             | -                                              |
|                         | جیوه<br>Mercury                                                                       | ۲۰۰/۵۹          | ۰/۰۱ mg/m <sup>۳</sup>                                   | ۰/۰۳ mg/m <sup>۳</sup>        | پوست                                           |
|                         | ترکیبات آلکیل<br>Alkyl compounds                                                      | متغیر           | ۰/۰۱ mg/m <sup>۳</sup>                                   | ۰/۰۳ mg/m <sup>۳</sup>        | اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و محیطی؛ آسیب کلیوی |
| ۴۰۴                     | ترکیبات آریل<br>Aryl compounds                                                        | متغیر           | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup>                                    | -                             | پوست                                           |
|                         | اشکال معدنی و عنصری<br>Elemental and inorganic forms                                  | متغیر           | ۰/۰۲۵ mg/m <sup>۳</sup>                                  | -                             | پوست؛<br>A۴<br>BEI                             |
| ۴۰۵                     | مزیتیل اکساید<br>Mesityl oxide                                                        | ۹۸/۱۴           | ۱۵ ppm                                                   | ۲۵ ppm                        | -                                              |
| ۴۰۶                     | اسید مت آکریلیک<br>Methacrylic acid                                                   | ۸۶/۰۹           | ۲۰ ppm                                                   | -                             | -                                              |
| ۴۰۷                     | متان<br>Methane                                                                       |                 | گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک را ببینید؛ آلکانها (C۱-C۴) |                               |                                                |
| ۴۰۸                     | متانول<br>Methanol                                                                    | ۳۲/۰۴           | ۲۰۰ ppm                                                  | ۲۵۰ ppm                       | پوست؛<br>BEI                                   |



| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                 | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی |                       | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه | توضیحات                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
|      |                                                                       |             | STEL/C              | TWA                   |                            |                                                               |
| ۴۰۹  | متومیل<br>Methomyl                                                    | ۱۶۲/۲۰      | -                   | ۲/۵ mg/m <sup>۳</sup> | A۴                         | بازدارنده آنزیم<br>کولین استراز                               |
| ۴۱۰  | متوکسی کلر<br>Methoxychlor                                            | ۳۴۵/۶۵      | -                   | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>  | A۴                         | آسیب کبدی؛ اختلال<br>سیستم اعصاب مرکزی                        |
| ۴۱۱  | ۲-متوکسی اتانول<br>۲-Methoxyethanol<br>(EGME)                         | ۷۶/۰۹       | -                   | ۰/۱ ppm               | پوست؛<br>BEI               | اثرات خونی و اثرات<br>سیستم تولید مثل                         |
| ۴۱۲  | ۲-متوکسی اتانول<br>۲-(۲-Methoxy ethoxy)<br>ethanol                    | ۱۲۰/۱۵      | -                   | ۱۰ ppm                | پوست                       |                                                               |
| ۴۱۳  | ۲-متوکسی اتیل استات<br>(EGMEA)<br>۲-Methoxyethyl acetate              | ۱۱۸/۱۳      | -                   | ۰/۱ ppm               | پوست؛<br>BEI               | اثرات خونی و اثرات<br>سیستم تولید مثل                         |
| ۴۱۴  | ۲-متوکسی متیل اتانول<br>(۲-Methoxymethyl<br>ethoxy) propanol          | ۱۴۸/۲۰      | ۱۵۰ ppm             | ۱۰۰ ppm               | پوست                       | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم؛ اختلال<br>سیستم اعصاب مرکزی |
| ۴۱۵  | ۴-متوکسی فنول<br>۴-Methoxyphenol                                      | ۱۲۴/۱۵      | -                   | ۵ mg/m <sup>۳</sup>   | -                          | سوزش چشم؛ آسیب<br>پوست                                        |
| ۴۱۶  | ۱-متوکسی-۲-پروپانول<br>۱-Methoxy-۲-propanol                           | ۹۰/۱۲       | ۱۵۰ ppm             | ۱۰۰ ppm               | -                          | سوزش چشم؛ اختلال<br>سیستم اعصاب مرکزی                         |
| ۴۱۷  | ۲-متوکسی پروپیل استات<br>۲-Methoxypropyl<br>acetate                   | ۱۳۲/۱۶      | ۱۰۰ ppm             | ۵۰ ppm                | پوست                       |                                                               |
| ۴۱۸  | متیل استات<br>Methyl acetate                                          | ۷۴/۰۸       | ۲۵۰ ppm             | ۲۰۰ ppm               | -                          | سردرد؛ تحریک قسمت<br>فوقانی تنفسی و چشم؛<br>آسیب عصب چشم      |
| ۴۱۹  | متیل استیلن<br>Methyl acetylene                                       | ۴۰/۰۷       | -                   | ۱۰۰۰ ppm              | -                          | اختلال سیستم<br>اعصاب مرکزی                                   |
| ۴۲۰  | مخلوط متیل استیلن پروپادین<br>Methyl acetylene-<br>propadiene mixture | ۴۰/۰۷       | ۱۲۵۰ ppm            | ۱۰۰۰ ppm              | -                          | اختلال سیستم<br>اعصاب مرکزی                                   |
| ۴۲۱  | متیل آکریلات<br>Methyl acrylate                                       | ۸۶/۰۹       | -                   | ۲ ppm                 | پوست؛<br>A۴<br>حساسیت      | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ چشم و پوست؛<br>آسیب چشم           |

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

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                 | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی |                              | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                       |             | STEL/C              | TWA                          |                                                           |
|      |                                                                                                       |             |                     |                              | تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی                    |
| ۴۳۶  | ۲- متیل سیکلو پنتادینیل منگنز<br>تری کربونیل<br>۲-Methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl, as Mn | ۲۱۸/۱۰      | -                   | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup>        | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه؛ اثرات کبدی و کلیوی    |
| ۴۳۷  | متیل دمتون<br>Methyl demeton                                                                          | ۲۳۰/۳۰      | -                   | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | بازدارنده آنزیم کولین استرلر                              |
| ۴۳۸  | متیلن بیس فنیل ایزوسیانات<br>Methylene bisphenyl isocyanate (MDI)                                     | ۲۵۰/۲۶      | -                   | ۰/۰۰۵ ppm                    | حساسیت های سیستم تولید مثل                                |
| ۴۳۹  | ۴و۴- متیلن بیس (۲- کلرو آنیلین)<br>۴,۴-Methylene bis (۲-Chloroaniline)                                | ۲۶۷/۱۷      | -                   | ۰/۰۱ ppm                     | مت هموگلوبینی سرطان مثانه                                 |
| ۴۴۰  | متیلن بیس (۴- سیکلو هگزریل ایزوسیانات)<br>Methylene bis (۴-cyclohexylisocyanate)                      | ۲۶۲/۳۵      | -                   | ۰/۰۰۰۵ ppm                   | حساسیت سیستم تولید مثل؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی           |
| ۴۴۱  | ۴و۴- متیلن دی آنیلین<br>۴,۴- Methylene dianiline                                                      | ۱۹۸/۲۶      | -                   | ۰/۱ ppm                      | آسیب کبدی                                                 |
| ۴۴۲  | متیل اتیل کتون<br>Methyl ethyl ketone (MEK)                                                           | ۷۲/۱۰       | ۳۰۰ ppm             | ۲۰۰ ppm                      | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و محیطی |
| ۴۴۳  | متیل اتیل کتون پروکساید<br>Methyl ethyl ketone peroxide                                               | ۱۷۶/۲۴      | C ۰/۲ ppm           | -                            | تحریک پوست و چشم؛ آسیب کبدی و کلیوی                       |
| ۴۴۴  | متیل فرمات<br>Methyl formate                                                                          | ۶۰/۰۵       | ۱۵۰ ppm             | ۱۰۰ ppm                      | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم                    |
| ۴۴۵  | متیل هیدرازین<br>Methyl hydrazine                                                                     | ۴۶/۰۷       | -                   | ۰/۰۱ ppm                     | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان ریه؛ آسیب کبدی       |
| ۴۴۶  | متیل یدید یا یدومتان<br>Methyl iodide                                                                 | ۱۴۱/۹۵      | -                   | ۲ ppm                        | آسیب چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی                        |
| ۴۴۷  | متیل ایزو آمیل کتون یا                                                                                | ۱۱۴/۲۰      | -                   | ۵۰ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی                                         |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                              | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA          | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|      | هگزانون<br>Methyl isoamyl ketone                                                   |             |                                     |                               | تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی  |
| ۴۴۸  | متیل ایزوبوتیل کاربینول<br>Methyl isobutyl carbinol                                | ۱۰۲/۱۸      | ۲۵ ppm                              | ۴۰ ppm                        | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی   |
| ۴۴۹  | متیل ایزو بوتیل کتون<br>Methyl isobutyl ketone                                     | ۱۰۰/۱۶      | ۲۰ ppm                              | ۷۵ ppm                        | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرگیجه و سردرد                   |
| ۴۵۰  | متیل ایزوسیانات<br>Methyl isocyanate                                               | ۵۷/۰۵       | ۰/۰۲ ppm                            | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                   |
| ۴۵۱  | متیل ایزو پروپیل کتون<br>Methyl isopropyl ketone                                   | ۸۶/۱۴       | ۲۰ ppm                              | -                             | آسیب های جنینی و جنین؛ سمیت جنینی                         |
| ۴۵۲  | متیل مرکاپتان<br>Methyl mercaptan                                                  | ۴۸/۱۱       | ۰/۵ ppm                             | -                             | آسیب کبدی                                                 |
| ۴۵۳  | متیل مت آکریلات<br>Methyl methacrylate                                             | ۱۰۰/۱۳      | ۵۰ ppm                              | ۱۰۰ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اثرات روی وزن؛ ادم ریه     |
| ۴۵۴  | ۱- متیل نفتالین و ۲- متیل نفتالین<br>1-Methyl naphthalene and ۲-Methyl naphthalene | ۱۴۲/۲       | ۰/۵ ppm                             | -                             | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب ریه                         |
| ۴۵۵  | متیل پاراتیون<br>Methyl parathion                                                  | ۲۶۳/۲       | $۰/۰۲ \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$ | -                             | بازدارنده آنزیم کولین استراز                              |
| ۴۵۶  | متیل پروپیل کتون<br>Methyl propyl ketone                                           | ۸۶/۱۷       | -                                   | ۱۵۰ ppm                       | واکنش ریوی؛ تحریک چشم                                     |
| ۴۵۷  | متیل سیلیکات<br>Methyl silicate                                                    | ۱۵۲/۲۲      | ۱ ppm                               | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب چشم                          |
| ۴۵۸  | آلفا- متیل استایرن یا ۲- فنیل پروپن<br>$\alpha$ -Methyl styrene                    | ۱۱۸/۱۸      | ۱۰ ppm                              | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب کلیوی؛ آسیب تولیدمثل در زنان |
| ۴۵۹  | متیل وینیل کتون<br>Methyl vinyl ketone                                             | ۷۰/۱۰       | -                                   | C ۰/۲ ppm                     | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال حساسیت              |

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

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                                    | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA<br>STEL/C | میزان مواجهه | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|
| ۴۷۰  | بتا- نفتیل آمین<br>β-Naphthylamine                                                                                       | ۱۴۳/۱۸      | -                                    | A۱           | سرطان مثانه                                                   |
| ۴۷۱  | گاز طبیعی<br>Natural gas                                                                                                 |             |                                      |              | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C۱-C۴)        |
| ۴۷۲  | لاتکس لاستیک طبیعی به عنوان پروتئین های حساسیت زای قابل تنفس<br>Natural rubber latex as inhalable allergenic protein     | متفاوت      | ۰/۰۰۱ mg/m <sup>۳</sup>              | پوست حساسیت  | حساسیت های سیستم تولید مثل                                    |
| ۴۷۳  | نئون<br>Neon                                                                                                             | ۲۰/۱۸       | خفگی آور ساده (D)                    |              | خفگی                                                          |
| ۴۷۴  | نیکل<br>Nickel, as Ni<br>عنصر نیکل                                                                                       | ۵۸/۷۱       | ۱/۵mg/m <sup>۳</sup>                 | A۵           | درماتیت؛<br>پنوموکنیوزیس                                      |
|      | ترکیبات معدنی نا محلول                                                                                                   | متفاوت      | ۰/۱mg/m <sup>۳</sup>                 | A۴           | آسیب ریه؛ سرطان                                               |
|      | ترکیبات گوگرد دار نیکل<br>-Elemental Soluble inorganic compounds<br>-Insoluble inorganic compounds<br>-Nickel subsulfide | متفاوت      | ۰/۲mg/m <sup>۳</sup>                 | A۱           | بینی                                                          |
|      |                                                                                                                          | ۲۴۰/۱۹      | ۰/۱mg/m <sup>۳</sup>                 | A۱           | سرطان ریه<br>سرطان ریه                                        |
| ۴۷۵  | نیکل کربونیل<br>Nickel carbonyl                                                                                          | ۱۷۰/۷۳      | ۰/۰۵ ppm                             | -            | پنومونیت شیمیایی                                              |
| ۴۷۶  | نیکوتین<br>Nicotine                                                                                                      | ۱۶۲/۲۳      | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>                | پوست         | آسیب گوارشی؛<br>اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اختلالات قلبی عروقی |
| ۴۷۷  | نیتراپایرین<br>Nitrapyrin                                                                                                | ۲۳۰/۹۳      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>                 | A۴           | آسیب کبدی                                                     |
| ۴۷۸  | اسید نیتریک<br>Nitric acid                                                                                               | ۶۳/۰۲       | ۲ ppm                                | -            | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛<br>فرسایش دندان                |
| ۴۷۹  | اکسید نیتریک<br>Nitric oxide                                                                                             | ۳۰/۰۱       | ۲۵ ppm                               | -            | هیپوکسی؛ سیانوز؛<br>نیتروز/ هموگلوبین؛<br>تحریک قسمت فوقانی   |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                          | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی |       | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه | توضیحات                                                            |
|------|------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|      |                                                |             | STEL/C              | TWA   |                            |                                                                    |
| ۴۸۰  | پارا نیترو آنیلین<br>p-Nitroaniline            | ۱۳۸/۱۲      | ۳ mg/m <sup>۳</sup> | –     | پوست؛ A۴                   | مت هموگلوبینی<br>آسیب کبدی؛ سوزش چشم                               |
| ۴۸۱  | نیترو بنزن<br>Nitrobenzene                     | ۱۲۳/۱۱      | ۱ ppm               | –     | پوست؛ A۳<br>BEI            | مت هموگلوبینی                                                      |
| ۴۸۲  | پارا نیترو کلرو بنزن<br>p-Nitrochloro benzene  | ۱۵۷/۵۶      | ۰/۱ ppm             | –     | پوست؛ A۳                   | مت هموگلوبینی                                                      |
| ۴۸۳  | ۴-نیترو دی فیل<br>۴-Nitrodiphenyl              | ۱۹۹/۲۰      | –                   | –     | پوست؛ A۲                   | سرطان مثانه                                                        |
| ۴۸۴  | نیترو اتان<br>Nitroethane                      | ۷۵/۰۷       | ۱۰۰ ppm             | –     | –                          | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛<br>آسیب کبدی |
| ۴۸۵  | نیتروژن<br>Nitrogen                            | ۱۴/۰۱       | خفگی آور ساده (D)   | –     | –                          | خفگی                                                               |
| ۴۸۶  | دی اکسید نیتروژن<br>Nitrogen dioxide           | ۴۶/۰۱       | ۳ ppm               | ۵ ppm | A۴                         | تحریک قسمت فوقانی<br>و تحتانی تنفسی                                |
| ۴۸۷  | تری فلوئورید نیتروژن<br>Nitrogen trifluoride   | ۷۱/۰۰       | ۱۰ ppm              | –     | –                          | مت هموگلوبینی؛<br>آسیب کبدی و کلیوی                                |
| ۴۸۸  | نیترو گلیسرین یا نیترو گلیکول<br>Nitroglycerin | ۲۲۷/۰۹      | ۰/۰۵ ppm            | –     | پوست                       | اتساع عروق                                                         |
| ۴۸۹  | نیترو متان<br>Nitromethane                     | ۶۱/۰۴       | ۲۰ ppm              | –     | A۳                         | آسیب تیروئیدی؛<br>تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ آسیب ریه             |
| ۴۹۰  | ۱-نیترو پروپان<br>۱-Nitropropane               | ۸۹/۰۹       | ۲۵ ppm              | –     | A۴                         | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم؛ آسیب کبد                         |
| ۴۹۱  | ۲-نیترو پروپان<br>۲-Nitropropane               | ۸۹/۰۹       | ۱۰ ppm              | –     | A۳                         | آسیب کبدی؛ سرطان کبد                                               |

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



| ردیف                                          | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                                      | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی |                                                    | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                                           |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               |                                                                                                                            |             | STEL/C              | TWA                                                |                                                                                      |
| Light moderate or light (workloads (≤۲ hours) |                                                                                                                            |             |                     |                                                    |                                                                                      |
| ۵۰۴                                           | پارا استامول<br>Paracetamol                                                                                                | ۱۵۱/۱۷      | -                   | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>                               | -                                                                                    |
| ۵۰۵                                           | دمه واکس پارافین<br>Paraffin wax fume                                                                                      | -           | -                   | ۲ mg/m <sup>۳</sup>                                | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع                                                        |
| ۵۰۶                                           | پارا کوآت<br>بصورت کاتیون<br>Paraquat, as cation                                                                           | ۲۵۷/۱۸      | -                   | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup><br>۰/۱ mg/m <sup>۳</sup> (R) | -<br>آسیب ریوی                                                                       |
| ۵۰۷                                           | پاراتیون<br>Parathion                                                                                                      | ۲۹۱/۲۷      | -                   | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)                       | پوست؛ A۴<br>بازدارنده آنزیم کولین استراز                                             |
| ۵۰۸                                           | ذرات (نامحلول یا کم محلول) که در جای دیگر مشخص نشده اند<br>Particles (insoluble or poorly soluble) not otherwise specified |             |                     |                                                    | ضمیمه ب را مشاهده کنید                                                               |
| ۵۰۹                                           | پنتا بوران<br>Pentaborane                                                                                                  | ۶۳/۱۷       | ۰/۰۱۵ PPM           | ۰/۰۰۵ ppm                                          | -<br>تشنج و اختلال سیستم اعصاب مرکزی                                                 |
| ۵۱۰                                           | پنتا کلرو نفتالین<br>Pentachloronaphthalene                                                                                | ۳۰۰/۴۰      | -                   | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>                              | پوست<br>آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه                                                   |
| ۵۱۱                                           | پنتا کلرو نیترو بنزن<br>Pentachloronitrobenzene                                                                            | ۲۹۵/۳۶      | -                   | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>                              | A۴<br>آسیب کبدی                                                                      |
| ۵۱۲                                           | پنتا کلرو فنول<br>Pentachlorophenol                                                                                        | ۲۶۶/۳۵      | -                   | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>                              | پوست؛<br>A۳<br>BEI<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی |
| ۵۱۳                                           | پنتا آریتریول<br>Pentaerythriol                                                                                            | ۱۳۶/۱۵      | -                   | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>                               | -<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                                                   |
| ۵۱۴                                           | پنتان، کلیه ایزومرها<br>Pentane, all isomers                                                                               | ۷۲/۱۵       | -                   | ۶۰۰ ppm                                            | -<br>نوروپاتی (آسیب اعصاب) محیطی                                                     |
| ۵۱۵                                           | ۴و۲- پنتان دی ان<br>۲,۴-pentanedione                                                                                       | ۱۰۰/۱۲      | -                   | ۲۵ ppm                                             | پوست<br>سمیت اعصاب و اختلال سیستم اعصاب مرکزی                                        |
| ۵۱۶                                           | پنتیل استات، کلیه ایزومرها<br>Pentyl acetate, all                                                                          | ۱۳۰/۲۰      | ۱۰۰ ppm             | ۵۰ ppm                                             | -<br>تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                                         |

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

| ردیف                     | نام علمی ماده شیمیایی                                         | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA   | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                               |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
| A <sup>3</sup><br>حساسیت |                                                               |             |                              |                               |                                                          |
| ۵۳۲                      | فنیل مرکاپتان<br>Phenyl mercaptan                             | ۱۱۰/۱۸      | ۰/۱ppm                       | -                             | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک چشم و پوست               |
| ۵۳۳                      | فنیل فسفین<br>Phenylphosphine                                 | ۱۱۰/۱۰      | -                            | C ۰/۰۵ppm                     | درماتیت؛ اثر روی خون و بیضه                              |
| ۵۳۴                      | فورات<br>Phorate                                              | ۲۶۰/۴۰      | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | -                             | بازدارنده آنزیم کولین استراز                             |
| ۵۳۵                      | فسژن<br>Phosgene                                              | ۹۸/۹۲       | ۰/۱ppm                       | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ ادم ریه؛ آمفیژم ریه             |
| ۵۳۶                      | فسفین<br>Phosphine                                            | ۳۴/۰۰       | ۰/۳ ppm                      | ۱ppm                          | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| ۵۳۷                      | اسید فسفریک<br>Phosphoric acid                                | ۹۸/۰۰       | ۱ mg/m <sup>۳</sup>          | ۳ mg/m <sup>۳</sup>           | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست                      |
| ۵۳۸                      | فسفر (زرد)<br>Phosphorus(yellow)                              | ۱۲۳/۹۲      | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی؛ آسیب کبدی              |
| ۵۳۹                      | اکسی کلرید فسفر یا تری کلرید فسفریل<br>Phosphorus oxychloride | ۱۵۳/۳۵      | ۰/۱ ppm                      | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                  |
| ۵۴۰                      | پنتا کلرید فسفر<br>Phosphorus pentachloride                   | ۲۰۸/۲۴      | ۰/۱ ppm                      | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                            |
| ۵۴۱                      | پنتا سولفید فسفر<br>Phosphorus pentasulfide                   | ۲۲۲/۲۹      | ۱ mg/m <sup>۳</sup>          | ۳ mg/m <sup>۳</sup>           | تحریک قسمت فوقانی تنفسی                                  |
| ۵۴۲                      | تری کلرید فسفر<br>Phosphorus trichloride                      | ۱۳۷/۳۵      | ۰/۲ ppm                      | ۰/۵ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست                       |
| ۵۴۳                      | انیدرید فتالیک<br>Phthalic anhydride                          | ۱۴۸/۱۱      | ۱                            | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست                       |
| A <sup>4</sup><br>حساسیت |                                                               |             |                              |                               |                                                          |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                       | وزن مولکولی      | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C<br>TWA           | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                          |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| ۵۴۴  | متا فتالودی نیتریل<br>m-Phthlodinitrile                                                     | ۱۲۸/۱۴           | ۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)                      | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی چشم و پوست                               |
| ۵۴۵  | پیکلورام<br>Picloram                                                                        | ۲۴۱/۴۸           | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>                           | آسیب کبدی و کلیوی                                                   |
| ۵۴۶  | اسید پیکریک<br>Picric acid                                                                  | ۲۲۹/۱۱           | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup>                          | حساسیت های پوستی؛<br>درماتیت؛ تحریک چشم                             |
| ۵۴۷  | پیندون<br>Pindone                                                                           | ۲۳۰/۲۵           | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup>                          | انعقاد                                                              |
| ۵۴۸  | پدیدی هیدروکلرید پی پرازین<br>Piperazine dihydrochloride                                    | (۱۵۹/۰۵)         | ۵ mg/m <sup>۳</sup>                            | سوزش پوست و چشم؛<br>حساسیت پوستی؛ آسم                               |
| ۵۴۹  | پیرییدین<br>Piperidine                                                                      | ۸۵/۱۵            | ۱ppm                                           | پوست                                                                |
| ۵۵۰  | پلاتین<br>Platinum<br>فلز<br>Metal<br>نمکهای محلول، بصورت<br>پلاتین<br>Soluble salts, as Pt | ۱۹۵/۰۹<br>متفاوت | ۱ mg/m <sup>۳</sup><br>۰/۰۰۲ mg/m <sup>۳</sup> | آسم؛ تحریک قسمت<br>فوقانی تنفسی<br>آسم؛ تحریک قسمت<br>فوقانی تنفسی  |
| ۵۵۱  | پلی وینیل کلراید<br>Polyvinyl chloride (PVC)                                                | متفاوت           | ۱ mg/m <sup>۳</sup> (R)                        | پنومو کونیوزیس؛<br>تحریک قسمت تحتانی<br>تنفسی؛ تغییر عملکرد<br>ریوی |
| ۵۵۲  | سیمان پرتلند<br>Portland cement                                                             | -                | ۱ mg/m <sup>۳</sup> (E,R)                      | عملکرد ریوی؛ علائم<br>تنفسی؛ آسم                                    |
| ۵۵۳  | هیدروکسید پتاسیم<br>Potassium hydroxide                                                     | ۵۶/۱۰            | -<br>C ۲ mg/m <sup>۳</sup>                     | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی، چشم و پوست                              |
| ۵۵۴  | پروپان<br>Propane                                                                           |                  |                                                | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C۱-C۴)               |
| ۵۵۵  | پروپان سولتون<br>Propane sultone                                                            | ۱۲۲/۱۴           | -                                              | سرطان                                                               |
| ۵۵۶  | ان- پروپانول (ان- پروپیل<br>الکل)<br>n- Propanol (n- Propyl alcohol)                        | ۶۰/۰۹            | ۱۰۰ ppm                                        | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                                    |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                    | وزن مولکولی      | حد مجاز مواجهه شغلی   |                     | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                   |
|------|----------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|
|      |                                                          |                  | STEL/C                | TWA                 |                                                              |
| ۵۵۷  | ۲- پروپانول یا ایزوپروپانول<br>۲-Propanol                | ۶۰/۰۹            | ۲۰۰ ppm               | ۴۰۰ ppm             | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفس و چشم؛ اختلال<br>سیستم اعصاب مرکزی |
| ۵۵۸  | الکل پروپارژیل<br>Propargyl alcohol                      | ۵۶/۰۶            | ۱ ppm                 | -                   | تحریک پوست؛ آسیب<br>کبدی و کلیوی                             |
| ۵۵۹  | بتا- پروپیول استون<br>β-Propiolactone                    | ۷۲/۰۶            | ۰/۵ ppm               | -                   | سرطان پوست؛ تحریک<br>قسمت فوقانی تنفسی                       |
| ۵۶۰  | پروپیون آلدهید<br>Propionaldehyde                        | ۵۸/۱             | ۲۰ ppm                | -                   | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                                   |
| ۵۶۲  | اسید پروپیونیک<br>Propionic acid                         | ۸۴/۰۸            | ۱۰ ppm                | -                   | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی، چشم و پوست                       |
| ۵۶۳  | پروپوکسور<br>Propoxur                                    | ۲۰۹/۲۴           | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup> | -                   | بازدارنده آنزیم کولین<br>استراز                              |
| ۵۶۴  | پروپرانولال<br>Propranolol                               | ۲۵۹/۳۴           | ۲ mg/m <sup>۳</sup>   | ۶ mg/m <sup>۳</sup> | -                                                            |
| ۵۶۵  | ان- پروپیل استات<br>n-Propyl acetate                     | ۱۰۲/۱۳           | ۲۰۰ ppm               | ۲۵۰ ppm             | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                             |
| ۵۶۶  | پروپیلن<br>Propylene                                     | ۴۲/۰۸            | ۵۰۰ ppm               | -                   | خفگی و تحریک<br>قسمت فوقانی تنفسی                            |
| ۵۶۷  | پروپیلن دی کلرید<br>Propylene dichloride                 | ۱۱۲/۹۹           | ۱۰ ppm                | -                   | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ اثر روی وزن<br>بدن               |
| ۵۶۸  | پروپیلن گلیکول دی نترات<br>Propylene glycol<br>dinitrate | ۱۶۶/۰۹           | ۰/۰۵ ppm              | -                   | سر درد؛ اختلال سیستم<br>اعصاب مرکزی                          |
| ۵۶۹  | اکسید پروپیلن<br>Propylene oxide                         | ۵۸/۰۸            | ۲ ppm                 | -                   | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                             |
| ۵۷۰  | پروپیلن ایمین<br>Propylene imine                         | ۵۷/۰۹            | ۰/۲ ppm               | ۰/۴ ppm             | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی؛ آسیب کبدی                        |
| ۵۷۱  | ان- پروپیل نترات<br>n-Propyl nitrate                     | ۱۰۵/۰۹           | ۲۵ ppm                | ۴۰ ppm              | تهوع؛ سردرد                                                  |
| ۵۷۲  | پیرتروم<br>Pyrethrum                                     | ۳۴۵<br>(میانگین) | ۵ mg/m <sup>۳</sup>   | -                   | آسیب کبدی؛ تحریک<br>قسمت تنفسی تحتانی                        |
| ۵۷۳  | پیریدین<br>Pyridine                                      | ۷۹/۱۰            | ۱ ppm                 | -                   | تحریک پوست؛ آسیب<br>کبدی و کلیوی                             |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                                              | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA  | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
| ۵۷۴  | پیریدافنتیون<br>Pyridaphenthion                                                                                                    | ۳۴۰/۳۳      | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup>       | -                             | پوست                                                    |
| ۵۷۵  | کینون<br>Quinone                                                                                                                   | ۱۰۸/۰۹      | ۰/۱ ppm                     | -                             | تحریک چشم؛ آسیب پوست                                    |
| ۵۷۶  | رزورسینول<br>Resorcinol                                                                                                            | ۱۱۰/۱۱      | ۱۰ ppm                      | ۲۰ ppm                        | سوزش چشم و پوست                                         |
| ۵۷۷  | رودیوم<br>Rhodium                                                                                                                  | ۱۰۲/۹۱      | ۱ mg/m <sup>۳</sup>         | -                             | فلزات؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی                          |
|      | ترکیبات نامحلول و فلزی<br>Metal and insoluble compounds                                                                            | متفاوت      | ۰/۰۱ mg/m <sup>۳</sup>      | -                             | نامحلول ها؛ تحریک قسمت تنفسی تحتانی؛ آسم                |
| ۵۷۸  | رونل<br>Ronnel                                                                                                                     | ۳۲۱/۵۷      | ۵ mg/m <sup>۳</sup> (IVF)   | -                             | بازدارنده آنزیم کولین استراز                            |
| ۵۷۹  | آلاینده های حاصل از تجزیه حرارتی روزین در زمان لحیم کاری (کولوفونی)<br>Rosin core solder thermal decomposition Products colophony) | NA          | -                           | -                             | حساسیت پوستی<br>حساسیت درماتیت؛ آسم                     |
| ۵۸۰  | روتونون (تجاری)<br>Rotenone (commercial)                                                                                           | ۳۹۱/۴۱      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>         | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی |
| ۵۸۱  | سلنیم و ترکیبات آن بصورت سلنیم<br>Selenium and compounds                                                                           | ۷۸/۹۶       | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup>       | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم                           |
| ۵۸۲  | هگزا فلوراید سلنیم<br>Selenium hexafluoride, as Se                                                                                 | ۱۹۲/۹۶      | ۰/۰۵ ppm                    | -                             | ادم ریوی                                                |
| ۵۸۳  | سزون<br>Sesone                                                                                                                     | ۳۰۴/۳۱      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             | تحریک سیستم گوارشی                                      |
| ۵۸۴  | سلیس؛ کریستالی، آلفا کوآرتز و کریستوبالیت<br>Silica, Crystalline-α-Quartz and cristobalite                                         | ۶۰/۰۹       | ۰/۰۲۵ mg/m <sup>۳</sup> (R) | -                             | فیروز و سرطان ریه                                       |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                         | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA<br>STEL/C                                  | نوع مواجهه            | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                        |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|
| ۵۸۵  | سیلیس بی شکل<br>Silica amorphous                                                                              | ۶۰/۰۹       | $2/4 \text{ mg/m}^3 \text{ (R)}$<br>$6 \text{ mg/m}^3$                | -                     | -                                                 |
| ۵۸۶  | کاربید سیلیکون<br>Silicon carbide<br>غیر الیافی<br>Non-fibrous                                                | ۴۰/۱۰       | $10 \text{ mg/m}^3 \text{ (L,E)}$<br>$3 \text{ mg/m}^3 \text{ (R,E)}$ | -                     | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                        |
|      | الیافی (شامل الیاف سیلی<br>شکل)<br>Fibrous                                                                    |             | $0/1 \text{ f/cc (F)}$                                                | A۲                    | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی<br>مزوتلومیا؛ سرطان    |
| ۵۸۷  | تترا هیدرید سیلیکون<br>Silicon tetrahydride                                                                   | ۳۲/۱۲       | ۵ ppm                                                                 | -                     | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و پوست                 |
| ۵۸۸  | نقره<br>Silver<br>فلزی، غبار و دمه<br>Metal, dust & fume<br>ترکیبات محلول، بصورت                              | ۱۰۷/۸۷      | $0/1 \text{ mg/m}^3$                                                  | -                     | آرژیری<br>(تجمع رنگدانه ها در بافتها)             |
|      | نقره<br>Soluble compounds as Ag                                                                               | متفاوت      | $0/01 \text{ mg/m}^3$                                                 | -                     | -                                                 |
| ۵۸۹  | آزید سدیم<br>بصورت آزید سدیم<br>As Sodium azide<br>بصورت بخار اسید هیدرا<br>زوئیک<br>As Hydrozoic acid vapour | ۶۵/۰۲       | $0/29 \text{ mg/m}^3$<br>C<br>-<br>C ۰/۱۱ ppm                         | A۴<br>A۴              | اختلال قلبی و آسیب<br>ریوی                        |
| ۵۹۰  | بی سولفیت سدیم<br>Sodium bisulfate                                                                            | ۱۰۴/۰۷      | $5 \text{ mg/m}^3$                                                    | -                     | A۴<br>تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی، پوست و چشم      |
| ۵۹۱  | فلوئورو استات سدیم<br>Sodium fluoroacetate                                                                    | ۱۰۰/۰۲      | $0/05 \text{ mg/m}^3$                                                 | -                     | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی و قلبی عروقی؛<br>تهوع |
| ۵۹۲  | هیدروکسید سدیم<br>Sodium hydroxide                                                                            | ۴۰/۰۱       | -                                                                     | C ۲ mg/m <sup>۳</sup> | -<br>تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی، چشم و پوست       |
| ۵۹۳  | متا بی سولفیت سدیم<br>Sodium metabisulfite                                                                    | ۱۹۰/۱۳      | $5 \text{ mg/m}^3$                                                    | -                     | A۴<br>تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                  |
| ۵۹۴  | نشاسته<br>Starch                                                                                              | -           | $10 \text{ mg/m}^3$                                                   | -                     | A۴<br>درماتیت                                     |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                            | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA  | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| ۵۹۵  | استئارات ها<br>Stearates                                                         | متفاوت      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست                               |
| ۵۹۶  | حلال استودارد<br>Stoddard solvent                                                | ۱۴۰/۰۰      | ۱۰۰ ppm                     | -                             | تحریک پوست و چشم؛ آسیب کلیوی؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی      |
| ۵۹۷  | کرومات استرونیوم<br>Strontium chromate, as Cr                                    | ۲۰۳/۶۰      | ۰/۰۰۰۵ mg/m <sup>۳</sup>    | -                             | سرطان                                                             |
| ۵۹۸  | استرکنین<br>Strychnine                                                           | ۳۳۴/۴۰      | ۰/۱۵ mg/m <sup>۳</sup>      | -                             | اختلال سیستم اعصاب مرکزی                                          |
| ۵۹۹  | مونومر استایرن<br>Styrene, monomer                                               | ۱۰۴/۱۶      | ۲۰ ppm                      | ۴۰ ppm<br>BEI                 | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی محیطی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| ۶۰۰  | سوبتیلیزین ها بصورت آنزیم فعال بلوری<br>Subtilisins as crystalline active enzyme | -           | -                           | C ۰/۰۰۰۰۶ mg/m <sup>۳</sup>   | آسم؛ تحریک قسمت تحتانی و فوقانی تنفسی                             |
| ۶۰۱  | سوکروز<br>Sucrose                                                                | ۳۴۲/۳۰      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>        | -                             | فرسایش دندان                                                      |
| ۶۰۲  | متیل سولفو متورون<br>Sulfometuron methyl                                         | ۳۶۴/۳۸      | ۵ mg/m <sup>۳</sup>         | -                             | اثرات خونی                                                        |
| ۶۰۳  | سولفو تپ<br>Sulfotep(TEDP)                                                       | ۳۲۲/۳۰      | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup> (IVF) | -                             | پوست؛ بازدارنده آنزیم کولین استراز                                |
| ۶۰۴  | دی اکسید سولفور<br>Sulfur dioxide                                                | ۶۴/۰۷       | -                           | ۲ ppm                         | واکنش ریوی؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی                               |
| ۶۰۵  | هگزا فلئورید گوگرد<br>Sulfur hexafluoride                                        | ۱۴۶/۰۷      | ۱۰۰۰ ppm                    | -                             | خفگی                                                              |
| ۶۰۶  | اسید سولفوریک<br>Sulfuric acid                                                   | ۹۸/۰۸       | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup> (T)   | -                             | واکنش ریوی                                                        |
| ۶۰۷  | سولفور مونوکلرید<br>Sulfur monochloride                                          | ۱۳۵/۰۳      | -                           | C ۱ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست                               |
| ۶۰۸  | پنتا فلئورید گوگرد<br>Sulfur pentafluoride                                       | ۲۵۴/۱۱      | -                           | C ۰/۰۱ ppm                    | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه                                 |
| ۶۰۹  | تترا فلورید گوگرد<br>Sulfur tetrafluoride                                        | ۱۰۸/۰۷      | -                           | C ۰/۱ ppm                     | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب ریه                           |



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

| ردیف  | نام علمی ماده شیمیایی                                 | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA         | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | نوع مواجهه                | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                              |
|-------|-------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| تنفسی |                                                       |             |                                    |                               |                           |                                                         |
| ۶۲۰   | تمفوس<br>Temephos                                     | ۴۶۶/۴۶      | $1 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$   | -                             | پوست؛<br>A۴               | بازدارنده آنزیم<br>کولین استراز                         |
| ۶۲۱   | تربوفوس<br>Terbufos                                   | ۲۸۸/۴۵      | $0.1 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$ | -                             | پوست؛<br>A۴               | بازدارنده آنزیم<br>کولین استراز                         |
| ۶۲۲   | اسید ترفتالیک<br>Terephthalic acid                    | ۱۶۶/۱۳      | $10 \text{ mg/m}^3$                | -                             | -                         | -                                                       |
| ۶۲۳   | ترفنیل ها<br>Terphenyls                               | ۲۳۰/۳۱      | -                                  | $5 \text{ mg/m}^3$            | -                         | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                        |
| ۶۲۴   | ۱،۱،۲،۲-تترا بروئتان<br>bromoethane                   | ۳۴۵/۷۰      | $1 \text{ ppm (IVF)}$              | -                             | -                         | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم؛ ادم ریه؛<br>آسیب کبدی |
| ۶۲۵   | ۱،۱،۱،۲-تترا کلرو-۲،۲<br>difluoroethane               | ۲۰۳/۸۳      | ۱۰۰ ppm                            | -                             | -                         | آسیب کبدی و کلیوی؛<br>اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی       |
| ۶۲۶   | ۱،۱،۱،۲-تترا کلرو-۱،۲<br>difluoroethane               | ۲۰۳/۸۳      | ۵۰ ppm                             | -                             | -                         | آسیب کبدی و کلیوی؛<br>اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی       |
| ۶۲۷   | ۱،۱،۲،۲-تترا کلرواتان<br>chloroethane                 | ۱۶۷/۸۶      | ۱ ppm                              | -                             | پوست؛<br>A۳               | آسیب کبدی                                               |
| ۶۲۸   | تترا کلرواتیلن یا پر کلرواتیلن<br>Tetrachloroethylene | ۱۶۵/۸۰      | ۲۵ ppm                             | ۱۰۰ ppm                       | BEI؛ A۳                   | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی                             |
| ۶۲۹   | تترا کلرو نفتالن<br>Tetrachloromethane                | ۲۶۵/۹۶      | $2 \text{ mg/m}^3$                 | -                             | -                         | آسیب کبدی                                               |
| ۶۳۰   | تترا اتیل سرب<br>Tetraethyl lead, as Pb               | ۳۲۳/۴۵      | $0.1 \text{ mg/m}^3$               | -                             | پوست؛<br>A۴               | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی                             |
| ۶۳۱   | تترا اتیل پیرو فسفات<br>Tetraethyl pyrophosphate      | ۲۹۰/۲۰      | $0.1 \text{ mg/m}^3 \text{ (IVF)}$ | -                             | پوست؛<br>BEI <sub>A</sub> | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی                             |
| ۶۳۲   | تترا فلورو اتیلن<br>Tetrafluoroethylene               | ۱۰۰/۲۰      | ۲ ppm                              | -                             | A۳                        | بازدارنده آنزیم<br>کولین استراز                         |
| ۶۳۳   | ۱،۱،۱،۲-tetra                                         | ۱۰۲/۰۳      | ۱۰۰۰ ppm                           | -                             | -                         | -                                                       |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                                                                                                                                                                                                                     | وزن مولکولی      | حد مجاز مواجهه شغلی |                        | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  | STEL/C              | TWA                    |                                                              |
| ۶۳۴  | fluoroethane<br>تراهیدروفوران<br>Tetrahydrofuran                                                                                                                                                                                                                                                          | ۷۲/۱۰            | ۱۰۰ ppm             | ۵۰ ppm                 | آسیب کبدی و کلیوی؛<br>سرطان کبدی و کلیوی                     |
| ۶۳۵  | نمک های فسفونیوم تتراکیس<br>(هیدروکسی متیل)<br>Tetrakis<br>(hydroxymethyl)<br>phosphonium salts<br>کلرید فسفونیوم تترا کیس<br>(هیدروکسی متیل)<br>Tetrakis<br>(hydroxymethyl)<br>phosphonium chloride<br>سولفات فسفونیوم تترا کیس<br>(هیدروکسی متیل)<br>Tetrakis<br>(hydroxymethyl)<br>phosphonium sulfate | ۱۹۰/۵۶           | ۲ mg/m <sup>۳</sup> | ۲ mg/m <sup>۳</sup>    | کاهش وزن بدن؛<br>اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی؛ اثرات کبدی     |
| ۶۳۶  | تترا متیل سرب<br>Tetramethyl lead, as Pb                                                                                                                                                                                                                                                                  | ۲۶۷/۳۳           | -                   | ۰/۱۵ mg/m <sup>۳</sup> | اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی                                  |
| ۶۳۷  | تترا متیل سوکسینو نیتریل<br>Tetramethyl<br>succinonitrile                                                                                                                                                                                                                                                 | ۱۳۶/۲۰           | -                   | ۰/۵ ppm                | سردرد؛ تهوع؛ تشنج<br>سیستم اعصاب مرکزی                       |
| ۶۳۸  | تترا نیترو متان<br>Tetranitromethane                                                                                                                                                                                                                                                                      | ۱۹۶/۰۴           | -                   | ۰/۰۰۵ ppm              | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم؛ سرطان<br>قسمت فوقانی تنفسی |
| ۶۳۹  | تتریل<br>Tetryl                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ۲۸۷/۱۵           | -                   | ۱/۵ mg/m <sup>۳</sup>  | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                                   |
| ۶۴۰  | تالیوم و ترکیباتش، بصورت<br>تالیوم<br>Thallium and<br>compounds, as Tl<br>۴و۴-تیوبیس (۶-ترت-<br>بوتیل -متا-کروزول)<br>۴و۴-Thiobis (۶-tert-<br>butyl-m-cresol)                                                                                                                                             | ۲۰۴/۳۷<br>متفاوت | -                   | ۰/۰۲ mg/m <sup>۳</sup> | نوروپاتی محیطی؛<br>آسیب گوارشی                               |
| ۶۴۱  | اسید تیوگلیکولیک<br>Thioglycolic acid                                                                                                                                                                                                                                                                     | ۹۲/۱۲            | -                   | ۱ mg/m <sup>۳</sup>    | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی                                   |
| ۶۴۲  | کاربید تیونیل<br>Thionyl chloride                                                                                                                                                                                                                                                                         | ۱۱۸/۹۸           | ۰/۲ ppm             | -                      | تحریک قسمت فوقانی                                            |

| نام علمی ماده شیمیایی                                                                                                       | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA      | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                                                      | نوع مواجهه     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| تیرام<br>Thiuram                                                                                                            | ۲۴۰/۴۴      | ۰/۰۵<br>mg/m <sup>۳</sup> (IVF) |                               | تاثیر در وزن بدن؛ اثرات خونی                                                                    | تنفسی          |
| فلج<br>Tin<br>فلزی                                                                                                          | ۱۱۸/۶۹      | ۲ mg/m <sup>۳</sup>             | -                             | پنوموکونیوزیس (یا استانوزیس)                                                                    | -              |
| ترکیبات معدنی و اکسیدی<br>بجز هیدرید<br>Oxide & inorganic compounds, except tin hydride<br>ترکیبات آلی<br>Organic compounds | متفاوت      | ۲ mg/m <sup>۳</sup>             | -                             | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات روی سیستم ایمنی بدن | پوست؛<br>A۴    |
| دی اکسید تیتانیم<br>Titanium oxide                                                                                          | ۷۹/۹۰       | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>            | -                             | تحریک قسمت تحتانی تنفسی                                                                         | A۴             |
| ارتو تولیدین<br>o-Tolidine                                                                                                  | ۲۱۲/۲۸      | -                               | -                             | سوزش چشم؛ ممانه و کلیه؛ سرطان ممانه؛ مت هموگلوبینی                                              | پوست؛<br>A۳    |
| تولون<br>Tlouene                                                                                                            | ۹۲/۱۳       | ۲۰ ppm                          | -                             | اختلالات بصری؛ اثرات سیستم تولید مثل زنان؛                                                      | A۴<br>EBI      |
| تولون-۲،۴- یا ۲،۶- دی ایزوسیانات (یا بصورت مخلوط)<br>Toluene -۲،۴- or ۲،۶- diisocyanate(or as a mixture)                    | ۱۷۴/۱۵      | ۰/۰۰۵ ppm                       | ۰/۰۲ ppm                      | حساسیت های تنفسی                                                                                | حساسیت<br>(A۴) |
| پارا تولون سولفونیل کلراید<br>p-Toluenesulphonyl chloride                                                                   | ۱۹۰/۶۵      | -                               | ۵ mg/m <sup>۳</sup>           | -                                                                                               | -              |
| ارتو تولیدین<br>o-Toluidine                                                                                                 | ۱۰۷/۱۵      | ۲ ppm                           | -                             | -                                                                                               | پوست؛<br>A۳    |

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

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

| ردیف            | نام علمی ماده شیمیایی                                                                                       | وزن مولکولی      | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| مرکزی؛ آسیب ریه |                                                                                                             |                  |                            |                               |                                                                        |
| ۶۷۸             | اورانیوم طبیعی<br>ترکیبات محلول و نامحلول<br>آن بصورت اورانیوم<br>Uranium(natural)<br>Soluble and insoluble | ۲۳۸/۰۳<br>متفاوت | ۰/۲ mg/m <sup>۳</sup>      | ۰/۶ mg/m <sup>۳</sup>         | آسیب کلیوی<br>A۱<br>BEI                                                |
| ۶۷۹             | ان-والر آلدهید<br>n-Valer aldehyde                                                                          | ۸۶/۱۳            | ۵۰ ppm                     | -                             | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم؛ پوست                                 |
| ۶۸۰             | پنتوکسید وانادیوم<br>Vanadium pentoxide as<br>V                                                             | ۱۸۱/۸۸           | ۰/۰۵ mg/m <sup>۳</sup>     | -                             | تحریک قسمت فوقانی<br>و تحتانی تنفسی                                    |
| ۶۸۱             | مست روغن های نباتی<br>Vagetable oils mist                                                                   | متغیر            | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>       | -                             | اثرات تنفسی                                                            |
| ۶۸۲             | استات وینیل<br>Vinyl acetate                                                                                | ۸۶/۰۹            | ۱۰ ppm                     | ۱۵ppm                         | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی، چشم و پوست؛<br>اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی |
| ۶۸۳             | بروماید وینیل<br>Vinyl bromide                                                                              | ۱۰۶/۹۶           | ۰/۵ ppm                    | -                             | سرطان کبد                                                              |
| ۶۸۴             | کلرید وینیل<br>Vinyl chloride                                                                               | ۶۲/۵۰            | ۱ ppm                      | -                             | سرطان ریه؛ آسیب<br>کبدی                                                |
| ۶۸۵             | ۴- وینیل سیکلوهگزان<br>۴- Vinyl cyclohexene                                                                 | ۱۰۸/۱۸           | ۰/۱ ppm                    | -                             | آسیب های تولید مثل<br>در مردان و زنان                                  |
| ۶۸۶             | وینیل سیکلوهگزان دی اکسید<br>Vinyl cyclohexene<br>dioxide                                                   | ۱۴۰/۱۸           | ۰/۱ ppm                    | -                             | پوست؛<br>آسیب های سیستم تولید<br>مثل در مردان و زنان                   |
| ۶۸۷             | فلورید وینیل<br>Vinyl fluoride                                                                              | ۴۶/۰۵            | ۱ ppm                      | -                             | سرطان کبد و آسیب<br>کبدی                                               |
| ۶۸۸             | ان- وینیل ۲-پیرولیدون<br>N-Vinyl-۲-pyrrolidone                                                              | ۱۱۱/۱۶           | ۰/۰۵ ppm                   | -                             | آسیب کبدی                                                              |
| ۶۸۹             | کلرید وینیلیدن<br>Vinylidene chloride                                                                       | ۹۶/۹۵            | ۵ ppm                      | -                             | آسیب کبدی و کلیوی                                                      |
| ۶۹۰             | فلوئورید وینیلیدن<br>Vinylidene flouride                                                                    | ۶۴/۰۴            | ۵۰۰ ppm                    | -                             | آسیب کبدی                                                              |
| ۶۹۱             | وینیل تولوئن<br>Vinyl toluene                                                                               | ۱۱۸/۱۸           | ۵۰ ppm                     | ۱۰۰ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی و چشم                                       |
| ۶۹۲             | وارفارین<br>Warfarin                                                                                        | ۳۰۸/۳۲           | ۰/۱ mg/m <sup>۳</sup>      | -                             | انعقاد خون                                                             |

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی                                                    | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی<br>TWA                      | حد مجاز مواجهه شغلی<br>STEL/C | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه                                             |
|------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| ۶۹۳  | غبار چوب<br>Wood dust                                                    | نامشخص      | ۰/۵ mg/m <sup>۳</sup>                           | -                             | آسم<br>عملکرد ریوی                                                     |
|      | سرو قرمز غربی<br>Western red cedar                                       |             |                                                 |                               |                                                                        |
|      | گونه های دیگر<br>سرطان زائی                                              |             |                                                 |                               |                                                                        |
|      | All other species<br>carcinogenicity                                     |             |                                                 |                               |                                                                        |
|      | بلوط و راش<br>Oak and beech                                              |             |                                                 |                               |                                                                        |
|      | غان ؛ چوب ماهون<br>و درخت ساج ؛ گردو<br>Birch, mahogany, teak,<br>walnut |             |                                                 |                               |                                                                        |
| ۶۹۴  | غبار کلیه چوب های دیگر<br>All other wood dusts                           | ۱۰۶/۱۶      | ۱۰۰ ppm                                         | ۱۵۰ ppm                       | تحریک قسمت فوقانی<br>تنفسی، چشم و پوست؛<br>اختلال سیستم اعصاب<br>مرکزی |
|      | گزین (ایزومرهای ارتو، متا و پارا)<br>Xylene) o-, m-, p-<br>(isomers      |             |                                                 |                               |                                                                        |
| ۶۹۵  | متا گزین آلفا و آلفا دی آمین<br>m-Xylene α, α-diamine                    | ۱۳۶/۲۰      | -                                               | C ۰/۱mg/m <sup>۳</sup>        | تحریک چشم؛ پوست                                                        |
| ۶۹۶  | گزین (مخلوط ایزومرها)<br>Xylidine (mixed<br>isomers)                     | ۱۲۱/۱۷      | ۰/۵ ppm (IVF)                                   | -                             | پوست؛<br>آسیب کبدی؛<br>مت هموگلوبینی                                   |
| ۶۹۷  | ایتريوم و ترکیبات آن<br>Yttrium and<br>Compounds, as Y                   | ۷۷/۹۱       | ۱ mg/m <sup>۳</sup>                             | -                             | فیروز ریه                                                              |
| ۶۹۸  | دمه کلرید روی<br>Zinc chloride fume                                      | ۱۳۶/۲۹      | ۱ mg/m <sup>۳</sup>                             | ۲ mg/m <sup>۳</sup>           | تحریک قسمت فوقانی<br>و تحتانی تنفسی                                    |
| ۶۹۹  | کرومات روی<br>Zinc chromates, as Cr                                      | متفاوت      | ۰/۰۱ mg/m <sup>۳</sup>                          | -                             | سرطان بینی                                                             |
| ۷۰۰  | اکسید روی<br>Zinc oxide                                                  | ۷۱/۳۷       | ۲ mg/m <sup>۳</sup>                             | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>          | تب دمه فلزی                                                            |
| ۷۰۱  | دی استئارات روی یا<br>استئارات روی<br>Zinc stearate                      | ۶۳۲/۳۵      | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup><br>۴ mg/m <sup>۳</sup> (R) | ۲۰ mg/m <sup>۳</sup>          | -                                                                      |
| ۷۰۲  | زیر کونیوم و ترکیباتش<br>Zirconium and<br>compounds, as Zr               | ۹۱/۲۲       | ۵ mg/m <sup>۳</sup>                             | ۱۰ mg/m <sup>۳</sup>          | -                                                                      |



## 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 تأیید 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 قرار گرفته است ولی در اطلاعات ارائه شده کمبودهایی به شرح زیر وجود دارد که باعث تردیدهایی در تأثیر سرطان زایی قطعی ماده شیمیایی در انسان می‌گردد:

##### الف- اطلاعات متناقض

##### ب- اطلاعات ناقص از لحاظ کمیت

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

بطور کلی طبقه‌بندی 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 تأیید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان

عواملی که 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 نمی‌کند.

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

#### **A۴- غیر قابل 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 داده‌ها 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.

#### **A۵- مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان زای انسانی:**

عواملی هستند که بر اساس مطالعه‌های جامع و صحیح اپیدمیولوژیکی، مشکوک به سرطان زایی در انسان نمی‌باشند. این مطالعه‌های اپیدمیولوژیکی دارای جامعیت لازم، پیگیری مناسب برنامه پژوهشی و با سوابق مواجهه شغلی قابل اطمینان در دزهای زیاد بوده است. تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات 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 داده‌ای در مورد سرطان زایی انسانی یا حیوانی برای آنها گزارش نشده است لقب بدون سرطان زایی را به خود اختصاص داده‌اند.

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

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

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

جهت تعیین حد مجاز مواجهه مستقل برای یک ذره را ارائه نماید که در این صورت، آن ذره از لیست خارج می‌شود. 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 - پذیری کم باشند، ممکن است دارای اثرات زیان آور باشند و توصیه می‌شود که غلظت ذرات قابل استنشاق<sup>۱</sup> هوا بر آن‌ها در مقادیر کمتر از  $3 \text{ mg/m}^3$  و غلظت ذرات قابل تنفس<sup>۲</sup> آن‌ها کمتر از  $10 \text{ mg/m}^3$  حفظ شود تا زمانی که حدود مجاز اختصاصی برای آن‌ها تعیین شود.

### ضمیمه ج- معیار نمونه‌برداری مبتنی بر انتخاب سائز ذرات هوا بر د

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

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

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - Respirable

<sup>۲</sup> - Inhalable

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

(۱) حد مجاز مواجهه ذرات قابل تنفس<sup>۱</sup> (IPM-OEL):

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

(۲) حد مجاز مواجهه ذرات توراسیکی<sup>۲</sup> (TPM-OEL):

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

(۳) حد مجاز مواجهه ذرات قابل استنشاق<sup>۳</sup> (RPM-OEL):

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

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

#### الف - توده ذرات قابل تنفس:

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

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

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

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

#### ب) توده ذرات توراسیکی:

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

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

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

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

ln: لگاریتم طبیعی

۱- Inhalable Particulate Matter

۲- Thoracic Particulate Matter

۳- Respirable Particulate Matter

$$\Gamma: 11/64 \mu\text{m}$$

$$\Sigma = 1/5$$

### ج- توده ذرات قابل استنشاق:

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

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

که  $F(x)$  همان مفهوم اشاره شده در بخش قبلی است اما  $\Gamma = 4/25 \mu\text{m}$  و  $\Sigma = 1/5$  می باشد. مهمترین تغییر اعمال شده مربوط به این بخش از ذرات تغییر قطر میانه از  $3/5$  به  $4$  میکرومتر می باشد. این مطلب با پروتکل سازمان بین المللی استاندارد و کمیته تدوین استانداردهای اروپا (ISO/CEN) تطابق دارد. در حال حاضر هیچ تغییری برای اندازه گیری ذرات قابل استنشاق با سیکلون نایلونی  $10\text{mm}$  در دبی  $1/7 \text{ L/min}$  توصیه نمی شود. دو آنالیز انجام شده بر روی داده های موجود نشان داده است که دبی  $1/7 \text{ L/min}$  به سیکلون نایلونی  $10\text{mm}$  اجازه می دهد که یک تقریب صحیحی از غلظت ذرات قابل استنشاق را به نسبت یک نمونه گیر ایده آل ذرات قابل استنشاق فراهم نماید. بازده جمع آوری سایندهای مختلف ذرات با کسر جرمی هر یک در جداول زیر ارائه شده است:

جدول ۱: ذرات قابل تنفس

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

جدول ۲: ذرات توراسیک

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

جدول ۳: ذرات قابل استنشاق

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

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

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

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

### کاربرد فرمول مخلوط مواد برای حالت اثرات افزایشی

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

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

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

C نمایانگر غلظت ماده موجود در هوای محیط کار و T حد مجاز مواجهه شغلی مربوط به آن ماده شیمیایی می باشد. 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 زیان آور با مقادیر حدود مجاز شغلی STEL و TWA و Ceiling بکار می رود. 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 سم شناسی مشابه، OEL یکسان نداشته باشند، استفاده از انواع مقادیر حدود تماس شغلی امکان پذیر خواهد بود. در جدول زیر انواع حالات ممکن از ترکیب انواع OEL ها که با فرمول اثر افزایشی قابل محاسبه خواهد بود، ارائه شده است. وقتی ماده ای با یک حد STEL یا C با ماده ای با OEL-TWA ولی بدون STEL مخلوط شود، مقایسه حد کوتاه مدت با محدوده نوسان آن بکار می رود. محدوده نوسان معادل ۵ برابر حد OEL-TWA آن ماده خواهد بود.

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

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

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

OEL – STEL :  $T_{STEL}$

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



### محدودیت ها و موارد خاص

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

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

رابطه اثرات افزایشی برای مخلوطی از چند عامل بکار می رود این روابط را نباید برای مخلوطهایی که اجزاء آن واکنشهای بسیار متفاوتی دارند بکار برد، مانند اسید سیانیدریک (HCN) و دی اکسید گوگرد (SO<sub>2</sub>). در چنین مواردی باید فرمول اثرات مستقل مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این رابطه برای مخلوطهای پیچیده با اجزاء زیاد (مثل بنزین، خروجی دیزل، محصولات تجزیه حرارتی، خاکستر و ...) نباید مورد استفاده قرار گیرد.

لازم به ذکر است که در مخلوط مواد سرطان زا در دسته های A<sub>1</sub>، A<sub>2</sub> یا A<sub>3</sub> 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<br>(OEL-TWA) | نتایج مواجهه کوتاه مدت<br>(OEL-STEL) |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| استون               | ۱۶۰ ppm                         | ۴۹۰ ppm                              |
|                     | (۵۰۰ ppm)                       | (۷۵۰ ppm)                            |
| استات بوتیل نوع دوم | ۲۰ ppm                          | ۱۵۰ ppm                              |
|                     | (۲۰۰ ppm)                       | (تعیین نشده)                         |
| متیل اتیل کتون      | ۹۰ ppm                          | ۲۲۰ ppm                              |
|                     | (۲۰۰ ppm)                       | (۳۰۰ ppm)                            |

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

مواجهه کل شیفت کمتر از حد مجاز است.

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

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

آنالیز مواجهه کوتاه مدت به روش زیر انجام می‌شود:

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

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

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

## مثال ب- اثرات مستقل:

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

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

هوایی حاوی غلظت سرب معادل  $0.12 \text{ mg/m}^3$  سرب (با  $\text{OEL} = 0.15$ ) و  $0.07 \text{ mg/m}^3$  اسید سولفوریک (با  $\text{OEL} = 1$ ) موجود است.

$$\frac{0.12}{0.15} = 0.8 \quad \frac{0.07}{1} = 0.7$$

غلظت مخلوط کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

ضمیمه ه: حداقل محتوای اکسیژن<sup>۱</sup>

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

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

<sup>۱</sup> - Minimal Oxygen Content

<sup>۲</sup> - Kinetic

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

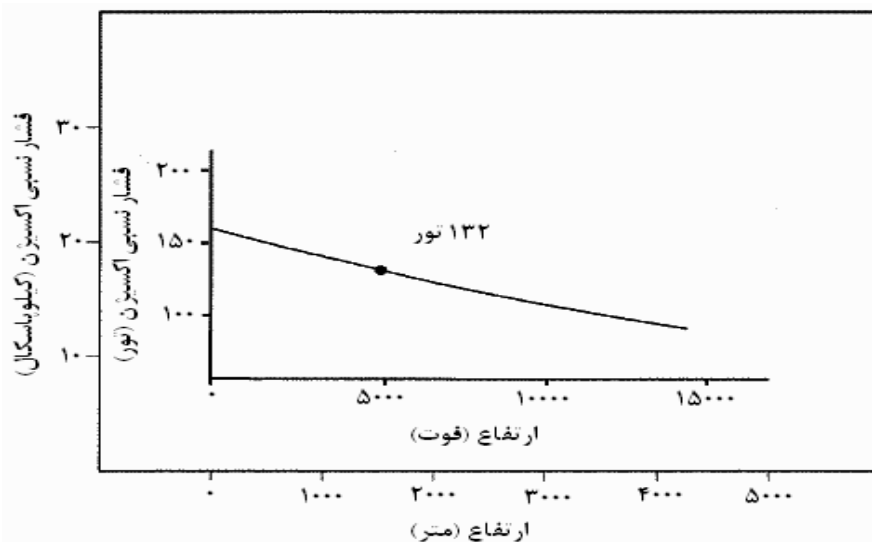
NIOSH فشار نسبی اکسیژن آلوئولی ۶۰ تور را به عنوان حد فیزیولوژیکی تعیین کرده و محیطی که فشار جزئی اکسیژن در آن کمتر از ۱۳۲ تور باشد را به عنوان محیطی که کمبود اکسیژن دارد، در نظر گرفته است. وجود حداقل ۱۹٫۵ درصد اکسیژن در سطح دریا (فشار جزئی ۱۴۸ تور، هوای خشک) برای اغلب اعمال کاری یک حاشیه ایمنی مناسب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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

### ضمیمه و: روش محاسبه دو طرفه برای مخلوطهای بخار حلال هیدروکربنی تصفیه شده معین<sup>۱</sup>

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

<sup>۱</sup>- Reciprocal Calculation Method for Certain Refined Hydrocarbon Solvent Vapors Mixtures

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

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

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

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

اگر در مخلوط هگزان نرمال (OEL-۱۷۶ mg/m<sup>3</sup>) و متیل نفتالینها (OEL-۳ mg/m<sup>3</sup>) وجود داشته باشد، که حدود آنها کمتر از GGV است، این اجزاء باید جداگانه اندازه گیری و براساس روش ضمیمه د ارزیابی شوند.

<sup>۱</sup> - Group guidance values



جدول و-۱ مقادیر راهنمای گروهی (GGV)

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

### کاربرد:

RCP فقط برای حلالهای هیدروکربنی که شامل آلفاتیک های اشباع شده (نرمال، ایزو آلکانها و سیکلو آلکانها) و آروماتیک ها با تعداد کربن C<sub>5</sub> - C<sub>15</sub> که از مواد نفتی بدست می آیند و دارای نقطه جوش ۳۵-۳۲۰°C است، بکار می رود و برای مواد نفتی مشتق از سوختها، روغنهای روان کننده یا مخلوط حلالها بکار نمی رود. همچنین برای هیدروکربنهایی که سمیت آنها بطور معنی داری بیشتر از مخلوط است (مثل بنزن) نیز بکار نمی رود.

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

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

GGV-TWA : OEL محاسبه شده برای مخلوط

GGV<sub>a</sub>: مقدار راهنما (یا OEL) برای گروه (یا ماده)

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

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

### محدودیت‌ها:

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

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

GGV<sub>s</sub> فقط برای بخارات بکار می‌رود و برای میست‌ها یا آئروسولها بکار نمی‌رود. این روش برای مخلوط اولفین‌ها یا دیگر ترکیبات غیراشباع یا هیدروکربنهای آروماتیک پلی‌سیکلیک بکار نمی‌رود.

### مثال:

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

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

بنزن، بطور جداگانه براساس OEL خودش ارزیابی می‌شود.

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

| اجزاء                           | درصد وزنی | GGV (mg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|
| آلکانهای C۸ – C۷، سیکلوآلکانها  | %۴۵       | ۱۵۰۰                     |
| آلکانهای C۹ – C۱۰، سیکلوآلکانها | %۴۰       | ۱۲۰۰                     |
| آروماتیک‌های C۸ – C۷            | %۹        | ۲۰۰                      |
| تولوئن                          | %۶        | ۷۵                       |
| بنزن                            | <%۱       | NA                       |

## References

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

Signature Publication, Cincinnati, Ohio.

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

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

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

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

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

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

## بخش دوم

### حدود مجاز شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه<sup>۱</sup>

#### پایش بیولوژیک<sup>۲</sup>

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

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

معمولاً جهت طراحی، انجام و تفسیر پایش بیولوژیک در مواجهات شغلی از شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) استفاده می‌گردد، که کاربرد این شاخص بستگی به میزان تجربه در زمینه بهداشت حرفه‌ای و مستندات موجود در خصوص حد مجاز مواجهه شغلی<sup>۱</sup> (OEL) دارد.

<sup>۱</sup> - Biological Exposure Indices

<sup>۲</sup> - Biological Monitoring

## شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه

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

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

## ارتباط BEI با OEL

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

- تفاوت فیزیولوژیکی و سطح سلامتی کارگران از جمله: ساختار بدنی، رژیم غذایی، فعالیت آنزیمی و متابولیکی، ترکیب مایعات بدن، سن، جنس، بارداری، مصرف دارو و بیماری.
- فاکتورهای مواجهه شغلی مانند: سرعت، شدت و مدت زمان انجام کار، مواجهه پوستی، دما و رطوبت، مواجهه هم‌زمان با انواع مواد شیمیایی و سایر عادات شغلی.
- برنامه زمانی نمونه‌برداری<sup>۱</sup>: 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.

<sup>۱</sup> - Occupational Exposure Limit

<sup>۲</sup> - 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.<sup>۱</sup>
  - میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی.
  - فاکتورهای مواجهه غیر شغلی مانند: آلاینده‌های خانگی<sup>۲</sup> و محیطی، آلودگی آب و غذا، بهداشت فردی، استعمال دخانیات، دارو و الکل، مواجهه با بعضی مواد شیمیایی که مصرف خانگی دارند، مواجهه با مواد شیمیایی مربوط به تفریح و سرگرمی یا موجود در سایر محیط‌های کاری.
- اساس پیشنهاد هر BEI در مستندات موجود ارائه گردیده، اغلب BEIs با OEL ارتباط مستقیم داشته و لذا هنگامی که غلظت مواد شیمیایی هوای در محدوده OEL باشد، غلظت شاخص‌ها قابل پیش‌بینی خواهد بود. در حالیکه مقادیر برخی از شاخص‌ها مانند سرب از OEL به دست نیامده و با میزان پیشرفت اثرات بهداشتی نامطلوب ارتباط دارد.

### جمع آوری نمونه

از آن جایی که 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 می‌باشند:

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

۱- Bioavailability

۲- Household

۳- Prior to Shift

۴- During Shift

۵- Prior to Shift

۶- End of Shift

- اختیاری<sup>۱</sup>: در هر زمان دلخواه.

## مقبولیت<sup>۲</sup> نمونه ادرار

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

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

## 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، جمع‌آوری 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<sup>۳</sup> شامل انواع نمونه شاهد<sup>۴</sup> و نمونه‌های حاوی استاندارد افزوده<sup>۵</sup> تهیه و به آزمایشگاه ارسال نمایند، تا بدین وسیله نسبت به توانایی آزمایشگاه در اندازه‌گیری دقیق BEI، اطمینان حاصل کنند.

۱. Discretionary

۲ - Acceptability

۳ - Blind

۴ - Blank

۵ - Spiked

## نمادهای ملاحظات

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

## کاربرد BEIs

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه که به عنوان راهنمایی جهت ارزیابی خطرات بهداشتی بالقوه در بهداشت حرفه‌ای کاربرد دارد، نشان دهنده تمایز مشخص بین مرز مواجهات خطرناک و 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 نمونه‌های مختلف اخذ شده از یک کارگر از BEI بیشتر باشد، بایستی علت موضوع بررسی و اقداماتی در راستای کاهش مواجهه انجام گردد. همچنین اگر نتایج اندازه‌گیری به دست آمده از گروهی از کارگران شاغل در یک محیط کاری واحد، از مقادیر BEI تجاوز کند، ثبت اطلاعات مربوط به عملیات کاری و انجام تحقیقات ضرورت می‌یابد.

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



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

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

۱- Toxicokinetic

۲- Toxicodynamic

۳- Chemical Abstracts Service

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

| شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) |                                                                             |                      |                                                               |                             |                      |                           |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------|
| ردیف                             | ماده شیمیایی                                                                | CAS <sup>®</sup> No. | شاخص                                                          | زمان نمونه برداری           | BEI                  | ملاحظات                   |
| ۹                                | دی سولفید کربن<br>CARBON DISULFIDE                                          | [۷۵-۱۵-۰]            | ۲-تیواکسوتیازولیدین -<br>۴-کربوکسیلیک اسید<br>(TTCA) در ادرار | انتهای شیفت                 | ۰/۵ mg/g<br>کراتینین | زمینه و<br>غیر اختصاصی    |
| ۱۰                               | مونوکسید کربن<br>CARBON MONOXIDE                                            | [۷۵-۱۵-۰]            | کربوکسی هموگلوبین<br>در خون                                   | انتهای شیفت                 | ۳/۵٪ هموگلوبین       | زمینه و<br>غیر اختصاصی    |
|                                  |                                                                             |                      | مونوکسید کربن در هوای<br>بازدم                                | انتهای شیفت                 | ۲۰ ppm               | زمینه و<br>غیر اختصاصی    |
| ۱۱                               | کلروبنزن<br>CHLOROBENZENE                                                   | [۱۰۸-۹۰-۷]           | ۴-کلروکاتکول در<br>ادرار                                      | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | ۱۰۰ mg/g<br>کراتینین | غیر اختصاصی               |
|                                  |                                                                             |                      | پاراکلروفل در ادرار                                           | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | ۲۰ mg/g کراتینین     | غیر اختصاصی               |
| ۱۲                               | کروم (VI) و فیوم های<br>محلول در آب<br>CHROMIUM (VI),<br>Water-soluble fume | ---                  | کروم کل در ادرار                                              | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | ۲۵ µg/L              | ---                       |
|                                  |                                                                             |                      |                                                               | افزایش یافته در<br>طول شیفت | ۱۰ µg/L              | ---                       |
| ۱۳                               | کبالت<br>COBALT                                                             | [۷۴۴-۰۴۸-۴]          | کبالت در ادرار                                                | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | ۱۵ µg/L              | زمینه                     |
|                                  |                                                                             |                      | کبالت در خون                                                  | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | ۱ µg/L               | زمینه و<br>غیر اختصاصی    |
| ۱۴                               | سیکلو هگزانول<br>CYCLOHEXANOL                                               | [۱۰۸-۹۳-۰]           | ۲۱-سیکلو هگزان<br>دی ال در ادرار                              | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | --                   | غیر کمی و<br>غیر اختصاصی  |
|                                  |                                                                             |                      | سیکلو هگزانول در ادرار                                        | انتهای شیفت                 | --                   | غیر کمی و<br>غیر اختصاصی  |
| ۱۵                               | سیکلو هگزانون<br>CYCLOHEXANONE                                              | [۱۰۸-۹۴-۱]           | ۲۱-سیکلو هگزان<br>دی ال در ادرار                              | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | ۸۰ mg/L              | نیمه کمی و<br>غیر اختصاصی |
|                                  |                                                                             |                      | سیکلو هگزانونول در ادرار                                      | انتهای شیفت                 | ۸ mg/L               | نیمه کمی و<br>غیر اختصاصی |
| ۱۶                               | دی کلرومتان<br>DICHLOROMETHANE                                              | [۷۵-۰۹-۲]            | دی کلرومتان در ادرار                                          | انتهای شیفت                 | ۰/۳ mg/L             | نیمه کمی                  |
| ۱۷                               | ان و ان دی متیل استامید<br>N,N-<br>DIMETHYLACETAMIDE                        | [۱۲۷-۱۹-۵]           | ان - متیل استامید در<br>ادرار                                 | انتهای شیفت در<br>آخر هفته  | ۳۰ mg/g<br>کراتینین  | ---                       |

| شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) |                                                                                                  |                           |                                                    |                           |                         |                        |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| ردیف                             | ماده شیمیایی                                                                                     | CAS <sup>۲</sup> No.      | شاخص                                               | زمان نمونه برداری         | BEI                     | ملاحظات                |
| ۱۸                               | ان و ان دی متیل فورامید (DMF) N,N-DIMETHYLFORMAMIDE                                              | [۶۸-۱۲-۲]                 | ان- متیل فورامید در ادرار                          | انتهای شیفت               | ۱۵ mg/L                 | ---                    |
|                                  |                                                                                                  |                           | ان- استیل-اس-ان- متیل کاربامیل) سیستین در ادرار    | ابتدای آخرین شیفت هفته    | ۴۰ mg/L                 | نیمه کمی               |
| ۱۹                               | ۲- اتوکسی اتانول (EGEE) و ۲- اتوکسی اتیل استات (EGEEA) ۲-ETHOXYETHANOL and ۲-ETHOXYETHYL ACETATE | [۱۱۰-۸۰-۵] And [۱۱۱-۱۵-۹] | ۲- اتوکسی استیک اسید در ادرار                      | انتهای شیفت در آخر هفته   | ۱۰۰ mg/g کراتینین       | ---                    |
|                                  |                                                                                                  |                           | مجموع ماندلیک اسید و فیل گلی اگرالیک اسید در ادرار | انتهای شیفت در آخر هفته   | ۰/۷ mg/g کراتینین       | نیمه کمی و غیر اختصاصی |
| ۲۰                               | اتیل بنزن ETHYL BENZENE                                                                          | [۱۰۰-۴۱-۴]                | اتیل بنزن در هوای بازدم                            | اختیاری                   | ---                     | نیمه کمی               |
|                                  |                                                                                                  |                           | فلوراید ها در ادرار                                | ابتدای شیفت               | ۳ mg/g کراتینین         | زمینه و غیر اختصاصی    |
| ۲۱                               | * فلوراید ها FLUORIDES                                                                           | ---                       | فلوراید ها در ادرار                                | انتهای شیفت               | ۱۰ g/g کراتینین         | زمینه و غیر اختصاصی    |
|                                  |                                                                                                  |                           |                                                    | انتهای شیفت               | ۲۰۰ mg/L                | غیر اختصاصی            |
| ۲۲                               | فورفورال FURFURAL                                                                                | [۹۸-۰۱-۱]                 | فورویک اسید در ادرار                               | انتهای شیفت               | ۰/۴ mg/L                | ---                    |
| ۲۳                               | ان- هگزان n-HEXANE                                                                               | [۱۱۰-۵۴-۳]                | ۵-۲- هگزان دی ان در ادرار                          | انتهای شیفت در آخر هفته   | ۲۵۰ µg/dL گلبولهای قرمز | زمینه                  |
| ۲۴                               | سرب LEAD                                                                                         | [۷۴۳۹-۹۲-۱]               | پروتوپورفیرین روی (ZPP) در خون                     | حد اقل پس از ۱ ماه مواجهه | ۱۰۰ µg/dL خون           | زمینه                  |
|                                  |                                                                                                  |                           | دلتا آمینو لولونیک (ΔALA) در ادرار                 | انتهای شیفت در آخر هفته   | ۵ mg/L                  | نیمه کمی               |
|                                  |                                                                                                  |                           | سرب در خون                                         | اختیاری                   | ۳۰ µg/dL                | ---                    |

تذکر: زنان باردار با سرب خون بالاتر از ۱۰ µg/dL به طور بالقوه در معرض ریسک به دنیا آوردن نوزادان با سرب خون بیش از مقادیر توصیه شده توسط مرکز کنترل بیماری ها (CDC)، قرار دارند. ریسک نارسائی شناختی در این کودکان بالا بوده و لذا سرب خون آنان بایستی به طور منظم پایش شده و اقدامات مناسبی جهت به حداقل رساندن مواجهه محیطی این کودکان اتخاذ گردد. (پیشگیری از مسمومیت با سرب در نوزادان- CDC - اکتبر ۱۹۹۱)

| شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) |                                                                                                                   |                                 |                                  |                            |                    |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| ردیف                             | ماده شیمیایی                                                                                                      | CAS <sup>۲</sup> No.            | شاخص                             | زمان نمونه برداری          | BEI                | ملاحظات                             |
| ۲۵                               | جیوه<br>MERCURY                                                                                                   | ---                             | جیوه غیرآلی کل در ادرار          | ابتدای شیفت                | ۳۵µg/g<br>کراتینین | زمینه                               |
|                                  |                                                                                                                   |                                 | جیوه غیرآلی کل در خون            | انتهای شیفت<br>در آخر هفته | ۱۵µg/L             | زمینه                               |
| ۲۶                               | متانول<br>METHANOL                                                                                                | [۶۷-۵۶-۱]                       | متانول در ادرار                  | انتهای شیفت                | ۱۵ mg/L            | زمینه و<br>غیر اختصاصی              |
| ۲۷                               | القاء کننده های منهموگلوبینی<br>METHEMOGLOBIN<br>INDUCERS                                                         | ---                             | مت هموگلوبین در خون              | در طول یا انتهای<br>شیفت   | ۱/۵٪ هموگلوبین     | زمینه،<br>نیمه کمی و<br>غیر اختصاصی |
| ۲۸                               | ۲- متوکسی اتانول (EGME) و<br>متوکسی اتیل استات<br>(EGMEA)<br>۲-METHOXYETHANOL<br>and<br>۲-METHOXYETHYL<br>ACETATE | [۱۰۹-۸۶-۴]<br>and<br>[۱۱۰-۴۹-۶] | ۲- متوکسی استیک<br>اسید در ادرار | انتهای شیفت<br>در آخر هفته | ۱mg/g<br>کراتینین  | ---                                 |
| ۲۹                               | متیل ان- بوتیل کتون<br>METHYL n-BUTYL<br>KETONE                                                                   | [۵۹۱-۷۸-۶]                      | ۵۲ - هگزان دی ان<br>در ادرار     | انتهای شیفت<br>در آخر هفته | ۰/۴ mg/L           | ---                                 |
| ۳۰                               | متیل کلروفرم<br>METHYL<br>CHLOROFORM                                                                              | [۷۱-۵۵-۶]                       | متیل کلروفرم در<br>هوای بازدم    | ابتدای آخرین<br>شیفت هفته  | ۴۰ppm              | ---                                 |
|                                  |                                                                                                                   |                                 | تری کلرواستیک اسید<br>در ادرار   | انتهای هفته کاری           | ۱۰ mg/L            | نیمه کمی و<br>غیر اختصاصی           |
|                                  |                                                                                                                   |                                 | تری کلرواتانول کل<br>در ادرار    | انتهای شیفت در<br>آخر هفته | ۳۰ mg/L            | نیمه کمی و<br>غیر اختصاصی           |
|                                  |                                                                                                                   |                                 | تری کلرواتانول کل<br>در خون      | انتهای شیفت در<br>آخر هفته | ۱ mg/L             | غیر اختصاصی                         |
| ۳۱                               | ۴-۴- متیلن بیس (۲-کلروآنیلین)<br>[MBOCA]<br>۴,۴-METHYLENE BIS<br>(۲-CHLOROANILINE)                                | [۱۰۱-۱۴-۴]                      | MBOCA کل در<br>ادرار             | انتهای شیفت                | ---                | نیمه کمی                            |
| ۳۲                               | متیل اتیل کتون (MEK)<br>METHYL ETHYL<br>KETONE                                                                    | [۷۸-۹۳-۳]                       | MEK در ادرار                     | انتهای شیفت                | ۲ mg/L             | ---                                 |
| ۳۳                               | متیل ایزوبوتیل کتون (MIBK)<br>METHYL ISOBUTYL                                                                     | [۱۰۸-۱۰-۱]                      | MIBK در ادرار                    | انتهای شیفت                | ۱ mg/L             | ---                                 |

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

| شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) |           |                         |                              |                                          |                                         |      |
|----------------------------------|-----------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|------|
| ملاحظات                          | BEI       | زمان نمونه برداری       | شاخص                         | CAS <sup>®</sup> No.                     | ماده شیمیایی                            | ردیف |
|                                  |           |                         | بازدم                        |                                          | TETRACHLOROETHYLENE                     |      |
| ---                              | ۰/۵ mg/L  | ابتدای شیفت             | تراکلرواتیلن در خون          |                                          |                                         |      |
| ---                              | ۲ mg/L    | انتهای شیفت             | تراهیدروفوران در ادرار       | [۹۹-۹۹-۱۰۹]                              | TETRAHYDROFURAN                         | ۴۴   |
| ---                              | ۰/۰۲ mg/L | ابتدای آخرین شیفت هفته  | تولون در خون                 | [۸۸-۸۸-۱۰۸]                              | TOLUENE                                 | ۴۵   |
| ---                              | ۰/۰۳ mg/L | انتهای شیفت             | تولون در ادرار               |                                          |                                         |      |
| زمینه                            | ۰/۳ mg/g  | انتهای شیفت             | اتوکروزول در ادرار           |                                          |                                         |      |
| زمینه و غیر اختصاصی              | ۱/۶ g/g   | انتهای شیفت             | اسید هیپوریک در ادرار        |                                          |                                         |      |
| غیر اختصاصی                      | ۱۵ mg/L   | انتهای شیفت در آخر هفته | تری کلرواستیک اسید در ادرار  | [۷۹-۰۱-۶]                                | TRICHLOROETHYLENE                       | ۴۶   |
| غیر اختصاصی                      | ۰/۵ mg/L  | انتهای شیفت در آخر هفته | تری کلرواتانول در خون        |                                          |                                         |      |
| غیر اختصاصی                      | ۱۰۰ mg/L  | ابتدای آخرین شیفت هفته  | تری کلرواتانول در ادرار      |                                          |                                         |      |
| غیر اختصاصی                      | ۱۵۰ mg/L  | ابتدای آخرین شیفت هفته  | ترکیبات تری کلرو کل در ادرار |                                          |                                         |      |
| نیمه کمی                         | ---       | انتهای شیفت در آخر هفته | تری کلرواتیلن در خون         |                                          |                                         |      |
| نیمه کمی                         | ---       | انتهای شیفت در آخر هفته | تری کلرواتیلن در هوای بازدم  |                                          |                                         |      |
| ---                              | ۲۰۰ µg/L  | انتهای شیفت             | اورانیوم در ادرار            | [۶۱-۶۱-۷۴۴۰]                             | URANIUM                                 | ۴۷   |
| ---                              | ۵۰ µg /g  | انتهای شیفت             | وانادیوم در ادرار            | [۷۹-۰۱-۶]                                | VANADIUM PENTOXIDE                      | ۴۸   |
| ---                              | ۱/۵ g/g   | انتهای شیفت             | متیل هیپوریک اسید در ادرار   | [۹۵-۴۷-۶; ۱۰۸-۳۸-۳; ۱۰۶-۴۲-۳; ۱۳۳۰-۲۰-۷] | XYLENES (technical or commercial grade) | ۴۹   |

### اعلام تغییرات در دست بررسی<sup>۱</sup> (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 قانع‌کننده باشد، کمیته فنی مجاز به باقی گذاشتن و یا خارج نمودن ماده شیمیایی از لیست NIC می‌باشد.

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

<sup>۱</sup> - Notice Intended Gchanges



**References**

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

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

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

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

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

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

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

## بخش سوم

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

#### مقدمه

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

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

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

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

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

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

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

## تعاریف

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

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

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

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

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

ج- حد مراقبت (اقدام) (Action Limit)

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

<sup>۱</sup> - Derivation

<sup>۲</sup> - Researchs

<sup>۳</sup> - Consensus

<sup>۴</sup> - Time Weight Average

## آکوستیک

### مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پایین

حد مجاز مواجهه شغلی فرو صوت و صوت‌های با بسامد پایین به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آنها قرار گیرند اثر سوء مشهودی، منهای اثر بر شنوایی انسان، بر آنان عارض نگردد. به استثناء اصوات ضربه‌ای با زمان تکرار کمتر از ۲ ثانیه، در فرکانس‌های یک سوم اکتاوباند از ۱ تا ۸۰ هرتز، نباید مقدار سقف تراز فشار صوت از  $145 \text{ dB(C)}$  فراتر رود. علاوه بر آن، تراز کلی فشار صوتی وزن نیافته نباید از مقدار سقف  $150 \text{ dB(C)}$  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 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 در شبکه A را از طریق نمودگرمی تحت عنوان کنطورهای تراز معادل صوت در شبکه A برآورد نمود.

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

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

#### نکته

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

#### فراصوت

حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در این بخش مندرج در جدول ۱ به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب مشهودی در توانایی شنیداری و درک محاوره طبیعی آنان ایجاد نگردد. حدود مجاز مواجهه شغلی تعیین شده در این مبحث، برای فرکانس های فراسوت ۱۰ تا ۲۰ کیلوهرتز می باشد که به منظور پیشگیری از عوارض ذهنی (Subjective) بکار رفته و در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. مقادیر کلی تراز مواجهه وزنی زمانی (TWA) برای ۸ ساعت مواجهه مانند حدود مجاز مواجهه شغلی صدا و برابر ۸۵ دسی بل تعیین گردیده است. مقادیر سقف را می توان با استفاده از یک دستگاه سنجش تراز صوت (صداسنج)، که در حالت اندازه گیری "slow" و باند اندازه گیری یک سوم اکتاو تنظیم شده است، مورد سنجش قرار داد. مقادیر TWA را نیز می توان با یک دستگاه تراز سنج صوت از نوع یکپارچه (Integrating) و در تجزیه یک سوم اکتاو باند اندازه گیری نمود. کلیه دستگاه ها باید از حساسیت فرکانسی مناسب برخوردار بوده و با ویژگی های مندرج در IEC 804, ANSI S1,4-1983(R2006) مطابقت نمایند.

جدول ۱- حدود مجاز مواجهه شغلی برای فرا صوت

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

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

## حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن (طبق جدول شماره ۲) به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره‌ی طبیعی آنان ظاهر نشود. در گذشته اختلال شنوایی در درک مکالمات به حدی اطلاق می‌شد که متوسط حد آستانه شنوایی از ۲۵ dB در فرکانسهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز تجاوز نماید (ANSI S3.6-1989). مقادیر ارائه شده در این کتابچه برای پیشگیری از افت شنوایی به محدوده فرکانسهای بالاتر مانند ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز نیز گسترش یافته است. لذا مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی می‌بایست میانه (Median) جامعه شاغلین را در مقابل افت شنوایی ناشی از صدا (NIHL<sup>۱</sup>) در حد ۲ دسی بل در فرکانسهای ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز پس از ۴۰ سال مواجهه شغلی با صدا محافظت نماید. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به حساسیت متفاوت افراد نباید به عنوان مرز حقیقی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردد. باید تأکید نمود که مقادیر حد مواجهه شغلی، همه شاغلین را در برابر اثرات نامطلوب مواجهه با صدا محافظت نمی‌نماید و برای افرادی که مواجهه بیش از حدود تعیین شده در این کتابچه دارند مراقبتهای پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آنها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایر اقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد.

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

<sup>۱</sup> - Noise Induced Hearing Loss

<sup>۲</sup> - Action Level

<sup>۳</sup> - Hearing Conservation Program

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

برای شاغلینی که در محیطهای صنعتی یا مشاغل دیگر دارای فعالیت اداری یا فکری می‌باشند، همانند اپراتورهای اتاق کنترل یا متصدیان امور بانکی و سایر مشاغل دفتری<sup>۱</sup>، هر چند حدود توصیه شده در این مبحث برای آنها به تمامی مرجعیت دارد، لیکن با توجه به فعالیت فکری آنان حد تراز معادل ۸۰ ساعت، برای کنترل استرس شغلی و تأمین سلامت عصبی- روانی آنان به میزان ۷۵ dB(A) تعیین می-گردد. این حد قابل تسری به سایر مشاغل نمی‌باشد.

---

۱ - office workers



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

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

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

\*\* تراز فشار صوت بر حسب دسی بل با دستگاه صداسنج اندازه‌گیری می‌شود و دستگاه مذکور باید مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ANSI کد (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.

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

### صدای پیوسته یا نوبتی<sup>۱</sup>

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

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

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

<sup>۱</sup>- Continuous or Intermittent Noise

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

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

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

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

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

### الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا

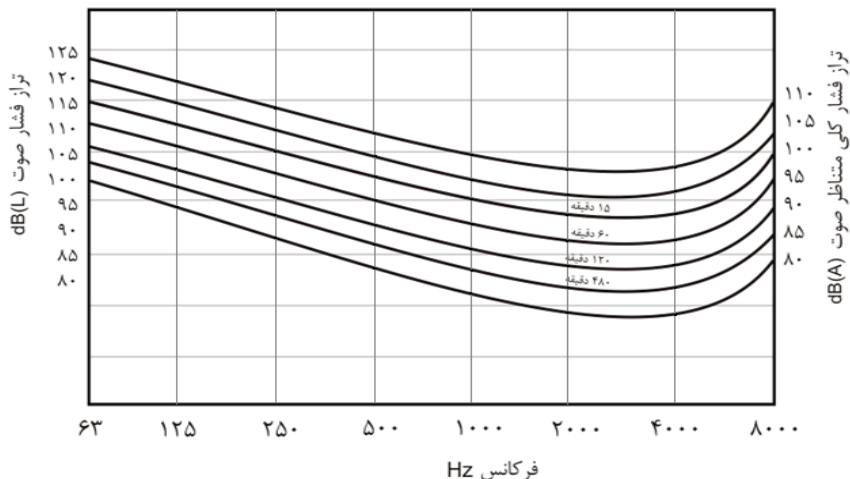
معمولاً برای ارزیابی تراز صدا در محیط کار در مقایسه با حدود مجاز شغلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه‌گیری می‌شود. ترازسنج صوت در شبکه A، متناسب با درک شنوایی انسان از صدای واقعی محیط در ترازهای فشار صوت پایین بر مبنای منحنی‌های بلندی صوت عمل می‌کند. بر

<sup>۱</sup> -Equivalent sound pressure level

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

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

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

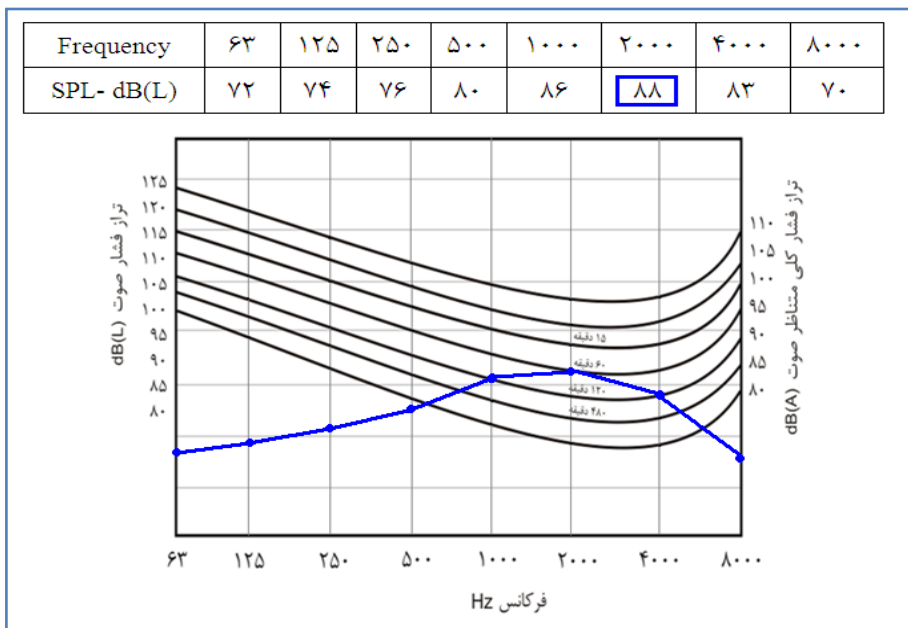


شکل ۱- منحنی‌های هم بلندی برآورد تراز معادل صوت در شبکه A متناسب با تجزیه فرکانسی در شبکه خطی

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

### مثال

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



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

## صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای<sup>۱</sup>

در صورت استفاده از وسایل اندازه‌گیری توصیه شده توسط (R2006) ۱۹۸۳-ANSI-S1,4-IEC ، ۱۹۹۰-۸۰۴ و (R2007) ۱۹۹۱-ANSI-S1,25 صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای در هنگام سنجش صدا به طور خودکار اندازه‌گیری می‌شود. تنها ضابطه آن است که دامنه اندازه‌گیری مورد نیاز باید بین ۱۴۰-۸۰ دسی‌بل A و دامنه ضربه از تراز زمینه باید حداقل ۶۳ دسی‌بل باشد. مواجهه بدون حفاظ گوش، با تراز فشار صوت بیش از ۱۴۰ دسی‌بل در شبکه وزن یافته C مجاز نمی‌باشد. اگر وسیله اندازه‌گیری قادر به اندازه‌گیری تراز قله در شبکه وزن یافته C نباشد آنگاه باید اندازه‌گیری تراز قله (SPL- Peak) با میزان کمتر از ۱۴۰ دسی‌بل ملاک اندازه‌گیری قرار گیرد. اندازه‌گیری و اظهار نظر در مورد صداهای ضربه‌ای یا کوبه‌ای همپوشان همانند صدا های پیوسته می‌باشد. در خصوص صدا های ضربه‌ای یا کوبه‌ای در صدای زمینه پیوسته که شامل این بند نمی‌شود، باید از قواعد صداهای نوبتی که در مبحث قبلی تشریح گردید استفاده شود.

## تذکر

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

<sup>۱</sup> - Impulsive or impact Noise

<sup>۲</sup> - Ear muff

<sup>۳</sup> - Ear plug

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

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

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

## ارتعاش

### ۱- مواجهه موضعی بدن با ارتعاش

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

۱ - Hand-Arm vibration syndrome

۲ - Vibration- induced white finger

۳ - Raynauds phenomenon

انسانی<sup>۱</sup> کالیبره‌ای شده که جرم شتاب سنج آن از ۲ گرم تجاوز ننماید استفاده شود باید ارتعاش در سه جهت X,Y,Z مطابق مؤلفه‌های شکل ۲ اندازه‌گیری شود و بالاترین شتاب ثبت شده (شتاب غالب) مربوط به هر جهت ورود باشد و با مقادیر جدول ۳ مقایسه گردد. این مقادیر بایستی جهت کنترل و کاهش مواجهه با ارتعاش مورد استفاده قرار گیرند و به جهت حساسیت بعضی افراد نباید به عنوان مرز میان ایمنی و خطر تلقی گردند. باید در نظر داشت که حفاظت دست و بازو در برابر سندرم ناشی از ارتعاش فقط با اعلام یا مراعات حد مجاز مواجهه شغلی میسر نمی‌گردد و برای پیشگیری از ابتلا به عارضه مذکور باید توصیه‌های زیر بکار رود:

- (۱) ابزار کار به وسایل و قطعات ضد ارتعاش مجهز باشد.
- (۲) از دستکش‌های ضد ارتعاش، حین کار استفاده شود.
- (۳) برای کاهش مواجهه با ارتعاش، کار به روش مناسب انجام گیرد به طوری که دست‌ها و بقیه بدن

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

( مستند به استاندارد ۲۰۰۱-۵۳۴۹-ISO )

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

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.

<sup>۱</sup> - Human vibration meter



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

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

### تکاتی درباره جدول ۳

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

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

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

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

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

۶) کار باید با روش مناسب انجام گیرد و بدین منظور باید کارگران در خصوص استفاده از ابزارها و فرایندهای پر قدرت در حالی که عملیات در شرایط ایمن انجام می‌گیرد آموزش داده شوند تا:

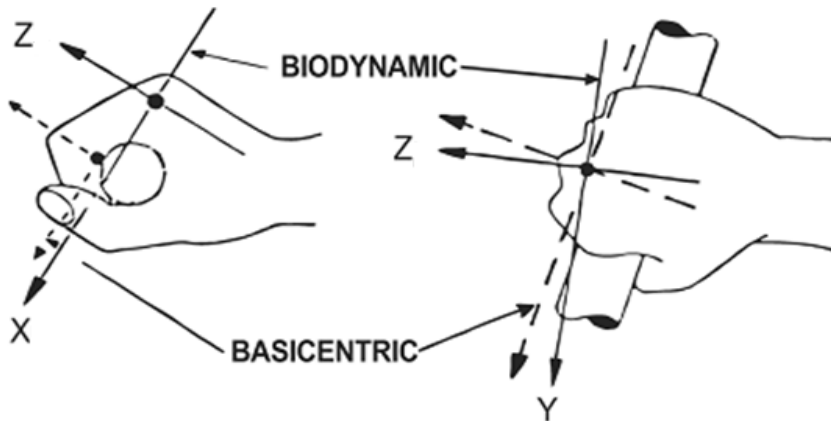
- میزان نیروی مصرفی برای چنگش و گرفتن دسته ابزار به حداقل برسد.
- بدن و دستها را گرم و خشک نگهدارند.

- از استعمال دخانیات پرهیز نمایند.

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

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

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



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

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

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

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

## ارتعاش دست- بازو از نوع پیوسته، منقطع، ضربه‌ای یا کوبه‌ای<sup>۱</sup>

اندازه‌گیری ارتعاش باید براساس روشها و وسایل اندازه‌گیری که توسط ISO۳۳۴۹(۲۰۰۱) و ANSI S۳.۳۴-۱۹۸۶(R1۹۹۷) توصیه شده انجام گیرد و خلاصه آن به شرح زیر است:

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

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

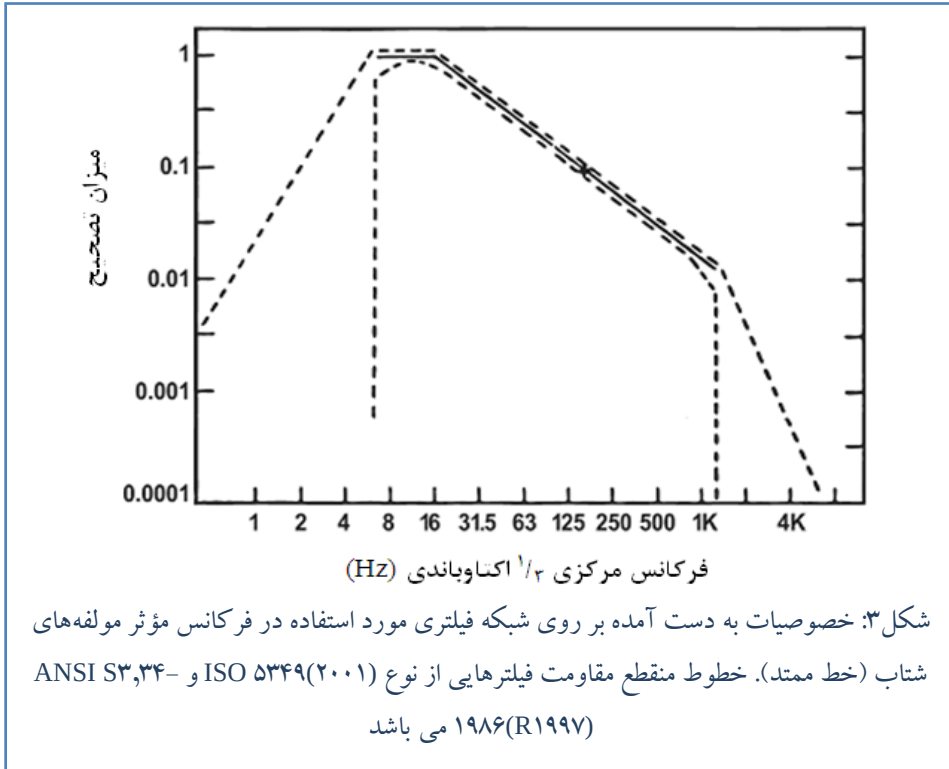
۳) ارزیابی مواجهه با ارتعاش در سه محور (X, Y, Z) باید انجام پذیرد زیرا ارتعاش یک کمیت برداری (دارای مقدار و جهت) می‌باشد. در هر امتداد، ارتعاش در مدت معمول کار با ابزار، ماشین یا قطعه کار پرتوان باید به وسیله مقدار جذر مربع میانگین شتاب (rms) مؤلفه‌ها در فرکانس وزن یافته بر حسب متر بر مجذور ثانیه (m/s<sup>۲</sup>) یا واحدهای شتاب جاذبه (g) تعیین گردد، که بزرگترین مقدار  $a_k$  اساس و پایه ارزیابی مواجهه قرار می‌گیرد. برای اندازه‌گیری در هر محوری که انجام گیرد، انتگرال خطی برای ارتعاشاتی که مدت آنها خیلی کوتاه و یا اساساً از نظر زمانی با یکدیگر متفاوت می‌باشند، بکار گرفته می‌شود. اگر مواجهه کلی روزانه با ارتعاش در یک امتداد معین، ترکیبی از چند مواجهه در شتاب‌های مؤثر (rms) مختلف باشد، در این موارد شتاب معادل در آن جهت خاص در فرکانس وزن یافته باید بر طبق رابطه زیر اندازه‌گیری شود:

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

<sup>۱</sup> - Continuous , intermitent , impulsive or impact hand – Arm vibration

<sup>۲</sup> - Frequency- Weighted

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



بطوری که:

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

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

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

## ۲- ارتعاش تمام بدن

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

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

### نکات مهم

- ۱) جدول شماره ۶ ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحنی‌های پاسخ (ISO ۲۶۳۱) را نشان می‌دهد.
- ۲) در هر یک از اشکال ۴ و ۵ تعدادی منحنی مستقل از یکدیگر ارائه شده است که بر اساس زمان-های مواجهه مختلف تنظیم گردیده‌اند. منحنی‌های مذکور نشان می‌دهد در گستره فرکانس ۸-۴ هرتز در محور Z و در گستره فرکانس ۲-۱ هرتز در محور X و Y، در ارتعاش وارده به انسان تشدید (رزونانس) صورت می‌گیرد. محورهای مزبور در شکل ۶ تعریف شده‌اند. در شکل ۷ مقادیر  $a_x, a_y, a_z$  مؤلفه‌های اندازه‌گیری شتاب در محورهای X و Y و Z است که محور X جهت پشت به طرف سینه، محور Y شانه به شانه و محور Z از پا به طرف سر می‌باشد.
- ۳) سنجش ارتعاش تمام بدن و زمان مواجهه معادل برای مواجهه‌های منقطع هنگامی محاسبه می‌گردد که میزان شتاب مؤثر (rms) در طول زمان به طور محسوس متغیر است و این نوع سنجش باید مطابق با توصیه‌های استاندارد (ISO-۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴) یا ANSI-S۳,۱۸-۱۹۷۹(R۱۹۹۹) توسط دستگاههای مخصوص سنجش ارتعاش انسانی کالیبره شده با دریافت‌کننده بشقابی انجام

<sup>۱</sup> - Whole – body Vibration

<sup>۲</sup> - Root – Mean - square

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

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

جدول ۵- حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن

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

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

(۵) حد مجاز شغلی مزبور نباید در سازه های دریایی یا در کشتی ها بکار برده شود برای ساختمان های

ثابت مراجعه شود به: [ANSI S۳,۲۹-۱۹۸۳(R۲۰۰۶)]

جدول ۶- ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی \* شتاب ارتعاش تمام بدن

مطابق با منحنی‌های پاسخ شکل ۴ و ۵ [ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)]

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

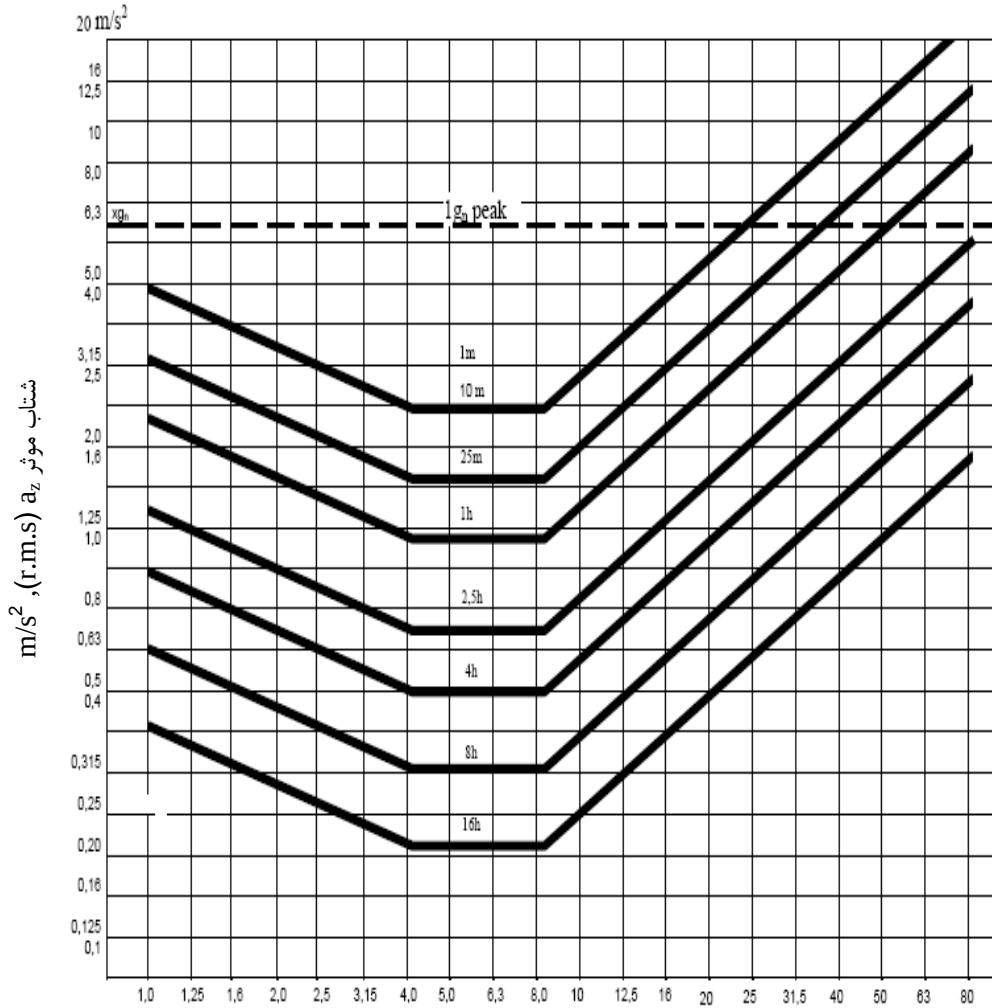
\* ۴ تا ۸ هرتز در مواردی که  $\pm a_z$  تشدید ارتعاش وجود دارد.

۱ تا ۲ هرتز در موردی که  $a_y$  یا  $\pm a_x$  تشدید ارتعاش وجود دارد.



شکل ۴: حدود مجاز شتاب محور طولی ( $a_z$ )

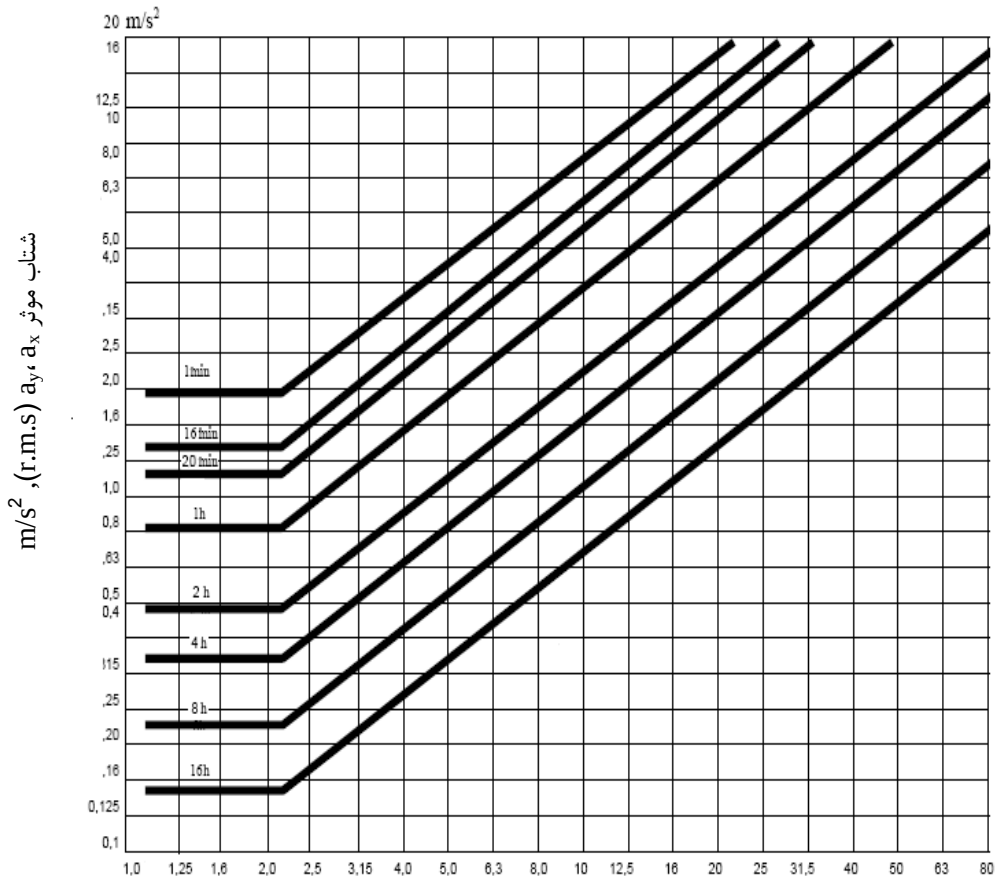
بر حسب فرکانس و زمان مواجهه [ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)]



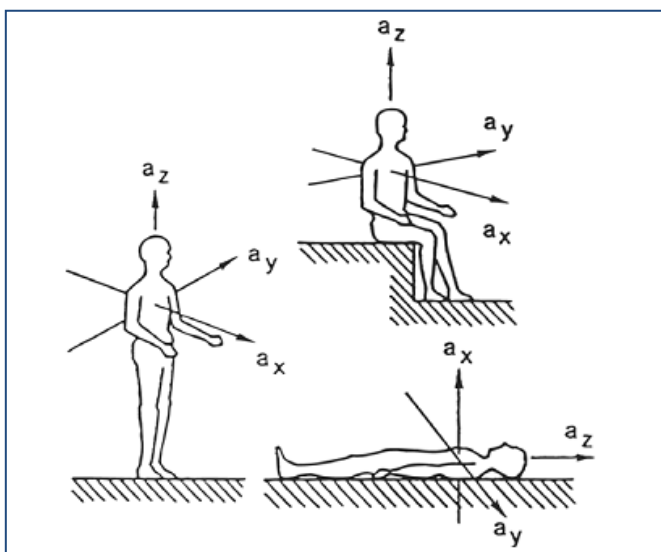
فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاواند (هرتز)

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

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



فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاواند (هرتز)



شکل ۶- سیستم بیودینامیک بدن و جهات اصلی سنجش‌های شتاب ارتعاشی  
[ISO ۲۶۳۱-۱۹۹۷(R۲۰۰۴)]

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

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

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

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

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

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

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

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

۸) اگر با استفاده از معادله فوق مقادیر شتاب در سه محور یکسان باشد، حرکت ترکیبی تمامی محورها می تواند از هر یک از 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، می توان نتایج بدست آورد که کل شتاب وزن یافته ( $A_{WT}$ ) را تعیین نمود:

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

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

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

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

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

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

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

#### نکته

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

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

$$OEL(m/s^2) = RCB(m/s^2) \times 6,30$$

$$FDPB(m/s^2) = RCB(m/s^2) \times 3,15$$

<sup>۱</sup> - Reduced Comfort Boundary (RCB)

<sup>۲</sup> - 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<sup>۱</sup> (ICRP) را برای پرتوگیری شغلی پذیرفته است. پرتوهای یونساز شامل ذرات باردار (مانند ذرات آلفا و بتا که از مواد رادیواکتیو ساطع می‌شوند و همچنین ذرات نوترون که از واکنش‌های هسته‌ای در راکتورها و شتاب دهنده‌ها تابش می‌شود) و پرتوهای الکترومغناطیس (مانند پرتو گاما تابش شده از مواد پرتوزا و پرتوهای ایکس تابش شده از شتاب دهنده‌های الکترون و همچنین دستگاه‌های مولد پرتو ایکس) با انرژی بیش از ۱۲/۴ الکترون ولت (eV) بوده که معادل طول موجی تقریباً کمتر از ۱۰۰ نانومتر (nm) می‌باشند. ICRP اصول حفاظت در برابر پرتو را به شرح زیر تعیین نموده است:

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

<sup>۱</sup> - International Commission of Radiation Protection

<sup>۲</sup> - As Low As Reasonably Achievement

جدول ۷- مقادیر توصیه شده برای مواجهه با پرتوهای یونساز

| نوع پرتوگیری                             | مقدار توصیه شده                                            |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| دوز مؤثر                                 |                                                            |
| الف- در هر سال (فقط در طی یک سال)        | ۵۰ میلی سیورت                                              |
| ب- میانگین دوره ۵ ساله                   | ۲۰ میلی سیورت در سال                                       |
| دوز معادل سالانه برای:                   |                                                            |
| الف: عدسی چشم                            | ۱۵۰ میلی سیورت                                             |
| ب: پوست دست‌ها و پاها                    | ۵۰۰ میلی سیورت                                             |
| دوز مؤثر تجمعی:                          | ۱۰ میلی سیورت × سن (برحسب سال)                             |
| پرتوگیری جنین وقتی حاملگی مشخص شده باشد: |                                                            |
| دوز معادل ماهانه <sup>۱</sup>            | ۰/۵ میلی سیورت                                             |
| دوز سطحی (ناحیه تحتانی شکم بانوان)       | ۲ میلی سیورت                                               |
| پرتوگیری داخلی                           | $\frac{1}{20}$ حد سالانه پرتوگیری داخلی (ALI) <sup>۲</sup> |
| دختران رادون <sup>۳</sup>                | ۴ ماه کاری (WLM) <sup>۴</sup>                              |

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

۲- Annual Limit on Intake

۳- Radon Doughters

۴- Working Level Monts

## میدان ها و پرتوهای غیر یونساز

### میدان های مغناطیسی پایا

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

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

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





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

### شدت جریان تماسی

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

۱ میلی آمپر در فرکانس ۱ هرتز الی ۲/۵ کیلو هرتز

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

### توجه

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

<sup>۱</sup> Extremely – Low - Frequency

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

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

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

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

f فرکانس برحسب هرتز است.

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

## توجه

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

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

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

## پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

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

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

### ملاحظات

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - 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<sup>۱</sup> SAR مرجع نیز افزایش داد.

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

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - 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<sup>۱</sup> در فرکانس‌های پایین‌تر از ۳۰۰ MHz، حد مجاز مواجهه شغلی برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی در جدول ۹، قسمت الف نشان داده شده است. چگالی توان (S) موج تخت معادل برحسب (mW/cm<sup>۲</sup>) 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<sup>۲</sup>) بر حسب متر مربع (m<sup>۲</sup>) می‌باشد و  $H^2$  و  $S = 3770$

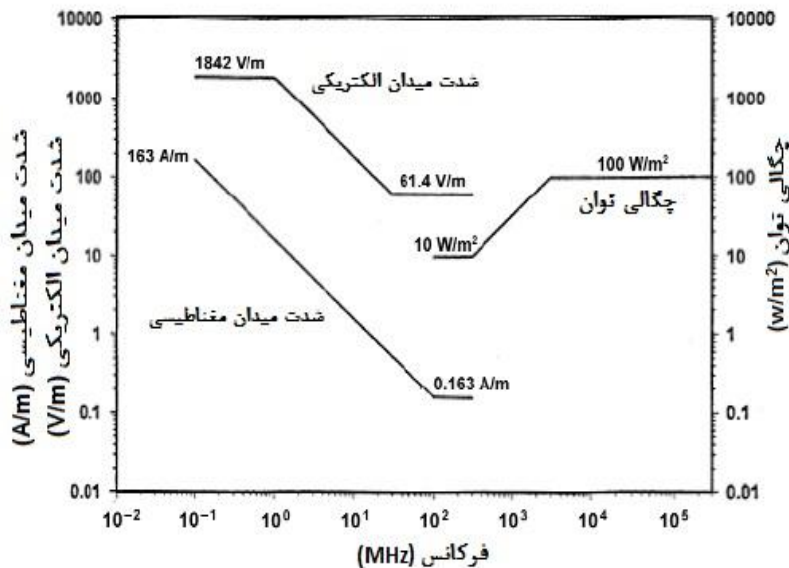
در رابطه فوق  $H^2$  برحسب مجذور آمپر (A<sup>۲</sup>) بر حسب متر مربع (m<sup>۲</sup>) می‌باشد.

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

شکل ۸ - نمودار حد مجاز مواجهه شغلی امواج مایکروویو و رادیوفرکانسی

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

<sup>۱</sup> - Near - field exposure



### توجه

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

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

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

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

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



الف- شرایط پرتوگیری با استفاده از روش‌های مناسب قابل کنترل باشد به طوری که متوسط پرتوگیری کل بدن یعنی  $SAR_s$  کمتر از  $0.4 \text{ W/kg}$  بوده و به طور متوسط مقادیر قله  $SAR$  از  $10 \text{ W/kg}$  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  $20 \text{ W/kg}$  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 ۹ مطابقت داد.

۵- در فرکانس‌های بیش از  $3 \text{ GHz}$  تحت شرایطی که قسمتی از بدن پرتوگیری می نماید، افزایش مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مجاز می باشد.

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

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

۸- امواج با پهنای باند فرکانسی زیاد UVB کاربرد های جدیدی برای تصویر برداری، ارتباطات بدون سیم (صوت، داده و تصویر)، برجسب‌های 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 می گردد. برای پالس‌های UWB، میزان جذب ویژه بر حسب وات بر کیلوگرم بافت به صورت زیر بیان می شود.

$$SAR = S \times PW \times PRF \times 0.25$$

در رابطه فوق به ترتیب:  $S$ : چگالی توان معادل موج تخت  $W/m^2$ ،  $P$ : پهنای مؤثر باند  $S$ ،  $PRF$ : فرکانس تکرار پالس  $s^{-1}$ ،  $0.25$ : حداکثر جذب ویژه تصحیح شده  $W/kg$  بر  $W/m^2$  سطح بدن در مواجهه با موج رادیو فرکانسی  $70$  مگاهرتز می باشد.

## محدودیت های مواجهه

### ۱- مواجهه با موج UWB بیشتر از ۶ دقیقه:

میزان جذب ویژه محدود به ۰/۴ وات بر کیلو گرم برای میانگین زمانی ۶ دقیقه ای متناسب با سطح جذب ویژه ۱۴۴ J/Kg برای ۶ دقیقه می گردد. فرکانس تکرار پالس مجاز به صورت زیر محاسبه می شود:

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

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

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

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

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

- ۱) اولین اقدام در فرایند اندازه گیری امواج، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه افراد است. بدین منظور می بایست مشخصات فنی منابع و همچنین مشخصات امواج انتشار یافته از منابع به ویژه از لحاظ فرکانسی، ساعات مواجهه افراد، تعداد افراد در معرض و محل های تردد و ایستگاه های کاری مشخص گردیده و در داخل بر گه های مخصوص ثبت گردد.
- ۲) جهت تعیین میزان مواجهه می توان شدت مؤثر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی را اندازه گیری کرد. در حالتی که ارتباط بین شدت های میدان الکتریکی و مغناطیسی مشخص است مثل محدوده میدان دور، دانسته توان تابشی نیز می تواند بر اساس داشتن مقادیر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی به صورت خود کار توسط دستگاه و یا به صورت دستی محاسبه شود.
- ۳) دستگاه های اندازه گیری معمولاً شامل آنتن دریافت کننده، آشکارساز، یک تقویت کننده و نمایشگر می باشد. آنتن و آشکارساز به صورت کلی پروب یا جستجوگر نامیده می شود. آشکارساز دستگاه معمولاً یک ترموکوپل یا جریان دیودی است. پروب دستگاه معمولاً بر اساس مدل آن به صورت جدا گانه می تواند اختصاصاً جهت اندازه گیری میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی بکار رود. پهنای فرکانسی که در آن پروب ها قابلیت اندازه گیری دارند، نیز با توجه به مشخصات منبع انتشار امواج دارای اهمیت زیادی است.

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

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

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

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با پرتو فرابنفش (UV) در ناحیه طیفی بین ۱۸۰ و ۴۰۰ نانومتر نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط شاغلین ممکن است به طور مکرر پرتوگیری نمایند بدون آنکه اثرات زیان آوری نظیر اریتما (سرخی پوست) و 'Photokeratitis بر سلامتی آنان عارض شود. این مقادیر برای پرتوگیری چشم یا پوست از منابع تابشی ملتهب، فلورسنت، تخلیه بخار و گاز، قوسهای جوشکاری و تابش خورشیدی کاربرد دارد، ولی برای لیزرهای تابش کننده فرا بنفش مورد استفاده قرار نمی گیرد (به حد مجاز شغلی برای لیزرها مراجعه شود). مقادیر تعیین شده برای افراد حساس به نور که پرتوگیری فرا بنفش دارند و یا افرادی که همراه با پرتوگیری در مواجهه با عوامل حساس کننده به نور قرار گرفته اند کاربرد ندارد (به تذکر شماره ۳ توجه شود). مقادیر پرتوگیری تعیین شده برای چشمان افراد بدون عدسی<sup>۲</sup> استفاده نمی شود (به حدود مجاز مواجهه شغلی روشنایی و پرتوهای فرو سرخ نزدیک مراجعه شود).

مقادیر مذکور به عنوان راهنمایی جهت کنترل پرتوگیری از منابع تابشی پیوسته که طول زمان پرتوگیری بیش از ۰/۱ ثانیه است مورد استفاده قرار می گیرد. 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

## مقادیر توصیه شده

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوگیری شغلی از تابش فرا بنفش که بر چشم یا پوست می‌تابد در حالیکه مقادیر چگالی شارتابشی (تابندگی)<sup>۱</sup> معلوم بوده و زمان پرتوگیری نیز کنترل شده است به ترتیب زیر می‌باشد:

### بخش اول – منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش (۱۸۰ الی ۴۰۰ نانومتر) – خطر آسیب قرینه چشم

#### الف: در شرایط اندازه‌گیری چگالی شار تابشی طیفی

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

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

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

در عمل چگالی شار تابشی مؤثر می‌تواند به صورت مستقیم با استفاده از رادیومتر اشعه فرابنفش با لحاظ نمودن اثر بخشی طیفی اندازه‌گیری گردد. میزان مواجهه مجاز روزانه با اشعه فرابنفش بر مبنای تابیدگی مؤثر برابر با  $0.003 \text{ J/cm}^2$  است که بر این اساس حداکثر زمان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

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

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

<sup>۱</sup> - Irradiance

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

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

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

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

\*\* خطوط انتشار طیف بخار جیوه

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

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

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

ب: در شرایط اندازه گیری چگالی شار تابشی در سه طیف اصلی

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

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

| نوع پرتو | $\text{j}/\text{m}^2$ | $\text{mj}/\text{cm}^2$ |
|----------|-----------------------|-------------------------|
| UVA      | ۳۰۰۰۰                 | ۳۰۰۰                    |
| UVB      | ۱۰                    | ۱                       |
| UVC      | ۴                     | ۰/۴                     |

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

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

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

#### خطر آسیب شبکه و عدسی چشم

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

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

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

### بخش سوم - منبع با پهنای فرکانسی باریک

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



## تذکرات

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

## حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR)

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

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

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

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

می‌آید:

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

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

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

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

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

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

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

### حد مجاز مواجهه شغلی لیزر<sup>۱</sup>

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.

<sup>۱</sup> - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER)

## گروه بندی لیزرها

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

## روزنه محدود<sup>۱</sup>

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

## اندازه منبع و ضریب تصحیح $C_E$

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

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

<sup>۱</sup> - Limiting Apertures

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

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

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

#### ضرایب تصحیح $C_C, C_B, C_A$ و $C_E$

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

## پرتوگیری پالسی مکرر<sup>۱</sup> (RPE)

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - Repetitively Pulsed exposures

<sup>۲</sup> - Continuous Wave

<sup>۳</sup> - برای مقادیر  $T_1$  به نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول ۲ مراجعه نمایید.

<sup>۴</sup> -  $nt$  = زمان هر پالس × تعداد پالس

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

| ناحیه طیفی | طول موج (nm) | زمان پرتوگیری (t)<br>بر حسب ثانیه | حد مجاز مواجهه شغلی                     |
|------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| UVC        | * ۱۸۰-۲۸۰    | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $3 \text{ mJ/cm}^2$                     |
| UVB        | ۲۸۰-۳۰۲      | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $3 \text{ mJ/cm}^2$                     |
|            | ۳۰۳          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $4 \text{ mJ/cm}^2$                     |
|            | ۳۰۴          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $6 \text{ mJ/cm}^2$                     |
|            | ۳۰۵          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $10 \text{ mJ/cm}^2$                    |
|            | ۳۰۶          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $16 \text{ mJ/cm}^2$                    |
|            | ۳۰۷          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $25 \text{ mJ/cm}^2$                    |
|            | ۳۰۸          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $40 \text{ mJ/cm}^2$                    |
|            | ۳۰۹          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $63 \text{ mJ/cm}^2$                    |
|            | ۳۱۰          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $100 \text{ mJ/cm}^2$                   |
|            | ۳۱۱          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $160 \text{ mJ/cm}^2$                   |
|            | ۳۱۲          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $250 \text{ mJ/cm}^2$                   |
|            | ۳۱۳          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $400 \text{ mJ/cm}^2$                   |
|            | ۳۱۴          | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$   | $630 \text{ mJ/cm}^2$                   |
|            | ۳۱۵-۴۰۰      | $10^{-9}$ تا $10^{-4}$            | $0.56 \text{ t}^{-0.75} \text{ J/cm}^2$ |
| UVA        | " _ "        | $10^{-3}$ تا $10^3$               | $1/0 \text{ J/cm}^2$                    |
|            | " _ "        | $3 \times 10^{-4}$ تا $10^3$      | $1/0 \text{ mw/cm}^2$                   |

\*اُزن O<sub>3</sub> توسط منابع انتشار پرتو فرا بنفش (UV) در طول موج‌های کمتر از ۲۵۰ nm در هوا تولید می‌گردد، به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی-اُزن مراجعه شود.

این محدوده نباید از  $0.56 \text{ t}^{-0.75} \text{ J/cm}^2$  تجاوز نماید

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

| ناحیه<br>طیفی | طول موج (nm) | زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه   | حد مجاز مواجهه شغلی                                    |
|---------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Light         | ۴۰۰-۷۰۰      | $10^{-11}$ تا $10^{-15}$         | $15 \times 10^{-9} \text{ J/cm}^2$                     |
|               | ۴۰۰-۷۰۰      | $10^{-9}$ تا $10^{-11}$          | $2/7 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$                   |
|               | ۴۰۰-۷۰۰      | $10^{-6}$ تا $18 \times 10^{-9}$ | $0.5 \mu\text{J/cm}^2$                                 |
|               | ۴۰۰-۷۰۰      | $10$ تا $18 \times 10^{-6}$      | $1/8 \text{ t}^{1/5} \text{ mJ/cm}^2$                  |
|               | ۴۰۰-۴۵۰      | $100$ تا $10$                    | $10 \text{ mJ/cm}^2$                                   |
|               | ۴۵۰-۵۰۰      | $10$ تا $T_1$                    | $1 \text{ mW/cm}^2$                                    |
|               | ۴۵۰-۵۰۰      | $100$ تا $T_1$                   | $10 \text{ C}_B \text{ mJ/cm}^2$                       |
|               | ۴۵۰-۵۰۰      | $3000$ تا $100$                  | $0.1 \text{ C}_B \text{ mW/cm}^2$                      |
| IR-A          | ۵۰۰-۷۰۰      | $3000$ تا $100$                  | $1 \text{ mW/cm}^2$                                    |
|               | ۷۰۰-۱۰۵۰     | $10^{-11}$ تا $10^{-13}$         | $15 \text{ C}_A \times 10^{-9} \text{ J/cm}^2$         |
|               | ۷۰۰-۱۰۵۰     | $10^{-9}$ تا $10^{-11}$          | $2/7 \text{ C}_A \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$       |
|               | ۷۰۰-۱۰۵۰     | $10^{-6}$ تا $18 \times 10^{-9}$ | $0.5 \text{ C}_A \mu\text{J/cm}^2$                     |
|               | ۷۰۰-۱۰۵۰     | $10$ تا $18 \times 10^{-6}$      | $1/8 \text{ C}_A \text{ t}^{1/5} \text{ mJ/cm}^2$      |
|               | ۷۰۰-۱۰۵۰     | $3000$ تا $10$                   | $\text{C}_A \text{ mW/cm}^2$                           |
|               | ۱۰۵۰-۱۴۰۰    | $10^{-11}$ تا $10^{-13}$         | $1/8 \text{ C}_C \times 10^{-9} \mu\text{J/cm}^2$      |
|               | ۱۰۵۰-۱۴۰۰    | $10^{-9}$ تا $10^{-11}$          | $2/7 \text{ C}_C \times \text{t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$ |
|               | ۱۰۵۰-۱۴۰۰    | $10^{-6}$ تا $50 \times 10^{-9}$ | $5 \text{ C}_C \mu\text{J/cm}^2$                       |
|               | ۱۰۵۰-۱۴۰۰    | $10$ تا $50 \times 10^{-6}$      | $9 \text{ C}_C \times \text{t}^{1/5} \text{ mJ/cm}^2$  |
| IR-B<br>& C   | ۱۰۵۰-۱۴۰۰    | $3000$ تا $10$                   | $5 \text{ C}_C \text{ mW/cm}^2$                        |
|               | ۱۴۰۱-۱۵۰۰    | $10^{-3}$ تا $10^{-14}$          | $0.1 \text{ J/cm}^2$                                   |
|               | ۱۴۰۱-۱۵۰۰    | $10$ تا $10^{-3}$                | $0.56 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$                  |
|               | ۱۵۰۱-۱۸۰۰    | $10$ تا $10^{-14}$               | $1/0 \text{ J/cm}^2$                                   |
|               | ۱۸۰۱-۲۶۰۰    | $10^{-3}$ تا $10^{-14}$          | $0.1 \text{ J/cm}^2$                                   |
|               | ۱۸۰۱-۲۶۰۰    | $10$ تا $10^{-3}$                | $0.56 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$                  |
|               | $2601-10^6$  | $10^{-7}$ تا $10^{-14}$          | $10 \text{ mJ/cm}^2$                                   |
|               | $2601-10^6$  | $10$ تا $10^{-7}$                | $0.56 \text{ t}^{1/5} \text{ J/cm}^2$                  |

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

نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول ۱۶:

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

$$C_B = 10^{[0.015(\lambda - 550)]} \text{ به ازاء } 550 - 700 \text{ nm} \text{ ؛ } \lambda = 550 \text{ ؛ } C_C = 1 \text{ از } 700 \text{ تا } 1150 \text{ نانومتر}$$

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

$$C_C = 8 \text{ از } 1200 \text{ تا } 1400 \text{ نانومتر ؛ } T_1 = 10 \text{ s به ازاء } 450 - 400 \text{ nm}$$

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

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

برای چشمه های متوسط یا بزرگ (مثلاً شبکه های دیود لیزر) در طول موج های بین ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر حد مجاز شغلی پرتوگیری برای نگاه کردن مستقیم به پرتو را می توان با ضریب تصحیح ( $C_E$ ) طبق

| زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو           | اندازه چشمه قابل تشخیص | ضریب تصحیح ( $C_E$ )             |
|---------------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| $\alpha \leq \alpha_{\min}$                 | کوچک                   | $C_E = 1$                        |
| $\alpha_{\min} < \alpha \leq \alpha_{\max}$ | متوسط                  | $C_E = \alpha / \alpha_{\min}$   |
|                                             |                        | $C_E = 3.33, \quad t \geq 0.625$ |
| $\alpha > \alpha_{\max}$                    | بزرگ                   | $C_E = t, \quad 2 < t < 2s$      |
|                                             |                        | $C_E = , \quad t > 2s$           |

رابطه ذیل افزایش داد، مشروط بر آنکه زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو (اندازه گیری شده از فاصله

چشم بیننده) بزرگتر از  $\alpha_{\min}$  باشد. مقدار ( $C_E$ ) مطابق با جدول زیر با  $\alpha$  متناسب است:

زاویه ۱۰۰ میلی رادیان را می توان  $\alpha_{\max}$  در نظر گرفته در نقطه ای که حد مجاز شغلی به عنوان رادیانس

ثابت بیان شده باشد و معادله فوق بر حسب رادیانس L به صورت ذیل تبدیل گردد:

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

$$\text{به ازاء } 0.625 \text{ s} < t < 0.25 \text{ s} \quad L_{AOE} = (7/6 \times t^{1/5}) \text{ بر حسب } (\text{cm}^2 \times \text{Sr})$$



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

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

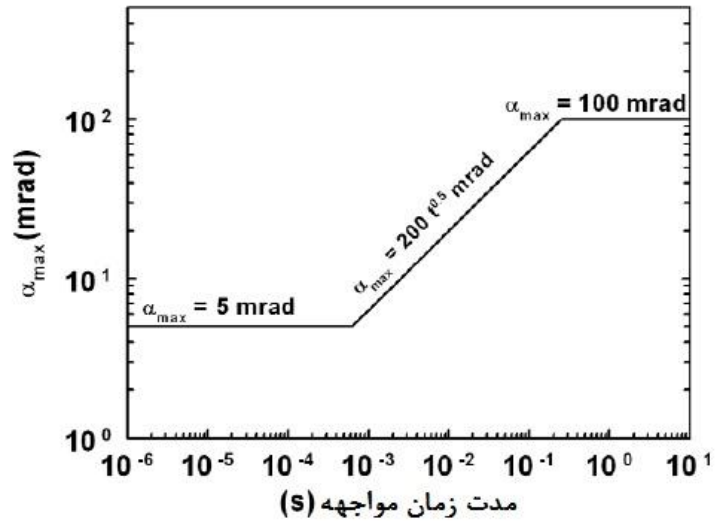
| ناحیه طیفی   | طول موج (nm)         | مدت پرتوگیری (t)<br>بر حسب ثانیه | حد مجاز مواجهه شغلی                   |
|--------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| UVA*         | ۱۸۰-۴۰۰              | $10^{-9}$ تا $10^{-4}$           | مطابق جدول ۱۵                         |
| LIGHT&IR-A   | ۴۰۰-۱۴۰۰             | $10^{-9}$ تا $10^{-7}$           | $2 C_A \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2$ |
|              | ۴۰۰-۱۴۰۰             | $10^{-7}$ تا $10^{-4}$           | $1/1 C_A (t^{1/5}) \text{ J/cm}^2$    |
|              | ۴۰۰-۱۴۰۰             | $10^{-4}$ تا $3 \times 10^{-4}$  | $0.2 C_A \text{ W/cm}^2$              |
| IR - B & C** | ۱۴۰۱-۱۰ <sup>۶</sup> | $10^{-9}$ تا $3 \times 10^{-4}$  | مطابق جدول ۱۶                         |

شکاف وسیله سنجش باید در فاصله ۱۰۰mm یا بیش از آن از منبع پرتو قرار گیرد. برای سطوح تابندگی بزرگ، میزان حد مجاز شغلی برای مواجهه پوست در زیر نویس جدول ۱۷ آمده است. \* ازن (O<sub>3</sub>) توسط منابع پرتو فرابنفش (UV) در طول موجهای کمتر از ۲۵۰mm در هوا تولید می گردد. به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی ازن مراجعه شود.

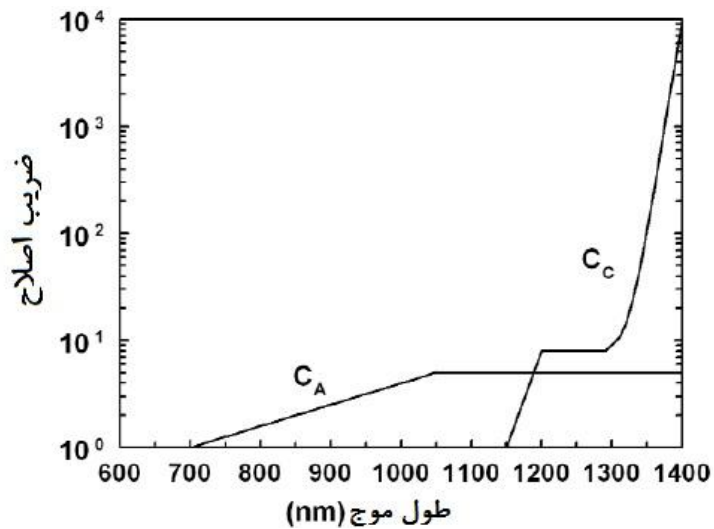
$C_A = 1/0$  به ازاء  $\lambda = 400-700 \text{ nm}$  برای  $\lambda = 700-1400 \text{ nm}$  به نمودار ۱ مراجعه شود.

\*\* در طول موجهای بیش از ۱۴۰۰ nm، برای سطح مقطع پرتو به میزان بیش از ۱۰۰ سانتی متر مربع و مدت پرتوگیری بیش از ۱۰ ثانیه است، حد مواجهه شغلی از رابطه  $OEL = (10000/A_r) \text{ mw/cm}^2$  به دست می آید که  $A_r$  مساحت پوست پرتو گرفته از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سانتی متر مربع و OEL در صورتیکه مساحت پوست پرتو گرفته بیش از  $1000 \text{ cm}^2$  باشد  $10 \text{ mw/cm}^2$  و در صورتی که مساحت پوست پرتو گرفته کمتر از ۱۰۰ باشد حد مجاز شغلی  $100 \text{ mw/cm}^2$  می باشد.

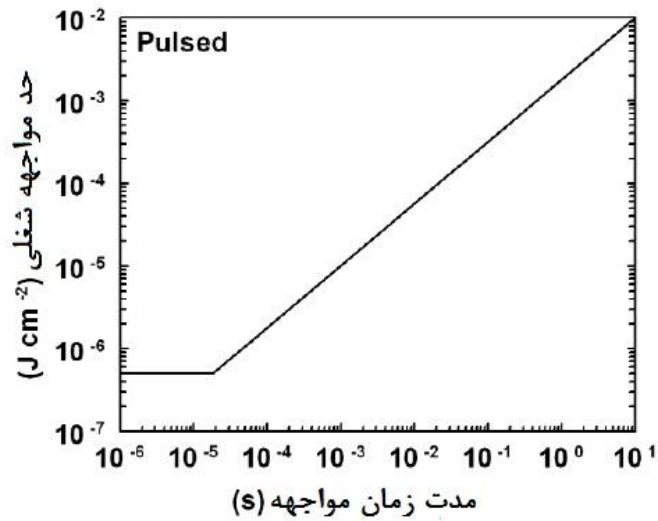
شکل ۹- تغییرات  $\alpha_{\max}$  بر مبنای مدت زمان مواجهه



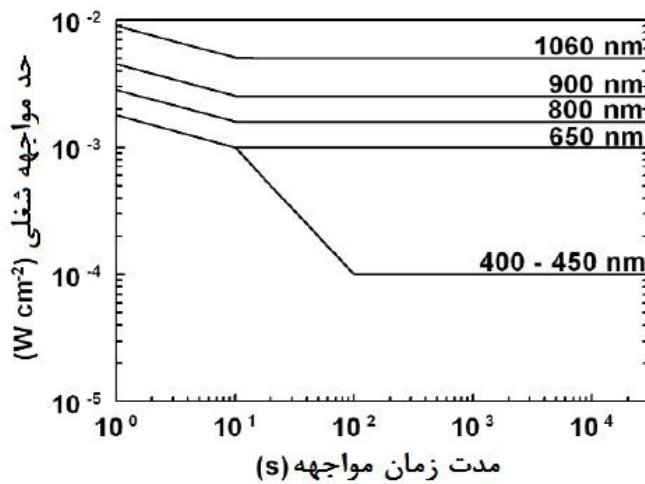
شکل ۱۰- ضریب تصحیح OEL در محدوده طول موج ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر



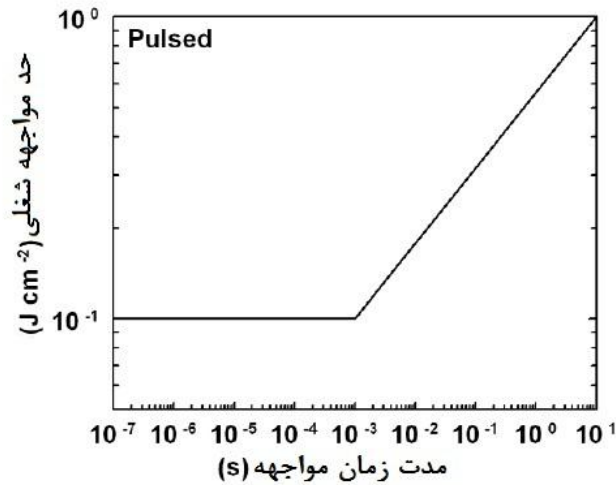
شکل ۱۱- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن به طور مستقیم داخل لیزر در محدوده ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر



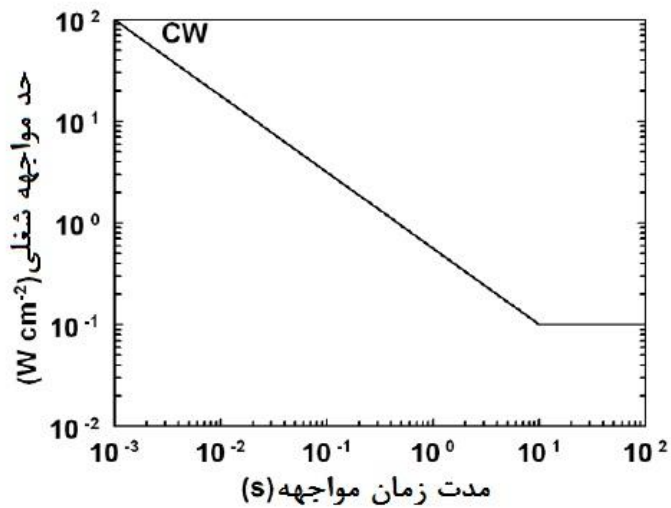
شکل ۱۲- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن به طور مستقیم داخل لیزر نوع پیوسته در محدوده ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر



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



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



## روشنایی

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - Illumination Engineering Society of North America

جدول ۱۸- حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی\* مورد نیاز برای اماکن

مختلف (Lx)

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

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

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

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

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

مختلف (Lx)

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

## حدود مجاز مواجهه شغلی تنش‌های دمایی

### الف- تنش گرمایی<sup>۱</sup>

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی استرس گرمایی که در جدول ۲۱ آمده است به شرایطی از استرس گرمایی اشاره دارد 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<sup>۲</sup> (WBGT) بر مبنای این فرض تعیین شده‌اند، که کلیه افراد با شرایط گرمایی محیط کار تطابق یافته و لباس مناسب (مثلاً شلوار و پیراهن سبک) بر تن داشته و به مقدار کافی آب و نمک استفاده نموده‌اند تا تحت شرایط کاری معین بدون افزایش دمای عمقی بدن از حد  $38^{\circ}\text{C}$  ( $100/4^{\circ}\text{F}$ ) بتوانند کارایی مؤثری داشته باشند.

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

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - Heat stress

<sup>۲</sup> Wet Bulb Globe Temperature



در صورتی که دمای عمقی بدن از  $38^{\circ}\text{C}$  ( $100.4^{\circ}\text{F}$ ) فراتر رود باید از ادامه کار فرد ممانعت به عمل آید.

جدول ۲۱- حد مجاز مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی

با شاخص دمای تر گوی سان (WBGT)

| کار سبک |              | کار متوسط |              | کار سنگین |              | کار خیلی سنگین |              | مدت زمان کار |
|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| حد      | مراقبت (عمل) | حد        | مراقبت (عمل) | حد        | مراقبت (عمل) | حد             | مراقبت (عمل) |              |
| ۲۸      | ۳۱           | ۲۵        | ۲۸           | ۲۴        | ۲۷           | ۲۳             | ۲۶           | ۷۵٪ الی ۱۰۰٪ |
| ۲۸/۵    | ۳۱           | ۲۶        | ۲۹           | ۲۴        | ۲۷/۵         | ۲۳             | ۲۶           | ۵۰٪ الی ۷۵٪  |
| ۲۹/۵    | ۳۲           | ۲۷        | ۳۰           | ۲۵/۵      | ۲۹           | ۲۴/۵           | ۲۸           | ۲۵٪ الی ۵۰٪  |
| ۳۲/۵    | ۳۰           | ۲۹        | ۳۱/۵         | ۲۸/۰      | ۳۰/۵         | ۲۷             | ۳۰           | ۰٪ الی ۲۵٪   |

## نکات جدول ۲۱

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

<sup>۱</sup> - Clo Value

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

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

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

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

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

## ارزیابی و کنترل تنش دمایی

### یکم: اندازه‌گیری عوامل محیطی

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

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

ب- دماسنج گوی سان از یک کره توخالی مسی به قطر ۱۵ سانتیمتر (۶ اینچ) تشکیل شده که سطح خارجی آن با رنگ سیاه مات یا معادل آن پوشانده شده است. مخزن یا قسمت حساس دماسنج در گستره اندازه گیری ۵- تا ۱۰۰+ درجه سانتیگراد (۲۳ تا ۲۱۲ درجه فارنهایت) با دقت  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  باید دقیقاً در مرکز این کره مسی قرار گیرد. قبل از هر بار قرائت باید حداقل ۲۵ دقیقه دماسنج گوی سان در محل سنجش قرار گیرد.

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

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

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

## دوم: طبقه بندی بار کاری

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

<sup>۱</sup> - Total Heat Load

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

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

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

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

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

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

### سوم: برنامه کار - استراحت

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

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - British Thermal Unite/ Hour= Btu/hr

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

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

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

### جدول ۲۳- ارزیابی بار کاری

#### متوسط میزان متابولیسم حین فعالیت های مختلف

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

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

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

## تذکر مهم

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

## چهارم: تأمین آب و نمک جبرانی

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

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

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

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

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

### پنجم: سایر ملاحظات

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

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

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

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

۱ - Acclimatization

۲ - Heat exhaustion

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

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

## ب - تنش سرمایی<sup>۲</sup>

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

<sup>۱</sup> - Heat Cramps

<sup>۲</sup> - Cold Stress



## مقدمه

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

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

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

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

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

<sup>۱</sup> - Equivalent Chill Temperature (Wind chill)

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

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

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

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

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

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

۱۹۸۲ انتشارات آکادمی پزشکی خانواده آمریکا).

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

| حدود سرعت<br>(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 |  |
|                             | 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 | -۲۹ | -۳۱ |  |
| ۴                           | ۳                                                                                         | ۱   | -۲  | -۴  | -۷  | -۹  | -۱۱ | -۱۴ | -۱۶                       | -۱۹ | -۲۱ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۸ | -۳۱ | -۳۳ | -۳۵                     | -۳۸ | -۴۰ | -۴۲ |  |
| 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                     | -۵۲ | -۵۶ | -۵۹ |  |
| ۱۲                          | -۵                                                                                        | -۸  | -۱۱ | -۱۴ | -۱۷ | -۲۰ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹                       | -۳۲ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۴ | -۴۷ | -۵۰ | -۵۳                     | -۵۶ | -۵۹ | -۶۲ |  |
| ۱۴                          | -۵                                                                                        | -۹  | -۱۲ | -۱۵ | -۱۸ | -۲۱ | -۲۴ | -۲۷ | -۳۰                       | -۳۳ | -۳۶ | -۳۹ | -۴۲ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۲ | -۵۵                     | -۵۸ | -۶۱ | -۶۴ |  |
| ۱۶                          | -۶                                                                                        | -۹  | -۱۲ | -۱۵ | -۱۹ | -۲۲ | -۲۵ | -۲۸ | -۳۱                       | -۳۴ | -۳۷ | -۴۰ | -۴۴ | -۴۷ | -۵۰ | -۵۳ | -۵۶                     | -۵۹ | -۶۲ | -۶۶ |  |
| ۱۸                          | -۷                                                                                        | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۱۹ | -۲۲ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۲                       | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۱ | -۵۴ | -۵۷                     | -۶۰ | -۶۴ | -۶۷ |  |
| ۲۰ <sup>x</sup>             | -۷                                                                                        | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۲۰ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۲                       | -۳۶ | -۳۹ | -۴۲ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۲ | -۵۵ | -۵۸                     | -۶۱ | -۶۴ | -۶۸ |  |
|                             | خطر پایین <sup>*</sup>                                                                    |     |     |     |     |     |     |     | خطر فزاینده <sup>**</sup> |     |     |     |     |     |     |     | خطر بالا <sup>***</sup> |     |     |     |  |
|                             | در هر نقطه‌ای از جدول ممکن است عارضه از نوع پای غوطه و immersion foot یا خندقی ایجاد شود. |     |     |     |     |     |     |     |                           |     |     |     |     |     |     |     |                         |     |     |     |  |

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

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

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

## ارزیابی و نظارت

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

به بیرون آوردن دستکش کار نباشد.

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

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

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

ب- اگر در کارهای سبک احتمال خیس شدن لباس وجود دارد، بهتر است لایه بیرونی لباس مورد استفاده از نوع نفوذ ناپذیر در برابر آب<sup>۱</sup> باشد. در چین شریطی با سنگین شدن کار، لایه خارجی لباس باید ضد آب<sup>۲</sup> 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  $4^{\circ}\text{C}$  ( $39/2^{\circ}\text{F}$ ) مایعات قابل تبخیر (بنزین، الکل و یا مواد پاک کننده و غیره) را جابجا می کنند، به جهت افزایش خطر بروز ضایعات ناشی از سرما که در نتیجه خاصیت خنک کنندگی مواد تبخیر شونده حاصل می شود. باید احتیاطات لازم برای پرهیز از خیس شدن لباس یا

۱ - Impermeable to water

۲ - Water Repellent

دستکش با مایعات مذکور را به عمل آورند. به خصوص به اثرات حاد پاشیدن مایعات سرمازا<sup>۱</sup> یا مایعاتی که نقطه جوش آنها مختصری بالاتر از درجه حرارت متعارف است باید توجه کافی بشود.

### برنامه کار – استراحت توأم با گرم شدن بدن

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

اگر کار در سرمای کمتر از  $7^{\circ}\text{C}$  ( $44.6^{\circ}\text{F}$ ) و یا درجه حرارت معادل سرما باد آن به طور مداوم انجام می شود باید پناهگاه گرمی در مجاورت محل کار مهیا گردیده و افراد برای استفاده از آن در فواصل منظم ترغیب شوند. دفعات استفاده از پناهگاه تابع شدت سرمای محیط کار است. کار در دمای بین  $+1$  تا  $-10$  درجه سانتی گراد باید حداکثر در دوره های ۷۵ دقیقه قطع گردد و کارگر به مدت ۱۵ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نماید. این حدود مجاز برای سرعت باد کمتر از  $0.5$  متر بر ثانیه ( $1/1$  مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر ۵ متر بر ثانیه (حدود ۱۱ مایل در ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین تر خواهد بود. به طور مثال در صورتی که فرد در دمای  $-15$  درجه سانتیگراد و جریان هوای آرام به مدت حداکثر ۵۰ دقیقه مواجهه داشته است تکرار مواجهه وی در دوره ۴ ساعته در صورتی مجاز است که حداقل ۳۰ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نموده باشد. در صورتی که همین کارگر در دمای مذکور و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه مشغول بکار باشد مدت مواجهه مجاز وی یک مرحله پایین تر، یعنی ۳۰ دقیقه مداوم خواهد بود و تکرار مواجهه منوط به ۳۰ دقیقه استراحت در هر دوره می باشد.

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

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

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

<sup>۱</sup> - Cryogenic Fluids

<sup>۲</sup> - Miles Per Hour

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

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

الف - تمرینات استفاده از لباس‌های مخصوص

ب - عادات صحیح خوردن و آشامیدن

ج - شناسایی سرمازدگی قریب الوقوع

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

ه - انجام کار بدون مخاطره

و - کمک‌های اولیه ضروری و درخواست امداد



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

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

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

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

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

### توصیه هایی برای محیط کار خاص

مقررات خاص برای سردخانه ها عبارتند از:

- ۱- در سردخانه سرعت جریان هوا باید تا آنجا که ممکن است به حداقل تقلیل داده شود، و نباید از یک متر در ثانیه ( $200 \text{ FPM}^1$ ) تجاوز کند، دسترسی به هدف فوق به وسیله دستگاه‌های توزیع هوا که به طرز خاصی طراحی شده‌اند امکان پذیر است.
- ۲- به افرادی که در مواجهه با جریان هوای موجود در سردخانه هستند می‌بایست لباس حفاظتی مخصوص بادگیر داده شود.
- ۳- در مواردی که کار در محیط سرد انجام می‌شود و فرد در مواجهه با مواد سمی و همچنین در معرض ارتعاش است باید احتیاط‌های ویژه مبذول گردد، از جمله ممکن است کاهش حد مجاز شغلی به یک مرحله پایین‌تر ضرورت یابد.
- ۴- لازم است چشم‌های افرادی که در فضای باز در هوای برفی و یا وقتی پهنه وسیعی از زمین پوشیده از یخ است کار می‌کنند، حفاظت گردند. عینک‌های ایمنی مخصوص برای حفاظت چشمها در مقابل نور فرا بنفش و یا درخشندگی خیره کننده برف و یخ که می‌تواند موجب خیرگی و ورم ملتحمه گردد، بکار گرفته شود. در مواردی که زمین پوشیده از برف است و بالقوه می‌تواند موجب آزارهای چشمی شود، پاکسازی محوطه کار از برف مزاحم توصیه می‌شود.

### ضرورت های پایش محیط کار

وقتی دمای محیط کار کمتر از  $16$  درجه سانتیگراد ( $60/8^\circ \text{F}$ ) است می‌بایست نسبت به نصب دستگاه مناسب برای اندازه‌گیری دمای محیط در محل کار اقدام نمود. با چنین تدبیری نگهداری وضعیت دمای محیط کار در راستای توصیه‌های حد مجاز شغلی میسر است.

هر زمان که دمای هوا در محل کار به کمتر از  $1$ - درجه سانتیگراد ( $30/2^\circ \text{F}$ ) رسید، باید حداقل هر چهار ساعت یک بار اندازه‌گیری دما بوسیله دماسنج خشک انجام و ثبت گردد.

در محل کار سرپوشیده که سرعت جریان هوا بیشتر از  $2$  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 ( $30/2^\circ \text{F}$ ) است، میزان دمای هوا و سرعت باد باید اندازه‌گیری و ثبت گردد.

<sup>1</sup> - Feet Per Minutes

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

### ملاحظات پزشکی

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

## References

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

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

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

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

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

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

European Commission, Methodology for the Derivation of Occupational Exposure Limits, EC, ۲۰۰۹.

World Health Organization, Occupational and community noise, WHO, Geneva, ۲۰۰۶.

Occupational Safety and Health Administration, OSHA Standards Development, Salt Lake City, UT: U.S. Department of Labor. OSHA. ۲۰۱۰.

Occupational Safety and Health Administration, Occupational noise exposure: U.S. Department of Labor. OSHA. ۲۰۱۱.

IEEE Std C۹۵,۳<sup>TM</sup>-۲۰۰۲ (R۲۰۰۸) , IEEE Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, ۱۰۰ kHz-۳۰۰ GHz.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, A Guide For Control of Laser Hazards, ۴<sup>th</sup> Edition, , ACGIH, Cincinnati, ۱۹۹۰.

## بخش چهارم

### حدود مجاز در ارگونومی<sup>۱</sup>

ارگونومی علمی است که به مطالعه و طراحی سطح مشترک<sup>۲</sup> 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 می‌رود. سایر عوامل ارگونومیک حائز اهمیت شامل زمان انجام کار، تکرار، استرسهای تماسی، پوسچر و عوامل روانی- اجتماعی هستند.

### آسیبهای اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار<sup>۳</sup> (MSDs)

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

سایر اصطلاحات که برای آسیب‌های اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار بکار می‌روند عبارتند از: آسیبهای ترومای تجمعی<sup>۴</sup> (CTDs)، آسیب‌های ناشی از حرکات تکراری<sup>۵</sup> (RMIs) و آسیب‌های ناشی از تنشهای تکراری (RSIs). برخی از این آسیب‌ها دارای علائم تشخیصی اختصاصی هستند مثل سندرم تونل کارپال یا تاندونیت. سایر آسیبهای اسکلتی- عضلانی ممکن است به صورت دردهای

<sup>۱</sup> - Ergonomics

<sup>۲</sup> - Interface

<sup>۳</sup> - Musculoskeletal Disorders

<sup>۴</sup> - Cumulative Trauma Disorders

<sup>۵</sup> - 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 به کارگیری برنامه جامع ارگونومیکی به بهترین نحو می‌توان میزان بروز و شدت MSDs را کنترل نمود. اجرای اصلی این برنامه به شرح زیر می‌باشند:

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

- آموزش کارگران، سرپرستان، مهندسان و مدیران
  - گزارش زودرس علائم بروز آسیب توسط کارگران
  - نظام مراقبت مستمر و ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده از بیمارها و داده‌های بهداشتی و پزشکی
- اقدامات کنترلی خاص هر شغل در ارتباط با نوع MSDs 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 محدود نمودن یا کاهش اعمال نیروی لازم برای نگهداشتن ابزار و اشیاء مورد استفاده در حین کار.
  - انتخاب یا طراحی ابزارهایی که میزان نیروی مورد نیاز و زمان در دست داشتن را کاهش دهد و باعث بهبود پوسچر شود.
  - طراحی ایستگاههای کار قابل تنظیم به منظور کاهش فواصل دسترسی و بهبود پوسچر.

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

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

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

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

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

### عوامل غیر شغلی

از طریق اجرای کنترل‌های مهندسی و مدیریتی حذف تمام آسیب‌های اسکلتی-عضلانی 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، عبارتند از:

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



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

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

### بلند کردن بار<sup>۱</sup>

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

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

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

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

- بیشترین میزان تکرار بلندکردن بار: بیشتر از ۳۶۰ بار بلند کردن در ساعت.
- مدت زمان شیفت کاری: انجام فعالیت بلندکردن بار برای مدت زمان بیش از ۸ ساعت در روز.
- عدم تقارن زیاد: بلندکردن بار با زاویه بیش از ۳۰ درجه نسبت به صفحه تقارن.
- بلندکردن سریع بار و جابجایی چرخشی بار (برای مثال از جایی به جای دیگر ببریم).
- بلندکردن بار با یک دست.
- وضعیت بدنی در حین انجام کار که مستلزم اعمال نیرو توسط قسمت پایین بدن می‌باشد از قبیل بلندکردن بار در حالت نشسته یا زانو زده.
- گرما و رطوبت زیاد: با توجه به حدود مجاز تدوین شده در زمینه استرس و تنش گرمایی.
- بلند کردن 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 مواجهه با ارتعاش تمام بدن در حد مجاز یا بالاتر از آن (باتوجه به حدود مجاز متداول برای ارتعاش کل بدن).

### دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار

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

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

**توضیحات علائم جداول ۱ تا ۳:**

- A:** فاصله مابین قسمت میانی قسمت داخلی استخوان قوزک پا و بار.
- B:** جابجایی بار نبایستی در دسترسی افقی بیش از ۸۰ سانتیمتر از قسمت میانی بین‌بخش داخلی استخوان قوزک پا شروع و پایان یابد (شکل ۱).
- C:** جابجایی معمول بار نبایستی در ارتفاع ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه ها یا بالاتر از ۱۸۰ سانتیمتر از سطح کف شروع و پایان یابد (شکل ۱).
- D:** جابجایی معمول بار نبایستی برای قسمتهای سایه دار جدول انجام شود. هنوز شواهدی برای تعیین حدود مجاز وزن بار این قسمت‌ها در دسترس نیست.

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

جدول ۱: حدود مجاز بلند کردن بار

\* برای حالات:

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

| ناحیه عمودی                                                                                       |  |  | ناحیه افقی <sup>A</sup>                                         |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   |  |  | متوسط:                                                          | گسترش یافته <sup>B</sup> :                                      |
|                                                                                                   |  |  | ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر                                               | بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر                                      |
| محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه <sup>C</sup> |  |  | ۷ کیلوگرم                                                       | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> |
| از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه <sup>E</sup>                                                    |  |  | ۱۶ کیلوگرم                                                      | ۹ کیلوگرم                                                       |
| از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت <sup>E</sup>                                                        |  |  | ۱۸ کیلوگرم                                                      | ۷ کیلوگرم                                                       |
| از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا                                                                    |  |  | ۱۴ کیلوگرم                                                      | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> |
|                                                                                                   |  |  | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> |

جدول ۲: حدود مجاز بلند کردن بار

\*برای حالات:

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

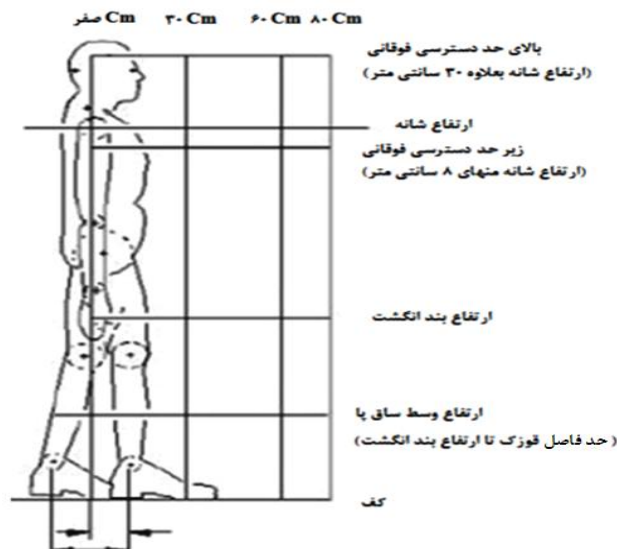
| ناحیه عمودی                                                                                       |                                                |                                                                 | ناحیه افقی <sup>A</sup> |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| محدوده دسترسی مابین ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه <sup>C</sup> | از ارتفاع بند انگشت تا پایین شانه <sup>E</sup> | از ساق پا تا ارتفاع بند انگشت <sup>E</sup>                      | متوسط:                  | گسترش یافته <sup>B</sup> : |
|                                                                                                   |                                                |                                                                 | ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر       | بیشتر از ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر |
| ۱۴ کیلوگرم                                                                                        | ۵ کیلوگرم                                      | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> | ۱۴ کیلوگرم              | ۷ کیلوگرم                  |
| ۲۷ کیلوگرم                                                                                        | ۱۱ کیلوگرم                                     | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> | ۱۶ کیلوگرم              | ۵ کیلوگرم                  |
| ۹ کیلوگرم                                                                                         | ۱۱ کیلوگرم                                     | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> | ۱۶ کیلوگرم              | ۵ کیلوگرم                  |
| ۹ کیلوگرم                                                                                         | ۱۱ کیلوگرم                                     | هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است <sup>D</sup> | ۱۶ کیلوگرم              | ۵ کیلوگرم                  |

جدول ۳: حدود مجاز بلند کردن بار

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

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

شکل ۱- نمایش گرافیکی نواحی قائم بدن



### References

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