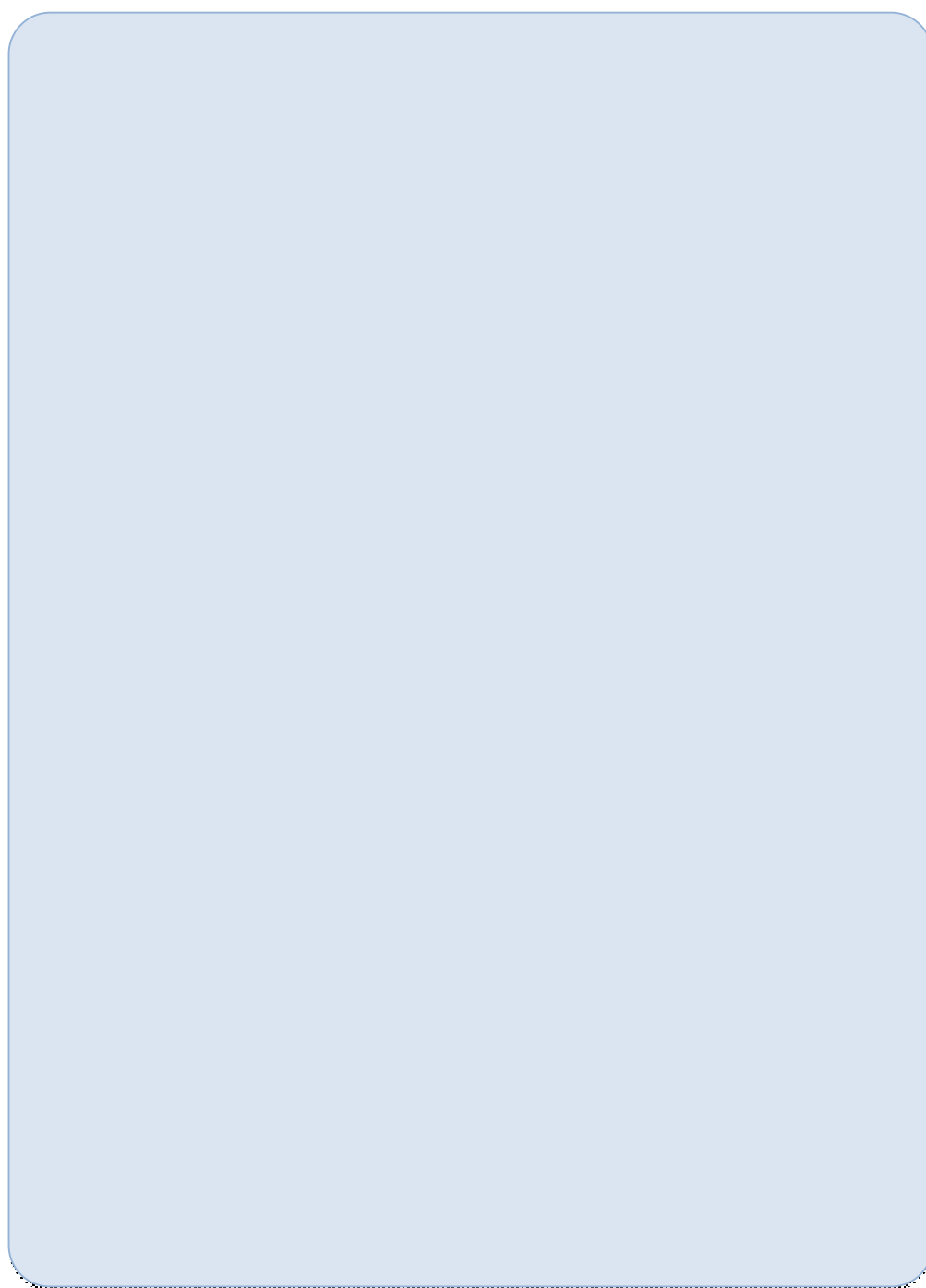




حدود مجاز مواجهه شغلی

ویرایش سوم

۱۳۹۱



- عنوان: حدود مجاز مواجهه شغلی

- تعداد صفحات: 213

ناظر: مرکز سلامت محیط و کار:

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

تلفن: 021-66707636، دورنگار: 021-66707417

[http:// markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir)

هماهنگ کننده و ناشر: پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی

درمانی تهران:

تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - نرسیده به بلوار کشاورز - پلاک 1547 طبقه هشتم

تلفن: 021-88978399، دورنگار: 021-88978398

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

اعضای کمیته های بازنگری و تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی ویرایش سوم به ترتیب حروف الفبا:

1. دکتر معصومه احمدی زاده، عضو هیئت ممکنه و ارزشیابی رشته بهداشت حرفه ای
2. دکتر حسن اصیلان، استادیار گروه بهداشت حرفه ای و محیط، دانشگاه تربیت مدرس
3. دکتر تیمور اللهیاری، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه
4. دکتر شهناز باکند، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
5. دکتر ابوالفضل برخورداری، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی یزد
6. دکتر عبدالرحمن بهرامی، استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
7. دکتر محمد پورمهابادیان، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
8. مهندس مهین حق شناس، رئیس اداره کنترل عوامل فیزیکی زیان آور، مرکز سلامت محیط و کار
9. دکتر علی خوانین، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای و محیط، دانشگاه تربیت مدرس
10. دکتر ابوالفضل ذاکریان، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
11. دکتر حسن صادقی نائینی، استادیار گروه طراحی صنعتی، دانشگاه علم و صنعت
12. مهندس فاطمه صادقی، رئیس اداره کنترل عوامل شغلی موثر بر سلامت، مرکز سلامت محیط و کار
13. دکتر علی صفری، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی قزوین
14. مهندس محمد جواد عصاری، مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
15. مهندس محسن علی آبادی، مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
16. دکتر ایرج علیمحمدی، استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
17. مهندس فرین فاطمی، کارشناس اداره کنترل عوامل شغلی موثر بر سلامت، مرکز سلامت محیط و کار
18. دکتر فرشید قربانی، استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
19. دکتر مهدی قاسم خانی، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
20. دکتر حسین کاکویی، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
21. دکتر فریده گلپایبی، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
22. دکتر رستم گلمحمدی، دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
23. دکتر محمود محمدیان، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
24. دکتر مجید معتمدزاده، دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
25. دکتر محمدرضا منظم، دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
26. دکتر کاظم ندافی، استاد گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
27. دکتر پروین نصیری، استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران

فهرست

1	مستندات قانونی
2	مقدمه
	بخش اول
6	حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی
6	مقدمه
7	حدود مجاز مواجهه
8	متوسط وزنی - زمانی (OEL-TWA)
8	حد مجاز شغلی کوتاه مدت (OEL-STEL)
9	حد مجاز شغلی سقفی (OEL-C)
9	محدوده‌های نوسان
11	مقایسه حد مجاز مواجهه شغلی TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلی سقفی
12	حدود مجاز مخلوط مواد شیمیایی
12	تغییرات در شرایط و برنامه های کاری
12	کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیرمعمول
13	برنامه های کاری غیرمعمول
16	واحدهای OEL
17	نمادها
17	شاخص بیولوژیکی مواجهه (BEI)
18	سرطان زایی
18	بخار و کسر قابل تنفس (IFV)
18	ایجاد حساسیت
19	پوست
21	علائم و حروف مخفف
22	روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی
85	مثالهای حد مجاز شغلی برای مخلوطها
94	منابع
	بخش دوم
95	حدود مجاز شاخص های بیولوژیکی مواجهه
95	پایش بیولوژیک

96	شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه
96	ارتباط BEI با OEL
97	جمع‌آوری نمونه
98	مقبولیت نمونه ادرار
98	ضمانت کیفی
99	نمادهای ملاحظات
99	کاربرد BEIs
107	اعلام تغییرات در دست بررسی (NIC)
108	منابع
	بخش سوم
109	حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) با عوامل فیزیکی محیط کار
109	مقدمه
110	تعاریف
111	آکوستیک
111	مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پایین
112	فراصوت
114	حد مجاز مواجهه شغلی با صدا
117	صدای پیوسته یا نوبتی
118	الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا
121	صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای
122	ارتعاش
122	1- مواجهه موضعی بدن با ارتعاش
125	ارتعاش دست - بازو از نوع پیوسته، منقطع، ضربه‌ای یا کوبه‌ای
129	2 - ارتعاش تمام بدن
129	نکات مهم
137	حد مجاز مواجهه شغلی (OEL) پرتوهای یونساز
139	میدان‌ها و پرتوهای غیر یونساز
139	میدان‌های مغناطیسی پایا
140	میدان‌های مغناطیسی با فرکانسهای 30 KHz و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیویی)
141	شدت جریان تماسی

142	میدانهای الکتریکی پایا و میدانهای الکتریکی با فرکانس 30 KHz و کمتر از آن (زیرفرکانس رادیویی)
143	پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو
148	محدودیت های مواجهه
149	نکاتی در مورد روش اندازه گیری امواج مایکروویو و رادیوفرکانسی
149	حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV)
150	مقادیر توصیه شده
156	حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR)
157	حد مجاز مواجهه شغلی لیزر
158	گروه بندی لیزرها
158	روزنه محدود
158	اندازه منبع و ضریب تصحیح C_E
	ضرایب تصحیح C_C, C_B, C_A و C_C
160	پرتوگیری پالسی مکرر (RPE)
168	روشنایی
171	حدود مجاز مواجهه شغلی تنش های دمایی
171	الف - تنش گرمایی
173	ارزیابی و کنترل تنش دمایی
179	ب - تنش سرمایی
180	مقدمه
184	ارزیابی و نظارت
186	برنامه کار - استراحت توأم با گرم شدن بدن
189	ضرورت های پایش محیط کار
191	منابع
	بخش چهارم
193	حدود مجاز در ارگونومی
193	آسیبهای اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار (MSDs)
194	راهبردهای کنترل
195	عوامل غیر شغلی
196	بلند کردن بار
197	دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار
202	منابع

بسم الله الرحمن الرحيم

نیروی کار ماهر در کشور گرانباترین 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 85 و تبصره 1 ماده 96 قانون کار، بندهای 2، 11 و 16 ماده 1 قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و ماده 10 آیین‌نامه اجرایی بند (5) جزء (ب) ماده واحده قانون اصلاح تبصره (2) الحاقی ماده (76) قانون اصلاح مواد (72) و (77) و تبصره ماده (76) قانون تأمین اجتماعی مصوب 1354 و الحاق دو تبصره به ماده 76 مصوب 1371 - مصوب 1380 - مصوب هیئت وزیران در جلسه مورخ 1385/12/26 در تشخیص مشاغل سخت و 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" که آخرین نسخه آن در سال 1382 ویرایش شده نموده است و کلیه کارفرمایان و مدیران اجرایی کارگاهها و واحدهای شغلی که دارای عوامل مخاطره آمیز خارج از حدود مجاز مزبور هستند موظفند با استفاده از روشهای مناسب فنی، مهندسی و مدیریتی عوامل بیماریزای محیط کار را حذف یا کنترل نمایند.

امید است که با بکارگیری مجموعه حاضر که حاصل زحمات 28 نفر از اساتید دانشگاه و محققین کشور می باشد و در سال 1390 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

1. ماده 85 قانون کار:

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

2. تبصره 1 ماده 96 قانون کار:

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

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

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

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

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

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

4. ماده 10 آیین نامه اجرایی قانون اصلاح ماده 76 قانون تأمین اجتماعی:

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تغییرات حدود تماس شغلی آلاینده‌های محیط کار و عوامل بیماریزا را به شورای عالی حفاظت فنی اعلام و شورای عالی مذکور مراتب را به کمیته‌های استانی، کارهای سخت و زیان‌آور برای اجرا ابلاغ می‌نماید.

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 16 میلیون کارگر در 2 میلیون واحد شغلی در حال فعالیت هستند که از این تعداد، 45 درصد نیروی کاری خدماتی، 30 درصد در بخش کشاورزی و 25 درصد در بخشهای صنعتی شاغل هستند که به 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.

از سال 1370 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 مجاز مواجهه شغلی 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 روز افزون 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 3 الی 5 سال بازنگری می‌شوند. باتوجه به لازم الاجرا بودن حدود مجاز مواجهه شغلی تدوین شده در ایران بر مبنای ماده 85 قانون کار در محیط‌های کاری کشور و استفاده از آن توسط کارشناسان، متخصصین و محققین به عنوان معیار قضاوت و تصمیم‌گیری درخصوص شرایط بهداشتی محیط کار، اهمیت به روز رسانی آن دو چندان می‌گردد. ویرایش‌های قبلی منتشر شده این حدود مجاز در کشور مربوط به سال‌های 1374 و 1382 بوده است و اینک ویرایش سوم آن تدوین و ارائه می‌گردد.

به منظور اجرای این طرح در گام نخست کمیته تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی با عضویت متخصصین و افراد خبره و باسابقه با رعایت سهم نسبی تخصصهای مورد نیاز به پیشنهاد مرکز سلامت محیط و کار و ابلاغ معاون بهداشت وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تشکیل گردید. در زیر مجموعه کمیته مذکور، چهار کارگروه عوامل شیمیایی، سم شناسی و نشانگرهای زیستی، عوامل فیزیکی و ارگونومیکی تشکیل گردید. وظیفه اعضاء کمیته بررسی مستندات داخلی و بین‌المللی و ارائه مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با عوامل زیان آور فیزیکی، شیمیایی و ارگونومی به تفکیک نوع عامل بوده است. در هر کارگروه اعضاء متناسب با عوامل زیان آور مستلزم بازنگری یا اضافه شدن، فراوانی عوامل در محیط کار، میزان کاربرد، تعداد کارگران در مواجهه، قابلیت دسترسی به اطلاعات علمی در مورد عامل مورد نظر و وجود یا عدم وجود حدود مجاز شغلی برای آن عامل، مشخص شد. اعضای کارگروه‌های مذکور شامل اعضای هیئت علمی با رشته‌های مرتبط دانشگاهی، نمایندگان از کارشناسان و بازرسان با تجربه وزارت بهداشت بوده است. مرکز سلامت و محیط کار وظیفه راهبری و هماهنگی-های لازم بین کارگروه‌ها و جمع‌بندی نتایج کار آنها را عهده دار بوده است.

تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی 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 پژوهش محور داشت. تجربیات کشورهای پیشرو و سازمانهای فراملیتی نیز به طور مطلق

منطبق و متکی بر پژوهشهای خود آنان نیست بلکه با بهره گیری از نتایج کار محققین در سراسر دنیا و تجربیات میدانی و اجرایی و با در نظر گرفتن ملاحظات محلی حدود مجاز را برای عوامل زیان آور تدوین و منتشر می کنند. بدین جهت کمیته تدوین و بازنگری حدود مجاز مواجهه شغلی در سال 1390 تحت نظارت مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت تصمیم گرفت که با رعایت سه رویکرد: اقتباس، پژوهش محوری و اجماع علمی صاحب نظران به بازنگری حدود مجاز مواجهه شغلی بپردازد. در هر حال پایه اصلی تدوین ویرایش جدید با رعایت قالب اصلی ویرایش های 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 (¹OEL) جدید کشوری با در نظر گرفتن موارد زیر تدوین گردید:

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

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

1 - Occupational Exposure Limits

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 مواجهه شغلی 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 8 ساعت و 40 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 مواجهه شغلی مستقر در مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ارسال نمایند.

کمیته تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی

اسفند 1390

بخش اول

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی

مقدمه

در این فصل حدود مجاز مواجهه تعیین شده عوامل زیان آور شیمیایی به همراه مطالب تکمیلی مفید جهت بیان بهتر واژه‌های اختصاصی و تعاریف و کاربرد هر یک از آنها ارائه می‌شود. حد مجاز مواجهه بایستی توسط کارشناسان و متخصصان بهداشت حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. این حدود با هدف ارزیابی و کنترل مخاطرات محیط‌های کاری تعیین شده است و نباید در موارد دیگر مثل ارزیابی و کنترل آلودگی هوای مناطق شهری، روستایی یا زیست محیطی مورد استفاده 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 پایین‌ترین سطح ممکن کنترل شود.

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

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

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

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

حدود مجاز مواجهه

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی در سه گروه: (1) متوسط وزنی - زمانی (2) حد مواجهه شغلی کوتاه مدت (3) حد مجاز مواجهه سقفی با کاربردهای گوناگون و مکمل ارائه شده است. برای اکثر عوامل، حد متوسط وزنی زمانی به تنهایی یا همراه با حد مجاز مواجهه شغلی کوتاه مدت ارائه شده است. برای برخی از مواد 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 می‌باشد اما برای برخی از آنها ممکن است مواجهه پوستی نیز امکانپذیر باشد (به بحث تعاریف و نمادها رجوع شود).

متوسط وزنی - زمانی¹ (OEL-TWA)

عبارت است از متوسط غلظت مجاز ماده شیمیایی در 8 ساعت کار روزانه و 40 ساعت کار در هفته به طوری که مواجهه مستمر و روز به روز با این مقدار تقریباً در کلیه کارگران باعث ایجاد عارضه نامطلوبی نگردد مشروط بر آنکه فاصله زمانی بین پایان 8 ساعت کار و شروع مجدد آن کمتر از 16 ساعت نباشد و در این مدت با همان مواد شیمیایی یا عوامل تشدید کننده اثرات آنها مواجهه نداشته باشند. گمان می‌رود دستگاههای دفاعی بدن بتوانند سموم حاصل از 8 ساعت کار را دفع و یا بوسیله پدیده‌های بیولوژیکی خنثی نمایند. بایستی در نظر داشت که اگرچه در برخی از موارد محاسبه غلظت متوسط هفتگی (بدون در نظر گرفتن روزهای کاری) ممکن است مناسب باشد، اما حدود تعیین شده با شرط 8 ساعت کار روزانه می‌باشد و بایستی متوسط غلظت روزانه با حدود تعیین شده مورد مقایسه قرار گیرد.

حد مجاز شغلی کوتاه مدت² (OEL-STEL)

عبارت است از حد مجاز مواجهه میانگین وزنی - زمانی 15 دقیقه‌ای با یک عامل شیمیایی است که در هیچ زمانی از یک شیفت کاری نباید غلظت آن عامل از این حد بیشتر باشد حتی اگر میانگین مواجهه 8 ساعته شاغلین کمتر از حد OEL-TWA باشد. OEL-STEL غلظتی از یک عامل شیمیایی است که اعتقاد بر این است که کارگران می‌توان برای کوتاه مدت با غلظتهای کمتر از آن بطور مداوم مواجهه داشته باشند بدون آنکه عوارضی زیر را ایجاد کند:

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

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-

1 - Time Weighted Average

2 - Short Term Exposure Limit

STEL یک حد کاملاً مستقل و مجزا باشد. زمان مواجهه شغلی با غلظتهای بین TWA تا STEL نباید از 15 دقیقه تجاوز نماید، این دوره زمانی مواجهه 15 دقیقه‌ای می‌تواند حداکثر تا 4 مرتبه در طول 8 ساعت کار مداوم تکرار شود مشروط بر آنکه فاصله بین دو دوره 15 دقیقه‌ای کمتر از 60 دقیقه نباشد. در صورتیکه اثرات بیولوژیکی مشاهده شده ناشی از مواجهه با عوامل شیمیایی با زمانهای متفاوت تضمین کننده باشند، می‌توان مدت زمان 15 دقیقه را تغییر داد.

حد مجاز شغلی سقفی¹ (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 تحرکات 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 3 حد مذکور تجاوز نماید امکان ایجاد مخاطره برای افراد وجود خواهد داشت.

محدوده‌های نوسان²

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-TWA آنها باشد، نوسان کوتاه مدت غلظت مواجهه بیشتر از حد مجاز آنها باید کاملاً کنترل شود. از آنجا که تجربیات سم‌شناسی و بهداشت صنعتی دلایل و شواهد مشخصی برای تعیین مقادیر مجاز افزایش (OEL-TWA) ارائه نمی‌دهند لذا هر فرآیندکاری باید به قدر کافی کنترل شده باشد تا نوسان

1- Ceiling Value

2 - Excursion Limits

غلظت در آن در حدود قابل قبول انجام شود و حداکثر نوسان پیشنهاد شده نیز باید مرتبط با نوساناتی که غالباً در فرآیند واقعی صنعت مورد نظر اتفاق می افتد باشد.

نوسانات غلظت مواجهه شاغلین می تواند تا 3 برابر OEL-TWA برای حداکثر 30 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 5 برابر OEL-TWA تجاوز کند. رویکرد اصلی در تعیین حداکثر حد نوسانات پیشنهادی در مورد یک عامل شیمیایی با میزان تغییرپذیری معمول مشاهده شده در فرایندهای واقعی صنعتی است. مطالعه بر روی تعداد زیادی از تحقیقات و بررسی های بهداشت صنعتی انجام شده نشانگر این بوده است که مقادیر مواجهه کوتاه مدت عموماً دارای توزیع لگ نرمال¹ (لگاریتمی نرمال) هستند.

با وجود آنکه مباحث کامل تئوری و ویژگیهای توزیع لگ نرمال فراتر از اهداف این بخش است لذا فقط توصیف مختصری از واژه های مهم ارائه شده است. در توزیع لگ نرمال، باید از میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی استفاده نمود. در این توزیع شاخص تمایل مرکزی عبارت از آنتی لگاریتم میانگین لگاریتم مقادیر نمونه ها است. این توزیع دارای چولگی² بوده و میانگین هندسی آن همیشه کوچکتر از میانگین حسابی و مقداری است که بستگی به انحراف معیار هندسی (sdg) دارد. در توزیع لگ نرمال، انحراف معیار هندسی، معادل آنتی لگاریتم انحراف معیار لگاریتم مقادیر نمونه است. در این توزیع 68/26% مقادیر نمونه ها، بین sdg / mg و $sdg \times mg$ قرار می گیرند.

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

رویکرد اصلی این بخش ساده سازی مفهوم توزیع لگ نرمال غلظت است اما در هر حال بهتر است توسط متخصصین بهداشت حرفه ای مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که نوسانات مواجهه در حدود پیشنهاد شده حفظ شوند، انحراف معیار هندسی مقادیر اندازه گیری شده غلظت نزدیک 2 خواهد بود و اهداف مورد نظر حاصل خواهد شد. چنانچه در برخی از محیطهای کاری انحراف معیار هندسی بیشتر از

1- Log normally Distributed

2 - Skewed

2 بوده و توزیع داده ها مشخص باشد، چنانچه ریسک اثرات زیانبار بهداشتی حاصل از آن ماده افزایش نیافته باشد، توصیه می شود که حدود نوسان مربوط به آن محیط کار بر اساس داده های موجود، اصلاح شود. در صورتیکه اطلاعات سم شناسی برای تعیین OEL-STEL یا OEL-C یک ماده شیمیایی موجود باشد، این حدود نسبت به حد نوسان اولویت خواهند داشت.

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

یک ماده شیمیایی ممکن است دارای ویژگیهای سم شناسی خاصی باشد که نیازمند استفاده از OEL-C به جای حد نوسان OEL-TWA یا OEL-STEL باشد. مقداری از غلظت مواجهه با یک ماده که می تواند برای کوتاه مدت از حد مجاز مواجهه TWA تجاوز کند بدون آنکه آسیبی به سلامت شاغل وارد نماید بستگی به عواملی زیادی دارد که عبارتند از: ماهیت آلاینده، امکان ایجاد مسمومیت حاد در مواجهه با غلظت های زیاد حتی در کوتاه مدت، احتمال اثرات تجمعی و تعداد دفعات و طول مدت زمان مواجهه با غلظت های بالا. هنگام تصمیم گیری در مورد وجود یا عدم وجود وضعیت مخاطره آمیز باید کلیه موارد فوق را در نظر گرفت. اگرچه غلظت میانگین وزنی زمانی آلاینده های هوا برد (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 می شود که غالباً اثرات آنی داشته و TLV براساس اثرات اختصاصی آنها تعیین می شود در حالیکه حد تماس شغلی متوسط سنجش زمانی (TLV - TWA) حدی است که بطور مشروط نوسان مقادیر بالاتر از TLV را مجاز می سازد زیرا در طی زمانی که متوسط سنجش زمانی (TWA) آن تعیین می شود غلظت ماده می تواند 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 می توان برای یک روز کاری و در برخی موارد نیز برای یک هفته کاری محاسبه نمود، البته رابطه بین TLV و نوسان مجاز قاعده ای 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 غلظت های زیاد حتی در کوتاه مدت ایجاد مسمومیت می نماید یا خیر؟، آیا اثرات آلاینده تجمعی است یا خیر؟ و بالاخره تعداد دفعات و طول مدت زمانی که غلظت های بالا در آن اتفاق می افتد. لذا باید توجه داشت که روش نمونه گیری برای تعیین انواع حدود مجاز (TWA-STEL-C) متفاوت است. بطور مثال برای تعیین حد تماس شغلی سقف (C) می توان از یک نمونه گیری 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 توجهی با وضعیت نرمال دارد (NTP) (دمای 25°C و فشار 760 mmHg) با آلاینده‌های هوا مواجهه دارند، باید در مقایسه نتایج نمونه برداری با حدود مجاز مواجهه دقت نمود. برای آئروسول‌ها، غلظت مواجهه TWA (محاسبه شده از حجم نمونه بدون تصحیح شرایط دما و فشار) باید مستقیماً با حدود مجاز مواجهه تعیین شده مقایسه شود. برای گازها و بخارات، گزینه های مختلفی برای مقایسه نتایج نمونه برداری هوا با حدود مجاز مواجهه وجود دارد. یک روش ساده به این ترتیب است که:

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

ب - چنانچه واحد حد مجاز آلاینده بر حسب mg/m^3 یا سایر واحدهای جرم بر حجم نبود، واحد آن به mg/m^3 تبدیل شود. در رابطه تبدیل واحدها، حجم یک مول از گاز 24/45 لیتر لحاظ شود.

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

در مقایسه نتایج نمونه برداری تحت شرایط جوی غیرمعمول با حدود مجاز، چندین پیش فرض در نظر گرفته می شود. 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 نمی توان به سهولت با حدود مجاز تدوین شده مقایسه نمود. چنانچه شاغلین در مواجهه با فشارهای خیلی زیاد یا خیلی کم باشند، بایستی مراقبت شدید در این مقایسه ها اعمال شود.

برنامه های کاری غیر معمول

کاربرد حدود مجاز برای برنامه های (زمان بندی) کاری بسیار متفاوت با شرایط معمول 8 ساعت کار روزانه و 40 ساعت هفتگی، نیازمند تحلیل خاصی به منظور حفاظت از چنین شاغلینی در مقایسه با شاغلین با برنامه زمان بندی کاری معمول است. هفته های کاری کوتاه به شاغلین این اجازه را می دهد تا شغل (های) دیگری داشته باشند که در آن شغل ممکن است مواجهه های 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 برنامه های زمان بندی کاری غیر معمول ارائه شده است. برحسب اصول سم شناسی، هدف کلی آنها شناسایی دزی است که اطمینان حاصل نمود که پیک بار بدنی¹ روزانه یا هفتگی از آنچه که در طی یک شیفت 8 ساعته روزانه و 5 روز در هفته رخ می دهد، تجاوز نمی کند.

مدل دیگر نشان دهنده برنامه زمان بندی غیر معمول، مدل بریف و اسکالا² می باشد. این مدل حد مجاز را متناسب با افزایش زمان مواجهه و کاهش زمان بهبود³ یا زمان بازگشت (زمان بدون مواجهه)، کاهش می دهد. این مدل معمولاً برای برنامه های زمان کار بیشتر از 8 ساعت روزانه یا بیشتر از 40 ساعت هفتگی مورد استفاده قرار می گیرد. این مدل نباید برای تحلیل مواجهه های بسیار زیاد تحت شرایطی که مدت زمان مواجهه خیلی کوتاه است مورد استفاده قرار گیرد (به عنوان مثال مواجهه 8 برابر OEL-TWA در ظرف مدت 1 ساعت و در باقی زمان شیفت کاری هیچ مواجهه ای نباشد). در این رابطه باید حدود نوسان یا OEL-STEL برای جلوگیری از کاربرد نامناسب این مدل برای شیفت ها یا دوره های مواجهه بسیار کوتاه مدت، مورد استفاده قرار گیرند.

در مدل بریف و اسکالا به این واقعیت توجه شده است که در هر روز کاری 12 ساعته، مواجهه با یک عامل شیمیایی 50% بیش از یک شیفت کاری 8 ساعته در شرایط مشابه می باشد و دوره بازتوانی و سم زدایی بدن نسبت به آن عامل 25% کمتر از شیفت 8 ساعته است (دوره سم زدایی از 16 ساعت به 12 ساعت کاهش می یابد). همچنین در این مدل به این نکته توجه شده است که تکرار مواجهه طی روزهای کاری در بعضی موارد ممکن است فشار زیادی را بر 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

1 - Peak Body Burden

2 - Brief and Scala Model

3 - Recovery Time

باعث می‌شود که علیرغم وجود محدوده ایمنی برای مقادیر OEL، مصونیت در مقابل سمیت مواد در شیفتهای غیرمعمول کاهش یابد.

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

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

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

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

در رابطه فوق، hr ساعات کار روزانه است.

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

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

در رابطه فوق، hr ساعات کار هفتگی می‌باشد.

مثال

در صورتی که OEL-TWA یک ماده شیمیایی معادل 50 ppm باشد، در یک شیفت کاری روزانه معادل 10 ساعت این حد به 35 ppm و در یک شیفت 12 ساعته به 25 ppm کاهش می‌یابد.

نکته: چنانچه هم ساعات کار روزانه و هم ساعات کار هفتگی خارج از حالت تعریف شده باشد (مثلاً فرد 10 ساعت در روز و 50 ساعت در هفته کار کند) باید با هر دو رابطه ضریب کاهش را محاسبه و فاکتور کاهش کوچکتر (روزانه یا هفتگی) را بکار برد. 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 محدوده‌های 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 8 ساعته

RF: ضریب کاهش OEL

ج- تکنیک‌های فوق برای نوبتهای کاری 24 ساعته (نظیر زیر دریائی‌ها، سفینه‌های فضایی یا سایر محیطهای مشابه که کار و زندگی در یک محل انجام می‌شود) عملی نمی‌باشد زیرا در این موارد اصولاً OEL کاربرد ندارد.

د- این تکنیکها برای فرایندهای کاری کمتر از 7 تا 8 ساعت در روز و یا کمتر از 40 ساعت در هفته کاربرد ندارد.

ه- این مدل به این نکته توجه دارد که مقادیر RF برای OEL هایی می‌تواند بکار رود که برحسب میانگین وزنی زمانی (TWA) ارائه شده باشند و با مقادیر نوسان میانگین و نیز مقادیر مجاز نوسان 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 منحصراً به علت تحریک حسی (sensory irritation) تخصیص یافته باشد زیرا در این موارد آستانه پاسخهای تحریکی احتمالاً با افزایش

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

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

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

واحدهای OEL

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

گاز: ماده شیمیایی است که مولکولهای آن در فضایی که در آن محبوس شده‌اند (مثل سیلندر یا مخزن)، به طور آزاد تحت شرایط دما و فشار نرمال حرکت می‌کند. فرض می‌شود که گازها هیچ شکل یا حجم معینی 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 (mg/m^3) اظهار می‌شوند. واحد حدود مجاز گازها و بخارات معمولاً بر حسب قسمت در میلیون حجمی (ppm) آلاینده در هوا یا ممکن است بر حسب mg/m^3 باشد. برای سهولت کاربران، وزن مولکولی هر یک از ترکیبات شیمیایی برای تبدیل واحد آنها در جداول حدود مجاز نیز ارائه شده است. با توجه به آنکه حجم مولی

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

$$\text{OEL}_{(\text{ppm})} = \frac{\text{OEL}_{(\text{mg/m}^3)} \times (24/45)}{M_{(\text{g/mol})}}$$

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 مواجهه¹ (BEI)

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

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

1 - Biological Exposure Indices

سرطان زایی¹

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 آمریکا² (ACGIH) که با حرف A همراه با اعداد 1 تا 5 که نشانگر درجه سرطان زایی مواد است استفاده شده است. طبقه بندی و تعاریف مربوط به نمادهای مختلف سرطان زایی در ضمیمه الف به طور مفصل ارائه شده است.

بخار و کسر قابل تنفس³ (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 اشباع⁴ (SVC) به OEL-TWA در نظر گرفته می شود. این نماد به طور معمول برای موادی با نسبت SVC/OEL بین 0/1 و 10 مورد استفاده قرار می گیرد.

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

الف - عملیاتهای اسپری کردن

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

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

ایجاد حساسیت

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

1 - Carcinogenicity

2 - American Conference of Governmental Industrial Hygienist

3 - Inhalable Fraction and Vapor

4 - Saturated Vapor Concentration

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 آئروسول ها رخ دهد حتی در شرایطی که مواجهه های هوابرد کمتر از حد مجاز است.

نماد پوست نباید برای مواد شیمیایی که باعث تحریک پوستی می شوند 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 می شوند. با وجودی که نماد پوست ممکن است برای مواد شیمیایی استفاده نشده باشد اما کارشناسان بهداشت حرفه ای باید بدانند که عوامل متعددی هستند که ممکن است پتانسیل جذب پوستی یک ماده را که قابلیت ورود جلدی آن کم است را افزایش دهد. برخی از مواد می توانند به عنوان یک حامل عمل کنند بطوریکه وقتی بر روی پوست قرار می گیرند یا با یک ماده ای مخلوط می شوند، می توانند میزان انتقال مواد را به داخل پوست افزایش دهند. علاوه بر این وجود برخی از شرایط جلدی نیز می تواند بر روی میزان ورود مواد از طریق پوست یا زخم تأثیر گذار باشد.

افزودنی های موجود در محلولها و یا مخلوطها می توانند بطور قابل ملاحظه ای قابلیت جذب پوستی را افزایش دهند. هرچند برخی مواد می توانند سبب تحریک یا التهاب و یا حساسیت پوستی در شاغلین گردند، ولی این خصوصیات در ارزیابی های مربوط به لزوم یا عدم لزوم ذکر نماد پوست دخیل نبوده اند ولی در هر حال ضایعات پوستی بطور قابل ملاحظه ای سبب افزایش جذب از راه پوست می گردند.

زمانی که اطلاعات کمی در ارتباط با جذب پوستی گازها و بخارات و مایعات توسط شاغلین وجود داشته باشد، پیشنهاد می شود که مجموع یافته های حاصل از مطالعات بر روی بیماری های جلدی حاد و مطالعات در زمینه تماس های مکرر پوستی بر روی حیوانات و انسانها، همراه با قابلیت جذب مواد شیمیایی، در تصمیم گیری برای نماد گذاری پوست مورد استفاده قرار گیرد. بطور کلی چنانچه یافته های 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 یافته های حاصل از سمیت حاد بر روی حیوانات در مورد مواد شیمیایی که دارای LD₅₀ نسبتاً کم (1000 mg/kg یا کمتر) باشند، باید نماد پوست بکار برده شود.

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

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 آزمون و دارای سیلیس بلورین کمتر از 1 درصد

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

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

H: فقط آئروسول

I: ذرات قابل تنفس (ضمیمه ج)

IFV: بخار و کسر قابل تنفس

J: شامل ترکیبات استتارات فلزات سمی نمی‌باشد.

K: نباید جرم ذرات قابل استنشاق بیشتر از 2 mg/m³ 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 میسهای اسیدی قوی معدنی دارد.

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

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

R: ذرات قابل استنشاق (ضمیمه ج)

T: ذرات توراسیک (ضمیمه ج)

V: بخار و آئروسول

روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی

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

ستون حدود مجاز نیز برای هر سه نوع حدود مجاز STEL، TWA و 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
			STEL/C	TWA	
1	استالدهید Acetaldehyde	44/05	-	C 25 ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
2	اسید استیک Acetic acid	66	10ppm	15 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تأثیر بر عملکرد ریوی
3	انیدرید استیک Acetic anhydride	102/02	1ppm	3 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
4	استون Aceton	58/05	750ppm	500 ppm	A4 BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی
5	استون سیانو هیدرین Acetone cyanohydrin, as CN	58/10	C5 mg/m ³	-	پوست	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ سردرد؛ هیپوکسی و سیانوز
6	استونتریل Acetonitrile	41/05	-	20ppm	پوست A4	تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس
7	استوفنون Acetophenone	120/15	-	10 ppm	-	سوزش چشم
8	2-استیل آمینو فلورن 2-Acetylamino flourene	223/27	-	1 ppm	-	تحریک و سوزش چشم
9	استیلن Acetylene	26/02	خفگی آور ساده (D)		-	خفگی
10	تترا برمید استیلن Acetylene Tetrabromide	345/7	-	1 ppm	-	تحریک و سوزش
11	اسید استیل سالیسیلیک (آسپرین) Acetylsalicylic acid	180/15	-	5 mg/m ³	-	سوزش چشم و پوست
12	آکرولئین Acrolein	56/06	C 0/1 ppm	-	پوست A4	سوزش چشم و قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ ادم و آمفیزم ریوی
13	آکریل آمید Acrylamide	71/08	-	0/03mg/m ³ (IVF)	پوست A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
14	اسید آکریلیک Acrylic acid	72/06	-	2 ppm	پوست A4	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی
15	آکریلونیتریل Acrylonitrile	53/05	-	2 ppm	پوست A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی
16	اسید آدیپیک Adipic acid	146/14	-	5 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب خودکار
17	آدیپونیتریل Adiponitrile	108/10	-	2 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی
18	آلاکلر Alachlor	269/8	-	1 mg/m ³ (IVF)	حساسیت A3	هموسیدروزیس

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
19	آلدرین Aldrin	346/93	-	mg/m ³ (IVF) 0/05	پوست A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی
20	گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4) Aliphatic hydrocarbon gases, Alkane [C1-C4]	متفاوت	-	1000 ppm	-	حساسیت های قلبی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
21	آلیل الکل Allyl alcohol	58/08	-	0/5 ppm	پوست A4	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
22	آلیل کلرید Allyl chloride	76/50	2ppm	1 ppm	پوست A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی
23	آلیل گلیسیدیل اتر Allyl glycidyl Ether	144/14	-	1 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ درماتیت سوزش چشم و پوست
24	آلیل پروپیل دی سولفید Allyl propyl disulfide	148/16	-	0/5 ppm	حساسیت	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
25	فلز آلومینیوم و ترکیبات نامحلول آن Aluminum metal and insoluble compounds	26/98 متفاوت	-	1mg/m ³ (R)	A4	پنوموکنیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی؛ سمیت عصبی
26	4-آمینو دی فنیل 4-Amino diphenyl	169/23	-		پوست A1	سرطان کبد و مثانه
27	2-آمینو دی فنیل 2-Amino dipheny	91/11	-	0/5 ppm	-	سردرد؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سرگیجه
28	2-آمینو پیریدین یا 2-پیریدیل آمین 2-Aminopyridine	91/11	-	0/5 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
29	آمیتروپول Amitrol	84/80	-	0/2 mg/m ³	A3	اثرات تیروئیدی
30	آمونیاک Ammonia	17/30	35 ppm	25 ppm	-	آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
31	دمه کلرید آمونیوم Ammonium chloride fume	53/50	10 mg/m ³	20 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس و چشم
32	پرفلورو اکتانوات آمونیوم Ammonium Perfluorooctanoate	431	0/01 mg/m ³	-	پوست؛ A3	آسیب کبدی
33	سولفامات آمونیوم Ammonium sulfamate	114/13	10mg/m ³	-	-	-
34	استات آمیل نرمال n-Amyl acetate	130/18	100 ppm	-	-	تحریک و سوزش
35	استات آمیل نوع دوم sec-Amyl acetate	130	125 ppm	-	-	تحریک و سوزش
36	ترت - آمیل متیل اتر tert-Amyl methyl Ether (TAME)	102/2	20 ppm	-	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب جنینی
37	آنیلین Aniline	93/12	2 ppm	-	پوست؛ A3	مت هموگلوبینی
38	ارتو - آنیزیدین o-Anisidine	123/15	0/5 mg/m ³	-	پوست؛ A3	مت هموگلوبینی
39	پارا - آنیزیدین p-Anisidine	123/15	0/5 mg/m ³	-	پوست؛ A4	مت هموگلوبینی
40	آنتی موآن و ترکیبات آن Antimony and compound, as Sb	121/75	0/5 mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست
41	هیدرید آنتی موآن Antimony hydride	124/78	0/1ppm	-	-	همولیز؛ آسیب کلیوی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی
42	تری اکسید آنتی موآن Antimony trioxide	291/5	-	-	A2	سرطان ریه؛ پنوموکنیوزیس
43	آنتو؛ (آلفا) نفتیل تیو کاربامید، ANTU α -Naphthyl thio carbamide	202/27	0/3 mg/m ³	-	پوست A4	اثرات تیروئیدی؛ تهوع
44	آرگون Argon	39/95	خفگی آور ساده (D)	-	-	خفگی
45	الیاف قابل استنشاق پارا آرامید p-Aramid respirable fibres	-	0/5 f/ml	-	-	-
46	آرسنیک و	74/92	0/01 mg/m ³	-	BEI A1	سرطان ریه

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
متفاوت					
ترکیبات معدنی Arsenic and inorganic compound, as As					
47	آرسین Arsine	77/95	0/005 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب و عروق محیطی؛ اختلال کلیوی و کبدی
48	تمام اشکال آزبست Asbestos, all forms	-	0/1 f/cc(F)	A1	پنومو کونیوزیس؛ سرطان ریه؛ مزوتلیوم
49	دمه آسفالت (فیر) برحسب آئروسول محلول در بنزن Asphalt(Bitumen)fume, as benzene-soluble aerosol	-	0/5 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
50	آترازین Atrazine	216/06	5mg/m ³	A4	تشنج سیستم اعصاب مرکزی
51	متیل آزینفوس Azinphos-methyl	317/34	0/2mg/m ³ (IVF)	پوست؛ حساسیت؛ BEI _A A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
52	آزو دی کربن آمید Azodicarbonamide	116/08	1mg/m ³	3mg/m ³	حساسیت
53	باریم و ترکیبات محلول آن Barium and soluble compound, as Ba	137/30	0/5 mg/m ³	A4	سوزش پوست؛ چشم و دستگاه گوارش؛ تونوس عضلات
54	سولفات باریم Barium sulfate	233/43	10mg/m ³	-	پنومو کونیوزیس
55	بنومیل Benomyl	290/32	1mg/m ³	حساسیت A3	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ آسیب به بیضه و دستگاه تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی
56	بنزو (آلفا) آنتراسن Benz[α]anthracene	228/30	-	BEI _p A2	سرطان پوست
57	بنزن Benzene	78/11	0/5 ppm	2/5 ppm پوست؛ A1	سرطان خون

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
58	بنزیدین Benzidine	184/23	-	-	سرطان مثانه پوست؛ A1
59	بنزو (بنا) فلورانتن Benzo[b]fluoroanthene	252/30	-	-	سرطان BEIp A2
60	بنزو (آلفا) پیرن benzo[a]pyrene	252/30	-	-	سرطان BEIp A2
61	بنزو تری کلرید Benzotrachloride	195/50	C0/1 ppm	-	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست پوست A2
62	کلرید بنزویل Benzoyl chloride	140/57	C 0/5 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم A4
63	پراکسید بنزویل Benzoyl Peroxide	242/22	-	5 mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست A4
64	استات بنزیل Benzyl acetate	150/18	-	10 ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی A4
65	بنزیل بوتیل فتالات Benzyl butyl phthalate	5 mg/m ³	-	-	- A4
66	کلرید بنزیل Benzyl chloride	126/58	-	1 ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست A3
67	بریلیم و ترکیبات آن Beryllium and compounds, as Be	9/01	-	0/00005 mg/m ³	حساسیت بریلیم؛ بیماری مزمن ناشی از بریلیم (بریلیوزیس) پوست؛ حساسیت A1
68	بی فنیل Biphenyl	154/20	-	0/2 ppm	عملکرد ریوی A4
69	بیس (2- اتیل هگزیل) فتالات Bis(2-ethylhexyl) phthalate	390/56	10 mg/m ³	5 mg/m ³	- A4
70	بیس (کلرو متیل) اتر Bis(chloromethyl) ether	114/96	-	0/001 ppm	سرطان زایی A4
71	بیس (2- دی متیل آمینو اتیل) اتر Bis (2-dimethylaminoethyl) ether (DMAE)	160/26	0/15 ppm	0/05 ppm	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست پوست A4
72	بیسموت تلورید Bismuth Telluride	800/83	-	10 mg/m ³ 5 mg/m ³	آسیب ریوی A4 A4

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		طبقه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
	Undoped Se-doped as Bi ₂ Te ₃					
73	ترکیبات بورات؛ معدنی Borate compounds, Inorganic	متفاوت	2 mg/m ³	6 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
74	اکسید بور Boron oxide	69/64	10 mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم
75	تری برمید بور Boron tribromide	250/57	-	C 1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
76	تری فلورید بور Boron trifluoride	67/82	-	C 1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ پنومونیت
77	بروماسیل Bromacil	261/11	10 mg/m ³	-	A3	اثرات تیروئیدی
78	بروم Bromine	159/81	0/1 ppm	0/2 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی؛ آسیب ریوی
79	پنتا فلورید بروم Bromine pentafluoride	174/92	0/1 ppm	-	-	سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست
80	برمو فرم Bromoform	259/73	0/5 ppm	-	A3	آسیب کبدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
81	1-برمو پروپان 1- Bromopropane	122/99	10 ppm	-	-	آسیب های کبدی و جینی؛ سمیت اعصاب
82	1و3- بوتادین 1,3-Butadiene	54/90	2 ppm	-	A3	سرطان
83	همه ایزومرهای بوتان Butane, all isomers					مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک: آلکانها (C1-C4)
84	ان- بوتانول n-Butanol	74/12	20 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
85	بوتانول نوع دوم sec-Butanol	74/12	100 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی
86	بوتانول نوع سوم tert-Butanol	74/12	100 ppm	-	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
87	همه ایزومرهای بوتن ها ایزو بوتن Butene, all isomers, Isobutene	56/11 -	-	250 ppm 250 ppm	-	A4 تحریرک قسمت فوقانی تنفسی و اثر روی وزن بدن
88	2- بوتوکسی اتانول 2-Butoxyethanol (EGBE)	118/17	-	20 ppm	-	BEI A3 تحریرک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
89	2- بوتوکسی اتیل استات 2-Butoxyethyl acetate	160/2	-	20 ppm	-	A3 همولیز
90	بوتیل استات نرمال n-Butyl acetate	116/16	200 ppm	150 ppm	-	- تحریرک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
91	بوتیل استات نوع دوم sec-Butyl acetate	116/16	-	200 ppm	-	- تحریرک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
92	بوتیل استات نوع سوم tert-Butyl acetate	116/16	-	200 ppm	-	- تحریرک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
93	بوتیل آکریلات نرمال n-Butyl acrylate	128/17	-	2 ppm	-	حساسیت A4 تحریرک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
94	بوتیل آمین نرمال n-Butylamine	73/14	C 5 ppm	-	-	پوست سررد؛ تحریرک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
95	هیدروکسی بوتیل دار Butylated hydroxytoluene	220/34	-	2 mg/m ³ (IVF)	-	A4 تحریرک قسمت فوقانی تنفسی
96	بوتیل کرومات نوع سوم tert-Butyl chromates, as CrO ₃	230/22	C0/1 mg/m ³	-	-	پوست تحریرک قسمت تحتانی تنفسی و پوست
97	بوتیل گلیسیدیل اتر نرمال n-Butyl glycidyl ether (BGE)	130/21	-	3 ppm	-	حساسیت پوست آسیب سیستم تولید مثل
98	بوتیل لاکتات نرمال n-Butyl lactate	146/19	-	5 ppm	-	- سررد؛ تحریرک قسمت فوقانی تنفسی
99	بوتیل مرکاپتان نرمال n-Butyl mercaptan	20/19	-	0/5 ppm	-	- تحریرک قسمت فوقانی تنفسی
100	ارتو بوتیل فنول نوع دوم o-sec Butylphenol	510/22	-	5 ppm	-	پوست تحریرک قسمت تحتانی تنفسی، پوست و چشم
101	پارا بوتیل تولوئن نوع سوم p-tert-Butyl toluene	148/18	-	1 ppm	-	- تحریرک قسمت تحتانی تنفسی و چشم؛ تهوع

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
102	کادمیوم و ترکیباتش Cadmium and compounds, as Cd	112/40	-	0/01mg/m ³	A2 +BEI	آسیب های کلیوی
		متفاوت	-	0/002mg/m ^{3(R)}	A2 +BEI	
103	کربنات کلسیم Calcium carbonate	100/09	-	4 mg/m ^{3(R)}	-	-
104	کرومات کلسیم Calcium chromate	156/09	-	0/001mg/m ³	A2	سرطان ریه
105	سیانید کلسیم، بصورت سیانید Calcium cyanide, as CN	92/11	C 5 mg/m ³	-	پوست	-
106	سیانامید کلسیم Calcium cyanamide	80/11	-	0/5 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
107	هیدروکسید کلسیم Calcium hydroxide	74/10	-	5 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
108	اکسید کلسیم Calcium oxide	56/08	-	2 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
109	سیلیکات کلسیم؛ غیر فیروزی مصنوعی Calcium silicate Synthetic nonfibrous	-	-	10 mg/m ^{3 (E)}	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
110	سولفات کلسیم Calcium sulfate	136/14	-	10 mg/m ³	-	پاره شدن تیغه بینی
111	کافور، مصنوعی Camphor, synthetic	152/23	3 ppm	2 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ فقدان حس شامه
112	کاپرولاکتام Caprolactam	113/16	-	5 mg/m ^{3 (IVF)}	A5	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
113	کاپتافول Captafol	349/06	-	0/1 mg/m ³	پوست؛ A4	سوزش پوست
114	کاپتان Captan	300/60	-	5 mg/m ³	حساسیت؛ A3	سوزش پوست
115	کاربایل Carbaryl	201/20	-	0/5 mg/m ^{3 (IVF)}	حساسیت A2	بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ آسیب سیستم تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی
116	کاربوفوران Carbofuran	221/30	-	0/1 mg/m ^{3 (IVF)}	BEI _A A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
117	دوده	-	-	3 mg/m ³	A3	برونشیت

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقشه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
118	Carbon black دی اکسید کربن Carbon dioxide	44/01	30000 ppm	5000 ppm	-	خفگی
119	Carbon disulfide دی سولفید کربن Carbon disulfide	76/14	-	1 ppm	حساسیت؛ BEI؛ A4	اختلال سیستم اعصاب محیطی
120	Carbon monoxide مونوکسید کربن Carbon monoxide	28/01	-	25 ppm	BEI	کربوکسی هموگلوبین
121	Carbon tetrabromide تترابرمید کربن Carbon tetrabromide	331/65	0/3 ppm	0/1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب کبدی
123	Carbon tetrachloride تتراکلرید کربن Carbon tetrachloride	153/84	10 ppm	5 ppm	پوست؛ A2	آسیب کبدی
124	Carbonyl fluoride فلونورید کربونیل Carbonyl fluoride	66/01	5 ppm	2 ppm	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب استخوانی
125	Catechol کاتکول Catechol	110/11	-	5 ppm	پوست A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت
126	Cellulose سلولز Cellulose	نامشخص	-	10 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
127	Cesium hydroxide هیدروکسید سزیم Cesium hydroxide	149/92	-	2 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
128	Chlordane کلردان Chlordane	409/80	-	0/5 mg/m ³	پوست؛ A3	آسیب کبدی
129	Chlorinated camphene کامفن کلره Chlorinated camphene	414/00	1mg/m ³	0/5 mg/m ³	پوست؛ A3	تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
130	o-Chlorinated diphenyl oxide ارتو دی فنیل اکساید کلره o-Chlorinated diphenyl oxide	377/00	-	0/5 mg/m ³	-	جوش آکنه مانند؛ آسیب کبدی
131	Chlorine کلر Chlorine	70/91	1 ppm	0/5 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
132	Chlorine dioxide دی اکسید کلر Chlorine dioxide	67/46	0/3 ppm	0/1 ppm	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ برونشیت
133	Chlorine trifluoride تری فلورید کلر Chlorine trifluoride	92/46	C 0/1 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب ریوی
134	Chloroacetaldehyde کلرواستالدئید Chloroacetaldehyde	87/50	C 1 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
135	کلرواستون Chloroacetone	92/53	-	C 1 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم	پوست
136	2-کلرواستوفنون 2-Chloroaceto phenone	154/59	0/05 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست	A4
137	کلرواستیل کلراید Chloroacetyl chloride	112/95	0/05 ppm	0/15 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی	پوست
138	کلرو بنزن Chlorobenzene	112/56	10 ppm	-	آسیب های کبدی	BEI؛ A3
139	ارنو کلرو بنزیدین مالونونیتریل o-Chlorobenzylidene malononitrile	188/61	-	C0/05 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ حساسیت پوستی	پوست A4
140	کلرو برمومتان Chlorobromomethane	129/39	200 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی	-
141	کلرو دی فلورومتان Chlorodifluoromethane	76/47	1000 ppm	-	اختلال سیستم مرکزی؛ خفگی حساسیت قلبی	A4
142	کلرو دی فیل (42% کلر) Chlorodiphenyl (42% chlorine)	266/50	1 mg/m ³	-	آسیب کبدی تحریک چشمی کلرانس	پوست
143	کلرو دی فیل (54% کلر) Chlorodiphenyl (54% chlorine)	328/40	0/5 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کبدی؛ جوش آکنه مانند	پوست؛ A3
144	کلروفرم Chloroform	119/38	10 ppm	-	آسیب کبدی؛ آسیبهای جنینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی	A3
145	بیس (کلرومتیل) اتر bis (Chloromethy) ether	114/46	0/001 ppm	-	سرطان ریه	A1
146	کلرو متیل متیل اتر Chloromethyl methyl ether	80/50	-	-	سرطان ریه	A2
147	1-کلرو-1-نیتروپروپان 1-Chloro-1-nitropropane	123/54	2 ppm	-	سوزش چشم؛ آسیب ریوی	-
148	1-کلرو-4-نیتروبنزن 1-Chloro-4-nitrobenzene	157/55	1 mg/m ³	2 mg/m ³	-	پوست
149	کلرو پنتا فلورو اتان Chloropenta fluoroethane	154/47	1000 ppm	-	حساسیت قلبی	-

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
150	کلروپیکرین Chloropicrin	146/39	-	0/1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریوی
151	1-کلرو-2-پروپانول و 2-کلرو-1-پروپانول 1-Chloro-2-propanol & 2-Chloro-1-propanol	94/54	-	1 ppm	پوست؛ A4	آسیب کبدی
152	بنا-کلروپرن B-Chloroprene	88/54	-	10 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
153	2-کلروپروپانینک اسید 2-Chloropropionic acid	108/53	-	0/1 ppm	پوست	آسیب سیستم تولید مثل مردان
154	ارتوکلرو استایرن o-Chlorostyrene	138/60	75 ppm	50 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی
155	ارتوکلرو تولوئن o-Chlorotoluene	126/59	-	50 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
156	کلروپیریفوس Chlorpyrifos	350/57	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ BEIA	بازدارنده آنزیم کولین استراز
157	کرومات حاصل از فرآوری سنگ معدنی کرومیت Chromite ore processing (Chromate), as Cr	-	-	0/05 mg/m ³	A1	سرطان ریه
158	کروم و ترکیبات معدنی آن Chromium & inorganic compounds, as Cr	متفاوت	-	0/5 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
158	ترکیبات فلزی و کروم سه ظرفیتی Metal and Cr III compounds	متفاوت	-	0/05 mg/m ³	A1؛ BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سرطان
	ترکیبات کروم شش ظرفیتی محلول در آب Water-soluble Cr VI compounds	متفاوت	-	0/01 mg/m ³	A1	سرطان ریه
	ترکیبات کروم شش ظرفیتی نامحلول در آب Insoluble Cr VI compounds	متفاوت	-	0/025 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی
159	کلرید کرومیل	154/92	-	0/025 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
	Chromyl chloride				تنفسی و پوست
160	کرایزن Chrysene	228/30	-		سرطان
161	سیترال Citral	152/24	-	5 ppm (IVF)	اثر روی وزن بدن؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
162	کلوپیدال Clopidol	192/06	-	10 mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
163	غبار ذغال سنگ Coal dust آنتراسیت (Anthracite) بیتومینوس (Bituminous)	-	-	0/4 mg/m ³ (R) 0/9 mg/m ³ (R)	سرطان و فیروز ریه سرطان و فیروز ریه
164	مواد فرار قیر قطران ذغال سنگ به صورت آئروسول محلول در بنزن Coal tar pitch volatiles as benzene soluble aerosol	-	-	0/2 mg/m ³	سرطان
165	کیالت و ترکیبات معدنی آن Cobalt and inorganic Compounds; as Co	58/93 متفاوت	-	0/02 mg/m ³	آسم؛ عملکرد ریوی اثرات میوکاردیال
166	کربونیل کیالت Cobalt carbonyl, as Co	341/94	-	0/1 mg/m ³	آسیب ریوی آسیب طحال
167	هیدروکربونیل کیالت Cobalt hydrocarbonyl, as Co	171/98	-	0/1 mg/m ³	آسیب ریوی ادم ریوی
168	مس Copper دمه Fume غبار و میست ها Dust and mist as Cu	63/55	-	0/2 mg/m ³ 1 mg/m ³	محرک؛ اثرات گوارشی؛ تب دمه فلزی
169	غبار پنبه خام Cotton dust, raw, untreated	-	-	0/1 mg/m ³ (T)	برونشیت؛ بیسنوزیس؛ عملکرد ریوی
170	کومافوس Coumaphos	362/8	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
171	همه ایزومرهای کروزول Cresol, all isomers	108/14	-	20 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
172	کروتون آلدهید Crotonaldehyde	70/09	C0/3 ppm	-	پوست؛ A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
173	کروفومات Crufomate	291/71	-	5 mg/m ³	BEIA؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
174	کومن Cumene	120/19	-	50 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
175	سیانامید Cyanamide	42/04	-	2 mg/m ³	-	تحریک چشمی و پوستی
176	سیانوژن Cyanogen	52/04	-	10 ppm	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم
177	کلرید سیانوژن Cyanogen Chloride	61/48	C0/3 ppm	-	-	ادم ریوی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
178	سیکلو هگزان Cyclohexane	84/16	-	100 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
179	سیکلو هگزانول Cyclohexanol	100/16	-	50 ppm	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و چشم
180	سیکلو هگزانون Cyclohexanone	98/14	50 ppm	20 ppm	پوست؛ A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
181	سیکلو هگزن Cyclohexene	82/14	-	300 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
182	سیکلو هگزیل آمین Cyclohexylamine	99/17	-	10 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
183	سیکلونیت Cyclonite	222/26	-	0/5 mg/m ³	پوست؛ A4	آسیب کبدی
184	سیکلو پنتادین Cyclopentadiene	66/10	-	75 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
185	سیکلو پنتان Cyclopentane	70/13	-	600 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
					اختلال سیستم اعصاب مرکزی	
186	سی هگزاتین Cyhexatin	385/16	-	5 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تاثیر روی وزن بدن؛ اثرات کلیوی
187	2-4 دی کلرو فلوئو کسی استیک اسید (2,4-D)	224/04	-	10mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
188	دیت Dichlorodiphenyl trichloro ethane	354/50	-	1mg/m ³	A3	اثرات کبدی
189	دکابوران Decaborane	122/31	0/15 ppm	0/05 ppm	پوست	تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ کاهش قوه ادراکی
190	دمتون Demeton	258/34	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ BEI _A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
191	دمتون -اس- متیل Demeton-S-methyl	230/3	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ BEI _A A4 حساسیت	بازدارنده آنزیم کولین استراز
192	الکل دی استون Diacetone alcohol	116/16	-	50 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
193	دiazinon	304/36	-	0/01 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
194	دiazomethane	42/40	-	0/2 ppm	A2	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
195	دی بوران Diborane	27/69	-	0/1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سردرد
196	2-ان-دی بوتیل آمینو اتانول 2-N-Dibutylamino ethanol	173/29	-	0/5 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
198	دی بوتیل فسفات Dibutyl phosphate	210/21	-	5 mg/m ³ (IVF)	پوست	ممانه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
199	دی بوتیل فنیل فسفات Dibutyl phenyl phosphate	286/26	-	0/3 Ppm	پوست	بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
200	دی بوتیل فتالات	278/34	-	5 mg/m ³	-	آسیب بیضه؛ تحریک

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
	Dibutyl phthalate					قسمت فوقانی تنفسی و چشم
201	اسید دی کلرواستیک Dichloroacetic acid	128/95	-	0/5 ppm	پوست؛ A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب بیضه
202	دی کلرو استیلن Dichloroacetylene	94/93	C0/1 ppm	-	A3	تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب محیطی
203	ارتو دی کلرو بنزن o-Dichlorobenzene	147/01	50 ppm	25 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی
204	پارا دی کلرو بنزن p-Dichlorobenzene	147/01	-	10 ppm	A3	تحریک و سوزش چشم و آسیب کلیوی
205	3و3- دی کلرو بنزیدین 3,3-Dichloro benzidine	253/13	-		پوست؛ A3	سرطان مثانه و تحریک چشم
206	1و4- دی کلرو - 2- بوتن 1,4-Dichloro-2-butene	124/99	-	0/005 ppm	پوست؛ A2	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
207	دی کلرو دی فلوئورو متان Dichlorodifluoro methane	120/91	-	1000 ppm	A4	حساسیت های قلبی
208	1و3و5- دی کلرو - 5- متیل هیدانتوئین 1,3-Dichloro-5,5-dimethyl hydantoin	197/03	0/4 mg/m ³	0/2 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
209	1و1- دی کلرو اتان 1,1- Dichloroethane	98/97	-	100 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کلیوی و کبدی
210	1و2- دی کلرو اتیلن؛ همه ایزومرها 1,2-Dichloro ethylene	96/95	-	200 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی سوزش چشم
211	دی کلرو اتیل اتر Dichloroethyl ether	143/02	10 ppm	5 ppm	پوست؛ A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
212	دی کلرو فلوئورو متان Dichloromonofluoro methane	102/92	-	10 ppm	-	آسیب کبدی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
213	دی کلرو متان Dichloromethane	84/93	-	50 ppm	کربوکسی هموگلوبینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
214	1و1- دی کلرو - 1- نیترو اتان 1,1- Dichloro-1-nitroethane	143/96	-	2 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
215	1و3- دی کلرو پروپین propene 1,3- Dichloro	110/98	-	1 ppm	آسیب های کلیوی
216	2و2- دی کلرو پروپانیک اسید 2,2- Dichloro propionic acid	142/97	-	5 mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
217	دی کلرو تترا فلوئورو اتان Dichlorotetrafluoro ethane	170/93	-	1000 ppm	تأثیر بر عملکرد ریوی
218	دی کلرو وس Dichlorvos	220/98	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
219	دی کرو توفوس Dicrotophos	237/21	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	بازدارنده آنزیم کولین استراز
220	دی سیکلو پنتادین Dicyclopentadiene	132/21	-	5 ppm	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
221	دی سیکلو پنتادیل آهن Dicyclopentadienyl iron	186/03	-	10mg/m ³	آسیب کبدی
222	دیلیدرین Dieldrin	380/93	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	آسیب کبدی؛ اثرات سیستم تولید مثل؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
223	سوخت دیزل بصورت هیدروکربن های کل Diesel fuel as total Hydrocarbons	متفاوت	-	100 mg/m ³ (IVF)	درماتیت
224	دی اتانول آمین Diethanolamine	105/14	-	1 mg/m ³ (IVF)	آسیب کبدی و کلیوی
225	دی اتیل آمین Diethylamine	73/14	15 ppm	5 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
226	2- دی اتیل آمینو اتانول 2-diethylamino ethanol	117/19	-	2 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی
227	دی اتیلن تری آمین Diethylene triamine	103/17	-	1 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
228	دی (2- اتیل هگزیل) فتالات Di(2- ethylhexyl) phthalate	390/54	-	5 mg/m ³	A3	تحریک قسمت تحتانی تنفسی
229	دی اتیل کتون	86/13	300 ppm	200 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
230	دی اتیل فتالات Diethyl phthalate	222/23	-	5 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
231	دی اتیل سولفات Diethyl sulphate	154/18	-	0/05 ppm	A2	سرطان زائی، سوزش پوست
232	دی فلوئورید برمو متان	209/83	-	100 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی
233	دی ایزو دسیل فتالات Diisodecyl phthalate	446/66	-	5 mg/m ³	-	
234	دی ایزو نونیل فتالات Diisononyl phthalate	418/61	-	5 mg/m ³	-	
235	دی گلاسیدیل اتر Diglycidyl ether	130/14	-	0/01 ppm	A4	تحریک و سوزش پوست و چشم؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان
236	دی ایزو بوتیل کتون Diisobutyl ketone	142/23	-	25 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
237	دی ایزو پروپیل آمین Diisopropylamine	101/19	-	5 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
238	ان؛ ان - دی متیل استامید N,N-Dimethyl acetamide	87/12	-	10 ppm	پوست؛ A4 BEI	آسیب کبدی و آسیب جنینی
239	دی متیل آمین Dimethylamine	45/08	15 ppm	5 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
240	بیس (2-دی متیل آمین و اتیل) اتر؛ DMAEE Bis (2-Dimethyl aminoethyl) ether	160/26	0/05 ppm	0/15 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
241	دی متیل آنیلین Dimethylaniline	121/18	5 ppm	15 ppm	پوست؛ A4 BEIM	مت هموگلوبینی
242	دی متیل کاربامیل کلراید Dimethyl carbamoyl chloride	107/54	0/005 ppm	-	پوست؛ A2	سرطان بینی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
243	دی متیل دی سولفید Dimethyl disulfide	94/2	0/5 ppm	-	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
244	دی اتیل اتوکسی سیلان Diethylethoxysilane	104/20	0/5 ppm	1/5 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سردرد
245	دی متیل فرمامید Dimethylformamide	73/09	10 ppm	-	پوست؛ A4 BEI	آسیب کبدی
246	1و1- دی متیل هیدرازین 1,1-Dimethyl hydrazine	60/12	0/01 ppm	-	پوست؛ A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرطان بینی
247	دی متیل فتالات Dimethylphthalate	194/19	5 mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
248	دی متیل سولفات Dimethyl sulfate	126/10	0/1 ppm	-	پوست؛ A3	سوزش پوست و چشم
249	دی متیل سولفید Dimethyl sulfide	62/14	10 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
250	کلیه ایزومرهای دی نیترو بنزن Dinitrobenzene, all isomers	168/11	0/15 ppm	-	پوست	مت هموگلوبینی آسیب چشم
251	دی نیترو - ارتو - کروزول Dinitro-o-cresol	198/13	0/2 mg/m ³	-	پوست	متابولیسم پایه
252	3و5- دی نیترو - ارتو - تولوئن 3,5-Dinitro-o-toluamide	225/16	1 mg/m ³	-	A4	آسیب کبدی
253	دی نیترو تولوئن Dinitrotoluene	182/15	0/2 mg/m ³	-	پوست؛ A3	اختلالات قلبی؛ اثرات سیستم تولید مثل
254	1و4- دی اکسان 1,4-Dioxane	88/10	20 ppm	-	پوست؛ A3	آسیب کبدی
255	دی اکساتیون Dioxathion	456/54	0/1mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
256	1,3-دی اکسولان 1,3-Dioxolane	74/08	-	20 ppm	-	اثرات خونی
257	دی فنیل آمین Diphenylamine	169/12	-	10mg/m ³	A4	آسیب کبدی و کلیوی؛ اثرات خونی
258	پنتا اکسید دی فسفر Diphosphorus pentoxide	141/95	2 mg/m ³	1 mg/m ³	-	-
259	دی پروپیل کتون Dipropyl ketone	114/80	-	50 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
260	دی کوات Diquat	متفاوت	-	0/5 mg/m ³	پوست؛ A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید
				0/1mg/m ³ (R)	پوست؛ A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مروارید
261	دی سولفیرام Disulfiram	296/54	-	2 mg/m ³	A4	اتساع عروق؛ تهوع
262	دی سولفتون Disulfoton	274/38	-	0/05mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
263	دیورون Diuron	233/10	-	10 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
264	دی وینیل بنزن Divinybenzene	130/19	-	10 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
265	دودسیل مرکاپتان Dodecyl mercaptan	202/04	-	0/1 ppm	حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
266	اندو سولفان Endosulfan	406/95	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی و آسیب کبدی و کلیوی
267	اندترین Endrin	380/93	-	0/1 mg/m ³	پوست؛ A4	آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی و سردرد
268	انفلوران Enflurane	184/50	-	75 ppm	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و اختلالات قلبی
269	اپی کلروهیدرین Epichlorohydrin	92/53	-	0/5 ppm	پوست؛ A4	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
						تنفسی؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان
270	EPN (فلوتولانیل)	323/31	0/1mg/m ³	-	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
271	اتان Ethane					مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)
272	اتانول Ethanol	46/07	-	1000 ppm	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
273	اتانول آمین Ethanamine	61/08	3 ppm	6 ppm	-	تحریک و سوزش پوست و چشم
274	اتیون Ethion	384/48	0/05 mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
275	2- اتیل هگزیل کلروفرمات 2-Ethylhexyl chloroformate	192/7	1 ppm	-	-	-
276	2- اتوکسی اتیل استات 2-Ethoxyethyl acetate	90/12	5 ppm	-	پوست EBI	آسیب سیستم تولید مثل در مردان؛ آسیب جنینی
277	2- اتوکسی اتیل استات 2-Ethoxyethyl acetate	132/16	5 ppm	-	پوست EBI	آسیب سیستم تولید مثل مردان
278	اتیل استات Ethyl acetate	88/10	400 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
279	اتیل آکریلات Ethyl acrylate	100/11	5 ppm	15 ppm	A4	تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ حساسیت پوستی
280	اتیل آمین Ethyl amine	45/08	5 ppm	15 ppm	پوست	تحریک و سوزش پوست و چشم؛ آسیب چشمی
281	اتیل آمیل کتون Ethyl amyl ketone	128/21	10 ppm	-	-	ایجاد سمیت اعصاب
282	اتیل بنزن Ethyl benzene	106/16	20 ppm	-	A3 BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب کلیوی (نفروپاتی)؛ اختلال بخش حلازونی گوش میانی
283	اتیل بروماید	108/98	5 ppm	-	پوست؛	آسیب کبدی و اختلال

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان آلودگی	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
	Ethyl bromide				A3	سیستم اعصاب مرکزی
284	اتیل ترت- بوتیل اتر Ethyl tert-butyl ether(ETBE)	102/18	-	5 ppm	(-)	(واکنش ریوی و آسیب بیضه)
285	اتیل بوتیل کتون Ethyl butyl ketone	114/19	75 ppm	50 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش پوست و چشم
286	اتیل کلراید Ethyl chloride	64/52	-	100 ppm	پوست؛ A3	آسیب کبدی
287	اتیل کلروفرمات Ethyl chloroformate	108/52	-	1 ppm	-	
288	اتیل سیانوآکریلات Ethyl cyanoacrylate	125/12	-	0/2 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
289	اتیلن Ethylene	28/05	-	200 ppm	A4	خفگی
290	اتیلن کلروهیدرین Ethylene chlorohydrin	80/52	C 1 ppm	-	پوست؛ A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
291	اتیلن دی آمین Ethylen diamine	60/10	-	10 ppm	پوست؛ A4	-
292	اتیلن دی بروماید Ethylene dibromide	187/88	-	0/5 ppm	پوست؛ A3	-
293	اتیلن دی کلرید Ethylene dichloride	98/96	-	10 ppm	A4	آسیب کبدی؛ تهوع
294	اتیلن گلیکول Ethylene glycol	62/07	C 100 mg/m ³ (H)	-	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
295	اتیلن گلیکول دینتریت Ethylene glycol dinitrate	152/06	-	0/05 ppm	پوست	اتساع عروق و سردرد
296	اتیلن اکساید Ethylene oxide	44/05	-	1 ppm	A2	سرطان؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
297	اتیلن ایمین Ethylen imine	43/08	0/1 ppm	0/05 ppm	پوست؛ A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی
298	اتیل اتر Ethyl ether	74/12	500 ppm	400 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی تحریک قسمت

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان آلودگی	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
						فوقانی تنفسی
299	اتیل فرمات Ethyl formate	74/08		100 ppm	(-)	(تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم)
300	2- اتیل هگزانوئیک اسید 2-Ethylhexanoic acid	144/24		5 mg/m ³ (IVF)	-	اثرات ناقص الخلقه زایی
301	اتیلیدن نوربورنن Ethylidene norbornene	120/19		-	C 5 ppm	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
302	اتیل مرکاپتان Ethyl mercaptan	62/13		0/5 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
303	اتیل مورفولین نرمال N-Ethylmorpholine	115/18		5 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی
304	اتیل سیلیکات یا تترا اتوکسی سیلان Ethyl silicate	208/30		10 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ آسیب کلیوی
305	فنایمیفوس Fenimiphos	303/40		0/05mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز پوست؛ A4
306	فن سولفوتیان Fensulfothian	308/35		0/01 mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز پوست؛ A4
307	فنیتراتیون Fenitrothion	277/23		1 ppm	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز پوست
308	فنوبوکارب Fenobucarb	207/27		5 ppm	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز پوست
309	فنتیون Fenthion	278/34		0/05 mg/m ³ (IVF)	-	بازدارنده آنزیم کولین استراز پوست؛ A4
310	فربام Ferbam	416/50		5 mg/m ³	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی تأثیر روی وزن بدن آسیب طحال A4
311	غبار فرو وانادیوم Ferrovanadium dust	-		1 mg/m ³	3 mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم
312	غبار آرد Flour dust	-		0/5mg/m ³	-	آسم؛ برونشیت حساسیت تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
					تنفسی	
313	فلوئوریدها Fluorides, as F	متفاوت	-	2/5 mg/m ³	A4 BEI	آسیب استخوانی فلوئوروزیس
314	فلوئور Fluorine	38	2 ppm	1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم و پوست
315	فونوفوس Fonofos	246/32	-	0/01 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
316	فرم آلدئید Formaldehyde	30/03	C0/3 ppm	-	A2 حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم
317	فرمامید Formamide	45/04	-	10 ppm	پوست	تحریک چشم و پوست و آسیب کبدی و کلیوی
318	اسید فرمیک Formic acid	46/02	10 ppm	5 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست
319	فتالید Fthalide	271/91	-	10 mg/m ³	-	
320	فورفورال Furfural	96/08	-	2 ppm	پوست؛ A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
321	فورفوریل الکل Furfuryl alcohol	98/10	15 ppm	10 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم
322	گالیم آرسنید Gallium arsenide	144/64	-	0/0003 mg/m ³ (R)	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
323	بنزین Gasoline	-	500 ppm	300 ppm	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
324	تتراهیدرید ژرمانیوم Germanium tetrahydride	76/63	-	0/2 ppm	-	اثرات خونی
325	گلو تار آلدئید فعال و غیر فعال Glutaraldehyde, activated and inactivated	100/11	C0/05ppm	-	A4 حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
326	مست گلیسرین Glycerin mist	92/09	-	10 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
327	گلیسیدول	74/08	-	2 ppm	A3	تحریک قسمت فوقانی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
					تنفسی؛ چشم و پوست	
328	Glycidol گلائی اکترال Glyoxal گردغبار غلات	58/04	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	A4 حساسیت	متاپلازی حنجره
329	(جو دو سر؛ گندم) Grain dust (oat, wheat, barley) گرافیت (همه اشکال جز فیبر گرافیت)	نامشخص	-	4 mg/m ³	-	برونشیت؛ اثرات ریوی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی
330	Graphite (all forms except graphite fibres)	-	-	2 mg/m ³ (R)	-	پنوموکونیوزیس
331	هافنیم و ترکیبات آن Hafnium and compounds, as Hf	178/49	-	0/5 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی
332	هالوتان Halothane	187/39	-	50 ppm	A4	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اتساع عروق
333	هلیوم Helium	4	خفگی آور ساده (D)			خفگی
334	هپتاکلرو هپتاکلر اپوکسید Heptachlor and Heptachlor epoxide	373/32 389/40	-	0/05 mg/m ³	پوست؛ A3	آسیب کبدی
335	کلیه ایزومرهای هپتان Haptane, all isomers	100/20	500 ppm	400 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی
336	هگزوکلرو بنزن Hexachlorobenzene	274/78	-	0/002 mg/m ³	پوست؛ A3	اثرات پورفیرین؛ آسیب پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
337	هگزا کلرو بوتادین Hexachlorobutadiene	260/76	-	0/02 ppm	پوست؛ A3	آسیب کلیوی
338	هگزا کلرو سیکلو پنتادین Hexachlorocyclopentadiene	272/75	-	0/01 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
339	هگزا کلرو اتان Hexachloroethane	236/74	-	1 ppm	پوست؛ A3	آسیب کلیوی و کبدی
340	هگزا کلرو نفتالن	334/74	-	0/2 mg/m ³	پوست	آسیب کبدی و

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقدها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
	Hexachloro naphthalene					جوشهای شبه آکنه
341	هگزا فلوئورو استون Hexafluoroacetone	166/02	-	0/1 ppm	-	آسیب بیضه؛ آسیب کلیوی
342	هگزا فلوئورو پروپیلن Hexafluoropropylene	150/02	-	0/1 ppm	-	آسیب کلیوی
343	هگزا هیدروفتالیک انیدرید؛ کلیه ایزومرها Hexahydrophthalic anhydride, all isomers	154/17	C 0/005 mg/m ³ (IVF)	-	حساسیت	حساسیت؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم
344	هگزا متیلن دی ایزوسیانات Hexamethylene diisocyanate	168/22	-	0/005 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ حساسیت سیستم تولید مثل
345	هگزا متیل فسفرآمید Hexamethyl phosphoramidate	179/20	-	-	پوست؛ A3	سرطان قسمت فوقانی تنفسی
346	هگزان نرمال n-Hexane	86/18	-	50 ppm	پوست BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی عمومی؛ سوزش چشمی
347	کلیه ایزومرهای هگزان بجز هگزان نرمال Hexane, isomer, other than n-Hexane	86/18	1000 ppm	500 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
348	1,6-هگزان دی آمین 1,6-Hexanediamine	116/21	-	0/5 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
349	1-هگزان 1-Hexane	84/16	-	50 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
350	هگزیل استات نوع دوم sec-Hexyl acetate	144/21	-	50 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
351	هگزیلن گلیکول Hexylene glycol	118/17	C 25 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
352	هیدرازین Hydrazine	32/05	-	0/01 ppm	پوست؛ A3	سرطان قسمت فوقانی تنفسی
353	هیدروژن Hydrogen	1/01	خفگی آور ساده (D)			خفگی
354	ترفنیل های هیدروژنه Hydrogenated terphenyls	241/00	-	0/5 ppm	-	آسیب کبدی
355	برومید هیدروژن	80/92	C 2 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی

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

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

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

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

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
409	متومیل Methomyl	162/20	2/5 mg/m ³	-	A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
410	متوکسی کلر Methoxychlor	345/65	10 mg/m ³	-	A4	آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
411	2- متوکسی اتانول 2-Methoxyethanol (EGME)	76/09	0/1 ppm	-	پوست؛ BEI	اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل
412	2- (2- متوکسی اتوکسی) ethanol	120/15	10 ppm	-	پوست	
413	2- متوکسی اتیل استات (EGMEA) 2-Methoxyethyl acetate	118/13	0/1 ppm	-	پوست؛ BEI	اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل
414	2- متوکسی متیل اتوکسی (2-Methoxymethyl ethoxy) propanol	148/20	100 ppm	150 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
415	4- متوکسی فنول 4-Methoxyphenol	124/15	5 mg/m ³	-	-	سوزش چشم؛ آسیب پوست
416	1- متوکسی - 2- پروپانول 1-Methoxy-2-propanol	90/12	100 ppm	150 ppm	-	سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
417	2- متوکسی پروپیل استات 2-Methoxypropyl acetate	132/16	50 ppm	100 ppm	پوست	
418	متیل استات Methyl acetate	74/08	200 ppm	250 ppm	-	سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب عصب چشم
419	متیل استیلن Methyl acetylene	40/07	1000 ppm	-	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
420	مخلوط متیل استیلن پروپادین Methyl acetylene- propadiene mixture	40/07	1000 ppm	1250 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
421	متیل آکریلات Methyl acrylate	86/09	2 ppm	-	پوست؛ A4 حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب چشم
422	متیل آکریلونیتریل Methyl acrylonitrile	67/09	1 ppm	-	پوست؛ A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛

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

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

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
کلیوی						
448	متیل ایزوبوتیل کاربینول Methyl isobutyl carbinol	102/18	25 ppm	40 ppm	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
449	متیل ایزو بوتیل کتون Methyl isobutyl ketone	100/16	20 ppm	75 ppm	A3 BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرگیجه و سردرد
450	متیل ایزوسیانات Methyl isocyanate	57/05	0/02 ppm	-	پوست	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
451	متیل ایزو پروپیل کتون Methyl isopropyl ketone	86/14	20 ppm	-	-	آسیب های جنینی و جنین؛ سمیت جنینی
452	متیل مرکاپتان Methyl mercaptan	48/11	0/5 ppm	-	-	آسیب کبدی
453	متیل مت آکریلات Methyl methacrylate	100/13	50 ppm	100 ppm	پوست؛ A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اثرات روی وزن؛ ادم ریه
454	1- متیل نفتالین و 2- متیل نفتالین 1- Methyl naphthalene and 2-Methyl naphthalene	142/2	0/5 ppm	-	پوست؛ A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب ریه
455	متیل پاراتیون Methyl parathion	263/2	0/02 mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
456	متیل پروپیل کتون Methyl propyl ketone	86/17	-	150 ppm	-	واکنش روی؛ تحریک چشم
457	متیل سیلیکات Methyl silicate	152/22	1 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب چشم
458	آلفا - متیل استایرن یا 2-فنیل پروپن α -Methyl styrene	118/18	10 ppm	-	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب کلیوی؛ آسیب تولیدمثل در زنان
459	متیل وینیل کتون Methyl vinyl ketone	70/10	-	C 0/2 ppm	پوست حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
460	متری بوزین Metribuzin	214/28	5 mg/m ³	-	A4	آسیب کبدی؛ اثرات خونی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
461	موین فوس Mevinphos	224/16	-	0/01 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
462	میکا Mica	-	-	3 mg/m ³ (R)	-	پنوموکنیوزیس
463	روغن معدنی به استثناء سیالات فلزکاری خالص، با تصفیه خوب با تصفیه متوسط و ضعیف Mineral oil excluding metal working fluids : -Pure, highly & severely refined -Poorly & mildly refined	-	-	5 mg/m ³	A4 A2	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
464	مولبدن ترکیبات محلول ترکیبات نامحلول و فلزی Molybdenum, as Mo Soluble compounds Metal and insoluble compounds	95/95	-	0/5 mg/m ³ (R) 10 mg/m ³ 3 mg/m ³ (R)	A3 - -	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
465	اسید مونو کلرو استیک Monochloroacetic acid	94/5	-	0/5 ppm (IVF)	پوست؛ A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
466	مونو کرو توفوس Monocrotophos	223/16	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
467	مورفولین Morpholine	87/12	-	20 ppm	پوست؛ A4	آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
468	نالد Naled	380/79	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4 حساسیت؛ BEI _A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
469	نفتالن Naphthalene	128/19	15 ppm	10 ppm	پوست؛ A4	اثرات خونی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب چشم
470	بتا - نفتیل آمین β-Naphthylamine	143/18	-		A1	سرطان مثانه
471	گاز طبیعی Natural gas					مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
472	لانکس لاستیک طبیعی به عنوان پروتئین های حساسیت زای قابل تنفس Natural rubber latex as inhalable allergenic protein	متفاوت	0/001 mg/m ³	-	پوست حساسیت	حساسیت های سیستم تولید مثل
473	نون Neon	20/18	خفگی آور ساده (D)	خفگی		
474	نیکل Nickel, as Ni عنصر نیکل ترکیبات معدنی محلول ترکیبات معدنی نا محلول ترکیبات گوگرد دار نیکل -Elemental Soluble inorganic compounds -Insoluble inorganic compounds -Nickel subsulfide	58/71 متفاوت متفاوت 240/19	1/5mg/m ³ 0/1mg/m ³ 0/2mg/m ³ 0/1mg/m ³	- - - -	A5 A4 A1 A1	درماتیت؛ پنوموکنیوزیس آسیب ریه؛ سرطان بینی سرطان ریه سرطان ریه
475	نیکل کربونیل Nickel carbonyl	170/73	0/05 ppm	-	-	پنومونیت شیمیایی
476	نیکوتین Nicotine	162/23	0/5 mg/m ³	-	پوست	آسیب گوارشی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اختلالات قلبی عروقی
477	نیتراپایرین Nitrapyrin	230/93	10 mg/m ³	20mg/m ³	A4	آسیب کبدی
478	اسید نیتریک Nitric acid	63/02	2 ppm	4 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ فرسایش دندان
479	اکسید نیتریک Nitric oxide	30/01	25 ppm	-		هیپوکسی؛ سیانوز؛ نیتروز / هموگلوبین؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
480	پارا نیترو آنیلین p-Nitroaniline	138/12	3 mg/m ³	-	پوست؛ A4	مت هموگلوبینی آسیب کبدی؛ سوزش

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	توضیحات
			STEL/C	TWA		
					چشم	
481	نیترو بنزن Nitrobenzene	123/11	-	1 ppm	پوست؛ A3 BEI	مت هموگلوبینی
482	پارا نیترو کلرو بنزن p-Nitrochloro benzene	157/56	-	0/1 ppm	پوست؛ A3	مت هموگلوبینی
483	4-نیترو دی فنیل 4-Nitrodiphenyl	199/20	-		پوست؛ A2	سرطان مثانه
484	نیترو اتان Nitroethane	75/07	-	100 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
485	نیتروژن Nitrogen	14/01	خفگی آور ساده (D)			خفگی
486	دی اکسید نیتروژن Nitrogen dioxide	46/01	5 ppm	3 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی
487	تری فلوئورید نیتروژن Nitrogen trifluoride	71/00	-	10 ppm		مت هموگلوبینی؛ آسیب کبدی و کلیوی
488	نیترو گلیسرین یا نیترو گلیکول Nitroglycerin	277/09	-	0/05 ppm	پوست	اتساع عروق
489	نیترو متان Nitromethane	61/04	-	20 ppm	A3	آسیب نیروئیدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه
490	1-نیترو پروپان 1-Nitropropane	89/09	-	25 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبد
491	2-نیترو پروپان 2-Nitropropane	89/09	-	10 ppm	A3	آسیب کبدی؛ سرطان کبد
492	ان - نیترو سودیم تیل آمین N-Nitrosodimethyl amine	84/08	-		پوست؛ A3	آسیب کبدی؛ سرطان کبدی و کلیوی
493	نیترو تولوئن، کلیه ایزومرها Nitrotoluene, all isomers	137/13		2 ppm	پوست؛ BEI _M	مت هموگلوبینی
494	5-نیترو - ارتو - تولوئیدین	152/16	-	1mg/m ³⁽¹⁾	A3	آسیب کبدی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقشه ایمنی	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
495	اکسید نیتروز Nitrous oxide	44/02	-	50 ppm	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی؛ اثرات جنینی
496	نونان، کلیه ایزومرها Nonane, all isomers	(128/26)	-	200 ppm	-	(اختلال سیستم اعصاب مرکزی)
497	اکتا کلرو نفتالن Octachloro naphthalene	403/74	0/3 mg/m ³	0/1 mg/m ³	پوست	آسیب کبدی
498	اکتان، کلیه ایزومرها Octane, all isomers	114/22	-	300 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
499	تتروکسید اوسمیوم Osmium tetroxide, as Os	254/20	0/0006 ppm	0/0002 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سوزش چشم و پوست
500	اسید اگزالیک Oxalic acid	90/04	2 mg/m ³	1 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
501	پارا، پارا-اگری بیس (بنزن سولفونیل هیدرازید) p,p- Oxybis (benzene sulfonyl hydrazide)	326/00	-	0/1mg/m ³	-	اثرات ناقص الخلقه زایی
502	دی فلورید اکسیژن Oxygen difluoride	45	C 0/05 ppm	-	-	سردرد؛ ادم ریه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
503	اوزون Ozone	48	-	0/05 ppm	A4	عملکرد واکنشی ریوی
	کار سنگین Heavy work			0/08 ppm	A4	
	کار متوسط Moderate work			0/1 ppm	A4	
	کار سبک Light work			0/2 ppm	A4	
504	پارا استامول Paracetamol	151/17	-	10mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع
505	دمه واکس پارافین Paraffin wax fume	-	-	2 mg/m ³	-	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان تعیین حد مجاز مواجهه	نوع مواجهه
			STEL/C	TWA		
506	پاراکوآت بصورت کاتیون Paraquat, as cation	257/18	-	0/5 mg/m ³ 0/1 mg/m ³ (R)	-	آسیب ریوی
507	پاراتیون Parathion	291/27	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
508	ذرات (نامحلول یا کم محلول) که در جای دیگر مشخص نشده‌اند Particles (insoluble or poorly soluble) not otherwise specified					ضمیمه ب را مشاهده کنید
509	پنتا بوران Pentaborane	63/17	0/015 PPM	0/005 ppm	-	تشنج و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
510	پنتا کلرو نفتالین Pentachloronaphthalene	300/40	-	0/5 mg/m ³	پوست	آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه
511	پنتا کلرو نیترو بنزن Pentachloronitrobenzene	295/36	-	0/5 mg/m ³	A4	آسیب کبدی
512	پنتا کلرو فنول Pentachlorophenol	266/35	-	0/5 mg/m ³	پوست؛ A3 BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی
513	پنتا آریتریول Pentaerythriol	136/15	-	10 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
514	پنتان، کلیه ایزومرها Pentane, all isomers	72/15	-	600 ppm	-	نوروباتی (آسیب اعصاب) محیطی
515	پنتان دی ان 2-4 2,4-pentanedione	100/12	-	25 ppm	پوست	سمیت اعصاب و اختلال سیستم اعصاب مرکزی
516	پنتیل استات، کلیه ایزومرها Pentyl acetate, all isomers	130/20	100 ppm	50 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
517	پر کلرو متیل مرکاپتان Perchloromethyl mercaptan	185/87	-	0/1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
518	فلوئورید پر کلریل Perchloryl fluoride	102/46	6 ppm	3 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحتانی؛ مت هموگلوبینی؛ فلوئوریزس

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقشه‌ها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
519	اسید پرفلوروئیک Perfluorooctanoic acid	414/07	-	0/005 mg/m ³	-	-
520	پرفلورو بوتیل اتیلن Perfluorobutyl ethylene	246/1	-	100 ppm	-	اثرات خونی
521	پرفلورو ایزو بوتیلن Perfluoroisobutylene	200/04	C 0/01 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات خونی
522	پرسولفات ها بصورت پرسولفات Persulfates, as Persulfate	متفاوت	-	0/1 mg/m ³	-	تحریک پوست
523	فنول Phenol	97/11	-	5 ppm	پوست؛ A4 BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
524	فنتیازین Phenothiazine	199/26	-	5 mg/m ³	پوست	تحریک پوستی و گیرنده های نوری چشمی
525	ان - فنیل - بتا - نفتیل آمین N-Phenyl-beta-naphthylamine	219/29	-	-	A4	سرطان
526	ارتو فنیلین دی آمین o-Phenylene diamine	108/05	-	0/1 mg/m ³	A3	کم خونی
527	متا فنیلین دی آمین m-Phenylene diamine	108/05	-	0/1 mg/m ³	A4	آسیب کبدی و تحریک پوستی
528	پارا فنیلین دی آمین p-Phenylene diamine	108/05	-	0/1 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و حساسیت پوستی
529	فنیل اتر، بخار Phenyl ether, Vapor	170/20	2 ppm	1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع
530	فنیل گلیسیدیل اتر Phenyl glycidyl ether	150/17	-	0/1ppm	پوست؛ A3 حساسیت	آسیب بیضه
532	فنیل مرکاپتان Phenyl mercaptan	110/18	-	0/1ppm	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک چشم و پوست
533	فنیل فسفین Phenylphosphine	110/10	C 0/05ppm	-	-	درماتیت؛ اثر روی خون و بیضه
534	فورات Phorate	260/40	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		اقدامات	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
535	فسژن Phosgene	98/92	-	0/1ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ ادم ریه؛ آمفیژم ریه
536	فسفین Phosphine	34/00	1ppm	0/3 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
537	اسید فسفریک Phosphoric acid	98/00	3 mg/m ³	1 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
538	فسفر (زرد) Phosphorus(yellow)	123/92	-	0/1 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی؛ آسیب کبدی
539	اکسی کلرید فسفر یا تری کلرید فسفریل Phosphorus oxychloride	153/35	-	0/1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
540	پنتا کلرید فسفر Phosphorus pentachloride	208/24	-	0/1 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
541	پنتا سولفید فسفر Phosphorus pentasulfide	222/29	3 mg/m ³	1 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
542	تری کلرید فسفر Phosphorus trichloride	137/35	0/5 ppm	0/2 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست
543	اندرید فتالیک Phthalic anhydride	148/11	-	1	A4 حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست
544	متا فتالودی نتریل m-Phthlodinitrile	128/14	-	5 mg/m ³ (IVF)	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست
545	پیکلورام Picloram	241/48	-	10 mg/m ³	A4	آسیب کبدی و کلیوی
546	اسید پیکریک Picric acid	229/11	-	0/1 mg/m ³	-	حساسیت های پوستی؛ درماتیت؛ تحریک چشم
547	پیندون Pindone	230/25	-	0/1 mg/m ³	-	انعقاد
548	پای دی هیدرو کلرید پی پرازین Piperazine dihydrochloride	(159/05)	-	5 mg/m ³	-	سوزش پوست و چشم؛ حساسیت پوستی؛ آسم
549	پپیریدین Piperidine	85/15	پوست	1ppm	-	

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقدها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
550	پلاتین Platinum فلز Metal نمکهای محلول، بصورت پلاتین Soluble salts, as Pt	195/09 متفاوت	-	1 mg/m ³ 0/002 mg/m ³	-	آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
551	پلی وینیل کلراید Polyvinyl chloride (PVC)	متفاوت	-	1 mg/m ³ (R)	A4	پنومو کونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ تغییر عملکرد ریوی
552	سیمان پرتلند Portland cement	-	-	1 mg/m ³ (E,R)	A4	عملکرد ریوی؛ علامت تنفسی؛ آسم
553	هیدروکسید پتاسیم Potassium hydroxide	56/10	C 2 mg/m ³	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)						
554	پروپان Propane					
555	پروپان سولتون Propane sultone	122/14	-		A3	سرطان
556	ان - پروپانول (ان - پروپیل الکل) n- Propanol (n- Propyl alcohol)	60/09	-	100 ppm	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
557	2- پروپانول یا ایزوپروپانول 2-Propanol	60/09	400 ppm	200 ppm	A4 BEI	تحریک قسمت فوقانی تنفس و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
558	الکل پروپارژیل Propargyl alcohol	56/06	-	1 ppm	پوست	تحریک پوست؛ آسیب کبدی و کلیوی
559	بتا - پروپیول استون β-Propiolactone	72/06	-	0/5 ppm	A3	سرطان پوست؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
560	پروپیون آلدهید Propionaldehyde	58/1	-	20 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
562	اسید پروپوینیک Propionic acid	84/08	-	10 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
563	پروپوکسور	209/24	-	0/5 mg/m ³	A3	بازدارنده آنزیم کولین

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
	Propoxur				استراز
564	پروپرانول آل Propranolol	259/34	6 mg/m ³	2 mg/m ³	BEI _A
565	ان - پروپیل استات n-Propyl acetate	102/13	250 ppm	200 ppm	-
566	پروپیلن Propylene	42/08	-	500 ppm	A4
567	پروپیلن دی کلرید Propylene dichloride	112/99	-	10 ppm	A4 حساسیت
568	پروپیلن گلیکول دی نترات Propylene glycol dinitrate	166/09	-	0/05 ppm	پوست
569	اکسید پروپیلن Propylene oxide	58/08	-	2 ppm	A4 حساسیت
570	پروپیلن ایمین Propylene imine	57/09	0/4 ppm	0/2 ppm	پوست؛ A3
571	ان - پروپیل نترات n-Propyl nitrate	105/09	40 ppm	25 ppm	تهوع؛ سردرد
572	پیرتروم Pyrethrum	345 (میانگین)	-	5 mg/m ³	A4
573	پیریدین Pyridine	79/10	-	1 ppm	A3
574	پیریدافنتیون Pyridaphenthion	340/33	-	0/2 mg/m ³	-
575	کینون Quinone	108/09	-	0/1 ppm	-
576	رزورسینول Resorcinol	110/11	20 ppm	10 ppm	A4
577	رودیوم Rhodium	102/91	-	1 mg/m ³	فلزات؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	ترکیبات نامحلول و فلزی Metal and insoluble compounds	متفاوت	-		نامحلول ها؛ تحریک قسمت تنفسی تحتانی؛ آسم
	ترکیبات محلول Soluble compounds	متفاوت	-	0/01 mg/m ³	
578	رونل Ronnell	321/57	-	5 mg/m ³ (IVF)	A4
					بازدارنده آنزیم کولین استراز

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقشه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
579	آلاینده های حاصل از تجزیه حرارتی روزین در زمان لحیم کاری (کولوفونی) Rosin core solder thermal decomposition Products colophony)	NA	-	-	حساسیت	حساسیت پوستی درماتیت؛ آسم
580	روتونون (تجاری) Rotenone (commercial)	391/41	-	5 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
581	سلنیم و ترکیبات آن بصورت سلنیم Selenium and compounds	78/96	-	0/2 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
582	هگزا فلوراید سلنیم Selenium hexafluoride, as Se	192/96	-	0/05 ppm	-	ادم ریوی
583	سزون Sesone	304/31	-	10 mg/m ³	A3	تحریک سیستم گوارشی
584	سلیس؛ کریستالی، آلفا کوارتز و کریستوبالیت Silica, Crystalline-α-Quartz and cristobalite	60/09	-	0/025 mg/m ³ (R)	A2	فیروز و سرطان ریه
585	سلیس بی شکل Silica amorphous	60/09	-	2/4 mg/m ³ (R) 6 mg/m ³	-	-
586	کاربید سیلیکون Silicon carbide غیر الیافی Non-fibrous الیافی (شامل الیاف سیلی شکل) Fibrous	40/10	-	10 mg/m ³ (I,E) 3 mg/m ³ (R,E) 0/1 f/cc (F)	- - A2	تحریک قسمت فوقانی تنفسی تحریک قسمت فوقانی تنفسی مزوتلومیایا؛ سرطان
587	تترا هیدرید سیلیکون Silicon tetrahydride	32/12	-	5 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست
588	نقره Silver فلزی، غبار و دمه Metal, dust & fume ترکیبات محلول، بصورت نقره Soluble compounds as Ag	107/87 متفاوت	-	0/1 mg/m ³ 0/01 mg/m ³	- -	آرژیری (تجمع رنگدانه ها در بافتها)

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
589	آزید سدیم بصورت آزید سدیم As Sodium azide بصورت بخار اسید هیدرا زوئیک As Hydrozoic acid vapour	65/02	0/29mg/m ³ C	- -	اختلال قلبی و آسیب ریوی A4 A4
			C 0/11ppm		
590	بی سولفیت سدیم Sodium bisulfate	104/07	-	5 mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم A4
591	فلوئورو استات سدیم Sodium fluoroacetate	100/02	-	0/05 mg/m ³	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی؛ تهوع پوست
592	هیدروکسید سدیم Sodium hydroxide	40/01	C 2 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست -
593	متا بی سولفیت سدیم Sodium metabisulfite	190/13	-	5 mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی A4
594	نشاسته Starch	-	-	10 mg/m ³	درماتیت A4
595	استنارات ها Stearates	متفاوت	-	10 mg/m ³	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست A4
596	حلال استودارد Stoddard solvent	140/00	-	100 ppm	تحریک پوست و چشم؛ آسیب کلیوی؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی -
597	کرومات استرونیوم Strontium chromate, as Cr	203/60	-	0/0005 mg/m ³	سرطان A2
598	استرکنین Strychnine	334/40	-	0/15 mg/m ³	اختلال سیستم اعصاب مرکزی -
599	مونومر استایرن Styrene, monomer	104/16	40ppm BEI	20 ppm	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروباتی محیطی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی A4 BEI
600	سوبتیلیزین ها بصورت آنزیم فعال بلوری Subtilisins as crystalline active enzyme	-	C 0/00006 mg/m ³	-	آسم؛ تحریک قسمت تحتانی و فوقانی تنفسی -
601	سوکروز	342/30	-	10 mg/m ³	فرسایش دندان A4

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
602	Sucrose متیل سولفو متورون Sulfometuron methyl	364/38	-	5 mg/m ³	A4	اثرات خونی
603	سولفو تپ Sulfotep(TEDP)	322/30	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
604	دی اکسید سولفور Sulfur dioxide	64/07	2 ppm	-	A4	واکنش ریوی؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی
605	هگزا فلورید گوگرد Sulfur hexafluoride	146/07	-	1000 ppm	-	خفگی
606	اسید سولفوریک Sulfuric acid	98/08	-	0/2 mg/m ³ (T)	A2 (M)	واکنش ریوی
607	سولفور مونوکلرید Sulfur monochloride	135/03	C 1 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست
608	پنتا فلورید گوگرد Sulfur pentafluoride	254/11	C 0/01 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه
609	تترا فلورید گوگرد Sulfur tetrafluoride	108/07	C 0/1 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب ریه
610	سولفوریل فلورید Sulfuryl fluoride	102/07	10 ppm	5 ppm	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
611	سولپروفوس Sulprofos	322/43	-	0/1 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
612	الیاف های شیشه مصنوعی فایبر گلاس رشته ای پیوسته (Synthetic vitreous fibers)	-	-	1 f/cc ^(F) 5 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	الیاف پشم شیشه (Glass Wool fibers)	-	-	1 f/cc ^(F)	A4 A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
	الیاف پشم سنگ (Rock wool fibers)	-	-	1 f/cc ^(F)	A3	
	الیاف پشم سرباره (Slag wool fibers)	-	-	1 f/cc ^(F)	A3	
	فایبر گلاسهای خاص (Special purpose glass fibers)	-	-	1 f/cc ^(F)	A3	
		-	-	1 f/cc ^(F)	A3	
	الیاف نسوز سرامیکی	-	-	0/2 f/cc ^(F)	-	فیروز ریه؛ واکنش

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA	
	(Refractory Ceramic fibers)				ریوی
613	2و4-تری کلرو فنو کسی استیک اسید (2,4,5-T) 2,4,5-Trichloro phenoxy acetic acid	255/94	10 mg/m ³	-	A4 اختلال سیستم اعصاب مرکزی
617	تالک Talc فاقد آزبست containing no asbestos fibres دارای آزبست containing asbestos fibres	-	2 mg/m ³ (E,R) حد مجاز آزبست (K)	-	A4 تحریک قسمت فوقانی تنفسی A1
618	تلوریم و ترکیباتش بصورت تلوریم به استثناء تلورید هیدروژن Tellurium and compounds, as Te, excluding hydrogen telluride	127/6	0/1 mg/m ³	-	- بوی بد دهان
619	هگزا فلورید تلوریم Tellurium hexafluoride	241/61	0/02 ppm	-	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی
620	تمفوس Temephos	466/46	1 mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4 بازدارنده آنزیم کولین استراز
621	تربو فوس Terbufos	288/45	0/01mg/m ³ (IVF)	-	پوست؛ A4 بازدارنده آنزیم کولین استراز
622	اسید ترفنثالیك Terephthalic acid	166/13	10 mg/m ³	-	-
623	ترفنیل ها Terphenyls	230/31	-	C 5 mg/m ³	- تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
624	1و1و2و2- تترا بر مواتان 1,1,2,2,-Tetra bromoethane	345/70	0/1 ppm (IVF)	-	- تنفسی و چشم؛ ادم ریه؛ آسیب کبدی
625	1و1و2و2- تترا کلرو و2- فلورو اتان 1,1,1,2,-Tetra chloro- 2,2 difluoroethane	203/83	100 ppm	-	- آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
626	1و1و2و2- تترا کلرو و1و2-	203/83	50ppm	-	- آسیب کبدی و کلیوی؛

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
	فلوئورو اتان 1,1,1,2-Tetra chloro- 1,2 difluoroethane					اختلال سیستم اعصاب مرکزی
627	1,1,1,2-Tetra chloroethane	167/86	-	1 ppm	پوست؛ A3	آسیب کبدی
628	ترا کلرو اتیلن یا پر کلرو اتیلن Tetrachloroethylene	165/80	100 ppm	25 ppm	BEI؛ A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
629	ترا کلرو نفتالان Tetrachloromethane	265/96	-	2 mg/m ³	-	آسیب کبدی
630	ترا اتیل سرب Tetraethyl lead, as Pb	323/45	-	0/1 mg/m ³	پوست؛ A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
631	ترا اتیل پیرو فسفات Tetraethyl pyrophosphate	290/20	-	0/01 mg/m ³ (IVF)	پوست؛ BEI _A	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
632	ترا فلوئورو اتیلن Tetrafluoroethylene	100/20	-	2 ppm	A3	بازدارنده آنزیم کولین استراز
633	1,1,1,2-tetra fluoroethane	102/03	-	1000 ppm	-	
634	ترا هیدرو فوران Tetrahydrofuran	72/10	100 ppm	50 ppm	پوست؛ A3	آسیب کبدی و کلیوی؛ سرطان کبدی و کلیوی
635	نمک های فسفونیوم تراکیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium salts کلرید فسفونیوم تراکیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride سولفات فسفونیوم تراکیس (هیدروکسی متیل) Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium sulfate	190/56	-	2 mg/m ³	A4	کاهش وزن بدن؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی
		406/26	-	2 mg/m ³	حساسیت؛ A4	
636	ترا متیل سرب Tetramethyl lead, as Pb	267/33	-	0/15 mg/m ³	پوست	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
637	ترا متیل سوکسینو نیتریل Tetramethyl succinonitrile	136/20	-	0/5 ppm	پوست	سردرد؛ تهوع؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		میزان مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
638	ترا نیتر و متان Tetranitromethane	196/04	-	0/005 ppm	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان قسمت فوقانی تنفسی
639	تتریل Tetryl	287/15	-	1/5 mg/m ³	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
640	تالیوم و ترکیباتش، بصورت تالیوم Thallium and compounds, as Tl	204/37 متفاوت	-	0/02 mg/m ³	پوست	نوروباتی محیطی؛ آسیب گوارشی
641	4 و 4' - تیویس (6 - ترت - بوتیل - متا - کروزل) 4,4'-Thiobis (6-tert-butyl-m-cresol)	358/52	-	1 mg/m ³	A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
642	اسید تیوگلیکولیک Thioglycolic acid	92/12	-	1 ppm	پوست	تحریک قسمت پوست و چشم
643	کارید نیونیل Thionyl chloride	118/98	0/2 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی
644	تیرام Thiuram	240/44	-	0/05 mg/m ³ (IVF)	A4 حساسیت	تاثیر در وزن بدن؛ اثرات خونی
645	قلع Tin	118/69	-	2 mg/m ³	-	پنومو کونیوزیس (با استانوزیس)
	فلزی	متفاوت	-	2 mg/m ³	-	
	ترکیبات معدنی و اکسیدی بجز هیدرید Oxide & inorganic compounds, except tin hydride	متفاوت	0/2 mg/m ³	0/1 mg/m ³	پوست؛ A4	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات روی سیستم ایمنی بدن
646	دی اکسید تیتانیم Titanium oxide	79/90	-	10 mg/m ³	A4	تحریک قسمت تحتانی تنفسی
647	ارتو تولیدین o-Tolidine	212/28	-	-	پوست؛ A3	سوزش چشم؛ ممانه و کلیه؛ سرطان ممانه؛ مت هموگلوبینی
648	تولونن Tlouene	92/13	-	20 ppm	A4 EBI	اختلالات بصری؛ اثرات سیستم تولید مثل زنان؛

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نوع مواجهه	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
649	ایزوسیانات (یا بصورت مخلوط) Toluene -2,4- or 2,6-diisocyanate(or as a mixture)	174/15	0/005 ppm	0/02 ppm	حساسیت (A4)	حساسیت های تنفسی
650	پارا تولون سولفونیل کلراید p-Toluenesulphonyl chloride	190/65	-	5 mg/m ³	-	-
651	ارتو تولوئیدین o-Toluidine	107/15	2 ppm	-	پوست؛ A3	-
652	متا تولوئیدین m-Toluidine	107/15	2 ppm	-	پوست؛ A3	سوزش چشم؛ ممانه و کلیه مت هموگلوبینی
653	پارا تولوئیدین p-Toluidine	107/15	2 ppm	-	پوست؛ A3	مت هموگلوبینی
654	تری بیوتیل فسفات Tributyl phosphate	266/32	0/2 ppm	-	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد
655	اسید تری کلرو استیک Trichloroacetic acid	163/39	1 ppm	-	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
656	تری کلرو بنزن benzene 1,2,4-Trichloro	181/46	-	C 5ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم
657	تری کلرو اتان ethane 1,1,2- Trichloro	133/41	10 ppm	-	پوست؛ A3	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی
658	تری کلرو اتیلن Trichloroethylene	131/40	10 ppm	25 ppm	A2 BEI	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سمیت کلیوی؛ کاهش قوه ادراک
659	تری کلرو فلوئورو متان methane Trichlorofluoro	137/38	-	C 1000ppm	A4	حساسیت های قلبی عروقی
660	تری کلرو نفتالن Trichloronaphthalene	231/51	5 mg/m ³	-	پوست	آسیب کبدی؛ جوشهای شبه آکنه
661	تری کلرو پروپان propane 1,2,3-Trichloro	147/43	10 ppm	-	پوست؛ A3	-

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		مبنای تعیین حد مجاز مواجهه	توضیحات
			STEL/C	TWA		
662	1و1و2- تری کلرو-1و2و2- تری فلوئورو اتان 1,1,2-Trichloro-1,2,2-Trifluoroethane	187/40	1000 ppm	1250 ppm	A4	اختلال سیستم اعصاب مرکزی
663	تری سیکل آزول Tricyclazole	189/24	3 mg/m ³	-	-	
664	تری کلرو فون Trichlorophon	257/60	1mg/m ³	-	A4؛ BEI _A	بازدارنده آنزیم کولین استراز
665	تری اتانول آمین Triethanolamine	149/22	5 mg/m ³	-	-	سوزش پوست و چشم
666	تری اتیل آمین Triethylamine	101/19	1 ppm	3 ppm	پوست؛ A4	اختلالات بصری
667	تری فلوئورو برمومتان Trifluorobromo methane	148/92	1000 ppm	-	-	اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی
668	1و3و5- تری گلیسیدیل -اس- تری آزیترئون 1,3,5-Triglycidyl-S-Triazinetrione	297/25	0/05 mg/m ³	-	-	آسیب های تولید مثل در مردان
669	تری ملیتیک انیدرید Trimellitic anhydride	192/12	0/0005 mg/m ³ (IVF)	0/002 mg/m ³ (IVF)	پوست حساسیت	حساسیت های سیستم تولید مثل
670	تری متیل آمین Trimethyl amine	59/11	5 ppm	15 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛
671	تری متیل بنزن (مخلوط ایزومرها) Trimethyl benzene ((mixed Isomers	120/19	25 ppm	-	-	اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسم؛ اثرات خونی
672	تری متیل فسفیت Trimethyl phosphite	124/08	2 ppm	-	-	تحریک چشم بازدارنده آنزیم کولین استراز
673	2و4و6- تری نیترو تولوئن 2,4,6-Trinitro toluene (TNT)	227/13	0/1 mg/m ³	-	پوست	مت همو گلوبینی؛ آسیب کبدی؛ آب مروارید
674	تری اورتو کرسیل فسفات Triorthocresyl phosphate	368/37	0/1 mg/m ³	-	پوست؛ A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز
675	تری فنیل فسفات Triphenyl phosphate	326/28	3 mg/m ³	-	A4	بازدارنده آنزیم کولین استراز

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقدها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
676	تنگستن Tungsten, as W فلزات و ترکیبات نامحلول Metal and insoluble compounds ترکیبات محلول soluble compounds	183/85 متفاوت	10 mg/m ³	5 mg/m ³	-	تحریک قسمت تحتانی تنفسی
						اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ فیروز ریه
677	ترپنتین و مونوترپن های منتخب Turpentine and selected Monoterpenes	136/00 متفاوت	-	20 ppm	A4 حساسیت	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه
678	اورانیوم طبیعی ترکیبات محلول و نامحلول آن بصورت اورانیوم Uranium(natural) Soluble and insoluble	238/03 متفاوت	0/6 mg/m ³	0/2 mg/m ³	A1 BEI	آسیب کلیوی
679	ان - والر آلدهید n-Valer aldehyde	86/13	-	50 ppm	-	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ پوست
680	پنتوکسید وانادیوم Vanadium pentoxide as V	181/88	-	0/05 mg/m ³	A3	تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی
681	مست روغن های نباتی Vagetable oils mist	متغیر	-	10 mg/m ³	-	اثرات تنفسی
682	استات وینیل Vinyl acetate	86/09	15ppm	10 ppm	A3	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی
683	بروماید وینیل Vinyl bromide	106/96	-	0/5 ppm	A2	سرطان کبد
684	کلرید وینیل Vinyl chloride	62/50	-	1 ppm	A1	سرطان ریه؛ آسیب کبدی
685	4- وینیل سیکلو هگزان 4- Vinyl cyclohexene	108/18	-	0/1 ppm	A3	آسیب های تولید مثل در مردان و زنان
686	وینیل سیکلو هگزان دی اکسید Vinyl cyclohexene dioxide	140/18	-	0/1 ppm	پوست؛ A3	آسیب های سیستم تولید مثل در مردان و زنان
687	فلورید وینیل Vinyl fluoride	46/05	-	1 ppm	A2	سرطان کبد و آسیب کبدی

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی	میزان تعیین حد مجاز مواجهه
STEL/C	TWA			
688	ان - وینیل -2- پیرولیدون N-Vinyl-2-pyrrolidone	111/16	0/05 ppm	A3
689	کلرید وینیلیدن Vinylidene chloride	96/95	5 ppm	A4
690	فلوئورید وینیلیدن Vinylidene fluoride	64/04	500 ppm	A4
691	وینیل تولوئن Vinyl toluene	118/18	50 ppm	A4
692	وارفارین Warfarin	308/32	0/1 mg/m ³	-
693	غبار چوب Wood dust	نامشخص	0/5 mg/m ³	A4؛ حساسیت
	سرو قرمز غربی Western red cedar		1 mg/m ³	-
	گونه های دیگر سرطان زائی		-	-
	All other species carcinogenicity		-	-
	بلوط و راش Oak and beech		-	A1
	غان؛ چوب ماهون و درخت ساج؛ گردو Birch, mahogany, teak, walnut		-	A2
694	غبار کلیه چوب های دیگر All other wood dusts	گزیلن (ایزومرهای ارتو، متا و پارا) Xylene) o-, m-, p- (isomers	100 ppm	A4
			150 ppm	BEI
			-	پوست
			-	پوست؛
695	متا گزیلن آلفا و آلفا دی آمین m-Xylene α, α-diamine	136/20	-	پوست
696	گزیلیدین (مخلوط ایزومرها) Xylidine (mixed isomers)	121/17	0/5 ppm (IVF)	A3
697	ایتریوم و ترکیبات آن Yttrium and Compounds, as Y	77/91	1 mg/m ³	-
698	دمه کلرید روی Zinc chloride fume	136/29	1 mg/m ³	-
699	کرومات روی Zinc chromates, as Cr	متفاوت	0/01 mg/m ³	A1

ردیف	نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نقدها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
			STEL/C	TWA		
700	اکسید روی Zinc oxide	71/37	10 mg/m ³	2 mg/m ³	-	تب دمه فلزی
701	دی استئارات روی یا استئارات روی Zinc stearate	632/35	20mg/m ³	10 mg/m ³ 4 mg/m ³ (R)	-	
702	زیر کونیوم و ترکیباتش Zirconium and compounds, as Zr	91/22	10 mg/m ³	5 mg/m ³	A4	-

ضمائم حدود مجاز مواجهه با عوامل شیمیایی

ضمیمه الف: سرطان زایی

امروزه جامعه به مواد شیمیایی و فرایندهای صنعتی که باعث سرطان یا افزایش ریسک ابتلا به سرطان می‌شوند، توجه و حساسیت روزافزونی دارد. روشهای بسیار پیچیده ارزیابی بیولوژیکی و استفاده از مدل‌های سخت ریاضی برای تعیین سطح ریسک سرطان زایی عوامل مختلف در بین شاغلین، منجر به تفاسیر و اختلاف نظرهایی در بین متخصصان جهت تعیین قابلیت سرطان زایی و یا اینکه حداکثر مقدار مجاز مواجهه با آنها شده است. با در نظر گرفتن جنبه‌های 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 می باشد و شرایط خاص سم شناسی 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 می باشد.

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

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

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. مطالعه های اپیدمیولوژیکی موجود، افزایش ریسک سرطان زایی انسانی این عوامل را تأیید نمی کنند. شواهد موجود سرطان زایی این عوامل را در شرایط معمول مواجهه تأیید نمی کنند مگر مواجهه تحت شرایط غیر معمول، با روشهای غیرمحمول و حدود مواجهه غیرطبیعی باشد.

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

عواملی که نگرانی هایی را در مورد سرطان زایی برای انسان پدید آورده است اما به دلیل کمبود داده ها امکان ارزیابی جامع در مورد آنها وجود ندارد. این مواد به علت فقدان اطلاعات کافی نمی تواند به طور صحیح مورد ارزیابی قرارگیرد. مطالعه های انجام شده بر روی بافت زنده و بر روی حیوانات آزمایشگاهی، شواهدی از سرطان زایی این مواد را بطوری که بتوان آنها را در یکی از گروه های قبلی طبقه بندی نمود، ارائه نشده است.

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

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

مواجهه های شغلی با عوامل سرطان زا باید در حداقل میزان نگهداشته شود. کارگرانی که با سرطان زاهای طبقه A1 بدون حد مجاز مشخص، مواجهه دارند می بایست به طور صحیح برای حذف بیشترین حد

ممکن هنگام مواجهه با این مواد تجهیز شوند. برای سرطان زاهای A1 با حد مجاز (OEL) مشخص و سرطان زاهای گروه A2 و A3، مواجهه کارگر از کلیه روشها می‌بایست به طور دقیق کنترل شود تا در نهایت مواجهه تا حد ممکن کمتر از OEL شود.

ضمیمه ب: ذرات (نامحلول یا با انحلال پذیری ضعیف) که در جای دیگر مشخص نشده‌اند¹(PNOS)

هدف کمیته تدوین حدود مجاز عوامل شیمیایی، تعیین OEL برای کلیه موادی است که شواهدی در مورد اثرات بهداشتی در غلظتهای هوابرد مشخص در محیطهای کاری وجود داشته باشد. زمانی که شواهد کافی در مورد یک ذره وجود داشته باشد، برای آن OEL تعیین می‌شود. چنانچه این شواهد برای ذرات، کم یا ناکافی باشد، در یک گروه خاصی تحت عنوان PNOS قرار می‌گیرند. کلیه ذرات این گروه دارای یک حد مجاز یکسان می‌باشند مگر آنکه مطالعه ها و پژوهشهای آتی، اطلاعات کافی جهت تعیین حد مجاز مواجهه مستقل برای یک ذره را ارائه نماید که در 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 ایمنولوژیکی 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 استنشاق² هوابرد آنها در مقادیر کمتر از 3 mg/m^3 و غلظت ذرات قابل تنفس³ آنها کمتر از 10 mg/m^3 حفظ شود تا زمانی که حدود مجاز اختصاصی برای آنها تعیین شود.

1 - Particulates (insoluble or poorly soluble) Not Otherwise Specified

2 - Respirable

3 - Inhalable

ضمیمه ج - معیار نمونه برداری مبتنی بر انتخاب ساین ذرات هوابرد

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

تأثیر اندازه ذرات در تعیین محل ته نشینی آنها در دستگاه تنفسی

بسیاری از بیماریهای شغلی مرتبط با ذراتی هستند که در مناطق معینی از دستگاه تنفسی ته نشین می شوند. حد مجاز مواجهه ذرات سیلیس آزاد کریستالی در ابعاد و اندازه معینی پیشنهاد گردیده است و از سالهای قبل مشخص گردیده که ارتباط معنی داری 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 می گردند:

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

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

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

1) حد مجاز مواجهه ذرات قابل تنفس¹ (IPM-OEL):

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

2) حد مجاز مواجهه ذرات توراسیکی² (TPM-OEL):

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

3) حد مجاز مواجهه ذرات قابل استنشاق³ (RPM-OEL):

شامل آن دسته از مواد شیمیایی است که در صورت ته نشین شدن در ناحیه تبادل گازی (کیسه های هوایی ریه) ایجاد مخاطره می کنند.

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

الف - توده ذرات قابل تنفس:

1- Inhalable Particulate Matter

2- Thoracic Particulate Matter

3- Respirable Particulate Matter

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 جمع آوری ذرات با قطر آئرودینامیکی و d_{ae} قطر آئرودینامیکی ذرات بر حسب میکرومتر می‌باشد.

ب) توده ذرات توراسیکی:

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

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

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

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

$\ln$: لگاریتم طبیعی

Γ : $11/64 \mu m$

$\Sigma = 1/5$

ج - توده ذرات قابل استنشاق:

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

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

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

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

جدول 1: ذرات قابل تنفس

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

جدول 2: ذرات توراسیک

بازده جمع آوری ذرات توراسیک (%)	قطر آنرو 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 3: ذرات قابل استنشاق

بازده جمع آوری ذرات قابل استنشاق (%)	قطر آنرو 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 به تنهایی باشد. اثر سینرژیک هنگامی رخ می‌دهد که اثر ترکیبی حاصل از چند ماده، بزرگتر از مجموع اثر هر یک از مواد

به تنهایی باشد و اثر آنتاگونیسم در شرایطی است که اثر ترکیبی حاصله، کمتر از مجموع اثر هر یک از مواد باشد.

کاربرد فرمول مخلوط مواد برای حالت اثرات افزایشی

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

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

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

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

رابطه محاسباتی اثر افزایشی برای مواجهه همزمان با عوامل زیان‌آور با مقادیر حدود مجاز شغلی STEL، TWA و Ceiling بکار می‌رود. مقادیر بکار رفته در فرمول برای مواد مختلف باید تا حد امکان یکسان باشند. بدین معنی که انواع حدود مواجهه شغلی (C, STEL, TWA) با مقادیر مشابه خود بررسی شوند.

چنانچه عواملی با اثرات سم‌شناسی مشابه، OEL یکسان نداشته باشند، استفاده از انواع مقادیر حدود تماس شغلی امکان‌پذیر خواهد بود. در جدول زیر انواع حالات ممکن از ترکیب انواع OELها که با فرمول اثر افزایشی قابل محاسبه خواهد بود، ارائه شده است. وقتی ماده‌ای با یک حد STEL یا C با ماده -ای با OEL-TWA ولی بدون STEL مخلوط شود، مقایسه حد کوتاه مدت با محدوده نوسان آن بکار می‌رود. محدوده نوسان معادل 5 برابر حد OEL-TWA آن ماده خواهد بود.

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

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

تمام شیفت یا کوتاه مدت	ماده 1	ماده 2
تمام شیفت	OEL – TWA	OEL – TWA
تمام شیفت	OEL – TWA	OEL – C
کوتاه مدت	OEL – STEL	OEL – STEL
کوتاه مدت	OEL – C	OEL – C
کوتاه مدت	اگر STEL وجود ندارد از محدوده نوسان استفاده شود (5 برابر TWA)	OEL – C یا STEL
کوتاه مدت	OEL – STEL	OEL – C

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

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

که:

OEL – STEL : T_{1STEL}

OEL – TWA : T₂ ماده بدون دارا بودن STEL

محدودیت ها و موارد خاص

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

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

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

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

مثالهای حد مجاز شغلی برای مخلوط‌ها

مثال الف:

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

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

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

مواجهه کل شیفت کمتر از حد مجاز است.

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

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

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 مورد نظر 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 mg/m^3 سرب (با $\text{OEL} = 0.15$) و 0.7 mg/m^3 اسید سولفوریک (با $\text{OEL} = 1$) موجود است.

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

غلظت مخلوط کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

ضمیمه ۵: حداقل محتوای اکسیژن^۱

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

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 هر حال 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 در برابر

1 - Minimal Oxygen Content

2 - Kinetic

کاهش اکسیژن مقاومت کند، ولی در افراد در معرض خطر مثل بیماران آمفیزی، اکسیژن درمانی برای اشباع اکسیژن هموگلوبین زیر 90 درصد، تجویز می‌شود. تا وقتی که فشار جزئی اکسیژن (PO_2) در مویرگهای ریوی بالای 60 تور بماند، هموگلوبین بیش از 90 درصد اشباع خواهد شد و سطح نرمال انتقال اکسیژن در افراد بزرگسال سالم حفظ خواهد شد. به علت فضای مرده آناتومیک، دی‌اکسیدکربن و بخار آب، سطح فشار جزئی اکسیژن آلونولی 60 تور برابر است با فشار جزئی اکسیژن 120 تور در هوای اطراف.

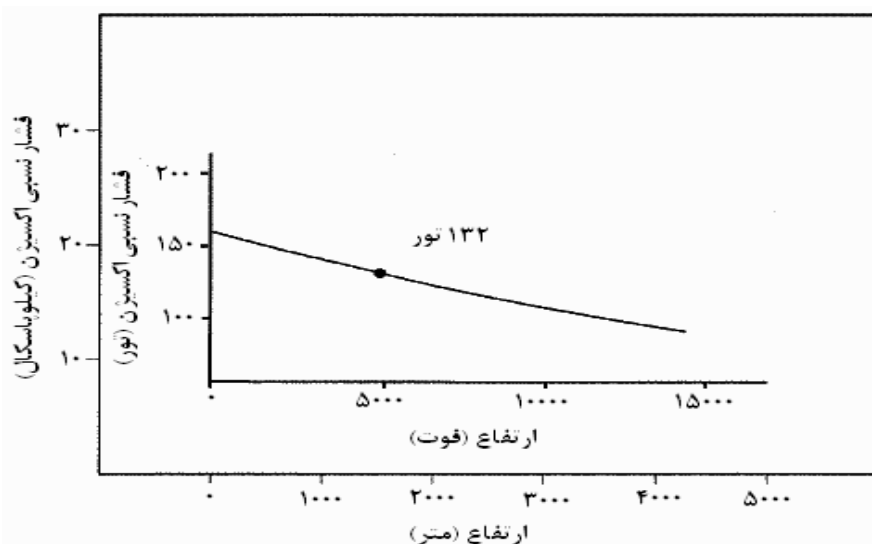
NIOSH فشار نسبی اکسیژن آلونولی 60 تور را به عنوان حد فیزیولوژیکی تعیین کرده و محیطی که فشار جزئی اکسیژن در آن کمتر از 132 تور باشد را به عنوان محیطی که کمبود اکسیژن دارد، در نظر گرفته است. وجود حداقل 19/5 درصد اکسیژن در سطح دریا (فشار جزئی 148 تور، هوای خشک) برای اغلب اعمال کاری یک حاشیه ایمنی مناسب (مقدار کافی از اکسیژن) را فراهم می‌آورد. به هر حال این حاشیه ایمنی به طور معنی داری با افزایش ارتفاع و افزایش بخار آب کاهش می‌یابد، به طوری که در ارتفاع 5000 فوتی، فشار جزئی اکسیژن اتمسفری به 120 تور می‌رسد و در ارتفاع بیش از 8000 فوتی انتظار می‌رود به کمتر از 120 تور برسد. اثرات فیزیولوژیکی کمبود اکسیژن و تغییرات فشار جزئی اکسیژن با ارتفاع از سطح دریا برای هوای خشک شامل 20/948 درصد اکسیژن در جدول و-1 نشان داده شده است. هیچ گونه اثرات فیزیولوژیکی به واسطه نقصان اکسیژن در افراد بزرگسال و سالم در فشار جزئی اکسیژن بیشتر از 132 تور یا در ارتفاع کمتر از 5000 فوت انتظار نمی‌رود.

برخی ضایعات تطابق با تاریکی در ارتفاعات بیش از 5000 فوت گزارش شده است. در فشار جزئی اکسیژن کمتر از 120 تور (معادل ارتفاع حدود 7000 فوت یا 5000 فوت که برای بخار آب و عبور وقایع آب و هوایی کم فشار در نظر گرفته می‌شود) علائم در کارگران تطابق نیافته شامل افزایش تهویه ریوی و بازده قلبی، عدم هماهنگی و از دست دادن توجه و قدرت تفکر می‌باشد. براین اساس، ACGIH حداقل فشار جزئی اکسیژن محیطی 132 تور را توصیه می‌کند که در برابر گازهای خنثی جایگزین شونده با اکسیژن و فرایندهای مصرف اکسیژن در ارتفاعات تا 5000 فوت محافظت ایجاد می‌کند.

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

چرخه‌های کار و استراحت با کاهش بار کاری و 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 5000 فوت جایی که PO_2 اتمسفر ممکن است کمتر از 120 تور باشد، در نظر گرفته شود.

شکل ه-1- نمودار فشار نسبی اکسیژن (PO_2) با افزایش ارتفاع، که فشار جزئی اکسیژن پیشنهادی 132 تور است.



جدول 1-5 فشار بارومتریک، فشار نسبی اکسیژن و درصد تغییرات غلظت اکسیژن با ارتفاع و اثر فیزیولوژیکی

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

ارتفاع فوت (متر)	فشار بارومتریک تور، هوای خشک ^۱ (کیلو پاسکال)	pO ₂ معادل، تور هوای خشک در 20/948 درصد اکسیژن ^۲ (کیلو پاسکال)	درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا ^۳ (درصد)	تأثیر فیزیولوژیکی مقادیر pO ₂ ^۴
(3048) 10000	517 (68/9)	108 (14/4)	14/2	-
(3353) 11000	498 (66/4)	104 (13/9)	13/7	خستگی غیرنرمال در اعمال نیرو، عدم تعادل، قضاوت ضعیف، آشفته‌گی عصبی
(3658) 12000	479 (63/8)	100 (13/3)	13/2	-
(3962) 13000	461 (61/5)	98 (12/9)	12/8	-
(4267) 14000	443 (59/1)	93 (12/4)	12/2	نارسایی در تنفس، قضاوت و هماهنگی خیلی ضعیف، بینایی ضعیف

- 1- از این رابطه محاسبه می‌گردد: $P_{re:Sealevel} = 760 \times e^{-(altitude \text{ in ft} / 25970)}$
- 2- از این رابطه محاسبه می‌گردد: $PO_2 = 0.20948 \times 760 \times e^{-(altitude \text{ in ft} / 25970)}$
- 3- از این رابطه محاسبه می‌گردد: $P_{\%O_2} = 20.948 \times 760 \times e^{-(altitude \text{ in ft} / 25970)}$
- 4- اثرات فیزیولوژیکی تقریبی در سلامت بزرگسالان تحت تاثیر مدت کمبود اکسیژن، میزان کار، میزان تنفس، دما، وضعیت سلامت، سن و تطابق ریوی می‌باشد.

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

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

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

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

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

دو جنبه RCP عبارتند از: متدولوژی و مقادیر راهنمای گروهی¹ (GGVs). فرمول RCP یک OEL مشخص را براساس نسبت جرم مخلوط، GGVS و در جائیکه کاربرد داشته باشد OEL ماده خالص، محاسبه می‌کند. دو نمونه از GGVS منتشر شده در جدول ز-1 نشان داده شده که، GGVS از ستون B یا C و OEL از ستون D بدست می‌آید.

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

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

1- Group Guidance Values

جدول و-1 مقادیر راهنمای گروهی (GGV)

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

کاربرد:

RCP فقط برای حلالهای هیدروکربنی که شامل آلفاتیک های اشباع شده (نرمال، ایزو آلکانها و سیکلو آلکانها) و آروماتیکها با تعداد کربن C₅ - C₁₅ که از مواد نفتی بدست می آیند و دارای نقطه جوش 35-320°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_{mixture} شود)، همان مقادیر مشخص OEL باید در RCP وارد شود (ستون D جدول و-1). هنگامیکه مخلوط به تنهایی یک OEL مشخص دارد، برای آن مقدار از روشهای این ضمیمه استفاده نمی شود. رابطه محاسبه دو طرفه مخلوط عبارتست از:

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

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

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

Fa : کسر جرم مایع گروه (یا ماده) در مخلوط هیدروکربنی (بین 0-1)، 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-1 مشخص باشد. این فرمول برای حلالهایی که شامل بنزن یا ان-هگزان یا متیل نفتالین که OEL آنها کمتر از GGV است و خواص سم‌شناسی مشخصی دارند، بکار نمی‌رود. در صورت وجود در مخلوط، این مواد باید به‌تنهایی با استفاده از روش ضمیمه اندازه‌گیری و ارزیابی شوند.

این روش نباید برای موقعیتهایی که ترکیب مایع از ترکیب بخار متفاوت است، بکار رود. در غیر این صورت در این فرمول 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 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-1، $GGV_{mixture}$ به طریق زیر بدست می‌آید:

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

بنزن، بطور جداگانه براساس OEL خودش ارزیابی می‌شود.

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

اجزاء	درصد وزنی	GGV (mg/m ³)
آلکانهای C7 – C8، سیکلوآلکانها	%45	1500
آلکانهای C9 – C10، سیکلوآلکانها	%40	1200
آروماتیک‌های C7 – C8	%9	200
تولون	%6	75
بنزن	<%1	NA

منابع

- American Conference of Governmental Industrial (ACGIH). Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. 2011, ACGIH® Signature Publication, Cincinnati, Ohio.
- The Japan Society for Occupational Health. Recommendation of Occupational Exposure Limits. 2010, J OCC Health, 52: 308-324.
- Health and Safety Executive (HSE). EH40/2005 Workplace exposure limits. 2th ed, 2011, Crown copyright, London, UK.
- Occupation Safety and Health Administration (OSHA). Occupational safety and health standards: Toxic and hazardous substances, Limit for air contaminants. 29 CFR 1910, subpart Z, Last adopted: 2006, Washington DC, USA.
- Tan K T, Lee H S, David K. The development and regulation of occupational exposure limits in Singapore. 2006, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 46: 136-141.
- Shuker L, James K, Massey J, Levy L. Institute of Environment and Health (IEH). The Setting and Use of Occupational Exposure Limits. 2007, ICCM, London, UK.
- Walters D, Grodzki K, Walters S. The role of occupational exposure limits in the health and safety systems of EU Member States. 1st ed., 2003, Centre for Industrial and Environmental Safety and Health, South Bank University, CROWN copyright, London. UK.

بخش دوم

حدود مجاز شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه¹

پایش بیولوژیک²

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

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

معمولاً جهت طراحی، انجام و تفسیر پایش بیولوژیک در مواجهات شغلی از شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs) استفاده می گردد، که کاربرد این شاخص بستگی به میزان تجربه در زمینه بهداشت حرفه‌ای و مستندات موجود در خصوص حد مجاز مواجهه شغلی³ (OEL) دارد.

1- Biological Exposure Indices

2- Biological Monitoring

3- Occupational Exposure Limit

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه، مقادیر راهنما جهت ارزیابی نتایج پایش بیولوژیک بوده و از نمونه‌های جمع آوری 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 زیان آور یا تشخیص بیماری‌ها توصیه نشده، معذک متخصمین 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 هم زمان با انواع مواد شیمیایی و سایر عادات شغلی.
- برنامه زمانی نمونه برداری¹: رعایت دقیق برنامه زمانی به علت متفاوت بودن فرایندهای توزیع، دفع و تغییرات بیوشیمیایی حاصل از مواجهه با مواد شیمیایی، و توصیه جهت استفاده از شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه تنها در صورت رعایت برنامه زمانی توصیه شده.
- فاکتورهای روش کار شامل: آلودگی ثانویه نمونه، تخریب نمونه هنگام 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.

1- Schedule Sampling

- توزیع اندازه ذرات و فراهم زیستی¹.
 - میزان اثربخشی وسایل حفاظت فردی.
 - فاکتورهای مواجهه غیر شغلی مانند: آلاینده‌های خانگی² و محیطی، آلودگی آب و غذا، بهداشت فردی، استعمال دخانیات، دارو و الکل، مواجهه با بعضی مواد شیمیایی که مصرف خانگی دارند، مواجهه با مواد شیمیایی مربوط به تفریح و سرگرمی یا موجود در سایر محیط‌های کاری.
- اساس پیشنهاد هر BEI در مستندات موجود ارائه گردیده، اغلب BEIs با OEL ارتباط مستقیم داشته و لذا هنگامی که غلظت مواد شیمیایی هوابرد در محدوده OEL باشد، غلظت شاخص‌ها قابل پیش بینی خواهد بود. در حالیکه مقادیر برخی از شاخص‌ها مانند سرب از OEL به دست نیامده و با میزان پیشرفت اثرات بهداشتی نامطلوب ارتباط دارد.

جمع آوری نمونه

از آن 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 شیفت³: 16 ساعت بعد از خاتمه مواجهه.
- در طی شیفت⁴: در هر زمان پس از 2 ساعت مواجهه.
- انتهای شیفت⁵: در اولین فرصت پس از خاتمه مواجهه.
- انتهای هفته کاری⁶: بعد از 4 یا 5 روز مواجهه مداوم.
- اختیاری⁷: در هر زمان دلخواه.

1- Bioavailability

2- Household

3- Prior to Shift

4- During Shift

5- End of Shift

6- End of Work Week

7. Discretionary

مقبولیت^۱ نمونه ادرار

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

- غلظت کراتینین بین 3 gr/L - 0/3 یا وزن مخصوص بین 1/030 - 1/010

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

ضمانت کیفی

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

متخصصین بهداشت حرفه‌ای جهت ارزیابی صحت و درستی نتایج، بایستی همراه با نمونه کارگر، یک سری نمونه کور^۲ شامل انواع نمونه شاهد^۳ و نمونه‌های حاوی استاندارد افزوده^۴ تهیه و به آزمایشگاه ارسال نمایند، تا بدین وسیله نسبت به توانایی آزمایشگاه در اندازه‌گیری دقیق BEI، اطمینان حاصل کنند.

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.

1 - Acceptability

2 - Blind

3 - Blank

4 - Spiked

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

کاربرد BEIs

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

با توجه به تغییرات طبیعی غلظت BEI در نمونه های بیولوژیک، نتایج به دست آمده از یک نمونه واحد نبایستی ملاک عمل قرار گرفته و جز در مواقع نمونه برداری مکرر و یا تجزیه تکراری یک نمونه، عملیات اجرایی را نبایستی به یک نمونه واحد محدود نمود. چنانچه دلایل قانع کننده ای 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 پایین تر از BEI نیز لزوماً گویای عدم وجود ریسک مؤثر بر سلامتی نمی باشد.

شاخص های بیولوژیکی مواجهه صرفاً جهت کنترل خطرات بهداشتی بالقوه در کارگر توصیه شده و جهت استفاده در جمعیت های عمومی و مواجهات غیر شغلی مناسب نمی باشد. شاخص های بیولوژیکی مواجهه برای 8 ساعت مواجهه روزانه در 5 روز هفته کاربرد دارد، هر چند ممکن است در برخی مشاغل، از تغییر برنامه زمان کاری استفاده شود، 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 شیمیایی به طور مؤثری در استفاده از BEIs مفید می باشد، لذا هنگام تصویب BEIs از اطلاعات توکسیکوکینتیک^۱ و توکسیکودینامیک^۲ نیز بهره گرفته شده است.

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ملاحظات	BEI	زمان نمونه برداری	شاخص	CAS ³ No.	ماده شیمیایی	ردیف
غیر اختصاصی	50 mg/L	انتهای شیفت	استن در ادرار	[67-64-1]	استن ACETONE	1
غیر اختصاصی	70% فعالیت پایه خود فرد	اختیاری	فعالیت کولین استرازی در گلبول های قرمز	--	آفت کش های مهار کننده استیل کولین استراز ACETYLCHOLINESTERAS INHIBITING PESTICIDES	2
غیر کمی	--	انتهای شیفت	آنیلین در ادرار	[62-53-3]	آنیلین ANILINE	3
غیر کمی	--	انتهای شیفت	آنیلین آزاد شده از هموگلوبین در خون			
زمینه، نیمه کمی و غیر اختصاصی	50 mg/L	انتهای شیفت	پارا آمینوفنل در ادرار			
زمینه	35 µgAs/L	انتهای هفته کاری	آرسنیک غیر آلی به علاوه متابولیت های متیله در ادرار	[7440-38-2]	آرسنیک فلزی ARSENIC, ELEMENTAL غیر آلی محلول (شامل آرسنید گالیم و آرسین) and SOLUBLE INORGANIC COMPOUNDS (excludes gallium arsenide and arsine)	4
زمینه	25µg/g کراتینین	انتهای شیفت	اس- فنیل مرکاپتوریک اسید در ادرار	[71-43-2]	بنزن BENZENE	5

1- Toxicokinetic

2- Toxicodynamic

3- Chemical Abstracts Service

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS ³ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
			ترانس - ترانس موکونیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	500 µg/g کراتینین	زمینه
6	1 و 3 بوتادی ان 1,3-BUTADIENE	[106-99-0]	1 و 2 دی هیدروکسی - 4- (ان - استیل سیستینیل) - بوتان در ادرار	انتهای شیفت	2/5 mg/L	زمینه و غیر اختصاصی
			مخلوط ان - 1 و ان - 12 (هیدروکسی بوتینیل) والین متصل شده به هموگلوبین (Hb) در خون	اختیاری	2/5 pmol/g هموگلوبین	غیر اختصاصی
7	2- بوتوکسی اتانول و 2- بوتوکسی اتیل استات 2-BUTOXYETHANOL and 2-BUTOXYETHYL ACETATE	[111-76-2]	بوتوکسی استیک اسید (BAA) در ادرار	انتهای شیفت	200 mg/g کراتینین	---
8	کادمیوم CADMIUM و ترکیبات غیر آلی آن and INORGANIC COMPOUNDS	[7440-43-9]	کادمیوم در ادرار	اختیاری	5 µg/g کراتینین	زمینه
			کادمیوم در خون	اختیاری	5 µg/L	زمینه
9	دی سولفید کربن CARBON DISULFIDE	[75-15-0]	2- تیواکسوتیازولیدین - 4- کربوکسیلیک اسید (TTCA) در ادرار	انتهای شیفت	0/5 mg/g کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی
10	مونوکسید کربن CARBON MONOXIDE	[75-15-0]	کربوکسی هموگلوبین در خون	انتهای شیفت	3/5% هموگلوبین	زمینه و غیر اختصاصی
			مونوکسید کربن در هوای بازدم	انتهای شیفت	20 ppm	زمینه و غیر اختصاصی
11	کلروبنزن CHLOROBENZENE	[108-90-7]	4- کلرو کانتکول در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	100 mg/g کراتینین	غیر اختصاصی
			پارا کلروفل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	20 mg/g کراتینین	غیر اختصاصی

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS ³ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
12	کروم (VI) و فیوم های محلول در آب CHROMIUM (VI), Water-soluble fume	--	کروم کل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	25µg/L	---
				افزایش یافته در طول شیفت	10µg/L	---
13	کبالت COBALT	[7440-48-4]	کبالت در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	15µg/L	زمینه
			کبالت در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	1µg/L	زمینه و غیر اختصاصی
14	سیکلو هگزانول CYCLOHEXANOL	[108-93-0]	1و2-سیکلو هگزان دی ال در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	--	غیر کمی و غیر اختصاصی
			سیکلو هگزانول در ادرار	انتهای شیفت	--	غیر کمی و غیر اختصاصی
15	سیکلو هگزانون CYCLOHEXANONE	[108-94-1]	1و2-سیکلو هگزان دی ال در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	80mg/L	نیمه کمی و غیر اختصاصی
			سیکلو هگزانونول در ادرار	انتهای شیفت	8mg/L	نیمه کمی و غیر اختصاصی
16	دی کلرومتان DICHLOROMETHANE	[75-09-2]	دی کلرومتان در ادرار	انتهای شیفت	0/3 mg/L	نیمه کمی
17	ان و ان دی متیل استامید N,N-DIMETHYLACETAMIDE	[127-19-5]	ان - متیل استامید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	30 mg/g کراتینین	---
18	ان و ان دی متیل فورمامید (DMF) N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	[68-12-2]	ان - متیل فورمامید در ادرار	انتهای شیفت	15 mg/L	---
			ان - استیل - اس (ان - متیل کاربامیل) سیستین در ادرار	ابتدای آخرین شیفت هفته	40 mg/L	نیمه کمی
19	2- اتوکسی اتانول (EGEE) و 2- اتوکسی اتیل استات (EGEEA) 2-ETHOXYETHANOL and 2-ETHOXYETHYL ACETATE	[110-80-5] And [111-15-9]	2- اتوکسی استیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	100 mg/g کراتینین	---
20	اتیل بنزن ETHYL BENZENE	[100-41-4]	مجموع ماندلیک اسید و فیل گلی اگرالیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	0/7 mg/g کراتینین	نیمه کمی و غیر اختصاصی

شاخص های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS ³ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
			اتیل بنزن در هوای بازدم	اختیاری	--	نیمه کمی
21	* فلوراید ها FLUORIDES	--	فلوراید ها در ادرار	ابتدای شیفت	3 mg/g کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی
				انتهای شیفت	10 g/g کراتینین	زمینه و غیر اختصاصی
22	فورفورال FURFURAL	[98-01-1]	فورونیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	200 mg/L	غیر اختصاصی
23	ان - هگزان n-HEXANE	[110-54-3]	2و5- هگزان دی ان در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	0/4 mg/L	---
24	سرب LEAD	[7439-92-1]	پروتوپورفیرین روی (ZPP) در خون	حداقل پس از 1 ماه مواجهه	250µg/dL گلبولهای قرمز	زمینه
					100µg/dL خون	زمینه
			دلتا آمینو لولونیک (ΔALA) در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	5 mg/L	نیمه کمی
			سرب در خون	اختیاری	30µg/dL	---
تذکر: زنان باردار با سرب خون بالاتر از 10 µg/dL به طور بالقوه در معرض ریسک به دنیا آوردن 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 1991)						
25	جیوه MERCURY	--	جیوه غیر آلی کل در ادرار	ابتدای شیفت	35µg/g کراتینین	زمینه
			جیوه غیر آلی کل در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	15µg/L	زمینه
26	متانول METHANOL	[67-56-1]	متانول در ادرار	انتهای شیفت	15 mg/L	زمینه و غیر اختصاصی
27	القاء کننده های متهموگلوبینی METHEMOGLOBIN INDUCERS	--	مت هموگلوبین در خون	در طول یا انتهای شیفت	1/5% هموگلوبین	زمینه، نیمه کمی و غیر اختصاصی
28	2- متوکسی اتانول (EGME) و متوکسی اتیل استات (EGMEA) 2-METHOXYETHANOL and 2-METHOXYETHYL ACETATE	[109-86-4] and [110-49-6]	2- متوکسی استیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	1mg/g کراتینین	---

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS ³ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
29	متیل ان - بوتیل کتون METHYL n-BUTYL KETONE	[591-78-6]	2 و 5 - هگزان دی ان در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	0/4 mg/L	---
30	متیل کلروفرم METHYL CHLOROFORM	[71-55-6]	متیل کلروفرم در هوای بازدم	ابتدای آخرین شیفت هفته	40ppm	---
			تری کلرواستیک اسید در ادرار	انتهای هفته کاری	10 mg/L	نیمه کمی و غیر اختصاصی
			تری کلرواتانول کل در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	30 mg/L	نیمه کمی و غیر اختصاصی
			تری کلرواتانول کل در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	1 mg/L	غیر اختصاصی
31	4 و 4- متیلن بیس (2-کلروآنیلین) [MBOCA] 4,4-METHYLENE BIS (2-CHLOROANILINE)	[101-14-4]	MBOCA کل در ادرار	انتهای شیفت	--	نیمه کمی
32	متیل اتیل کتون (MEK) METHYL ETHYL KETONE	[78-93-3]	MEK در ادرار	انتهای شیفت	2 mg/L	---
33	متیل ایزوبوتیل کتون (MIBK) METHYL ISOBUTYL KETONE	[108-10-1]	MIBK در ادرار	انتهای شیفت	1 mg/L	---
34	ان-متیل-2-پیرولیدین N-METHYL-2PYROLIDONE	[872-50-4]	5- هیدروکسی - ان - متیل-2-پیرولیدون در ادرار	انتهای شیفت	100 mg/L	---
35	نیتروبنزن NITROBENZENE	[98-95-3]	پاراتیتروفل کل در ادرار	انتهای شیفت آخر هفته	5 mg/g کراتینین	غیر اختصاصی
			متهموگلوبین در خون	انتهای شیفت	1/5% هموگلوبین	زمینه، نیمه کمی و غیر اختصاصی
36	پاراتیون PARATHION	[56-38-2]	پاراتیتروفل کل در ادرار	انتهای شیفت	0/ 5 mg/g کراتینین	غیر اختصاصی
			فعالیت کولین استراز در گلبول های قرمز	اختیاری	70% فعالیت پایه خود فرد	زمینه، نیمه کمی و غیر اختصاصی
37	پنتاکلروفنل (PCP) PENTACHLOROPHENOL	[87-86-5]	PCP کل در ادرار	ابتدای آخرین شیفت هفته	2 mg/g کراتینین	زمینه
			PCP آزاد در پلاسما	انتهای شیفت	5 mg/L	زمینه

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ردیف	ماده شیمیایی	CAS ³ No.	شاخص	زمان نمونه برداری	BEI	ملاحظات
38	فنل PHENOL	[108-95-2]	فنل در ادرار	انتهای شیفت	۲۵۰mg کراتینین	زمینه و غیراختصاصی
39	بای فیل‌های پلی کلرینه (PCBs) POLYCHLOROBIPHENYLS	--	PCB کل در خون	اختیاری	25µg/L	---
40	هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS	--	1- هیدروکسی پیرین (1-HP) در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	--	نیمه کمی
41	2-پروپانول 2-PROPANOL	[67-63-0]	استون در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	40mg/L	زمینه و غیراختصاصی
42	استایرن STYRENE	[100-42-5]	متدلیک اسید به علاوه فنیل گلی اگزالیک اسید در ادرار	انتهای شیفت	400mg/g کراتینین	غیراختصاصی
			استیرن در خون وریدی	انتهای شیفت	0/2 mg/L	نیمه کمی
43	تراکلرواتیلن TETRACHLORO ETHYLENE	[127-18-4]	تراکلرواتیلن در هوای بازدم	ابتدای شیفت	3ppm	---
			تراکلرواتیلن در خون	ابتدای شیفت	0/5 mg/L	---
44	تراهیدروفوران TETRAHYDROFURAN	[109-99-9]	تراهیدروفوران در ادرار	انتهای شیفت	2 mg/L	---
45	تولوئن TOLUENE	[108-88-3]	تولوئن در خون	ابتدای آخرین شیفت هفته	0/02 mg/L	---
			تولوئن در ادرار	انتهای شیفت	0/03 mg/L	---
			اتوکروزول در ادرار	انتهای شیفت	0/ 3 mg/g کراتینین	زمینه
			اسید هیپوریک در ادرار	انتهای شیفت	1/ 6 g/g کراتینین	زمینه و غیراختصاصی
46	تری کلرواتیلن TRICHLOROETHYLENE	[79-01-6]	تری کلرواستیک اسید در ادرار	انتهای شیفت در آخر هفته	15 mg/L	غیراختصاصی
			تری کلرواتانول در خون	انتهای شیفت در آخر هفته	0/5 mg/L	غیراختصاصی
			تری کلرواتانول در	ابتدای آخرین	100mg/L	غیراختصاصی

شاخص‌های بیولوژیکی مواجهه (BEIs)						
ملاحظات	BEI	زمان نمونه برداری	شاخص	CAS ³ No.	ماده شیمیایی	ردیف
		شیفت هفته	ادار			
غیراختصاصی	150mg/L	ابتدای آخرین شیفت هفته	ترکیبات تری کلرو کل در ادار			
نیمه کمی	--	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواتیلن در خون			
نیمه کمی	--	انتهای شیفت در آخر هفته	تری کلرواتیلن در هوای بازدم			
---	200µg/L	انتهای شیفت	اورانیوم در ادار	[7440-61-1]	اورانیوم URANIUM	47
---	50 µg /g کراتینین	انتهای شیفت	وانادیوم در ادار	[79-01-6]	پنتوکسید وانادیوم VANADIUM PENTOXIDE	48
---	1/5 g/g کراتینین	انتهای شیفت	متیل هیپوریک اسید در ادار	[95-47-6; 108-38-3; 106-42-3; 1330-20-7]	گزیلن‌ها (آزمایشگاهی یا تجاری) XYLENES (technical or commercial grade)	49

اعلام تغییرات در دست بررسی¹ (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، پیشنهادت 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

1- Notice Intended Changes

پذیرش قرار می‌گیرد. اما اگر مستندات و شواهد دریافت شده در این مدت از نقطه نظر کارشناسی قانع کننده باشد، کمیته فنی مجاز به باقی گذاشتن و یا خارج نمودن ماده شیمیایی از لیست NIC می‌باشد.

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

منابع

- ACGIH, Threshold limit values (TLVs) for chemicals substances and Physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, Ohio, 2011.
- European Agency for Safety and Health at Work, Exploratory Survey of OELs for Carcinogens, Mutagens and Reprotoxic Substances at EU Member States Level. 2007.
- The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (2010-2011), J Occup Health. 49(4): pp 308-24 (2010).
- The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (2008-2009), 50(4):pp 426-43 (2008).
- The Japan Society for Occupational Health, Recommendation of occupational exposure limits (2006-2007). J Occup Health, 46(4): pp 290-306(2006).
- The National Institute for Occupational Safety and Health , Manual of Analytical Methods, NIOSH, USA (2011), available in: www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-i.html
- Occupational Safety and Health Administration, Index of Sampling & Analytical Methods, OSHA, USA (2011), available in: www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc.html

بخش سوم

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

مقدمه

در این بخش مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) شاغلین با عوامل فیزیکی شامل صدا، ارتعاش، پرتوهای یون ساز، پرتوهای فرابنفش و فرو سرخ، لیزر و شرایط جوی (شامل گرما و سرما) ارائه می گردد. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با عوامل فیزیکی نیز همانند سایر حدود تعیین شده در این کتابچه به شرایطی اشاره دارد که اگر تقریباً کلیه شاغلین سالم روزانه و به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند آثار نامطلوب قابل توجهی بر سلامت آنان ظاهر نگردد. طبعاً این مقادیر بیان کننده مرز قطعی سلامت و خطر نمی باشد. اعداد ذکر شده در این کتابچه تعیین کننده حد مجاز مواجهه شغلی با یک عامل فیزیکی به 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 می کند و مسئولین ذیربط باید بررسی های 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 اندازه گیری و ارزشیابی این عوامل از روشهای علمی، فنون و وسایل اندازه گیری گوناگونی استفاده می شود. به همین دلیل کاربرد حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی توسط افرادی که در زمینه روشهای اندازه گیری و ارزشیابی آن آموزش و تجربه کافی کسب نموده باشند بسیار حائز اهمیت است، بدیهی است به دلیل پیچیدگی موضوع هنگام کاربرد حد مجاز مواجهه شغلی بایستی رایج ترین مستندات علمی مورد مطالعه و دقت قرار گیرد.

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

را نمی‌توان از اثرات نامطلوب ناشی از مواجهه در حد مجاز مواجهه شغلی یا حتی کمتر از آن محافظت نمود. باید این گروه کارگران با استفاده از انجام معاینات دوره‌ای برای اعمال محافظت بیشتر مشخص گردند.

حد مجاز مواجهه شغلی حاضر در زمینه عوامل فیزیکی حاصل جمع بندی ترکیبی از اقتباس¹ از نهادهای علمی و تخصصی بین المللی، اطلاعات حاصل از تجارب صنعتی، مطالعات پژوهشی² و تجربی داخل و خارج از کشور، اجماع³ متخصصین و صاحب نظران و در برخی موارد ترکیبی از هر سه نوع می‌باشد. حد مجاز مواجهه شغلی با عوامل فیزیکی برای عملیات بهداشت حرفه‌ای در نظر گرفته شده است و باید فقط توسط مهندسین بهداشت حرفه‌ای تفسیر و بکار گرفته شود. حدود تعیین شده نباید در موارد زیر بکار رود:

- (1) ارزشیابی یا کنترل کیفیت عوامل فیزیکی در خارج از محیط کار
- (2) به عنوان تنها برهان جهت قبول یا رد صدمات یا ناتوانی جسمی افراد

تعاریف

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

الف: مقدار حد مجاز مواجهه شغلی - میانگین وزنی زمانی (OEL-TWA)⁴

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

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

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

ج - حد مراقبت (اقدام) (Action Limit)

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

1 - Derivation

2 - Researches

3 - Consensus

4 - Time Weighted Average

آکوستیک

مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پایین

حد مجاز مواجهه شنلی فرو صوت و صوت‌های با بسامد پایین به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آنها قرار گیرند اثر سوء مشهودی، منهای اثر بر شنوایی انسان، بر آنان عارض نگردد. به استثناء اصوات ضربه‌ای با زمان تکرار کمتر از 2 ثانیه، در فرکانس‌های یک سوم اکتاو باند از 1 تا 80 هرتز، نباید مقدار سقف تراز فشار صوت از 145 dB(C) فراتر رود. علاوه بر آن، تراز کلی فشار صوتی وزن نیافته نباید از مقدار سقف 150 dB(C) افزون گردد. معیارها نیز باید با استاندارد S1.11- ANSI - 1986(R1998) مطابقت نماید. برای این نوع مواجهه‌ها در مقادیر حد مجاز مواجهه شنلی 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 شنلی 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 شنلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه گیری می‌شود. تراز سنج صوت در شبکه A، متناسب با درک شنوایی انسان از صدای واقعی محیط در ترازهای فشار صوت پایین بر مبنای منحنی‌های بلندی صوت عمل می‌کند. بر اساس تفسیر منحنی‌های بلندی صوت در ترازهای فشار صوت بالا، صداسنجی و تعیین تراز کلی صدا بر مبنای شبکه A از اعتبار کافی متناسب با درک شنوایی انسان برخوردار نخواهد بود. روش تکمیلی در این خصوص بدین صورت است که در شرایطی که تجزیه فرکانسی در یک اکتاو باند و در شبکه خطی از صدای محیط صورت گیرد، می‌توان تراز معادل صدا در شبکه A را از طریق نمودارهای تحت عنوان کنتورهای تراز معادل صوت در شبکه A برآورد نمود.

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

تراز صدای اندازه‌گیری شده در شبکه خطی-1

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 2 هرتز باشد.

نکته

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

فراصوت

حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در این بخش مندرج در جدول 1 به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب مشهودی در توانایی شنیداری و درک محاوره طبیعی آنان ایجاد نگردد. حدود مجاز مواجهه شغلی تعیین شده در این مبحث، برای فرکانس‌های فراصوت 10 تا 20 کیلوهرتز می‌باشد که به منظور پیشگیری از عوارض ذهنی (Subjective) بکار رفته و در جدول شماره 1 نشان داده شده است. مقادیر کلی تراز مواجهه وزنی زمانی (TWA) برای 8 ساعت مواجهه مانند حدود مجاز مواجهه شغلی صدا و برابر 85 دسی بل تعیین گردیده است. مقادیر سقف را می‌توان با استفاده از یک دستگاه سنجش تراز صوت (صداسنج)، که در حالت اندازه‌گیری "slow" و باند اندازه‌گیری یک سوم اکتاو تنظیم شده است، مورد سنجش قرار داد. مقادیر TWA را نیز می‌توان با یک دستگاه تراز سنج صوت از نوع یکپارچه (Integrating) و در تجزیه یک سوم اکتاو باند اندازه‌گیری نمود. کلیه دستگاه‌ها باید از حساسیت فرکانسی مناسب برخوردار بوده و با ویژگی‌های مندرج در IEC 804, ANSI S1.4-1983(R2006) مطابقت نمایند.

جدول 1- حدود مجاز مواجهه شغلی برای فرا صوت

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

* امکان بروز ناراحتی و عدم آسایش ذهنی در برخی افراد در ترازهای 75 تا 105 دسی‌بل و در فرکانس‌های 10 تا 20 کیلوهرتز وجود دارد، خصوصاً اگر اصوات ماهیتاً از نوع تونال باشند. ممکن است برای جلوگیری از عوارض ذهنی نیاز به اقدامات حفاظتی و کنترل‌های مهندسی باشد. برخی مواقع ضرورتاً می‌بایست تراز اصوات تونال را در فرکانس‌های کمتر از 10 KHz به پایین‌تر از 80 دسی‌بل کاهش داد. در این مقادیر فرض بر آن است که انسان در آب یا محیط واسط دیگری قرار گرفته است. در صورتی که بین بدن و آب یا سایر محیط‌های واسط تماس برقرار نباشد این احتمال وجود دارد که حدود آستانه تا 30 دسی‌بل نیز افزایش یابد. [زمانی که منبع فراصوت مستقیماً با بدن در تماس قرار گیرد، مقادیر مندرج در جدول کاربردی نخواهند داشت. در این موارد باید از تراز ارتعاشی استخوان ماستوئید استفاده نمود]. در مواردی که تراز شتاب ارتعاش بیش از 15dB و بیش از مرجع 1g/rms می‌باشد، باید مواجهه کاهش یابد یا تماس مستقیم بدن با اتصالات محافظت شود (g: شتاب ثقل برابر 9/80665 متر بر مجذور ثانیه به صورت مؤثر (rms) است)

حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن (طبق جدول شماره 2) به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره‌ی طبیعی آنان ظاهر نشود. در گذشته اختلال شنوایی در درک مکالمات به حدی اطلاق می‌شد که متوسط حد آستانه شنوایی از 25 dB در فرکانسهای 500 و 1000 و 2000 هرتز تجاوز نماید (ANSI S3.6-1989). مقادیر ارائه شده در این کتابچه برای پیشگیری از افت شنوایی به محدوده فرکانس‌های بالاتر مانند 3000 و 4000 هرتز نیز گسترش یافته است. لذا مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی می‌بایست میانه (Median) جامعه شاغلین را در مقابل افت شنوایی ناشی از صدا (NIHL¹) در حد 2 دسی بل در فرکانس‌های 500 ، 1000 ، 2000 ، 3000 و 4000 هرتز پس از 40 سال مواجهه شغلی با صدا محافظت نماید. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به حساسیت متفاوت افراد نباید به عنوان مرز حقیقی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردد. باید تأکید نمود که مقادیر حد مواجهه شغلی، همه شاغلین را در برابر اثرات نامطلوب مواجهه با صدا محافظت نمی‌نماید و برای افرادی که مواجهه بیش از حدود تعیین شده در این کتابچه دارند مراقبتهای پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آنها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایر اقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد.

بر اساس جدول شماره 2 حد مجاز مواجهه شغلی با صدا بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای 8 ساعت کار روزانه برابر با 85 dB(A) است. در صورتی که کارگر طی نوبت کاری 8 ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد می‌بایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت (اقدام)² توصیه شده صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی³ HCP برای 8 ساعت کار روزانه برابر با 82 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 82 dB(A) قرار دارند، ضروری است. طبق این حد مجاز، قاعده 3 دسی بل نیز تعیین شده است و این بدان معنا است که به ازای افزایش 3 دسی بل تراز فشار صوت، زمان مجاز مواجهه نصف خواهد شد. به همین منظور برای مواجهه

1 - Noise Induced Hearing Loss

2 - Action Level

3 - Hearing Conservation Program

با تراز 88dB(A) مدت زمان مجاز 4 ساعت تعیین شده است و این معیار برای ترازهای بالاتر به همین صورت ادامه می‌یابد.

برای شاغلینی که در محیطهای صنعتی یا مشاغل دیگر دارای فعالیت اداری یا فکری می‌باشند، همانند اپراتورهای اتاق کنترل یا متصدیان امور بانکی و سایر مشاغل دفتری¹، هر چند حدود توصیه شده در این مبحث برای آنها به تمامی مرجعیت دارد، لیکن با توجه به فعالیت فکری آنان حد تراز معادل 8 ساعته، برای کنترل استرس شغلی و تأمین سلامت عصبی - روانی آنان به میزان 75 dB(A) تعیین می‌گردد. این حد قابل تسری به سایر مشاغل نمی‌باشد.

1 - Office Workers

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

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

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

** تراز فشار صوت بر حسب دسی بل با دستگاه صداسنج اندازه‌گیری می‌شود و دستگاه مذکور باید مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ANSI کد S1.4.1983(R2006) و گروه تراز سنج صوت Type-S2A باشد و اندازه‌گیری در شبکه وزنی A و در وضعیت سرعت پاسخ slow انجام پذیرد. این وسایل باید به طور صحیح و با دستگاه استاندارد کالیبره شوند.^Δ در این مقادیر صدای منبع باید به روشی غیر از روش‌های کنترل مدیریتی کاهش یابد و حفاظت فردی به تنهایی نمی‌تواند روش کنترل تلقی گردد. همچنین توصیه می‌شود برای صداهای بیش از 120 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 124 دسی بل و مدت تداوم هر ضربه 0/2 ثانیه باشد فرد شاغل فقط مجاز به مواجهه با 17 ضربه صوتی از این نوع در روز می‌باشد.

صدای پیوسته یا نوبتی¹

تراز فشار صوت باید توسط صداسنج Type S2A یا دوزیمتری تعیین گردد که حداقل با ویژگی‌های استاندارد ANSI-S1.4-1983(R2006) یا ANSI-S1.25-1991(R2007) برای دوزیمترهای فردی صدا مطابقت داشته باشد. وسایل اندازه‌گیری باید در شبکه وزن یافته A در وضعیت آهسته (SLOW) تنظیم شوند. مدت مواجهه شاغلین نباید از مقادیر مندرج در جدول 2 تجاوز نماید. این مقادیر بدون توجه به اینکه مواجهه به صورت مداوم یا به صورت مواجهه‌های کوتاه مدت است، برای کل مدت مواجهه کار روزانه به کار می‌رود. وقتی مواجهه روزانه با صدا از دو یا چند دوره زمانی با ترازهای متفاوت تشکیل شده باشد اثر ترکیبی آنها باید بیشتر از اثر جداگانه هر یک از مواجهه‌ها مورد نظر قرار گیرد در چنین مواردی برای ارزیابی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

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

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

1- Continuous or Intermittent Noise

میزان مواجهه از مقدار حد مجاز شغلی فراتر رفته است. تمام مواجهه‌های شغلی با تراز فشار صوتی 80 دسی بل A و بیشتر به طریق فوق محاسبه می‌شود.

در صورت استفاده از صداسنج معمولی این رابطه زمانی قابل استفاده است که صدا با تراز یکنواخت حداقل به مدت 3 ثانیه ادامه داشته باشد. در غیر این صورت باید از دوزیمتر و یا صداسنج از نوع یکپارچه (integrated) استفاده شود که توانایی انجام محاسبات مربوط به تراز معادل فشار صوت¹ (L_{eq}) را در دوره زمانی اندازه‌گیری داشته باشد. لذا در دستگاه دوزیمتری که مطابق با اصل قاعده 3 دسی بل نسبت به زمان و تراز صدای 85 دسی بل A برای 8 ساعت مواجهه تنظیم شده است، چنانچه دوزیمتر دوز صدا را بیش از 100 درصد نشان دهد، مواجهه با صدا بیش از حد مجاز است. لذا دوز بیش از 100 در صد دلیل بر مواجهه بیش از 85 دسی بل A به ازای 8 ساعت کار است. به طور مثال دوز 300 درصد به این معنا است که فرد مذکور سه برابر بیش از مدت زمان مجاز خود با صدا مواجهه داشته است. به همین صورت تعیین مواجهه بیش از حد مجاز مواجهه شغلی بر اساس نتایج اندازه‌گیری با دستگاه صداسنج از نوع یکپارچه هنگامی معتبر است که معدل تراز صدا (L_{eq}) از مقادیر مندرج در جدول 2 تجاوز نماید. وقتی مواجهه روزانه با صدا شامل دو یا چند دوره زمانی با ترازهای متفاوت باشد، راه دیگر برای برآورد اثر ترکیبی آنها، تبدیل مقادیر به تراز معادل فشار صوت (L_{eq}) است که همان معدل زمانی ترازها (SPL-TWA) می‌باشد. برای این کار می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

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

در رابطه فوق، L_{eq} تراز معادل مواجهه با صدا، t_i طول زمان هر مواجهه به ساعت، T زمان مرجع (معمولاً 8 ساعت) و LP_i تراز فشار صوت در هر مواجهه به dB(A) می‌باشد. پس از محاسبه تراز فوق، می‌توان آن را با توجه به زمان مرجع با جدول شماره 2 مقایسه و در مورد مجاز یا غیر مجاز بودن مواجهه اظهار نظر نمود.

الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا

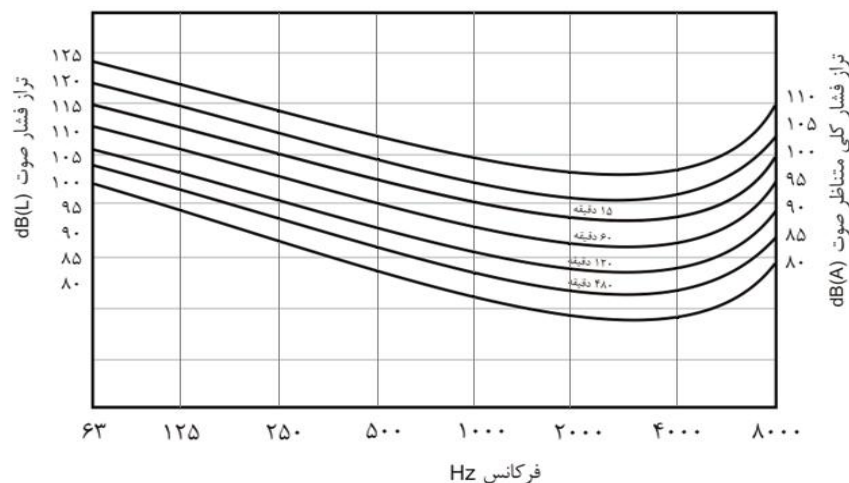
معمولاً برای ارزیابی تراز صدا در محیط کار در مقایسه با حدود مجاز شغلی، تراز کلی فشار صوت در شبکه وزنی A اندازه‌گیری می‌شود. ترازسنج صوت در شبکه A، متناسب با درک شنوایی انسان از صدای واقعی محیط در ترازهای فشار صوت پایین بر مبنای منحنی‌های بلندی صوت عمل می‌کند. بر اساس تفسیر منحنی‌های بلندی صوت در ترازهای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

1 -Equivalent Sound Pressure Level

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 کنتورهای تراز معادل صوت در شبکه A مطابق با شکل 1 برآورد نمود.

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

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

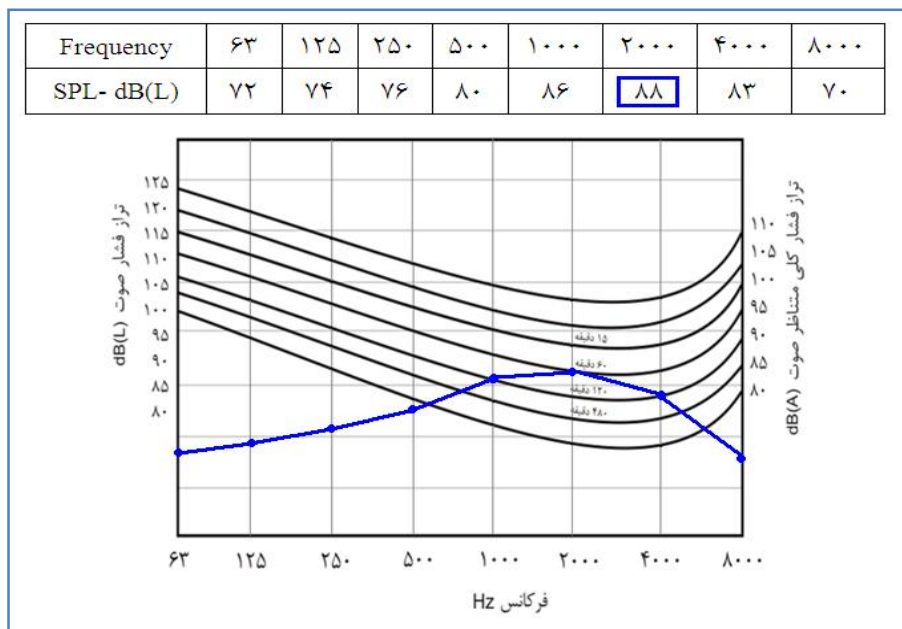


شکل 1- منحنی‌های هم بلندی برآورد تراز معادل صوت در شبکه A متناسب با تجزیه فرکانسی در شبکه خطی

حفاظت شنوایی، تراز صدا بر مبنای قاعده نصف شدن زمان مجاز مواجهه به ازای افزایش 3 دسی بل تراز فشار صوت اعمال شده است.

مثال

در اندازه‌گیری مواجهه یک کارگر فلز کار با صدا، مقادیر تراز فشار صوت در شبکه خطی در تجزیه یک اکتاواند [SPL-dB(L)] در جدول زیر درج شده است. تراز مجموع (کلی) برای این مواجهه 91/52 dB(L) ثبت شده است. تراز متناظر فشار صوت [L_{eq}-dB(A)] و مدت زمان مجاز مواجهه را برآورد نمایید:



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

صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای^۱

در صورت استفاده از وسایل اندازه‌گیری توصیه شده توسط IEC-804-، ANSI-S1.4-1983(R2006)، و 1990 ANSI-S1.25-1991(R2007) صدای ضربه‌ای یا کوبه‌ای در هنگام سنجش صدا به طور خودکار اندازه‌گیری می‌شود. تنها ضابطه آن است که دامنه اندازه‌گیری مورد نیاز باید بین 80-140 دسی بل A و دامنه ضربه از تراز زمینه باید حداقل 63 دسی بل باشد. مواجهه بدون حفاظ گوش، با تراز فشار صوت بیش از 140 دسی بل در شبکه وزن یافته C مجاز نمی‌باشد. اگر وسیله اندازه‌گیری قادر به اندازه‌گیری تراز قله در شبکه وزن یافته C نباشد آنگاه باید اندازه‌گیری تراز قله (SPL- Peak) با میزان کمتر از 140 دسی بل ملاک اندازه‌گیری 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

- 1) برای صداهای ضربه‌ای بالاتر از 140 دسی بل C در هر حال باید از وسیله حفاظت از شنوایی استفاده شود و برای چنین شرایطی از محافظ شنوایی (روگوشی^۲ یا توگوشی^۳) با ویژگی‌های MIL-STD-1474 C (1997) به تنهایی یا توأم استفاده شود.
- 2) ممکن است مواجهه با برخی از مواد شیمیایی منجر به افت شنوایی گردد. لذا انجام شنوایی سنجی دوره‌ای شاغلین در محیط‌هایی که علاوه بر مواجهه با صدا، امکان مواجهه با برخی مواد شیمیایی نظیر تولوئن، سرب، منگنز، ان بوتیل الکل وجود دارد، تأکید می‌گردد.
- 3) پیشنهاد می‌گردد که بانوان باردار (بعد از 6 ماهگی) با مقادیر صدای وزن یافته SPL-TWA بیش از 115 dB(C) یا تراز پیک 155 dB(C) مواجهه نداشته باشند، زیرا این مواجهه می‌تواند باعث افت شنوایی در جنین گردد.
- 4) وسایل حفاظت از شنوایی شخصی بوده و در هر حال باید در نظافت و بهداشت آنها دقت و توجه لازم معمول گردد. تناسب و کفایت فنی این حفاظها باید طبق اصول محاسبات علمی یا از طریق آزمایش مورد تأیید قرار گرفته باشد.

1 - Impulsive or Impact Noise

2 - Ear Muffs

3 - Ear Plug

5) 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 7 روزه

نسبت فوق الذکر از 5 بیشتر نشود و این نسبت در هر روز از 3 بالاتر نباشد.

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

ارتعاش

1 - مواجهه موضعی بدن با ارتعاش

راه انتقال انرژی ارتعاشی به بدن عمدتاً اندام‌های فوقانی و تحتانی به خصوص دستها است و بدین جهت است که اثرات موضعی ارتعاش به نام سندرم دست و بازو ناشی از ارتعاش¹ (HAVS) خوانده شده است. مقادیر "حد مجاز مواجهه شغلی" ذکر شده در جدول 3 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 ارتعاش² (VWF) که در ضمن به نام پدیده رینولد³ با منشاء شغلی هم شناخته شده است، فراتر روند. این حد به جهت محدود بودن اطلاعات لازم درباره ارتباط بین پاسخ-دوز و عارضه VWF ناشی از ارتعاش، براساس مطالعات اپیدمیولوژیک و در بین کارگران جنگل کاری، معدن و فلزکاری و بر مبنای استناد مفاد استاندارد ISO-5349(2001) تدوین شده است. برای اندازه گیری ارتعاش دست - بازو باید از ارتعاش سنج انسانی⁴ کالیبره ای شده که جرم شتاب سنج آن از 2 گرم تجاوز ننماید استفاده شود باید ارتعاش در سه جهت X,Y,Z مطابق مؤلفه های شکل 2 اندازه گیری شود و بالاترین شتاب ثبت شده (شتاب غالب) مربوط به هر جهت ورود باشد و با مقادیر جدول 3 مقایسه گردد. این مقادیر بایستی جهت کنترل و کاهش مواجهه با ارتعاش مورد استفاده قرار گیرند و به جهت حساسیت بعضی افراد نباید به عنوان مرز میان ایمنی و خطر

1 - Hand-Arm Vibration Syndrome

2 - Vibration-Induced White Finger

3 - Raynauds Phenomenon

4 - Human Vibration Meter

تلفی کردند. باید در نظر داشت که حفاظت دست و بازو در برابر سندرم ناشی از ارتعاش فقط با اعلام یا مراعات حد مجاز مواجهه شغلی میسر نمی‌گردد و برای پیشگیری از ابتلا به عارضه مذکور باید توصیه‌های زیر بکار رود:

- (1) ابزار کار به وسایل و قطعات ضد ارتعاش مجهز باشد.
- (2) از دستکش‌های ضد ارتعاش، حین کار استفاده شود.
- (3) برای کاهش مواجهه با ارتعاش، کار به روش مناسب انجام گیرد به طوری که دست‌ها و بقیه بدن 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.
 ** مقدار RMS مد نظر است. معمولاً ارتعاش در یک محور بیشتر از دو محور دیگر می‌باشد. اگر در

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

(مستند به استاندارد ISO - 5349-2001)

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

یک یا چند محور میزان ارتعاش از "کل مدت مواجهه مجاز روزانه" تجاوز کند، از حد مجاز مواجهه شغلی نیز تجاوز کرده است.

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

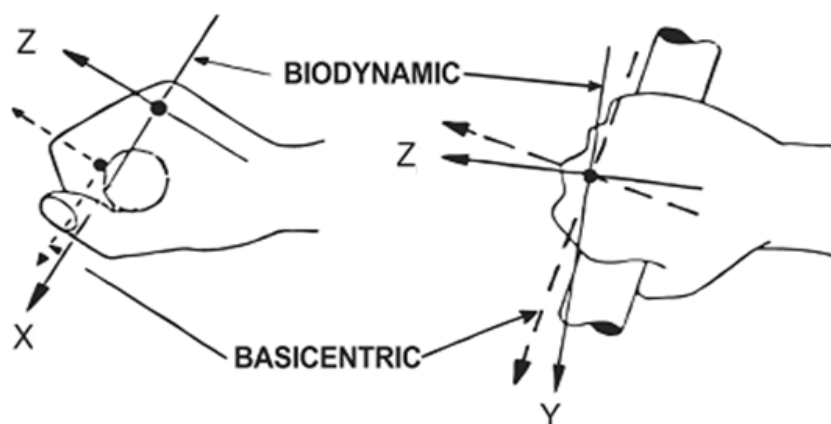
نکاتی درباره جدول 3

- 1) در شکل 4 شبکه سنجش وزنی مورد استفاده 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 16 هرتز) حفاظت را به طور کامل تأمین نمی‌نماید، بنابراین باید در هنگام استفاده از ابزارآلاتی که فرکانس‌های بالا را تولید می‌نمایند جانب احتیاط را رعایت نمود.
- 2) مواجهه‌های حاد با مؤلفه‌های شتاب مؤثر (rms) در فرکانس‌های وزن یافته در مقادیری بیش از حد مواجهه شغلی که به صورت گاهگاه و یا نامکرر اتفاق می‌افتد (مثلاً 1 روز در هفته و یا چند روز در طی دو هفته) الزاماً زیان بالاتری ندارند و در این صورت استثنائاً افزایش دوز دریافتی تا 1/5 برابر مجاز می‌باشد.
- 3) به نظر می‌رسد مواجهه‌های حاد با مؤلفه‌های شتاب مؤثر (rms) در فرکانس‌های وزن یافته به میزان سه برابر مقدار حد مواجهه شغلی، عوارضی مشابه اثرات ناشی از 5 تا 6 سال مواجهه با ارتعاش را به بار می‌آورد.
- 4) برای جلوگیری از بروز عارضه HAVS (جدول 4) و همچنین شناخت افراد حساس به ارتعاش، باید معاینات پزشکی سالیانه و دوره‌ای در مورد کارگران در معرض ارتعاشات وارد بر دست - بازو انجام گیرد.
- 5) در موارد مواجهه مداوم، برای کاهش اثرات زیان آور ناشی از ارتعاش، برنامه کار باید تعدیل شود و به صورت یک ساعت کار و ده دقیقه استراحت تنظیم گردد.
- 6) کار باید با روش مناسب انجام گیرد و بدین منظور باید کارگران در خصوص استفاده از ابزارها و فرایندهای پرقدرت 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.
- 7) وزن شتاب سنج دستگاه همراه با وسایلی که برای مواجهه با منبع ارتعاش بکار می‌رود باید بیش از 2 گرم باشد و باید خطای اندازه‌گیری در محورهای سه گانه (X,Y,Z) کمتر از 10% باشد.

(8) اندازه‌گیری ارتعاشات از نوع ضربه‌ای با جابجایی زیاد مانند آنچه که در وسایل بادی ضربه زن وجود دارد، توسط شتاب سنجهای پیزو الکتریک (با میرائی مکانیکی کم) با خطای زیاد انجام می‌گیرد. با قراردادن فیلترهای مکانیکی پایین‌گذر، بین شتاب سنج و منبع ارتعاشی برای حذف فرکانس‌های 1500 هرتز و یا بیشتر، می‌توان خطای سنجهش در هنگام خواندن مقادیر را کاهش داد.

(9) نام سازنده و شماره نوع تمام وسایلی که برای سنجهش 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 کوبه‌ای¹



شکل 2- سیستم Basicentric و بیودینامیک دست، نمایش محورهای مؤلفه‌های شتاب
ISO 5349- 2001 و ANSI S3.34- 1986(R1997)

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

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

1 - Continuous , Intermitent , Impulsive or Impact Hand – Arm vibration

(2) در هنگام اندازه‌گیری، شتاب سنج (سبک و کوچک) باید به گونه‌ای نصب شود که بتواند یک یا چند مؤلفه عمود بر هم منتشره از منبع ارتعاشی در گستره فرکانس 5 تا 1500 هرتز را به دقت ثبت نماید. هر یک از مؤلفه‌های شتاب را باید در فرکانس وزن یافته¹ 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 3).

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

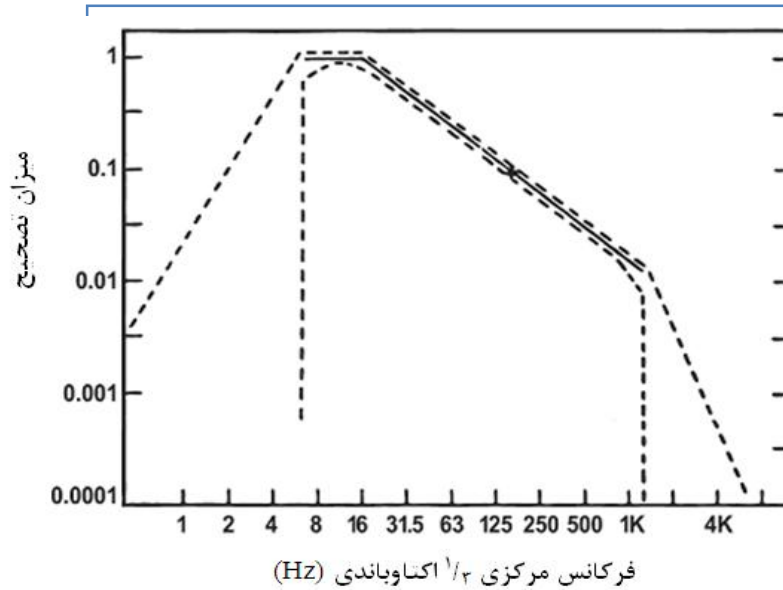
$$(a_{K_{eq}}) = \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (a_{K_i})^2 T_i \right]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{(a_{K_1})^2 T_1 / T + \dots + (a_{K_n})^2 T_n / T}$$

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

1 - Frequency- Weighted

بطوری که:

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



شکل 3: خصوصیات به دست آمده بر روی شبکه فیلتری مورد استفاده در فرکانس مؤثر مولفه های شتاب (خط ممتد)، خطوط منقطع مقاومت فیلترهایی از نوع ISO 5349(2001) و ANSI S3.34-1986(R1997) می باشد

جدول 4: 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 در ک 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 (2L(2) / 1 R(1)	

2- ارتعاش تمام بدن

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول 5 برای مقادیر کلی و شکل‌های 4 و 5 برای مقادیر تجزیه فرکانسی ارتعاش وارده به تمامی بدن ناشی از عوامل مکانیکی¹ (WBV) با مقدار برآیند سه جهت (X,Y,Z) شتاب مؤثر² (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 ISO-2631-1997(R2004) تدوین شده است.

سیستم بیودینامیک بدن در شکل 6 نشان داده شده است. این مقادیر باید به عنوان راهنما در کنترل مواجهه با ارتعاش تمامی بدن مورد استفاده قرار گیرند و نباید به عنوان مرز میان ایمنی و خطر تلقی گردند.

نکات مهم

- 1) جدول شماره 6 ضرایب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحنی‌های پاسخ (ISO 2631) را نشان می‌دهد.
- 2) در هر یک از اشکال 4 و 5 تعدادی منحنی مستقل از یکدیگر ارائه شده است که بر اساس زمان‌های مواجهه مختلف تنظیم گردیده‌اند. منحنی‌های مذکور نشان می‌دهد در گستره فرکانس 4-8 هرتز در محور Z و در گستره فرکانس 1-2 هرتز در محور X و Y، در ارتعاش وارده به انسان تشدید (رزونانس) صورت می‌گیرد. محورهای مزبور در شکل 6 تعریف شده‌اند. در شکل 7 مقادیر a_x, a_y, a_z مؤلفه‌های 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.
- 3) سنجش ارتعاش تمام بدن و زمان مواجهه معادل برای مواجهه‌های منقطع هنگامی محاسبه می‌گردد که میزان شتاب مؤثر (rms) در طول زمان به طور محسوس متغیر است و این نوع سنجش باید مطابق با توصیه‌های استاندارد ISO-2631-1997(R2004) یا ANSI-S3.18-1979(R1999) توسط دستگاههای مخصوص سنجش ارتعاش انسانی کالیبره شده با دریافت‌کننده بشقابی انجام پذیرد. در دریافت‌کننده باید سه شتاب سنج در جهات سه گانه نصب شده باشد که جرم هر یک از 18 گرم بیشتر نباشد.

1 - Whole – Body Vibration

2 - Root – Mean – Square

- (4) حد مجاز شغلی عنوان شده برای ضرایب قله 6 و کمتر از آن معتبر است. ضریب قله نسبت شتاب قله (A_{peak}) به شتاب مؤثر (A_{rms}) می‌باشد. البته سنجش باید در یک جهت همسان در مدت یک دقیقه برای هر یک از محوره‌های X و Y و Z انجام شود. حد مجاز شغلی مذکور برای اثرات ارتعاش تمامی بدن برآورد گردیده است و در صورتی که ضریب قله بیش از 6 باشد باید با احتیاط لازم مقادیر مزبور را بکار گرفت.
- (5) حد مجاز شغلی مزبور نباید در سازه‌های دریایی یا در کشتی‌ها بکار برده شود برای ساختمان‌های ثابت مراجعه شود به: [ANSI S3.29-1983(R2006)]

جدول 5- حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن
(مستند به معادله B2 استاندارد [ISO 2631-1997(R2004)])

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

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

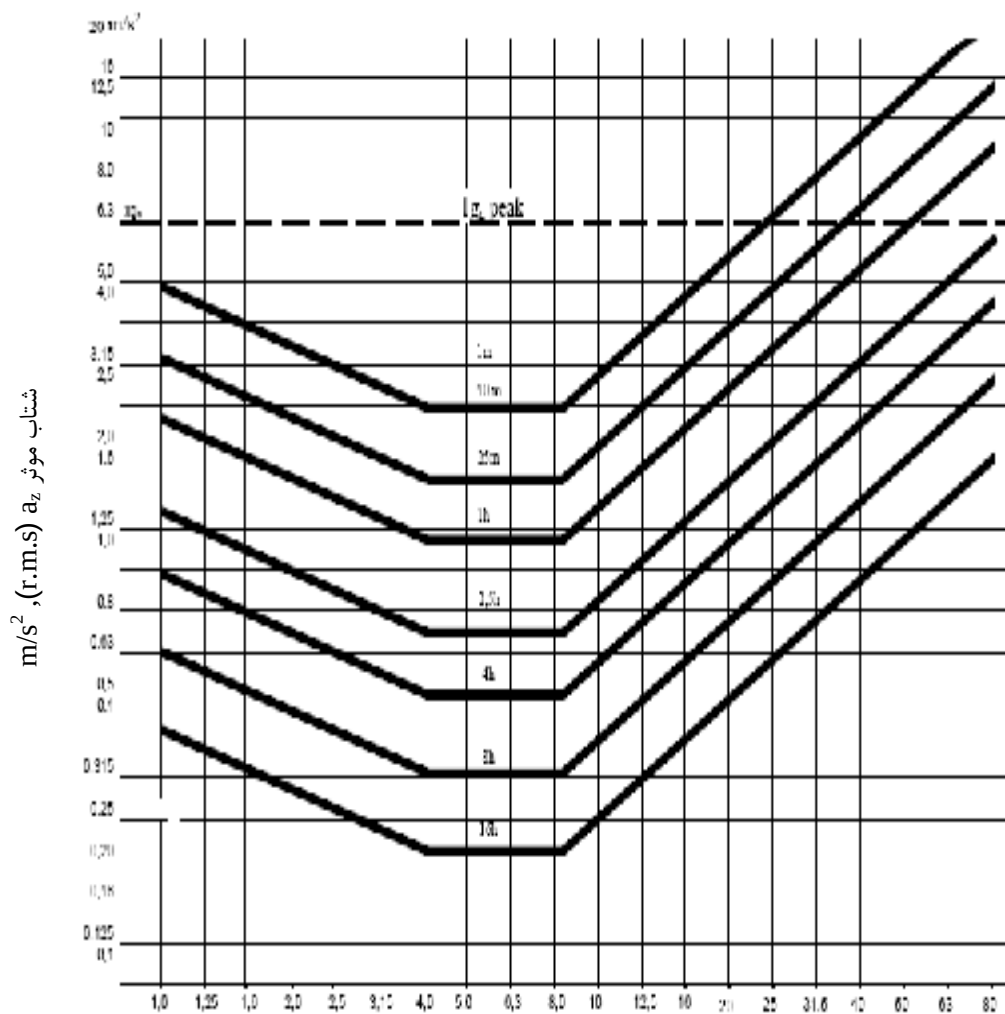
ضرایب وزنی		
فرکانس Hz	ارتعاشات طولی Z (شکل 4)	ارتعاشات عرضی X,Y (شکل 5)
1	0/50	1
1/25	0/56	1
1/6	0/63	1
2	0/71	1
2/5	0/80	0/80
3/15	0/90	0/63
4	1	0/50
5	1	0/40
6	1	0/315
8/0	1	0/25
10	0/80	0/20
12/5	0/63	0/16
16	0/50	0/125
20	0/40	0/10
25/0	0/315	0/08
31/5	0/25	0/063
40	0/20	0/05
50	0/16	0/04
63	0/125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

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

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

شکل 4: حدود مجاز شتاب محور طولی (a_z)

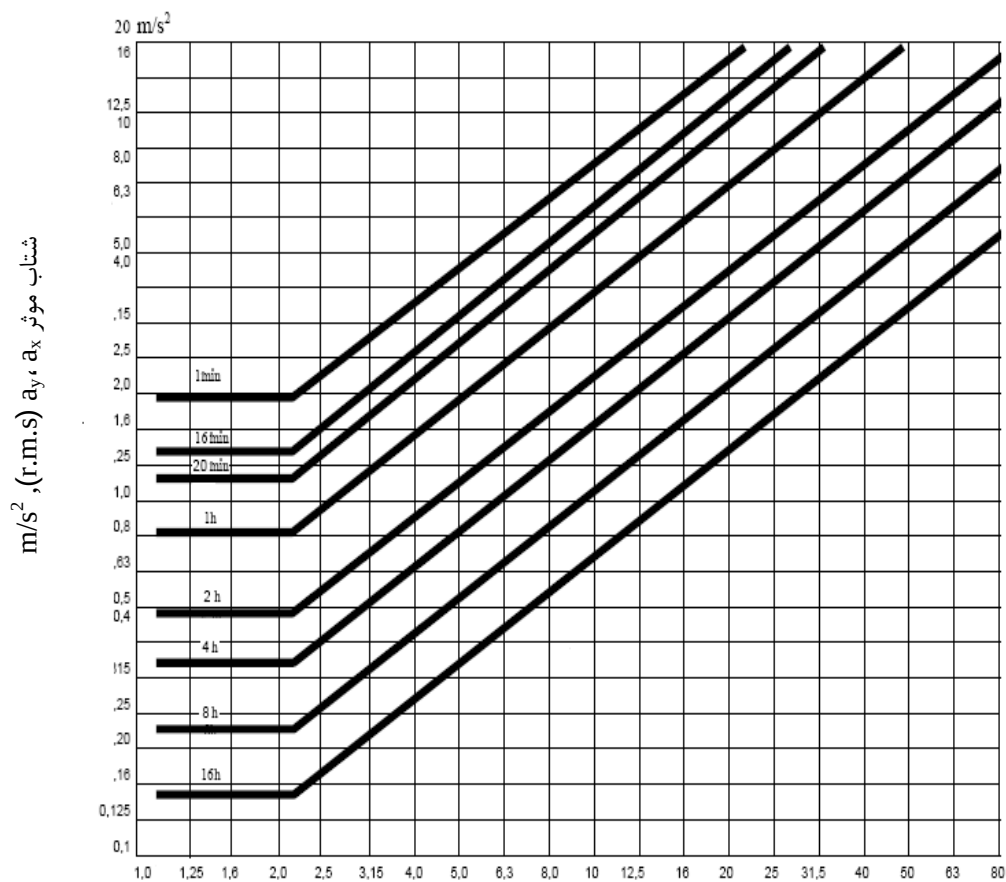
بر حسب فرکانس و زمان مواجهه [ISO 2631-1997(R2004)]



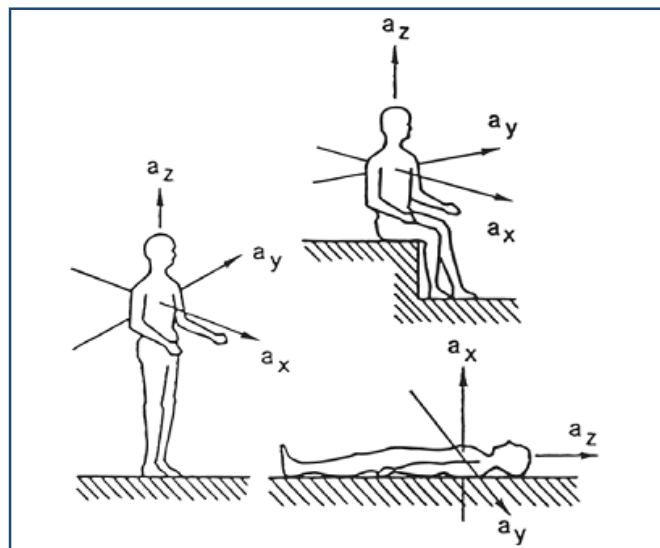
فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (هرتز)

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

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



فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاواند (هرتز)



شکل 6- سیستم بیودینامیک بدن و جهات اصلی سنجش‌های شتاب ارتعاشی
[ISO 2631-1997(R2004)]

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

الف - در هر نقطه، برای حداقل یک دقیقه در محورهای بیودینامیکی که در شکل 6 نشان داده شده است، مقادیر مؤثر شتاب (rms)، باید به طور همزمان و مستمر در سه محور اندازه‌گیری شود. برآیند سه جهت ملاک مقایسه با این حدود مجاز می‌باشد.

ب - سه شتاب‌سنج با وزن خیلی کم (حداکثر 18 گرم)، هر کدام با یک حساسیت محور عرضی کمتر از 10 %، به طور عمودی بر روی یک مکعب فلزی سبک وزن نصب شده و در داخل مرکز یک دیسک لاستیکی سخت قرار داده شده است (SAE-J.1013-1992) کل وزن این دیسک مکعب، شتاب‌سنج و کابل‌های آن نباید از 10 % وزن کل مورد در حال اندازه‌گیری، بیشتر باشد. سنجشها باید با قراردادن دیسک لاستیکی بر روی نشیمنگاه صندلی راننده و زیر باسن اپراتور در زمانی که وسیله ارتعاشی در حال کار است، انجام گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به کمر باید دیسک لاستیکی بین کمر و سطح ارتعاشی قرار گیرد. برای اندازه‌گیری ارتعاش وارده به پا باید دیسک لاستیکی بر روی سطح مرتعش بین دو پا قرار گیرد به طوری که وزن بدن روی دیسک لاستیکی نیفتد و فقط پا با کناره لبه آن مواجهه داشته باشد.

ج- برای هر یک از محورها، در یک سوم اکتاوباند (1 تا 80 هرتز)، برای مقایسه با شکل 4 یا شکل 5 به طور متناسب باید به طور جداگانه آنالیز فرکانس به روش معادل انجام گیرد.

د- اگر شتاب مؤثر (rms) هر یک از محدوده بیناب در مدت زمان مربوطه، معادل یا بیش از مقدار ارائه شده در شکل 4 یا 5 گردد، در این صورت از حد مواجهه شغلی برای زمان مواجهه مورد نظر، فراتر رفته است. در این صورت محوری که بالاترین قله بیناب منحنی (فرکانس غالب) و کوتاهترین زمان مواجهه را قطع می کند برای تعیین حد مواجهه مجاز بکار می رود. (همانند آنچه که برای آنالیز فرکانسی صدا آورده شد).

7) کل شتاب مؤثر (rms) وزن یافته برای هر یک از محورها با استفاده از معادله زیر با ضریب وزن یافته در محور متناسب در جدول 6 ارائه شده است. برای محور X معادله به صورت زیر است (برای محوره های Y, Z معادله ها و تعاریف مشابه معادله مزبور اعمال می گردد).

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

در رابطه فوق A_{WX} کل شتاب مؤثر وزن یافته برای محور X، W_{FX} ضریب وزن یافته برای محور X در هر یک سوم اکتاوباند فرکانس های 1 تا 80 هرتز (جدول 4)، A_{FX} مقدار شتاب مؤثر (rms) برای بیناب محور X در یک سوم اکتاوباند فرکانس های 1 تا 80 هرتز می باشد.

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

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

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

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

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

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

- الف - 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 آسایش¹ و مرز کاهش مهارت و خستگی² به استناد نسخه [ISO-2631(1985)] عنوان گردیده بود نیز به منظور جلوگیری از خستگی و افت تمرکز شاغلین مورد پذیرش کمیته عوامل فیزیکی می‌باشد. نحوه محاسبه هر یک از مرزهای مذکور با توجه به مرز مقادیر مجاز مندرج در جدول 5 به صورت زیر می‌باشد:

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

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

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

1 - Reduced Comfort Boundary (RCB)

2 - Fatigue-Decreased Proficiency Boundary (FDPB)

حد مجاز مواجهه شغلی (OEL) پرتوهای یونساز

اساس حفاظت در برابر پرتو اجتناب از پرتوگیری غیر ضروری می باشد. کمیته تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فیزیکی مقادیر پیشنهادی کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر پرتوها¹ (ICRP) را برای پرتوگیری شغلی پذیرفته است. پرتوهای یونساز شامل ذرات باردار (مانند ذرات آلفا و بتا که از مواد رادیواکتیو ساطع می شوند و همچنین ذرات نوترون که از واکنش های هسته ای در راکتورها و شتاب دهنده ها تابش می شود) و پرتوهای الکترومغناطیس (مانند پرتو گاما تابش شده از مواد پرتوزا و پرتوهای ایکس تابش شده از شتاب دهنده های الکترون و همچنین دستگاه های مولد پرتو ایکس) با انرژی بیش از 12/4 الکترون ولت (eV) بوده که معادل طول موجی تقریباً کمتر از 100 نانومتر (nm) می باشند. 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 (ALARA²) و شرایط اقتصادی و اجتماعی نیز منظور گردد.
- حد دوز فردی: پرتوهای تابشی از منابع مختلف نباید بیشتر از دوز تعیین شده در جدول 7 باشد.
- خط مشی حد پرتوگیری شغلی در جدول 7 براساس توصیه ICRP باشد.
- براساس اصل ALARA پرتوگیری شغلی افراد می بایست به مراتب کمتر از مقادیر مجاز تعیین شده باشد.

1 - International Commission of Radiation Protection

2 - As Low As Reasonably Achievement

جدول 7- مقادیر توصیه شده برای مواجهه با پرتوهای یونساز

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

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

2- Annual Limit on Intake

3- Radon Doughters

4- Working Level Months

میدان ها و پرتوهای غیر یونساز

میدان های مغناطیسی پایا

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

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

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

پرتوهای یونساز	پرتوهای غیر یونساز										نوع پرتو
	فرا بنفش			نور مرئی			مادون قرمز		ماکروویو	رادیو فرکانس	
X-Ray	UV-C	UV-B	UV-A				IR-A	IR-B	IR-C		ELF
	۱۰۰	۱۸۰	۲۸۰	۳۱۵	۴۰۰	۷۷۰	۱.۴	۴	۱	۱	۱۰۰۰
	nm	nm	nm	nm	nm	nm	μm	μm	mm	m	Km
									۴۰۰ GHz	۴۰۰ MHz	۴۰۰ KHz
پرتو یونساز	فرا بنفش			نور مرئی و مادون قرمز نزدیک					رادیو فرکانس و ماکروویو		زیر رادیو فرکانس

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

جدول 8- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای میدانهای مغناطیسی پایا		
مقدار سقف	TWA هشت ساعته	
2 T	60 mT	تمام بدن
20 T	600 mT	دستها و پاها
0/5 mT	-	افراد حامل وسایل پزشکی الکترونیکی

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

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با دامنه چگالی شار مغناطیسی ناشی از میدانهای مغناطیسی با گستره فرکانسی 30 KHz و کمتر از آن به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند اثر سوئی بر سلامت آنها عارض نگردد. برای تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی شدت های میدان مغناطیسی به صورت مقادیر مؤثر (rms) داده شده است. این مقادیر به عنوان راهنمایی جهت کنترل پرتوگیری از میدانهای مغناطیسی با زیرفرکانسهای 30KHz و کمتر از آن تعیین شده است ولی نباید به عنوان یک مرز مشخص بین ایمنی و خطر تلقی شود. پرتوگیری های شغلی در گستره

فرکانس بی‌نهایت کم¹ (ELF) از یک تا 300 هرتز، از مقدار سقف ارائه شده در رابطه زیر نباید تجاوز کند.

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

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

شدت جریان تماسی

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

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

توجه

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

¹ Extremely – Low – Frequency

2- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده، شاغلینی را که دارای دستگاه ضربان ساز قلبی هستند در مقابل تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه مزبور حفاظت نمی‌کند. بعضی از انواع دستگاه‌های ضربان ساز قلبی به تداخل با امواج الکترومغناطیسی ناشی از خطوط انتقال نیرو (یا فرکانس 50 الی 60 هرتز) در چگالی شار مغناطیسی به کوچکی 0/1 mT حساسیت نشان داده‌اند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از جانب کارخانه سازنده ضربان قلبی درباره تداخل امواج الکترو مغناطیسی، توصیه می‌شود، پرتوگیری افراد حامل دستگاه مذکور و یا هر دستگاه مشابه دیگری که در بدنشان وجود دارد در حد 0/1 mT و یا کمتر در فرکانس‌های مربوط به خطوط انتقال نیرو نگه داشته شود.

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

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده اشاره به شدت‌های میدان با فرکانس رادیویی (30KHz و کمتر از آن) و همچنین میدان‌های الکتریکی پایا در محیط‌های کار بدون حفاظ دارد و نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط اگر کارکنان به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، اثرات زیان آوری بر سلامت آنان عارض نشود. برای تعیین مقادیر حد مواجهه شغلی شدت‌های میدان الکتریکی به صورت مقادیر مؤثر (rms) داده شده است. این مقادیر به عنوان راهنما جهت کنترل پرتوگیری تعیین شده است و به علت حساسیت‌های فردی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی شود. شدت‌های میدان الکتریکی تعیین شده برای مقدار حد مواجهه شغلی به میدان‌هایی اشاره دارد که در هوا موجودند و به دور از سطوح هادی‌ها قرار دارند (جایی که تخلیه‌های جرقه‌ای و جریان‌های تماس ممکن است مخاطرات جدی به بار آورد). پرتوگیری شغلی در فرکانس صفر هرتز (DC) تا 220 هرتز نباید از شدت میدان 25 KV/m بیشتر باشد. در فرکانس‌های 220Hz تا 3 KHz مقدار سقف شدت میدان از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

f فرکانس برحسب هرتز است.

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

توجه

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

2- قرار گرفتن در میدان‌هایی با شدتی بیش از 5-7 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 پريدن بعلاوه سایر مخاطرات ایمنی مانند احتراق مواد قابل اشتعال و وسایل الکتریکی قابل انفجار، به وجود آید. لازم است ضمن دقت زیاد اشیاء بدون اتصال به زمین حذف شوند، یا مجهز به سیم اتصال به زمین گردند (Earth)، و یا هنگام جابجایی آنها از دستکش‌های عایق استفاده شود. در میدان‌های با شدت بیش از 15 KV/m لازم است از وسایل حفاظتی (مثل لباس، دستکش و انواع عایق‌های الکتریکی) استفاده شود.

3- برای شاغلینی که دارای ضربان ساز قلبی هستند، مقادیر حد مجاز تعیین شده، آنها را در برابر تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه مذکور حفاظت نمی‌کند. بعضی از انواع ضربان سازهای قلبی در مقابل تداخل با میدان‌های الکتریکی با فرکانس مربوط به خطوط انتقال نیرو (50 الی 60 هرتز) حتی به شدتی به اندازه 2 KV/m حساسیت نشان می‌دهند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از طرف کارخانه سازنده درباره تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه ضربان ساز قلبی، تماس افراد حامل دستگاه ضربان ساز و سایر وسایل مشابه پزشکی باید در حد 1 KV/m نگه داشته شود.

پرتوهای رادیوفرکانس و ماکروویو

حد مجاز مواجهه شغلی پرتوهای رادیوفرکانس (RF) و ماکروویو در فرکانس‌های بین 30KHz تا 300GHz به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، آثار نامطلوبی بر سلامت آنان ظاهر نگردد. مقادیر حد مواجهه شغلی پرتوهای مذکور بر حسب مقدار مؤثر (rms)، شدت میدان الکتریکی (E)، شدت میدان مغناطیسی (H) و چگالی توان معادل برای موج تخت در فضای آزاد (S) و جریان‌های القایی (I) به بدن که در اثر پرتوگیری در چنین محیطی و یا در اثر مواجهه

مستقیم با ماده ای که در معرض محیطهای مزبور بوده اتفاق می افتد، بیان می گردد. جدول 9 و نمودار شکل 8 حد مجاز مواجهه شغلی را برحسب فرکانسهای مختلف بر حسب مگاهرتز (MHz) نشان می دهد.

ملاحظات

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

1- برای افرادی که تکیه گاه فلزی ندارند یا به عبارتی با اجسام فلزی در تماس نیستند¹، جریان RF وارده بر بدنشان از طریق هر پا که در هر فوت (تقریباً 30 سانتی متر) اندازه گیری می شود نباید از مقادیر سقف به شرح زیر تجاوز نماید:

$$I = 1000 \text{ f (برحسب میلی آمپر)} \quad (0/03 < f < 0/1 \text{ MHz})$$

$$I = 100 \text{ (برحسب آمپر)} \quad (0/1 < f < 100 \text{ MHz})$$

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

$$I = 1000 \text{ f (برحسب میلی آمپر)} \quad (0/03 < f < 0/1 \text{ MHz})$$

$$I = 100 \text{ (برحسب آمپر)} \quad (0/1 < f < 100 \text{ MHz})$$

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

ب - حد مجاز مواجهه شغلی در جدول 1 و قسمت الف، به مقدار پرتوگیری که از طریق محاسبه میانگین در سطحی معادل سطح مقطع عمومی بدن انسان به دست می آید اشاره دارد (سطح تصویر شده). در مواردی که قسمتی از بدن در معرض پرتوگیری است، حد مجاز مواجهه شغلی را می توان افزایش داد. در میدانهای متغیر و غیر یکنواخت، مقادیر حداکثر شدت میدان ممکن است از میزان حد مجاز مواجهه

1 - Free Standing Individuals

شغلی تجاوز نماید مشروط بر آنکه متوسط مقادیر در حدود مجاز تعیین شده باشد. حد مجاز مواجهه شغلی را می‌توان با محاسبات اندازه‌گیری میزان جذب ویژه SAR^1 مرجع نیز افزایش داد.

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

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

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

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

فرکانس	در فاصله بین دو پا	از طریق هر پا	تماس	متوسط دوره زمانی
30 KHz – 100KHz	2000 f	1000 f	1000 f	0/2 S
100 KHz - 100 MHz	200	100	100	6 min

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

1 - Specific Absorption Rate

ج- برای پرتوگیری میدان‌های نزدیک¹ در فرکانس‌های پایین‌تر از 300 MHz، حد مجاز مواجهه شغلی برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی در جدول 9، قسمت الف نشان داده شده است. چگالی توان (S) موج تخت معادل برحسب (mW/cm^2) از طریق اطلاعات به دست آمده از سنجش شدت میدان از رابطه زیر بدست می‌آید:

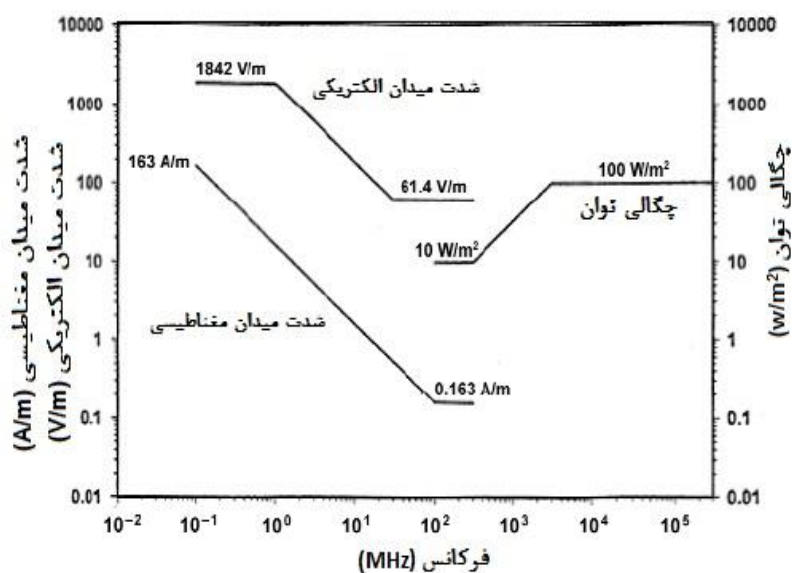
$$S = E^2 / 3770$$

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

د- در مواردی که پرتوگیری از نوع پرتوهای RF پالسی در مدت کمتر از 100 msec در گستره فرکانس‌های 0/1 تا 300 گیگا هرتز باشد، حداکثر مواجهه شغلی مجاز با میدان الکتریکی لحظه ای 100 کیلو ولت بر متر است. برای پالس‌هایی که بیش از 100 msec تداوم دارند، محاسبه متوسط زمانی معمول بکار می‌رود. مقادیر مزبور به عنوان راهنما جهت ارزیابی و کنترل پرتوگیری امواج رادیوفرکانس و ماکروویو بکار می‌رود و نباید به عنوان مرز قطعی بین حد ایمنی و خطر تلقی گردند.

شکل 8 - نمودار حد مجاز مواجهه شغلی امواج مایکروویو و رادیو فرکانسی

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



1 - Near - Field Exposure

توجه

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

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

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

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

4- در فرکانس‌های بین 0/1 GHz تا 3GHz، مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای شدت میدان‌های الکترومغناطیسی با رعایت شرایط زیر قابل افزایش است:

الف- شرایط پرتوگیری با استفاده از روش‌های مناسب قابل کنترل باشد به طوری که متوسط پرتوگیری کل بدن یعنی SAR_s کمتر از 0/4 W/kg بوده و به طور متوسط مقادیر قله SAR از 10 W/kg به ازاء هر یک گرم بافت (به صورت حجم بافت در شکل مکعب تعریف شده است) تجاوز ننماید. به غیر از دست، مچ دست، پا و مچ پا مقادیر قله SAR از 20 W/kg به ازاء هر 10 گرفت بافت (که به صورت حجم بافت در شکل مکعب تعریف شده است) می‌تواند تجاوز نماید. میانگین SAR_s در طی هر 6 دقیقه محاسبه گردیده است.

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

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

6- اندازه گیری شدت میدان RF به عوامل متعددی بستگی دارد که شامل ابعاد Prob و فاصله منبع از Prob می باشد و روش های اندازه گیری باید از توصیه های اعلام شده در IEEE C95.3 سال 2002 تبعیت نماید.

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

8- امواج با پهنای باند فرکانسی زیاد UVB کاربرد های جدیدی برای تصویر برداری، ارتباطات بدون سیم (صوت، داده و تصویر)، برجسب های شناسایی و سیستم های امنیتی پیدا نموده است. سیگنال های 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 پالس های UWB، میزان جذب ویژه بر حسب وات بر کیلو گرم بافت به صورت زیر بیان می شود.

$$SAR = S \times PW \times PRF \times 0.025$$

در رابطه فوق به ترتیب: S: چگالی توان معادل موج تخت $P, W/m^2$ ، پهنای مؤثر باند S، PRF: فرکانس تکرار پالس s^{-1} ، 0.025: حداکثر جذب ویژه تصحیح شده W/kg بر W/m^2 سطح بدن در مواجهه با موج رادیو فرکانسی 70 مگاهرتز می باشد.

محدودیت های مواجهه

1- مواجهه با موج UWB بیشتر از 6 دقیقه:

میزان جذب ویژه محدود به 0/4 وات بر کیلو گرم برای میانگین زمانی 6 دقیقه ای متناسب با سطح جذب ویژه 144 J/Kg برای 6 دقیقه می گردد. فرکانس تکرار پالس مجاز به صورت زیر محاسبه می شود:

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

2- در مواجهه با موج UWB کمتر از 6 دقیقه:

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

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

نکاتی در مورد روش اندازه گیری امواج مایکروویو و رادیوفرکانسی

- (1) اولین اقدام در فرایند اندازه گیری امواج، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه افراد است. بدین منظور می بایست مشخصات فنی منابع و همچنین مشخصات امواج انتشار یافته از منابع به ویژه از لحاظ فرکانسی، ساعات مواجهه افراد، تعداد افراد در معرض و محل های تردد و ایستگاه های کاری مشخص گردیده و در داخل برگه های مخصوص ثبت گردد.
- (2) 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 می توان تابشی نیز می تواند بر اساس داشتن مقادیر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی به صورت خودکار توسط دستگاه و یا به صورت دستی محاسبه شود.
- (3) دستگاه های اندازه گیری معمولاً شامل آنتن دریافت کننده، آشکارساز، یک تقویت کننده و نمایشگر می باشد. آنتن و آشکارساز به صورت کلی پروب یا جستجوگر نامیده می شود. آشکارساز دستگاه معمولاً یک ترموکوپل یا جریان دیودی است. پروب دستگاه معمولاً بر اساس مدل آن به صورت جداگانه می تواند اختصاصاً جهت اندازه گیری میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی بکار رود. پهنای فرکانسی که در آن پروب ها قابلیت اندازه گیری دارند، نیز با توجه به مشخصات منبع انتشار امواج دارای اهمیت زیادی است.
- (4) اغلب پروب های دستگاه های اندازه گیری به صورت تمام جهت هستند تا پاسخی صحیح که نحوه و جهت نگهداری پروب دستگاه اندازه گیری تأثیری در آن نداشته باشد، ایجاد نمایند. در صورتی که از آنتن تمام جهت استفاده نشود آنتن را جهت دار (directional) گویند. بنابراین می بایست در زمان اندازه گیری، جهت میدان های الکتریکی و مغناطیسی را تعیین و سپس متناسب با جهت میدان های منبع، جهت نگهداری آنتن تعیین گردد.
- (5) اندازه گیری میدان های رادیوفرکانسی معمولاً می بایست در ایستگاه کاری و محل کارگر انجام گیرد. توصیه می شود میانگین فضایی شدت امواج در اطراف سطح بدن کارگر تعیین گردد. بنابراین لازم است پروب دستگاه اندازه گیری در سطح زمین نگاه داشته شود و با فواصل عمودی 25 سانتی متری در راستای بدن بالا آورده شود و در هر فاصله نتایج قرائت گردند.

حدود مجاز مواجهه با پرتو فرابنفش (UV)

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با پرتو فرابنفش (UV) در ناحیه طیفی بین 180 و 400 نانومتر نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط شاغلین ممکن است به طور مکرر پرتوگیری نمایند بدون آنکه اثرات

زیان‌آوری نظیر اریتما (سرخ‌پوست) و ¹Photokeratitis بر سلامتی آنان عارض شود. این مقادیر برای پرتوگیری چشم یا پوست از منابع تابشی ملتهب، فلورسنت، تخلیه بخار و گاز، قوس‌های جوشکاری و تابش خورشیدی کاربرد دارد، ولی برای لیزرهای تابش‌کننده فرا بنفش مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (به حد مجاز شغلی برای لیزرها مراجعه شود). مقادیر تعیین شده برای افراد حساس به نور که پرتوگیری فرا بنفش دارند و یا افرادی که همراه با پرتوگیری در مواجهه با عوامل حساس‌کننده به نور قرار گرفته‌اند کاربرد ندارد (به تذکر شماره 3 توجه شود). مقادیر پرتوگیری تعیین شده برای چشمان افراد بدون عدسی² استفاده نمی‌شود (به حدود مجاز مواجهه شغلی روشنایی و پرتوهای فرو سرخ نزدیک مراجعه شود).

مقادیر مذکور به عنوان راهنمایی جهت کنترل پرتوگیری از منابع تابشی پیوسته که طول زمان پرتوگیری بیش از 0/1 ثانیه است مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقادیر تعیین شده به منزله راهنما جهت کنترل پرتوگیری از منابع تابش فرا بنفش باید به کار رود ولی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی گردد.

مقادیر توصیه شده

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوگیری شغلی از تابش فرا بنفش که بر چشم یا پوست می‌تابد در حالیکه مقادیر چگالی شار تابشی (تابندگی)³ معلوم بوده و زمان پرتوگیری نیز کنترل شده است به ترتیب زیر می‌باشد:

بخش اول - منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش (180 الی 400 نانومتر) - خطر آسیب قرنیه چشم

الف: در شرایط اندازه‌گیری چگالی شار تابشی طیفی

اولین مرحله در ارزیابی منابع اشعه فرا بنفش تعیین تابیدگی مؤثر آنها است. برای تعیین چگالی شار تابشی مؤثر با در نظر گرفتن منحنی اثربخشی طیفی (270 نانومتر) از رابطه زیر استفاده می‌شود.

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

1- التهاب قرنیه چشم در مواجهه با پرتو فرابنفش

2 - Aphakics

3 - Irradiance

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

در عمل چگالی شار تابشی مؤثر می‌تواند به صورت مستقیم با استفاده از رادیومتر اشعه فرابنفش با لحاظ نمودن اثر بخشی طیفی اندازه‌گیری گردد. میزان مواجهه مجاز روزانه با اشعه فرابنفش بر مبنای تابیدگی مؤثر برابر با $0/003\text{ j/cm}^2$ 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 برحسب ثانیه و E_{eff} تابیدگی مؤثر نسبت به یک منبع تک رنگ در طول موج 270 nm برحسب W/cm^2 است.

جدول 10 بیان‌کننده حد مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش بر مبنای طول موج و اثربخشی طیفی نسبی آنها می‌باشد. جدول 11 مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک را بر حسب تابندگی مؤثر نشان می‌دهد.

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

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

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

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

** خطوط انتشار طیف بخار جیوه

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

جدول 11- مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک بر حسب تابندگی مؤثر

طول زمان پرتوگیری در روز	تابندگی مؤثر E_{eff} ($\mu W/cm^2$)
8 ساعت	0/1
4 ساعت	2/0
2 ساعت	0/4
1 ساعت	0/8
30 دقیقه	1/7
15 دقیقه	3/3
10 دقیقه	5
5 دقیقه	10
1 دقیقه	50
30 ثانیه	100
10 ثانیه	300
1 ثانیه	3000
0/5 ثانیه	6000
0/1 ثانیه	30000

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

در صورت عدم وجود نتایج اندازه‌گیری چگالی شار تابشی طیفی با دراختیار داشتن نتایج چگالی شار تابشی در هر طیف A، B، یا C نیز به طور جایگزین می‌توان از حدود زیر مندرج در جداول 12 و 13 استفاده نمود. این حدود از مقادیر ارائه شده در جداول 10 و 11 استخراج گردیده است.

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

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

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

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

بخش دوم - منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش طیف A (315 الی 400 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 1000 ثانیه

ب - چگالی شار تابشی مؤثر $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ برای مدت پرتوگیری 1000 ثانیه و بیشتر از آن

بخش سوم - منبع با پهنای فرکانسی باریک

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

تذکرات

- 1- احتمال بروز سرطان پوست بستگی به عوامل مختلفی از قبیل رنگدانه پوست، سابقه تاول‌های پوستی ناشی از آفتاب سوختگی و دوز تجمعی پرتو فرا بنفش دارد.
- 2- کارگرانی که در محیط باز و در مناطقی با عرض جغرافیائی کمتر از $40^\circ \pm$ درجه کار می‌نمایند، می‌توانند در ایام تابستانی در حوالی ظهر درحد 5 دقیقه در مدت کوتاهی پرتوگیری بیش از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی داشته باشند.
- 3- مواجهه با پرتوهای فرا بنفش همزمان با مواجهه عمدی و غیرعمدی با مواد شیمیایی مختلف از جمله برخی از داروها ممکن است منجر به ارتیم پوستی گردد. در صورتی که کارگر هنگامی که در معرض دوز UV به مقدار کمتر از حد مواجهه شغلی قرار می‌گیرد و واکنش پوستی نشان می‌دهد و این واکنش را 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.
- 4- اُزن در اثر تابش فرا بنفش با طول موج کمتر از 250 نانومتر در هوا تولید می‌شود. به مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی اُزن در قسمت مواد شیمیایی مراجعه کنید.

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

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

برای پرتوگیری‌های در مدت زمان بیشتر از 1000 ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

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

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

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

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

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

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

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

حد مجاز مواجهه شغلی لیزر¹

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

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

گروه بندی لیزرها

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

روزنه محدود¹

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

اندازه منبع و ضریب تصحیح C_E

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

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

1 - Limiting Apertures

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

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

گستره طیفی (نانومتر)	مدت مواجهه (ثانیه)	چشم (میلی متر)	پوست (میلی متر)
180-400	1×10^{-9} -0/25	1	3/5
180-400	0/25- 30×10^3	3/5	3/5
400-1400	1×10^{-13} -0/25	7	3/5
400-1400	0/25- 30×10^3	7	3/5
$1400-1 \times 10^5$	1×10^{-14} -0/25	1	3/5
$1400-1 \times 10^5$	0/25- 30×10^3	3/5	3/5
$1 \times 10^5-1 \times 10^6$	1×10^{-14} - 30×10^3	11	11

ضرایب تصحیح C_B, C_A, C_C و C_C

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای پرتوگیری چشم که در جدول 15 ارائه شده است در تمام طول موجها کاربرد دارد. حد مجاز مواجهه شغلی با طول موجهای بین 700nm و 1049 nm با ضریب C_A افزایش می یابد (به دلیل کاهش جذب توسط ملانین که در نمودار شکل 9 نشان داده شده است). در برخی موارد که فرد در معرض طول موجهای بین 400 و 600 نانومتر قرار می گیرد (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 1150 تا 1400 نانومتر بکار می رود که به دلیل جذب در عبور از محیط چشم قبل از رسیدن به شبکه است. مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول 16 در ارتباط با پرتوگیری پوست از پرتوهای لیزر می باشد. مقادیر مزبور را می توان به نسبت ضریب C_A که در شکل 9 نشان داده شده است برای طول موجهای بین 700 تا 1400 نانومتر افزایش داد. برای سهولت در امر محاسبه زمان مواجهه مجاز که نیاز به محاسبه با توانهای جزئی دارد نمودار شکلهای 10 تا 14 را می توان بکار برد.

پرتوگیری پالسی مکرر^۱ (RPE)

لیزرهای اسکن با موج پیوسته^۲ (CW) و یا لیزرهای پالسی مکرر می‌توانند سبب پرتوگیری پالسی مکرر شوند. حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن مستقیم به پرتو در طول موج‌های بین 400 تا 1400 نانومتر و همچنین در پرتوگیری تک پالسی (پالسی با مدت زمان t) ارائه شده است و با استفاده از ضریب تصحیح که براساس تعداد پالس در هر پرتوگیری مشخص می‌گردد، تعدیل می‌شود. ابتدا تعداد پالسها (n) در یک پرتوگیری بر حسب Hz محاسبه می‌گردد. سپس این مقدار که فرکانس تکرار پالس نامیده می‌شود، در مدت زمان پرتوگیری ضریب می‌نماییم. معمولاً پرتوگیری در محدوده‌ای از 0/25 ثانیه برای منبع مرئی درخشان تا 10 ثانیه برای منبع مادون قرمز اتفاق می‌افتد. حد مواجهه شغلی تصحیح شده برای هر پالس از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

معادله فوق فقط در شرایط ایجاد صدمات حرارتی یعنی کلیه پرتوگیری‌های با طول موج بیش از 700 نانومتر و برخی از پرتوگیری‌ها با طول موج‌های کوتاه‌تر کاربرد دارد. برای طول موج‌های مساوی یا کمتر از 700 نانومتر حد مجاز تصحیح شده از معادله 1 در صورتی استفاده می‌شود که متوسط تابندگی کمتر از حد مواجهه شغلی برای پرتوگیری مداوم باشد. در صورتی که مدت پرتوگیری بین 10 ثانیه تا T_1^3 ثانیه باشد، متوسط تابندگی (یعنی پرتوگیری تجمعی کامل برای nt^4 بر حسب ثانیه) نباید از دوز مندرج در جدول 15 تجاوز نمایند. توصیه می‌شود برای اطلاعات بیشتر به منبع زیر مراجعه نمایند:

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

1 - Repetitively Pulsed Exposures

2- Continuous Wave

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

4- nt = زمان هر پالس × تعداد پالس

جدول 15: حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگیری مستقیم عدسی چشم

(نگاه مستقیم به پرتو) حاصل از پرتو لیزر

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
UVC	180-280*	10^{-9} تا 3×10^4	3 mJ/cm^2
UVB	280-302	10^{-9} تا 3×10^4	3 mJ/cm^2
	303	10^{-9} تا 3×10^4	4 mJ/cm^2
	304	10^{-9} تا 3×10^4	6 mJ/cm^2
	305	10^{-9} تا 3×10^4	10 mJ/cm^2
	306	10^{-9} تا 3×10^4	16 mJ/cm^2
	307	10^{-9} تا 3×10^4	25 mJ/cm^2
	308	10^{-9} تا 3×10^4	40 mJ/cm^2
	309	10^{-9} تا 3×10^4	63 mJ/cm^2
	310	10^{-9} تا 3×10^4	100 mJ/cm^2
	311	10^{-9} تا 3×10^4	160 mJ/cm^2
	312	10^{-9} تا 3×10^4	250 mJ/cm^2
	313	10^{-9} تا 3×10^4	400 mJ/cm^2
	314	10^{-9} تا 3×10^4	630 mJ/cm^2
UVA	315 - 400	10^{-9} تا 10	$0/56 \text{ t}^{0/25} \text{ J/cm}^2$
	" _ "	10^3 تا 10	$1/0 \text{ J/cm}^2$
	" _ "	3×10^4 تا 10^3	$1/0 \text{ mW/cm}^2$

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

* آزن O3 توسط منابع انتشار پرتو فرا بنفش (UV) در طول موج‌های کمتر از 250 nm در هوا تولید می‌گردد، به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی - آزن مراجعه شود.

جدول 16: حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگیری مستقیم عدسی چشم
(نگاه مستقیم به درون پرتو) حاصل از پرتو لیزر

ناحیه طیفی	طول موج (nm)	زمان پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	حد مجاز مواجهه شغلی
Light	400-700	10^{-15} تا 10^{-11}	$15 \times 10^{-9} \text{ J/cm}^2$
	400-700	10^{-11} تا 10^{-9}	$2/7 \text{ t}^{0/75} \text{ J/cm}^2$
	400-700	10^{-9} تا 18×10^{-6}	$0/5 \mu\text{J/cm}^2$
	400-700	18×10^{-6} تا 10	$1/8 \text{ t}^{0/75} \text{ mJ/cm}^2$
	400-450	10 تا 100	10 mJ/cm^2
	450-500	10 تا T_1	1 mW/cm^2
	450-500	T_1 تا 100	$10 \text{ C}_B \text{ mJ/cm}^2$
	450-500	100 تا 30000	$0/1 \text{ C}_B \text{ mW/cm}^2$
	500-700	100 تا 30000	1 mW/cm^2
	700-1050	10^{-13} تا 10^{-11}	$15 \text{ C}_A \times 10^{-9} \text{ J/cm}^2$
IR-A	700-1050	10^{-11} تا 10^{-9}	$2/7 \text{ C}_A \text{ t}^{0/75} \text{ J/cm}^2$
	700-1050	10^{-9} تا 18×10^{-6}	$0/5 \text{ C}_A \mu\text{J/cm}^2$
	700-1050	18×10^{-6} تا 10	$1/8 \text{ C}_A \text{ t}^{0/75} \text{ mJ/cm}^2$
	700-1050	10 تا 30000	$\text{C}_A \text{ mW/cm}^2$
	1050-1400	10^{-13} تا 10^{-11}	$1/8 \text{ C}_C \times 10^{-1} \mu\text{J/cm}^2$
	1050-1400	10^{-11} تا 10^{-9}	$27 \text{ C}_C \times \text{t}^{0/75} \text{ J/cm}^2$
	1050-1400	10^{-9} تا 50×10^{-6}	$5 \text{ C}_C \mu\text{J/cm}^2$
	1050-1400	500×10^{-6} تا 10	$9 \text{ C}_C \times \text{t}^{0/75} \text{ mJ/cm}^2$
	1050-1400	10 تا 30000	$5 \text{ C}_C \text{ mW/cm}^2$
	1401-1500	10^{-14} تا 10^{-3}	$0/1 \text{ J/cm}^2$
IR-B & C	1401-1500	10^{-3} تا 10	$0/56 \text{ t}^{0/25} \text{ J/cm}^2$
	1501-1800	10^{-14} تا 10	$1/0 \text{ J/cm}^2$
	1801-2600	10^{-14} تا 10^{-3}	$0/1 \text{ J/cm}^2$
	1801-2600	10^{-3} تا 10	$0/56 \text{ t}^{0/25} \text{ J/cm}^2$
	$2601-10^6$	10^{-14} تا 10^{-7}	10 mJ/cm^2
	$2601-10^6$	10^{-7} تا 10	$0/56 \text{ t}^{0/25} \text{ J/cm}^2$
	$1400-10^6$	10 تا 3×10^4	100 mW/cm^2

نکات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول 16:

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

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

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

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

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

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

برای چشمه‌های متوسط یا بزرگ (مثلاً شبکه‌های دیود لیزر) در طول موج‌های بین 400 تا 1400 نانومتر حد مجاز شغلی پرتوگیری برای نگاه کردن مستقیم به پرتو را می‌توان با ضریب تصحیح (C_E) طبق رابطه ذیل افزایش داد، مشروط بر آنکه زاویه چشم بیننده و منبع تابش پرتو (اندازه‌گیری شده از فاصله چشم بیننده) بزرگتر از $\alpha_{\min}$ باشد. مقدار (C_E) مطابق با جدول زیر با α متناسب است:

زاویه 100 میلی رادیان را می‌توان $\alpha_{\max}$ در نظر گرفته در نقطه‌ای که حد مجاز شغلی به عنوان رادیانس

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

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

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

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

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

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

جدول 17- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگیری پوستی اشعه لیزر

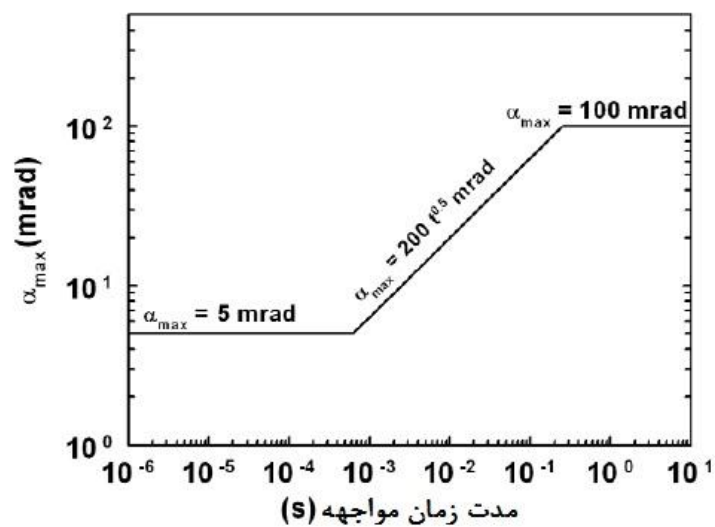
حد مجاز مواجهه شغلی	مدت پرتوگیری (t) بر حسب ثانیه	طول موج (nm)	ناحیه طیفی
مطابق جدول 15	10^{-9} تا 10^4	180-400	UVA*
$2 C_A \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2$	10^{-7} تا 10^{-9}	400-1400	LIGHT&IR-A
$1/1 C_A (t^{0/25}) \text{ J/cm}^2$	10^{-7} تا 10	400-1400	
$0/2 C_A \text{ W/cm}^2$	10 تا 3×10^4	400-1400	
مطابق جدول 16	10^9 تا 3×10^4	10^6 -1401	IR – B & C**

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

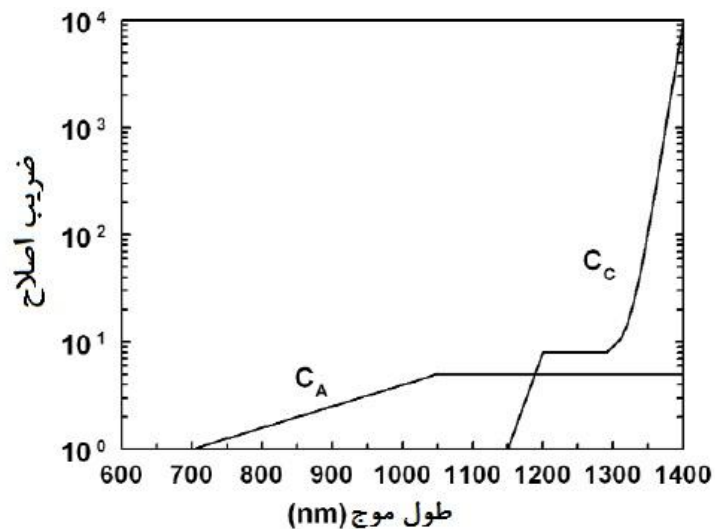
$C_8 = 1/0$ به اِزاء $\lambda = 400-700\text{nm}$ ، برای $\lambda = 700-1400 \text{ nm}$ به نمودار 1 مراجعه شود.

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

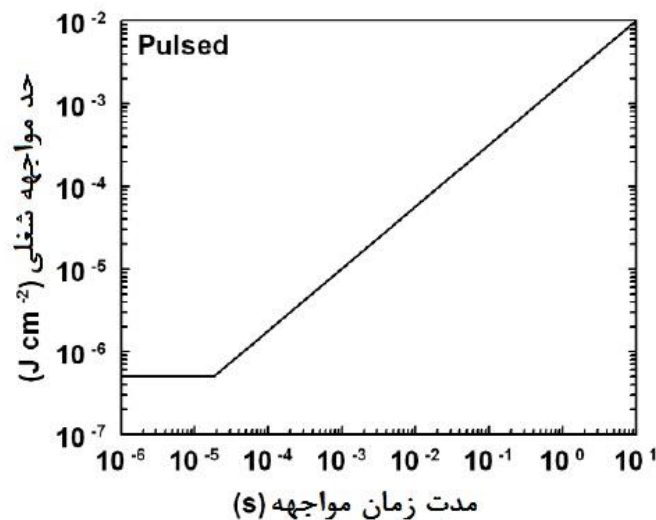
شکل 9- تغییرات α_{max} بر مبنای مدت زمان مواجهه



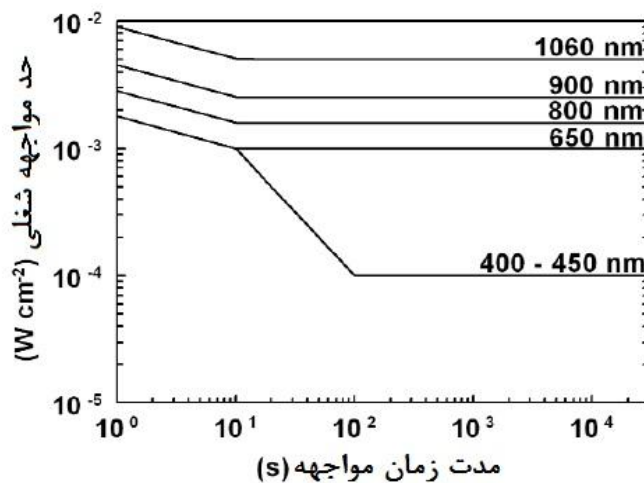
شکل 10- ضریب تصحیح OEL در محدوده طول موج 400 الی 700 نانومتر



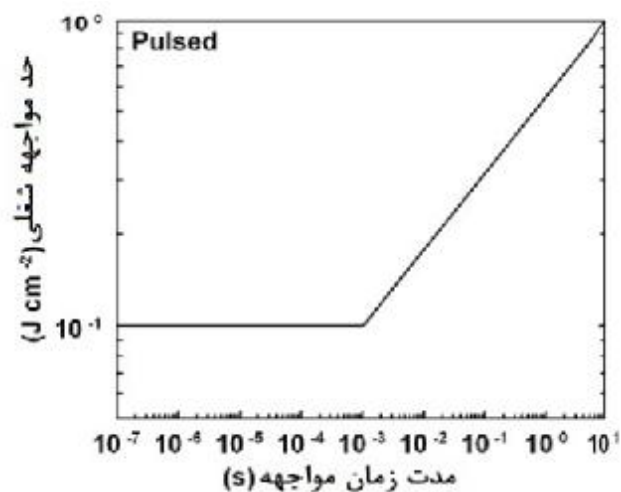
شکل 11- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن به طور مستقیم داخل لیزر در محدوده 400 الی 700 نانومتر



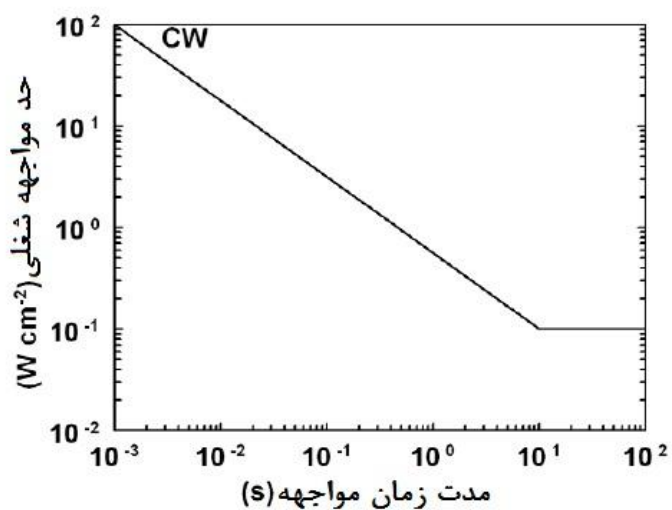
شکل 12 - حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه کردن به طور مستقیم داخل لیزر نوع پیوسته در محدوده 400 تا 1400 نانومتر



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



شکل 14- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر نوع پیوسته برای پوست و چشم برای طول موج های بزرگتر از 1/4 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 18 و 19 ارقامی را برای تعیین میانگین شدت روشنایی عمومی داخلی اماکن مختلف بر مبنای خصوصیات مکان و دقت مورد نیاز برای رؤیت واضح اشیاء و تصاویر به همراه شاخص یکدستی روشنایی و جدول 20 برای 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 19 آورده شده است.

شدت روشنایی مورد نیاز بر حسب لوکس (لومن بر متر مربع) انتخاب شده است. اندازه‌گیری مقادیر شدت روشنایی باید توسط دستگاه سنجش روشنایی با دقت 0/1 لوکس و به صورت کالیبره شده در ارتفاع سطح کار انجام شود. معیار تعیین ایستگاههای اندازه‌گیری روشنایی عمومی استفاده از روش الگویی مورد قبول انجمن مهندسين روشنایی آمریکای شمالی¹ 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 19 نباید کمتر باشد.

به همین صورت در جدول شماره 20 حدود توصیه شده میانگین شدت روشنایی مورد نیاز برای معابر و محوطه‌های باز مختلف آورده شده است. معیار تعیین ایستگاههای 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 50 لوکس برای فعالیت موقت کمتر نباشد در مسیرهای عبور و محدوده‌های خروج اضطراری افراد شدت روشنایی در کف مکان مورد نظر از 10 لوکس کمتر نباشد.

1 - Illumination Engineering Society of North America

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

گروه مکان	خصوصیات مکان	دقت وضوح اشیاء و تصاویر	مثال	میانگین شدت روشنایی عمومی مورد نیاز Lx	شاخص یکدستی Emin/Eavg
الف	مکانهایی با تردد محدود افراد	10 سانتی متر	زیرزمین ها، راهروها، تونل های عبور و زیرگذرها	100	0/6
ب	مکانهایی با توقف محدود افراد	10 سانتی متر	انبارها و راه های خروج	150	0/6
ج	کارهای غیر دقیق	10 سانتی متر	بارگیری و تخلیه یا آماده سازی مواد اولیه تولید، کارهای عمومی ساختمان	200	0/6
د	کارهای با دقت متوسط	5 سانتی متر	کارهای خدماتی و تولیدی صنعتی، سالن های ورزشی عمومی، اماکن	250	0/6
ه	کارهای دقیق	5 میلی متر	کارهای اداری، آموزشی تحریری، بهداشتی درمانی، خط مونتاژ قطعات، چاپ، نساجی و پوشاک، اتاق کنترل	300	0/6

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

جدول 19- حدود توصیه شده شدت روشنایی موضعی مورد نیاز برای مشاغل مختلف (Lx)

گروه شغل	خصوصیات شغل	دقت وضوح اشیاء و تصاویر	مثال	شدت روشنایی موضعی مورد نیاز Lx
الف	کارهای معمول غیر دقیق	5 سانتی متر	مشاغل تولیدی و تعمیرات عادی	250
ب	کارهای نسبتاً دقیق	یک سانتی متر	مونتاژ قطعات مکانیکی، تعمیر تجهیزات مکانیکی	270
ج	کارهای دقیق	5 میلی متر	مشاغل اداری، تحریری یا تایپی، تعمیرات و مونتاژ تجهیزات الکتریکی	300
د	کارهای خیلی دقیق	یک میلی متر	نقشه کشی، طراحی دقیق، مونتاژ یا تعمیر قطعات ریز، قالی بافی	500
ه	کارهای فوق العاده دقیق	کمتر از یک میلی متر	جراحی	500-10000

جدول 20- 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	50	0/33
راه‌های اصلی و شریانی	کف زمین	20	0/33
راه‌های فرعی	کف زمین	15	0/33
پیاده روها	کف زمین	20	0/33
تونل‌های عبور سواره	کف زمین	50	0/33

حدود مجاز مواجهه شغلی تنش‌های دمایی

الف - تنش گرمایی¹

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی استرس گرمایی که در جدول 21 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 گوی‌سان² (WBGT) بر مبنای این فرض تعیین شده‌اند، که کلیه افراد با شرایط گرمایی محیط کار تطابق یافته و لباس مناسب (مثلاً شلوار و پیراهن سبک) بر تن داشته و به مقدار کافی آب و نمک استفاده نموده‌اند تا تحت شرایط کاری معین بدون افزایش دمای عمقی بدن از حد 38 °C (100/4 °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 22 اصلاح گردد.

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

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

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

که در روابط فوق WBGT شاخص تر گوی‌سان با واحد درجه سانتی‌گراد، t_{nw} دمای تر طبیعی، t_g دمای گوی‌سان و t_a دمای خشک هوای محل کار می‌باشد. برای تعیین مقدار WBGT لازم است که از دماسنج گوی‌سان، دماسنج تر طبیعی و دماسنج خشک استفاده شود. اندازه‌گیری دمای تر طبیعی و خشک باید در سایه انجام شود. کار در محیط گرمتر از دمای ذکر شده در جدول 21 وقتی مجاز است که این افراد تحت مراقبت‌های مرتب پزشکی قرار داشته و اثبات شود که قابلیت تحمل حرارت محیطی بیشتری نسبت به افراد عادی دارند.

1 - Heat Stress

2. Wet Bullb Globe Temperature

در صورتی که دمای عمقی بدن از 38°C ($100/4^{\circ}\text{F}$) فراتر رود باید از ادامه کار فرد ممانعت به عمل آید.

جدول 21- حد مجاز مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی

با شاخص دمای ترگویی سان (WBGT)

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

نکات جدول 21

- 1) حد مراقبت (اقدام) در واقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می کند که در حدود توصیه شده برنامه های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی بکار گرفته شود.
- 2) برای تعیین درجه بارکاری به جدول شماره 23 و 24 مراجعه شود.
- 3) مقادیر WBGT بر حسب درجه سانتیگراد می باشد و به نزدیکترین رقم نسبت به نیم درجه گرد شده است.
- 4) محیط کار و استراحت یکسان فرض می شود. در صورتیکه شرایط جوی این دو محیط متفاوت است، متوسط وزنی زمانی (TWA) در طی یک ساعت محاسبه و بکار برده شود. و در صورتی که تفاوت درجه بارکاری در یک ساعت وجود دارد، برای تعیین درجه بارکاری نیز TWA می بایست استفاده شود.
- 5) در صورتی که لباس کار سبک و تابستانی نباشد، مقدار مؤثر شاخص WBGT بعد از اصلاح اثر کلوی¹ لباس می بایست در جدول با حد مجاز مقایسه گردد.

1 - Clo Value

6) مقادیر جدول 21 براساس اسناد و مدارک بخش "رژیم کار- استراحت" که فرض بر 8 ساعت کار روزانه و 5 روز کاری در هفته با استراحت‌های مناسب می‌باشد تدوین گردیده است. در صورتی که ساعات کار بیش از معمول روزانه باشد به بخش "کاربرد حد آستانه مجاز" اسناد ACGIH مراجعه شود.

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

جدول 22- مقدار اصلاح کننده WBGT (بر مبنای درجه سانتیگراد) بر حسب نوع لباس

نوع لباس	مقدار کلو*	مقداری که باید به شاخص WBGT محاسبه شده اضافه شود
لباس کار تابستانی	0/6	صفر
لباس کار یکسره نخی	1/0	2
لباس کار زمستانی	1/4	4
لباس ضد آب	1/2	6
لباس ضد بخارات شیمیایی	1/2	10

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

ارزیابی و کنترل تنش دمایی

یکم: اندازه‌گیری عوامل محیطی

دستگاه‌های مورد نیاز عبارتند از: دماسنج خشک، دماسنج تر طبیعی، دماسنج گوی‌سان و پایه مناسب برای نصب آنها. در صورتی که از 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 محیطی باید به شرح زیر انجام شود:

الف - گستره دماسنج خشک و دماسنج تر طبیعی بین 5- تا 50+ درجه سانتیگراد (23 تا 122 درجه فارنهایت) با دقت $\pm 0/5^{\circ}\text{C}$ 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 15 سانتیمتر (6 اینچ) تشکیل شده که سطح خارجی آن با رنگ سیاه مات یا معادل آن پوشانده شده است. مخزن یا قسمت حساس دماسنج در گستره اندازه گیری 5- تا 100+ درجه سانتیگراد (23 تا 212 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 25 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"¹ 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:

1 - Total Heat Load

کار سبک شامل متابولیسم حداکثر 200 کیلوکالری بر ساعت یا 800 Btu/hr^1 شامل مشاغل دستی و بازویی سبک در هنگام کار با ماشین‌های کنترلی در حالت‌های نشسته و یا ایستاده می‌باشد.

کار متوسط شامل متابولیسم 200 تا 350 کیلوکالری بر ساعت یا $800-1400 \text{ Btu/hr}$ مانند راه رفتن ضمن بلند کردن و هل دادن بار متوسط می‌باشد.

کار سنگین شامل متابولیسم 350 تا 500 کیلوکالری بر ساعت یا $1400-2000 \text{ Btu/hr}$ مانند کلنگ زدن و پیل زدن می‌باشد.

کار خیلی سنگین شامل متابولیسم بیش از 500 کیلوکالری بر ساعت یا 2000 Btu/hr مانند کار در معدن می‌باشد.

وقتی درجه بار کاری برای هر شغل تعیین شد میزان حد مجاز شغلی با استرس گرمایی در شغل مورد نظر از طریق محاسبه با استفاده از جدول 21 و توجه به جدول 22 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 23 و 24 تعیین می‌گردد و سپس با مراجعه به جدول شماره 21 حد مجاز مواجهه شغلی برای استرس گرمایی مشخص می‌شود.

سوم: برنامه کار - استراحت

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

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

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

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

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

1- British Thermal Unit/ 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 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 23- ارزیابی بار کاری

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

جدول 24- 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 (کفashi و مبل سازی)	کار سنگین با یک بازو
سوهان کاری فلزات، رنده کاری چوب و کارهای باغبانی (با شن کش)	کار سنگین با دو بازو
تمیز کردن سطح زمین، تکان دادن فرش	کار متوسط با همه بدن
ریل گذاری، چاه کنی، پوست کنی تنه درختان	کار سنگین با همه بدن
مثال برای محاسبه بار کاری: مونتاژ کاری با استفاده از ابزار سنگین	
راه رفتن در امتداد خط تولید = 2/0 Kcal/min	
متابولیسم بین کار سنگین با هر دو بازو و کار سبک با همه بدن = 3/0 Kcal/min	
جمع = 5/0Kcal/min	
متابولیسم پایه نیز اضافه می شود = 1/0Kcal/min	
جمع کل متابولیسم = 6/0Kcal/min	

تذکر مهم

مقادیر ذکر شده برای کار مداوم وقتی قابل اجرا است که برنامه «کار - استراحت» برای 5 روز در هفته و 8 ساعت کار روزانه با دو توقف کوتاه مدت هر یک حدود پانزده دقیقه، یک نوبت در صبح و یک نوبت در بعد از ظهر و یک توقف 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:

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

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

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

4- برای کارگرانی که با گرمای محیط تطابق نیافته‌اند آب نمک در غلظت یک دهم درصد (یک گرم نمک در یک لیتر آب یا یک قاشق غذاخوری سر صاف نمک در 5 لیتر آب) باید در دسترس باشد و نمک اضافه شده قبل از توزیع باید کاملاً حل شده باشد و آب در حد مطلوب خنک باشد. در مواردی که این کار مقبولیت ندارد، با نظر پزشک می‌توان از قرص نمک استفاده نمود.

پنجم: سایر ملاحظات

الف - 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 21 دیگر کاربرد ندارد، در چنین مواردی وقتی برای انجام کاری لباس کار مخصوص مورد نیاز است، جهت راهنمایی در جدول 22 برای انواع لباس کار مقدار تصحیح WBGT ذکر شده است.

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

ج - تطابق گرما و سلامتی بدن: ضمن هفته اول مواجهه با محیط گرم، در نتیجه توازن عوامل متعدد روانی و فیزیولوژیک، تطابق با گرما¹ 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 مفرط² ناشی از گرمزدگی ممکن است موجب عارضه Heat Prostration (مجموع علائم سرگیجه و تهوع و حالت Collapase) گردد، که در برخی موارد غیر قابل برگشت است. انقباض

1 - Acclimatization

2 - Heat Exhaustion

دردناک عضلات¹، اگر چه ناتوان کننده است ولی غیر قابل برگشت است بخصوص اگر سریع و به موقع درمان شود. از دیگر عوارض ناشی از مواجهه با گرمای زیاد، اختلال شدید الکترولیت، کم آبی بدن، سرخی پوست و ادم گرمایی و کم شدن ظرفیت های کار فکری و جسمی می باشد.

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

ب - تنش سرمایی²

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

1 - Heat Cramps

2 - Cold Stress

مقدمه

مواجهه مرگبار با سرما نتیجه عدم توفیق در فرار از محیط سرد و یا به دلیل فرو رفتن در آب سرد می باشد. در چنین شرایطی نشانه های بالینی مصدومین کاهش دما در جدول شماره 25 آمده است. شاغلین باید همواره از مواجهه با سرما محافظت شوند. به طوریکه درجه حرارت عمقی مرکزی بدن به کمتر از 36 درجه سانتیگراد (96/8 °F) سقوط نکند. افت درجه حرارت بدن موجب کاهش هوشیاری و تمرکز فکری می شود، تصمیم گیری منطقی کاهش می یابد و یا سبب بیهوشی و نهایتاً مرگ می گردد.

لرز عمومی بدن و درد در انتهای اندام های حرکتی ممکن است خطراتی زودرس و اولیه از خطر سرمازدگی باشد. هنگام مواجهه با سرما که درجه حرارت مرکزی بدن تا 35 درجه سانتی گراد پایین آمده باشد بدن شدیداً دچار لرز می گردد. این نشانه خطر برای کارگران محسوب می شود 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 می تواند موجب کاهش دما در حد خطرناک شود، لذا باید تمام بدن را با اقدامات زیر در مقابل سرما محافظت نمود:

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

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

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

1 - Equivalent Chill Temperature (Wind chill)

- 2- در شرایط معمول به جز دستها، پاها و سر معمولاً ضایعات سرمازدگی در سایر اندامها همراه با افت دمای عمقی بدن می‌باشد. شاغلین سالمند و کارکنان مبتلا به بیماری‌های عروقی نیازمند محافظت و مراقبت در مقابل ضایعات ناشی از سرما می‌باشند. پوشیدن لباس‌های اضافی (عایق سرما) و یا کاهش زمان مواجهه با سرما از جمله تدابیر احتیاطی است که باید مد نظر باشد.
- تدابیر احتیاطی اتخاذ شده تابع وضع جسمی شاغلین است و باید با مشورت و راهنمایی یک پزشک مطلع به مسائل استرس سرما و وضعیت درمانی فرد اتخاذ گردد.
- 3- وجود پناهگاه مطمئن و گرم برای استراحت در وقفه‌های کاری، لباس یدکی خشک برای تعویض به موقع هنگام خیس شدن لباس شاغلین و همچنین امکانات تغذیه گرم، وسایل کمک‌های اولیه و مخابراتی برای مواقع خطر ضرورت دارد.

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

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

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

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

حدود سرعت باد (m/s)	دمای قرارت شده هوای محیط (°C)														
	۸	۶	۴	۲	۰	-۲	-۴	-۶	-۸	-۱۰	-۱۲	-۱۴	-۱۶	-۱۸	-۲۰
	۲۸	۲۶	۲۴	۲۲	۲۰	۱۸	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۶	۴	۲	۰
درجه معادل سرماباد (ECT °C)															
۲	۷	۵	۳	۱	-۱	-۳	-۵	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹	-۲۱
۴	۳	۱	-۱	-۳	-۵	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۵
۶	۰	-۲	-۴	-۶	-۸	-۱۰	-۱۲	-۱۴	-۱۶	-۱۸	-۲۰	-۲۲	-۲۴	-۲۶	-۲۸
۸	-۲	-۴	-۶	-۸	-۱۰	-۱۲	-۱۴	-۱۶	-۱۸	-۲۰	-۲۲	-۲۴	-۲۶	-۲۸	-۳۰
۱۰	-۴	-۶	-۸	-۱۰	-۱۲	-۱۴	-۱۶	-۱۸	-۲۰	-۲۲	-۲۴	-۲۶	-۲۸	-۳۰	-۳۲
۱۲	-۵	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۵	-۲۷	-۲۹	-۳۱	-۳۳
۱۴	-۵	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۵	-۲۷	-۲۹	-۳۱	-۳۳
۱۶	-۶	-۸	-۱۰	-۱۲	-۱۴	-۱۶	-۱۸	-۲۰	-۲۲	-۲۴	-۲۶	-۲۸	-۳۰	-۳۲	-۳۴
۱۸	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۵	-۲۷	-۲۹	-۳۱	-۳۳	-۳۵
۲۰ ^{۱)}	-۷	-۹	-۱۱	-۱۳	-۱۵	-۱۷	-۱۹	-۲۱	-۲۳	-۲۵	-۲۷	-۲۹	-۳۱	-۳۳	-۳۵

خطر بالا^{۱)}

در هر نقطه‌ای از جدول ممکن است عارضه از نوع یای غوطه‌ور immersion foot یا یای خندقی trench foot ایجاد شود.

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

** خطر یخ‌زدگی اندام در معرض سرما در یک دقیقه

*** ممکن است اندام در 30 ثانیه دچار یخ‌زدگی شود.

ارزیابی و نظارت

- 1) زمانی که سرعت جریان هوا و درجه حرارت منجر به دمای معادل سرماباد به 32°C - درجه سانتیگراد ($25/6^{\circ}\text{F}$) برسد، مواجهه مستمر پوست با سرما مجاز نیست.
 - 2) بدون توجه به سرعت جریان هوا نیز موارد یخزدگی نسج سطحی و یا نسج موضعی عمقی در دمای پایین تر از 1°C - درجه سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) امکان بروز دارد.
 - 3) در دمای 2°C درجه سانتیگراد ($35/6^{\circ}\text{F}$) یا کمتر، تعویض فوری لباس افرادی که در آب فرو رفته‌اند و یا لباسشان مرطوب شده الزامی است و برای پیشگیری از عوارض و پیامدهای کاهش دمای بدن باید تحت درمان قرار گیرند.
 - 4) در جدول 27، برای شاغلینی که به طرز مناسبی لباس کار پوشیده‌اند، مقادیری توصیه شده است که برای تنظیم برنامه زمانبندی شده کار - استراحت توأم با گرم شدن مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 - 5) به منظور حفظ تداوم فعالیت‌های دستی دقیق و پیشگیری از حوادث، لازم است دست‌ها به طور ویژه‌ای به شرح زیر حفاظت شوند:
- الف - اگر کارهای ظریف دستی با دستهای لخت برای مدت بیشتر از 10 تا 20 دقیقه در محیطی زیر 16°C درجه سانتیگراد ($60/8^{\circ}\text{F}$) انجام می‌شود، برای گرم نگه داشتن دستها باید پیش‌بینی‌های ویژه انجام گیرد، بدین منظور جریان هوای گرم و بخاری‌های تابشی ممکن است بکار رود. در دمای کمتر از 1°C - درجه سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) دسته‌های فلزی ابزارآلات و اهرم‌های کنترل باید با مواد عایق حرارتی روکش شوند.
- ب - اگر دمای هوا برای کارهای نشست به پایین‌تر از 16°C ($60/8^{\circ}\text{F}$) و در کارهای سبک به 4°C ($39/2^{\circ}\text{F}$) کاهش باید و کارهای دستی ظریف دقیق و ماهرانه مورد نیاز نباشد، آنگاه شاغلین باید از دستکش استفاده نمایند.
- 6) برای پیشگیری از یخزدگی 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°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)¹ محافظت شوند. دستگاه‌های کنترلی و ابزارهای کار باید طوری طراحی شوند که برای کار با آنها نیاز

1 - Mittens

به بیرون آوردن دستکش کار نباشد.

7) اگر دمای محیط کار 4°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 آب¹ باشد. در چین شرایطی با سنگین شدن کار، لایه خارجی لباس باید ضد آب² باشد. در صورتی که لباس بیرونی خیس شد، باید تعویض گردد. برای پیشگیری از خیس شدن لباسهای زیرین در اثر تعریق، بایستی تدابیر لازم به منظور تهویه مناسب در لایه بیرونی لباس اتخاذ گردد. اگر قبل از ورود به محیط کار سرد لباسهای زیرین در اثر تعریق خیس شود، باید آنها را تعویض کرده، جورابها و قسمتهای نمدی قابل تعویض داخل کفش باید به طور منظم تعویض شده و یا آنکه از پوتین مناسب (ضد عرق) استفاده گردد. دفعات تعویض باید به طور تجربی و عملی مشخص شود. در مورد هر فرد و به تناسب نوع کفشی که پوشیده و میزان تعریق پای هر فرد، دفعات تعویض متغیر خواهد بود.

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

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

ه- افرادی که در دمای کمتر از 4°C ($39/2^{\circ}\text{F}$) مایعات قابل تبخیر (بنزین، الکل و یا مواد پاک کننده و غیره) را جابجا می کنند، به جهت افزایش خطر بروز ضایعات ناشی از سرما که در نتیجه خاصیت خنک کنندگی مواد تبخیر شونده حاصل می شود. باید احتیاطات لازم برای پرهیز از خیس شدن لباس یا دستکش با مایعات مذکور را به عمل آورند. به خصوص به اثرات حاد پاشیدن مایعات سرمازا³ یا مایعاتی که نقطه جوش آنها مختصری بالاتر از درجه حرارت متعارف است باید توجه کافی بشود.

1 - Impermeable to Water

2 - Water Repellent

3 - Cryogenic Fluids

برنامه کار - استراحت توأم با گرم شدن بدن

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

اگر کار در سرمای کمتر از 7°C (49°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 75 دقیقه قطع گردد و کارگر به مدت 15 دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نماید. این حدود مجاز برای سرعت باد کمتر از 0/5 متر بر ثانیه ($1/1$ مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر 5 متر بر ثانیه (حدود 11 مایل در ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین تر خواهد بود. به طور مثال در صورتی که فرد در دمای -15 درجه سانتیگراد و جریان هوای آرام به مدت حداکثر 50 دقیقه مواجهه داشته است تکرار مواجهه وی در دوره 4 ساعته در صورتی مجاز است که حداقل 30 دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نموده باشد. در صورتی که همین کارگر در دمای مذکور و سرعت باد 5 متر بر ثانیه مشغول بکار باشد مدت مواجهه مجاز وی یک مرحله پایین تر، یعنی 30 دقیقه مداوم خواهد بود و تکرار مواجهه منوط به 30 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 5 مایل در ساعت (5 mph^1) = حرکت آرام پرچم
- سرعت باد 10 مایل در ساعت (10 mph) = پرچم کاملاً باز شده است.
- سرعت باد 15 مایل در ساعت (15 mph) = صفحات روزنامه در هوا بلند شده اند.
- سرعت باد 20 مایل در ساعت (20 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 رواز تن خارج و بقیه لباس ها شل و آزاد گردند تا عرق تبخیر شود و یا لباس با یک لباس کار خشک تعویض گردد. برای جلوگیری از برگشت بکار کارگران با لباس مرطوب، ضروری است، دست لباس خشک به تعداد کافی در محل مزبور وجود داشته باشد. در محیط سرد کاهش آب یا مایعات بدن بندرت رخ

¹ - Miles Per Hour

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

- 1) فرد باید از نظر حفاظتی تحت نظارت دائم و کامل قرار گیرد.
- 2) برای پیشگیری از تعریق زیاد و مرطوب شدن لباس‌های زیرین میزان کار نباید سنگین باشد، در صورت انجام کار سنگین باید امکان استراحت در پناهگاههای گرم و فرصت تعویض لباس‌های مرطوب با لباس‌های خشک فراهم گردد.
- 3) در روزهای اولیه اشتغال و قبل از هماهنگ شدن فرد با رفتارهای مناسب در شرایط جوی سرد محیط کار نباید از شاغلین به طور تمام وقت استفاده کرد.
- 4) باید حتی المقدور از لباس‌های سبک، کم حجم و مناسب استفاده گردد تا مانع کار راحت نشود.
- 5) برنامه کار باید به گونه‌ای تنظیم شود که نشستن بی‌حرکت برای مدت طولانی به حداقل کاهش یابد. صندلی‌های با نشیمنگاه فلزی بدون عایق نبایستی استفاده کرد. کارگر باید در برابر جریان‌های شدید هوا به طور مناسب حفاظت شود.
- 6) 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 27- حدود مجاز مواجهه شغلی با سرما (برای یک دوره 4 ساعته کار)

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

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

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

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

توصیه‌هایی برای محیط کار خاص

مقررات خاص برای سردخانه‌ها عبارتند از:

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

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

1 - Feet Per Minute

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

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

ضرورت‌های 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.

در کلیه مواردی که اندازه‌گیری سرعت جریان هوا ضروری باشد، درجه سرمای معادل (ECT) با استفاده از جدول 26 محاسبه و هرگاه سرمای معادل (ECT) کمتر از 7- درجه سانتیگراد ($19/4^{\circ}\text{F}$) به دست آید این شاخص باید به همراه سایر اطلاعات ثبت گردد.

ملاحظات پزشکی

شاغلین بیمار و شاغلینی که تحت درمان با داروهایی هستند که در تنظیم درجه حرارت طبیعی بدن دخالت می‌کنند و یا میزان تحمل کار در سرما را کاهش می‌دهند، باید از کار در درجات 1- درجه سانتیگراد ($30/2^{\circ}\text{F}$) و کمتر معاف گردند. شاغلینی که معمولاً در درجات کمتر از 24- درجه سانتیگراد ($11/2^{\circ}\text{F}$) همراه با سرعت باد کمتر از پنج مایل در ساعت و یا هوای کمتر از 18- درجه سانتیگراد ($0/0^{\circ}\text{F}$) همراه با سرعت باد بیشتر از 5 مایل در ساعت در مواجهه هستند، باید گواهی پزشکی دال بر

مناسب بودن برای چنین مواجهه‌ای را داشته باشند. مصدومی که در دمای انجماد یا زیر صفر می‌ماند نیاز به توجه ویژه دارد، زیرا فرد مصدوم مستعد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما است. پیش‌بینی‌های مخصوص برای پیشگیری از بروز عوارض کاهش دما و انجماد نسوج آسیب‌دیده لازم است، مضافاً اینکه کمک‌های اولیه درمانی باید به فوریت انجام گیرد.

منابع

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

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

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

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

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

بخش چهارم

حدود مجاز در ارگونومی^۱

ارگونومی علمی است که به مطالعه و طراحی سطح مشترک^۲ انسان - ماشین می‌پردازد تا از این طریق به پیشگیری از بیماری و آسیب و ارتقاء عملکرد شغلی کمک نماید. در ارگونومی تلاش می‌شود تا مشاغل و فعالیتها به 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 (MSDs)^۳

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

سایر اصطلاحات که برای آسیب‌های اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار بکار می‌روند عبارتند از: آسیبهای ترومای تجمعی^۴ (CTDs)، آسیب‌های ناشی از حرکات تکراری^۵ (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 غیراختصاصی ظاهر شوند. برخی ناراحتی‌های موقتی و زودگذر، نتیجه طبیعی کار و غیر قابل اجتناب

1 - Ergonomics

2 - Interface

3 - Musculoskeletal Disorders

4 - Cumulative Trauma Disorders

5 - Repetitive Motion Illnesses

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

راهبردهای کنترل

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

- شناسایی مشکلات
 - ارزیابی مشاغل مشکوک به داشتن ریسک فاکتور
 - مشخص نمودن و ارزیابی عوامل به وجود آورنده
 - مشارکت دادن کارگران به صورت آگاهانه
 - مراقبتهای بهداشتی مناسب برای کارگرانی که دچار آسیبهای اسکلتی - عضلانی هستند
- زمانی که علل MSDs شناسایی شد برنامه کنترل اجرایی باید به صورت جامع به مرحله اجرا درآید. این برنامه شامل سه بخش زیر می‌باشد:
- آموزش کارگران، سرپرستان، مهندسان و مدیران
 - گزارش زودرس علائم بروز آسیب توسط کارگران
 - نظام مراقبت مستمر و ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده از بیماریها و داده‌های بهداشتی و پزشکی
- اقدامات کنترلی خاص هر شغل در ارتباط با نوع MSDs برنامه‌ریزی می‌شود. این اقدامات شامل کنترل-های مهندسی و مدیریتی است. حفاظتهای فردی ممکن است در موارد خاص مناسب باشند. از میان روشهای کنترلی مهندسی به منظور کاهش یا محدود سازی ریسک فاکتورهای شغلی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند:
- به کارگیری روشهای مهندسی کار نظیر انجام مطالعه کار- زمان و آنالیز حرکت جهت حذف اعمال فشارهای بیش از حد و حرکات غیرضروری.
 - بکارگیری لوازم مکانیکی کمکی جهت محدود نمودن یا کاهش اعمال نیروی لازم برای نگهداشتن ابزار و اشیاء مورد استفاده در حین کار.
 - انتخاب یا طراحی ابزارهایی که میزان نیروی مورد نیاز و زمان در دست داشتن را کاهش دهد و باعث بهبود پوسچر شود.
 - طراحی ایستگاههای کار قابل تنظیم به منظور کاهش فواصل دسترسی و بهبود پوسچر.
 - اجرای 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
- آرتروز 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 آسیبها را دارند و در نتیجه باعث کاهش ناتوانی می شود.

بلند کردن بار¹

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، 30° (30 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 1 تا 3 براساس دوره های زمانی برای کمتر یا بیشتر از 2 ساعت در روز و تکرار (تعداد بلند کردن بار در ساعت) تعریف شده اند. در حضور هر کدام از فاکتورها یا شرایط کاری در هنگام بلند کردن بار به شرح زیر، به منظور کاهش محدوده وزن بار به زیر حد مجاز، حدود مجاز توصیه شده با نظر کارشناسی بایستی بکار گرفته شوند.

- بیشترین میزان تکرار بلند کردن بار: بیشتر از 360 بار بلند کردن در ساعت.
- مدت زمان شیفت کاری: انجام فعالیت بلند کردن بار برای مدت زمان بیش از 8 ساعت در روز.
- عدم تقارن زیاد: بلند کردن بار با زاویه بیش از 30 درجه نسبت به صفحه تقارن.
- بلند کردن سریع بار و جابجایی چرخشی بار (برای مثال از جایی به جای دیگر ببریم).

1 - Lifting

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

دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار

- (1) مطالعه نمودن حدود مجاز مربوط به بلند کردن بار به منظور آشنایی با حدود مجاز آنها.
- (2) طبقه بندی دوره‌های انجام کار، که این طبقه‌بندی می‌تواند جمعاً به صورت 2 ساعت یا کمتر از 2 ساعت و یا بیشتر از 2 ساعت در طول روز باشد. یک دوره کاری عبارت است از مجموع مدت زمانی که یک کارگر در طول یک روز آن کار را انجام می‌دهد.
- (3) مشخص نمودن تعداد دفعات بلند کردن بار، که عبارت است از تعداد دفعاتی که کارگر در طول یک ساعت عمل بلند کردن بار را انجام می‌دهد.
- (4) استفاده از جدول حدود مجاز مربوطه که برای مدت زمان و تعداد دفعات بلند کردن بار مورد نظر تدوین شده است.
- (5) مشخص نمودن نواحی عمودی (شکل 1)، براساس موقعیت قرارگیری دست‌ها در هنگام بلند کردن بار.
- (6) مشخص کردن نواحی افقی در هنگام بلند کردن بار (شکل 1) به وسیله اندازه‌گیری فاصله افقی از نقطه میانی استخوان‌های قوزک پا تا نقطه میانی دو دست.
- (7) 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.

8) کنترل بار در نقطه مقصد، چنانچه بار در نقطه مقصد به صورت کنترل شده جای گذاری می گردد (به صورت آهسته و یا با تأمل)، مراحل 5 تا 7 به جای شروع از ابتدا تکرار شود. حدود مجاز براساس مقدار پایین تر بین دو محدوده توصیه می گردد.

توضیحات علائم جداول 1 تا 3:

- A: فاصله مابین قسمت میانی قسمت داخلی استخوان قوزک پا و بار.
- B: جابجایی بار نبایستی در دسترسی افقی بیش از 80 سانتیمتر از قسمت میانی بین بخش داخلی استخوان قوزک پا شروع و پایان یابد (شکل 1).
- C: جابجایی معمول بار نبایستی در ارتفاع 30 سانتیمتر بالاتر از سطح شانه ها یا بالاتر از 180 سانتیمتر از سطح کف شروع و پایان یابد (شکل 1).
- D: جابجایی معمول بار نبایستی برای قسمتهای سایه دار جدول انجام شود. هنوز شواهدی برای تعیین حدود مجاز وزن بار این قسمت ها در دسترس نیست.
- E: نشانه های اختصاصی آناتومیک برای ارتفاع بند انگشت برای شرایطی که کارگر در حالت ایستاده با بازوهای آویزان از بغل می باشد، فرض شده است.

جدول 1: حدود مجاز بلند کردن بار

* برای حالات:

الف - کمتر یا مساوی 2 ساعت کار در روز یا کمتر یا مساوی 60 بار برداشتن در ساعت

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

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

جدول 2: حدود مجاز بلند کردن بار

* برای حالات:

الف - بیشتر از 2 ساعت کار در روز با بیشتر از 12 و کمتر یا مساوی 30 بار برداشتن در ساعت
ب - کمتر یا مساوی 2 ساعت کار در روز با بیشتر از 60 و کمتر یا مساوی 360 بار برداشتن در ساعت

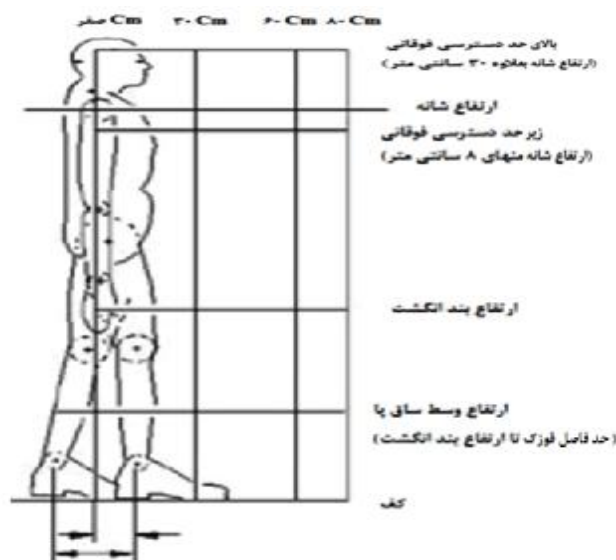
ناحیه افقی ^A			ناحیه عمودی
نزدیک:	متوسط:	گسترش یافته ^B :	
کمتر از 30 سانتیمتر	30 تا 60 سانتیمتر	بیشتر از 60 تا 80 سانتیمتر	
14 کیلو گرم	5 کیلو گرم	هیچ محدوده ایمنی برای برداشتن تکراری مشخص نشده است ^D	محدوده دسترسی مابین 30 سانتیمتر بالاتر از سطح شانه و 8 سانتیمتر پایین تر ارتفاع شانه ^C
27 کیلو گرم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

جدول 3: حدود مجاز بلند کردن بار

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

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

شکل 1- نمایش گرافیکی نواحی قائم بدن



منابع

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