>

حدود مجاز مواجهه شغلی



الزامات ، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مركز سلامت محیط و كار

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشکده محیط زیست

- عنوان گايد لاين: حدود مجاز مواجهه شغلی

- كد الزامات : 1-0301-2050202

- تعداد صفحات: 215

**مركز سلامت محیط و كار:**

تهران-خیابان حافظ تقاطع جمهوری- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشكی-مركز سلامت محیط و كار

تلفن: 66707636-021، دورنگار: 66707417-021

www.markazsalamat.ir

**پژوهشكده محیط زیست دانشگاه علوم پزشكی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:**

تهران – میدان انقلاب- خیابان كارگر شمالی- نرسیده به بلوار كشاورز- پلاك 1547 طبقه هشتم

تلفن: 88978399-021، دورنگار: 88978398-021

http://IER.tums.ac.ir

**مجری طرح بازنگری ویرایش سوم:**

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

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

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

**فهرست**

[مستندات قانونی](#_Toc326762107) 1

[مقدمه 3](#_Toc326762108)

[بخش اول](#_Toc326762109)

[حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیايی 7](#_Toc326762110)

[مقدمه 7](#_Toc326762111)

[حدود مجاز مواجهه 8](#_Toc326762112)

[متوسط وزنی- زماني (OEL-TWA) 9](#_Toc326762113)

[حد مجاز شغلي کوتاه مدت (OEL-STEL) 9](#_Toc326762114)

[حد مجاز شغلي سقفی (OEL-C) 10](#_Toc326762115)

[محدوده‌هاي نوسان 10](#_Toc326762116)

[مقايسه حد مجاز مواجهه شغلي TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلي سقفي 12](#_Toc326762117)

[حدود مجاز مخلوط مواد شيميايي 13](#_Toc326762118)

[تغييرات در شرايط و برنامه هاي كاري 13](#_Toc326762119)

[كاربرد حدود مجاز مواجهه براي شرايط محيطي غيرمعمول 13](#_Toc326762120)

[برنامه هاي كاري غيرمعمول 14](#_Toc326762121)

[واحدهاي OEL 17](#_Toc326762122)

[نمادها 18](#_Toc326762123)

[شاخص بیولوژیکی مواجهه (BEI) 18](#_Toc326762124)

[سرطان زايي 19](#_Toc326762125)

[بخار و کسر قابل تنفس (IFV) 19](#_Toc326762126)

[ايجاد حساسيت 19](#_Toc326762127)

[پوست 20](#_Toc326762128)

[علائم و حروف مخفف 22](#_Toc326762129)

[روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی 23](#_Toc326762130)

[مثالهاي حد مجاز شغلي براي مخلوطها 86](#_Toc326762131)

[References 95](#_Toc326762132)

[بخش دوم](#_Toc326762133)

[حدود مجاز شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه 96](#_Toc326762134)

[پايش بيولوژيك 96](#_Toc326762135)

[شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه 97](#_Toc326762136)

[ارتباط BEI با OEL 97](#_Toc326762137)

[جمع آوري نمونه 98](#_Toc326762138)

[مقبوليت نمونه ادرار 99](#_Toc326762139)

[ضمانت كيفي 99](#_Toc326762140)

[نمادهاي ملاحظات 100](#_Toc326762141)

[كاربرد BEIs 100](#_Toc326762142)

[اعلام تغييرات در دست بررسي (NIC) 108](#_Toc326762143)

[References 109](#_Toc326762144)

بخش سوم

[حدود مجاز مواجهه شغلي (OEL) با عوامل فيزيکي محيط کار 110](#_Toc326762146)

[مقدمه 110](#_Toc326762147)

[تعاريف 111](#_Toc326762148)

[آکوستیک 112](#_Toc326762149)

[مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پائين 112](#_Toc326762150)

[فراصوت 113](#_Toc326762151)

[حد مجاز مواجهه شغلی با صدا 115](#_Toc326762152)

[صداي پيوسته يا نوبتی 118](#_Toc326762153)

[الگوی مکمل جهت ارزیابی مواجهه با صدا 119](#_Toc326762154)

[صداي ضربه‌اي يا كوبه‌اي 122](#_Toc326762155)

[ارتعاش 123](#_Toc326762156)

[1- مواجهه موضعي بدن با ارتعاش 123](#_Toc326762157)

[ارتعاش دست- بازو از نوع پيوسته، منقطع، ضربه­اي يا کوبه­اي 126](#_Toc326762158)

[2 - ارتعاش تمام بدن 130](#_Toc326762159)

[نکات مهم 130](#_Toc326762160)

[حد مجاز مواجهه شغلي (OEL) پرتوهاي يونساز 138](#_Toc326762161)

[ميدان­ها و پرتوهاي غير یونساز 140](#_Toc326762162)

[ميدان­هاي مغناطيسي پايا 140](#_Toc326762163)

[ميدان­هاي مغناطيسي با فركانسهاي KHz 30 و كمتر از آن (زير فركانس راديوئي) 141](#_Toc326762164)

[شدت جریان تماسی 142](#_Toc326762165)

[ميدانهاي الكتريكي پايا و ميدانهاي الكتريكي با فركانس KHz 30 و كمتر از آن (زيرفركانس راديوئي) 142](#_Toc326762166)

[پرتوهاي راديوفركانس و ماكروويو 144](#_Toc326762167)

[محدودیت های مواجهه 149](#_Toc326762169)

[نکاتی در مورد روش اندازه­گیری امواج مايكرويو و راديوفركانسي 150](#_Toc326762170)

[حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV) 150](#_Toc326762171)

[مقادير توصيه شده 151](#_Toc326762172)

[حدود مجاز مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR) 157](#_Toc326762175)

[حد مجاز مواجهه شغلي ليزر 158](#_Toc326762176)

[گروه‌ بندي ليزرها 159](#_Toc326762177)

[روزنه ‌محدود 159](#_Toc326762178)

[اندازه منبع و ضريب تصحيح CE 159](#_Toc326762179)

[ضرايب تصحيح C,B,A(,CA CB و CC)](#_Toc326762180)

[پرتوگيري پالسي مكرر (RPE) 161](#_Toc326762181)

[روشنایی 169](#_Toc326762182)

[حدود مجاز مواجهه شغلي تنش‌هاي دمایی 172](#_Toc326762183)

[الف- تنش گرمایي 172](#_Toc326762184)

[ارزيابي و كنترل تنش دمایی 174](#_Toc326762185)

[ب ـ تنش سرمایي 180](#_Toc326762186)

[مقدمه 181](#_Toc326762187)

[ارزيابي و نظارت 185](#_Toc326762188)

[برنامه كار- استراحت توأم با گرم شدن بدن 187](#_Toc326762189)

[ضرورت ­­های پايش محيط كار 190](#_Toc326762190)

[References 192](#_Toc326762191)

بخش چهارم

[حدود مجاز در ارگونومی 194](#_Toc326762192)

[آسیبهای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار (MSDs) 194](#_Toc326762193)

[راهبردهای کنترل 195](#_Toc326762194)

[عوامل غیر شغلی 196](#_Toc326762195)

[بلندکردن بار 197](#_Toc326762196)

[دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلندکردن بار 198](#_Toc326762197)

[References 203](#_Toc326762198)

پیشگفتار

نیروی کار ماهر در کشور گرانبهاترین سرمایه در تحقق اهداف توسعه پایدار بوده و ارتقاء سلامت این عزیزان از طريق تأمين محيط كار سالم، از اهم اهداف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشكي به شمار می­رود.

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

برای تحقق مراتب فوق الذکر و از آنجا که همگام با پيشرفت­هاي علمي و مطالعات اپيدميولوژيك انساني و تحقيقات بر روي حيوانات آزمايشگاهي، مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلي نیز با تغيير روبروست وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اقدام به تدوین، به روز رسانی و ابلاغ مجموعه حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور محیط کار" که آخرین نسخه آن در سال 1382 ویرایش شده نموده است و کلیه کارفرمایان و مدیران اجرایی کارگاهها و واحدهای شغلی که دارای عوامل مخاطره آمیز خارج از حدود مجاز مزبور هستند موظفند با استفاده از روشهای مناسب فنی، مهندسی و مدیریتی عوامل بیماریزای محیط کار را حذف یا کنترل نمایند.

اميد است كه با بكارگيري مجموعه حاضر كه حاصل زحمات 28 نفر از اساتيد دانشگاه و محققين كشور می­باشد و در سال 1390 در طي نشست­هاي متعدد این اعضاء درکمیته­های فنی تخصصی مربوطه تنظیم شده، شاهد محيط کار سالم جهت كارگران عزيز و زحمتكش كشور باشيم.

**دكتر وحيد دستجردي**

**وزير بهداشت، درمان و آموزش پزشكي**

مستندات قانونی

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

1. ماده 85 قانون کار

براي صيانت نيروي انساني و منابع مادي کشور رعايت دستورالعمل­هايي که از طريق شورای عالي حفاظت فني و بهداشت کار (جهت تأمين حفاظت فني) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکي (جهت پیشگیری از عوارض و بيماري­های شغلی و تأمين بهداشت کار، کارگر و محيط کار) تدوين مي شود، براي کليه کارگاهها، کارفرمايان، کارگران و کارآموزان الزامي است.

1. تبصره 1 ماده 96 قانون کار

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکي مسئول برنامه ريزي،کنترل، ارزشيابي و بازرسي در زمينه بهداشت کار و درمان کارگري بوده و موظف است اقدامات لازم را در اين زمينه بعمل آورد.

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

**الف) بند 2:** تأمين بهداشت عمومى و ارتقاء سطح آن از طريق اجراي برنامه‏هاى بهداشتى مخصوصاً در زمينه بهداشت محيط، كنترل و نظارت بهداشتى بر سموم و مواد شيميايى، مبارزه با بيماريها، بهداشت خانواده و مدارس،آموزش بهداشت عمومى، بهداشت كار و شاغلين با تأكيد بر اولويت مراقبتهاى بهداشتى اوليه، به ويژه بهداشت مادران و كودكان با همكارى و هماهنگى دستگاه‏هاى ذيربط.

**ب) بند 11:** تعيين و اعلام استانداردهاى مربوط به:

* خدمات بهداشتى، درمانى، بهزيستى و دارويى.
* مواد دارويى، خوراكى، آشاميدنى، آرايشى، آزمايشگاهى، تجهيزات، ملزومات و مواد مصرفى پزشكى و توان بخشى.
* بهداشت كليه مؤسسات خدماتى و توليدى مربوط به خدمات و مواد مذكور در فوق.

**ج) بند 16:** تعيين ضوابط مربوط به ارزيابى، نظارت و كنترل بر برنامه‏ها و خدمات واحدها و مؤسسات آموزشى و پژوهشى، بهداشتى - درمانى و بهزيستى و انجام اين امور براساس استانداردهاى مربوطه.

طبق مستندات قانوني فوق و با هدف حفظ و ارتقاء سطح سلامت جسمي و رواني نيروي انساني کار و بهداشتي نمودن محيط­کار و نهايتاً حفظ سلامت محيط زيست لازم است که مشاغل و فرآيند توليد، به نحوی طراحي و مورد بهره برداري قرارگيرند که ميزان عوامل زيان­آور محيط کار از حدود مجازي که از طرف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکي تعيين گرديده، تجاوز نکند. (در روند پیشگیرانه ملاحظات فنی باید از مرحله طراحی محیطهای کاری مورد توجه قرارگیرند. مجموعه حاضر براساس تکالیف قانونی وزارت بهداشت و شرح وظایف مرکز سلامت محیط وکار، تهيه گرديده و به تأييد و امضاء وزير محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکي رسيده است. لذا رعايت حدود مجاز مواجهه شغلی مندرج در آن براي کليه کارفرمايان، کارگران و کارآموزان کارگاه­ها الزامي است.

مقدمه

دستيابي به سلامت حق اساسي آحاد جامعه از جمله كارگران و كاركنان مشاغل مختلف است. رشته بهداشت حرفه­اي به منظور تأمين اين حق اساسي در جهت حركت به سمت عدالت اجتماعي و حفظ كرامت اقشار زحمتكش جامعه فعاليت مي­نمايد بهداشت حرفه­اي علم و فني است كه با پيش بيني، شناسایي، ارزيابي و كنترل عوامل مخاطره زاي شغلي در جهت تأمين، حفظ و ارتقاء بالاترين سطح سلامت جسماني، رواني و اجتماعي كاركنان تمام مشاغل تلاش مي­كند.) مسئولیت نظارت بر اجرای برنامه ها و طرح های بهداشت حرفه ای در محیط­های کاری کشور به عهده مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت و درمان می­باشد و از مهم ترین سیاست های اصلی بهداشت حرفه­اي در ایران تحقق اهداف عالی بهداشتی اشاره شده در قانون اساسی کشور و تأمین، حفظ و ارتقاء سطح سلامت وکیفیت نیروی انسانی جهت دستیابی به توسعه پایدار مندرج در سند چشم انداز توسعه فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی کشور و نقشه جامع علمی بخش سلامت می­باشد. طبق برآورد، در ایران حدود 16 میلیون کارگر در 2 میلیون واحد شغلی در حال فعالیت هستند که از این تعداد، 45 درصد نیروی کاری خدماتی، 30 درصد در بخش کشاورزی و 25 درصد در بخشهاي صنعتی شاغل هستند که به شکل های مختلف در معرض عوامل زیان آور بهداشتی ناشی از فعالیت کاری قرار دارند. تدوين حدود مجاز ملي براي آلوده­کننده­هاي محيط کار امري لازم و اجتناب ناپذير است به نحوي که دست اندرکاران علوم بهداشتي و صاحبان صنايع و کارکنان را تا آنجا که ممکن است راهنمایی نموده و ضوابط مشخص و واحدي را براي کنترل عوامل زيان بار محيط کار در اختيار آنان قرار مي­دهد.

در سال 1378 به منظور صيانت از سلامت شاغلين، وزارت بهداشت با جلب مشارکت گروهی از متخصصین بهداشت حرفه­اي کشور و برمبنای منابع علمی معتبر بین المللی و در نظر گرفتن ملاحظات بومی اقدام به تدوین حدود تماس شغلی عوامل زيان­آور محيط كار نموده است. در طول دهه های گذشته مراكز 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 قانوني مواجهه با عوامل زيان آور بايستي ضمن حفاظت كارگران، آنقدر سخت­گيرانه نباشد كه صنايع را از روند اصلي توليد و رقابت در عرصه هاي جهاني باز دارد.

پس از تعيين و ابلاغ حدود مجاز مواجهه شغلي پس از دوره­هاي زماني مشخص به دلايلي 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 مهارت­هاي علمی در زمینه روش­ها و تکنیک­های آزمایشگاهی، ارتقاء سطح تکنیک های آماری مورد استفاده به ویژه در مطالعات اپیدمیولوژیک، افزایش ارتباطات و تبادل اطلاعات در بعد جهانی، تفاوت ها در قابلیت تحمل ریسک و سهولت دسترسی به نتایج داده­های مربوط به حدود مجاز مواجهه شغلی سایر کشورها، لازم است كه اين حدود مورد بازنگري قرارگرفته و به روزرسانی شوند. بررسی­ها نشان می­دهد حدود مجاز مواجهه شغلی با عناوین متنوع در کشورهای مختلف در دوره های زمانی بین 3 الي 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 محيط کار، اهميت به روز رساني آن دو چندان مي­گردد. ویرایش­های قبلی منتشر شده این حدود مجاز در کشور مربوط به سال­های 1378 و 1382 بوده است و اینک ویرایش سوم آن تدوین و ارائه می­گردد.

به منظور اجراي اين طرح در گام نخست كميته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه ای با عضويت متخصصين و افراد خبره و باسابقه با رعايت سهم نسبي تخصصهاي مورد نياز به پيشنهاد مجري طرح و تأیيد مركز سلامت محيط و كار تشكيل گردید. وظيفه كميته مذکور ارائه راه کارهای کلی تدوین حدود مجاز مواجهه شغلی و تأیید و پيشنهاد آن به مركز سلامت محيط و كار وزارت بهداشت مي باشد. در زير مجموعه كميته مذکور، چهار كار گروه عوامل شيميایي، سم شناسي و نشانگرهاي زيستي، عوامل فيزيكي و ارگونوميكي تشكيل گردید. در هر كارگروه تعداد اعضاء متناسب با تعداد عوامل زیان آور مستلزم بازنگری یا اضافه شدن، فراوانی عوامل در محیط کار، میزان کاربرد، تعداد کارگران در مواجهه، قابلیت دسترسی به اطلاعات علمی در مورد عامل مورد نظر و وجود یا عدم وجود حدود مجاز شغلی برای آن عامل، مشخص شد. اعضاي كارگروههاي مذكور شامل اعضاي هيئت علمي با رشته­هاي مرتبط دانشگاهي، نمايندگاني از كارشناسان و بازرسان با تجربه وزارت بهداشت بوده است. مجری طرح تحت نظارت مرکز سلامت و محیط کار وظيفه راهبري و هماهنگي­هاي لازم بين کارگروه ها و جمع بندی نتایج کار آنها را عهده دار بوده است.

تدوین حدود مجاز مواجهه با عوامل مخاطره زا باید اساساً منطبق بر پژوهشهای فراگیر و مستمر باشد. اما اغلب محدویت­های تحقيقاتی و ملاحظات اجرایی اين اجازه را نمي­دهد 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 اجرايی و با در نظر گرفتن ملاحظات محلی حدود مجاز را برای عوامل زیان آور تدوین و منتشر می­کنند. بدين جهت کميته تدوین و بازنگری در حدود مجاز مواجهه شغلی در سال 1390 تحت نظارت مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت تصميم گرفت که با رعایت سه رویکرد: اقتباس، پژوهش محوری و اجماع علمی صاحب نظران به بازنگری حدود مجاز مواجهه شغلی بپردازد. در هر حال پایه اصلی تدوین ویرایش جدید با رعایت قالب اصلی ویرایش­های قبلی کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی بوده است.

پس از تشكيل کمیته مشترک علمی و تعیین كارگروهها، جلسه توجيهی و راهنمايي براي آنها تشكيل شد و براساس نظر کمیته مشترک، حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL[[1]](#footnote-3)) جديد كشوري با در نظر گرفتن موارد زير تدوین گردید:

1. در نظر گرفتن کتاب "حدود تماس شغلي" ویرایش دوم، انتشار سال 1382.
2. استفاده از راهنما و فهرست آخرين حدود مجاز شغلی سازمانهای ACGIH، NIOSH، OSHA، استانداردهاي اتحاديه اروپا و حدود مجاز كشورهای ژاپن و روسيه.
3. استفاده از منابع علمي نو و معتبر بين­المللي و نتايج آخرين مطالعات در كشورهاي ديگر
4. استفاده از نتايج مطالعات و پژوهشهای انجام شده در كشور
5. استفاده از پايگاههاي اطلاعات معتبر بين­المللي
6. در نظر گرفتن شرايط اقتصادي، فناوری، اجتماعي و راهبردهای مصوب بالادستی كشور
7. در نظر گرفتن وسعت و خصوصيات جامعه كارگري در مواجهه با عامل زيان آور
8. در نظر گرفتن پيمانها و قوانين ملي و بين­المللي مرتبط

کتاب حاضر تحت عنوان "حدود مجاز مواجهه شغلی"، مي­تواند به عنوان راهنما براي تأمین سلامت شاغلین مورد استفاده متخصصين بهداشت حرفه­اي قرارگيرد. بنا براين استفاده و تفسير حدود مجاز مزبور محدود به کساني است که دانش لازم را براي آنها آموخته باشند و از محدوديت­هايي که ممکن است در حالات مختلف عملي پديد آيد آگاهي داشته و بتوانند تفسير صحيحي از تطابق اين حدود مجاز با آلودگي محيط کار بدست آورند. مطالعه اسناد و مدارکي که بر پايه آن حدود مجاز وضع گرديده مي­تواند راهنماي خوبي در اين زمينه باشد. جهت استفاده از اين کتاب مقدمه هر بخش را بدقت مطالعه و در موارد ضروري با متخصصين مربوطه مشورت نمايند، بديهي است که مسئوليت عواقبي که از کاربرد غير صحيح اين حدود مجاز بوجود آيد و يا احياناً مربوط به حالات استثنايي و بسيار نادر باشد به عهده کميته تدوین این حدود نخواهد بود. كميته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه­اي کتاب معيارهاي «حدود مجاز مواجهه شغلی» را هر دو سال يکبار مطابق با مقتضيات و اولويت­هاي کشوري مورد تجديد نظر قرار مي­دهد، لذا کليه اسناد و مدارک بدست آمده در ارتباط با تأييد يا رد موارد اعلام شده در کميته مورد بررسي قرار خواهد گرفت و در صورت تأييد در چاپ بعدي ملحوظ خواهد شد. رعایت حدود مجاز اعلام شده در این کتاب برآوردی از وضعیتی است که در آن شرایط اختلال فیزیولوژیک یا بیماری مشهودی برای شاغلین در محدوده های اعلام شده حادث نگردد. لیکن باید توجه داشت که شرایط جسمانی و زمینه های فردی شاغلین متفاوت می­باشد و این حدود بیان کننده مرز حقیقی بین سلامت و خطر نمی­باشد به همین منظور در اغلب موارد حد مراقبت نیز تعریف گردیده است. به نظر می­رسد اگر شاغلین روزانه 8 ساعت و 40 ساعت کار هفتگی با حدود اعلام شده مواجهه داشته باشند برای یک دوره کاری سلامت آنان تأمین می­گردد.

کتاب بازنگری شده حاضر، حاصل یک سال کار مداوم و پي­گير اعضاء کميته ­هاي 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 كميته تدوین حدود مجاز و استانداردهای بهداشت حرفه ای مستقر در مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ارسال نمایند.

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

**اسفند 1390**

بخش اول

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیايی

مقدمه

در اين فصل حدود مجاز مواجهه تعيين شده عوامل زيان آور شيميايي به همراه مطالب تكميلي مفيد جهت بیان بهتر واژه­هاي اختصاصي و تعاريف و كاربرد هر يك از آنها ارائه مي­شود. حد مجاز مواجهه بايستي توسط كارشناسان و متخصصان بهداشت حرفه­اي مورد استفاده قرار گيرد. اين حدود با هدف ارزيابي و كنترل مخاطرات محيط­هاي كاري تعيين شده است و نبايد در موارد ديگر مثل ارزيابي و كنترل آلودگي هواي مناطق شهري، روستايي يا زيست محيطي مورد استفاده قرارگيرند. همچنين از اين حدود نبايد براي برآورد پتانسيل سميت مواجهه­هاي مداوم و بي وقفه يا دوره هاي كاري طولاني مدت استفاده نمود. از ديگر موارد ممنوعيت استفاده از حدود مجاز براي اثبات يا رد وجود يك عارضه يا بيماري در افراد است. حد مجاز مواجهه شغلي تعيين شده براي عوامل شيميايي بسته به نوع حد، تعاريف و كاربردهاي ويژه دارد. انتظار مي­رود با تأمين شرايط مناسب و اعمال اقدامات كنترلي در محيطهاي كاري به طوري كه منجر به كاهش مواجهه شاغلين با عوامل شيميائي با غلظت كمتر از حدود مجاز مواجهه آنها گردد، اثرات سوء كوتاه مدت و بلند مدت ناشي از اين عوامل در شاغلين ايجاد نگردد. به دلايل مختلف از جمله تفاوت در حساسيت و آسيب پذيري افراد، ممكن است بخش كوچكي از شاغلين در اثر مواجهه با مقادير معادل و يا حتي كمتر از حد تعيين شده دچار عوارض جزئي، بيماري يا عارضه جدي و تشديد يا پيشرفت عوارض و بيماريهاي قبلي شوند. در اين موارد، متخصص طب كار بايستي اين گروه از افراد را شناسايي و تحت مراقبت ويژه 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 مي­کند که غلظت تمام آلاينده­هاي هوای محيط کار در پایين ترين سطح ممکن کنترل شود.

علاوه بر حساسيت‌هاي فردي عوامل ديگري نيز مي‌تواند در تماس با غلظت‌هاي برابر يا کمتر از حد تماس شغلي در بروز اثرات سوء بر سلامتي مؤثر باشد که از آن جمله مي‌توان خصوصيات ارثي و مادرزادي، سن، عادات فردي، استعمال سيگار، مواد مخدر، درمان‌هاي دارويي و مواجهه‌هاي قبلي با مواد شيميايي را نام برد. استعمال دخانيات مي­تواند سيستم­هاي بدن را در برابر مواد سمي تضعيف نموده و نيز باعث تشديد اثرات بيولوژيک مواد شيميايي موجود در محيط کار شود.

منابع اصلي که در تعيين حد مجاز مواجهه شغلي مورد استفاده و استناد قرار گرفته­اند عبارتند از: اطلاعات حاصل از تجارب محيط کار كشوري، مطالعات تجربي بر روي انسان، حيوانات و يا ترکيبي از منابع مذکور، استفاده از حدود مجاز برخي از كشورها و سازمانهاي معتبر. بر اين اساس مبناي تعيين حد مجاز شغلي براي مواد شيميايي مختلف متفاوت است و بعلاوه در تعيين آن براي برخي مواد پيشگيري از بيماري يا عارضه­اي خاص مورد نظر بوده و در مواردي نيز حالاتي نظير: تحريک، تخدير، آزاردهندگي و استرس­زايي مبنا و پايه تعيين حد مجاز شغلي قرارگرفته­اند. در ضمن در تدوين اين حدود سعي شده است كه علاوه بر اثرات و عوارض عوامل شيميایي، شرايط و محدوديتهاي فني، اقتصادي و قابليتهاي اجرائي نيز در نظر گرفته شوند.

به دليل تفاوت‌هاي موجود در کيفيت و کميت اطلاعات مورد استفاده براي تعيين حد مجاز مواجهه شغلي مواد مختلف، ارقام تعيين شده داراي دقت يکساني نیستند. لذا جهت تعيين مقدار دقيق حد مجاز مواجهه بايد جديدترين و مطمئن­ترين مستندات و اطلاعات مورد استفاده قرار گيرد. این موضوع باید همواره به اطلاع مسئولین ذیربط در مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشكي رسانده شود تا در بازنگری­های بعدی حدود مجاز مواجهه شغلی مورد استناد قرار گیرد.

حدود مجاز مواجهه

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شيميايي در سه گروه: 1) متوسط وزني - زمانی 2)حد مواجهه شغلی کوتاه مدت 3) حد مجاز مواجهه سقفي با کاربردهای گوناگون و مکمل ارائه شده است. برای اكثر عوامل، حد متوسط وزني زمانی به تنهایی یا همراه با حد مجاز مواجهه شغلی کوتاه مدت ارائه شده است. برای برخی از مواد نظیرگازهای محرک نیز فقط حد مجاز مواجهه سقفي 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 ارزيابي عومل شيميايي محيط كار، تعيين نوع حد مجاز مواجهه شغلی آن و انتخاب روش پایش متناسب با آن حد مي باشد.

در مواردي كه حدود مجاز مواجهه دو عامل شيميايي با هم برابر باشند، ضرورتاً به معني اثرات يكسان يا مشابه آنها نيست بلكه ممكن است هر يك از آنها اثرات كاملاً متفاوتي از همديگر داشته باشند. اگرچه حدود مجاز ارائه شده در اين بخش براي غلظت مواد شيميايي در هوا مي باشد اما براي برخي از آنها ممكن است مواجهه پوستي نيز امكانپذير باشد (به مبحث تعاريف و نمادها رجوع شود).

متوسط وزنی- زماني[[2]](#footnote-4)(OEL-TWA)

عبارت است از متوسط غلظت مجاز ماده شيميايي در 8 ساعت کار روزانه و 40 ساعت کار در هفته به طوري که مواجهه مستمر و روز به روز با اين مقدار تقريباً در کليه کارگران باعث ايجاد عارضه نامطلوبي نگردد مشروط بر آنکه فاصله زماني بين پايان 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 مي­رود دستگاههاي دفاعي بدن بتوانند سموم حاصل از 8 ساعت کار را دفع و يا بوسيله پديده­هاي بيولوژيکي خنثي نمايند. بايستي در نظر داشت كه اگرچه در برخي از موارد محاسبه غلظت متوسط هفتگي (بدون در نظر گرفتن روزهاي كاري) ممكن است مناسب باشد، اما حدود تعيين شده با شرط 8 ساعت كار روزانه مي­باشد و بايستي متوسط غلظت روزانه با حدود تعيين شده مورد مقايسه قرار گيرد.

حد مجاز شغلي کوتاه مدت[[3]](#footnote-5) (OEL-STEL)

عبارت است از حد مجاز مواجهه ميانگين وزني - زماني 15دقیقه­ای با يك عامل شيميايي است که در هیچ زمانی از يك شیفت کاری نبايد غلظت آن عامل از اين حد بيشتر باشد حتي اگر ميانگين مواجهه 8 ساعته شاغلين كمتر از حد OEL-TWA باشد. OEL-STEL غلظتي از يك عامل شيميايي است كه اعتقاد بر اين است كه كارگران مي توان براي كوتاه مدت با غلظتهاي كمتر از آن بطور مداوم مواجهه داشته باشند بدون آنكه عوارضي زير را ايجاد كند:

1. تحريك
2. آسيبهاي بافتي مزمن يا غير قابل برگشت
3. اثرات سمي وابسته به نرخ دز
4. خواب آلودگي، به حدي که باعث ايجاد حادثه شده، و يا عکس العمل‌هاي فرد را براي دور شدن از عامل حادثه ساز مختل ساخته و يا کارايي وي را کاهش دهد.

اگر OEL-TWA بيشتر از حد مجاز باشد، لزوماً OEL-STEL قادر به حفاظت شاغلين از اثرات مذكور نخواهد بود. STEL براي آن دسته از مواد شيميايي توصيه شده است که علاوه بر اثرات سمي مزمن داراي اثرات حاد شناخته شده نيز هستند و اثرات سمي حاد ناشي از تماس کوتاه مدت با غلظت‌هاي بالاي آنها در انسان يا حيوان گزارش شده باشد. با اين وجود، ممكن است حد مجاز OEL-STEL يك حد كاملاً مستقل و مجزا باشد. زمان مواجهه شغلي با غلظتهای بین TWA تا STEL نبايد از 15 دقيقه تجاوز نمايد، اين دوره زماني مواجهه 15 دقيقه‌اي مي‌تواند حداکثر تا 4 مرتبه در طول 8 ساعت کار مداوم تکرار شود مشروط بر آنکه فاصله بين دو دوره 15 دقيقه‌اي کمتر از 60 دقيقه نباشد. درصورتيکه اثرات بيولوژيکي مشاهده شده ناشي از مواجهه با عوامل شيميايي با زمانهاي متفاوت تضمين كننده باشند، مي‌توان مدت زمان 15 دقيقه را تغيير داد.

حد مجاز شغلي سقفی[[4]](#footnote-6) (OEL-C)

عبارت است از غلظتي از ماده شيميايي که مواجهه شغلي بيش از آن حد حتي براي يک لحظه نيز مجاز نيست. اگر سنجش لحظه­اي ماده شيميايي براي مقايسه با OEL-C امكانپذير نباشد، نمونه برداري بايد در يك حداقل زمان كافي انجام شود تا مواجهه معادل يا بيشتر از حد سقفي تشخيص داده شود.

براي برخي مواد مانند گازهاي محرک فقط TLV-C کاربرد دارد و براي ساير مواد مي‌توان برحسب اثرات فيزيولوژيک آنها از يک يا دو حد مجاز استفاده نمود. اعتقاد بر اين است كه حدود مجاز مبتني بر تحريكات فيزيكي نبايد كم اهميت تر از حدود مجاز مبتني بر آسيب هاي فيزيكي تلقي شود. شواهد روزافزوني نشانگر آن است كه تحريك ممكن است شروع كننده، افزايش دهنده يا تسريع كننده اثرات بهداشتي زيان­آور از طريق بر هم­كنش با ساير عوامل شيميايي يا بيولوژيك يا از طريق مكانيسم­هاي ديگر باشد. نکته مهم آن است که هرگاه غلظت ماده شيميايي در هواي محيط کار از يکي از 3 حد مذکور تجاوز نمايد امکان ايجاد مخاطره براي افراد وجود خواهد داشت.

محدوده‌هاي نوسان[[5]](#footnote-7)

تعداد کثيري از مواد شيميايي که OEL-TWA براي آنها معين شده است به دليل عدم وجود اطلاعات کافي سم شناسي، فاقد OEL-STEL هستند. محدوده هاي نوسان در اين موارد مورد استفاده قرار مي گيرند. در صورتي که ميانگين غلظت مواجهه هشت ساعته كارگران با اين مواد كمتر از OEL-TWA آنها باشد، نوسان کوتاه مدت غلظت مواجهه بيشتر از حد مجاز آنها بايد کاملاً کنترل شود. از آنجا که تجربيات سم شناسي و بهداشت صنعتي دلايل و شواهد مشخصي براي تعيين مقادير مجاز افزايش (OEL-TWA) ارائه نمي­دهند لذا هر فرآيندکاري بايد به قدر کافي کنترل شده باشد تا نوسان غلظت در آن در حدود قابل قبول انجام شود و حداکثر نوسان پيشنهاد شده نيز بايد مرتبط با نوساناتي که غالباً در فرآيند واقعي صنعت مورد نظر اتفاق مي افتد باشد.

نوسانات غلظت مواجهه شاغلين مي‌تواند تا 3 برابر OEL-TWA براي حداکثر 30 دقيقه در خلال يک روز کاري باشد به­شرطي كه ميانگين مواجهه كارگر بيشتر از OEL-TWA نباشد. تحت هيچ شرايطي دامنه نوسانات مواجهه كارگر حتی برای یک لحظه هم نبايد از 5 برابر OEL-TWA تجاوز كند.

رويكرد اصلي در تعيين حداكثر حد نوسانات پيشنهادي در مورد يك عامل شيميايي با ميزان تغييرپذيري معمول مشاهده شده در فرايندهاي صنعتي واقعي صنعتي است. مطالعه بر روي تعداد زيادي از تحقيقات و بررسي‌هاي بهداشت صنعتي انجام شده نشانگر اين بوده است كه مقادير مواجهه کوتاه مدت عموماً داراي توزيع لگ نرمال [[6]](#footnote-8) (لگاريتمي نرمال) هستند.

با وجود آنكه مباحث كامل تئوري و ويژگيهاي توزيع لگ نرمال فراتر از اهداف اين بخش است لذا فقط توصيف مختصري از واژه هاي مهم ارائه شده است. در توزيع لگ نرمال، باید از میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی استفاده نمود. در این توزیع شاخص تمايل مرکزي عبارت از آنتي لگاريتم ميانگين لگاريتم مقادير نمونه‌ها است. اين توزيع دارای چولگی[[7]](#footnote-9) بوده و ميانگين هندسي آن (mg) هميشه کوچکتر از ميانگين حسابي است به مقداري که بستگي به انحراف معيار هندسي (sdg) دارد. در توزيع لگ نرمال، انحراف معيار هندسي، معادل آنتي لگاريتم انحراف معيار لگاريتم مقادير نمونه است. در اين توزيع 26/68% مقاديرنمونه ها، بين sdg / mg و sdg ×mg قرار مي‌گيرند.

اگر مقادير مواجهه کوتاه مدت در یک شرايط معين داراي انحراف معيار هندسي 2 باشد، 5 % از کل مقادير، فراتر از 13/3 برابر ميانگين هندسي خواهند بود. اگر در فرايندي تغییر پذیری بيش از اين مقدار باشد آن فرآيند تحت کنترل مناسب نبوده و بايد اقدامات لازم برای کنترل شرايط کار اعمال شود. اساس پيشنهاد حد نوسان براي دسته اي از مواد شيميايي که داراي (OEL-TWA) هستند ولي STEL ندارند نيز بر اين مسئله استوار است.

رويكرد اصلي اين بخش ساده سازي مفهوم توزيع لگ نرمال غلظت است اما در هر حال بهتر است توسط متخصصين بهداشت حرفه­ای مورد استفاده قرار گيرد. در صورتي که نوسانات مواجهه در حدود پيشنهاد شده حفظ شوند، انحراف معيار هندسي مقادير اندازه­گيري شده غلظت نزديك 2 خواهد بود و اهداف مورد نظر حاصل خواهد شد. چنانچه در برخي از محيطهاي كاري انحراف معيار هندسي بيشتر از 2 بوده و توزيع داده ها مشخص باشد، چنانچه ريسك اثرات زيانبار بهداشتي حاصل از آن ماده افزايش نيافته باشد، توصيه مي­شود كه حدود نوسان مربوط به آن محيط كار بر اساس داده­هاي موجود، اصلاح شود. در صورتيکه اطلاعات سم شناسي براي تعيين OEL-STEL يا OEL-C يک ماده شيميايي موجود باشد، اين حدود نسبت به حد نوسان اولويت خواهند داشت.

مقايسه حد مجاز مواجهه شغلي TWA و STEL با حد مجاز مواجهه شغلي سقفي

يك ماده شيميايي ممكن است داراي ويژگيهاي سم شناسي خاصي باشد كه نيازمند استفاده از OEL-C به جاي حد نوسان OEL-TWA يا OEL-STEL باشد. مقداري از غلظت مواجهه با يك ماده كه مي تواند براي كوتاه مدت از حد مجاز مواجهه TWA تجاوز كند بدون آنكه آسيبي به سلامت شاغل وارد نمايد بستگي به عواملي زيادي دارد كه عبارتند از: ماهيت آلاينده، امكان ايجاد مسموميت حاد در مواجهه با غلظت­هاي زياد حتي در کوتاه مدت، احتمال اثرات تجمعي و تعداد دفعات و طول مدت زمان مواجهه با غلظت هاي بالا. هنگام تصميم­گيري در مورد وجود يا عدم وجود وضعيت مخاطره آميز بايد کليه موارد فوق را درنظر گرفت. اگرچه غلظت ميانگين وزني زماني آلاينده­هاي هوابرد (TWA)، روشي بسيار موفق و عملي براي تطبيق با حدود مجاز است اما در موارد خاصي، اين تطبيق ممكن است نامناسب باشد.

حد مواجهه شغلي ـ سقف (TLV -C): عبارت است از مرز معيني که غلظت نبايد از آن حد بيشتر شود و براي گروهي از مواد استفاده مي‌شود که غالباً اثرات آني داشته و TLV براساس اثرات اختصاصي آنها تعيين مي‌شود در حاليکه حد تماس شغلي متوسط سنجش زماني (TLV -TWA) حدي است که بطور مشروط نوسان مقادير بالاتر از TLV را مجاز مي‌سازد زيرا در طي زماني که متوسط سنجش زماني(TWA) آن تعيين مي‌شود غلظت ماده مي‌تواند به بالاتر يا پايين تر از TLV نوسان نمايد، مشروط بر آنکه مقادير کمتر از TLV مقادير بالاتر از آن را جبران نمايد. متوسط سنجش زماني را مي‌توان براي يک روز کاري و در برخي موارد نيز براي يک هفته کاري محاسبه نمود، البته رابطه بين TLV و نوسان مجاز قاعده‌اي است که در برخي موارد کاربرد ندارد زيرا مجاز بودن نوسان غلظت به بالاتر از TLV به عواملي بدين شرح بستگي دارد: ماهيت آلاينده، آيا آلاينده در غلظت‌هاي زياد حتي در کوتاه مدت ايجاد مسموميت مي‌نمايد يا خير؟، آيا اثرات آلاينده تجمعي است يا خير؟ و بالاخره تعداد دفعات و طول مدت زماني که غلظت‌هاي بالا در آن اتفاق مي‌افتد. لذا بايد توجه داشت که روش نمونه­گيري براي تعيين انواع حدود مجاز (TWA-STEL-C) متفاوت است. بطور مثال براي تعيين حد تماس شغلي سقف (C) مي‌توان از يک نمونه­گيري کوتاه مدت و مختصر استفاده نمود ولي براي تعيين حد TWA به تعداد کافي نمونه در يک شيفت يا يک دوره کامل کاري نياز است.

حدود مجاز مخلوط مواد شيميايي

در استفاده از حدود مجاز مواجهه در ارزيابي مخاطرات بهداشتي ناشي از مواجهه همزمان با دو يا چند ماده شيميايي، بايد ملاحظات ويژه­ای در نظر گرفته شوند. در ضميمه (ه) اين بخش، بطور مختصر اين ملاحظات و روشهاي محاسباتي مربوط به آن همراه با مثالهايي ارائه شده است.

تغييرات در شرايط و برنامه هاي كاري

كاربرد حدود مجاز مواجهه براي شرايط محيطي غيرمعمول

زماني كه شاغلين در شرايط دما و فشار با تفاوت قابل توجه­ای با وضعیت نرمال دارد(NTP) (دماي c °25 و فشار 760 mmHg) با آلاينده­هاي هوا مواجهه دارند، بايد در مقايسه نتايج نمونه برداري با حدود مجاز مواجهه دقت نمود. براي آئروسول­ها، غلظت مواجهه TWA (محاسبه شده از حجم نمونه بدون تصحيح شرايط دما و فشار) بايد مستقيماً با حدود مجاز مواجهه تعيين شده مقايسه شود. براي گازها و بخارات، گزينه هاي مختلفي براي مقايسه نتايج نمونه برداري هوا با حدود مجاز مواجهه وجود دارد. يك روش ساده به اين ترتيب است كه:

الف- غلظت مواجهه بر حسب واحدهاي جرم بر حجم (mg/m3) بدون تصحيح شرايط دما و فشار تعيين شود

ب- چنانچه واحد حد مجاز آلاينده برحسب mg/m3 يا ساير واحدهاي جرم بر حجم نبود، واحد آن به mg/m3 تبديل شود. در رابطه تبديل واحدها، حجم يك مول از گاز 4/24 ليتر لحاظ شود.

ج- نتيجه­ اندازه­گيري غلظت با حد مجاز با واحدهاي يكسان مقايسه شود.

در مقايسه نتايج نمونه­برداري تحت شرايط جوي غيرمعمول با حدود مجاز، چندين پيش فرض درنظر گرفته مي­شود. يكي از اين فرضيه­ها اين است كه حجم هواي استنشاقي شاغل در يك روز كاري تحت شرايط دما و فشار متوسط محيط در مقايسه با شرايط استاندارد، چندان تفاوتي ندارد. يك فرض ديگر براي گازها و بخارات آن است كه دز جذب شده با فشار نسبي تركيب استنشاق شده مرتبط است. نتايج نمونه برداري حاصله تحت شرايط غيرمعمول را نمي­توان به سهولت با حدود مجاز تدوين شده مقايسه نمود. چنانچه شاغلين در مواجهه با فشارهاي خيلي زياد يا خيلي كم باشند، بايستي مراقبت شديد در اين مقايسه ها اعمال شود.

برنامه هاي كاري غيرمعمول

كاربرد حدود مجاز براي برنامه­هاي (زمان بندي) كاري بسيار متفاوت با شرايط معمول 8 ساعت كار روزانه و 40 ساعت هفتگي، نيازمند تحليل خاصي به منظور حفاظت از چنين شاغليني در مقايسه با شاغلين با برنامه زمان بندي كاري معمول است. هفته هاي كاري كوتاه به شاغلين اين اجازاه را مي دهد تا شغل (هاي) ديگري داشته باشند كه در آن شغل ممكن است مواجهه­هاي مشابه داشته باشند كه در نتيجه عليرغم اينكه حتي در هيچ يك از مشاغل مواجهه بيشتر از حد مجاز نبوده اما در مجموع مواجهه فرد بيش از حد مجاز باشد.

مدلهاي رياضي متعددي براي تحليل برنامه­هاي زمان­بندي كاري غيرمعمول ارائه شده است. برحسب اصول سم شناسي، هدف كلي آنها شناسايي دزي است كه اطمينان حاصل نمود كه پيك بار بدني[[8]](#footnote-10) روزانه يا هفتگي از آنچه كه در طي يك شيفت 8 ساعته روزانه و 5 روز در هفته رخ مي دهد، تجاوز نمي­كند.

مدل ديگر نشان دهنده برنامه زمان بندي غيرمعمول، مدل بريف و اسكالا[[9]](#footnote-11) مي باشد. اين مدل حد مجاز را متناسب با افزايش زمان مواجهه و كاهش زمان بهبود[[10]](#footnote-12) يا زمان بازگشت (زمان بدون مواجهه)، كاهش مي دهد. اين مدل معمولاً براي برنامه­هاي زمان كار بيشتر از 8 ساعت روزانه يا بيشتر از 40 ساعت هفتگي مورد استفاده قرار مي­گيرد. اين مدل نبايد براي تحليل مواجهه­هاي بسيار زياد تحت شرايطي كه مدت زمان مواجهه خيلي كوتاه است مورد استفاده قرار گيرد (به عنوان مثال مواجهه 8 برابر OEL-TWA در ظرف مدت 1ساعت و در باقي زمان شيفت كاري هيچ مواجهه­اي نباشد). در اين رابطه بايد حدود نوسان يا OEL-STEL براي جلوگيري از كاربرد نامناسب اين مدل براي شيفت­ها يا دوره هاي مواجهه بسيار كوتاه مدت، مورد استفاده قرار گيرند.

در مدل بریف و اسکالا به اين واقعيت توجه شده است كه در هر روزكاري 12 ساعته، مواجهه با يك عامل شيميايي 50% بيش از يك شيفت كاري 8 ساعته در شرايط مشابه می­باشد و دوره بازتواني و سم زدايي بدن نسبت به آن عامل 25% كمتر از شيفت 8 ساعته است (دوره سم زدايي از 16 ساعت به 12 ساعت كاهش مي يابد). همچنین در این مدل به اين نكته توجه شده است كه تكرار مواجهه طي روزهاي كاري در بعضي موارد ممكن است فشار زيادي را بر مكانيسم­هاي سم زدايي بدن وارد نماید تا جائي كه اين احتمال وجود داردكه تجمع سموم در ارگانهاي هدف هر ماده روي دهد. اين مسئله اغلب باعث مي­شودكه عليرغم وجود محدوده ايمني براي مقادير OEL، مصونيت در مقابل سميت مواد در شيفتهاي غيرمعمول كاهش يابد.

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

OEL-TWA × (ضريب کاهش روزانه يا هفتگی) = OEL اصلاح شده

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

(ضريب كاهش روزانه)RF= 

در رابطه فوق، hr ساعات كار روزانه است.

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

 =RF (ضريب كاهش هفتگي)

در رابطه فوق، hr ساعات كار هفتگي مي باشد.

#### مثال

در صورتی که OEL-TWA يک ماده شيميايی معادل 50 ppm باشد، در يک شيفت كاري روزانه معادل 10 ساعت اين حد به 35 ppm و در يک شيفت 12 ساعته به 25 ppm کاهش می­يابد.

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 ضريب کاهش را محاسبه و فاکتور کاهش کوچکتر (روزانه یا هفتگی) را بکار برد. بطورکلی با درنظر داشتن نقاط قوت و ضعف مدل بريف و اسکالا موارد زير در كاربرد اين مدل توصيه می­شود:

الف- در مواردي كه OEL بر مبناي اثرات سيستميك (حاد و مزمن) مواد شيميايي است، فاكتور كاهش OEL بايد به كار برده شود و OEL كاهش يافته به عنوان OEL-TWA درنظر گرفته شود.

ب- در مورد ساعات کاری غير معمول، محدوده­های نوسان نیز (به قسمت محدوده های نوسان مراجعه کنيد) می­بايست تصحيح گردند. برای اين کار ضريب نوسان براي حدود OEL طبق رابطه زير كاهش مي يابد:

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

EF: ضريب نوسان

EF(8): مقادير ضريب نوسان مربوط به حد مجاز 8 ساعته

RF: ضريب كاهش OEL

ج- تكنيك های فوق برای نوبتهاي كاري 24 ساعته (نظير زير دريائي ها، سفينه هاي فضايي يا ساير محيطهاي مشابه كه كار و زندگي در يك محل انجام مي شود) عملی نمی­باشد زیرا در اين موارد اصولاً OEL کاربرد ندارد.

د- اين تكنيكها براي فرايندهاي كاري كمتر از 7 تا 8 ساعت در روز و يا كمتر از 40 ساعت در هفته كاربرد ندارد.

ه- اين مدل به اين نكته توجه دارد كه مقادير RF براي OEL هايي مي­تواند بكار رود كه برحسب ميانگين وزني زماني (TWA) ارائه شده باشند و با مقادير نوسان ميانگين و نيز مقادير مجاز نوسان درنظر گرفته شود.

و- مقادير RF براي OEL هايي مي­تواند بكار رود كه داراي OEL سقفی باشند (در جدول حدود آستانه مواجهه با كد C مشخص شده­اند)، مگر وقتي كه كد C منحصراً به علت تحریک حسی (sensory irritation) تخصيص يافتــه بــاشد زيرا در اين موارد آستانه پاسخهاي تحريكي احتمالاً با افزايش ساعات كار رابطه خطي نداشته و نيازي 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.

كاربرد مدل بريف و اسكالا آسانتر از مدلهاي بسيار پيچيده مبتني بر كنشهاي فارماكوكينتيكي است. كاربرد اين مدلها معمولاً مستلزم دانستن نيمه عمر هر ماده و برخي از مدلها نيازمند داده­هاي بيشتري است. مدل ارائه شده ديگر در اين موارد، مبتني بر استفاده از روش هابر براي محاسبه حدود مواجهه تعديل شده است. اعداد تعيين شده با اين روش نزديك به اعداد حاصل از مدلهاي فيزيولوژيكي فارماكوكينتيكي مي باشند.

به دليل آنكه OEL تعديل شده، از سوابق و مشاهدات بلند مدت گذشته شاغل بهره نبرده است لذا در آغاز استفاده از اين حد تعديل شده، نظارت پزشكي شاغلين توصيه مي­شود. حتي اگر يك مدل نشانگر مواجهه شاغل در حدود مجاز باشد، بايستي از مواجهه­هاي غيرضروري اجتناب شود. مدلهاي رياضي نبايد براي تعديل مواجهه­هاي بيشتر از حد ضرورت مورد استفاده قرار گيرند.

واحدهاي OEL

حدود مجاز مواجهه شغلی با مواد شيميايي بر حسب ppm يا mg/m3 ارائه مي­شود. يك ماده شيميايي استنشاق شده ممكن است به شكل گاز، بخار يا آئروسول باشد.

گاز: ماده شيميايي است كه مولكولهاي آن در فضايي كه در آن محبوس شده­اند (مثل سيلندر يا مخزن)، به طور آزاد تحت شرايط دما و فشار نرمال حركت مي­كند. فرض مي شود كه گازها هيچ شكل يا حجمي ندارند.

بخار: فاز گازي يك ماده شيميايي است كه در شرايط نرمال دما و فشار به شكل مايع يا جامد است. ميزان بخار متصاعد شده يك ماده شيميايي بصورت فشار بخار بيان مي شود و تابعي از دما و فشار است.

آئروسل: سوسپانسيوني از ذرات جامد يا قطرات مايع در يك گاز است. انواع آئروسل ها عبارتند از: غبار، مسيت، دمه، مه، ليف، دود و مه دود. آئروسل­ها ممكن است با رفتار آئروديناميكي و محل (هاي) ته نشيني آنها در سيستم تنفسي انسان متمايز شوند.

حدود مجاز آئروسول­ها معمولاً بر حسب مقدار جرم ماده شيميايي در حجم هوا (mg/m3) اظهار مي­شوند. واحد حدود مجاز گازها و بخارات معمولاً بر حسب قسمت در ميليون حجمي (ppm) آلاينده در هوا يا ممكن است بر حسب mg/m3 باشد. براي سهولت كاربران، وزن مولكولي هر يك از تركيبات شيميايي براي تبديل واحد آنها در جداول حدود مجاز نيز ارائه شده است. با توجه به آنكه حجم مولي هوا در شرايط NTP معادل 45/24 ليتر مي باشد، روابط تبديل واحدهاي ppm و mg/m3 گازها و بخارات در شرايط NTP عبارت است از:

يا

زمان تبديل واحد مقادير ارائه شده بصورت عنصري براي تركيبات مختلف يك عنصر، وزن مولكولي آن عنصر بايستي به جاي وزن مولكولي كل تركيب در رابطه مورد استفاده قرار گيرد. در تبديل واحدها براي مواد با وزن مولكولي متغير، وزن مولكولي مناسب بايد برآورد يا فرض شود.

نمادها

شاخص بیولوژیکی مواجهه[[11]](#footnote-13) (BEI)

نمادBEI مربوط به شاخص­های بیولوژیکی مواجهه است و در زماني كه اين شاخص براي يك ماده شيميايي تدوين شده باشد، مورد استفاده قرار مي­گيرد. سه زیرگروه براي اين نماد اضافه شده است. اين سه زيرگروه به كاربران كمك مي­كند تا تشخيص دهند اين نمادها فقط مربوط به آفت كشهاي بازدارنده استيل كولين استراز يا ايجاد کننده مت هموگلوبین مي­باشند. اين سه زیرگروه عبارتنداز:

BEIA: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای آفت كشهاي مهارکننده استیل­کولین­استراز مراجعه شود.

BEIM: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای ايجاد کننده­های مت هموگلوبین مراجعه شود.

BEIP: به شاخص بیولوژیکی مواجهه برای هیدروکربن­های آروماتیک چند حلقه اي (PAHS) مراجعه شود.

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

سرطان زايي[[12]](#footnote-14)

سرطان زا عاملي است كه باعث ايجاد يك تومور خوش خيم يا بدخيم مي شود. شواهد سرطان ـ زايي از مطالعه هاي سم شناسي، اپيدميولوژي و مكانيكي حاصل مي­شود. نمادهاي مختلف توسط سازمانهاي و مراكز علمي معتبر براي نشان دادن قابليت سرطان زايي عوامل مختلف ارائه شده است. در اين بخش از نمادهاي ارائه شده توسط مجمع دولتي متخصصان بهداشت صنعتي آمريكا[[13]](#footnote-15) (ACGIH) كه با حرف A همراه با اعداد 1 تا 5 كه نشانگر درجه سرطان زايي مواد است استفاده شده است. طبقه بندي و تعاريف مربوط به نمادهاي مختلف سرطان زايي در ضميمه الف به طور مفصل ارائه شده است.

بخار و کسر قابل تنفس[[14]](#footnote-16) (IFV)

این نماد زماني استفاده می­شود که یک ماده فشار بخار کافی برای بودن در هر دو فاز ذره­ای و بخار را با نسبت معنی­داری از دوز در غلظت OEL-TWA داشته باشد. هنگام تعیین IFV، نسبت غلظت بخار اشباع[[15]](#footnote-17) (SVC) به OEL-TWA درنظر گرفته می­شود. این نماد به طور معمول برای موادی با نسبت SVC/OEL بین 1/0 و 10 مورد استفاده قرار می­گیرد.

کارشناس بهداشت حرفه­اي باید هر دو فاز ذره و بخار را هنگام انتخاب تکنیک نمونه­برداری برای بررسی مواجهه با آلاينده­هاي ناشي از شرايط زير را در نظر بگيرد:

الف- عملياتهاي اسپری کردن

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

ج- در مواردي كه بخش عمده­ای از بخار در داخل ذرات ماده ديگر حل مي شود يا بر روي آن جذب مي شود مثل تركيبات محلول در آب در محيطهاي مرطوب

ايجاد حساسيت

نماد حساسيت اشاره به قابليت يك ماده براي ايجاد حساسيت است كه توسط مطالعات انساني و حيواني اثبات شده است. اين نماد دلالت بر اين ندارد كه حساسيت يك اثر مهم در تعيين OEL داشته است يا حساسيت تنها عامل تعيين كننده OEL بوده است. اگر داده­هاي مربوط به حساسيت زايي موجود بود از آنها با دقت در پيشنهاد حد مجاز يك ماده استفاده شود. براي موادي كه مبناي تعيين حد مجاز آنها، حساسيت زايي بوده است به معناي آن است كه انتظار مي­رود با رعايت اين حد، از ايجاد حساسيت در شاغلين حفاظت خواهد شد. اين حدود مجاز براي حفاظت از شاغليني كه قبلاً به آن ماده حساسيت پيدا كرده­اند، در نظر گرفته نمي­شود.

در محيطهاي كاري، مواجهه با عوامل حساسيت زا ممكن است از طريق تنفسي، پوستي و ملتحمه رخ دهد. از طرفي عوامل حساسيت زا باعث واكنشهاي تنفسي، پوستي و ملتحمه اي مي­شوند. در حال حاضر اين نماد، بين حساسيت اعضاي مختلف تمايز قائل نشده است. عدم استفاده از اين نماد به معني فقدان قابليت يك ماده براي حساسيت زایي هم نيست بلكه ممكن است نشانگر شواهد علمي اندك يا ناكافي باشد.

حساسيت زايي اغلب از طريق يك مكانيسم ايمونولوژيكي رخ مي­دهد و نبايد با شرايط يا اصطلاحات ديگر مانند بيش فعالي، استعداد يا حساسيت داشتن، اشتباه گرفته شود. در ابتداي مواجهه با يك عامل حساسيت زا ممكن است هيچ پاسخي مشاهده نشود و یا پاسخ اندكي مشاهده شود. با اين وجود زماني كه يك فرد دچار حساسيت ناشي از مواجهه با آن عامل شد، مواجهه هاي بعدي مي­تواند باعث پاسخ هاي شديد حتي در مواجهه با غلظت هاي كم (كمتر از OEL) شود. اين واكنش ها ممكن است حيات يك فرد را تهديد كند و مي­تواند داراي آغاز سريع يا تأخيري باشد. شاغليني كه به يك عامل خاص حساس شده­اند، ممكن است به عوامل ديگري كه از لحاظ ساختار شيميايي مشابه عامل اصلي است، يك واكنش مقطعي نشان دهند.كاهش مواجهه با عوامل حساسيت زا و تركيبات با ساختار مشابه با آنها معمولاً شيوع واكنش­هاي آلرژيك را در افراد حساس شده كاهش مي­دهد. براي برخي از افراد حساس شده،‌‌‌‌ اجتناب كامل از مواجهه با عامل حساسيت زا و تركيبات مشابه آن تنها راه حل پيشگيري از پاسخهاي ايمني خاص مي­باشد.

مواد شیميايي با قابليت حساسيت زايي مشكلات خاصي را در محيط كار ايجاد مي­كنند. مواجهه با اين مواد از طريق تنفسي، پوستي و ملتحمه بايد از طريق اقدامات كنترلي فرايند يا حفاظت فردي كاهش يابد. آموزش افرادي كه با اين مواد كار مي­كنند بخصوص آموزش در مورد اثرات بالقوه بهداشتي آنها، روش هاي حمل ايمن آنها و اطلاعات مربوط به شرايط اضطراري نيز ضروري مي­باشد.

پوست

نماد پوست براي موادي بكار مي رود كه سهم قابل توجهي از جذب آنها از طريق جلدي، غشاهاي مخاطي و چشم­ها در اثر تماس با بخارات، مایعات و جامدات، انجام مي­شود. هرجا که مطالعات پوستی نشانگر آن باشد كه جذب پوستي قادر به ايجاد اثرات سيستميك به­دنبال مواجهه است، نماد پوست بايستي براي آن عامل مورد استفاده قرار گيرد. نماد پوست هشداري براي كارشناسان بهداشت حرفه­اي است مبني بر اينكه ممكن است مواجهه بيش از حد مجاز به­دنبال تماس با مايع يا آئروسول ها رخ دهد حتي در شرايطي كه مواجهه­هاي هوابرد كمتر از حد مجاز است.

نماد پوست نبابد براي مواد شيميايي كه باعث تحريك پوستي مي­شوند به كار رود. البته اين نماد ممكن است همراه با نماد حساسيت براي موادي استفاده شود كه به­دنبال مواجهه جلدي باعث ايجاد حساسيت تنفسي مي­شوند. با وجودي كه نماد پوست ممكن است براي مواد شيميايي استفاده نشده باشد اما كارشناسان بهداشت حرفه­اي بايد بدانند كه عوامل متعددي هستند كه ممكن است پتانسيل جذب پوستي يك ماده را كه قابليت ورود جلدي آن كم است را افزايش دهد. برخي از مواد مي توانند به عنوان يك حامل عمل كنند بطوريكه وقتي بر روي پوست قرار مي­گيرند يا با يك ماده اي مخلوط مي­شوند، مي توانند ميزان انتقال مواد را به داخل پوست افزايش دهند. علاوه بر اين وجود برخي از شرايط جلدي نيز مي تواند بر روي ميزان ورود مواد از طريق پوست يا زخم تأثيرگذار باشد.

افزودنيهاي موجود در محلولها و يا مخلوطها مي‌توانند بطور قابل ملاحظه‌اي قابليت جذب پوستي را افزايش دهند. هرچند برخي مواد مي‌توانند سبب تحريک يا التهاب و يا حساسيت پوستي در شاغلين گردند، ولي اين خصوصيات در ارزيابي­هاي مربوط به لزوم يا عدم لزوم ذکر نماد پوست دخيل نبوده­اند

ولي در هر حال ضايعات پوستي بطور قابل ملاحظه‌اي سبب افزايش جذب از راه پوست مي‌گردند.

زماني که اطلاعات کمي در ارتباط با جذب پوستي گازها و بخارات و مايعات توسط شاغلين وجود داشته باشد، پيشنهاد مي شود که مجموع يافته‌هاي حاصل از مطالعات بر روي بيماريهاي جلدي حاد و مطالعات در زمينه تماسهاي مکرر پوستي بر روي حيوانات و انسانها، همراه با قابليت جذب مواد شيميايي، در تصميم گيري براي نمادگذاري پوست مورد استفاده قرار گيرد. بطورکلي چنانچه يافته‌هاي موجود نشان دهنده جذب قابل توجه ماده شيميايي از طريق دستها و ساعدها در طي ساعات كار روزانه بخصوص براي مواد شيميايي داراي OEL پايين باشد، بايد از نماد پوست استفاده شود. بر پايه يافته‌هاي حاصل از سميت حاد بر روي حيوانات در مورد مواد شيميايي که داراي LD50 نسبتاً کم (mg/kg 1000 يا کمتر) باشند، بايد نماد پوست بکار برده شود.

در مواردي كه ماده شيميايي به سهولت از پوست نفوذ مي كند (مواد با ضرايب جزئي اكتانول-آب بالا) و در مواردي که برون يابي اثرات سيستميك حاصل از روشهاي ديگر مواجهه نشانگر آن باشد كه جذب جلدي ممكن است در سميت مهم باشد، بايستي نماد پوست در نظر گرفته شود. نماد پوست برای مواد شیمیایی که باعث اثرات تحریک یا خورندگی بدون سمیت سیستمیک شوند، بکار نمی­رود.

مواد شيميايي داراي نماد پوست و OEL كم ممكن است مشكلات خاصي را در فرايندهايي كه غلظت آن ماده در هوا زياد باشد ايجاد كند اين مشكل زماني قابل توجه ويژه است كه سطح وسيعي از پوست براي طولاني مدت در مواجهه با آن باشد. در چنين شرايطي ممکن است احتياطهاي ويژه‌اي براي پيشگيري يا کاهش و يا قطع تماس پوستي لازم باشد.

براي تعيين نسبت سهم تماس پوستي به کل مقدار ورود سم به بدن بايد از روشهاي پايش بيولوژيکي استفاده نمود. فصل شاخص­هاي بيولوژيکي مواجهه حاوي تعدادي از شاخصهاي بيولوژيکي پذيرفته شده مي‌باشد و به عنوان ابزار تکميلي در هنگام ارزيابي تماس کلي کارگر با ماده شيميايي مورد نظر بکار مي‌رود. مشاهده نماد پوست براي ماده شيميايي مورد نظر، هشداري است که نشان مي‌دهد نمونه برداري هوا به تنهايي براي تعيين قطعي ميزان مواجهه کافي نيست و بر اقداماتي که براي حفاظت کامل کارگر در مقابل جذب پوستي لازم است، تأکيد مي‌نمايد.

علائم و حروف مخفف

‡ : كانديد تغيير حد مجاز

A: سرطان زايي (ضميمه الف)

‍C: حد مجاز سقفي

D: ‌خفگي آور ساده

E: حد مجاز صرفاً براي ذرات فاقد آزبست و داراي سيليس بلورين كمتر از 1 درصد

F: الياف قابل استنشاق: داراي طول بزرگتر از 5µm و نسبت طول به قطر بيشتر از 3 كه با روش فيلتر غشائي نمونه­گيري و با ميكروسكوپ فاز كنتراست با بزرگنمايي 450-400 شمارش مي­شوند.

G: با نمونه گير دالان ته نشيني عمودي مخصوص پنبه (كتان) اندازه­گيري شود.

H: فقط آئروسول

I: ذرات قابل تنفس (ضميمه ج)

IFV: بخار و كسر قابل تنفس

J: شامل تركيبات استئارات فلزات سمي نمي­باشد.

K: نبايد جرم ذرات قابل استنشاق بيشتر از 2 mg/m3 باشد.

L: بايستي با كنترل محيط مواجهه شاغل از طريق كليه روشها تا حد ممكن كاهش يابد.

M: طبقه بندي انجام شده اشاره به اسيد سولفوريك موجود در ميستهاي اسيدي قوي معدني دارد.

O: نمونه برداري با روشي كه بخار را جمع­آوري نمي­كند، انجام شود.

P: كاربرد محدود به شرايطي است كه مواجهه با آئروسول قابل صرفنظر است.

R: ذرات قابل استنشاق (ضميمه ج)

T: ذرات توراسيك (ضميمه ج)

V: بخار و آئروسول

روش استفاده از جدول حدود مجاز مواجهه شغلی

در ويرايش حاضر جدول حدود مجاز مواجهه شغلي سعي شده است با ساختار بندي ساده و حذف مطالب تكراري و داراي اهميت كمتر، امكان استفاده از آن را براي كاربران تسهيل و تسريع نمايد. چيدمان مواد شيميايي بر اساس حروف الفباي انگليسي مشهورترين نام آنها مي باشد. در ضمن سعي شده برخي از اسامي مترادف مشهور مواد شيميايي نيز در ستون نام مواد شيميايي اضافه شود. در صورت مشكوك بودن به نام فارسي يك تركيب با كنترل معادل انگليسي و وزن مولكولي ارائه شده در ستون بعدي، مي توان از صحيح بودن نام ماده شيميايي اطمينان حاصل نمود. در ستون اول اين جدول كه شماره گذاري رديفي مواد شيميايي است مي تواند در تدوين گزارشها و دعاوي حقوقي براي پيشگيري از اشتباهات تفسيري مورد استفاده قرار گيرد.

ستون حدود مجاز نيز براي هر سه نوع حدود مجاز TWA، STEL و Ceiling طراحي شده است. در مواردي كه ستون مربوط به هر يك اين حدود براي ماده­اي خالي مي باشد به معني فقدان آن نوع از حد مجاز مي باشد. در استفاده از اعداد حدود مجاز ارائه شده بايستي دقت نمود كه برخي از آنها همراه با علامت يا حرف مخفف خاصي هستند كه معاني هريك از آنها در بخش قبلي و ضمايم انتهاي اين بخش، ارائه شده است.

ستون نمادها و مبناي تعييين حد مجاز نيز معرف اجمالي نوع اثرات و ملاك تدوين حد مجاز براي هريك از مواد شيميايي مي باشد. اين ستون ها بطور خاص در ارزيابي مخلوط تركيبات مختلف بايد مورد توجه ويژه قرار گيرند.

فهرست حدود مجاز مواجهه شغلی عوامل زیان آور شیمیايی محیط کار

| ردیف | نام علمی ماده شیمیایی | وزن مولکولی | حد مجاز مواجهه شغلی | | | نمادها | | | | | مبنای تعیین حد مجاز مواجهه | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TWA | STEL/C | |
| 1 | ‡ استالدئید  Acetaldehyde | 05/44 | - | ppm 25 C | | A4 | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم | |
| 2 | اسيد استیک  Acetic acid | 66 | ppm 10 | ppm 15 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تأثير بر عملکرد ریوی | |
| 3 | انیدرید استیک  Acetic anhydride | 02/102 | ppm 1 | ppm 3 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 4 | ‡ استون  Aceton | 05/58 | ppm 500 | ppm750 | | A4  BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خوني | |
| 5 | استون سیانو هیدرین  Acetone cyanohydrin ,as CN | 10/58 | - | mg/m3 5 C | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ سردرد؛ هیپوکسی و سیانوز | |
| 6 | استونیتریل  Acetonitrile | 05/41 | ppm20 | - | | پوست  A4 | | | | | تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفس | |
| 7 | استو فنون  Acetophenone | 15/120 | ppm 10 | - | | - | | | | | سوزش چشم | |
| 8 | 2- استيل آمينو فلورن  2-Acetylamino flourene | 27/223 | ppm 1 | - | | - | | | | | تحريك و سوزش چشم | |
| 9 | استیلن  Acetylene | 02/26 | خفگی آور ساده (D) | | | | | | | | خفگی | |
| 10 | تترا برميد استيلن  Acetylene Tetrabromide | 7/345 | ppm 1 | - | | - | | | | | تحريك و سوزش | |
| 11 | اسید استیل ساليسيليك (آسپيرين) Acetylsalicylic acid | 15/180 | mg/m3 5 | - | | - | | | | | سوزش چشم و پوست | |
| 12 | آکرولئین  Acrolein | 06/56 | - | ppm 1/0 C | | پوست  A4 | | | | | سوزش چشم و قسمت فوقانی دستگاه تنفس؛ ادم وآمفیزم ریوی | |
| 13 | آکریل آمید  Acrylamide | 08/71 | mg/m3(IVF) 03/0 | - | | پوست  A3 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 14 | اسیدآکریلیک  Acrylic acid | 06/72 | ppm 2 | - | | پوست  A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی | |
| 15 | آکریلونیتریل  Acrylonitrile | 05/53 | ppm 2 | - | | پوست  A3 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت تحتاني دستگاه تنفسی | |
| 16 | اسید آدیپیک  Adipic acid | 14/146 | mg/m3 5 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب خودكار | |
| 17 | آدیپونیتریل  Adiponitrile | 10/108 | ppm 2 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی | |
| 18 | آلاكلر  Alachlor | 8/269 | mg/m3(IVF) 1 | - | | حساسیت  A3 | | | | | هموسیدروزیس | |
| 19 | آلدرین  Aldrin | 93/346 | mg/m3(IVF) 05/0 | - | | پوست  A3 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی وکلیوی | |
| 20 | گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4)  Aliphatic hydrocarbon gases, Alkane [C1-C4] | متفاوت | ppm 1000 | - | | - | | | | | حساسیت های قلبی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 21 | آلیل الکل  Allyl alcohol | 08/58 | ppm 5/0 | - | | پوست  A4 | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم | |
| 22 | آلیل کلرید  Allyl choloride | 50/76 | ppm 1 | ppm2 | | پوست  A3 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب های کبدی و کلیوی | |
| 23 | آلیل گلیسیدیل اتر  Allyl glycidyl Ether | 14/144 | ppm 1 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ درماتیت سوزش چشم و پوست | |
| 24 | آلیل پروپیل دی سولفید  Allyl propyl disulfide | 16/148 | ppm 5/0 | - | | حساسیت | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم | |
| 25 | فلز آلومینیوم و  ترکیبات نامحلول آن  Aluminum metal and insoluble compounds | 98/26  متفاوت | mg/m3(R) 1 | - | | A4 | | | | | پنوموکونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسي؛ سميت عصبي | |
| 26 | 4- آمینو دی فنیل  4-Amino diphenyl | 23/169 |  | - | | پوست A1 | | | | | سرطان کبد و مثانه | |
| 27 | 2- آمینو دی فنیل  2-Amino dipheny | 11/91 | ppm 5/0 | - | | - | | | | | سردرد؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سرگیجه | |
| 28 | 2- آمينو پيريدين یا  2-پیریدیل آمین  2-Aminopyridine | 11/91 | ppm 5/0 | - | | - | | | | | اختلال سيستم اعصاب مركزي | |
| 29 | آمیترول  Amitrol | 80/84 | mg/m3 2/0 | - | | A3 | | | | | اثرات تیروئیدي | |
| 30 | آمونیاک  Ammonia | 30/17 | ppm 25 | ppm 35 | | - | | | | | آسیب چشم؛ تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی | |
| 31 | دمه کلرید آمونیوم  Ammonium chloride fume | 50/53 | mg/m3 10 | mg/m3 20 | | - | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفس و چشم | |
| 32 | پرفلورو اکتانوات آمونیوم  Ammonium  Perfluorooctanoate | 431 | mg/m3 01/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 33 | سولفامات آمونيم  Ammonium sulfamate | 13/114 | mg/m310 | - | | - | | | | | - | |
| 34 | استات آميل نرمال  n-Amyl acetate | 18/130 | ppm 100 | - | | - | | | | | تحريك و سوزش | |
| 35 | اسات آميل نوع دوم  sec-Amyl acetate | 130 | ppm 125 | - | | - | | | | | تحريك و سوزش | |
| 36 | ترت- آمیل متیل اتر  tert-Amyl methyl Ethere (TAME) | 2/102 | ppm 20 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب جنینی | |
| 37 | آنیلین  Aniline | 12/93 | ppm 2 | - | | BEI؛ پوست؛ A3 | | | | | مت هموگلوبینی | |
| 38 | ارتو- آنیزیدین  o-Anisidine | 15/123 | mg/m3 5/0 | - | | ؛ پوست؛ A3 | | | | | مت هموگلوبینی | |
| 39 | پارا- آنیزیدین  p-Anisidine | 15/123 | mg/m3 5/0 | - | | ؛ پوست؛ A4 | | | | | مت همو گلوبینی | |
| 40 | آنتی موآن و ترکیبات آن  Antimony and compound, as Sb | 75/121 | mg/m3 5/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست | |
| 41 | هيدريد آنتی موآن  Antimony hydride | 78/124 | ppm 1/0 | - | | - | همولیز؛ آسیب کلیوی؛ تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی | | | | | | |
| 42 | تری اکسید آنتي موآن  Antimony trioxide | 5/291 |  | - | | A2 | | | | | سرطان ریه؛ پنوموکنیوزیس | |
| 43 | آنتو؛ (آلفا) نفتيل تيوکارباميد، ANTU  α-Naphthyl thio carbamide | 27/202 | mg/m3 3/0 | - | | پوست  A4 | | | | | اثرات تیروئیدی؛ تهوع | |
| 44 | آرگون  Argon | 95/39 | خفگي آور ساده (D) | | | | | | | | خفگی | |
| 45 | الياف قابل استنشاق پارا آراميد  p-Aramid respirable fibres |  | f/ml 5/0 | - | | - | | | | | - | |
| 46 | آرسنیک و  ترکیبات معدنی  Arsenic and inorganic compound, as As | 92/74  متفاوت | mg/m3 01/0 | - | | BEI  A1 | | | | | سرطان ریه | |
| 47 | آرسین  Arsine | 95/77 | ppm 005/0 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب و عروق محیطی؛ اختلال کلیوی وکبدی | |
| 48 | تمام اشکال آزبست  Asbestos, all forms | - | f/cc(F) 1/0 | - | | A1 | | | | | پنوموکونیوزیس؛ سرطان ریه؛ مزوتلیوم | |
| 49 | دمه آسفالت (قیر) برحسب آئروسل محلول در بنزن  Asphalt(Bitumen)fume, as benzene-soluble aerosol | - | mg/m3  5/0 | - | | A4 | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم | |
| 50 | آترازین  Atrazine | 06/216 | mg/m35 | - | | A4 | | | | | تشنج سیستم اعصاب مرکزی | |
| 51 | متيل آزینفوس  Azinphos-methyl | 34/317 | mg/m3 (IVF)2/0 | - | | پوست؛ حساسیت  ؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 52 | آزو دي كربن آميد  Azodicarbonamide | 08/116 | mg/m31 | mg/m33 | | - | | | | | حساسيت | |
| 53 | باریم و تركيبات محلول آن  Barium and soluble compound, as Ba | 30/137 | mg/m3 5/0 | - | | A4 | | | | | سوزش پوست؛ چشم و دستگاه گوارش؛ تونوس عضلات | |
| 54 | سولفات باریم  Barium sulfate | 43/233 | mg/m310 | - | | - | | | | | پنوموکونیوزیس | |
| 55 | بنومیل  Benomyl | 32/290 | mg/m3 1 | - | | حساسیت  A3 | | | | | سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ آسيب به بيضه و دستگاه تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی | |
| 56 | بنزو (آلفا) آنتراسن  Benz[α]anthrancene | 30/228 |  | - | | BEIp؛ A2 | | | | | سرطان پوست | |
| 57 | بنزن  Benzene | 11/78 | ppm 5/0 | ppm 5/2 | | BEI؛  پوست؛ A1 | | | | | سرطان خون | |
| 58 | بنزیدین  Benzidine | 23/184 |  | - | | پوست؛ A1 | | | | | سرطان مثانه | |
| 59 | بنزو (بتا) فلورانتن  Benzo[b]fluoroanthene | 30/252 |  | - | | BEIp؛ A2 | | | | | سرطان | |
| 60 | بنزو (آلفا) پیرن  nzo[a]pyrene | 30/252 |  | - | | BEIp؛ A2 | | | | | سرطان | |
| 61 | بنزو تری کلرید  Benzotrichloride | 50/195 | - | ppm1/0C | | پوست  A2 | | | | | سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست | |
| 62 | کلرید بنزوئیل  Benzoyl chloride | 57/140 | - | ppm5/0C | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم | |
| 63 | پراکسید بنزوئیل  Benzoyl Peroxide | 22/242 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و پوست | |
| 64 | استات بنزیل  Benzyl acetate | 18/150 | ppm 10 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی | |
| 65 | بنزيل بوتيل فتالات  Benzyl butyl phthalate |  | mg/m3 5 | - | | - | | | | | - | |
| 66 | کلرید بنزیل  Benzyl chloride | 58/126 | ppm 1 | - | | A3 | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست | |
| 67 | بریلیم و ترکیبات آن  Beryllium and compounds, as Be | 01/9 | 00005/0  mg/m3 | - | | پوست؛ A1  حساسیت | | | | | حساسیت بریلیوم؛ بیماری مزمن ناشی از بریلیوم (بریلیوزیس) | |
| 68 | بی فنیل  Biphenyl | 20/154 | ppm 2/0 | - | | - | | | | | عملکرد ریوی | |
| 69 | بيس (2- اتيل هگزيل) فتالات  Bis(2-ethylhexyl) phthalate | 56/390 | mg/m3 5 | mg/m3 10 | | - | | | | | - | |
| 70 | بيس (كلرو متيل) اتر  Bis(chloromethyl) ether | 96/114 | ppm 001/0 | - | | - | | | | | سرطان زايي | |
| 71 | بيس (2- دي متيل آمينو اتيل) اتر  Bis (2-dimethylaminoethyl) ether (DMAE) | 26/160 | ppm 05/0 | ppm 15/0 | | پوست؛ | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی، چشم و پوست | |
| 72 | بیسموت تلورید  ترکیب غیر منقوط  ترکیب منقوط با سلنیم  Bismuth Telluride  Undoped  Se-doped as Bi2Te3 | 83/800 | mg/m3 10  mg/m3 5 | -  - | | A4  A4 | | | | | آسیب ریوی | |
| 73 | ترکیبات بورات؛ معدنی  Borate compounds, Inorganic | متفاوت | mg/m3  2 | mg/m3  6 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 74 | اکسید بور  Boron oxide | 64/69 | mg/m3 10 | - | | - | | | | | تحريك قسمت فوقانی دستگاه تنفسی و چشم | |
| 75 | تری برمید بور  Boron tribromide | 57/250 | - | ppm 1 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 76 | تری فلورید بور  Boron trifluoride | 82/67 | - | ppm 1 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ پنومونیت | |
| 77 | بروماسیل  Bromacil | 11/261 | mg/m3 10 | - | | A3 | | | | | اثرات تیروئیدی | |
| 78 | بروم  Bromine | 81/159 | ppm 1/0 | ppm 2/0 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی دستگاه تنفسی؛ آسیب ریوی | |
| 79 | پنتا فلورید بروم  Bromine pentafluoride | 92/174 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | سوزش قسمت فوقانی دستگاه تنفسی؛ چشم و پوست | |
| 80 | برموفرم  Bromoform | 73/259 | ppm 5/0 | - | | A3 | | | | | آسیب کبدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 81 | ‡ 1- برمو پروپان  1- Bromopropane | 99/122 | ppm 10 | - | | - | | | | | آسیب های کبدی و جنینی؛ سمیت اعصاب | |
| 82 | 1و3- بوتادین  1,3-Butadiene | 90/54 | ppm 2 | - | | A3 | | | | | سرطان | |
| 83 | همه ایزومرهای بوتان  Butane, all isomers | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک: آلکانها (C1-C4) | | | | | | | | | | |
| 84 | ان\_ بوتانول  n-Butanol | 12/74 | ppm 20 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 85 | بوتانول نوع دوم  sec-Butanol | 12/74 | ppm 100 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 86 | بوتانو ل نوع سوم  tert-Butanol | 12/74 | ppm 100 | - | | A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 87 | همه ایزومرهای بوتن ها  ایزو بوتن  Butene, all isomers, Isobutene | 11/56  - | ppm 250  ppm 250 | -  - | | -  A4 | | | | | اثر روی وزن بدن  تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اثر روی وزن بدن | |
| 88 | 2- بوتوکسی اتانول  2-Butoxyethanol (EGBE) | 17/118 | ppm 20 | - | | BEI  A3 | | | | | تحريك قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 89 | 2- بوتوکسی اتیل استات  2-Butoxyethyl acetate | 2/160 | ppm 20 | - | | A3 | | | | | همولیز | |
| 90 | بوتیل استات نرمال  n-Butyl acetate | 16/116 | ppm 150 | ppm 200 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 91 | بوتیل استات نوع دوم  sec-Butyl acetate | 16/116 | ppm 200 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 92 | بوتیل استات نوع سوم  tert-Butyl acetate | 16/116 | ppm 200 | - | | - | تحريك قسمت فوقانی تنفسی و چشم | | | | | | |
| 93 | بوتیل آکریلات نرمال  n-Butyl acrylate | 17/128 | ppm 2 | - | | حساسیت A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست | |
| 94 | بوتیل آمین نرمال  n-Butylamine | 14/73 | - | ppm 5 C | | پوست | | | | | سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 95 | هیدروکسی تولوئن بوتیل دار  Butylated hydroxytoluene | 34/220 | mg/m3 (IVF) 2 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 96 | بوتیل کرومات نوع سوم  tert-Butyl chromates, as CrO3 | 22/230 | - | mg/m3 1/0C | | پوست | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و پوست | |
| 97 | بوتیل گلیسیدیل اتر نرمال  n-Butyl glycidyl ether (BGE) | 21/130 | ppm 3 | - | | حساسیت  پوست | | | | | آسیب سیستم تولید مثل | |
| 98 | بوتیل لاکتات نرمال  n-Butyl lactate | 19/146 | ppm 5 | - | | - | | | | | سردرد؛تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 99 | بوتیل مرکاپتان نرمال  n-Butyl mercaptan | 19/20 | ppm 5/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 100 | ارتو بوتیل فنول نوع دوم  o-sec Butylphenol | 22/510 | ppm 5 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی، پوست و چشم | |
| 101 | پارا بوتیل تولوئن نوع سوم  p-tert-Butyl toluene | 18/148 | ppm 1 | - | | - | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم؛ تهوع | |
| 102 | کادمیوم و ترکیباتش  Cadmium  and compounds, as Cd | 40/112  متفاوت | mg/m301/0  mg/m3(R) 002/0 | -  - | | BEI؛ A2  BEI؛ A2 | | | | | آسیب های کلیوی | |
| 103 | كربنات كلسيم  Calcium carbonate | 09/100 | mg/m3(R)  4 | - | | - | | | | | - | |
| 104 | کرومات کلیسم  Calcium chromate | 09/156 | mg/m3001/0 | - | | A2 | | | | | سرطان ریه | |
| 105 | سيانيد كلسيم، بصورت سيانيد  Calcium cyanide, as CN | 11/92 | - | mg/m3 5 C | | پوست | | | | | - | |
| 106 | سیانامید کلسیم  Calcium cyanamide | 11/80 | mg/m3 5/0 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 107 | هیدروکسیدکلسیم  Calcium hydroxide | 10/74 | mg/m3 5 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 108 | اکسید کلسیم  Calcium oxide | 08/56 | mg/m3 2 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 109 | سیلیکات کلسیم؛ غیر فیبروزی مصنوعی  Calcium silicate Synthetic nonfibrous | - | mg/m3 (E) 10 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 110 | سولفات کلسیم  Calcium sulfate | 14/136 | mg/m3  10 | - | | - | | | | | پاره شدن تیغه بینی | |
| 111 | کافور، مصنوعی  Camphor, synthetic | 23/152 | ppm 2 | ppm 3 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ فقدان حس شامه | |
| 112 | کاپرولاکتام  Caprolactam | 16/113 | mg/m3 (IVF) 5 | - | | 5A | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 113 | کاپتافول  Captafol | 06/349 | mg/m3 1/0 | - | | پوست ؛ A4 | | | | | سوزش پوست | |
| 114 | کاپتان  Captan | 60/300 | mg/m3  5 | - | | حساسیت؛ A3 | | | | | سوزش پوست | |
| 115 | کارباریل  Carbaryl | 20/201 | mg/m3 (IVF) 5/0 | - | | حساسیت  A2 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ آسیب سیستم تولید مثل مردان؛ آسیب جنینی | |
| 116 | کاربوفوران  Carbofuran | 30/221 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | ؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 117 | دوده  Carbon black | - | mg/m3  3 | - | | A3 | | | | | برونشیت | |
| 118 | دی اکسید کربن  Carbon dioxide | 01/44 | ppm 5000 | ppm 30000 | | - | | | | | خفگی | |
| 119 | دی سولفید کربن  Carbon disulfide | 14/76 | ppm 1 | - | | حساسیت؛ A4؛ BEI | | | | | اختلال سیستم اعصاب محیطی | |
| 120 | مونوکسید کربن  Carbon monoxide | 01/28 | ppm 25 | - | | BEI | | | | | کربوکسی هموگلوبین | |
| 121 | تترابرمید کربن  Carbon tetrabromide | 65/331 | ppm 1/0 | ppm 3/0 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب کبدی | |
| 123 | تتراکلرید کربن  Carbon tetrachloride | 84/153 | ppm 5 | ppm 10 | | پوست؛ A2 | | | | | آسیب کبدی | |
| 124 | فلوئورید کربونیل  Carbonyl fluoride | 01/66 | ppm 2 | ppm 5 | | - | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آسیب استخوانی | |
| 125 | کاتکول  Catechol | 11/110 | ppm 5 | - | | پوست  A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت | |
| 126 | سلولز  Cellulose | نامشخص | mg/m3 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 127 | هیدروکسید سزیم  Cesium hydroxide | 92/149 | mg/m3 2 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 128 | کلردان  Chlordane | 80/409 | mg/m3 5/0 | - | | پوست: A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 129 | کامفن کلره  Chlorinated camphene | 00/414 | mg/m3 5/0 | mg/m31 | | پوست: A3 | | | | | تشنج سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی | |
| 130 | ارتو دی فنیل اکساید کلره  o-Chlorinated diphenyl oxide | 00/377 | mg/m3 5/0 | - | | - | | | | | جوش آكنه مانند؛ آسیب کبدی | |
| 131 | کلر  Chlorine | 91/70 | ppm 5/0 | ppm 1 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 132 | دی اکسید کلر  Chlorine dioxide | 46/67 | ppm 1/0 | ppm 3/0 | | - | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ برونشیت | |
| 133 | تری فلورید کلر  Chlorine trifluoride | 46/92 | - | ppm 1/0 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب ریوی | |
| 134 | کلرواستالدئید  Chloroacetaldehyde | 50/87 | - | ppm 1 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 135 | کلرواستون  Chloroacetone | 53/92 | - | ppm 1 C | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 136 | 2- کلرواستوفنون  -Chloroaceto phenone 2 | 59/154 | ppm 05/0 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 137 | کلرواستیل کلراید  Chloroacetyl chloride | 95/112 | ppm 05/0 | ppm 15/0 | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 138 | کلرو بنزن  Chlorobenzene | 56/112 | ppm 10 | - | | A3؛ BEI | | | | | آسیب های کبدی | |
| 139 | ارتوکلرو بنزیلیدن مالونونیتریل  o-Chlorobenzylidene  malononitrile | 61/188 | - | ppm 05/0C | | پوست  A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی ؛ حساسیت پوستی | |
| 140 | کلرو برمو متان  Chlorobromomethane | 39/129 | ppm 200 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی | |
| 141 | کلرو دی فلورو متان  Chlorodifluoromethane | 47/76 | ppm 1000 | - | | A4 | | | | | اختلال سیستم مرکزی؛ خفگی  حساسیت قلبی | |
| 142 | کلرو دی فنیل (%42کلر)  Chlorodiphenyl  (42% chlorine) | 50/266 | mg/m3 1 | - | | پوست | | | | | آسیب کبدی تحریک چشمی کلرانس | |
| 143 | کلرو دی فنیل (%54کلر)  Chlorodiphenyl  (54% chlorine) | 40/328 | mg/m3 5/0 | - | | پوست: A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کبدی؛ جوش آكنه مانند | |
| 144 | کلروفرم  Chloroform | 38/119 | ppm 10 | - | | A3 | | | | | آسیب کبدی؛ آسیبهای جنینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 145 | بیس (کلرومتیل) اتر  bis (Chloromethy) ether | 46/114 | ppm 001/0 | - | | A1 | | | | | سرطان ریه | |
| 146 | کلرو متیل متیل اتر  Chloromethyl methyl ether | 50/80 |  | - | | A2 | | | | | سرطان ریه | |
| 147 | 1-کلرو-1- نیتروپروپان  1-Chloro-1-nitropropane | 54/123 | ppm 2 | - | | - | | | | | سوزش چشم؛ آسیب ریوی | |
| 148 | 1-كلرو- 4- نيتروبنزن  1-Chloro-4-nitrobenzene | 55/157 | mg/m3 1 | mg/m3 2 | | پوست | | | | | - | |
| 149 | کلرو پنتا فلورو اتان  Chloropenta fluoroethane | 47/154 | ppm 1000 | - | | - | | | | | حساسیت قلبی | |
| 150 | کلروپیکرین  Chloropicrin | 39/146 | ppm 1/0 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریوی | |
| 151 | 1-کلرو-2- پروپانول و  2-کلرو-1- پروپانول  1-Chloro-2-propanol & 2-Chloro-1-propanol | 54/94 | ppm 1 | - | | پوست؛ A4 | | | | | آسیب کبدی | |
| 152 | بتا-کلروپرن  Β-Chloroprene | 54/88 | ppm 10 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 153 | 2-کلروپروپاینیک اسید  2-Chloropropionic acid | 53/108 | ppm 1/0 | - | | پوست | | | | | آسیب سیستم تولید مثل مردان | |
| 154 | ارتوکلرو استایرن  o-Chlorostyrene | 60/138 | ppm 50 | ppm 75 | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی | |
| 155 | ارتو کلرو تولوئن  o-Chlorotoluene | 59/126 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 156 | کلروپیریفوس  Chlorpyrifos | 57/350 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | پوست؛ A4؛ BEIA | | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 157 | کرومات حاصل از فرآوری سنگ معدنی کرومیت  Chromite ore processing  (Chromate), as Cr | - | mg/m3 05/0 | - | | A1 | | | | | سرطان ریه | |
| 158 | کروم و ترکیبات معدنی آن  Chromium & inorganic compounds, as Cr  ترکیبات فلزی و کروم سه ظرفیتی  Metal and Cr­ III compounds  ترکیبات کروم شش ظرفیتی محلول درآب  Water- soluble Cr VI compounds  ترکیبات کروم شش ظرفیتی نامحلول درآب  Insoluble Cr VI compounds | متفاوت  متفاوت  متفاوت | mg/m3 5/0  mg/m3 05/0  mg/m3 01/0 | -  -  - | | A4  A1؛  BEI  A1 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست  تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سرطان  سرطان ریه | |
| 159 | کلرید کرومیل  Chromyl chloride | 92/154 | ppm 025/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست | |
| 160 | کرایزن  Chrysene | 30/228 |  | - | | BEIp؛ A3 | | | | | سرطان | |
| 161 | سیترال  Citral | 24/152 | ppm (IVF) 5 | - | | حساسیت  پوست  A4 | | | | | اثر روی وزن بدن؛  تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛  آسیب چشمی | |
| 162 | کلوپیدال  Clopidol | 06/192 | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 163 | غبار ذغال سنگ  Coal dust  آنتراسیت (Anthracite)  بیتومینوس (Bituminous) | -  - | mg/m3 (R) 4/0  mg/m3 (R) 9/0 | -  - | | A4  A4 | | | | | سرطان و فیبروز ریه  سرطان و فیبروز ریه | |
| 164 | مواد فرار قیر قطران ذغال سنگ به صورت آئروسل محلول در بنزن  Coal tar pitch volatiles as benzene soluble aerosol | - | mg/m3 2/0 | - | | BEIp؛ A1 | | | | | سرطان | |
| 165 | کبالت  و ترکیبات معدنی آن  Cobalt and inorganic Compounds; as Co | 93/58  متفاوت | mg/m3 02/0 | - | | BEI؛  A3 | | | | | آسم؛ عملکرد ریوی  اثرات میوکاردیال | |
| 166 | کربونیل کبالت  Cobalt carbonyl, as Co | 94/341 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | آسیب ریوی  آسیب طحال | |
| 167 | هیدروکربونیل کبالت  Cobalt hydrocarbonyl, as Co | 98/171 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | آسیب ریوی  ادم ریوی | |
| 168 | مس Copper  دمه Fume  غبار و میست ها  Dust and mist as Cu | 55/63 | mg/m3 2/0  mg/m3 1 | -  - | | -  - | | | | | محرک؛ اثرات گوارشی؛ تب دمه فلزی | |
| 169 | غبار پنبه خام  Cotton dust, raw, untreated | - | mg/m3 (T) 1/0 | - | | A4 | | | | | برونشیت؛ بیسینوزیس؛ عملکرد ریوی | |
| 170 | کومافوس  Coumaphos | 8/362 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | BEIp؛ A3  پوست | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 171 | همه ایزومرهای کروزول  Cresol, all isomers | 14/108 | mg/m3 (IVF) 20 | - | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 172 | کروتون آلدئید  Crotonaldehyde | 09/70 | - | ppm 3/0C | | پوست؛ A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 173 | کروفومات  Crufomate | 71/291 | mg/m3 5 | - | | BEIA؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 174 | کومن  Cumene | 19/120 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 175 | سیانامید  Cyanamide | 04/42 | mg/m3 2 | - | | - | | | | | تحریک چشمی و پوستی | |
| 176 | سیانوژن  Cyanogen | 04/52 | ppm 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و چشم | |
| 177 | کلرید سیانوژن  Cyanogen Chloride | 48/61 | - | ppm 3/0C | | - | | | | | ادم ریوی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 178 | سیکلو هگزان  Cyclohexane | 16/84 | ppm 100 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 179 | سیکلوهگزانول  Cyclohexanol | 16/100 | ppm 50 | - | | پوست | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و چشم | |
| 180 | سیکلو هگزانون  Cyclohexanone | 14/98 | ppm 20 | ppm 50 | | پوست؛ A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 181 | سیکلوهگزن  Cyclohexene | 14/82 | ppm 300 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 182 | سیکلوهگزیل آمین  Cyclohexylamine | 17/99 | ppm 10 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 183 | سیکلونیت  Cyclonite | 26/222 | mg/m3 5/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | آسیب کبدی | |
| 184 | سیکلو پنتادین Cyclopentadiene | 10/66 | ppm 75 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 185 | سیکلو پنتان  Cyclopentane | 13/70 | ppm 600 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 186 | سی هگزاتین  Cyhexatin | 16/385 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تاثیر روی وزن بدن؛ اثرات کلیوی | |
| 187 | 2-4 دي­کلروفنوکسي­استيک اسيد (2,4-D) | 04/224 | mg/m310 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست | |
| 188 | ددت  Dichlorodiphenyl trichloro ethane | 50/354 | mg/m31 | - | | A3 | | | | | اثرات کبدی | |
| 189 | دکابوران  Decaborane | 31/122 | ppm 05/0 | ppm 15/0 | | پوست | | | | | تشنج سیستم اعصاب مرکزی ؛  کاهش قوه ادراکی | |
| 190 | دمتون  Demeton | 34/258 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 191 | دمتون –اس- متیل  Demeton-S-methyl | 3/230 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ A4  حساسیت | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 192 | الکل دی استون  Diacetone alcohol | 16/116 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 193 | دیازینون  Diazinon | 36/304 | mg/m3 (IVF) 01/0 | - | | پوست؛  A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 194 | دیازومتان  Diazomethane | 40/42 | ppm 2/0 | - | | A2 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 195 | دی بوران  Diborane | 69/27 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و سردرد | |
| 196 | 2- ان- دی بوتیل آمینو اتانول  2-N-Dibutylamino ethanol | 29/173 | ppm 5/0 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 198 | دی بوتیل فسفات  Dibutyl phosphate | 21/210 | mg/m3 (IVF) 5 | - | | پوست | | | | | مثانه ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 199 | دي بوتيل فنيل فسفات  Dibutyl phenyl phosphate | 26/286 | Ppm 3/0 | - | | پوست | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 200 | دی بوتیل فتالات  Dibutyl phthalate | 34/278 | mg/m3 5 | - | | - | | | | | آسیب بیضه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 201 | اسید دی کلرواستیک  Dichloroacetic acid | 95/128 | ppm 5/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب بیضه | |
| 202 | دی کلرو استیلن  Dichloroacetylene | 93/94 | - | ppm 1/0C | | A3 | | | | | تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب محیطی | |
| 203 | ارتو دی کلرو بنزن  o-Dichlorobenzene | 01/147 | ppm 25 | ppm 50 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی | |
| 204 | پارا دی کلرو بنزن  p-Dichlorobenzene | 01/147 | ppm 10 | - | | A3 | | | | | تحریک و سوزش چشم و آسیب کلیوی | |
| 205 | 3 و3- دی کلرو بنزیدین  3,3-Dichloro benzidine | 13/253 |  | - | | پوست؛ A3 | | | | | سرطان مثانه وتحریک چشم | |
| 206 | 1و4- دی کلرو- 2- بوتن  1,4-Dichloro-2-butene | 99/124 | ppm 005/0 | - | | پوست؛ A2 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 207 | دی کلرو دی فلوئورو متان  Dichlorodifluoro methane | 91/120 | ppm 1000 | - | | A4 | | | | | حساسیت های قلبی | |
| 208 | 1و3- دی کلرو- 5 و 5- دی متیل هیدانتوئین  1,3-Dichloro-5,5- dimethyl hydantoin | 03/197 | mg/m3 2/0 | mg/m3 4/0 | | \_ | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 209 | 1و1- دی کلرو اتان  1,1- Dichloroethane | 97/98 | ppm 100 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کلیوی وکبدی | |
| 210 | 1و2- دی کلرو اتیلن؛ همه ایزومرها  1, 2-Dichloro ethylene | 95/96 | ppm 200 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی سوزش چشم | |
| 211 | دی کلرو اتیل اتر  Dichloroethyl ether | 02/143 | ppm 5 | ppm 10 | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع | |
| 212 | دی کلرو فلوئورو متان  Dichloromonofluoro methane | 92/102 | ppm 10 | - | | - | | | | | آسیب کبدی | |
| 213 | دی کلرو متان  Dichloromethane | 93/84 | ppm 50 | - | | A3  BEI | | | کربوکسی هموگلوبینی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | | | |
| 214 | 1و1- دی کلرو- 1- نیترواتان  1,1- Dichloro-1- nitroethane | 96/143 | ppm 2 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 215 | 1و3- دی کلرو پروپن  1,3- Dichloro propene | 98/110 | ppm 1 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب های کلیوی | |
| 216 | 2و2- دی کلرو پروپانیک اسید  2,2- Dichloro propionic acid | 97/142 | mg/m3  5 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 217 | دی کلرو تترا فلوئورو اتان  Dichlorotetrafluoro ethane | 93/170 | ppm 1000 | - | | A4 | | | | | تأثیر بر عملکرد ریوی | |
| 218 | دی کلرووس  Dichlorvos | 98/220 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | پوست؛ A4 حساسیت؛ | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 219 | دی کروتوفوس  Dicrotophos | 21/237 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ A4 حساسیت؛ | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 220 | دی سیکلو پنتادین  Dicyclopentadiene | 21/132 | ppm 5 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم | |
| 221 | دی سیکلو پنتادیل آهن  Dicyclopentadienyl iron | 03/186 | mg/m310 | - | | - | | | | | آسیب کبدی | |
| 222 | دیلیدرین  Dieldrin | 93/380 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی؛ اثرات سیستم تولید مثل؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 223 | سوخت دیزل بصورت هیدروکربن های کل  Diesel fuel as total  Hydrocarbons | متفاوت | mg/m3 (IVF) 100 | - | | پوست؛ A3 | | | | | درماتیت | |
| 224 | دی اتانول آمین  Diethanolamine | 14/105 | mg/m3 (IVF) 1 |  | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی و کلیوی | |
| 225 | دی اتیل آمین Diethylamine | 14/73 | ppm 5 | ppm 15 | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 226 | 2- دی اتیل آمینو اتانول  2-diethylamino ethanol | 19/117 | ppm 2 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی | |
| 227 | دی اتیلن تری آمین  Diethylene triamine | 17/103 | ppm 1 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 228 | دی(2-اتیل هگزیل) فتالات  Di(2- ethylhexyl) phthalate | 54/390 | mg/m3 5 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی | |
| 229 | دی اتیل کتون | 13/86 | ppm 200 | ppm 300 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 230 | دی اتیل فتالات  Diethyl phthalate | 23/222 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 231 | دی اتیل سولفات  Diethyl sulphate | 18/154 | ppm 05/0 | - | | A2 | | | | | سرطان زائی، سوزش پوست | |
| 232 | دی فلوئورید برمو متان | 83/209 | ppm 100 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات کبدی | |
| 233 | دی ایزو دسیل فتالات  Diisodecyl phthalate | 66/446 | mg/m3 5 | - | | - | | | | |  | |
| 234 | دی ایزو نونیل فتالات  Diisononyl phthalate | 61/418 | mg/m3 5 | - | | - | | | | |  | |
| 235 | دی گلایسیدیل اتر  Diglycidyl ether | 14/130 | ppm 01/0 | - | | A4 | | | | | تحریک و سوزش پوست و چشم؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان | |
| 236 | دی ایزو بوتیل کتون  Diisobutyl ketone | 23/142 | ppm 25 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 237 | دی ایزو پروپیل آمین  Diisopropylamine | 19/101 | ppm 5 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی | |
| 238 | ان؛ ان - دی متیل استامید  N,N-Dimethyl acetamide | 12/87 | ppm 10 | - | | پوست؛ A4  BEI | | | | | آسیب کبدی و آسیب جنینی | |
| 239 | دی متیل آمین  Dimethylamine | 08/45 | ppm 5 | ppm 15 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 240 | بیس (2-دی متیل آمین و اتیل) اتر؛ DMAEE  Bis (2-Dimethyl aminoethyl) ether | 26/160 | ppm 05/0 | ppm 15/0 | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست | |
| 241 | دی متیل آنیلین  Dimethylaniline | 18/121 | ppm 5 | ppm 15 | | پوست؛ A4  BEIM | | | | | مت هموگلوبینی | |
| 242 | دی متیل کاربامیل کلراید  Dimethyl carbamoyl chloride | 54/107 | ppm 005/0 | - | | پوست؛ A2 | | | | | سرطان بینی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 243 | دی متیل دی سولفيد  Dimethyl disulfide | 2/94 | ppm 5/0 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 244 | دی اتیل اتوکسی سیلان  Diethylethoxysilane | 20/104 | ppm 5/0 | ppm 5/1 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سردرد | |
| 245 | دی متيل فرمامید  Dimethylformamide | 09/73 | ppm 10 | - | | پوست؛ A4  BEI | | | | | آسیب کبدی | |
| 246 | 1و1- دی متیل هیدرازین  1,1-Dimethyl hydrazine | 12/60 | ppm 01/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرطان بینی | |
| 247 | دی متیل فتالات  Dimethylphthalate | 19/194 | mg/m3 5 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 248 | دی متیل سولفات  Dimethyl sulfate | 10/126 | ppm 1/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | سوزش پوست و چشم | |
| 249 | دی متیل سولفید  Dimethyl sulfide | 14/62 | ppm 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 250 | کلیه ایزومرهای دی نیترو بنزن  Dinitrobenzene,all isomers | 11/168 | ppm 15/0 | - | | پوست | | | | | مت هموگلوبینی  آسیب چشم | |
| 251 | دی نیترو - ارتو-کروزول  Dinitro-o-cresol | 13/198 | mg/m3 2/0 | - | | پوست | | | | | متابولیسم پایه | |
| 252 | 3و5- دی نیترو- ارتو –تولوئن  3,5-Dinitro-o-toluamide | 16/225 | mg/m3 1 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی | |
| 253 | دی نیترو تولوئن  Ditnitrotoluene | 15/182 | mg/m3 2/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | اختلالات قلبی؛ اثرات سیستم تولید مثل | |
| 254 | 1و4- دی اکسان  1,4-Dioxane | 10/88 | ppm 20 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 255 | دی اکساتیون  Dioxathion | 54/456 | mg/m3 (IVF)1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 256 | 1و3- دی اکسولان  1,3-Dioxolane | 08/74 | ppm 20 | - | | - | | | | | اثرات خونی | |
| 257 | دی فنیل آمین  Diphenylamine | 12/169 | mg/m310 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی و کلیوی؛ اثرات خونی | |
| 258 | پنتا اکسید دی فسفر  Diphosphorus pentoxide | 95/141 | mg/m3 1 | mg/m3 2 | | - | | | | |  | |
| 259 | دی پروپیل کتون  Dipropyl ketone | 80/114 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 260 | دی کوات  Diqaut | متفاوت | mg/m3  5/0  mg/m3 (R) 1/0 | -  - | | پوست؛ A4  پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مرواريد  تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ آب مرواريد | |
| 261 | دی سولفیرام  Disulfiram | 54/296 | mg/m3 2 | - | | A4 | | | | | اتساع عروق؛ تهوع | |
| 262 | دی سولفتون  Disulfoton | 38/274 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 263 | دیورون  Diuron | 10/233 | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 264 | دی وینیل بنزن  Divinybenzene | 19/130 | ppm 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 265 | دودسیل مرکاپتان  Dodecyl mercaptan | 04/202 | ppm 1/0 | - | | حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 266 | اندو سولفان  Endosulfan | 95/406 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی و آسیب کبدی وکلیوی | |
| 267 | اندرین  Endrin | 93/380 | mg/m3 1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی و سردرد | |
| 268 | انفلوران  Enflurane | 50/184 | ppm 75 | - | | A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و اختلالات قلبی | |
| 269 | اپی کلرو هیدرین  Epichlorohydrin | 53/92 | ppm 5/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات سیستم تولید مثل در مردان | |
| 270 | EPN (فلوتولانیل) | 31/323 | mg/m3 1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کوین استراز | |
| 271 | اتان  Ethane | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C1-C4) | | | | | | | | | | |
| 272 | اتانول  Ethanol | 07/46 | - | ppm 1000 | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 273 | اتانول آمین Ethanolamine | 08/61 | ppm 3 | ppm 6 | | - | | | | | تحریک و سوزش پوست و چشم | |
| 274 | اتیون  Ethion | 48/384 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 275 | 2- اتیل هگزیل کلروفرمات  2-Ethylhexyl chloroformate | 7/192 | ppm 1 | - | | - | | | | | - | |
| 276 | 2- اتوکسی اتيل استات  2-Ethoxyethyl acetate | 12/90 | ppm 5 | - | | پوست  EBI | | | | | آسیب سیستم تولید مثل در مردان؛ آسیب جنینی | |
| 277 | 2- اتوکسی اتیل استات  2-Ethoxyethyl acetate | 16/132 | ppm 5 | - | | پوست  EBI | | | | | آسیب سیستم تولید مثل مردان | |
| 278 | اتیل استات  Ethyl acetate | 10/88 | ppm 400 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 279 | اتیل آکریلات  Ethyl acrylate | 11/100 | ppm 5 | ppm 15 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ حساسیت پوستی | |
| 280 | اتیل آمین  Ethyl amine | 08/45 | ppm 5 | ppm 15 | | پوست | | | | | تحریک و سوزش پوست و چشم؛ آسیب چشمی | |
| 281 | اتیل آمیل کتون  Ethyl amyl ketone | 21/128 | ppm 10 | - | | - | | | | | ایجاد سمیت اعصاب | |
| 282 | اتیل بنزن  Ethyl benzene | 16/106 | ppm 20 | - | | A3  BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب کلیوی (نفروپاتی)؛ اختلال بخش حلزونی گوش میانی | |
| 283 | اتیل بروماید  Ethyl bromide | 98/108 | ppm 5 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی و اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 284 | ‡ اتیل ترت- بوتیل اتر  Ethyl tert-butyl (ETBE)ether | 18/102 | ppm 5 | - | | (-) | | | | | (واکنش ریوی و آسیب بیضه) | |
| 285 | اتیل بوتیل کتون  Ethyl butyl ketone | 19/114 | ppm 50 | ppm 75 | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سوزش پوست و چشم | |
| 286 | اتیل کلراید  Ethyl chloride | 52/64 | ppm 100 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 287 | اتیل کلروفرمات  Ethyl chloroformate | 52/108 | ppm 1 | - | | - | | | | |  | |
| 288 | اتیل سیانوآکریلات  Ethyl cyanoacrylate | 12/125 | ppm 2/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست | |
| 289 | اتیلن  Ethylene | 05/28 | ppm 200 | - | | A4 | | | | | خفگی | |
| 290 | اتیلن کلرو هیدرین  Ethylene chlorohydrin | 52/80 | - | ppm 1 C | | پوست؛ A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی | |
| 291 | اتیلن دی آمین  Ethylen diamine | 10/60 | ppm 10 | - | | پوست؛ A4 | | | | | - | |
| 292 | اتیلن دی بروماید  Ethylene dibromide | 88/187 | ppm 5/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | - | |
| 293 | اتیلن دی کلرید  Ethylene dichloride | 96/98 | ppm 10 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی ؛ تهوع | |
| 294 | اتیلن گلیکول  Ethylene glycol | 07/62 | - | 100 C mg/m3 (H) | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 295 | اتیلن گلیکول دنیتریت  Ethylene glycol dinitrate | 06/152 | ppm 05/0 | - | | پوست | | | | | اتساع عروق و سردرد | |
| 296 | اتیلن اکساید  Ethylene oxide | 05/44 | ppm 1 | - | | A2 | | | | | سرطان؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 297 | اتیلن ایمین  Ethylen imine | 08/43 | ppm 05/0 | ppm 1/0 | | پوست؛ A3 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی | |
| 298 | اتیل اتر  Ethyl ether | 12/74 | ppm 400 | ppm 500 | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 299 | ‡ اتیل فرمات  Ethyl formate | 08/74 | ppm 100 | (-) | | (-) | | | | | (تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم) | |
| 300 | 2- اتیل هگزانوییک اسید  2-Ethylhexanoic acid | 24/144 | mg/m3 (IVF) 5 | \_ | | \_ | | | | | اثرات ناقص الخلقه زایی | |
| 301 | اتیلیدن نوربونن  Ethylidene norbornene | 19/120 | - | ppm 5 C | | \_ | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 302 | اتیل مرکاپتان  Ethyl mercaptan | 13/62 | ppm 5/0 | \_ | | \_ | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 303 | اتیل مورفولین نرمال  N-Ethylmorpholine | 18/115 | ppm 5 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب چشمی | |
| 304 | اتیل سیلیکات یا تترا اتوکسی سیلان  Ethyl silicate | 30/208 | ppm 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ آسیب کلیوی | |
| 305 | فنامیفوز  Fenimiphos | 40/303 | mg/m3 (IVF)05/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 306 | فن سولفوتیان  Fensulfothian | 35/308 | mg/m3 (IVF) 01/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 307 | فنیتروتیون  Fenitrothion | 23/277 | ppm 1 | - | | پوست | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 308 | فنوبوکارب  Fenobucarb | 27/207 | ppm 5 | - | | پوست | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 309 | فنتیون  Fenthion | 34/278 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 310 | فربام  Ferbam | 50/416 | mg/m3  5 | - | | A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی تأثیر روی وزن بدن آسیب طحال | |
| 311 | غبار فرو وانادیوم  Ferrovanadium dust | - | mg/m3 1 | mg/m3 3 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم | |
| 312 | غبار آرد  Flour dust | - | mg/m3 5/0 | - | | حساسیت | | | | | آسم؛ برونشیت؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 313 | فلوئوریدها  Fluorides, as F | متفاوت | mg/m3 5/2 | - | | A4  BEI | | | | | آسیب استخوانی فلوئوروزیس | |
| 314 | فلوئور  Fluorine | 38 | ppm 1 | ppm 2 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم و پوست | |
| 315 | فونوفوس  Fonofos | 32/246 | mg/m3 (IVF) 01/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 316 | فرم آلدئید  Formaldehyde | 03/30 | - | ppm 3/0C | | A2  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم | |
| 317 | فرمامید  Formamide | 04/45 | ppm 10 | - | | پوست | | | | | تحریک چشم و پوست و آسیب کبدی و کلیوی | |
| 318 | اسید فرمیک  Formic acid | 02/46 | ppm 5 | ppm 10 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست | |
| 319 | فتالید  Fthalide | 91/271 | mg/m3 10 | - | | - | | | | |  | |
| 320 | فورفورال  Furfural | 08/96 | ppm 2 | - | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 321 | فورفوریل الکل  Furfuryl alcohol | 10/98 | ppm 10 | ppm 15 | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحریک چشم | |
| 322 | گالیم آرسنید  Gallium arsenide | 64/144 | mg/m3 (R) 0003/0 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 323 | بنزین  Gasoline | - | ppm 300 | ppm 500 | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 324 | تتراهیدرید ژرمانیوم  Germanium tetrahydride | 63/76 | ppm 2/0 | - | | - | | | | | اثرات خونی | |
| 325 | گلوتارآلدئید  فعال و غیر فعال  Glutaraldehyde, activated and inactivated | 11/100 | - | ppm05/0C | | A4  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 326 | ‡ میست گلیسرین  Gllycerin mist | 09/92 | mg/m3 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 327 | گلیسیدول  Glycidol | 08/74 | ppm 2 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست | |
| 328 | گلای اکزال  Glyoxal | 04/58 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | A4  حساسیت | | | | | متاپلازی حنجره | |
| 329 | گردغبار غلات  (جو دو سر؛ گندم)  Grain dust  (oat, wheat, barley) | نامشخص | mg/m3 4 | - | | - | | | | | برونشیت؛ اثرات ریوی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 330 | گرافیت(همه اشکال جز فیبر گرافیت)  Graphite (all forms except graphite fibres) | - | mg/m3 (R) 2 | - | | - | | | | | پنوموکونیوزیس | |
| 331 | هافنیم و ترکیبات آن  Hafnium and compounds, as Hf | 49/178 | mg/m3 5/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبدی | |
| 332 | هالوتان  Halothane | 39/187 | ppm 50 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اتساع عروق | |
| 333 | هلیم  Helium | 4 | خفگی آور ساده (D) | | | | | | | | خفگی | |
| 334 | هپتاکلر و  هپتاکلر اپوکسید  Heptachlor and Heptachlor epoxide | 32/373  40/389 | mg/m3 05/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 335 | کلیه ایزومرهای هپتان  Haptane, all isomers | 20/100 | ppm 400 | ppm 500 | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 336 | هگزوکلرو بنزن  Hexachlorobenzene | 78/274 | mg/m3 002/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | اثرات پورفیرین؛ آسیب پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 337 | هگزا کلرو بوتادین  Hexachlorobutadiene | 76/260 | ppm 02/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کلیوی | |
| 338 | هگزا کلرو سیکلو پنتادین  Hexachlorocyclo pentadiene | 75/272 | ppm 01/0 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 339 | هگزا کلرو اتان  Hexachloroethane | 74/236 | ppm 1 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کلیوی و کبدی | |
| 340 | هگزا کلرو نفتالن  Hexachloro naphthalene | 74/334 | mg/m3 2/0 | - | | پوست | | | | | آسیب کبدی و جوشهای شبه آکنه | |
| 341 | هگزا فلوئورو استون  Hexafluoroacetone | 02/166 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | آسيب بيضه؛ آسیب کلیوی | |
| 342 | هگزا فلوئورو پروپیلن  Hexafluoropropylene | 02/150 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | آسیب کلیوی | |
| 343 | هگزا هیدروفتالیک انیدرید؛ کلیه ایزومرها  Hexahydrophthalic anhydride, all isomers | 17/154 | - | 005/0 C mg/m3 (IVF) | | حساسیت | | | | | حساسیت ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم | |
| 344 | هگزا متیلن دی ایزوسیانات  Hexamethylene diisocyanate | 22/168 | ppm 005/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ حساسیت سیستم تولید مثل | |
| 345 | هگزا متیل فسفرآمید  Hexamethyl phosphoramide | 20/179 | - | - | | پوست؛ A3 | | | | | سرطان قسمت فوقانی تنفسی | |
| 346 | هگزان نرمال  n-Hexane | 18/86 | ppm 50 | - | | پوست  BEI | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی عمومی؛ سوزش چشمی | |
| 347 | کلیه ایزومرهای هگزان بجز هگزان نرمال  Hexane, isomer, other than n-Hexane | 18/86 | ppm 500 | ppm 1000 | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 348 | 1و6- هگزان دی آمین  1,6-Hexanediamine | 21/116 | ppm 5/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست | |
| 349 | 1- هگزان  1-Hexane | 16/84 | ppm 50 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 350 | هگزیل استات نوع دوم  sec-Hexyl acetate | 21/144 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 351 | هگزیلن گلیکول  Hexylene glycol | 17/118 | - | ppm 25 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 352 | هیدرازین  Hydrazine | 05/32 | ppm 01/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | سرطان قسمت فوقانی تنفسی | |
| 353 | هیدروژن  Hydrogen | 01/1 | خفگی آور ساده (D) | | | | | | | | خفگی | |
| 354 | ترفنیل های هیدروژنه  Hydrogenated terphenyls | 00/241 | ppm 5/0 | - | | - | | | | | آسیب کبدی | |
| 355 | برومید هیدروژن  Hydrogen bromide | 92/80 | - | ppm 2 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 356 | کلرید هیدروژن  Hydrogen chloride | 47/36 | - | ppm 2 C | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 357 | سیانید هیدروژن و نمکهای سیانید  سیانید هیدروژن  Hydrogen cyanide  نمکهای سیانید  Cyanide salts | 03/27  متفاوت | -  - | ppm7/4 C  mg/m3 5 C | | پوست  پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع؛ سردرد؛ اثرات تیروئیدی | |
| 358 | فلوئورید هیدروژن  Hydrogen fluoride, as F | 01/20 | ppm 5/0 | ppm 2 C | | پوست  EBI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، تحتانی، پوست و چشم؛  فلوروزیس | |
| 359 | پروکسید هیدروژن  Hydrogen peroxide | 02/34 | ppm1 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم | |
| 360 | سلنید هیدروژن  Hydrogen seleninde, as Se | 98/80 | ppm 05/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع | |
| 361 | سولفید هیدروژن  Hydrogen sulfide | 08/34 | ppm 1 | ppm 5 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 364 | هیدرو کینون  Hydroquinone | 11/110 | mg/m3 1 | - | | حساسیت  A3 | | | | | تحریک و آسیب چشم | |
| 365 | 2- هیدروکسی پروپیل آکریلات  2-Hydroxypropyl acrylate | 14/130 | ppm 5/0 | - | | پوست؛  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 366 | ایندن  Indene | 15/116 | ppm 5 | - | | - | | | | | آسیب کبدی | |
| 367 | ایندیم و ترکیبات آن  Indium & compounds, as In | 49 | mg/m3 1/0 | - | | - | ادم ریه؛ پنوموکونیوزیس؛ فرسایش دندان؛ ضعف و بیقراری | | | | | | |
| 368 | ید و یدیدها  ید Iodine  یدیدها Iodides | متفاوت  متفاوت | ppm(IVF) 01/0  ppm(IVF) 01/0 | ppm(V)1/0  - | | A4  A4 | | | | | کم کاری تیروئید؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ کم کاری تیروئید تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 369 | یودوفرم  Iodoform | 78/393 | ppm 6/0 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 370 | اکسید آهن  Iron oxide | 70/159 | mg/m3 (R) 5 | - | | A4 | | | | | پنوموکنیوزیس | |
| 371 | پنتا کربونیل آهن  Iron pentacarbonyl, as Fe | 90/196 | ppm1/0 | ppm 2/0 | | - | | | | | ادم ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 372 | نمک های محلول آهن مثل سولفات؛ کلرید؛ نیترات و ...  Iron salts, soluble, as Fe | متفاوت | mg/m3 1 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست | |
| 373 | الکل ایزوآمیل یا الکل ایزوپنتیل  Isoamyl alcohol | 15/88 | ppm 100 | ppm 125 | |  | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 374 | ایزوبوتانول  Isobutanol | 12/74 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک پوست و چشم | |
| 375 | ایزوبوتیل استات  Isobutyl acetate | 16/116 | ppm 150 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی | |
| 376 | ایزو بوتیل نیتریت  Isobutyl nitrite | 12/103 | - | ppm (IVF) 1C | | A3 | | | | | اتساع عروق خوني؛  مت هموگلوبینی | |
| 377 | ایزوفلوران  Isoflurane | 5/184 | ppm 50 | - | | - | | | | |  | |
| 378 | الکل ایزواکتیل  Isooctyl alcohol | 23/130 | ppm 50 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 379 | ایزوفورون  Isophorone | 21/138 | - | ppm 5 C | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ خستگی؛ ضعف و بیقراری | |
| 380 | ایزوفورون دی ایزوسیانات  Isophorone diisocyanate | 30/222 | ppm 005/0 | - | | - | | | | | حساسیت سیستم  تولید مثل | |
| 381 | 2- ایزو پروپوکسی اتانول  2-Isopropoxy ethanol | 15/104 | ppm 25 | - | | پوست | | | | | اثرات خونی | |
| 382 | ایزو پروپیل استیک  Isopropyl acetate | 13/102 | ppm 100 | ppm 200 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 383 | ایزوپروپیل آمین  Isopropylamine | 08/59 | ppm 5 | ppm 10 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و آسیب چشمی | |
| 384 | ایزوپروپیل کلروفرمات  Isopropyl chloroformate | 55/122 | ppm 1 | - | | - | | | | |  | |
| 385 | ایزوپروپیل آنیلین نرمال  N-Isopropylaniline | 21/135 | ppm 2 | - | | پوست؛ | | | | | مت هموگلوبینی | |
| 386 | ایزو پروپیل اتر  Isopropyl ether | 17/102 | ppm 250 | ppm 310 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 387 | ایزو پروپیل گلایسیدل اتر  Isopropyl glycidyl ether (IGE) | 18/116 | ppm 50 | ppm 75 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ درماتیت | |
| 388 | ایزوپروتیولانIsoprothiolane | 4/290 | mg/m3 5 | - | | - | | | | |  | |
| 389 | کائولن  Kaolin | - | mg/m3 (E,R)  2 | - | | A4 | | | | | پنوموکونیوزیس | |
| 390 | کروزن/ سوخت های جت برحسب بخار هیدروکربن کل  Kerosene/Jet fuels, as total hydrocarbon vapor | متفاوت | mg/m3 (P) 200 | - | | پوست؛ A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 391 | کتن  Ketene | 04/42 | ppm 5/0 | ppm 5/1 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و ادم ریه | |
| 392 | سرب  و ترکیبات معدنی آن  Lead and inorganic compounds as Pb | 20/207  متفاوت | mg/m3 05/0 | - | | A3؛ BEI | | | | | اختلالات سیستم اعصاب محیطی و مرکزی؛ اثرات خونی | |
| 393 | کرومات سرب؛ به عنوان سرب  Lead shromat as Pb  به عنوان کروم as Cr | 22/323  - | mg/m3 05/0  mg/m3 012/0 | -  - | | A2؛ BEI  A2 | | | | | آسیب سیستم تولید مثل در مردان و اثرات ناقص زایی؛ انقباض عروق | |
| 394 | لیندان  Lindane | 85/290 | mg/m3 5/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 395 | هیدرید لیتیم  Lithium hydride | 95/7 | mg/m3 025/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ پوست و چشم | |
| 396 | هیدروکسید لیتیم  Lithium hydroxide | 95/23 | - | mg/m31 | | - | | | | |  | |
| 397 | گاز مایع (L.P.G)  Liquified petroleum gas | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک؛ آلکانها (C1-C4) | | | | | | | | | | |
| 398 | اکسید منیزیم  Magnesium oxide | 32/40 | mg/m3  10 | - | | A4 | | | | | - | |
| 399 | مالاتیون  Malathion | 36/330 | mg/m3 (IVF) 1 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 400 | مالئیک انیدرید  Maleic anhydride | 06/98 | mg/m3 (IVF) 01/0 | - | | A4  حساسیت | | | | | حساسیت سیستم  تولید مثل | |
| 401 | ‡ منگنز  و ترکیبات معدنی آن  Manganese, and inorganic compound, as Mn | 94/54  متفاوت | mg/m3 2/0 | - | | (-) | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 402 | منگنزسیکلوپنتا دینیل تری کربونیل  Manganese cyclopentadienyl tricarbonyl, as Mn | 10/204 | mg/m3 1/0 | - | | پوست | | | | | تحریک پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 403 | مپرونیل  Mepronil | 34/269 | mg/m3 5 | - | | - | | | | |  | |
| 404 | جیوه Mercury  ترکیبات آلکیل  Alkyl compounds  ترکیبات آریل  Aryl compounds  اشکال معدنی و عنصری  Elemental and inorganic forms | 59/200  متغیر  متغیر  متغیر | mg/m3 01/0  mg/m3 1/0  mg/m3 025/0 | mg/m3 03/0  -  - | | پوست  پوست  پوست؛ A4  BEI | | | | | اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و محیطی؛ آسیب کلیوی  اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی  اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کلیوی | |
| 405 | مزیتیل اکساید  Mesityl oxide | 14/98 | ppm 15 | ppm 25 | | - | | | | | تحریک چشم و قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 406 | اسید مت آکریلیک  Methacrylic acid | 09/86 | ppm 20 | - | | - | | | | | تحریک پوست و چشم | |
| 407 | متان Methane | گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک را ببینید؛ آلکانها (C1-C4) | | | | | | | | | | |
| 408 | متانول  Methanlol | 04/32 | ppm 200 | ppm 250 | | پوست؛ BEI | | | | | سردرد و آسیب چشم | |
| 409 | متومیل  Methomyl | 20/162 | mg/m3 5/2 | - | | A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 410 | متوکسی کلر  Methoxychlor | 65/345 | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 411 | 2- متوکسی اتانول  2-Methoxyethanol  (EGME) | 09/76 | ppm 1/0 | - | | پوست؛ BEI | | | | | اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل | |
| 412 | 2- (2- متوکسی اتوکسی) اتانول  2-(2-Methoxy ethoxy) ethanol | 15/120 | ppm 10 | - | | پوست | | | | |  | |
| 413 | 2- متوکسی اتیل استات  (EGMEA)  2-Methoxyethyl acetate | 13/118 | ppm 1/0 | - | | پوست؛ BEI | | | | | اثرات خونی و اثرات سیستم تولید مثل | |
| 414 | (2- متوکسی متیل اتوکسی) پروپانول  (2-Methoxymethyl ethoxy) propanol | 20/148 | ppm 100 | ppm 150 | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 415 | 4- متوکسی فنول  Methoxyphenol-4 | 15/124 | mg/m3 5 | - | | - | | | | | سوزش چشم؛ آسیب پوست | |
| 416 | 1- متوکسی- 2- پروپانول  1-Methoxy-2-propanol | 12/90 | ppm 100 | ppm 150 | | - | | | | | سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 417 | 2- متوکسی پروپیل استات  2-Methoxypropyl acetate | 16/132 | ppm 50 | ppm 100 | | پوست | | | | |  | |
| 418 | متیل استات  Methyl acetate | 08/74 | ppm 200 | ppm 250 | | - | | | | | سردرد؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب عصب چشم | |
| 419 | متیل استیلن  Methyl acetylene | 07/40 | ppm 1000 | - | | - | | | | | اختلال سیستم  اعصاب مرکزی | |
| 420 | مخلوط متیل استیلن پروپادین  Methyl acetylene-propadiene mixture | 07/40 | ppm 1000 | ppm 1250 | | - | | | | | اختلال سیستم  اعصاب مرکزی | |
| 421 | متیل آکریلات  Methyl acrylate | 09/86 | ppm 2 | - | | پوست؛ A4  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ چشم و پوست؛ آسیب چشم | |
| 422 | متیل آکریلونیتریل  Methyl acrylonitrile | 09/67 | ppm 1 | - | | پوست؛ A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛  سوزش چشم و پوست | |
| 423 | متیلال  Methylal | 10/76 | ppm 1000 | - | | - | | | | | سوزش چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 424 | متیل آمین  Methyl amine | 06/31 | ppm 5 | ppm 15 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 425 | متیل ان- آمیل کتون  Methyl n-amyl ketone | 18/114 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک چشمی و پوست | |
| 426 | متیل آنیلین نرمال  N-Methyl aniline | 15/107 | ppm 5/0 | - | | پوست | | | | | مت همو گلوبینی و اختلال سیستم  اعصاب مرکزی | |
| 427 | متیل بروماید  Methyl bromide | 95/94 | ppm 1 | - | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست | |
| 428 | متیل ترت بوتیل اتر  Methyl-tert-butyl ether | 17/88 | ppm 50 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کلیوی | |
| 429 | متیل ان- بوتیل کتون  Methyl n-butyl ketone | 16/100 | ppm 5 | ppm 10 | | پوست  BEI | | | | | نوروپاتی محیطی؛ آسیب بیضه | |
| 430 | متیل کلرید  Methyl chloride | 49/50 | ppm50 | ppm 100 | | پوست؛ A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی وکبدی؛ آسیب بیضه؛ اثرات ناقص الخلقه- زایی | |
| 431 | متیل کلروفرم  Methyl chloroform | 42/133 | ppm 350 | ppm 450 | | A4  BEI | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و آسیب کبدی | |
| 432 | متیل 2- سیانوآکریلات  Methyl 2-cyano acrylate | 10/111 | ppm 2/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 433 | متیل سیکلو هگزان  Methyl cyclohexane | 19/98 | ppm 400 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کلیوی وکبدی | |
| 434 | متیل سیکلو هگزانول  Methyl cyclohexanol | 19/114 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی | |
| 435 | ارتو- متیل سیکلوهگزانون  o-Methycyclo hexanone | 17/112 | ppm 50 | ppm 75 | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشمی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 436 | 2- متیل سیکلو پنتادینیل منگنز تری کربونیل  2-Methylcyclo pentadienyl manganese tricarbonyl, as Mn | 10/218 | mg/m3 2/0 | - | | پوست | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه؛ اثرات کبدی و کلیوی | |
| 437 | متیل دمتون  Methyl demeton | 30/230 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استرلز | |
| 438 | متیلن بیس فنیل ایزوسیانات  Methylene bisphenyl isocyanate (MDI) | 26/250 | ppm 005/0 | - | | - | | | | | حساسیت های سیستم تولید مثل | |
| 439 | 4و4- متیلن بیس  (2- کلرو آنیلین)  4,4-Methylene bis  (2-Chloroaniline) | 17/267 | ppm 01/0 | - | | پوست؛ A2 | | | | | مت هموگلوبینی  سرطان مثانه | |
| 440 | متیلن بیس (4- سیکلو هگزیل ايزوسیانات)  Methlene bis (4-cyclo-hexylisocyanate) | 35/262 | ppm 0005/0 | - | | - | | | | | حساسیت سیستم  تولید مثل؛  تحریک قسمت تحتانی تنفسی | |
| 441 | 4و4- متیلن دی آنیلین  4,4- Methylene dianiline | 26/198 | ppm 1/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 442 | متیل اتیل کتون  Methyl ethyl ketone (MEK) | 10/72 | ppm 200 | ppm 300 | | BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و محیطی | |
| 443 | متیل اتیل کتون پروکساید  Methyl ethyl ketone proxide | 24/176 | - | ppm2/0 C | | - | | | | | تحریک پوست و چشم؛ آسیب کبدی و کلیوی | |
| 444 | متیل فرمات  Methyl formate | 05/60 | ppm 100 | ppm 150 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی و چشم | |
| 445 | متیل هیدرازین  Methyl hydrazine | 07/46 | ppm01/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان ریه؛ آسیب کبدی | |
| 446 | متیل يديد یا یدومتان  Methyl iodide | 95/141 | ppm 2 | - | | پوست | | | | | آسیب چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 447 | متیل ایزو آمیل کتون یا هگزانون  Methyl isoamyl ketone | 20/114 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی و کلیوی | |
| 448 | متیل ایزوبوتیل کاربینول  Methyl isobutyl carbinol | 18/102 | ppm 25 | ppm 40 | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 449 | متیل ایزو بوتیل کتون  Methyl isobutyl ketone | 16/100 | ppm 20 | ppm 75 | | A3  BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سرگیجه و سردرد | |
| 450 | متیل ایزوسیانات  Methyl isocyanate | 05/57 | ppm 02/0 | - | | پوست | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 451 | متیل ایزو پروپیل کتون  Methyl isopropyl ketone | 14/86 | ppm 20 | - | | - | | | | | آسیب های جنینی وجنین؛ سمیت جنيني | |
| 452 | متیل مرکاپتان  Methyl mercaptan | 11/48 | ppm 5/0 | - | | - | | | | | آسیب کبدی | |
| 453 | متیل مت آکریلات  Methyl methacrylate | 13/100 | ppm 50 | ppm 100 | | 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 | 2/142 | ppm 5/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسي؛  آسیب ریه | |
| 455 | متیل پاراتیون  Methyl parathion | 2/263 | mg/m3 (IVF) 02/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 456 | متیل پروپیل کتون  Methyl propyl ketone | 17/86 | - | ppm 150 | | - | | | | | واکنش ریوی؛ تحریک چشم | |
| 457 | متیل سیليکات  Methyl silicate | 22/152 | ppm 1 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب چشم | |
| 458 | آلفا- متیل استایرن یا  2-فنیل پروپن  α-Methyl styrene | 18/118 | ppm 10 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی آسیب کلیوی؛ آسیب تولیدمثل در زنان | |
| 459 | متیل وینیل کتون  Methyl vinyl ketone | 10/70 | - | ppm 2/0 C | | پوست  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 460 | متری بوزین  Metribuzin | 28/214 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی؛ اثرات خونی | |
| 461 | موین فوس  Mevinphos | 16/224 | mg/m3 (IVF) 01/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 462 | میکا  Mica | - | mg/m3 (R) 3 | - | | - | | | | | پنوموکنیوزیس | |
| 463 | روغن معدنی به استثناء سيالات فلزكاري خالص، با تصفيه خوب  با تصفيه متوسط و ضعيف  Mineral oilexcluding metal working fluids :  -Pure,highly & severely refined  -Poorly & mildly refined | - | mg/m3  5 | -  - | | A4 تحریک قسمت فوقانی  A2 تنفسی | | | | | | |
|  |
| 464 | مولیبدن  ترکیبات محلول  ترکیبات نامحلول و فلزي  Molybdenum, as Mo  Soluble compounds  Metal and insoluble compounds | 95/95 | mg/m3 (R) 5/0  mg/m3  10  mg/m3 (R) 3 | -  -  - | | A3  -  - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 465 | اسید مونو کلرو استیک  Monochloroacetic acid | 5/94 | ppm(IVF)5/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 466 | مونوکروتوفوس  Monocrotophos | 16/223 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 467 | مورفولین  Morpholine | 12/87 | ppm 20 | - | | پوست؛ A4 | | | | | آسیب چشم ؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 468 | نالد  Naled | 79/380 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | پوست؛ A4  حساسیت؛ | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 469 | ‡ نفتالن  Naphthalene | 19/128 | ppm 10 | ppm 15 | | پوست؛ A4 | | | | | اثرات خونی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛ آسیب چشم | |
| 470 | بتا- نفتیل آمین  β-Naphathylamine | 18/143 |  | - | | A1 | | | | | سرطان مثانه | |
| 471 | گاز طبیعی  Natural gas | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C1-C4) | | | | | | | | | | |
| 472 | لاتكس لاستيك طبيعي به عنوان پروتئين هاي حسايت زاي قابل تنفس  Natural rubber latex as inhalable  allergenic protein | متفاوت | mg/m3  001/0 | - | | پوست  حساسیت | | | | | | حساسیت های سیستم تولید مثل |
| 473 | نئون  Neon | 18/20 | خفگي آور ساده (D) | | | | | | | | | خفگی |
| 474 | نیکل  Nickel, as Ni  عنصر نيكل  ترکیبات معدنی محلول  ترکیبات معدنی نا محلول  تركيبات گوگرد دار نيكل  -Elemental Soluble inorganic compounds  -Insoluble inorganic compounds  -Nickel subsulfide | 71/58  متفاوت  متفاوت  19/240 | mg/m3 5/1  mg/m3 1/0  mg/m3 2/0  mg/m3 1/0 | -  -  -  - | | A5  A4  A1  A1 | | | | | | درماتیت؛ پنوموکنیوزیس  آسیب ریه؛ سرطان بینی  سرطان ریه  سرطان ریه |
| 475 | نیکل کربونیل  Nickel carbonyl | 73/170 | ppm 05/0 | - | | - | | | | | | پنومونيت شيميائي |
| 476 | نیکوتین  Nicotine | 23/162 | mg/m3 5/0 | - | | پوست | | | | | | آسيب گوارشي؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اختلالات قلبی عروقی |
| 477 | نیتراپایرین  Nitrapyrin | 93/230 | mg/m3 10 | mg/m320 | | A4 | | | | | | آسیب کبدی |
| 478 | اسيد نيتريك  Nitric acid | 02/63 | ppm 2 | ppm 4 | | - | | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛ فرسایش دندان |
| 479 | اكسيد نيتريك  Nitric oxide | 01/30 | ppm 25 | - | |  | | | | | | هیپوکسی؛ سیانوز؛ نيتروز/ هموگلوبين؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 480 | پارا نیترو آنیلین  p-Nitroaniline | 12/138 | mg/m3 3 | - | | پوست؛ A4 | | | | | | مت هموگلوبینی  آسیب کبدی؛ سوزش چشم |
| 481 | نیترو بنزن  Nitrobenzene | 11/123 | ppm 1 | - | | پوست؛ A3  BEI | | | | | | مت هموگلوبینی |
| 482 | پارا نیترو کلرو بنزن  p-Nitrochloro benzene | 56/157 | ppm 1/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | | مت هموگلوبینی |
| 483 | 4- نیترو دی فنیل  4-Nitrodiphenyl | 20/199 |  | - | | پوست؛ A2 | | | | | | سرطان مثانه |
| 484 | نیترواتان  Nitroethane | 07/75 | ppm 100 | - | | - | | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی |
| 485 | نیتروژن  Nitrogen | 01/14 | خفگي آور ساده (D) | | | | | | | | | خفگی |
| 486 | ‡ دی اكسيد نيتروژن  Nitrogen dioxide | 01/46 | ppm 3 | ppm 5 | | A4 | | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی |
| 487 | تری فلوئورید نیتروژن  Nitrogen trifluoride | 00/71 | ppm 10 | - | |  | | | | | | مت هموگلوبینی؛ آسیب کبدی و کلیوی |
| 488 | نیتروگلیسرین یا نیتروگلیکول  Nitroglycerin | 09/277 | ppm 05/0 | - | | پوست | | | | | | اتساع عروق |
| 489 | نیترو متان  Nitromethane | 04/61 | ppm 20 | - | | A3 | | | | | | آسیب تیروئیدی؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه |
| 490 | 1- نیترو پروپان  1-Nitropropane | 09/89 | ppm 25 | - | | A4 | | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ آسیب کبد |
| 491 | 2- نیترو پروپان  2-Nitropropane | 09/89 | ppm 10 | - | | A3 | | | | | | آسیب کبدی؛ سرطان کبد |
| 492 | ان- نیترو سودیمتیل آمین  N-Nitrosodimethyl amine | 08/84 |  | - | | پوست؛ A3 | | | | | | آسیب کبدی؛ سرطان کبدی و کلیوی |
| 493 | نیترو تولوئن، كليه ایزومرها  Nitrotoluene, all isomers | 13/137 | ppm 2 |  | | پوست؛ | | | | | | مت هموگلوبینی |
| 494 | 5- نیترو- ارتو- تولوئیدین | 16/152 | mg/m3(I) 1 | - | | A3 | | | | | | آسیب کبدی |
| 495 | اكسيد نيتروز  Nitrous oxide | 02/44 | ppm 50 | - | | A4 | | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات خونی؛ اثرات جنینی |
| 496 | ‡ نونان، كليه ایزومرها  Nonane, all isomers | (26/128) | ppm 200 | - | | - | | | | | | (اختلال سیستم اعصاب مرکزی) |
| 497 | اکتا کلرو نفتالن  Octachloro naphthalene | 74/403 | mg/m3 1/0 | mg/m3 3/0 | | پوست | | | | | | آسیب کبدی |
| 498 | اکتان، كليه ایزومرها  Octane, all isomers | 22/114 | ppm 300 | - | | - | | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 499 | تتروکسید اوسمیوم  Osmium tetroxide, as Os | 20/254 | ppm 0002/0 | ppm 0006/0 | | - | | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سوزش چشم و پوست |
| 500 | اسید اگزالیک  Oxalic acid | 04/90 | mg/m3 1 | mg/m3 2 | | - | | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست |
| 501 | پارا، پارا- اگزی بیس (بنزن سولفونیل هیدرازید)  p,p- Oxybis  (benzene sulfonyl hydrazide) | 00/326 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | | اثرات  ناقص الخلقه زايي |
| 502 | دی فلورید اكسيژن  Oxygen difluoride | 45 | - | ppm 05/0 C | | - | | | | | | سردرد؛ ادم ریه؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی |
| 503 | ازن  Ozone  كار سنگين  Heavy work  كار متوسط  Moderate work  كار سبک  Light work  بار كار سنگین، متوسط يا سبك (كمتر از 2 ساعت)  Light moderate or light workloads (≤2 hours)) | 48 | ppm 05/0  ppm 08/0  ppm 1/0  ppm 2/0 | -  -  -  - | | A4  A4  A4  A4 | | | | | | عملکرد واکنشی ریوی |
| 504 | پارا استامول  Paracetamol | 17/151 | mg/m3 10 | - | | - | | | | | |  |
| 505 | دمه واكس پارافین  Paraffin wax fume | - | mg/m3 2 | - | | - | | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ تهوع |
| 506 | پاراکوآت  بصورت کاتیون  Paraquat, as cathion | 18/257 | mg/m3 5/0  mg/m3 (R) 1/0 | -  - | | -  - | | | | | | آسیب ریوی |
| 507 | پاراتيون  Parathion | 27/291 | mg/m3 (IVF) 05/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز |
| 508 | ذرات (نامحلول یا كم محلول)كه در جاي ديگر مشخص نشده­اند  Particles (insoluble or poorly soluble) not otherwise specified | ضمیمه ب را مشاهده کنید | | | | | | | | | | |
| 509 | پنتا بوران  Pentaborane | 17/63 | ppm 005/0 | PPM 015/0 | | - | | | | | تشنج و اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 510 | پنتا کلرو نفتالین  Pentachloronaphthalene | 40/300 | mg/m3 5/0 | - | | پوست | | | | | آسیب کبدی؛ جوشهاي شبه آكنه | |
| 511 | پنتا کلرو نیترو بنزن  Pentachloronitrobenzene | 36/295 | mg/m3 5/0 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی | |
| 512 | پنتاکلروفنول  Pentachlorophenol | 35/266 | mg/m3 5/0 | - | | پوست؛ A3  BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی | |
| 513 | پنتا آريتریتول  Pentaerythriol | 15/136 | mg/m3 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 514 | پنتان، كليه ایزومرها  Pentane, all isomers | 15/72 | ppm 600 | - | | - | | | | | نوروپاتي (آسيب اعصاب) محيطي | |
| 515 | 2و4- پنتان دي ان  2,4-pentanedione | 12/100 | ppm 25 | - | | پوست | | | | | سمیت اعصاب و اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 516 | پنتیل استات، كليه ایزومرها  Pentyl acetate, all isomers | 20/130 | ppm 50 | ppm 100 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 517 | پرکلرو متیل مرکاپتان  Perchloromethyl mercaptan | 87/185 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 518 | فلوئورید پرکلريل  Perchloryl fluoride | 46/102 | ppm 3 | ppm 6 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و تحتانی؛  مت هموگلوبینی؛ فلوئورزیس | |
| 519 | اسید پرفلرورو اوکتانوئیک  Perfluorooctanoic acid | 07/414 | mg/m3 005/0 | - | | - | | | | |  | |
| 520 | پرفلوئورو بوتیل اتیلن  Perfluorobutyl ethylene | 1/246 | ppm 100 |  | | - | | | | | اثرات خونی | |
| 521 | پر فلوئورو ایزو بوتیلن  Perfluoroisobutylene | 04/200 | - | ppm 01/0 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثرات خونی | |
| 522 | پرسولفات ها بصورت پرسولفات  Persulfates, as Persulfate | متفاوت | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | تحریک پوست | |
| 523 | فنول  Phenol | 11/97 | ppm 5 | - | | پوست؛ A4  BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ریه؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 524 | فنوتیازین  Phenothiazine | 26/199 | mg/m3 5 | - | | پوست | | | | | تحریک پوستی وگیرنده های نوری چشمی | |
| 525 | ان- فنیل- بتا- نفتیل آمین  N-Phenyl-beta-naphthylamine | 29/219 |  | - | | A4 | | | | | سرطان | |
| 526 | ارتو فنیلین دی آمین  o-Phenylene diamine | 05/108 | mg/m3 1/0 | - | | A3 | | | | | کم خونی | |
| 527 | متا فنیلین دی آمین  m-Phenylene diamine | 05/108 | mg/m3 1/0 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی و تحریک پوستی | |
| 528 | پارا فنیلین دی آمین  p-Phenylene diamine | 05/108 | mg/m3 1/0 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و حساسیت پوستی | |
| 529 | فنیل اتر، بخار  Phenyl ether,Vapor | 20/170 | ppm 1 | ppm 2 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع | |
| 530 | فنیل گلیسیدیل اتر  Phenyl glycidyl ether | 17/150 | ppm 1/0 | - | | پوست؛ A3  حساسیت | | | | | آسیب بیضه | |
| 532 | فنیل مرکاپتان  Phenyl mercaptan | 18/110 | ppm 1/0 | - | | پوست | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ تحریک چشم و پوست | |
| 533 | فنیل فسفین  Phenylphosphine | 10/110 | - | ppm 05/0 C | | - | | | | | درماتیت؛ اثر روی خون و بیضه | |
| 534 | فورات  Phorate | 40/260 | 05/0  mg/m3 (IVF) | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 535 | فسژن  Phosgene | 92/98 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ ادم ریه؛  آمفیزم ریه | |
| 536 | فسفین  Phosphine | 00/34 | ppm 3/0 | ppm 1 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 537 | اسید فسفریک  Phosphoric acid | 00/98 | mg/m3 1 | mg/m3 3 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 538 | فسفر (زرد)  Phosphorus(yellow) | 92/123 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقاني و تحتانی تنفسی؛ آسیب کبدی | |
| 539 | اکسی کلرید فسفر یا  تری کلرید فسفریل  Phosphorus oxychloride | 35/153 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 540 | پنتا کلرید فسفر  Phosphorus pentachloride | 24/208 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 541 | پنتا سولفید فسفر  Phosphorus pentasulfide | 29/222 | mg/m3 1 | mg/m3 3 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 542 | تری کلرید فسفر  Phosphorus trichloride | 35/137 | ppm 2/0 | ppm 5/0 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست | |
| 543 | انیدريد فتالیک  Phthalic anhydride | 11/148 | 1 | - | | A4  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست | |
| 544 | متا فتالودي نيتريل  m-Phthlodinitrile | 14/128 | mg/m3 (IVF) 5 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی چشم و پوست | |
| 545 | پیکلورام  Picloram | 48/241 | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی و کلیوی | |
| 546 | اسید پیکریک  Picric acid | 11/229 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | حساسیت های پوستی؛ درماتیت؛تحریک چشم | |
| 547 | پیندون  Pindone | 25/230 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | انعقاد | |
| 548 | ‡دی هیدروکلرید پی پرازین  Piperazine dihydrochloride | (05/159) | mg/m3 5 | - | | - | | | | | سوزش پوست و چشم؛ حساسیت پوستی ؛ آسم | |
| 549 | پیپریدین  Piperidine | 15/85 | ppm1 | پوست | | - | | | | |  | |
| 550 | پلاتین  Platium  فلز  Metal  نمکهای محلول، بصورت پلاتين  Soluble salts, as Pt | 09/195  متفاوت | mg/m3 1  mg/m3 002/0 | -  - | | -  - | | | | | آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی  آسم؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 551 | پلی وینیل کلراید  Polyvinyl chloride (PVC) | متفاوت | mg/m3 (R) 1 | - | | A4 | | | | پنوموکونیوزیس؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی؛ تغيیرعملکرد ریوی | | |
| 552 | سیمان پرتلند  Portland cement | - | mg/m3 (E,R) 1 | - | | A4 | | | | | عملكرد ریوی؛ علائم تنفسي؛ آسم | |
| 553 | هیدروکسید پتاسیم  Potassium hydroxide | 10/56 | - | mg/m3 2 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 554 | پروپان  Propane | مشاهده گازهای هیدروکربن های آلیفاتیک ؛ آلکانها (C1-C4) | | | | | | | | | | |
| 555 | پروپان سولتون  Propane sultone | 14/122 |  | - | | A3 | | | | | سرطان | |
| 556 | ان- پروپانول (ان- پروپیل الکل)  n- Propanol (n- Propyl alchol) | 09/60 | ppm 100 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 557 | 2- پروپانول یا ایزوپروپانول  2-Propanol | 09/60 | ppm 200 | ppm 400 | | A4  BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفس و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 558 | الکل پروپارژيل  Propargyl alchol | 06/56 | ppm 1 | - | | پوست | | | | | تحریک پوست؛ آسیب کبدی و کلیوی | |
| 559 | بتا- پروپیول استون  β-Propiolactone | 06/72 | ppm 5/0 | - | | A3 | | | | | سرطان پوست؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 560 | پروپیون آلدئید  Propionaldehyde | 1/58 | ppm 20 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 562 | اسید پروپیونیک  Propionic acid | 08/84 | ppm 10 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 563 | پروپوکسور  Propoxur | 24/209 | mg/m3 5/0 | - | | A3؛ | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 564 | پروپرانول ال  Propranolol | 34/259 | mg/m3 2 | mg/m3 6 | | - | | | | |  | |
| 565 | ان- پروپیل استات  n-Propyl acetate | 13/102 | ppm 200 | ppm 250 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسي و چشم | |
| 566 | پروپیلن  Propylene | 08/42 | ppm 500 | - | | A4 | | | | | خفگی و تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 567 | پروپیلن دی کلرید  Propylene dichloride | 99/112 | ppm 10 | - | | A4  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ اثر روی وزن بدن | |
| 568 | پروپیلن گلیکول دی نیترات  Propylene glycol dinitrate | 09/166 | ppm 05/0 | - | | پوست | | | | | سردرد ؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 569 | اكسيد پروپیلن  Propylene oxide | 08/58 | ppm 2 | - | | A4  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 570 | پروپیلن ايمین  Propylene imine | 09/57 | ppm2/0 | ppm 4/0 | | پوست؛ A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب کبدی | |
| 571 | ان- پروپیل نیترات  n-Propyl nitrate | 09/105 | ppm 25 | ppm 40 | |  | | | | | تهوع؛ سردرد | |
| 572 | پیرتروم  Pyrethrum | 345  (میانگین) | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی؛ تحریک قسمت تنفسی تحتانی | |
| 573 | پیریدین  Pyridine | 10/79 | ppm 1 | - | | A3 | | | | | تحریک پوست؛ آسیب کبدی وکلیوی | |
| 574 | پیریدافنتیون  Pyridaphenthion | 33/340 | mg/m3 2/0 | - | | پوست | | | | |  | |
| 575 | کینون  Quinone | 09/108 | ppm 1/0 | - | | - | | | | | تحریک چشم؛ آسیب پوست | |
| 576 | رزورسینول  Resorcinol | 11/110 | ppm 10 | ppm 20 | | A4 | | | | | سوزش چشم و پوست | |
| 577 | رودیوم  Rhodium  ترکیبات نامحلول و فلزي  Metal and insoluble compounds  ترکیبات محلول  Soluble compounds | 91/102  متفاوت  متفاوت | mg/m3 1  mg/m3 01/0 | -  - | | A4  A4 | | | | | فلزات؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی  نامحلول ها؛ تحریک قسمت تنفسی تحتانی؛  آسم | |
| 578 | رونل  Ronnel | 57/321 | mg/m3 (IVF) 5 | - | | A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 579 | آلاينده هاي حاصل از تجزيه حرارتي روزين در زمان لحيم كاري (كولوفوني)  Rosin core solder thermal decomposition Products colophony) | NA |  | - | | حساسیت | | | | | حساسیت پوستی درماتیت؛ آسم | |
| 580 | روتنون (تجاری)  Rotenone (commercial) | 41/391 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 581 | سلنیم و  ترکیبات آن بصورت سلنيم  Selenium and compounds | 96/78 | mg/m3 2/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 582 | هگزا فلورايد سلنيم  Selenium hexafluoride, as Se | 96/192 | ppm 05/0 | - | | - | | | | | ادم ریوی | |
| 583 | سزون  Sesone | 31/304 | mg/m3 10 |  | | A3 | | | | | تحريك سيستم گوارشي | |
| 584 | سلیس؛ کریسستالی، آلفا کوارتز و کریستوبالیت  Silica, Crystalline-α-Quartz and cristobalite | 09/60 | mg/m3 (R) 025/0 | - | | A2 | | | | | فیبروز و سرطان ریه | |
| 585 | سیلیس بی شکل  Silica amorphous | 09/60 | mg/m3 (R) 4/2  mg/m3  6 | - | | - | | | | |  | |
| 586 | کاربید سیلیکون  Silicon carbide  غیر اليافيNon-fibrous  اليافي (شامل الياف سبیلي شكل) Fibrous | 10/40 | mg/m3 (I,E) 10  mg/m3 (R,E) 3  1/0 | -  -  - | | -  -  A2 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی  تحریک قسمت فوقانی تنفسی  مزوتلومیا؛ سرطان | |
| 587 | تترا هیدرید سیلیکون  Silicon tetrahydride | 12/32 | ppm 5 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست | |
| 588 | نقرهSilver  فلزي، غبار و دمه  Metal, dust & fume  ترکیبات محلول، بصورت نقره  Soluble compounds as Ag | 87/107  متفاوت | mg/m3 1/0  mg/m3 01/0 | -  - | | -  - | | | | | آرژيري  (تجمع رنگدانه ها در بافتها) | |
| 589 | آزید سدیم  بصورت آزید سدیم  As Sodium azide  بصورت بخار اسید هیدرا زوئیک  As Hydrozoic acid vapour | 02/65 | -  - | mg/m329/0 C  ppm11/0 C | | A4  A4 | | | | | اختلال قلبی و آسیب ریوی | |
| 590 | بی سولفیت سدیم  Sodium bisulfate | 07/104 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، پوست و چشم | |
| 591 | فلوئورو استات سدیم  Sodium fluoroaccetate | 02/100 | mg/m3 05/0 | - | | پوست | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی؛ تهوع | |
| 592 | هیدروکسید سدیم  Sodium hydroxide | 01/40 | - | mg/m3 2 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 593 | متا بی سولفیت سدیم  Sodium metabisulfite | 13/190 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 594 | نشاسته  Starch | - | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | درماتیت | |
| 595 | استئارات ها  Stearates | متفاوت | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | | |
| 596 | حلال استودارد  Stoddard solvent | 00/140 | ppm 100 | - | | - | | | | | تحریک پوست و چشم؛ آسیب کلیوی؛ تهوع؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 597 | کرومات استرونسیوم  Strontium chromate, as Cr | 60/203 | mg/m3 0005/0 | - | | A2 | | | | | سرطان | |
| 598 | استركنين  Strychnine | 40/334 | mg/m3 15/0 | - | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 599 | مومنومر استايرن  Styrene, monomer | 16/104 | ppm 20 | ppm 40 | | A4  BEI | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ نوروپاتی محيطي؛ تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 600 | سوبتیلیزين ها  بصورت آنزیم فعال بلوری  Subtilisins as crystalline active enzyme | - | - | 00006/0 C mg/m3 | | - | | | | | آسم؛ تحریک قسمت تحتانی و فوقانی تنفسی | |
| 601 | سوکروز  Sucrose | 30/342 | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | فرسایش دندان | |
| 602 | متیل سولفو متورون  Sulfometuron methyl | 38/364 | mg/m3 5 | - | | A4 | | | | | اثرات خونی | |
| 603 | سولفوتپ  (TEDP)Sulfotep | 30/322 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 604 | دی اکسید سولفور  Sulfur dioxide | 07/64 | - | ppm 2 | | A4 | | | | | واکنش ریوی؛ تحریک قسمت تحتانی تنفسی | |
| 605 | هگزا فلوئورید گوگرد  Sulfur hexafluoride | 07/146 | ppm 1000 | - | |  | | | | | خفگی | |
| 606 | اسید سولفوریک  Sulfuric acid | 08/98 | mg/m3 (T) 2/0 | - | | A2 (M) | | | | | واکنش ریوی | |
| 607 | سولفور مونوکلرید  Sulfur monochloride | 03/135 | - | ppm 1 C | |  | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست | |
| 608 | پنتا فلوئورید گوگرد  Sulfur pentafluoride | 11/254 | - | ppm 01/0 C | |  | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ آسیب ريه | |
| 609 | تترا فلورید گوگرد  Sulfur tetrafluoride | 07/108 | - | ppm 1/0 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی وچشم؛آسیب ریه | |
| 610 | سولفوریل فلوئورید  Sulfuryl fluoride | 07/102 | ppm 5 | ppm 10 | | - | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 611 | سولپروفوس  Sulprofos | 43/322 | mg/m3 (IVF) 1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 612 | الیاف های شیشه مصنوعی  فايبرگلاس رشته اي پيوسته  (Synthetic vitreous fibers)  الياف پشم شيشه  (Glass Wool fibers)  الیاف پشم سنگ  (Rock wool fibers)  الیاف پشم سرباره  (Slag wool fibers)  فايبرگلاسهاي خاص  (Special purpose glass fibers)  الیاف نسوز سرامیکی  (Refractory Ceramic fibers) | -  -  -  -  -  - | 1  mg/m3  5  1  1  1  1  2/0 | -  -  -  -  -  -  - | | A4  A4  A3  A3  A3  A3  A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی  تحریک قسمت فوقانی تنفسی  فیبروز ریه؛ واکنش ریوی | |
| 613 | 2و4و5- تري کلروفنوکسي استيک اسيد (2,4,5-T)  2,4,5-Trichloro phenoxy acetic acid | 94/255 | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 617 | تالک  Talc  فاقد آزبست  containing no asbestos fibres  داراي آزبست  containing asbestos fibres | -  - | mg/m3 (E,R) 2  حد مجاز آزبست(K) | -  - | | A4  A1 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 618 | تلوريم و تركيباتش بصورت تلوريم به استثناء تلوريد هيدروژن  Tellurium and compounds, as Te, excluding hydrogen telluride | 6/127 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | بوي بد دهان | |
| 619 | هگزا فلوريد تلوريم  Tellurium hexafluride | 61/241 | ppm 02/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 620 | تمفوس  Temephos | 46/466 | mg/m3 (IVF) 1 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 621 | تربوفوس  Terbufos | 45/288 | mg/m3 (IVF)01/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 622 | اسید ترفتالیک  Terephthalic acid | 13/166 | mg/m3 10 | - | |  | | | | | - | |
| 623 | ترفنیل ها  Terphenyls | 31/230 | - | mg/m3 5 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 624 | 1و1و2و2- تترابرمواتان  1,1,2,2,-Tetra bromoethane | 70/345 | ppm (IVF) 1/0 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ ادم ریه؛ آسیب کبدی | |
| 625 | 1و1و1و2- تتراکلرو-2  و2- فلوئورو اتان  1,1,1,2-Tetra chloro- 2,2 difluoroethane | 83/203 | ppm 100 | - | | - | | | | | آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 626 | 1و1و2و2- تتراکلرو-1 و2- فلوئورو اتان  1,1,1,2-Tetra chloro- 1,2 difluoroethane | 83/203 | ppm 50 | - | | - | | | | | آسیب کبدی و کلیوی؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 627 | 1و1و2و2- تتراکلرواتان  1,1,2,2-Tetra chloroethane | 86/167 | ppm 1 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 628 | تترا کلرو اتیلن یا پرکلرواتیلن  Tetrachloroethylene | 80/165 | ppm 25 | ppm 100 | | A3؛ BEI | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 629 | تترا کلرو نفتالن  Tetrachloromethane | 96/265 | mg/m3 2 | - | | - | | | | | آسیب کبدی | |
| 630 | تترا اتیل سرب  Tetraethyl lead, as Pb | 45/323 | mg/m3 1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 631 | تترا اتیل پیرو فسفات  Tetraethyl pyrophosphate | 20/290 | mg/m3 (IVF) 01/0 | - | | پوست؛ | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 632 | تترا فلوئورو اتیلن  Tetrafluoroethylene | 20/100 | ppm 2 | - | | A3 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 633 | 1و1و1و2 - تترا فلورو اتان  1,1,1,2-tetra fluoroethane | 03/102 | ppm 1000 | - | | - | | | | |  | |
| 634 | تتراهیدروفوران  Tetrahydrofuran | 10/72 | ppm 50 | ppm 100 | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی و کلیوی؛ سرطان کبدی و کلیوی | |
| 635 | نمک های فسفونیوم تتراكيس (هيدروكسي متيل)  Tetrakis (hydroxymethyl)  phosphonium salts  كلريد فسفونيوم تترا كيس (هیدروکسی متیل)  Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride  سولفات فسفونيوم تترا كيس (هیدروکسی متیل)  Tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium sulfate | 56/190  26/406 | mg/m3 2  mg/m3 2 | -  - | | A4  حساسیت؛ A4 | | | | | کاهش وزن بدن؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات كبدي | |
| 636 | تترا متیل سرب  Tetramethyl lead, as Pb | 33/267 | mg/m3 15/0 | - | | پوست | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 637 | تترا متیل سوکسینو نیتریل  Tetramethyl succinonitrile | 20/136 | ppm 5/0 | - | | پوست | | | | | سردرد؛ تهوع؛ تشنج سیستم اعصاب مرکزی | |
| 638 | تترا نیترو متان  Tetranitromethane | 04/196 | ppm 005/0 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ سرطان قسمت فوقانی تنفسی | |
| 639 | تتریل  Tetryl | 15/287 | mg/m3 5/1 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 640 | تالیم و ترکیباتش، بصورت تاليوم  Thallium and  compounds, as Tl | 37/204  متفاوت | mg/m3  02/0 | - | | پوست | | | | | نوروپاتی محيطي؛ آسيب گوارشي | |
| 641 | 4و4'- تیوبیس (6- ترت- بوتیل- متا-کروزول)  4,4'-Thiobis (6-tert-butyl-m-cresol) | 52/358 | mg/m3  1 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 642 | اسید تیوگلیکولیک  Thioglycolic acid | 12/92 | ppm 1 |  | | پوست | | | | | تحریک قسمت پوست و چشم | |
| 643 | كاريد تیونیل  Thionyl chloride | 98/118 | - | ppm 2/0 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی | |
| 644 | تیرام  Thiuram | 44/240 | 05/0  mg/m3 (IVF) |  | | A4  حساسیت | | | | | تاثیر در وزن بدن؛ اثرات خونی | |
| 645 | قلع  Tin  فلزي  ترکیبات معدنی و اکسیدي بجز هیدرید  Oxide & inorganic compounds, except tin hydride  ترکیبات آلی  Organic compounds | 69/118  متفاوت  متفلوت | mg/m3 2  mg/m3 2  mg/m3 1/0 | -  -  mg/m3 2/0 | | -  -  پوست؛ A4 | | | | | پنوموکونیوزیس (یا استانوزیس)  تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ اثرات روي سیستم ایمنی بدن | |
| 646 | دی اکسید تیتانیم  Titanium oxide | 90/79 | mg/m3 10 | - | | A4 | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی | |
| 647 | ارتو تولیدین  o-Tolidine | 28/212 | - | - | | پوست؛ A3 | | | | | سوزش چشم؛ مثانه و کلیه؛ سرطان مثانه؛ مت هموگلوبینی | |
| 648 | تولوئن  Tlouene | 13/92 | ppm 20 | - | | A4  EBI | | | | | اختلالات بصری؛ اثرات سيستم تولید مثل زنان؛ | |
| 649 | ‡ تولوئن-2و4- یا 2و6- دی ايزوسیانات  (یا بصورت مخلوط)  Toluene -2,4- or 2,6-diisocyanate(or as a mixture) | 15/174 | ppm 005/0 | ppm 02/0 | | حساسیت  (A4) | | | | | حساسیت های تنفسي | |
| 650 | پارا تولوئن سولفونیل کلراید  p-Toluenesulphonyl chloride | 65/190 | - | mg/m3 5 | | - | | | | |  | |
| 651 | ارتو تولوئیدین  o-Toluidine | 15/107 | ppm 2 | - | | پوست؛ A3 | | | | | - | |
| 652 | متا تولوئیدین  m-Toluidine | 15/107 | ppm 2 | - | | پوست؛ A3 | | | | | سوزش چشم ؛ مثانه و کلیه  مت هموگلوبینی | |
| 653 | پارا تولوئیدن  p-Toluidine | 15/107 | ppm 2 |  | | پوست؛ A3 | | | | | مت هموگلوبینی | |
| 654 | تری بیوتیل فسفات  Tributyl phosphate | 32/266 | ppm 2/0 |  | |  | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ تهوع؛ سردرد | |
| 655 | اسید تری کلرو استیک  Trichloroacetic acid | 39/163 | ppm 1 |  | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 656 | 1و2و4- تری کلرو بنزن  1,2,4-Trichloro benzene | 46/181 | - | ppm5 C | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 657 | 1و1و2- تری کلرو اتان  1,1,2- Trichloro ethane | 41/133 | ppm 10 |  | | پوست؛ A3 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب کبدی | |
| 658 | تری کلرو اتیلن  Trichloroethylene | 40/131 | ppm 10 | ppm 25 | | A2  BEI | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ سمیت کلیوی؛ كاهش قوه ادراك | |
| 659 | تری کلرو فلوئورو متان  Trichlorofluro methane | 38/137 |  | ppm1000 C | | A4 | | | | | حساسیت های قلبی عروقی | |
| 660 | تری کلرو نفتالن  Trichloronapthalene | 51/231 | mg/m3 5 | - | | پوست | | | | | آسیب کبدی؛ جوشهاي شبه آكنه | |
| 661 | 1و2و3- تری کلرو پروپان  1,2,3-Trichloro propane | 43/147 | ppm 10 | - | | پوست؛ A3 | | | | | - | |
| 662 | 1و1و2- تری کلرو-1و2و2- تری فلوئورو اتان  1,1,2-Trichloro-1,2,2-  Trifuoroethane | 40/187 | ppm 1000 | ppm 1250 | | A4 | | | | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 663 | تری سیکل آزول  Tricyclazole | 24/189 | mg/m3 3 | - | | - | | | | |  | |
| 664 | تری کلرو فون  Trichlorphon | 60/257 | mg/m3 1 | - | | A4؛ | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 665 | تری اتانول آمین  Triethanloamine | 22/149 | mg/m3 5 |  | | - | | | | | سوزش پوست و چشم | |
| 666 | تری اتیل آمین  Triethylamine | 19/101 | ppm 1 | ppm 3 | | پوست؛ A4 | | | | | اختلالات بصری | |
| 667 | تری فلوئورو برمو متان  Trifluobromo methane | 92/148 | ppm 1000 | - | | - | | | | | اختلالات سیستم اعصاب مرکزی و قلبی عروقی | |
| 668 | 1و3و5- تری گلیسیدیل  -اس- تری آزينتريون  1,3,5-Triglycidyl-S-  Triazinetrione | 25/297 | mg/m3 05/0 | - | | - | | | | | آسیب های تولید مثل در مردان | |
| 669 | تری ملیتیک انیدرید  Trimellitic anhydride | 12/192 | 0005/0  mg/m3 (IVF) | 002/0  mg/m3 (IVF) | | پوست  حساسیت | | | | | حساسیت های سیستم تولید مثل | |
| 670 | تری متیل آمین  Trimethyl amine | 11/59 | ppm 5 | ppm 15 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی؛ | |
| 671 | تری متیل بنزن (مخلوط ایزومرها)  Trimethyl benzene (mixed Isomers) | 19/120 | ppm 25 | - | | - | | اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسم؛ اثرات خونی | | | | |
| 672 | تری متیل فسفیت  Trimethyl phosphite | 08/124 | ppm 2 | - | | - | | | | | تحریک چشم بازدارنده آنزیم کولین استراز | |
| 673 | 2و4و6- تری نیترو تولوئن  2,4,6-Trinitro toluene (TNT) | 13/227 | mg/m3 1/0 | - | | پوست | | | | | مت همو گلوبینی؛ آسیب کبدی؛  آب مروارید | |
| 674 | تری اورتوکرسیل فسفات  Triorthocresyl phosphate | 37/368 | mg/m3 1/0 | - | | پوست؛ A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 675 | تری فنیل فسفات  Triphenyl phosphate | 28/326 | mg/m3 3 | - | | A4 | | | | | بازدارنده آنزیم  کولین استراز | |
| 676 | تنگستن  Tungsten, as W  فلزات و ترکیبات نامحلول  Metal and insoluble compounds  ترکیبات محلول  soluble compounds | 85/183  متفاوت  متفاوت | mg/m3 5  mg/m3 1 | mg/m3 10  mg/m3 3 | | -  - | | | | | تحریک قسمت تحتانی تنفسی  اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ فیبروز ریه | |
| 677 | ترپنتین و منوترپن هاي منتخب  Turpentine and selected  Monoterpenes | 00/136  متفاوت | ppm 20 | - | | A4  حساسیت | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی؛ آسیب ریه | |
| 678 | اورانیوم طبیعی  ترکیبات محلول و نامحلول آن بصورت اورانيوم  Uranium(natural)  Soluble and insoluble | 03/238  متفاوت | mg/m3 2/0 | mg/m3 6/0 | | A1  BEI | | | | | آسیب کلیوی | |
| 679 | ان- والر آلدئید  n-Valer aldehyde | 13/86 | ppm 50 | - | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم؛ پوست | |
| 680 | پنتوکسید وانادیوم  Vanadium pentoxide as V | 88/181 | mg/m3  05/0 | - | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی | |
| 681 | میست روغن های نباتی  Vagetable oils mist | متغیر | mg/m3 10 | - | | - | | | | | اثرات تنفسی | |
| 682 | استات وینیل  Vinyl acetate | 09/86 | ppm 10 | ppm 15 | | A3 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 683 | بروماید وینیل  Vinyl bromide | 96/106 | ppm 5/0 | - | | A2 | | | | | سرطان کبد | |
| 684 | کلرید وینیل  Vinyl chloride | 50/62 | ppm 1 | - | | A1 | | | | | سرطان ریه؛ آسیب کبدی | |
| 685 | 4- وینیل سیکلوهگزان  4- Vinyl cyclohexene | 18/108 | ppm 1/0 | - | | A3 | | | | | آسیب های تولید مثل در مردان و زنان | |
| 686 | وینیل سیکلوهگزان دی اکسید  Vinyl cyclohexene dioxide | 18/140 | ppm 1/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب های سيستم تولید مثل در مردان و زنان | |
| 687 | فلوريد وینیل  Vinyl fluoride | 05/46 | ppm 1 | - | | A2 | | | | | سرطان کبد و آسیب کبدی | |
| 688 | ان- وینیل -2- پیرولیدون  N-Vinyl-2-pyrrolidone | 16/111 | ppm 05/0 | - | | A3 | | | | | آسیب کبدی | |
| 689 | کلرید وینیلیدن  Vinylidene chloride | 95/96 | ppm 5 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی و کلیوی | |
| 690 | فلوئورید وینیلیدن  Vinylidene flouride | 04/64 | ppm 500 | - | | A4 | | | | | آسیب کبدی | |
| 691 | وینیل تولوئن  Vinyl toluene | 18/118 | ppm 50 | ppm 100 | | A4 | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی و چشم | |
| 692 | وارفارین  Warfarin | 32/308 | mg/m3 1/0 | - | | - | | | | | انعقاد خون | |
| 693 | غبار چوب  Wood dust  سرو قرمز غربی  Western red cedar  گونه های دیگر  سرطان زائي  All other species carcinogenicity  بلوط و راش  Oak and beech  غان ؛ چوب ماهون  و درخت ساج ؛ گردو  Birch, mahogany, teak, walnut  غبار كليه چوب هاي ديگر  All other wood dusts | نامشخص | mg/m3  5/0  mg/m3  1  -  -  - | -  -  -  -  - | | A4؛ حساسیت  -  A1  A2  A4 | | | | | آسم  عملكرد ریوی | |
| 694 | گزیلن (ایزومرهاي ارتو، متا و پارا)  Xylene) o-, m-, p-isosmers) | 16/106 | ppm 100 | ppm 150 | | A4  BEI | | | | | تحریک قسمت فوقانی تنفسی، چشم و پوست؛ اختلال سیستم اعصاب مرکزی | |
| 695 | متا گزیلن آلفا و آلفا دی امین  m-Xylene α, α-diamine | 20/136 | - | mg/m31/0 C | | پوست | | | | | تحریک چشم؛ پوست | |
| 696 | گزیلیدین (مخلوط ایزومرها)  Xylidine (mixed isomers) | 17/121 | ppm (IVF) 5/0 | - | | پوست؛ A3 | | | | | آسیب کبدی؛  مت هموگلوبینی | |
| 697 | ايتریوم و ترکیبات آن  Yttrium and Compounds, as Y | 91/77 | mg/m3 1 | - | | - | | | | | فیبروز ریه | |
| 698 | دمه کلرید روي  Zinc chloride fume | 29/136 | mg/m3 1 | mg/m3 2 | | - | | | | | تحریک قسمت فوقانی و تحتانی تنفسی | |
| 699 | کرومات روي  Zinc chromates, as Cr | متفاوت | mg/m3 01/0 | - | | A1 | | | | | سرطان بینی | |
| 700 | اکسید روي  Zinc oxide | 37/71 | mg/m3 2 | mg/m3 10 | | - | | | | | تب دمه فلزی | |
| 701 | دی استئارات روی یا  استئارات روی  Zinc stearate | 35/632 | mg/m3  10  mg/m3 (R) 4 | mg/m3  20 | | - | | | | |  | |
| 702 | زیرکونیوم و ترکیباتش  Zirconium and compounds, as Zr | 22/91 | mg/m3 5 | mg/m3 10 | | 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 زايی عوامل مختلف در بین شاغلین، منجر به تفاسیر و اختلاف نظرهایی در بین متخصصان جهت تعیین قابلیت سرطان زایی و یا اینکه حداکثر مقدار مجاز مواجهه با آنها شده است. با در نظر گرفتن جنبه های مختلف روش طبقه بندی قابلیت سرطان زایی عوامل مختلف ارائه شده توسط ACGIH در این بخش معرفی می­گردد. براساس این روش عوامل سرطان زا به گروههای زیر طبقه بندی می­شوند:

A1- سرطان زای تائيد شده انساني

براساس مدارک مستدل از طريق مطالعات اپيدميولوژيکي ماده شيميايي براي انسان‌ سرطان زا مي‌باشد.

A2- مشکوک به سرطان زايي در انسان:

اطلاعات کيفي مربوط به سرطان زايي ماده شيميايي در حد کفايت مورد قبول قرارگرفته است ولي در اطلاعات ارائه شده کمبودهايي به­شرح زير وجود دارد که باعث ترديدهايي در تأثير سرطان زايي قطعی ماده شيميايي در انسان مي‌گردد:

الف- اطلاعات متناقض

ب- اطلاعات ناقص از لحاظ کميت

ج- ماده شيميايي در مطالعات انجام شده بر روي حيوانات آزمايشگاهي سرطان زا مي‌باشد و شرايط خاص سم­شناسي ماده ]دز(ها)، راه(های) تماس، اندام(هاي) مورد هدف، نوع بافت و مکانيزم(هاي) اثرات وارده[ مشابهت لازم با مواجهه های شغلي کارگران را دارا مي‌باشد.

بطور کلی طبقه­بندي A2 در شرایطي بکار می­رود که شواهد سرطان زايي انسانی یک عامل محدود بوده اما شواهد کافي در مورد سرطان زايی آن عامل در حيوانات آزمايشگاهي مشابه انسان موجود باشد.

A3- سرطان زای تایيد شده براي حيوان با ارتباط ناشناخته بر انسان

عواملی­که سرطان زایی آنها براي حيوانات آزمايشگاهي در یک دز نسبتاً زياد با یک روش(ها)، محل (های) اثر، سوابق و مکانیسمهایی که ممکن است چندان مرتبط با مواجهه شاغلین نباشد، به اثبات رسیده است. مطالعه­های اپيدميولوژيکي موجود، افزایش ریسک سرطان زايی انسانی این عوامل را تأیید نمی­کنند. شواهد موجود سرطان زايی این عوامل را در شرایط معمول مواجهه تأیید نمی­کنند مگر مواجهه تحت شرایط غیرمعمول، با روشهای غیرمحتمل و حدود مواجهه غیرطبیعی باشد.

A4- غيرقابل طبقه­بندي به عنوان يک عامل سرطان زای انساني:

عواملی که نگراني‌هايي را در مورد سرطان زایي براي انسان‌ پديد آورده است اما به دلیل کمبود داده ها امکان ارزیابی جامع در مورد آنها وجود ندارد. اين مواد به علت فقدان اطلاعات کافي نمي‌تواند به طور صحيح مورد ارزيابي قرارگیرد. مطالعه­های انجام­شده بر روی بافت زنده و بر روی حیوانات آزمایشگاهی، شواهدی از سرطان­زايي این مواد را بطوری که بتوان آنها را در يکي از گروههای قبلي طبقه­بندي نمود، ارائه نشده است.

A5- مشکوک نبودن به عنوان يک عامل سرطان زای انساني:

عواملی هستندکه بر اساس مطالعه­های جامع و صحيح اپيدميولوژيکي، مشکوک به سرطان زایي در انسان نمي‌باشند. اين مطالعه های اپيدميولوژيکي داراي جامعيت لازم، پيگيري مناسب برنامه پژوهشي و با سوابق مواجهه شغلي قابل اطمينان در دزهاي زياد بوده است. تجزيه و تحليل آماري اطلاعات به­دست آمده از این پژوهش­ها نشانگر عدم افزایش ریسک سرطان زای انسانی در اثر مواجهه با این عوامل می­باشد و یا هیچ اطلاعاتي در مورد سرطان زایي آنها بر روی حيوانات آزمایشگاهی موجود نمی­باشد. موادی که هیچ گونه داده ای در مورد سرطان زایی انسانی یا حیوانی برای آنها گزارش نشده است لقب بدون سرطان زایی را به خود اختصاص داده­اند.

مواجهه­هاي شغلي با عوامل سرطان­زا باید در حداقل ميزان نگهداشته شود.کارگراني که با سرطان­زاهای طبقهA1 بدون حد مجاز مشخص، مواجهه دارند مي‌بايست به طور صحيح براي حذف بيشترين حد ممکن هنگام مواجهه با این مواد تجهیز شوند. براي سرطان زاهاي A1 با حد مجاز(OEL) مشخص و سرطان زاهای گروه A2 و A3، مواجهه کارگر از کلیه روشها مي‌بايست به طور دقیق کنترل شود تا در نهایت مواجهه تا حد ممکن کمتر از OEL شود.

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

هدف کمیته تدوین حدود مجاز عوامل شیمیایی، تعیین OEL برای کلیه موادی است که شواهدی در مورد اثرات بهداشتی در غلظتهای هوابرد مشخص در محیط­های کاری وجود داشته باشد. زمانی که شواهد کافی در مورد یک ذره وجود داشته باشد، برای آن OEL تعیین می­شود. چنانچه این شواهد برای ذرات، کم یا ناکافی باشد، در یک گروه خاصی تحت عنوان PNOS قرار می­گیرند. کلیه ذرات این گروه دارای یک حد مجاز یکسان می­باشند مگر آنکه مطالعه ها و پژوهشهای آتی، اطلاعات کافی جهت تعیین حد مجاز مواجهه مستقل برای یک ذره را ارائه نماید که در این­صورت، آن ذره از لیست خارج می­شود. حد مجاز مواجهه گروه PNOS برای موارد زیر مورد استفاده قرار می­گیرد:

الف- ذره فاقد OEL کاربردی باشد.

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

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

باور این کمیته بر آن است که ذراتی که از لحاظ بیولوژیکی خنثی، نامحلول یا دارای انحلال ـ پذیری کم باشند، ممکن است دارای اثرات زیان آور باشند و توصیه می­شود که غلظت ذرات قابل استنشاق[[16]](#footnote-18) هوابرد آنها در مقادیر کمتر از mg/m3 3 و غلظت ذرات قابل تنفس[[17]](#footnote-19) آنها کمتر از mg/m3 10 حفظ شود تا زمانی که حدود مجاز اختصاصی برای آنها تعیین شود.

#### ضميمه ج- معيار نمونه­برداري مبتنی بر انتخاب سایز ذرات هوابرد

مخاطرات بالقوه مواد شيميايي که به شکل ذرات جامد يا مايع معلق همراه با هواي تنفسي وارد بدن مي‌شوند بنا به دلايل زير به اندازه ذرات و غلظت جرمي آنها بستگي دارد:

**تأثير اندازه ذرات در تعيين محل ته­نشيني آنها در دستگاه تنفسي**

بسياري از بيماريهاي شغلي مرتبط با ذراتي هستند که در مناطق معيني از دستگاه تنفسي ته­نشين مي‌شوند.

حد مجاز مواجهه ذرات سيليس آزاد کريستالي در ابعاد و اندازه معيني پيشنهاد گرديده است و از سالهاي قبل مشخص گرديده که ارتباط معني­داري بين بيماري سيليکوزیس و غلظت جرمي ذرات قابل تنفس سيليس آزاد کريستالي وجود دارد. در حال حاضر کميته فني با تکيه بر دو اصل ذيل در حال بررسي مجدد ساير مواد شيميايي است که به­صورت ذره در محيط کار منتشر مي‌گردند:

1- براي هر ماده شيميايي که بر سلامت انسان مؤثر است اندازه ذرات نقش تعيين کننده‌اي دارد.

2- غلظت جرمي ذرات مزبور در حد مجاز مواجهه مجاز تأثيرگذار است.

حد مجاز مواجهه براساس اندازه و ابعاد ذرات به سه شکل بيان مي‌شود:

1. حد مجاز مواجهه ذرات قابل تنفس[[18]](#footnote-20) (IPM-OEL):

مربوط به مواد شيميايي است که درصورت ته­نشين شدن در هر قسمت از دستگاه تنفسي، مخاطره آمیز هستند.

1. حد مجاز مواجهه ذرات توراسيکي[[19]](#footnote-21) (TPM-OEL):

شامل آن دسته از مواد شيميايي است که درصورت ته­نشين شدن در هر قسمت از راههاي هوايي ريه و ناحيه تبادل گازي ايجاد مخاطره مي‌کنند.

1. حد مجاز مواجهه ذرات قابل استنشاق[[20]](#footnote-22) (RPM-OEL):

شامل آن دسته از مواد شيميايي است که درصورت ته­نشين شدن در ناحيه تبادل گازي (کيسه‌هاي هوايي ريه) ايجاد مخاطره مي‌کنند.

بيان کمي سه گروه از ذرات فوق الذکر بر طبق روابط زیر مي‌باشد:

الف – توده ذرات قابل تنفس:

شامل ذراتي مي‌شود که گرفته شدن آنها بر اساس راندمان جمع آوري زیر بدون درنظر گرفتن موقعيت نمونه­بردار نسبت به مسير جريان باد مي‌باشد:

IPM (dae)=0.5[1+exp(-0.06d)]

برای ذراتی که µm 100 ≥<d 0 باشد.

که در رابطه فوق، IPM (dae)، بازده جمع­آوري ذرات با قطر آئروديناميکي و dae قطر آئرودینامیکی ذرات برحسب ميکرومتر مي‌باشد.

ب) توده ذرات توراسيکي:

متشکل از ذراتي است که گرفته شدن آنها مطابق با رابطه بازده جمع آوري زیر می­باشد:

TPM (dae)=IPM (dae)[1-F(X)]

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



ln: لگاریتم طبیعی

Γ: µm 64/11

Σ= 5/1

ج- توده ذرات قابل استنشاق:

متشکل از ذراتي است که گرفته شدن آنها مطابق با رابطه بازده جمع­آوري زیر می­باشد:

RPM (dae)= IPM (dae)[1-F(x)]

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

مهمترين تغییر اعمال شده مربوط به این بخش از ذرات تغییر قطر میانه از 5/3 به 4 ميکرومتر می­باشد. اين مطلب با پروتکل سازمان بين­المللی استاندارد و کميته تدوين استانداردهاي اروپا (ISO/CEN) تطابق دارد. در حال حاضر هیچ تغییری برای اندازه­گیری ذرات قابل استنشاق با سیکلون نايلوني mm10 در دبی L/min 7/1 توصیه نمی­شود. دو آنالیز انجام شده بر روی داده های موجود نشان داده است که دبی L/min 7/1 به سیکلون نایلونی mm10 اجازه می­دهد که یک تقریب صحیحی از غلظت ذرات قابل استنشاق را به نسبت یک نمونه­گیر ایده­آل ذرات قابل استنشاق فراهم نماید. بازده جمع آوری سایزهای مختلف ذرات با کسر جرمی هر یک در جداول زیر ارائه شده است:

جدول 1: ذرات قابل تنفس

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

**ضمیمه د : معيار حد مجاز مواجهه شغلي براي مخلوط‌ها**

جدول 2: ذرات توراسيک

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

جدول 3: ذرات قابل استنشاق

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

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

هنگام مواجهه با مخلوط مواد شیمیایی وضعیتهای مختلفی ممکن است رخ دهد: اثر افزایشی زمانی ایجاد می­شود که اثر بیولوژیکی ترکیب مواد برابر مجموع اثر هر یک از مواد شیمیایی به­تنهایی باشد. اثر سینرژیک هنگامی رخ می­دهد که اثر ترکیبی حاصل از چند ماده، بزرگتر از مجموع اثر هر یک از مواد به تنهایی باشد و اثر آنتاگونیسم در شرایطي 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 يا چند ماده خطرناک با اثرات مشابه سم شناسی بر روی سیستم یا ارگان هدف وجود داشته باشند، اثر ترکيبي آنها باید بيشتر از اثر انفرادی آنها مورد توجه قرار گیرد. درصورت عدم وجود اطلاعاتي که نمايانگر تأثيرات متقابل اين مواد بر يکديگر باشد، در مواردی که اثر بهداشتی و سیستم یا ارگان هدف آنها مشابه باشد، اثرات این عوامل را بايد به صورت افزايشي درنظر گرفت. در اين حالت اگر حاصل جمع رابطه زیر از عدد يک بیشتر شود، مواجهه شغلي با مخلوط مواد بیشتر از حد مجاز می­باشد:



C نمايانگر غلظت ماده موجود در هواي محيط کار وT حد مجاز مواجهه شغلي مربوط به آن ماده شيميايي مي‌باشد. 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 ماده­ای با OEL–TWA ولی بدون STEL مخلوط شود، مقایسه حد کوتاه مدت با محدوده نوسان آن بکار می­رود. محدوده نوسان معادل 5 برابر حد OEL–TWA آن ماده خواهد بود.

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

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

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

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



که:

T1STEL : OEL – STEL

T2 : OEL – TWA ماده بدون دارا بودن STEL

محدودیت ها و موارد خاص

قانون فوق هنگامي استثناء دارد که براساس دلايل موجه، اثرات اصلي مواد زيان آور مختلف، به صورت افزايشي نباشد و هر يک از مواد مخلوط به صورت مستقل بر بدن تأثير 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 برهم­کنش مخلوط مواد باعث مهار اثر سمی آنها شود. در چنین مواردی مواجهه زمانی بیشتر از حد مجاز تلقی می­شود که حداقل غلظت یکی از اجزاء بیشتر از حد مجاز خود باشد.

ممکن است برخي از آلاينده‌هاي هوا داراي اثرات سينرژيک يا تشديدي باشند در چنين حالاتي بايد مواد شيميايي به تنهايي تعيين و ارزيابي گردند. هر يک از مواد با اثرات تشديدي به تنهايي الزاماً زيان­آور نيستند. اثرات تشديدي ماده شيميايي مي‌تواند از راههاي استنشاق، مثلاً نوشيدن الکل هم زمان با استنشاق مواد خواب­آور (تري کلرواتيلن) باشد، اثرات تشديدي مخصوصاً در غلظتهاي خيلي زياد نمايان مي‌شود و احتمال بروز آن در غلظتهاي پايين کمتر است. هنگاميکه در فرايند يا عملياتي معين آلاينده‌هاي مختلفي به صورت گرد و غبار، دمه‌هاي فلزي بخارات يا گازها در هوا منتشر مي‌گردند، غالباً ارزيابي مقادير سنجش شده يک ماده شيميايي امکان پذير است. در اين موارد حد مجاز مواجهه شغلي که براي قياس بکار مي‌رود بايد با يک ضريب مناسب که ضریب سینرژیک است، کاهش يابد. مقدار اين کاهش به عواملي نظير تعداد مواد شيميايي در مخلوط، سميت آنها و مقدار نسبي ساير آلاينده‌هاي موجود بستگي دارد. فرايندهايي که باعث توليد دو يا تعداد بيشتري از آلاينده‌هاي زيان­آور در هوا مي‌گردند و به عنوان نمونه مي‌توان ذکر نمود شامل: جوشکاري، تعميرات اتومبيل، بلاستينگ، رنگ­آميزي، لاک­زني، جلاکاري، برخي عمليات ريخته­گري، گازهاي خروجي از موتورهاي ديزلي و غيره مي‌باشد.

رابطه اثرات افزایشی برای مخلوطی از چند عامل بکار می­رود اين روابط را نبايد براي مخلوطهايي که اجزاء آن واکنشهاي بسيار متفاوتي دارند بکار برد، مانند اسيد سيانيدريک (HCN) و دي اکسيد گوگرد (SO2). در چنين مواردي بايد فرمول اثرات مستقل مورد استفاده قرار گيرد. 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 A2, A1 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).

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

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.



آنالیز مواجهه کوتاه مدت به روش زیر انجام می­شود:



نتيجه: حد مجاز مواجهه کوتاه مدت مخلوط مواد موجود در هوا بيشتر از حد مجاز است.

#### مثال ب- اثرات مستقل:

هنگامی که اثرات اصلي مواد زيان­آور مختلف، به صورت افزايشي نباشد و هر يک از مواد مخلوط به صورت مستقل بر بدن تأثير گذارند، بدین معنی که اثر سم­شناسی مشابهی نداشته باشند و اندام هدف نیز برای مواد موردنظر یکسان نباشد، در اين موارد حد مجاز مواجهه شغلي مخلوط، مطابق با رابطه زیر خواهد بود:

≤ 1 ≤ 1 ≤ 1

هوايي حاوي غلظت سرب معادل mg/m312/0 سرب (با 15/0=OEL ) و 3 mg/m7/0 اسيد سولفوريک (با 1=OEL ) موجود است.

غلظت مخلوط کمتر از حد مجاز مواجهه شغلی است.

### ضمیمه ه: حداقل محتوای اکسيژن[[21]](#footnote-23)

تحويل اکسيژن کافی به بافت­های بدن برای ادامه حیات لازم بوده و به: 1) سطح اکسيژن موجود در هوای دمی 2) وجود و يا عدم وجود بيماريهای ريوی 3) سطح هموگلوبين خون 4) کينيتيک[[22]](#footnote-24) اکسيژنی که به هموگلوبين متصل مي­گردد 5) بازده قلبی و 6) جريان خون بافتی، بستگی دارد. در این قسمت فقط اثرات کاهش اکسيژن در هوای دمی مورد بحث قرار می­گيرد.

مغز و ميوکارد حساسترين بافتهای بدن نسبت به کاهش اکسيژن هستند. علائم اوليه کمبود اکسيژن عبارتند از: افزايش تهويه، افزايش بازده قلبی و خستگی. علائم ديگر ممکن است شامل سردرد، صدمه به فرايندهای فکری و هوشياری، کاهش هماهنگی، اختلال ديد، تهوع، بیهوشی، صرع و مرگ باشد. به هرحال ممکن است قبل از بیهوشی علامت مشخصی وجود نداشته باشد. آغاز و شدت علائم به عوامل متعددی مثل ميزان نقصان اکسيژن، مدت زمان نقصان اکسيژن، بار کاری، نرخ تنفس، درجه حرارت بدن فرد، وضعيت سلامتی فرد، سن و تطابق ریوی بستگی دارد. علائم اوليه افزايش تنفس و افزایش ضربان قلب وقتی آشکار می­شود که اشباع اکسيژن هموگلوبين به زير 90 درصد کاهش يابد. در اشباع اکسيژن هموگلوبين بين 80 تا 90 درصد، تغييرات فيزيولوژيکی در وضعيت سلامت فرد اتفاق می­افتد تا در برابر کاهش اکسیژن مقاومت کند، ولی در افراد در معرض خطر مثل بيماران آمفيزمی، اکسيژن درمانی برای اشباع اکسیژن هموگلوبين زير 90 درصد، تجويز می­شود. تا وقتی که فشار جزئی اکسيژن (PO2) در مويرگهای ريوی بالای 60 تور بماند، هموگلوبين بيش از 90 درصد اشباع خواهد شد و سطح نرمال انتقال اکسيژن در افراد بزرگسال سالم حفظ خواهد شد. به علت فضای مرده آناتوميکی، دی­اکسيدکربن و بخار آب، سطح فشار جزئي اکسيژن آلوئولی 60 تور برابر است با فشار جزئی اکسيژن 120 تور در هوای اطراف.

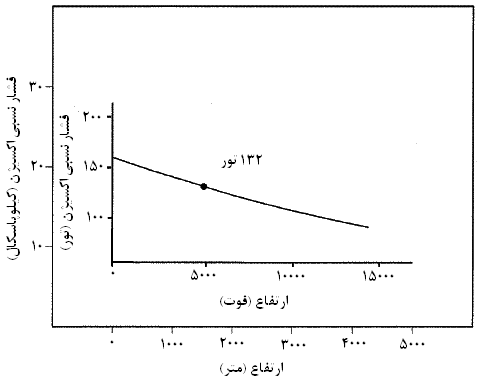
NIOSH فشار نسبي اکسيژن آلوئولی 60 تور را به عنوان حد فيزيولوژیکی تعيين کرده و محيطی که فشار جزئی اکسيژن در آن کمتر از 132 تور باشد را به عنوان محيطی که کمبود اکسيژن دارد، درنظر گرفته است. وجود حداقل 5/19 درصد اکسيژن در سطح دريا ( فشار جزئی 148 تور، هوای خشک) برای اغلب اعمال کاری يک حاشيه ايمنی مناسب (مقدار کافی از اکسیژن) را فراهم می­آورد. به هر حال اين حاشيه ايمنی به طور معنی داری با افزايش ارتفاع و افزايش بخار آب کاهش می­یابد، به طوری که در ارتفاع 5000 فوتی، فشار جزئی اکسيژن اتمسفری به 120 تور می­رسد و در ارتفاع بیش از8000 فوتی انتظار می­رود به کمتر از 120 تور برسد. اثرات فیزیولوژیکی کمبود اکسیژن و تغییرات فشار جزئی اکسیژن با ارتفاع از سطح دریا برای هوای خشک شامل 948/20 درصد اکسیژن در جدول و-1 نشان داده شده­است. هیچ گونه اثرات فیزیولوژیکی به واسطه نقصان اکسیژن در افراد بزرگسال و سالم در فشار جزئی اکسیژن بیشتر از 132 تور یا در ارتفاع کمتر از 5000 فوت انتظار نمی­رود.

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

شکل ه-1، نمودار نسبت PO2 با افزایش ارتفاع است که نشان دهنده حداقل مقدار 132 تور است. اگر فشار جزئی اکسیژن کمتر از 132 تور باشد یا اگر کمتر از مقدار قابل انتظار برای آن ارتفاع باشد، مطابق جدول ه-1، اقدامات جایگزینی همچون ارزیابی کامل محیطهای محصور برای شناسایی علت غلظت پایین اکسیژن، استفاده از پایشهای مداوم جامع با وسایل هشداردهنده توصیه می­شود. در کارگران تطابق یافته با ارتفاع، تطابق با ارتفاع می­تواند ظرفیت کاری افراد را تا 70 درصد افزایش دهد. استفاده از چرخه­های کار و استراحت با کاهش بار کاری و افزاش دوره­های استراحت، آموزش، بازرسی و پایش کارگران و دسترسی سریع و راحت به تجهیزات حفاظت تنفسی تأمین کننده اکسیژن نیز مناسب است.

گازهای جایگزین اکسیژن ممکن است خاصیت قابلیت اشتعال داشته یا دارای اثرات فیزیولوژیکی باشند، در این صورت بایستی در مورد شناسایی آنها و منبعشان بررسیهای لازم به طور کامل انجام شود. بعضی از گازها و بخارات وقتی در غلظتهای بالا در هوا حضور می­یابند در مرحله نخست به عنوان خفه کننده ساده بدون اثرات عمده فیزیولوژیک عمل می­کنند. یک OEL ممکن است برای هر خفه کننده ساده پیشنهاد نشده باشد زیرا فاکتور محدود کننده، اکسیژن موجود است.کمبود اکسیژن اتمسفری هشدارهای کافی را فراهم نمی­نماید و بیشتر خفه کننده­های ساده نیز بی ­بو هستند. این فاکتور بایستی در محدود کردن غلظت خفه کننده به ویژه در ارتفاعات بیشتر از 5000 فوت جایی­که PO2 اتمسفر ممکن است کمتر از 120 تور باشد، در نظر گرفته شود.

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



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

| ارتفاع فوت  (متر) | فشار بارومتریک تور، هوای خشک1 (کیلوپاسکال) | pO2 معادل، تور هوای خشک در 948/20 درصد اکسیژن2  (کیلوپاسکال) | درصد اکسیژن معادل، هوای خشک در سطح دریا3 (درصد) | تأثیر فیزیولوژیکی مقادیر pO24 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| (0) 0 | (101) 760 | (2/21) 159 | 9/20 | - |
| (305) 1000 | (4/97) 731 | (4/20) 153 | 1/20 | - |
| (610) 2000 | (8/93) 704 | (6/19) 147 | 3/19 | - |
| (914) 3000 | (3/90) 677 | (9/18) 142 | 7/18 | - |
| (1219) 4000 | (9/86) 652 | (3/18) 137 | 18 | - |
| (1524) 5000 | (6/83) 627 | (5/17) 131 | 2/17 | هیچ اثری در بزرگسالان سالم ندارد. |
| (1829) 6000 | (4/80) 603 | (8/16) 126 | 6/16 | از دست دادن سازگاری با تاریکی می­تواند در ارتفاعات بالای 5000 فوت اتفاق افتد. |
| (2134) 7000 | (3/77) 580 | (1/16) 121 | 16 | افزایش تهویه ریوی و برون ده قلبی، عدم تعادل، افت دقت و قدرت تفکر |
| (2438) 8000 | (5/74) 559 | (6/15) 117 | 4/15 | قرار گرفتن سریع در ارتفاع بالاتر از 8000 فوت ممکن است باعث بیماری ارتفاع بالا(آلکالوز تنفسی، سردرد، تهوع و استفراغ) در افراد تطابق نیافته شود.  صعود سریع ریسک ادم ریوی و مغزی در ارتفاع بالا را افزایش می­دهد. |
| (2743) 9000 | (6/71) 537 | (9/14) 112 | 7/14 | - |
| (3048) 10000 | (9/68) 517 | (4/14) 108 | 2/14 | - |
| (3353) 11000 | (4/66) 498 | (9/13) 104 | 7/13 | خستگی غیرنرمال در اعمال نیرو، عدم تعادل، قضاوت ضعیف، آشفتگی عصبی |
| (3658) 12000 | (8/63) 479 | (3/13) 100 | 2/13 | - |
| (3962) 13000 | (5/61) 461 | (9/12) 98 | 8/12 | - |
| (4267) 14000 | (1/59) 443 | (4/12) 93 | 2/12 | نارسایی در تنفس، قضاوت و هماهنگی خیلی ضعیف، بینایی ضعیف |

1 - از این رابطه محاسبه می­گردد: 

2 - از این رابطه محاسبه می­گردد: 

3 - از این رابطه محاسبه می­گردد: 

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

ضمیمه و: **روش محاسبه دو طرفه برای مخلوطهای بخارحلال هیدروکربنی تصفیه شده معین[[23]](#footnote-25)**

هدف کمیته تدوین حدود مجاز عوامل شیميایی، ارائه OEL برای کلیه مواد و مخلوطهایی است که شواهدی از اثرات بهداشتی آنها در غلظتهای معمول محیط کار وجود دارد. زمانی که شواهد زیادي در مورد آنها وجود داشته باشد، OEL تعیین می­شود. با این وجود حلالهای هیدروکربنی اغلب ترکیب پیچیده و متغیر دارند. در چنین مواردی استفاده از رابطه محاسباتی ارائه شده برای مخلوط مواد (ضمیمه د) مشکل است، چون این مخلوطهای نفتی دارای تعداد زیادی از ترکیباتی هستند که بسیاری از آنها فاقد OEL می­باشند.

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

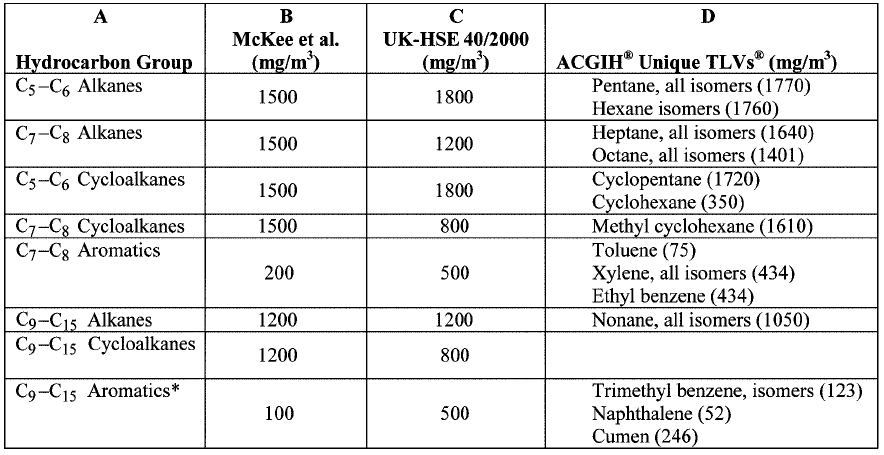
دو جنبه­ RCP عبارتند از: متدولوژی و مقادیر راهنمای گروهی[[24]](#footnote-26) (GGVS). فرمول RCP یک OEL مشخص را براساس نسبت جرم مخلوط، GGVS و در جائیکه کاربرد داشته باشد OEL ماده خالص، محاسبه می­کند. دو نمونه از GGVS منتشر شده در جدول ز-1 نشان داده شده که، GGVS از ستون B یا C و OEL از ستون D بدست می­آید.

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 mg/m³) و متیل نفتالین­ها(OEL-3 mg/m³) وجود داشته باشد، که حدود آنها کمتر از GGV است، این اجزاء باید جداگانه اندازه­گیری و بر اساس روش ضمیمه د ارزیابی شوند.

**کاربرد:**

جدول و-1 مقادیر راهنمای گروهی (GGV)



RCP فقط برای حلالهای هیدروکربنی که شامل آلفاتیک های اشباع شده (نرمال، ایزو آلکانها و سیکلو آلکانها) و آروماتیک­ها با تعداد کربن  که از مواد نفتی بدست می­آیند و دارای نقطه جوش °c320-35 است، بکار می­رود و برای مواد نفتي مشتق از سوختها، روغنهای روان­کننده یا مخلوط حلالها بکار نمی­رود. همچنین برای هیدروکربنهایی که سمیت آنها بطور معنی­داری بیشتر از مخلوط است (مثل بنزن) نیز بکار نمی­رود.

اگر تمام اجزاء مخلوط شامل موادی با OEL مشخص باشد، باید مطابق ضمیمه عمل نمود. هنگامی که مخلوط شامل مقدار مشخصی از یک ماده است که یک OEL دارد. (در مواردي كه استفاده از OEL باعث كمتر شدنGGV-TWAmixture شود)، همان مقادیر مشخصOEL باید در RCP وارد شود (ستون D جدول و-1). هنگامیکه مخلوط به تنهایی یک OEL مشخص دارد، برای آن مقدار از روشهای این ضمیمه استفاده نمی­شود. رابطه محاسبه دو طرفه مخلوط عبارتست از:



GGVmixture : OEL-TWA محاسبه شده برای مخلوط

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

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

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

#### محدودیت­ها:

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

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

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

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

#### مثال:

**حل**: مطابق ستون D از جدول ز-1 ، GGVmixture به طریق زیر بدست می­آید:



بنزن، بطور جداگانه براساس OEL خودش ارزیابی می­شود.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| اجزاء | درصد وزنی | GGV (mg/m3) |
| آلکانهای 8C – 7C، سیکلوآلکانها | 45% | 1500 |
| آلکانهای 10C – 9C، سیکلوآلکانها | 40% | 1200 |
| آروماتیک­های 8C – 7C | 9% | 200 |
| تولوئن | 6% | 75 |
| بنزن | 1%> | NA |

References

American Conference of Governmental Industrial (ACGIH). Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. 2011, [ACGIH® Signature Publication](http://www.acgih.org/products/sigpubs.htm), 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 شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه**[[25]](#footnote-27)**

پايش بيولوژيك[[26]](#footnote-28)

پايش بيولوژيك سنجش غلظت يك ماده شيميايي يا متابوليت هاي آن در ماتريس هاي بيولوژيك بوده و امکان ارزيابي مواجهه کارگران با مواد شيميايي موجود در محيط کار را در زمان هاي مشخص، از طريق اندازه­گيري نشانگرهاي مناسب در نمونه هاي بيولوژيک (شامل ادرار، خون و هواي بازدم) فراهم مي نمايد. پايش بيولوژيك مكملي جهت ارزيابي مواجهه از طريق نمونه برداري هوا بوده و با شناخت به موقع اثرات برگشت پذير، نقش مهمي در كاهش ريسك هاي مؤثر بر سلامت كارگران دارد. انجام برنامه هاي مراقبت بهداشتي كارگران در قالب پايش بيولوژيك، مستلزم به كارگيري يك ساز و كار اصولي و منظم مبتني بر مقررات طي يك دوره زماني طولاني بوده و متخصصين بهداشت حرفه­اي را در انجام امور زير ياري مي­كند:

* شناسايي و تعيين مقدار ماده شيميايي كه علاوه بر استنشاق از طريق پوست و خوراكي جذب شده
* اطلاع از مواجهات انجام شده در گذشته و ارزيابي ميزان سربار بدن
* شناسايي مواجهات غير شغلي كارگران
* بررسي ميزان اثربخشي وسايل حفاظت فردي و كنترل هاي مهندسي
* نظارت بر شيوه انجام كار

معمولاً جهت طراحي، انجام و تفسير پايش بيولوژيك در مواجهات شغلي از شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه (BEIs) استفاده مي گردد، كه كاربرد اين شاخص بستگي به ميزان تجربه در زمينه بهداشت حرفه­اي و مستندات موجود در خصوص حد مجاز مواجهه شغلي[[27]](#footnote-29) (OEL) دارد.

شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه

شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه، مقادير راهنما جهت ارزيابي نتايج پايش بيولوژيك بوده و از نمونه­هاي جمع آوري شده از كارگران سالمي كه از راه استنشاق در مواجهه با مقادير در محدوده OEL مي­باشند، به دست مي آيد. در اين بين موادي که OEL آنها بر مبناي محافظت در مقابل آثار غير سيستميک (مانند تحريک يا اختلالات تنفسي) ارائه شده، به علت جذب قابل ملاحظه اين مواد از ساير راهها (اغلب پوست) استثناء بوده و لذا در اين موارد نياز به انجام پايش بيولو‍ژيك خواهد بود.

شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه به طور كلي معرف مقاديري است كه در پائين تر از آن اثرات زيان­آوري بر سلامتي كارگران وجود نداشته باشد. هر چند BEI جهت سنجش اثرات زيان آور يا تشخيص بيماري ها توصيه نشده، معذلك متخصصين بهداشت حرفه­اي را جهت شناسایي و تعيين مقدار مواد شيميايي كه علاوه بر استنشاق، از طريق پوست يا گوارش جذب شده­اند، ياري مي­كند.

ارتباط BEI با OEL

پايش هوا به منظور تعيين OEL، نشان دهنده مواجهه استنشاقي بالقوه فردي يا گروهي بوده، در حالي كه BEI، شاخص جذب ماده شيميايي توسط فرد مي باشد. به دلايل مختلف، ميزان جذب افراد يك گروه شاغل با يكديگر متفاوت است، از اين رو ممكن است بين اطلاعات به دست آمده از نتايج نمونه­برداري هوا و پايش بيولوژيكي تناقضات زير مشاهده گردد. لذا قبل از طراحي و تفسير برنامه پايش بيولوژيكي، مراجعه به مستندات اختصاصي BEIs ضروري است.

* تفاوت فيزيولوژيکي و سطح سلامتي کارگران از جمله: ساختار بدني، رژيم غذايي، فعاليت آنزيمي و متابوليكي، ترکيب مايعات بدن، سن، جنس، بارداري، مصرف دارو و بيماري.
* فاكتورهاي مواجهه شغلي مانند: سرعت، شدت و مدت زمان انجام کار، مواجهه پوستي، دما و رطوبت، مواجهه هم زمان با انواع مواد شيميايي و ساير عادات شغلي.
* برنامه زماني نمونه برداري[[28]](#footnote-30): رعايت دقيق برنامه زماني به علت متفاوت بودن فرايندهاي توزيع، دفع و تغييرات بيوشيميايي حاصل از مواجهه با مواد شيميايي، و توصيه جهت استفاده از شاخص­هاي بيولوژيکي مواجهه تنها در صورت رعايت برنامه زماني توصيه شده.
* فاكتورهاي روش کار شامل: آلودگي ثانويه نمونه، تخريب نمونه هنگام جمع آوري، نگهداري و تجزيه و نیز خطا و اشتباه در انتخاب روش تجزيه.
* موقعيت قرار گيري وسيله پايش هوا نسبت به منطقه تنفسي كارگر.
* توزيع اندازه ذرات و فراهم زيستي.[[29]](#footnote-31)
* ميزان اثربخشي وسايل حفاظت فردي.
* فاكتورهاي مواجهه غير شغلي مانند: آلاينده­هاي خانگي[[30]](#footnote-32) و محيطي، آلودگي آب و غذا، بهداشت فردي، استعمال دخانيات، دارو و الکل، مواجهه با بعضي مواد شيميايي که مصرف خانگي دارند، مواجهه با مواد شيميايي مربوط به تفريح و سرگرمي يا موجود در ساير محيط هاي كاري.

اساس پيشنهاد هر BEI در مستندات موجود ارائه گرديده، اغلب BEIsبا OEL ارتباط مستقيم داشته و لذا هنگامي كه غلظت مواد شيميايي هوابرد در محدوده OEL باشد، غلظت شاخص­ها قابل پيش بيني خواهد بود. در حاليكه مقادير برخي از شاخص­ها مانند سرب از OEL به دست نيامده و با ميزان پيشرفت اثرات بهداشتي نامطلوب ارتباط دارد.

جمع آوري نمونه

از آن جايي­كه غلظت برخي از نشانگرها ممكن است سريعاً تغيير كند، لذا زمان جمع آوري نمونه بسيار حائز اهميت بوده و بايستي با دقت كنترل و ثبت گردد. زمان نمونه برداري با توجه به زمان ماندگاري نشانگر تعيين مي­گردد. مواد شيميايي كه در بدن تجمع مي­يابند، به زمان نمونه برداري خاصي نياز ندارند. زمانهاي جمع آوري نمونه توصيه شده به شرح زير مي باشند:

* ابتداي شيفت[[31]](#footnote-33): 16 ساعت بعد از خاتمه مواجهه.
* در طي شيفت[[32]](#footnote-34): در هر زمان پس از 2 ساعت مواجهه.
* انتهاي شيفت[[33]](#footnote-35): در اولين فرصت پس از خاتمه مواجهه.
* انتهاي هفته كاري[[34]](#footnote-36) : بعد از 4 يا 5 روز مواجهه مداوم.
* اختياري[[35]](#footnote-37) : در هر زمان دلخواه.

مقبوليت[[36]](#footnote-38) نمونه ادرار

نمونه­هاي ادرار خيلي رقيق يا خيلي غليظ معمولاً جهت پايش مناسب نيستند. سازمان بهداشت جهاني در خصوص حدود قابل نمونه ادرار دستورالعمل زير را ارائه نموده است:

* غلظت كراتينين بين gr/L 3 - 3/0 يا وزن مخصوص بين 030/1 – 010/1

نمونه هاي خارج از مقادير فوق بايستي دور ريخته شده و نمونه­هاي ديگري جمع­آوري گردد. از كارگراني كه به طور متوالي نمونه ادرار غير قابل قبول داشته باشند، بايستي معاينات پزشكي به عمل آيد. غلظت آن دسته از BEIs كه وابسته به ميزان ادرار باشد، نسبت به كراتينين بيان مي گردد. در حاليكه مواد شيميايي دفع شده از راه انتشار، لزومي به اصلاح برون ده ادرار ندارند. زماني كه داده­هاي ميداني اندازه­گيري كراتينين در دسترس باشد، BEI را بايستي نسبت به كراتينين بيان نمود. در ساير موارد كه اصلاح توصيه نشده باشد، BEI به صورت غلظت در ادرار گزارش مي­گردد.

ضمانت كيفي

پايش بيولوژيك از تمامي جوانب بايستي مطابق با يك برنامه تضمين كيفيت انجام گيرد. نمونه ها بايستي فاقد آلودگي ثانويه بوده، هنگام جمع­آوري تخريب نشده و با استفاده از ظروف مناسب و ثبت دقيق مشخصات فرد نمونه دهنده، زمان نمونه­گيري و شرايط زماني- مكاني مواجهه، جمع آوري گردد. روش تجزيه آزمايشگاهي بايد از صحت،‌ دقت و حساسيت مناسب جهت اندازه­گيري BEI برخوردار بوده و تجزيه نمونه ها مطابق با ضوابط كنترل كيفيت معمول آزمايشگاهي انجام گيرد.

متخصصين بهداشت حرفه­اي جهت ارزيابي صحت و درستي نتايج، بايستي همراه با نمونه كارگر، يك سري نمونه كور[[37]](#footnote-39) شامل انواع نمونه شاهد[[38]](#footnote-40) و نمونه­هاي حاوي استاندارد افزوده[[39]](#footnote-41) تهيه و به آزمايشگاه ارسال نمايند، تا بدين وسيله نسبت به توانايي آزمايشگاه در اندازه­گيري دقيق BEI، اطمينان حاصل كنند.

نمادهاي ملاحظات

* "B" (زمينه): نشانگر مورد نظر ممكن است به ميزان قابل ملاحظه­اي در نمونه هاي بيولوژيک اخذ شده از افرادي که مواجهه شغلي ندارند نيز يافت شود، اين مقادير زمينه­اي در تعيين BEI لحاظ شده است.
* "Nq" (غير كمي): بر مبناي مطالعه متون علمي موجود، لازم است براي اين ترکيب نيز پايش بيولوژيک منظور شود اما در حال حاضر اطلاعات كافي جهت تعيين BEI اختصاصي موجود نمي باشد.
* "NS" (غير اختصاصي): نشانگر غير اختصاصي بوده و ممكن است در اثر مواجهه با ساير مواد شيميايي نيز در نمونه بيولوژيک يافت گردد.
* "Sq" (نيمه كمي): هر چند اين نشانگر به عنوان شاخص بيولوژيک مواجهه با مواد شيميايي كاربرد دارد، اما اندازه­گيري آن از نظر كمي به دقت قابل تفسير نمي باشد. لذا در مواقعي كه انجام آزمايش کمي مقدور نباشد و يا آزمايش کمي اختصاصي نبوده و اصل نشانگر مورد سؤال باشد، جهت آزمايش غربالگري و اثبات تشخيص، مي توان از اين نشانگر استفاده نمود.

كاربرد BEIs

شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه كه به عنوان راهنمايي جهت ارزيابي خطرات بهداشتي بالقوه در بهداشت حرفه­اي كاربرد دارد، نشان دهنده تمايز مشخص بين مرز مواجهات خطرناك و بي خطر نمي­باشد. به طور مثال در مواردي ممكن است بالا بودن غلظت نشانگر خاصي از BEI، منجر به افزايش ريسك سلامت نگردد. چنانچه نتايج اندازه­گيري نمونه هاي مختلف اخذ شده از يك كارگر از BEI بيشتر باشد، بايستي علت موضوع بررسي و اقداماتي در راستاي كاهش مواجهه انجام گردد. همچنين اگر نتايج اندازه­گيري به دست آمده از گروهي از كارگران شاغل در يك محيط كاري واحد، از مقادير BEI تجاوز كند، ثبت اطلاعات مربوط به عمليات كاري و انجام تحقيقات ضرورت مي يابد.

با توجه به تغييرات طبيعي غلظت BEI در نمونه هاي بيولوژيك، نتايج به دست آمده از يك نمونه واحد نبايستي ملاك عمل قرار گرفته و جز در مواقع نمونه برداري مكرر و يا تجزيه تكراري يك نمونه، عمليات اجرايي را نبايستي به يك نمونه واحد محدود نمود. چنانچه دلايل قانع كننده­اي دال بر معني دار بودن حتي يك نتيجه بالا حاصل از مواجهه زياد وجود داشته باشد، بهتر است از ادامه كار كارگر ممانعت گردد. در مقابل مشاهدات مقادیر پایین­تر از BEI نيز لزوماً گوياي عدم وجود ريسك مؤثر بر سلامتی نمي باشد.

شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه صرفاً جهت كنترل خطرات بهداشتي بالقوه در كارگر توصيه شده و جهت استفاده در جمعيت­هاي عمومي و مواجهات غير شغلي مناسب نمي باشد. شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه براي 8 ساعت مواجهه روزانه در 5 روز هفته كاربرد دارد، هر چند ممكن است در برخي مشاغل، از تغيير برنامه زمان كاري استفاده شود، معذلك كميته BEI هيچ گونه تغيير يا فاكتور اصلاحي را در BEIs توصيه نمي­كند. مقادير BEI نه خط مرزي بين سلامت و غلظت هاي خطرناك بوده و نه شاخص سميت محسوب گرديده و بايستي توسط مطلعين بهداشت حرفه­اي استفاده گردد. از آن جايي كه دانش متابوليسم، توزيع، تجمع، دفع و اثرات مواد شيميائي به طور مؤثري در استفاده از BEIs مفيد مي باشد، لذا هنگام تصويب BEIs از اطلاعات توكسيكوكينتيك[[40]](#footnote-42) و توكسيكوديناميك[[41]](#footnote-43) نيز بهره گرفته شده است.

| شاخص­هاي بيولوژيكي مواجهه (BEIs) | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| رديف | ماده شيميايي | CAS[[42]](#footnote-44) No. | شاخص | | زمان نمونه برداري | BEI | ملاحظات |
| 1 | استن  ACETONE | [67-64-1] | استن در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/L 50 | غيراختصاصي |
| 2 | آفت كش هاي مهار كننده استيل كولين استراز  ACETYLCHOLINESTERAS INHIBITING PESTICIDES | -- | فعاليت كولين استرازي در گلبول هاي قرمز | | اختياري | 70% فعاليت پايه خود فرد | غيراختصاصي |
| 3 | آنيلين  ANILINE | [62-53-3] | آنيلين در ادرار | | انتهاي شيفت | -- | غيركمي |
| آنيلين آزاد شده از هموگلوبين در خون | | انتهاي شيفت | -- | غيركمي |
| پارا آمينوفنل در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/L 50 | زمينه،  نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| 4 | آرسنيك فلزي  ARSENIC, ELEMENTAL تركيبات غير آلي محلول (شامل آرسنيد گاليم و آرسين)  and  SOLUBLE INORGANIC COMPOUNDS  (excludes gallium arsenide and arsine) | [7440-38-2] | آرسنيك غير آلي به علاوه متابوليت هاي متيله در ادرار | | انتهاي هفته كاري | μgAs/L 35 | زمينه |
| 5 | بنزن  BENZENE | [71-43-2] | اس- فنيل مركاپتوريك اسيد در ادرار | | انتهاي شيفت | μg/g25  كراتينين | زمينه |
| ترانس- ترانس موكونيك اسيد در ادرار | | انتهاي شيفت |  μg/g كراتينين | زمينه |
| 6 | 1و3 بوتادي ان  1,3-BUTADIENE | [106-99-0] | 1و2 دي هيدروكسي-4- (ان- استيل سيستئينيل)- بوتان در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/L 5/2 | زمينه و  غيراختصاصي |
| مخلوط ان-1 و ان-12 (هيدروكسي بوتينيل) والين متصل شده به هموگلوبين (Hb) در خون | | اختياري | 5/ 2  pmol/g  هموگلوبين | غيراختصاصي |
| 7 | 2- بوتوكسي اتانول و  2- بوتوكسي اتيل استات  2-BUTOXYETHANOL and  2-BUTOXYETHYL ACETATE | [111-76-2] | بوتوكسي استيك اسيد (BAA) در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/g 200كراتينين | --- |
| 8 | كادميوم  CADMIUM  و تركيبات غيرآلي آن  and  INORGANIC COMPOUNDS | [7440-43-9] | كادميوم در ادرار | | اختياري | μg/g5  كراتينين | زمينه |
| كادميوم در خون | | اختياري | μg/L5 | زمينه |
| 9 | دي سولفيد كربن  CARBON DISULFIDE | [75-15-0] | 2-تيواكسوتيازوليدين -4-كربوكسيليك اسيد (TTCA) در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/g 0/5 كراتينين | زمينه و  غيراختصاصي |
| 10 | منوكسيد كربن  CARBON MONOXIDE | [75-15-0] | كربوكسي هموگلوبين در خون | | انتهاي شيفت | 5/3% هموگلوبين | زمينه و  غيراختصاصي |
| منوكسيد كربن در هواي بازدم | | انتهاي شيفت | ppm20 | زمينه و  غيراختصاصي |
| 11 | كلروبنزن  CHLOROBENZENE | [108-90-7] | 4-كلروكاتكول در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر  هفته | mg/g 100 كراتينين | غيراختصاصي |
| پاراكلروفنل در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | mg/g20 كراتينين | غيراختصاصي |
| 12 | كروم(VI) و فيوم هاي  محلول در آب  CHROMIUM (VI), Water-soluble fume | -- | كروم كل در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | μg/L25 | --- |
| افزايش يافته در طول شيفت | μg/L10 | --- |
| 13 | كبالت  COBALT | [7440-48-4] | كبالت در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | μg/L15 | زمينه |
| كبالت در خون | | انتهاي شيفت در آخر هفته | μg/L1 | زمينه و  غيراختصاصي |
| 14 | سيكلوهگزانول  CYCLOHEXANOL | [108-93-0] | 1و2-سيكلوهگزان دي ال در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | -- | غيركمي و  غيراختصاصي |
| سيكلوهگزانول در ادرار | | انتهاي شيفت | -- | غيركمي و  غيراختصاصي |
| 15 | سيكلوهگزانون  CYCLOHEXANONE | [108-94-1] | 1و2-سيكلوهگزان دي ال در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | mg/L80 | نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| سيكلوهگزانول در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/L8 | نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| 16 | دي كلرومتان  DICHLOROMETHANE | [75-09-2] | دي كلرومتان در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/L 3/0 | نيمه­كمي |
| 17 | ان و ان دي متيل استاميد  N,N-DIMETHYLACETAMIDE | [127-19-5] | ان- متيل استاميد در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | mg/g 30 كراتينين | --- |
| 18 | ان و ان دي متيل فورماميد  (DMF)  N,N-DIMETHYLFORMAMIDE | [68-12-2] | ان- متيل فورماميد در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/L 15 | --- |
| ان- استيل- اس-(ان- متيل كاربامويل) سيستئين در ادرار | | ابتداي آخرين شيفت هفته | mg/L 40 | نيمه­كمي |
| 19 | 2- اتوكسي اتانول (EGEE) و  2-اتوكسي اتيل استات (EGEEA)  2-ETHOXYETHANOL and  2-ETHOXYETHYL ACETATE | [110-80-5]  And  [111-15-9] | 2- اتوكسي استيك اسيد در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | mg/g 100كراتينين | --- |
| 20 | اتيل بنزن  ETHYL BENZENE | [100-41-4] | مجموع ماندليك اسيد و  فنيل گلي اگزاليك اسيد در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | mg/g 7/0كراتينين | نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| اتيل بنزن در هواي بازدم | | اختياري | -- | نيمه­كمي |
| 21 | \* فلورايدها  FLUORIDES | -- | فلورايدها در ادرار | | ابتداي شيفت | mg/g 3 كراتينين | زمينه و  غيراختصاصي |
| انتهاي شيفت | g/g 10 كراتينين | زمينه و غيراختصاصي |
| 22 | فورفورال  FURFURAL | [98-01-1] | فوروئيك اسيد در ادرار | | انتهاي شيفت | mg/L 200 | غيراختصاصي |
| 23 | ان- هگزان  n-HEXANE | [110-54-3] | 2و5- هگزان دي ان در ادرار | | انتهاي شيفت در آخر هفته | mg/L 4/0 | --- |
| 24 | سرب  LEAD | [7439-92-1] | پروتوپورفيرين روي (ZPP) در خون | | حداقل پس از 1 ماه مواجهه | μg/dL 250 گلبولهاي قرمز | زمينه |
| μg/dL100  خون | زمينه |
| دلتا آمينو لوولنيك (ΔALA) در ادرار | | انتهاي شيفت  در آخر هفته | mg/L 5 | نيمه­كمي |
| سرب در خون | | اختياري | μg/dL30 | --- |
| تذكر: زنان باردار با سرب خون بالاتر از μg/dL 10 به طور بالقوه در معرض ريسك به دنيا آوردن نوزادن با سرب خون بیش از مقادير توصيه شده توسط مركز كنترل بيماري ها (CDC)، قرار دارند. ريسك نارسائي شناختي در اين كودكان بالا بوده و لذا سرب خون آنان بايستي به طور منظم پايش شده و اقدامات مناسبي جهت به حداقل رساندن مواجهه محيطي اين كودكان اتخاذ گردد. (پیشگیری از مسمومیت با سرب در نوزادان- CDC - اكتبر 1991) | | | | | | |
| 25 | جيوه  MERCURY | -- | جيوه غيرآلي كل در ادرار | ابتداي شيفت | | μg/g35  كراتينين | زمينه |
| جيوه غيرآلي كل در خون | انتهاي شيفت  در آخر هفته | | μg/L15 | زمينه |
| 26 | متانول  METHANOL | [67-56-1] | متانول در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/L 15 | زمينه و  غيراختصاصي |
| 27 | القاء كننده هاي متهموگلوبيني  METHEMOGLOBIN INDUCERS | -- | مت هموگلوبين در خون | در طول يا انتهاي شيفت | | 5/1% هموگلوبين | زمينه،  نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| 28 | 2- متوكسي اتانول(EGME) و  متوكسي اتيل استات (EGMEA)  2-METHOXYETHANOL and  2-METHOXYETHYL ACETATE | [109-86-4] and  [110-49-6] | 2- متوكسي استيك اسيد در ادرار | انتهاي شيفت  در آخر هفته | | mg/g 1 كراتينين | --- |
| 29 | متيل ان- بوتيل كتون  METHYL n-BUTYL KETONE | [591-78-6] | 2و5 - هگزان دي ان در ادرار | انتهاي شيفت  در آخر هفته | | mg/L 4/0 | --- |
| 30 | متيل كلروفرم  METHYL CHLOROFORM | [71-55-6] | متيل كلروفرم در هواي بازدم | ابتداي آخرين شيفت هفته | | ppm40 | --- |
| تري كلرواستيك اسيد در ادرار | انتهاي هفته كاري | | mg/L 10 | نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| تري كلرواتانول كل در ادرار | انتهاي شيفت در آخر هفته | | mg/L 30 | نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| تري كلرواتانول كل در خون | انتهاي شيفت در آخر هفته | | mg/L 1 | غيراختصاصي |
| 31 | 4و4- متيلن بيس (2-كلروآنيلين) [MBOCA]  4,4-METHYLENE BIS  (2-CHLOROANILINE) | [101-14-4] | MBOCA كل در ادرار | انتهاي شيفت | | -- | نيمه­كمي |
| 32 | متيل اتيل كتون (MEK)  METHYL ETHYL KETONE | [78-93-3] | MEK در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/L 2 | --- |
| 33 | متيل ايزوبوتيل كتون (MIBK)  METHYL ISOBUTYL KETONE | [108-10-1] | MIBK در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/L 1 | --- |
| 34 | ان-متيل-2-پيروليدين  N-METHYL-2PYROLIDONE | [872-50-4] | 5- هيدروكسي- ان- متيل-2-پيروليدون در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/L 100 | --- |
| 35 | نيتروبنزن  NITROBENZENE | [98-95-3] | پارانيتروفنل كل در ادرار | انتهاي شيفت در آخر هفته | | mg/g 5 كراتينين | غيراختصاصي |
| متهموگلوبين در خون | انتهاي شيفت | | 5/1%  هموگلوبين | زمينه،  نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| 36 | پاراتيون  PARATHION | [56-38-2] | پارانيتروفنل كل در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/g 5 /0 كراتينين | غيراختصاصي |
| فعاليت كولين استراز در گلبول هاي قرمز | اختياري | | 70% فعاليت پايه خود فرد | زمينه،  نيمه­كمي و  غيراختصاصي |
| 37 | پنتاكلروفنل (PCP)  PENTACHLOROPHENOL | [87-86-5] | PCP كل در ادرار | ابتداي آخرين شيفت هفته | | mg/g 2 كراتينين | زمينه |
| PCP آزاد در پلاسما | انتهاي شيفت | | mg/L 5 | زمينه |
| 38 | فنل  PHENOL | [108-95-2] | فنل در ادرار | انتهاي شيفت | | mg250 کراتینین | زمينه و  غيراختصاصي |
| 39 | باي فنيل هاي پلي كلرينه (PCBs)  POLYCHLOROBIPHENYLS | -- | PCB كل در خون | اختياري | | μg/L25 | --- |
| 40 | هيدروكربن هاي آروماتيك چند حلقه اي(PAHs)  POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS | -- | 1- هيدروكسي پيرين  (1-HP) در ادرار | انتهاي شيفت در آخر هفته | | -- | نيمه­كمي |
| 41 | 2-پروپانول  2-PROPANOL | [67-63-0] | استون در ادرار | انتهاي شيفت در آخر هفته | | mg/L40 | زمينه و  غيراختصاصي |
| 42 | استايرن  STYRENE | [100-42-5] | مندليك اسيد به علاوه  فنيل گلي اگزاليك اسيد در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/g 400 كراتينين | غيراختصاصي |
| استيرن در خون وريدي | انتهاي شيفت | | mg/L 2/0 | نيمه­كمي |
| 43 | تتراكلرواتيلنTETRACHLORO ETHYLENE | [127-18-4] | تتراكلرواتيلن در هواي بازدم | ابتداي شيفت | | ppm3 | --- |
| تتراكلرواتيلن در خون | ابتداي شيفت | | mg/L 5/0 | --- |
| 44 | تتراهيدروفوران  TETRAHYDROFURAN | [109-99-9] | تتراهيدروفوران در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/L 2 | --- |
| 45 | تولوئن  TOLUENE | [108-88-3] | تولوئن در خون | ابتداي آخرين شيفت هفته | | mg/L 02/0 | --- |
| تولوئن در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/L 03/0 | --- |
| اتوكروزول در ادرار | انتهاي شيفت | | mg/g 3 /0 كراتينين | زمينه |
| اسيد هيپوريك در ادرار | انتهاي شيفت | | g/g 6 /1 كراتينين | زمينه و  غيراختصاصي |
| 46 | تري كلرواتيلن  TRICHLOROETHYLENE | [79-01-6] | تري كلرواستيك اسيد در ادرار | انتهاي شيفت در آخر هفته | | mg/L 15 | غيراختصاصي |
| تري كلرواتانول در خون | انتهاي شيفت در آخر هفته | | mg/L 5/0 | غيراختصاصي |
| تري كلرواتانول در ادرار | ابتداي آخرين شيفت هفته | | mg/L100 | غيراختصاصي |
| تركيبات تري كلرو كل در ادرار | ابتداي آخرين شيفت هفته | | mg/L150 | غيراختصاصي |
| تري كلرواتيلن در خون | انتهاي شيفت در آخر هفته | | -- | نيمه­كمي |
| تري كلرواتيلن در هواي بازدم | انتهاي شيفت در آخر هفته | | -- | نيمه­كمي |
| 47 | اورانيوم  URANIUM | [7440-61-1] | اورانيوم در ادرار | انتهاي شيفت | | μg/L200 | --- |
| 48 | پنتوكسيد واناديوم  VANADIUM PENTOIDE | [79-01-6] | واناديوم در ادرار | انتهاي شيفت | | μg /g 0 5كراتينين | --- |
| 49 | گزيلن­ها (آزمايشگاهي يا تجارتي)  XYLENES  (technical or commercial grade) | [95-47-6; 108-38-3; 106-42-3; 1330-20-7] | متيل هيپوريك اسيد در ادرار | انتهاي شيفت | | g/g 5 /1 كراتينين | --- |

اعلام تغييرات در دست بررسي[[43]](#footnote-45) (NIC)

مواد شيميايي و شاخص­هاي بيولوژيكي مربوط به آنها به يكي از دلايل زير در ليست تغييرات در دست بررسي (NIC) قرار گرفته و در مدت قرارگيري BEI در ليست، پيشنهادات رسيده توسط كميته فني مربوطه بررسي مي­گردد.

* پيشنهاد يك شاخص بيولوژيكي براي اولين بار.
* پيشنهاد تغيير براي يك شاخص بيولوژيكي تصويب شده.
* پيشنهاد باقي ماندن ماده شيميايي در ليست تغييرات.
* رد پيشنهاد پذيرش و عدم خروج BEI مورد نظر از ليست.

چنانچه در مدت حضور ماده شيميايي در ليست تغييرات در دست بررسي، مستندات كافي مبتني بر علمي بودن دلايل تغيير در BEI موجود دريافت نگردد، BEI تصويب شده قبلي از جانب كميته فني مورد پذيرش قرار مي­گيرد. اما اگر مستندات و شواهد دريافت شده در اين مدت از نقطه نظر كارشناسي قانع كننده باشد، كميته فني مجاز به باقي گذاشتن و يا خارج نمودن ماده شيميايي از ليست NIC مي­باشد.

| اعلام تغييرات در دست بررسي (BEIs) | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| رديف | ماده شيميایي | CAS No. | شاخص | زمان نمونه برداري | BEI | ملاحظات |
| 1 | فلورايدها  FLUORIDES | -- | فلورايدها در ادرار | ابتداي شيفت | 2 mg/L كراتينين | زمينه و  غير اختصاصي |
| انتهاي شيفت | 3 mg/L كراتينين | زمينه و  غير اختصاصي |

References

ACGIH, Threshold limit values (TLVs) for chemicals substances and Physical agents and biological exposure indices. Cincinati, Ohaio, 2011.

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

The [Japan Society for Occupational Health](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Japan%20Society%20for%20Occupational%20Health%22%5BCorporate%20Author%5D), Recommendation of occupational exposure limits (2010-2011), [J Occup Health.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17708058) 49(4): pp 308-24 (2010).

The [Japan Society for Occupational Health](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Japan%20Society%20for%20Occupational%20Health%22%5BCorporate%20Author%5D), Recommendation of occupational exposure limits (2008-2009) [,](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17708058)50(4):pp 426-43 (2008).

The [Japan Society for Occupational Health](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Japan%20Society%20for%20Occupational%20Health%22%5BCorporate%20Author%5D), Recommendation of occupational exposure limits (2006-2007). [J Occup Health](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17708058), 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 شغلي(OEL) با عوامل فيزيکي محيط کار

مقدمه

در اين بخش مقادير حدود مجاز مواجهه شغلي(OEL) شاغلین با عوامل فيزيکي شامل صدا، ارتعاش، پرتوهای یون ساز، پرتو های فرابنفش و فرو سرخ، لیزر و شرايط جوي (شامل گرما و سرما) ارائه مي­گردد. مقادير حد مجاز مواجهه شغليبا عوامل فيزيکي نيز همانند ساير حدود تعیین شده در این کتابچه به شرايطي اشاره دارد که اگر تقريباً کليه شاغلين سالم روزانه و به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گيرند آثار نامطلوب قابل توجهی بر سلامت آنان ظاهر نگردد. طبعاً این مقادیر بیان کننده مرز قطعی سلامت و خطر نمی­باشد. اعداد ذکر شده در این کتابچه تعیین کننده حد مجاز مواجهه شغلي با یک عامل فیزیکی به تنهایی است و در صورتی که فرد به طور همزمان با سایر عوامل فیزیکی یا حتی شیمیایی تشدیدکننده اثرات این عوامل مواجهه داشته باشد، حد مجاز به حد مراقبت (اقدام) کاهش پیدا­ می­کند و مسئولین ذیربط باید بررسی­های متناسبی برای پیشگیری از اثرات توأم تا اطمینان از حفظ سلامت شاغلین به عمل آورند.

به واسطه تنوع عوامل فيزيکي و گستره وسيع طول موج آنها، در اندازه­گيري و ارزشيابي اين عوامل از روشهاي علمي، فنون و وسايل اندازه­گيري گوناگوني استفاده مي­شود. به همين دليل کاربرد حد مجاز مواجهه شغليعوامل فيزيکي توسط افرادي که در زمينه روشهاي اندازه­گيري و ارزشيابي آن آموزش و تجربه کافي کسب نموده باشند بسيار حائز اهميت است، بديهي است به دليل پيچيدگي موضوع هنگام کاربرد حد مجاز مواجهه شغليبايستي رايج ترين مستندات علمي مورد مطالعه و دقت قرار گيرد.

به­دليل وجود تفاوت در حساسيت افراد، مواجهه فرد با مقاديري در حد مجاز مواجهه شغلييا حتي کمتر از آن، مي­تواند در افراد حساس سبب آزار، بدتر شدن شرايط موجود، يا گاه موجب اختلال یا صدمه فيزيولوژيک در وي گردد. همچنين برخي افراد در مواجهه همزمان با تعدادي از عوامل فيزيکي در محيط کار حساسيت بيش از حدي از خود نشان مي­دهند که اين امر ناشي از عوامل متعددي از جمله زمينه ژنتيک فرد، سن، عادات فردي (مثلاً استعمال دخانيات، الکل، يا ساير مواد مخدر) تحت درمان با دارو، يا مواجهه­ هاي قبلي يا همزمان مي باشد. در مواجهه با برخي عوامل فيزيکي اين گروه از کارگران را نمي­توان از اثرات نامطلوب ناشي از مواجهه در حد مجاز مواجهه شغلييا حتي کمتر از آن محافظت نمود. بايد اين گروه کارگران با استفاده از انجام معاينات دوره­اي براي اعمال محافظت بيشتر مشخص گردند.

حد مجاز مواجهه شغلي حاضر در زمینه عوامل فیزیکی حاصل جمع بندی ترکیبی از اقتباس[[44]](#footnote-46) از نهادهای علمی و تخصصی بین المللی، اطلاعات حاصل از تجارب صنعتي، مطالعات پژوهشی[[45]](#footnote-47) و تجربي داخل و خارج از کشور، اجماع[[46]](#footnote-48) متخصصین و صاحب نظران و در برخي موارد ترکيبي از هر سه نوع مي­باشد. حد مجاز مواجهه شغليبا عوامل فيزيکي براي عمليات بهداشت حرفه­اي در نظر گرفته شده است و بايد فقط توسط مهندسین بهداشت حرفه­اي تفسير و بکار گرفته شود. حدود تعیین شده نبايد در موارد زير بکار رود:

1. ارزشيابي يا کنترل کيفيت عوامل فيزيکي در خارج از محيط کار
2. به عنوان تنها برهان جهت قبول يا رد صدمات یا ناتواني جسمي افراد

تعاريف

در اين بخش مقادير حد مجاز مواجهه شغليتحت عناوين زير بيان گرديده است:

الف : مقدار حد مجاز مواجهه شغلي - ميانگين وزني زماني (OEL-TWA[[47]](#footnote-49))

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

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

منظور مقاديري است که شاغلين نبايد حتي براي مدتي کوتاه در مواجهه با مقاديري بيش از حد مذکور قرار گيرند.

ج- حد مراقبت (اقدام) (Action Limit)

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

آکوستیک

مادون صوت و اصوات با دامنه فرکانس پايين

حد مجاز مواجهه شغلی فرو صوت و صوت­هاي با بسامد پایین به مقاديري اشاره دارد که چنانچه شاغلين به طور مکرر در مواجهه با آنها قرار گيرند اثر سوء مشهودی، منهاي اثر بر شنوايي انسان، بر آنان عارض نگردد. به استثناء اصوات ضربه­اي با زمان تکرار کمتر از 2 ثانيه، در فرکانس­هاي يک سوم اکتاوباند از 1 تا 80 هرتز، نبايد مقدار سقف تراز فشار صوت از dB(C) 145 فراتر رود. علاوه بر آن، تراز کلي فشار صوتي وزن نيافته نبايد از مقدار سقف dB(C) 150 افزون گردد. معیارها نیز باید با استاندارد S1.11-1986(R1998) - ANSI مطابقت نماید. براي اين نوع مواجهه­ها در مقادير حد مجاز مواجهه شغلی بيان شده براي فراصوت و صدا (NOISE) ، جهت پيشگيري از افت شنوايي ناشي از آن محدوديت زماني تعیین شده است. کاهشی در مقادیر حدود مواجهه شغلی مزبور متناسب با زمان مواجهه نیز پیش بینی شده است که ميزان اين کاهش بستگي به میزان افزایش تراز صوت داشته و به منظور حفاظت از شنوايي افراد پیش بینی شده است.

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

معيار جايگزين و نسبتاً محدودتر ديگر که براي صداهای پر نوسان یا ضربه­اي مورد استفاده قرار مي­گيرد، تراز فشار صوت قله (SPL-Peak) می­باشد که بیان­کننده تراز ضربه­ای یا کوبه­ای صوت بوده و مقدار آن نبايد از dB(L[[48]](#footnote-50)) 145 فراتر رود. در هنگام کاربرد اين معيار، وسايل سنجش بايد مطابق با استاندارد ANSI-S1.4-1983(R2006), ANSI-S1.25-1991(R2007), IEC-804-1990 باشند و حساسيت­پاسخ فرکانس خطي يا وزن نيافته آنها حداقل 2 هرتز باشد.

#### نکته

اصوات با دامنه فرکانس پایين در ناحيه قفسه سينه می­تواند باعث ايجاد رزونانس (تشديد) شده که در حدود 60-50 هرتز ارتعاش کل بدن را به دنبال دارد. اين حالت موجب آزار و ناراحتي افراد مي­گردد. در چنين مواردي تراز فشار صوت بايد تا حدي که مشکل ايجاد شده برطرف شود، کاهش داده شود.

فراصوت

حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در اين بخش مندرج در جدول1 به شرايطي اشاره دارد كه چنانچه شاغلين به طور مكرر در مواجهه با اين مقادير قرار گيرند آثار نامطلوب مشهودی در توانايي شنيداري و درك محاوره طبيعي آنان ايجاد نگردد.حدود مجاز مواجهه شغلی تعیین شده در این مبحث، براي فركانس‌هاي فراصوت10تا20 كيلوهرتز مي‌باشدكه به منظور پيشگيري از عوارض ذهني (Subjective) بکار رفته و در جدول شماره1 نشان داده شده است. مقادير کلی تراز مواجهه وزني زماني (TWA) براي 8 ساعت مواجهه مانند حدود مجاز مواجهه شغلی صدا و برابر 85 دسي بل تعيين گرديده است. مقادير سقف را مي‌توان با استفاده از يك دستگاه سنجش تراز صوت (صداسنج)، كه در حالت اندازه‌گيري "slow" و باند اندازه‌گيري يك سوم اكتاو تنظيم شده است، مورد سنجش قرار داد. مقاديرTWA را نيز مي‌توان با يك دستگاه تراز سنج صوت از نوع یکپارچه (Integrating) و در تجزیه يك سوم اكتاو باند اندازه‌گيري نمود.كليه دستگاه‌ها بايد از حساسيت فركانسي مناسب برخوردار بوده و با ويژگي‌هاي مندرج در IEC 804,ANSI S1.4-1983(R2006) مطابقت نمايند.

\* امكان بروز ناراحتي و عدم آسايش ذهني در برخي افراد در ترازهاي 75 تا 105 دسي‌بل و در فركانس‌هاي 10تا20 كيلوهرتز وجود دارد، خصوصاً اگر اصوات ماهيتاً از نوع تونال باشند. ممكن است

جدول1- حدود مجاز مواجهه شغلی براي فرا صوت

| فركانس مرکزی تجزیه يك سوم اكتاوباند  (كيلوهرتز) | تراز فشار فراصوت در تجزیه يك سوم اكتاو باند | | |
| --- | --- | --- | --- |
| اندازه‌گيري شده در هوا  بر حسب dB  (سر فرد درون هوا)  (فشار مبنا 20 ميكرو پاسكال) | | اندازه‌گيري شده در آب برحسب dB  (سر فرد درون آب)  (فشار مبنا 1 ميكرو پاسكال) |
| مقادير سقف | TWA هشت ساعته | مقادير سقف |
| 10 | \*105 | \*88 | 167 |
| 5/12 | \*105 | \*89 | 167 |
| 16 | \*105 | \*92 | 167 |
| 20 | \*105 | \*94 | 167 |
| 25 | +110 | - | 172 |
| 5/31 | +115 | - | 177 |
| 40 | +115 | - | 177 |
| 50 | +115 | - | 177 |
| 63 | +115 | - | 177 |
| 80 | +115 | - | 177 |
| 100 | +115 | - | 177 |

براي جلوگيري از عوارض ذهني نياز به اقدامات حفاظتي و كنترل‌هاي مهندسي باشد. برخي مواقع ضرورتاً مي‌بايست تراز اصوات تونال را در فركانس‌هاي كمتر از KHz 10 به پايين‌تر از 80 دسي‌بل كاهش داد.در اين مقادير فرض بر آن است كه انسان در آب يا محيط واسط ديگري قرار گرفته است. در صورتي كه بين بدن و آب يا ساير محيط‌هاي واسط تماس برقرار نباشد اين احتمال وجود دارد كه حدود آستانه تا30 دسي‌بل نيز افزايش يابد. ]زماني كه منبع فراصوت مستقيماً با بدن در تماس قرار گيرد، مقادير مندرج در جدول كاربردي نخواهند داشت. در اين موارد بايد از تراز ارتعاشي استخوان ماستوئيد استفاده نمود[ . در مواردی که تراز شتاب ارتعاش بیش از dB15 و بیش از مرجع g/rms1 می­باشد، باید مواجهه کاهش یابد یا تماس مستقیم بدن با اتصالات محافظت شود(g : شتاب ثقل برابر 80665/9 متر بر مجذور ثانیه به صورت مؤثر (rms) است)

حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادير حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن (طبق جدول شماره 2) به شرايطي اشاره دارد که چنانچه شاغلين به طور مکرر در مواجهه با اين مقادير قرار گيرند آثار نامطلوب در توانايي شنيداري و درک محاوره­ی طبيعي آنان ظاهر نشود. در گذشته اختلال شنوايي در درک مکالمات به حدی اطلاق می­شد که متوسط حد آستانه شنوايي ازdB 25 در فرکانسهاي 500 و 1000 و 2000 هرتز تجاوز نمايد (ANSI S3.6-1989). مقادير ارائه شده در اين کتابچه براي پيشگيري از افت شنوايي به محدودة فرکانس­هاي بالاتر مانند 3000 و 4000 هرتز نيز گسترش يافته است. لذا مقادير حد مجاز مواجهه شغلی مي­بايست ميانه (Median) جامعه شاغلين را در مقابل افت شنوايي ناشی از صدا (NIHL[[49]](#footnote-51)) در حد 2 دسي­ بل در فرکانس­هاي 500 ، 1000 ، 2000 ، 3000 و4000 هرتز پس از 40 سال مواجهه شغلي با صدا محافظت نمايد. مقادير حد مجاز مواجهه شغلی به عنوان راهنما براي کنترل مواجهه با صدا مورد استفاده قرار مي­گيرد و با توجه به حساسيت متفاوت افراد نبايد به عنوان مرز حقیقی بين حد ايمني و خطر تلقي گردد. بايد تأکيد نمود که مقادير حد مواجهه شغلي، همه شاغلين را در برابر اثرات نامطلوب مواجهه با صدا محافظت نمي­نمايد و برای افرادی که مواجهه بیش از حدود تعین شده در این کتابچه دارند مراقبتهای پزشکی انجام گردد و برای کلیه شاغلینی که مواجهه آنها بیش از حد مراقبت (اقدام) است سایراقدامات پیشگیرانه حفاظت شنوایی نیز باید انجام گردد.

براساس جدول شماره 2 حد مجاز مواجهه شغلی با صدا بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای 8 ساعت کار روزانه برابر با dB(A) 85 است. در صورتی­که کارگر طی نوبت کاری 8 ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد می­بایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت (اقدام)[[50]](#footnote-52) توصیه شده صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی[[51]](#footnote-53) HCP برای 8 ساعت کار روزانه برابر با dBA 82 تعیین شده است. اجراي برنامه حفاظت شنوائي با در نظر گرفتن کليه عوامل مؤثر شامل اندازه­گیری و ارزیابی مدوام مواجهه کارگر، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی، آموزش و نظارت کافی بر کارگران و آزمايش شنوايي سنجي در مواقعي که شاغلين در مواجهه با صداي بيش از حد مراقبت (اقدام) توصیه شده (dB(A 82 قرار دارند، ضروري 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 با تراز dB(A)88 مدت زمان مجاز 4 ساعت تعیین شده است و این معیار برای ترازهای بالاتر به همین صورت ادامه می­یابد.

برای شاغلینی که در محیطهای صنعتی یا مشاغل دیگر دارای فعالیت اداری یا فکری می­باشند، همانند اپراتورهای اتاق کنترل یا متصدیان امور بانکی و سایر مشاغل دفتری[[52]](#footnote-54)، 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 dB(A)75 تعیین ­می­گردد. این حد قابل تسری به سایر مشاغل نمی­باشد.

جدول 2: مقادير حد مجاز و حد مراقبت(اقدام) مواجهه شغلي با صدا \*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| مدت مواجهه  در روز | حد مجاز تراز معادل فشار صوت  به SPL-TWA dB(A)\*\*  (فشار مبنا 20 ميكروپاسكال) | حد مراقبت (اقدام) تراز معادل فشار  صوت به SPL-TWA dB(A)\*\*  (فشار مبنا 20 ميكروپاسكال) |
| 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 دقيقه | 97 | 94 |
| 15 دقيقه | 100 | 97 |
| 5/7 دقيقهΔ | 103 | 100 |
| 75/3 دقيقهΔ | 106 | 103 |
| 88/1 دقيقهΔ | 109 | 106 |
| 94/0 دقيقهΔ | 112 | 109 |
| 12/28 ثانيهΔ | 115 | 112 |
| 06/14 ثانيهΔ | 118 | 115 |
| 03/7 ثانيهΔ | 121 | 118 |
| 52/3 ثانيهΔ | 124 | 121 |
| 76/1 ثانيهΔ | 127 | 124 |
| 88/0 ثانيهΔ | 130 | 127 |
| 44/0 ثانيهΔ | 133 | 130 |
| 22/0 ثانيهΔ | 136 | 133 |
| 11/0 ثانيهΔ | 139 | 136 |

\* مواجهه با صداهاي پيوسته، متناوب کوبه­اي با تراز فشار صوت ماکزيمم در شبکه وزن يافته C بيش از 140 دسي بل مجاز نمي باشد.

\*\*تراز فشار صوت بر حسب دسي بل با دستگاه صدا­سنج اندازه­گيري مي­شود و دستگاه مذکور بايد مطابق با ويژگي­هاي مندرج در استاندارد ANSI کد S1.4.1983(R2006) و گروه تراز سنج صوت Type-S2A باشد و اندازه­گيري در شبکه وزنی A و در وضعيت سرعت پاسخ slow انجام پذيرد. این وسایل باید به طور صحیح و با دستگاه استاندارد کالیبره شوند.

Δ در این مقادیر صداي منبع بايد به روشي غير از روش­هاي کنترل مديريتي کاهش يابد و حفاظت فردی به تنهایی نمی­تواند روش کنترل تلقی گردد. همچنين توصيه مي­شود براي صداهاي بيش از 120 دسي­بل از دوزيمتر یا صداسنج های پیشرفته موسوم به (Integrated) استفاده گردد. در مقادیری که حد مجاز آن به ثانیه اعلام شده است معمولاً مصداق آن مواجهه با صدای کوبه­ای و ضربه­ای می­باشد. در این صورت اگر برای هر ضربه یا کوبه زمان تداومی تعیین گردد مجموع مواجهه فرد با صدا از این حد نباید تجاوز نماید. به طور مثال اگر تراز فشار صوت 124 دسی بل و مدت تداوم هر ضربه 2/0 ثانیه باشد فرد شاغل فقط مجاز به مواجهه با 17 ضربه صوتی از این نوع در روز می­باشد.

صداي پيوسته يا نوبتی[[53]](#footnote-55)

تراز فشار صوت بايد توسط صداسنج Type S2A يا دوزيمتري تعيين گردد كه حداقل با ويژگي­هاي استاندارد S1.4-1983(R2006) ANSI- یا ANSI-S1.25-1991(R2007) براي دوزيمترهاي فردي صدا مطابقت داشته باشد. وسايل اندازه‌گيري بايد در شبكه وزن يافته A در وضعيت آهسته (SLOW) تنظيم شوند. مدت مواجهه شاغلین نبايد از مقادير مندرج در جدول 2 تجاوز نمايد. اين مقادير بدون توجه به اينكه مواجهه به صورت مداوم يا به صورت مواجهه­هاي كوتاه مدت است، براي كل مدت مواجهه كار روزانه به كار مي‌رود. وقتي مواجهه روزانه با صدا از دو يا چند دوره زماني با ترازهاي متفاوت تشكيل شده باشد اثر تركيبي آنها بايد بيشتر از اثر جداگانه هر يك از مواجهه­ها مورد نظر قرار گيرد در چنين مواردي براي ارزيابي از رابطه زير استفاده مي­شود:



در رابطه فوق ‍Cn بيانگر مدت مواجهه با تراز فشار صوت معين و Tn بيانگر مدت مجاز مواجهه با همان تراز فشار صوتي معين مي‌باشد. در صورتي كه حاصل جمع رابطه فوق از عدد يك تجاوز كند ميزان مواجهه از مقدار حد مجاز شغلي فراتر رفته است. تمام مواجهه­هاي شغلي با تراز فشار صوتي 80 دسي بل A و بيشتر به طريق فوق محاسبه مي‌شود.

در صورت استفاده از صداسنج معمولي اين رابطه زماني قابل استفاده است كه صدا با تراز يكنواخت حداقل به مدت 3 ثانيه ادامه داشته باشد. در غير اين صورت بايد از دوزيمتر و يا صداسنج از نوع یکپارچه (integrated) استفاده شود که توانایی انجام محاسبات مربوط به تراز معادل فشار صوت[[54]](#footnote-56)(Leq) را در دوره زمانی اندازه­گیری داشته باشد. لذا در دستگاه دوزيمتري كه مطابق با اصل قاعده 3 دسي بل نسبت به زمان و تراز صداي 85 دسي بل A براي 8 ساعت مواجهه تنظيم شده است، چنانچه دوزيمتر دوز صدا را بيش از 100 درصد نشان دهد، مواجهه با صدا بيش از حد مجاز است. لذا دوز بيش از 100 در صد دليل بر مواجهه بيش از 85 دسي بل A به ازاي 8 ساعت كار 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 بيش از حد مجاز مواجهه شغلي بر اساس نتایج اندازه گیری با دستگاه صداسنج از نوع یکپارچه هنگامي معتبر است كه معدل تراز صدا (Leq) از مقادير مندرج در جدول 2 تجاوز نمايد.

وقتي مواجهه روزانه با صدا شامل دو يا چند دوره زماني با ترازهاي متفاوت باشد، راه دیگر برای برآورد اثر تركيبي آنها، تبدیل مقادیر به تراز معادل فشار صوت (Leq) است که همان معدل زمانی ترازها (SPL- TWA) می­باشد. برای این کار می­توان از رابطه زير استفاده نمود:



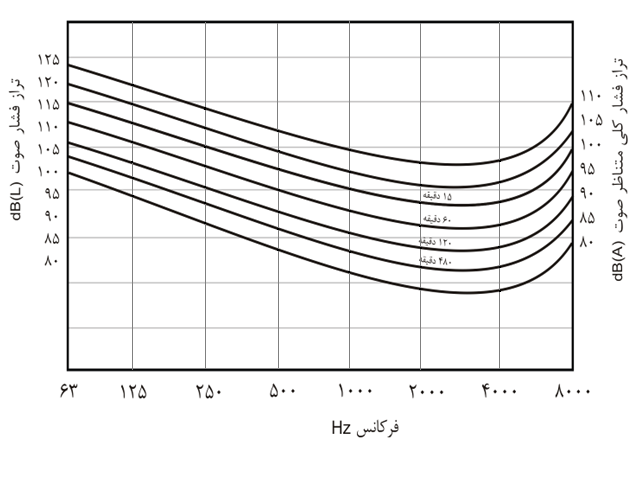
در رابطه فوق، Leq تراز معادل مواجهه با صدا، ti طول زمان هر مواجهه به ساعت،‌‌ T زمان مرجع (معمولاً 8 ساعت) و LPi تراز فشار صوت در هر مواجهه به dB(A) می­باشد. پس از محاسبه تراز فوق، می­توان آن را با توجه به زمان مرجع با جدول شماره 2 مقایسه و در مورد مجاز یا غیر مجاز بودن مواجهه اظهار نظر نمود.

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

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

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

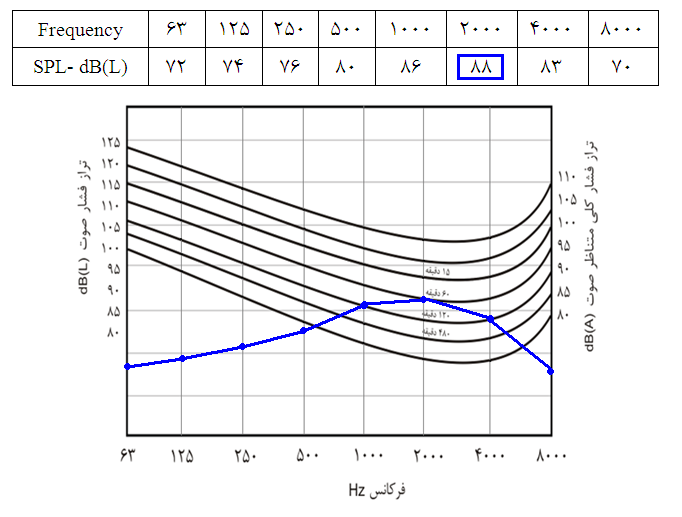


شکل 1- منحنی­های هم بلندی برآورد تراز معادل صوت در شبکه A متناسب با تجزیه فرکانسی درشبکه خطی

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

#### مثال

در اندازه­گیری مواجهه یک کارگر فلز کار با صدا، مقادیر تراز فشار صوت در شبکه خطی در تجزيه يك اكتاوباند [SPL-dB(L)] در جدول زیر درج شده است. تراز مجموع (کلی) برای این مواجهه dB(L) 52/91 ثبت شده است. تراز متناظر فشار صوت [Leq-dB(A)] و مدت زمان مجاز مواجهه را برآورد نماييد:



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.

صداي ضربه‌اي يا كوبه‌اي[[55]](#footnote-57)

در صورت استفاده از وسايل اندازه‌گيري توصيه شده توسط ANSI-S1.4-1983(R2006) ، IEC-804-1990 و ANSI-S1.25-1991(R2007)صداي ضربه‌اي يا كوبه‌اي در هنگام سنجش صدا به طور خودكار اندازه‌گيري مي‌شود. تنها ضابطه آن است كه دامنه اندازه‌گيري مورد نياز بايد بين 140-80 دسي­بلA و دامنه ضربه از تراز زمینه باید حداقل 63 دسي­بل باشد. مواجهه بدون حفاظ گوش، با تراز فشار صوت بيش از 140 دسي بل در شبكه وزن يافته C مجاز نمي‌باشد. اگر وسيله اندازه‌گيري قادر به اندازه‌گيري تراز قله در شبكه وزن يافته C نباشد آنگاه بايد اندازه‌گيري تراز قله (SPL- Peak) با ميزان كمتر از 140 دسي بل ملاك اندازه­گيري قرار­گيرد. 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.

#### تذكر

1. براي صداهاي ضربه‌اي بالاتر از 140 دسي بل C در هر حال بايد از وسيله حفاظت از شنوايي استفاده شود و براي چنين شرايطي از محافظ شنوايي (روگوشي[[56]](#footnote-58) یا توگوشی[[57]](#footnote-59)) با ويژگي­هاي MIL-STD-1474 C(1997) به تنهايي يا توأم استفاده ‌شود.
2. ممكن است مواجهه با برخي از مواد شيميايي منجر به افت شنوايي گردد. لذا انجام شنوايي سنجي دوره‌اي شاغلين در محيط‌هايي كه علاوه بر مواجهه با صدا، امكان مواجهه با برخي مواد شيميايي نظير تولوئن، سرب، منگنز، ان بوتيل الكل وجود دارد، تأکید مي‌گردد.
3. پیشنهاد می­گردد که بانوان باردار ( بعد از 6 ماهگی) با مقادیر صدای وزن یافته SPL-TWA بیش ازdB(C) 115 یا تراز پیک dB(C) 155 مواجهه نداشته باشند، زیرا این مواجهه می­تواند باعث افت شنوایی در جنین گردد.
4. وسايل حفاظت از شنوايي شخصی بوده و در هر حال باید در نظافت و بهداشت آنها دقت و توجه لازم معمول گردد. تناسب و کفایت فنی این حفاظها باید طبق اصول محاسبات علمی یا از طریق آزمایش مورد تأیید قرار گرفته باشد.
5. در موارد استثنایی، حاصل جمع نسبت زمان مواجهه با تراز صوتي مشخص به زمان مجاز ] **** [ در هر روز مي تواند از يك تجاوز نمايد مشروط بر اينكه حاصل جمع 7 روزه نسبت فوق الذكر از 5 بيشتر نشود و اين نسبت در هر روز از 3 بالاتر نباشد.
6. جدول 2 مدت زمانی را برای باز توانی شنوایی در نظر گرفته است که جمع مدت استراحت و مدت مواجهه مجاز با صدا 24 ساعت می­گردد، لذا فرد در خارج از این مدت مجاز مواجهه باید در استراحت صوتی باشد. حد تعیین شده برای شرایط استراحت صوتی dB(A) 70 تعیین شده است. بنابراین نباید این افراد در مواجهه با منابع صوتی قرار گیرند که مخل استراحت شنوایی آنان تلقی می­شود.

ارتعاش

1- مواجهه موضعي بدن با ارتعاش

راه انتقال انرژي ارتعاشي به بدن عمدتاً اندام‌هاي فوقاني و تحتاني به خصوص دستها است و بدین جهت است كه اثرات موضعي ارتعاش به نام سندرم دست و بازو ناشي از ارتعاش [[58]](#footnote-60)(HAVS) خوانده شده است. مقادير"حد مجاز مواجهه شغلي" ذكر شده در جدول 3 به آن مقدار مؤلفه شتاب و مدت مواجهه با آن اشاره مي‌كند كه تحت آن شرايط كارگران ممكن است مكرراً در مواجهه با ارتعاش باشند، بدون آنكه از مرحله يك طبقه‌بندي استكهلم براي ايجاد انگشت سفيد ناشي از ارتعاش (VWF)[[59]](#footnote-61) كه در ضمن به نام پديده رينولد[[60]](#footnote-62) با منشاء شغلي هم شناخته شده است، فراتر روند. این حد به جهت محدود بودن اطلاعات لازم درباره ارتباط بين پاسخ-دوز و عارضه VWF ناشي از ارتعاش، براساس مطالعات اپيدميولوژيك و در بين كارگران جنگل كاري، معدن و فلزكاري و بر مبنای استناد مفاد استاندارد ISO-5349(2001) تدوين شده است. برای اندازه گیری ارتعاش دست- بازو باید از ارتعاش سنج انسانی[[61]](#footnote-63) کالیبره­ای شده که جرم شتاب سنج آن از 2 گرم تجاوز ننماید استفاده شود باید ارتعاش در سه جهت X,Y,Z مطابق مؤلفه های شکل 2 اندازه گیری شود و بالاترین شتاب ثبت شده (شتاب غالب) مربوط به هر جهت ورود باشد و با مقادیر جدول 3 مقایسه گردد. اين مقادير بايستي جهت كنترل و كاهش مواجهه با ارتعاش مورد استفاده قرار گيرند و به جهت حساسيت بعضی افراد نبايد به عنوان مرز ميان ايمنی و خطر تلقي گردند. بايد در نظر داشت كه حفاظت دست و بازو در برابر سندرم ناشي از ارتعاش فقط با اعلام يا مراعات حد مجاز مواجهه شغلي ميسر نمي‌گردد و براي پیشگیری از ابتلا به عارضه مذكور بايد توصيه‌هاي زير بكار رود:

1. ابزار كار به وسايل و قطعات ضد ارتعاش مجهز باشد.
2. از دستكش‌هاي ضد ارتعاش، حين كار استفاده شود.
3. براي كاهش مواجهه با ارتعاش، كار به روش مناسب انجام گيرد به طوري كه دست‌ها و بقيه بدن حين كار گرم نگه داشته شوند و همچنين انتقال ارتعاش از ابزار مرتعش به كارگر به حداقل ممكن‌كاهش يابد.

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

( مستند به استاندارد 2001-5349- ISO)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| مدت مواجهه روزانه\* (دقیقه) | حد مجاز شتاب مؤثر\*\*  معادل(جهت اصلی)  (m/s2) | حد مراقبت(عمل) شتاب مؤثر\*\* (جهت اصلی)  (m/s2) |
| 1440 | 25/0 | 15/0 |
| 960 | 50/0 | 30/0 |
| 480 | 70/0 | 42/0 |
| 240 | 90/2 | 75/1 |
| 120 | 0/4 | 40/2 |
| 60 | 0/5 | 0/3 |
| 30 | 0/8 | 8/4 |
| 15 | 0/12 | 2/7 |
| 5/7 | 5/17 | 5/10 |

\* كل زماني كه ارتعاش طي يك روز كاري به صورت پيوسته يا متناوب به دست منتقل می­شود.

\*\* مقدار RMS مد نظر است. معمولاً ارتعاش در يك محور بيشتر از دو محور ديگر مي‌باشد. اگر در يك يا چند محور ميزان ارتعاش از "كل مدت مواجهه مجاز روزانه" تجاوز كند، از حد مجاز مواجهه شغلي نيز تجاوز كرده است.

1. انجام يك برنامه مراقبت پزشكي هوشيارانه مي‌تواند سندرم دست بازو ناشي از ارتعاش از محيط كار را حذف نمايد.

#### نكاتي درباره جدول 3

1. در شکل 4 شبكه سنجش وزني مورد استفاده قرارگرفته است که بهترين وسيله براي دستيابي به مؤلفه‌هاي شتاب در فركانس‌هاي وزن يافته مي‌باشد. از آنجايي­كه مطالعات اخير نشان داده­اند شبكه وزني فركانسي در فركانس‌هاي بالا (بيش از 16 هرتز) حفاظت را به طور كامل تأمين نمي‌نمايد، بنابراين بايد در هنگام استفاده از ابزارآلاتي كه فركانس‌هاي بالا را توليد مي‌نمايند جانب احتياط را رعايت نمود.
2. مواجهه­هاي حاد با مؤلفه­هاي شتاب مؤثر (rms) در فرکانس­هاي وزن يافته در مقاديري بيش از حد مواجهه شغلي که به صورت گاهگاه و يا نامکرر اتفاق مي افتد (مثلاً 1 روز در هفته و يا چند روز در طي دو هفته) الزاماً زيان بالاتری ندارند و در این صورت استثنائاً افزایش دوز دریافتی تا 5/1 برابر مجاز می­باشد.
3. به نظر مي­رسد مواجهه­هاي حاد با مؤلفه­هاي شتاب مؤثر (rms) در فركانس­هاي وزن يافته به ميزان سه برابر مقدار حد مواجهه شغلي، عوارضي مشابه اثرات ناشي از 5 تا 6 سال مواجهه با ارتعاش را به­بار مي آورد.
4. براي جلوگيري از بروز عارضه HAVS (جدول 4) و همچنين شناخت افراد حساس به ارتعاش، بايد معاينات پزشکي ساليانه و دوره­اي در مورد کارگران در معرض ارتعاشات وارد بر دست- بازو انجام گيرد.
5. در موارد مواجهه مداوم، براي کاهش اثرات زيان آور ناشي از ارتعاش، برنامه کار بايد تعديل شود و به صورت يک ساعت کار و ده دقيقه استراحت تنظيم گردد.
6. کار بايد با روش مناسب انجام گيرد و بدين منظور بايد کارگران در خصوص استفاده از ابزارها و فرايند هاي پرقدرت در حالي­که عمليات در شرايط ايمن انجام مي­گيرد آموزش داده شوند تا:

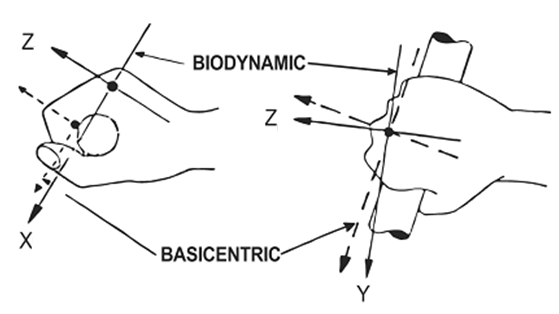
- ميزان نيروي مصرفي براي چنگش و گرفتن دسته ابزار به حداقل برسد.

- بدن و دستها را گرم و خشک نگهدارند.

- از استعمال دخانيات پرهيز نمايند.

- تا حد امکان از ابزارها و دستکش­هاي ضد ارتعاش استفاده نمايند. به طور کلي، دستکشها براي ميرایي ارتعاش مربوط به فرکانس­هاي بالا تأثير بيشتري دارند.

1. وزن شتاب سنج دستگاه همراه با وسایلي که براي مواجهه با منبع ارتعاش بکار مي­رود بايد بیش از 2 گرم باشد و بايد خطاي اندازه­گيري در محورهاي سه گانه (X,Y,Z) کمتر از 10% باشد.
2. اندازه­گيري ارتعاشات از نوع ضربه­اي با جابجایي زياد مانند آنچه که در وسایل بادي ضربه زن وجود دارد، توسط شتاب سنجهاي پيزو الکتريک (با ميرائي مکانيکي کم) با خطاي زياد انجام مي­گيرد. با قراردادن فيلترهاي مکانيکي پايين­گذر، بين شتاب سنج و منبع ارتعاشي براي حذف فرکانس­هاي 1500 هرتز و يا بيشتر، مي­توان خطاي سنجش در هنگام خواندن مقادیر را کاهش داد.
3. نام سازنده و شماره نوع تمام وسايلي که براي سنجش ارتعاش بکار مي­روند و همچنين مقدار شتاب مؤثر(rms)، فرکانس وزن يافته و محور غالب و همچنین مشخصات کالیبراتور بايد گزارش شود.



شکل 2- سيستم Basicentric و بيوديناميک دست، نمايش محورهاي مؤلفه­هاي شتاب

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

ارتعاش دست- بازو از نوع پيوسته، منقطع، ضربه­اي يا کوبه­اي[[62]](#footnote-64)

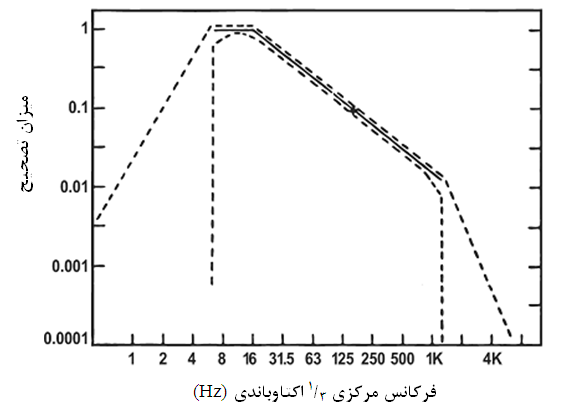
اندازه­گيري ارتعاش بايد براساس روشها و وسایل اندازه­گيري که توسط ISO5349(2001) و1986(R1997)- ANSI S3.34 توصيه شده انجام گيرد و خلاصه آن به شرح زير است:

1. شتاب دسته ابزار يا قطعه کار مرتعش بايد در سه محور عمود بر هم و در نقطه­اي نزديک به محل ورود ارتعاش به دست اندازه­گيري شود. محورهاي مزبور بايد ترجيحاً منطبق بر محورهاي سيستم بيوديناميک باشند اما از طرفي ممکن است در نزديکي سيستم Basicentric هم قرار گيرند که مبدأ مختصات سيستم مزبور متناسب با شکل قطعه و دسته ابزار در محل مواجهه دست و سطح مرتعش قرار مي­گيرد (شکل2).
2. در هنگام اندازه­گيري، شتاب سنج (سبک و کوچک) بايد به گونه­اي نصب شود که بتواند يک يا چند مؤلفه عمود بر هم منتشره از منبع ارتعاشي در گستره فرکانس 5 تا 1500 هرتز را به دقت ثبت نمايد. هر يک از مؤلفه­هاي شتاب را بايد در فرکانس وزن يافته[[63]](#footnote-65) ثبت نمود که اين ­کار را با کمک وسايل اندازه­گيري "پاسخ انسان به ارتعاش" که مجهز به شبکه فيلتري براي سنجش شتاب در فرکانس­هاي مورد نظر هستند مي توان انجام داد (شکل 3).
3. ارزيابي مواجهه با ارتعاش در سه محور (X,Y,Z) بايد انجام پذيرد زيرا ارتعاش يک کميت برداري (داراي مقدار و جهت) مي­باشد. در هر امتداد، ارتعاش در مدت معمول کار با ابزار، ماشين يا قطعه کار پرتوان بايد به وسيله مقدار جذر مربع ميانگين شتاب (*rms*) مؤلفه­ها در فرکانس وزن يافته بر حسب متر بر مجذور ثانيه (2m/s) يا واحدهای شتاب جاذبه (*g*) تعيين گردد، که بزرگترين مقدار *ak*اساس و پايه ارزيابي مواجهه قرار مي­گيرد. براي اندازه­گيري در هر محوري که انجام گيرد، انتگرال خطي براي ارتعاشاتي که مدت آنها خيلي کوتاه و يا اساساً از نظر زماني با يکديگر متفاوت مي­باشند، بکار گرفته مي­شود. اگر مواجهه کلي روزانه با ارتعاش در يک امتداد معين، ترکيبي از چند مواجهه در شتاب­هاي مؤثر (*rms*) مختلف باشد، در اين موارد شتاب معادل در آن جهت خاص در فرکانس وزن يافته بايد بر طبق رابطه زير اندازه­گيري شود:





بطوری­که:



شکل3: خصوصيات به دست آمده بر روي شبکه فيلتري مورد استفاده در فرکانس مؤثر مولفه­هاي شتاب (خط ممتد). خطوط منقطع مقاومت فيلترهايي از نوع ISO 5349(2001) و ANSI S3.34-1986(R1997) مي باشد

در این روابط،*T* کل مدت مواجهه روزانه، *aki* مؤلفه *i*شتاب مؤثر (*rms*) در فرکانس وزن يافته با مدت *Ti* می­باشد. محاسبات مذکور باید توسط دستگاه­هاي سنجش پاسخ انسان به ارتعاش انجام شود.

جدول 4: طبقه­ بندي استکهلم براي علائم باليني عوارض عصبی(حسی) عروقی

دست و بازو (HAVS) ناشي از سرما

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ارزيابي عروقي | | | |
| شرح علائم باليني | درجه عارضه | | مرحله عارضه |
| حملاتي ندارد | - | | صفر |
| حملات سفيد شدن پوست انگشت فقط در نوک يک انگشت يا بيشتر عارض مي­شود | خفيف | | يک |
| حملات سفيد شدن گاه به گاه پوست انگشت در بندهاي ناخن دار و بندهاي مياني و به ندرت در بند پروگسيمال يک يا چند انگشت ظاهر مي­شود. | متوسط | | دو |
| حملات سفيد شدن پوست انگشت مکرراً در همه بندها و اغلب انگشتان ظاهر مي­شود | شديد | | سه |
| تمام علائم مرحله سه به اضافه اختلال تغذيه درست در نوک انگشتان | خيلي شديد | | چهار |
| ارزيابي اعصاب حسي | | | |
| علائم باليني | | مرحله | |
| با ارتعاش مواجهه دارد ولي علامت باليني ندارد | | صفر (اعصاب حسي) | |
| حالت کرختي متناوب، تنها و يا همراه با حس سوزن سوزن شدن در انگشتان | | يک (اعصاب حسي) | |
| حالت کرختي متناوب و يا پايدار و تقليل حس درک پوستي | | دو (اعصاب حسي) | |
| حالت کرختي متناوب و يا پايدار و تقليل حس لامسه براي تشخيص موارد متفاوت لمس همراه با تقليل مهارت (حرکات سريع و دقيق دستي) در کارهاي دستي | | سه (اعصاب حسي) | |
| مراحل مختلف براي هر دست جداگانه آزمايش مي­شود (براي مثال- مرحله دو در دست چپ در دو انگشت و مرحله يک در دست راست در يک انگشت (1)R 1 / (2)L2) | | | |

2 - ارتعاش تمام بدن

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي مندرج در جدول 5 برای مقادیر کلی و شکلهای 4 و 5 برای مقادیر تجزیه فرکانسی ارتعاش وارده به تمامي بدن ناشي از عوامل مکانيکي [[64]](#footnote-66)(WBV) با مقدار برآیند سه جهت (X,Y,Z) شتاب مؤثر [[65]](#footnote-67)(RMS) اشاره دارد که چنانچه شاغلين به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گيرند، احتمال عوارضي مانند كمردرد، اثرات سوء بر مهره­هاي کمر و ناتواني در رانندگي با وسائل نقليه زميني در آنان ظاهر نگردد. حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن متناسب با مدت زمان مواجهه با استناد به نمودار معادله B2 استاندارد ISO-2631-1997(R2004) تدوین شده است.

سيستم بيوديناميک بدن در شکل6 نشان داده شده است. اين مقادير بايد به عنوان راهنما در کنترل مواجهه با ارتعاش تمامي بدن مورد استفاده قرار گيرند و نبايد به عنوان مرز ميان ايمنی و خطر تلقي گردند.

نکات مهم

1. جدول شماره 6 ضرايب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی شتاب ارتعاش تمام بدن مطابق با منحني­هاي پاسخ (ISO 2631) را نشان می­دهد.
2. در هر يک از اشکال 4 و 5 تعدادي منحني مستقل از يکديگر ارائه شده است که بر اساس زمان­هاي مواجهه مختلف تنظيم گرديده­اند. منحني­هاي مذکور نشان مي­دهد در گستره فرکانس 8-4 هرتز در محورz و درگستره فرکانس 2-1 هرتز در محور X و Y، در ارتعاش وارده به انسان تشديد (رزونانس) صورت مي­گيرد. محورهاي مزبور در شکل 6 تعريف شده­اند. در شکل 7 مقادیرax,ay,az مؤلفه­های اندازه گیری شتاب در محورهاي Xو Y و Z است که محور X جهت پشت به طرف سينه، محور Y شانه به شانه و محور Z از پا به طرف سر می­باشد.
3. سنجش ارتعاش تمام بدن و زمان مواجهه معادل براي مواجهه­هاي منقطع هنگامي محاسبه مي­گردد که ميزان شتاب مؤثر (rms) در طول زمان به طور محسوس متغير است و اين نوع سنجش بايد مطابق با توصیه های استاندارد ISO-2631-1997(R2004) يا ANSI-S3.18-1979(R1999) توسط دستگاههای مخصوص سنجش ارتعاش انسانی کالیبره شده با دریافت کننده بشقابی انجام پذيرد. در دریافت کننده باید سه شتاب سنج در جهات سه گانه نصب شده باشد که جرم هر یک از 18 گرم بیشتر نباشد.
4. حد مجاز شغلي عنوان شده براي ضرايب قله 6 و کمتر از آن معتبر است. ضريب قله نسبت شتاب قله (Apeak) به شتاب مؤثر (Arms) می­باشد. البته سنجش باید در یک جهت همسان در مدت یک دقیقه برای هر یک از محورهای X و Y و Z انجام شود. حد مجاز شغلی مذکور برای اثرات ارتعاش تمامی بدن برآورد گردیده است و در صورتی که ضریب قله بیش از 6 باشد باید با احتیاط لازم مقادیر مزبور را بکار گرفت.
5. حد مجاز شغلی مزبور نباید در سازه های دریایی یا در کشتی­ها بکار برده شود برای ساختمان­های ثابت مراجعه شود به: ] [ANSI S3.29-1983(R2006)

جدول 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/s2) | حد مراقبت(عمل)  ( برآیند سه جهت)(m/s2) |
| 1440 | 63/0 | 38/0 |
| 960 | 70/0 | 42/0 |
| 480 | 87/0 | 50/0 |
| 240 | 10/1 | 59/0 |
| 120 | 30/1 | 72/0 |
| 60 | 60/1 | 85/0 |
| 30 | 85/1 | 10/1 |
| 10 | 45/2 | 45/1 |

جدول 6- ضرايب وزنی مربوط به گستره حداکثر حساسیت فرکانسی\* شتاب ارتعاش تمام بدن

مطابق با منحني­هاي پاسخ شکل 4 و 5 [ISO 2631-1997(R2004)]

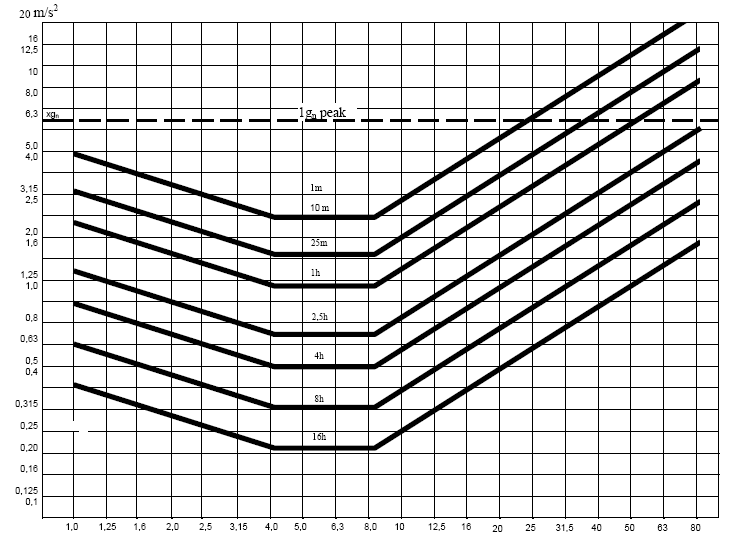
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ضرايب وزنی | | |
| فركانس Hz | ارتعاشات طولي Z ( شکل 4) | ارتعاشات عرضي X,Y (شکل 5) |
| 1 | 50/0 | 1 |
| 25/1 | 56/0 | 1 |
| 6/1 | 63/0 | 1 |
| 2 | 71/0 | 1 |
| 5/2 | 80/0 | 80/0 |
| 15/3 | 90/0 | 63/0 |
| 4 | 1 | 50/0 |
| 5 | 1 | 40/0 |
| 6 | 1 | 315/0 |
| 0/8 | 1 | 25/0 |
| 10 | 80/0 | 20/0 |
| 5/12 | 63/0 | 16/0 |
| 16 | 50/0 | 125/0 |
| 20 | 40/0 | 10/0 |
| 0/25 | 315/0 | 08/0 |
| 5/31 | 25/0 | 063/0 |
| 40 | 20/0 | 05/0 |
| 50 | 16/0 | 04/0 |
| 63 | 125/0 | 0315/0 |
| 80 | 10/0 | 025/0 |

\* 4 تا 8 هرتز در مواردي که az± تشديد ارتعاش وجود دارد.

1 تا 2 هرتز در موردي که ay يا ax± تشديد ارتعاش وجود دارد.

شکل 4: حدود مجاز شتاب محور طولی (az)

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

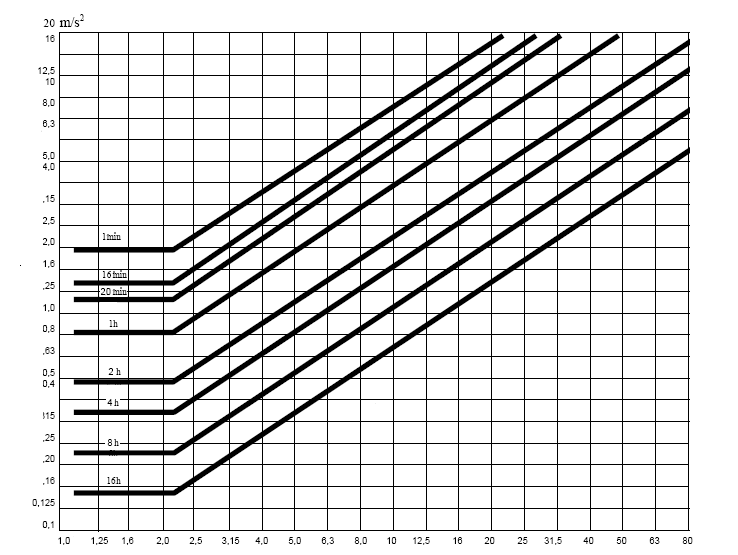


شتاب موثر az (r.m.s), m/s2

فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (هرتز)

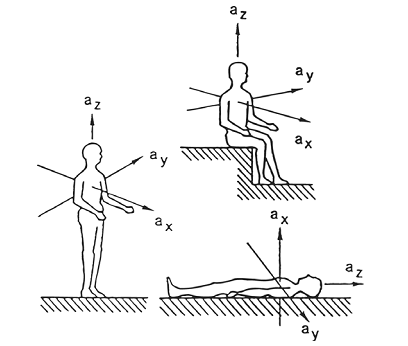
شکل 5: حدود مجاز شتاب محورهای عرضی (ax ، ay)

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



شتاب موثر ax ،ay (r.m.s), m/s2

فرکانس یا فرکانس مرکزی یک سوم اکتاوباند (هرتز)



شکل6- سیستم بیودینامیک بدن و جهات اصلی سنجش­های شتاب ارتعاشی

[ISO 2631-1997(R2004)]

1. 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 خيلي کم( حداکثر 18 گرم)، هر کدام با يک حساسيت محور عرضي کمتر از 10 % ، به طور عمودي بر روي يک مکعب فلزي سبک وزن نصب شده و در داخل مرکز يک ديسک لاستيکي سخت قرار داده شده است (SAE-J.1013-1992) کل وزن اين ديسک مکعب، شتاب­سنج و کابل­هاي آن نبايد از 10% وزن کل مورد در حال اندازه­گيري، بيشتر باشد. سنجشها بايد با قراردادن ديسک لاستيکي بر روي نشيمنگاه صندلي راننده و زير باسن اپراتور در زماني که وسيله ارتعاشی در حال کار است، انجام گيرد. برای اندازه­گیری ارتعاش وارده به کمر باید دیسک لاستیکی بین کمر و سطح ارتعاشی قرار گیرد. برای اندازه­گیری ارتعاش وارده به پا باید دیسک لاستیکی بر روی سطح مرتعش بین دو پا قرارگیرد به طوری که وزن بدن روی دیسک لاستیکی نیفتد و فقط پا با کناره لبه آن مواجهه داشته باشد.

ج- براي هر يک از محورها، در يک سوم اکتاوباند (1 تا 80 هرتز )، براي مقايسه با شکل 4 يا شکل 5 به طور متناسب بايد به طور جداگانه آناليز فرکانس به روش معادل انجام گيرد.

د- اگر شتاب مؤثر (rms) هر يک از محدوده بيناب در مدت زمان مربوطه، معادل يا بيش از مقدار ارائه شده در شکل 4 يا 5 گردد، در اين صورت از حد مواجهه شغلي براي زمان مواجهه مورد نظر، فراتر رفته است. در اين صورت محوري که بالاترين قله بيناب منحني ( فرکانس غالب) و کوتاهترين زمان مواجهه را قطع مي­کند براي تعين حد مواجهه مجاز بکار مي­رود. ( همانند آنچه که برای آنالیز فرکانسی صدا آورده شد).

1. کل شتاب مؤثر (rms) وزن يافته براي هر يک از محورها با استفاده از معادله زیر با ضریب وزن يافته در محور متناسب در جدول 6 ارائه شده است. براي محور x معادله به صورت زير است (براي محورهايZ , Y معادله­ها و تعاريف مشابه معادله مزبور اعمال مي­گردد.):



در رابطه فوق Awx کل شتاب مؤثر وزن يافته براي محور X، WFX ضريب وزن يافته براي محورX در هر يک سوم اکتاو باند فرکانس­هاي 1 تا 80 هرتز (جدول4)، AFX مقدار شتاب مؤثر (rms) براي بيناب محور X در يک سوم اکتاو باند فرکانس­هاي 1 تا 80 هرتز می­باشد.

1. اگر با استفاده از معادله فوق مقادير شتاب در سه محور يکسان باشد، حرکت ترکيبي تمامي محورها مي­تواند از هر يک از مؤلفه­ها بزرگتر و لاجرم عملکرد اپراتور وسيله ارتعاشی را بشدت تحت تاثير قرار دهد. با لحاظ نمودن نتايج حاصل از معادله مذکور در معادله زیر، مي­توان نتايجي بدست آورد که کل شتاب وزن يافته (*AWT*) را تعين نمود:



ضريب 4/1 را که مقادير کل شتاب مؤثر وزن يافته در محورهاي Y , X ضرب شده است، در حقيقت نسبت مقادير منحني­های طولي و عرضي پاسخ­هاي معادل است که بر اساس دامنه پاسخ حساسترين افراد طراحي شده است. کميسيون جامعه اروپا پيشنهاد کرده است که حد مراقبت (اقدام) در 8 ساعت کار روزانه، براي شتاب مؤثر وزن يافته 5/0 متر بر مجذور ثانيه باشد. مقدار مزبور قابل مقايسه با نتايج معادله فوق است.

1. در طول كار روزانه ممكن است ضربه‌هاي ارتعاشي مركب، كوتاه مدت، با دامنه زياد و با ضريب قله بيش از 6 وجود داشته باشد. در اين موارد، حد مجاز مواجهه شغلي، حفاظت افراد را تأمين نخواهد كرد، در اين مورد روش محاسبه براساس "اصل توان 4 " (در معادله برآیند) توصيه مي‌گردد.
2. ارتعاش تمام بدن را مي‌توان با استفاده از عایقهای مناسب ارتعاشی بر روی تجهیزات، نگهداري سيستمهاي تعليق و عایق­بندی ارتعاش، صندلیها، زیرپایی­های عایق ارتعاش، کفش ضد ارتعاش، بالشتك­هاي هوایي براي نشيمنگاه صندلي، و كنترل از راه دور فرآيندهاي ارتعاش زا، كنترل نمود. صندلي با دسته براي تكيه دادن دست، وجود تكيه­گاه كمري، پشتي و صندلي قابل تنظيم همگي از فنون مناسب براي كنترل ارتعاش مي‌باشند.
3. براي شاغليني که بر روي وسيله نقليه كار مي­كنند، اجراي موارد زیر كه در ارتباط با نحوه مناسب انجام كار مي‌باشد، توصيه مي‌شود:

الف ـ اجتناب از بلند شدن يا خم شدن ناگهاني پس از مواجهه با ارتعاش

ب ـ استفاده از حركات ساده، با حداقل چرخيدن يا پيچيدن بدن در هنگام خروج از وسيله نقليه

#### نکته

آنچه­که در ویرایش قبلی تحت عنوان: مرز كاهش ‌‌آسايش[[66]](#footnote-68) و مرز كاهش مهارت و خستگي[[67]](#footnote-69) 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/s2) = FDPB(m/s2)×2

OEL(m/s2) = RCB(m/s2)×6.30

FDPB(m/s2) = RCB(m/s2)×3.15

حد مجاز مواجهه شغلي(OEL) پرتوهاي يونساز

اساس حفاظت در برابر پرتو اجتناب از پرتوگيري غيرضروري مي‌‌باشد. كميته تعيين مقادير حد مجاز مواجهه شغلي عوامل فيزيكي مقادير پيشنهادي كميسيون بين‌المللي حفاظت در برابر پرتوها [[68]](#footnote-70)(ICRP) را براي پرتوگيري شغلي پذيرفته است. پرتوهاي يونساز شامل ذرات باردار (مانند ذرات آلفا و بتا كه از مواد راديواكتيو ساطع مي‌شوند و همچنين ذرات نوترون كه از واكنش­هاي هسته‌اي در راكتورها و شتاب دهنده‌ها تابش مي‌شود) و پرتوهاي الكترومغناطيس (مانند پرتو گاما تابش شده از مواد پرتوزا و پرتوهاي ايكس تابش شده از شتاب دهنده‌هاي الكترون و همچنين دستگاه­هاي مولد پرتو ايكس) با انرژي بيش از 4/12 الكترون ولت (eV) بوده كه معادل طول موجي تقريباً كمتر از 100 نانومتر (nm) مي‌باشند. ICRP اصول حفاظت در برابر پرتو را به شرح زير تعيين نموده است:

* توجيه كاربرد پرتوها: كاربرد پرتوها زماني توجيه پذير است كه برتري مزاياي استفاده از پرتوها در مقايسه با مضرات پرتوگيري افراد و يا جامعه با دلايل مشخص محرز باشد.
* استفاده بهينه: هرگونه پرتوگيري بايد به طور منطقي كاهش يابد يا به عبارتي تا حد ممکن باید مواجهه كمتر باشد ([[69]](#footnote-71)ALARA) و شرايط اقتصادي و اجتماعي نیز منظور گردد.
* حد دوز فردي: پرتوهاي تابشي از منابع مختلف نبايد بيشتر از دوز تعيين شده در جدول 7 باشد.
* خط مشي حد پرتوگيري شغلي در جدول 7 براساس توصيه ICRP باشد.
* براساس اصل ALARA پرتوگيري شغلي افراد مي بايست به مراتب كمتر از مقادير مجاز تعيين شده باشد.

جدول 7- مقادير توصيه شده براي مواجهه با پرتوهاي يونساز

|  |  |
| --- | --- |
| نوع پرتوگيري | مقدار توصيه شده |
| دوز مؤثر |  |
| الف- در هر سال (فقط در طي يک سال) | 50 ميلي سيورت |
| ب- ميانگين دوره 5 ساله | 20 ميلي سيورت در سال |
| دوز معادل سالانه براي: |  |
| الف : عدسي چشم | 150 ميلي سيورت |
| ب : پوست دست­ها و پاها | 500 ميلي سيورت |
| دوز مؤثر تجمعی: | 10 ميلي سيورت × سن(برحسب سال) |
| پرتوگيري جنين وقتي حاملگي مشخص شده باشد: |  |
| دوز معادل ماهانه 1 | 5/0 ميلي سيورت |
| دوز سطحی( ناحیه تحتانی شکم بانوان) | 2 میلی سیورت |
| پرتوگیری داخلی | حد سالانه پرتوگیری داخلی (ALI 2) |
| دختران رادون 3 | 4 ماه کاري (WLM) 4 |

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

2- Annual Limit on Intake

3- Radon Doughters

4- Working Level Monts

ميدان ها و پرتوهاي غير یونساز

ميدان هاي مغناطيسي پايا

شکل 7 محدوده­های پرتوهای غیر یونساز و میدانها و همچنین شمول استفاده از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای آنها را نشان می­دهد. مقادير حدود مجاز مواجهه شغلي در اين بخش مندرج در جدول 8، مربوط به چگالی شار مغناطيسي پایا به مقاديري اشاره دارد كه چنانچه شاغلين به طور مكرر در روزهاي متوالي در مواجهه با آن قرار گيرند اثرات سوء بر سلامت آنان عارض نگردد. مقادير تعيين شده بايد به عنوان راهنمايي جهت كنترل مواجهه با ميدانهاي مغناطيسي پايا استفاده شود ولي نبايد به عنوان مرز مشخصي بين ايمني و خطر تلقي گردد. مواجهه­های شغلي عادي براي تمام بدن نبايد از 60 ميلي تسلا (mT) معادل 600 گوس (G) در روز و همچنين براي دستها و پاها از mT 600 (G 6000) در روز تجاوز كند. مقادير فوق براساس ميانگين وزني زماني (TWA) تعيين شده است.

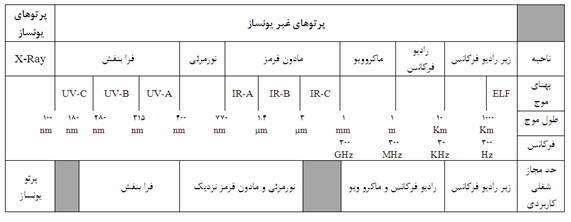
] (G) گوس 104= (T) 1 تسلا [

سقف مقادير توصيه شده براي تمام بدن در محیط­های کاری معمول مساوي T2 و برای محیط­های کاری کنترل شده و کارگران آموزش دیده T8 و براي اندام­های انتهایی دستها و پاها مساوي T20 مي‌باشد. احتمال دارد به علت نيروهاي مكانيكي وارده از ميدان مغناطيسي در وسايل و ابزاري با خاصيت فرو مغناطيسي و بعضي از وسايل پزشكي كاشته شده در بدن، مخابرات ايمني حاصل شود. افرادي كه از وسايل ضربان ساز قلبي و وسايل پزشكي الكترونيكي مشابه استفاده مي‌كنند نيز نبايد در مواجهه با ميدان­های بيش از 5/0 ميلي تسلا (G5) قرار گيرند. همچنين در شار با شدت بيشتر ممكن است اثرات سوء ايجاد شود كه حاصل نيروهاي ساير وسايل كاشته شده در بدن مانند انواع بخيه‌هاي فلزي، گيره‌هاي مورد استفاده در درمان بعضي ناراحتي‌هاي عروقي، همچنین انواع اندام­هاي مصنوعي (پروتزهاي فلزي) و غيره باشد.

میدانهاي مغناطيسي با فركانس­هاي KHz 30 و كمتر از آن (زير فركانس راديويي)

جدول 8- مقادير حد مجاز مواجهه شغلي براي ميدانهاي مغناطيسي پايا

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | TWA هشت ساعته | | مقدار سقف |
| تمام بدن  دستها و پاها  افراد حامل وسايل پزشکي الکترونيکي | mT 60  mT 600  - | T 2  T 20  mT 5/0 | |



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

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي با دامنه چگالي شار مغناطيسي ناشي از ميدان­هاي مغناطيسي با گستره فركانسي KHz 30 و كمتر از آن به مقاديري اشاره دارد كه چنانچه شاغلين به طور مكرر در مواجهه با آن قرار گيرند اثر سوئی بر سلامت آنها عارض نگردد. براي تعيين مقادير حد مجاز مواجهه شغلي شدت­هاي ميدان مغناطيسي به صورت مقادير مؤثر (rms) داده شده است. اين مقادير به عنوان راهنمایي جهت كنترل پرتوگيري از ميدان­هاي مغناطيسي با زيرفركانس­هايKHz 30 و كمتر از آن تعيين شده است ولي نبايد به عنوان يك مرز مشخص بين ايمني و خطر تلقي شود. پرتوگيري‌‌هاي شغلي در گستره فركانس بي‌نهايت كم [[70]](#footnote-72)(ELF) از يك تا 300 هرتز، از مقدار سقف ارائه شده در رابطه زير نبايد تجاوز كند.



در رابطه فوق، حد مواجهه شغلي برحسب ميلي تسلا (*mT*) مي باشد و *f* فركانس برحسب هرتز است.

پرتوگيري‌هــاي شغلي در گستره فركانس Hz300 تا KHz 30 (شامل باند فركانس صوتي ] VF [ از Hz 300 تا KHz 3 و باند فركانس خيلي كم ] VLF [ از KHz 3 تا KHz 30 است) نبايد از مقدار سقف mT 2/0 تجاوز كند. مقادير سقف براي فركانس‌هاي Hz 300 تا KHz30 شامل پرتوگيري تمام بدن و همچنين قسمتي از بدن مي‌باشد. مقدار حد مواجهه شغلي براي فركانس‌هاي كمتر از Hz 300 در ناحيه دستها و پاها با ضريب 10 و همچنين براي بازو و ساق پا با ضريب 5 مي‌تواند افزايش يابد. چگالي شار مغناطيسي (mT) = f/60 در فركانس Hz60 مطابق با حداكثر چگالي شار مجاز mT1 مي‌باشد. حد مواجهه شغلي در فركانس KHz 30، mT2/0 است كه مطابق با شدت ميدان مغناطيسي m/A /160 مي‌باشد.

شدت جریان تماسی

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

1 میلی آمپر در فرکانس 1 هرتز الی 5/2 کیلو هرتز

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

#### توجه

1- مقادير حد مجاز مواجهه شغلي تعيين شده براساس ارزشيابي داده‌هاي موجود از تحقيقات آزمايشگاهي و مطالعات مربوط به پرتوگيري انسان است. در صورت به دست آمدن اطلاعات جديدتر، تغييراتي در مقادير ارائه شده حاصل خواهد شد. تاكنون، اطلاعات كافي راجع به جواب‌هاي انسان و اثرات سوء احتمالي ناشي از ميدان­هاي مغناطيسي در گستره فركانسي Hz1 تا KHz30 وجود ندارد تا بتوان براساس آنها حد مواجهه شغلي را براي برآورد ميانگين وزني زماني پرتوگيري تعيين نمود.

2- مقادير حد مجاز مواجهه شغلي تعيين شده، شاغليني را كه داراي دستگاه ضربان ساز قلبي هستند در مقابل تداخل امواج الكترومغناطيسي با دستگاه مزبور حفاظت نمي‌كند. بعضي از انواع دستگاه­هاي ضربان ساز قلبي به تداخل با امواج الكترومغناطيسي ناشي از خطوط انتقال نيرو (با فركانس 50 الي 60 هرتز) در چگالي شار مغناطيسي به كوچكيmT 1/0 حساسيت نشان داده‌اند. به علت كمي اطلاعات ارائه شده از جانب كارخانه سازنده ضربان قلبي درباره تداخل امواج الكترو مغناطيسي، توصيه مي­شود، پرتوگيري افراد حامل دستگاه مذكور و يا هر دستگاه مشابه ديگري كه در بدنشان وجود دارد در حد mT 1/0 و يا كمتر در فركانس­هاي مربوط به خطوط انتقال نيرو نگه داشته شود.

ميدان­هاي الكتريكي پايا و ميدان­هاي الكتريكي با فركانس KHz 30 و كمتر از آن ( زير فركانس راديويي)

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي تعيين شده اشاره به شدت‌هاي ميدان با فركانس راديویي (KHz30 و كمتر از آن) و همچنين ميدان­هاي الكتريكي پايا در محيط‌هاي كار بدون حفاظ دارد و نشان دهنده شرايطي است كه تحت آن شرايط اگر كاركنان به طور مكرر در مواجهه با آن قرار گيرند، اثرات زيان آوری بر سلامت آنان عارض نشود. براي تعيين مقادير حد مواجهه شغلي شدت­هاي ميدان الكتريكي به صورت مقادير مؤثر (rms) داده شده است. اين مقادير به عنوان راهنما جهت كنترل پرتوگيري تعيين شده است و به علت حساسيت‌هاي فردي نبايد به عنوان مرز مشخصي بين ايمني و خطر تلقي شود. شدت­هاي ميدان الكتريكي تعيين شده براي مقدار حد مواجهه شغلي به ميدان­هایي اشاره دارد كه در هوا موجودند و به دور از سطوح هادي‌ها قرار دارند (جايي كه تخليه‌هاي جرقه‌اي و جريان­هاي تماس ممكن است مخاطرات جدي به بار آورد). پرتوگيري شغلي در فركانس صفر هرتز (DC) تا 220 هرتز نبايد از شدت ميدان m/KV 25 بيشتر باشد. در فركانس‌هاي Hz220 تا KHz 3 مقدار سقف شدت ميدان از رابطه زير به دست مي‌آيد:

f/ 6 10× 525/5 = E حد مواجهه شغلي بر حسب m/V

f فركانس برحسب هرتز است.

در حد مجاز مواجهه شغلي براي فركانس‌هاي KHz 3 تا KHz30 مقدار سقف m/V 1842مي‌باشد. اين مقادير سقف براي فركانس­هاي 3 تا 30 كيلو هرتز براي بخشي از بدن و نيز تمام بدن در نظر گرفته مي‌شود.

#### توجه

1- مقادير حد مجاز مواجهه شغلي براساس جريان­هاي محدود در سطح بدن و جريان­هاي داخلي القايي به مقاديري كمتر از آنچه كه تصور مي­رود ايجاد اثرات زيان­آوري بنمايد، تعيين شده است. هرچند تاكنون دلايل و شواهد كافي مبني بر زيان­آور بودن پرتوگيري شغلي از اين ميدان­ها براي سلامت كاركنان به دست نيامده است، اما نتايج برخي مطالعات آزمايشگاهي در شدت­هاي ميدان الكتريكي كمتر از مقادير مجاز، برخي اثرات بيولوژيكي را نشان داده‌اند. در صورت به دست آمدن اطلاعات جديدتر، تغييراتي در مقادير ارائه شده داده خواهد شد. در حال حاضر اطلاعات كافي راجع به پاسخ‌هاي انسان و اثرات سوء احتمالي ناشي از ميدان­هاي الكتريكي در گستره فركانسي صفر تا KHz 30 وجود ندارد تا بتوان براساس آنها حد مواجهه شغلي را براي ميانگين وزني زماني پرتوگيري تعيين نمود.

2- قرار گرفتن در ميدان­هایي با شدتي بيش از m/ KV7-5 بدون اتصال به زمين مي‌تواند مخاطرات ايمني وسيعي به دنبال داشته باشد. از جمله با وجود ميدان الكتريكي با شدت زياد ممكن است تخليه الكتريكي و جريان­هاي تماسي ناشي از هادي­هاي زيرزميني واقع در ميدان، همراه با از جا پريدن بعلاوه ساير مخاطرات ايمني مانند احتراق مواد قابل اشتعال و وسايل الكتريكي قابل انفجار، به وجود آيد. لازم است ضمن دقت زياد اشياء بدون اتصال به زمين حذف شوند، يا مجهز به سيم اتصال به زمين گردند (Earth)، و يا هنگام جابجایي آنها از دستكش‌هاي عايق استفاده شود. در ميدان­های با شدت بيش از m/ KV 15 لازم است از وسايل حفاظتي (مثل لباس، دستكش و انواع عايق‌هاي الكتريكي) استفاده شود.

3- ‌براي شاغليني كه داراي ضربان ساز قلبي هستند، مقادير حد مجاز تعيين شده، آنها را در برابر تداخل امواج الكترومغناطيسي با دستگاه مذكور حفاظت نمي‌كند. بعضي از انواع ضربان سازهاي قلبي در مقابل تداخل با ميدان­هاي الكتريكي با فركانس مربوط به خطوط انتقال نيرو (50 الي 60 هرتز) حتي به شدتي به اندازه m/KV 2 حساسيت نشان مي‌دهند. به علت كمي اطلاعات ارائه شده از طرف كارخانه سازنده درباره تداخل امواج الكترومغناطيسي با دستگاه ضربان ساز قلبي، تماس افراد حامل دستگاه ضربان ساز و ساير وسايل مشابه پزشكي بايد در حد m/KV 1 نگه داشته شود.

پرتوهاي راديوفركانس و ماكروويو

حد مجاز مواجهه شغلي پرتوهاي راديوفركانس(RF) و ماكروويو در فركانس­هاي بين KHz30 تاGHz 300 به مقاديري اشاره دارد كه چنانچه شاغلين به طور مكرر در مواجهه با آن قرار گيرند، آثار نامطلوبي بر سلامت آنان ظاهر نگردد. مقادير حد مواجهه شغلي پرتوهاي مذكور 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 القايی(I) به بدن که در اثر پرتوگیری در چنین محیطی و یا در اثر مواجهه مستقیم با ماده اي كه در معرض محیطهای مزبور بوده اتفاق می­افتد، بیان می­گردد. جدول 9 و نمودار شکل 8 حد مجاز مواجهه شغلی را برحسب فرکانس­های مختلف بر حسب مگاهرتز (MHz) نشان می­دهد.

#### ملاحظات

الف- حد مجاز مواجهه شغلی در جدول 1 قسمت ب، به مقدار پرتوگیری که باید براساس حد مجاز مقدار مؤثر(rms) جريان RF وارد بربدن و احتمال بروز شوك يا سوختگي حاصل از RF اشاره دارد و به صورت زیر مورد استفاده قرار مي‌گيرد:

1- براي افرادي كه تكيه گاه فلزي ندارند يا به عبارتي با اجسام فلزي در تماس نيستند[[71]](#footnote-73)، جريانRF وارده بر بدنشان از طريق هر پا كه در هر فوت (تقريباً 30 سانتي‌متر) اندازه‌گيري مي‌شود نبايد از مقادير سقف به شرح زیر تجاوز نمايد:

(به ازاي MHz 1/0 < f < 03/0) f 1000 = I (برحسب ميلي آمپر)

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

2- در شرايطي كه احتمال تماس با اجسام فلزی وجود دارد، حداكثر جريان RF در مقاومت ظاهري بدن انسان كه با استفاده از يك جريان­سنج تماسي براي تعيين ميزان مواجهه انسان به هنگام گرفتن جسم فلزي در دست بدست مي‌آيد، نبايد از مقادير زیر تجاوز نمايد.

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

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

وسيله مورد استفاده جهت رعايت مقادير حد مجاز شغلي مذكور بستگي به استفاده كننده دارد. استفاده از دستكش محافظ، عدم استفاده از وسايل فلزي با آموزش افراد از جمله مواردي هستند كه با كمك آنها مي‌توان مواجهه شغلي را به حد مجاز رساند. ارزيابي مقدار جريان­هاي القايي معمولاً با وسايل قرائت مستقيم انجام مي‌گيرد.

ب- حد مجاز مواجهه شغلی در جدول 1 و قسمت الف، به مقدار پرتوگيري كه از طريق محاسبه ميانگين در سطحی معادل سطح مقطع عمومي بدن انسان به دست مي‌آيد اشاره‌ دارد (سطح تصوير شده). در مواردي كه قسمتی از بدن در معرض پرتوگيري است، حد مجاز مواجهه شغلی را مي‌توان افزايش داد. در ميدان­هاي متغير و غير يكنواخت، مقادير حداكثر شدت ميدان ممكن است از میزان حد مجاز مواجهه شغلي تجاوز نمايد مشروط بر آنكه متوسط مقادير در حدود مجاز تعيين شده باشد. حد مجاز مواجهه شغلی را مي‌توان با محاسبات اندازه‌گيري ميزان جذب ويژه [[72]](#footnote-74)SAR مرجع نيز افزایش داد.

جدول 9- حد مجاز مواجهه شغلی با امواج راديو فرکانس و ماکروويو

قسمت الف: ميدان­های الکترومغناطيسي \*(f فركانس بر حسب MHz)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| فرکانس | چگالي توان، S  (W/m2) | | | شدت ميدان الکتريکي،  E (V/m) | شدت ميدان مغناطيسي،  H (A/m) | متوسط زمانی E2  H2 يا S  (دقيقه) |
| KHz100– KHz 30 | - | | | 1842 | 163 | 6 |
| MHz 1– KHz 100 | - | | | 1842 | f/ 3/16 | 6 |
| MHz 30– MHz 1 | - | | | f/1842 | f/ 3/16 | 6 |
| MHz 100– MHz 30 | | - | | 4/61 | f/ 3/16 | 6 |
| MHz 300– MHz 100 | | | 10 | 4/61 | 163/0 | 6 |
| GHz 3– MHz 300 | 30/ f | | | - | - | 6 |
| GHz 30– GHz 3 | 100 | | | - | - | 079/1 f / 2/33878 |
| GHz 300– GHz 30 | 100 | | | - | - | 476/0 f / 62/67 |

قسمت ب : جريان­هاي القايي و تماسي راديو فرکانس\*جريان حداکثر (mA)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| فرکانس | در فاصله بين دو پا | از طريق هر پا | تماس | متوسط دوره زمانی |
| KHz100– KHz 30 | f 2000 | f 1000 | f 1000 | S 2/0 |
| MHz 100-KHz 100 | 200 | 100 | 100 | min 6 |

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

ج- براي پرتوگيري ميدان­هاي نزديك[[73]](#footnote-75) در فركانس­هاي پايين‌تر از MHz 300، حد مجاز مواجهه شغلی برحسب مقدار مؤثر (rms) شدت ميدان الكتريكي و مغناطيسي در جدول 9، قسمت الف نشان داده شده است. چگالي توان (S) موج تخت معادل برحسب (2cm/mW) از طريق اطلاعات به دست آمده از سنجش شدت ميدان از رابطه زير بدست مي‌آيد:

S = E2 /3770

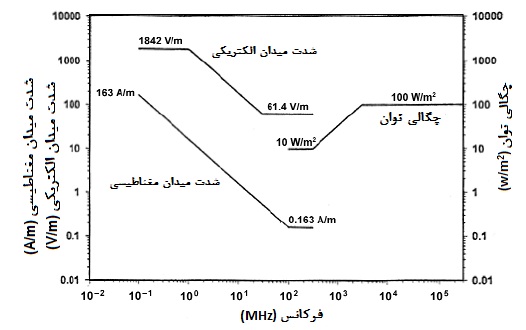
در رابطه فوق E2 برحسب مجذور ولت (V2) بر حسب متر مربع (m2) مي‌باشد و H27/37 S=

در رابطه فوق H2 برحسب مجذور آمپر (A2) برحسب متر مربع (m2) مي‌باشد.

د- در مواردي كه پرتوگيري از نوع پرتوهاي RF پالسي در مدت كمتر از msec 100 در گستره فركانس‌هاي 1/0 تا 300 گیگا هرتز باشد، حداکثر مواجهه شغلي مجاز با میدان الکتریکی لحظه ای 100 کیلو ولت بر متر است. براي پالس­هايی كه بيش از msec 100 تداوم دارند، محاسبه متوسط زماني معمول بکار مي­رود. مقادير مزبور به عنوان راهنما جهت ارزيابي و كنترل پرتوگيري امواج راديوفركانس و ماكروويو بكار مي­رود و نبايد به عنوان مرز قطعي بين حد ايمني و خطر تلقي گردند.

شکل 8 - نمودار حد مجاز مواجهه شغلی امواج مايكرويو و راديو فركانسي

(براي جذب وي‍ژه تمام بدن کمتر از kg/W 4/0)



#### توجه

1- چنانچه شاغلين به طور مستمر در مواجهه با مقاديری تا حد مجاز شغلی عنوان شده قرار گيرند، آثار نامطلوب بر سلامت آنان ظاهر نگردد. معهذا هنگامي كه مي‌توان با روشهاي ساده مانع پرتوگيري گرديد، بايد از مواجهه­هاي غير ضروري افراد با پرتوهاي راديوفركانس در مقاديري بيش از حد مجاز شغلي تدوين شده، اجتناب گردد.

2- براي ميدانهاي مختلط يا با باند پهن كه از فركانس­هاي مختلف تشكيل شده‌اند و در هر فركانس مقدار مشخصي از حد مجاز شغلي عنوان گرديده‌، بايد مواجهه شغلي به طور جداگانه (برحسب E2،H2 يا چگالي توان) در دامنه فركانس معين در نظر گرفته شود و حاصل جمع كليه حدود مجاز مذكور نبايد از واحد تجاوز نمايد.

به همين روش براي شدت جريان­هایی كه به صورت مختلط يا با باند پهن در فركانس­هاي مختلف ايجاد شده‌اند، مقادير حد مجاز شغلي در محدوده جداگانه شدت جريان­هاي ايجاد شده (برحسبI2) در هر دامنه فركانس معين در نظر گرفته مي‌شوند و نبايد حاصل جمع آنها از واحد تجاوز نمايد.

3- مقادير حد مجاز مواجهه شغلي جدول 9 به مقاديري اشاره دارد كه در فركانس­هاي كمتر از GHz 3 در طي هر 6 دقيقه (1/0 ساعت) و براي فركانس­هاي بالاتر يعني در GHz 300 در مدت زماني كمتر يعني تا 10 ثانيه تعيين شده‌اند.

4- در فركانس­هاي بين GHz 1/0 تا GHz3، مقادير حد مجاز مواجهه شغلي براي شدت ميدان­هاي الكترومغناطيسي با رعايت شرايط زیر قابل افزايش است:

الف- شرايط پرتوگيري با استفاده از روش­هاي مناسب قابل كنترل باشد به طوري كه متوسط پرتوگيري كل بدن يعني SARs  كمتر از kg/W 4/0 بوده و به طور متوسط مقادير قله SAR از kg/W 10 به ازاء هر يك گرم بافت (به صورت حجم بافت در شكل مكعب تعريف شده است) تجاوز ننمايد. به غير از دست، مچ دست، پا و مچ پا مقادير قله SAR از W/kg 20 به ازاء هر 10 گرفت بافت (كه به صورت حجم بافت در شکل مكعب تعريف شده است) مي تواند تجاوز نمايد. ميانگين SARs در طي هر 6 دقيقه محاسبه گرديده است.

ب- جريان­هاي القايي به بدن را بايد با مقادير جدول 9 مطابقت داد.

5- در فركانس­هاي بيش از GHz 3 تحت شرايطي كه قسمتي از بدن پرتوگيري مي نمايد، افزایش مقادير حد مجاز مواجهه شغلی مجاز مي‌باشد.

6- اندازه‌گيري شدت ميدانRF به عوامل متعددي بستگي دارد كه شامل ابعاد Prob و فاصله منبع از Prob مي‌باشد و روش­هاي اندازه‌گيري بايد از توصيه‌هاي اعلام شده در IEEE C95.3 سال 2002 تبعيت نمايد.

7- در مواردي كه قله چگالي ميدان الكتريكي KV/m 100 مي‌باشد از هرگونه مواجهه بايد اجتناب نمود.

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

SAR=S×PW×PRF×0.025

در رابطه فوق به ترتیب: *S*:چگالی توان معادل موج تخت *W/m2*، *P­­* ***:*پهنای مؤثر باند** *S*، *PRF*: فرکانس تکرار پالس*s-1* ،*0.025­*: حداکثر جذب ویژه تصحیح شده *W/kg* بر *W/m2*سطح بدن در مواجهه با موج رادیو فرکانسی70 مگاهرتز می­باشد.

محدودیت های مواجهه

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

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



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

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



نکاتی در مورد روش اندازه گیری امواج مايكرويو و راديوفركانسي

1. اولین اقدام در فرایند اندازه­گیری امواج، جمع آوری اطلاعات لازم در محیط کار و نحوه مواجهه افراد است. بدین منظور می بایست مشخصات فنی منابع و همچنین مشخصات امواج انتشار یافته از منابع به ویژه از لحاظ فرکانسی، ساعات مواجهه افراد، تعداد افراد در معرض و محل های تردد و ایستگاه­های کاری مشخص گردیده و در داخل برگه­های مخصوص ثبت گردد.
2. جهت تعيين ميزان مواجهه می­توان شدت مؤثر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی را اندازه­گیری کرد. در حالتی که ارتباط بین شدت­های میدان الکتریکی و مغناطیسی مشخص است مثل محدوده میدان دور، دانسیته توان تابشي نيز می­تواند بر اساس داشتن مقادیر میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی به صورت خودكار توسط دستگاه و يا به صورت دستي محاسبه شود.
3. دستگاههاي اندازه­گيري معمولاً شامل آنتن دریافت­کننده، آشکارساز، یک تقویت­کننده و نمایشگر می­باشد. آنتن و آشکار ساز به صورت کلی پروب يا جستجوگر ناميده می­شود. آشکار ساز دستگاه معمولاً يك ترموکوپل یا جریان دیودی است. پروب دستگاه معمولاً بر اساس مدل آن به صورت جداگانه مي­تواند اختصاصاً جهت اندازه­گيري ميدان الكتريكي يا ميدان مغناطيسي بكار رود. پهناي فركانسي كه در آن پروب ها قابليت اندازه­گيري دارند، نيز با توجه به مشخصات منبع انتشار امواج داراي اهميت زيادي است.
4. اغلب پروبهاي دستگاههاي اندازه­گيري به صورت تمام جهت هستند تا پاسخي صحيح كه نحوه و جهت نگهداري پروب دستگاه اندازه­گيري تأثيري در آن نداشته باشد، ايجاد نمايند. در صورتي كه از آنتن تمام جهت استفاده نشود آنتن را جهت دار ( directional) گويند. بنابراين مي بايست در زمان اندازه­گيري، جهت ميدان­هاي الكتريكي و مغناطيسي را تعيين و سپس متناسب با جهت ميدان­هاي منبع، جهت نگهداري آنتن تعيين گردد.
5. اندازه­گيري ميدان­هاي راديوفركانسي معمولاً مي­بايست در ايستگاه كاري و محل كارگر انجام گيرد. توصيه مي­شود ميانگين فضايي شدت امواج در اطراف سطح بدن كارگر تعيين گردد. بنابراين لازم است پروب دستگاه اندازه­گيري در سطح زمين نگاه داشته شود و با فواصل عمودي 25 سانتي متري در راستاي بدن بالا آورده شود و در هر فاصله نتايج قرائت گردند.

حدود مجاز مواجهه با پرتو فرا بنفش (UV)

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي با پرتو فرابنفش (UV) در ناحيه طيفي بين 180 و 400 نانومتر نشان دهنده شرايطي است كه تحت آن شرايط شاغلين ممكن است به طور مكرر پرتوگيري نمايند بدون آنكه اثرات زيان‌آوري نظير اريتما (سرخي­ پوست) و Photokeratitis[[74]](#footnote-76) بر سلامتي آنان عارض شود. اين مقادير براي پرتوگيري چشم یا پوست از منابع تابشي ملتهب، فلورسنت، تخليه بخار و گاز، قوس­هاي جوشكاري و تابش خورشيدي كاربرد دارد، ولي براي ليزرهاي تابش­كننده فرا بنفش مورد استفاده قرار نمي‌گيرد (به حد مجاز شغلي براي ليزرها مراجعه شود). مقادير تعيين شده براي افراد حساس به نور كه پرتوگيري فرا بنفش دارند و يا افرادي كه همراه با پرتوگيري در مواجهه با عوامل حساس­كننده به نور قرار گرفته‌اند كاربرد ندارد (به تذكر شماره 3 توجه شود). مقادير پرتوگيري تعيين شده براي چشمان افراد بدون عدسي[[75]](#footnote-77) استفاده نمي­شود (به حدود مجاز مواجهه شغلي روشنایي و پرتوهاي **فرو سرخ** نزديك مراجعه شود).

مقادير مذكور به عنوان راهنمايي جهت كنترل پرتوگيري از منابع تابشي پيوسته كه طول زمان پرتوگيري بيش از 1/0 ثانيه است مورد استفاده قرار مي‌گيرد. مقادير تعيين شده به منزله راهنما جهت كنترل پرتوگيري از منابع تابش فرا بنفش بايد به كار رود ولي نبايد به عنوان مرز مشخصي بين ايمني و خطر تلقي گردد.

مقادير توصيه شده

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي براي پرتوگيري شغلي از تابش فرا بنفش كه برچشم يا پوست مي‌تابد در حاليكه مقادير چگالي شارتابشي (تابندگي)[[76]](#footnote-78) معلوم بوده و زمان پرتوگيري نيز كنترل شده است به ترتيب زير مي‌باشد:

بخش اول- منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش (180 الی400 نانومتر) –خطرآسیب قرنیه چشم

#### الف: در شرايط اندازه­گيري چگالي شار تابشي طيفي

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



در اين رابطه، *Eeff* چگالي شار تابشي مؤثر مربوط به منبع تك رنگي با طول موج *nm* 270 برحسب *W/cm2*، *Eλ* چگالي شار تابشي طيفي با طول موج λ بر حسب *W/(cm2.nm)* ، *S (λ)* اثربخشي طيفي نسبي (بدون واحد) و *Δ λ* پهناي باند بر حسب نانومتر است.

در عمل چگالي شار تابشي 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 j/cm2 003/0 است که بر این اساس حداكثر زمان پرتوگيري مجاز از رابطه زیر به دست مي آيد:



در رابطه فوق، *t max* حداكثر زمان پرتوگيري مجاز برحسب ثانيه و *Eeff*تابیدگي مؤثر نسبت به يك منبع تك رنگ در طول موج *nm* 270 برحسب *W/cm2*است.

جدول 10 بیان­کننده حد مجاز مواجهه شغلي با پرتوهاي فرابنفش بر مبنای طول موج و اثربخشي طيفي نسبي آنها می­باشد. جدول11مدت مجاز مواجهه با پرتوهاي UV در ناحيه طيفي اكتينيك را بر حسب تابندگي مؤثر نشان می­دهد.

جدول 10- حد مجاز مواجهه شغلي با پرتوهاي فرابنفش و اثربخشي طيفي نسبي

| اثربخشي طيفي نسبي  S(λ) | حد مجاز مواجهه شغلي | | \*طول موج  (nm) |
| --- | --- | --- | --- |
| (j/m2)Δ (mj/cm2)Δ | |
| 012/0 | 250 | 2500 | 180 |
| 019/0 | 160 | 1600 | 190 |
| 030/0 | 100 | 1000 | 200 |
| 051/0 | 59 | 590 | 205 |
| 075/0 | 40 | 400 | 210 |
| 095/0 | 32 | 320 | 215 |
| 120/0 | 25 | 250 | 220 |
| 150/0 | 20 | 200 | 225 |
| 190/0 | 16 | 160 | 230 |
| 240/0 | 13 | 130 | 235 |
| 300/0 | 10 | 100 | 240 |
| 360/0 | 3/8 | 83 | 245 |
| 430/0 | 0/7 | 70 | 250 |
| 500/0 | 0/6 | 60 | 254\*\* |
| 520/0 | 8/5 | 58 | 255 |
| 650/0 | 6/4 | 46 | 260 |
| 810/0 | 7/3 | 37 | 265 |
| 000/1 | 0/3 | 30 | 270 |
| 960/0 | 1/3 | 31 | 275 |
| 880/0 | 4/3 | 34 | 280\*\* |
| 770/0 | 9/3 | 39 | 285 |
| 640/0 | 7/4 | 47 | 290 |
| 540/0 | 6/5 | 56 | 295 |
| 460/0 | 5/6 | 65 | 297\*\* |
| 300/0 | 10 | 100 | 300 |
| 120/0 | 25 | 250 | 303\*\* |
| 060/0 | 50 | 500 | 305 |
| 026/0 | 120 | 1200 | 308 |
| 015/0 | 200 | 2000 | 310 |
| 006/0 | 500 | 5000 | 313\*\* |
| 003/0 | 103× 0/1 | 104× 0/1 | 315 |
| 0024/0 | 103×3/1 | 104×3/1 | 316 |
| 0020/0 | 103×5/1 | 104×5/1 | 317 |
| 0016/0 | 103× 9/1 | 104× 9/1 | 318 |
| 0012/0 | 103× 5/2 | 104× 5/2 | 319 |
| 0010/0 | 103×9/2 | 104×9/2 | 320 |
| 00067/0 | 103×5/4 | 104×5/4 | 322 |
| 00054/0 | 103×6/5 | 104×6/5 | 323 |
| 00050/0 | 103×0/6 | 104×0/6 | 325 |
| 00044/0 | 103×8/6 | 104×8/6 | 328 |
| 00041/0 | 103×3/7 | 104×3/7 | 330 |
| 00037/0 | 103×1/8 | 104×1/8 | 333 |
| 00034/0 | 103×8/8 | 104×8/8 | 335 |
| 00028/0 | 104× 1/1 | 105× 1/1 | 340 |
| 00024/0 | 104×3/1 | 105×3/1 | 345 |
| 00020/0 | 104×5/1 | 105×5/1 | 350 |
| 00016/0 | 104× 9/1 | 105× 9/1 | 355 |
| 00013/0 | 104× 3/2 | 105× 3/2 | 360 |
| 00011/0 | 104×7/2 | 105×7/2 | 365\*\* |
| 000093/0 | 104×2/3 | 105×2/3 | 370 |
| 000077/0 | 104×9/3 | 105×9/3 | 375 |
| 000064/0 | 104×7/4 | 105×7/4 | 380 |
| 000053/0 | 104×7/5 | 104×7/5 | 385 |
| 000044/0 | 104×8/6 | 105×8/6 | 390 |
| 000036/0 | 104×3/8 | 105×3/8 | 395 |
| 000030/0 | 105×0/1 | 106×0/1 | 400 |

\* طول موجهاي انتخابي، براي ساير طول موجها بايد آنترپوله انجام شود.

\*\* خطوط انتشار طيف بخار جيوه

∆

جدول11- مدت مجاز مواجهه با پرتوهاي UV در ناحيه طيفي اكتينيك بر حسب تابندگي مؤثر

|  |  |
| --- | --- |
| طول زمان پرتو گيري در روز | تابندگي مؤثر Eeff (μW/cm2) |
| 8 ساعت | 1/0 |
| 4 ساعت | 0/2 |
| 2 ساعت | 4/0 |
| 1 ساعت | 8/0 |
| 30 دقیقه | 7/1 |
| 15 دقیقه | 3/3 |
| 10 دقیقه | 5 |
| 5 دقیقه | 10 |
| 1 دقیقه | 50 |
| 30 ثانیه | 100 |
| 10 ثانیه | 300 |
| 1 ثانیه | 3000 |
| 5/0 ثانیه | 6000 |
| 1/0 ثانیه | 30000 |

#### ب: در شرايط اندازه­گيري چگالي شار تابشي در سه طيف اصلي

در صورت عدم وجود نتايج اندازه­گيري چگالي شار تابشي طيفي با دراختيار داشتن نتايج چگالي شار تابشي در هر طيف A،B يا C نيز به طور جايگزين مي­توان از حدود زير مندرج در جداول 12 و 13 استفاده نمود. اين حدود از مقادير ارائه شده در جداول 10 و 11 استخراج گرديده است.

جدول 12 - حد مجاز مواجهه شغلي پرتوهاي فرابنفش در طيف هاي مختلف

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| mj/cm2 | j/m2 | نوع پرتو |
| 3000 | 30000 | UVA |
| 1 | 10 | UVB |
| 4/0 | 4 | UVC |

جدول 13 - مدت مجاز مواجهه شغلي با پرتوهاي UV در طيف­هاي مختلف

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UVC(µW/cm2) | UVB(µW/cm2) | UVA(µW/cm2) | | | طول زمان پرتوگيري  در روز |
| 00014/0 | 0003/0 | | 1667/104 | 8 ساعت | |
| 00028/0 | 0007/0 | | 3333/208 | 4 ساعت | |
| 00056/0 | 0014/0 | | 6667/416 | 2 ساعت | |
| 001/0 | 0028/0 | | 3333/833 | 1 ساعت | |
| 002/0 | 0056/0 | | 667/1666 | 30 دقيقه | |
| 004/0 | 01/0 | | 333/3333 | 15 دقيقه | |
| 0067/0 | 017/0 | | 50000 | 10 دقيقه | |
| 013/0 | 03/0 | | 10000 | 5 دقيقه | |
| 067/0 | 167/0 | | 50000 | 1 دقيقه | |
| 013/0 | 33/0 | | 100000 | 30 ثانيه | |
| 4/0 | 1 | | 300000 | 10 ثانيه | |
| 4 | 10 | | 3000000 | 1 ثانيه | |
| 8 | 20 | | 6000000 | 5/0 ثانيه | |
| 40 | 100 | | 30000000 | 1/0 ثانيه | |

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

#### خطرآسیب شبکیه و عدسی چشم

پرتوگيري چشم بدون حفاظ از پرتوهاي فرا بنفش در این طیف نبايد از مقادير ذيل فراتر رود:

الف ـ دوز جذب شده j/cm2  1 براي مدت پرتوگيري كمتر از 1000 ثانيه

ب ـ چگالي شار تابشي مؤثر mW/cm2  1 براي مدت پرتوگيري 1000 ثانيه و بيشتر از آن

بخش سوم – منبع با پهنای فرکانسی باریک

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

#### تذكرات

1- احتمال بروز سرطان پوست بستگي به عوامل مختلفي از قبيل رنگدانه پوست، سابقه تاول­هاي پوستي ناشي از آفتاب سوختگي و دوز تجمعي پرتو فرا بنفش دارد.

2- كارگراني كه در محيط باز و در مناطقي با عرض جغرافيائي كمتر از 40 ± درجه كار مي‌نمايند، می­توانند در ايام تابستاني در حوالي ظهر درحد 5 دقيقه در مدت كوتاهي پرتوگيري بيش از مقادير حد مجاز مواجهه شغلي داشته باشند.

3- مواجهه با پرتوهاي فرا بنفش همزمان با مواجهه عمدي و غيرعمدي با مواد شيميایي مختلف از جمله برخي از داروها ممكن است منجر به ارتيم پوستي گردد. در صورتي كه كارگر هنگامي كه در معرض دوز UV به مقدار كمتر از حد مواجهه شغلي قرار مي‌گيرد و واكنش پوستي نشان مي‌دهد و اين واكنش را قبلاً‌نشان نداده است، حساسيت بيش از حد وي بايد مورد توجه قرار گيرد، در بين صدها عاملي كه مي‌تواند حساسيت شديد به پرتو UV ايجاد كند می­توان برخي از گياهان و مواد شيميایي نظير برخي آنتي­بيوتيكها (مانند تتراسيكلين، سولفاتيازول) و برخي آرام بخش‌ها (مانند ایمي­پرامين)، برخي از داروهاي مدر، مواد آرايشي، داروهاي بيماري­هاي رواني، مشتقات قطران، برخي از رنگ­ها و ذغال سنگ‌(Lime Oil) را نام برد.

4- اُزن در اثر تابش فرا بنفش با طول موج كمتر از 250 نانومتر در هوا توليد مي‌شود. به مقادير حد مجاز مواجهه شغلي اُزن در قسمت مواد شيميایي مراجعه كنيد.

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 قرنيه و عدسي: براي اجتناب از صدمات قرنيه و اثرات احتمالي بر عدسي چشم (بيماري آب مرواريد) پرتوگيري از اشعه **فرو سرخ** (μm3< λ < nm770) در محيط­هاي خيلي گرم در مدت زمان­هاي طولاني (1000 ثانيه و بالاتر) بايد به mW/cm2 10 محدود شود و براي پرتوگيري­هاي در مدت زمان كمتر از1000 ثانيه ميزان پرتوگيري مجاز از رابطه زیر بدست مي‌آيد:

W/cm2

براي پرتوگيري­هاي در مدت زمان بیشتر از1000 ثانيه ميزان پرتوگيري مجاز از رابطه زیر بدست مي‌آيد:

 W/cm2

ب- حفاظت شبکیه: برای لامپ حرارتی **فرو سرخ** یا هر منبع **فرو سرخ** نزدیک (near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد (با درخشندگی کمتر از cd/m2 2- 10)، مقدار تابش IR-A یا **فرو سرخ** نزدیک (nm1400< λ < nm770) که به چشم می­رسد در محدوده رابطه زیر برای مدت زمان مواجهه کمتر از 810 ثانیه قابل قبول است.



اين حد براساس قطر مردمك mm7 تعيين شده است (در صورتي كه به دليل فقدان نور كافي مردمك تا اين اندازه باز نمي‌شود) و آشكار ساز زاويه ميدان ديد mrad 11 داشته باشد. برای مدت زمان مواجهه بیشتر از 810 ثانیه رابطه زیر برقرار است.



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

**

حد مجاز مواجهه شغلي ليزر[[77]](#footnote-79)

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي در برابر پرتو ليزر به شرايطي اشاره دارد كه چنانچه كليه مشاغلين به طور مكرر در مواجهه با آن قرار گيرند، آثار نامطلوب مشهودی بر سلامت آنان ایجاد نگردد. مقادير مزبور به عنوان راهنما براي كنترل مواجهه افراد با پرتوهاي مذكور بکار مي­روند و نبايد به عنوان مرز قطعی بين حد ايمن و حد خطر تلقي گردند. حدود مواجهه شغلي براساس كاملترين اطلاعات بدست آمده از مطالعات تجربي تعيين گرديده است. در عمل خطرات چشمي و پوستي ناشي از ليزر را مي‌توان با بکارگيري تمهيدات كنترلي، متناسب با نوع ليزر مهار نمود.

گروه‌ بندي ليزرها

شركت سازنده‌غالباً به منبع مولد ليزر برچسبي الصاق مي‌نمايد كه طبقه خطر آنها را مشخص مي‌كند. معمولاً لازم نيست تابندگي ليزر یا مواجهه تابشي آن براي مقايسه با حدود مواجهه شغلي برآورد گردد. پتانسيل مواجهه­هاي خطرناك را مي‌توان با بکارگيري تمهيدات كنترلي متناسب با طبقه خطر ليزر به حداقل رسانيد. تمهيدات كنترلي بر تمام طبقات ليزرها بجز طبقة "يك" قابل اعمال است. اين تمهيدات و ساير اطلاعات ايمني ليزر را مي‌توان در نشريه ACGIH تحت عنوان A Guide Control For of Laser Hazards و نشريات سري ANSI- Z-136(2007) كه توسط انستيتوي ليزر آمريكا منتشر شده است يافت.

روزنه ‌محدود[[78]](#footnote-80)

در اين بخش براي مقايسه با حدود مجاز مواجهه شغلي، ميانگين تابندگي دسته پرتوهاي ليزر يا زمان پرتودهي تمام روزنه محدود در ناحيه طيفي و زمان مواجهه مناسب برآورد مي‌شود. اگر قطر دسته پرتوهاي ليزر كمتر از قطر روزنه محدود كننده باشد، تابندگي مؤثر دسته پرتوهاي ليزر یا پرتودهي آن را مي‌توان از طريق تقسيم توان دسته پرتوهاي ليزر يا انرژي آن بر سطح روزنه محدود كننده به دست آورد. فهرست روزنه‌هاي محدود كننده در جدول 14 آمده است.

اندازه منبع و ضريب تصحيح CE

موارد زیر در طول موج­هاي ناحيه خطر شبكيه يعني 400 الي 1400 نانومتر (nm) اعمال مي‌شود. معمولاً ليزر منبع كوچكي در حد يك منبع نقطه‌اي است و شامل یک زاویه کمتر از min α که برابر با 1 میلی رادیان است، می­باشد. با این وجود هر منبعي كه زاويه α آن از min α، كه از چشم ناظر اندازه‌گيري مي‌شود بزرگتر باشد، بعنوان يك منبع متوسط (max α < α < min α) و يا منبع بزرگ (max α > α) منظور مي‌شود. براي مدت زمان پرتوگيري t، زاويه max α به صورت زير تعريف مي­شود:

|  |  |
| --- | --- |
| مدت مواجهه | زاويه max α |
| برایms 625 /0≤ t | mrad 5= amax |
| برای s25/0> t >ms 625 /0 | mrad 5/0 t× 200= amax |
| برای s25/0t ≥ | mrad 100 = amax |
|  | **mrad 5/1 = amin** |

چنانچه منبع مستطيل شكل است، α ميانگين حسابی بلندترين طول و كوتاهترين بعد قابل مشاهده مي‌باشد. براي منابع متوسط و بزرگ، حد مجاز مواجهه شغلی در جدول 2 با ضريب تصحيح E C كه در قسمت "نكات" جدول 2 آمده است، تعديل مي‌گردد.

جدول 14- حدود شکافها براي تعيين حد مجاز مواجهه شغلي ليزر

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| گستره طيفي (نانومتر) | مدت مواجهه (ثانيه ) | چشم (ميلي متر) | پوست (ميلي متر) |
| 400-180 | 25/0-9-10×1 | 1 | 5/3 |
| 400-180 | 103×30-25/0 | 5/3 | 5/3 |
| 1400-400 | 25/0-13-10×1 | 7 | 5/3 |
| 1400-400 | 103×30-25/0 | 7 | 5/3 |
| 105×1-1400 | 25/0-14-10×1 | 1 | 5/3 |
| 105×1-1400 | 103×30- 25/0 | 5/3 | 5/3 |
| 106×1-105×1 | 103×30- 14-10×1 | 11 | 11 |

ضرايب تصحيح C,B,A(,CA B C و C C )

مقادير حد مجاز مواجهه شغلی براي پرتوگيري چشم كه در جدول 15 ارائه شده است در تمام طول موجها كاربرد دارد. حد مجاز مواجهه شغلی با طول موج­هاي بين nm700 و nm 1049 با ضريب CA افزايش مي‌يابد (به دليل كاهش جذب توسط ملانين كه در نمودار شکل 9 نشان داده شده است). در برخي موارد كه فرد در معرض طول موج­هاي بين 400 و 600 نانومتر قرار مي‌گيرد (به دليل كاهش حساسيت فتوشيميايي در صدمات وارد به شبكيه چشم) ضريب تصحيح CB بايد بکار برده شود. ضريب تصحيح CC در طول موج­هاي 1150 تا 1400 نانومتر بکار مي‌رود كه به دليل جذب در عبور از محيط چشم قبل از رسيدن به شبكيه است. مقادير حد مجاز مواجهه شغلی مندرج در جدول 16 در ارتباط با پرتوگيري پوست از پرتوهاي ليزر مي‌باشد. مقادير مزبور را مي‌توان به نسبت ضريب CA كه در شکل 9 نشان داده شده است براي طول موج­هاي بين 700 تا 1400 نانومتر افزايش داد. براي سهولت در امر محاسبه زمان مواجهه مجاز كه نياز به محاسبه با توان­هاي جزئي دارد نمودار شکلهای 10تا 14 را مي‌توان بکار برد.

پرتوگيري پالسي مكرر[[79]](#footnote-81) (RPE)

ليزرهاي اسكن با موج پيوسته[[80]](#footnote-82) (CW) و يا ليزرهاي پالسي مكرر مي‌توانند سبب پرتوگيري پالسي مكرر شوند. حد مجاز مواجهه شغلی براي نگاه­كردن مستقيم به پرتو در طول موج­هاي بين 400 تا 1400 نانومتر و همچنين در پرتوگيري تك پالسي (پالسي با مدت زمان t ) ارائه شده است و با استفاده از ضريب تصحيح كه براساس تعداد پالس در هر پرتوگيري مشخص مي‌گردد، تعديل مي‌شود. ابتدا تعداد پالسها (n) در يك پرتوگيري بر حسب Hz محاسبه مي‌گردد. سپس اين مقدار كه فركانس تكرار پالس ناميده مي‌شود، در مدت زمان پرتوگيري ضريب مي‌نماييم. معمولاً پرتوگيري در محدوده‌اي از 25/0 ثانيه براي منبع مرئي درخشان تا 10 ثانيه براي منبع مادون قرمز اتفاق مي‌افتد. حد مواجهه شغلي تصحيح شده براي هر پالس از رابطه زير به دست مي‌آيد:

(حد مجاز مواجهه شغلی تك پالس) (25/0- n) = حد مجاز مواجهه شغلی معادله (1)

معادله فوق فقط در شرايط ايجاد صدمات حرارتي يعني كليه پرتوگيري­هاي با طول موج بيش از 700 نانومتر و برخي از پرتوگيري‌ها با طول موج­هاي کوتاهتر كاربرد دارد. براي طول موج­هاي مساوي يا كمتر از 700 نانومتر حد مجاز تصحيح شده از معادله 1 در صورتي استفاده مي‌شود كه متوسط تابندگي كمتر از حد مواجهه شغلي براي پرتوگيري مداوم باشد. در صورتي كه مدت پرتوگيري بين 10 ثانيه تا [[81]](#footnote-83)T1 ثانيه باشد، متوسط تابندگي (يعني پرتوگيري تجمعي كامل براي nt[[82]](#footnote-84) بر حسب ثانيه) نبايد از دوز مندرج در جدول 15 تجاوز نمايند. توصيه مي‌شود براي اطلاعات بيشتر به منبع زير مراجعه نمايند:

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

جدول 15: حد مجاز مواجهه شغلي پرتوگيري مستقيم عدسي چشم

(نگاه مستقيم به پرتو) حاصل از پرتو ليزر

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ناحيه طيفي | طول موج (nm) | زمان پرتوگيري (t)  بر حسب ثانيه | حد مجاز مواجهه شغلي | |
| UVC | \*280-180 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 3 | این محدوده نباید از j/cm2 25/0 t 56/0 در s 10 ≥ t تجاوز نماید |
| UVB | 302-280 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 3 |
| 303 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 4 |
| 304 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 6 |
| 305 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 10 |
| 306 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 16 |
| 307 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 25 |
| 308 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 40 |
| 309 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 63 |
| 310 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 100 |
| 311 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 160 |
| 312 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 250 |
| 313 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 400 |
| 314 | 9-10 تا 104×3 | mj/cm2 630 |
| UVA | 400- 315 | 9-10 تا 10 | j/cm2 25/0 t 56/0 |  |
| " – " | 10 تا 103 | j/cm2 0/1 |  |
| " – " | 103 تا 104 × 3 | mw/cm2 0/1 |  |

\* اُزن 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- اُزن مراجعه شود.

جدول 16: حد مجاز مواجهه شغلي پرتوگيري مستقيم عدسي چشم

(نگاه مستقيم به درون پرتو) حاصل از پرتو ليزر

| ناحيه طيفي | طول موج nm)) | زمان پرتوگيري (t) بر حسب ثانيه | حد مجاز مواجهه شغلي |
| --- | --- | --- | --- |
| Light | 700-400 | 11-10 تا 15-10 | j/cm2 9-10×15 |
| 700-400 | 9-10تا 11-10 | j/cm2 75/0 t7/2 |
| 700-400 | 6-10×18 تا 9-10 | µj/cm2 5/0 |
| 700-400 | 10 تا 6-10×18 | mj/cm2 75/0 t8/1 |
| 450-400 | 100 تا10 | mj/cm2 10 |
| 500-450 | T1 تا10 | mw/cm2 1 |
| 500-450 | 100 تا T1 | CB mj /cm2 10 |
| 500-450 | 30000 تا100 | CB mw /cm2 1/0 |
| 700-500 | 30000 تا100 | mw/cm2 1 |
| IR-A | 1050-700 | 11-10 تا 13-10 | j/cm2 9-10 × CA15 |
| 1050-700 | 9-10 تا 11-10 | j/cm2  75/t0 CA 7/2 |
| 1050-700 | 6-10×18 تا 9-10 | j/cm2µ0CA 5/0 |
| 1050-700 | 10تا 6-10×18 | j/cm2 m 75/0 CAt 8/1 |
| 1050-700 | 30000 تا10 | mw/cm20CA |
| 1400-1050 | 11-10 تا 13-10 | j/cm2 µ( Cc ×10-1 8/1 |
| 1400-1050 | 9-10 تا 11-10 | j/cm2 75/0 t×CC27 |
| 1400-1050 | 6-10×50 تا 9-10 | µj/cm2 Cc5 |
| 1400-1050 | 10تا6-10×500 | mj/cm2 75/0 t× CC9 |
| 1400-1050 | 30000تا10 | mw/cm2 Cc5 |
| IR-B & C | 1500-1401 | 3-10 تا 14-10 | j/cm2 1/0 |
| 1500-1401 | 10تا 3-10 | j/cm225/0 t 56/0 |
| 1800-1501 | 10تا 14-10 | j/cm2 0/1 |
| 2600-1801 | 3-10 تا 14-10 | j/cm2 1/0 |
| 2600-1801 | 10تا 3-10 | j/cm225/0 t 56/0 |
| 106-2601 | 7-10 تا 14-10 | mj/cm210 |
| 106-2601 | 10تا 7-10 | j/cm225 /0 t 56/0 |
| 106-1400 | 104×3 تا10 | mw/cm2100 |

*نكات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول 16:*

A C = نمودار 2؛ 1=B C به ازاء nm 549 - 400 = λ

] (550 - λ)015/0 [ 10 = B C به ازاء nm 700 - 550 = λ ؛ 1 = c C از 700 تا 1150 نانومتر

](1150-λ)181/0 [ 10 = Cc درطول موج­هاي بزرگتر از 1150 نانومتر و كمتر از 1200 نانومتر

8 = Cc از 1200 تا 1400 نانومتر؛ s10 = 1 T به ازاء nm 450-400=λ

] (550 -λ) 02/0 [ 10 × 10 = 1 T به ازاي nm500 – 450 =λ

s10 = 1 T به ازاء nm 700-500=λ

براي چشمه‌هاي متوسط يا بزرگ (مثلاً شبكه‌هاي ديود ليزر) در طول موج­هاي بين 400 تا 1400 نانومتر حد مجاز شغلي پرتوگيري براي نگاه كردن مستقيم به پرتو را مي‌توان با ضريب تصحيح (CE) طبق رابطه ذیل افزايش داد، مشروط بر آنكه زاويه چشم بيننده و منبع تابش پرتو (اندازه‌گيري شده از فاصله چشم بيننده) بزرگتر از min α باشد. مقدار (CE) مطابق با جدول زير با α متناسب است:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ضريب تصحيح (CE) | اندازه چشمه  قابل تشخيص | زاويه چشم بيننده  و منبع تابش پرتو |
| CE = 1 | **كوچك** | αmin ≤ α |
| CE = α / αmin | **متوسط** | αmin < α ≥ αmax |
| CE = 3.33, t ≥ 0.625  CE = 3.33 t0.5, 0.625 < t < 0. 25s  CE = 66.7, t > 0. 25s | **بزرگ** | α > αmax |

زاويه 100 ميلي راديان را مي‌توان max α در نظر گرفته در نقطه‌اي كه حد مجاز شغلي به عنوان راديانس ثابت بيان شده باشد و معادله فوق بر حسب راديانس L به صورت ذيل تبديل گردد:

به ازاءms 625/0t < (pt منبع AOE) ×‌(5 10 × 81/3) = AOE L برحسب (Sr ×2 cm)j

به ازاء s25/0< t s < 625/0 (5/0t×6/7) = AOE L برحسب (Sr ×2 cm)j

به ازاءs 100> t 8/4 = AOE L برحسب (Sr ×2 cm) W

شكاف وسيله سنجش بايد در فاصله mm100 يا بيش از آن از منبع پرتو قرار گيرد. براي سطوح تابندگي بزرگ، ميزان حد مجاز شغلي براي مواجهه پوست در زير نويس جدول 17 آمده است

جدول 17- مقادير حد مجاز مواجهه شغلی پرتوگيري پوستي اشعه ليزر

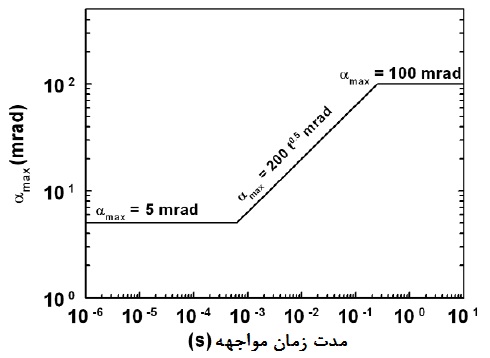
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ناحيه طيفي | طول موج nm)) | مدت پرتوگيري (t)  بر حسب ثانيه | حد مجاز مواجهه شغلی |
| UVA\* | 400-180 | 9-10 تا 104 | مطابق جدول 15 |
| LIGHT&IR-A | 1400-400 | 9-10 تا 7- 10 | j/cm2 2-10 ×CA 2 |
| 1400-400 | 7-10 تا 10 | j/cm2 (25/0 t)CA 1/1 |
| 1400-400 | 10 تا 104×3 | W/cm2 CA 2/0 |
| IR – B & C\*\* | 1401-106 | 109 تا 104×3 | مطابق جدول 16 |

\* اُزن ( (O3توسط منابع پرتو فرابنفش (UV) در طول موجهاي كمتر از mm250 در هوا توليد مي­گردد. به بخش حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی اُزن مراجعه شود.

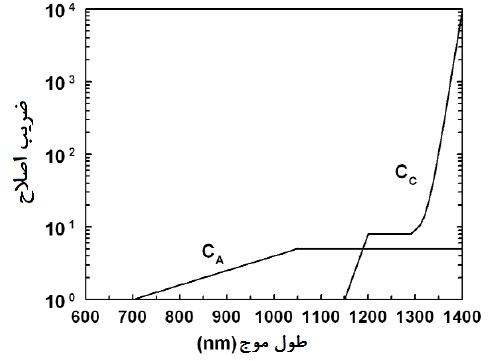
0/1= C8به ازاءnm 700-400 = λ، براي nm 1400– 700 = λ به نمودار 1 مراجعه شود.

\*\* در طول موج­هاي بيش از nm 1400، براي سطح مقطع پرتو به ميزان بیش از 100 سانتي متر مربع و مدت پرتو­گيري بيش از 10 ثانيه است، حد مواجهه شغلي از رابطه mw/ cm2 (10000/A3) = OEL به دست مي­آيد كه A3 مساحت پوست پرتو گرفته از 100 تا 1000 سانتي متر مربع و OEL در­صورتيكه مساحت پوست پرتو گرفته بیش از cm2 1000 باشد mw/cm2 10 و در صورتي كه مساحت پوست پرتو گرفته كمتر از 100 باشد حد مجاز شغلی mw/cm2 100 می­باشد.

شکل 9– تغییرات αmax بر مبنای مدت زمان مواجهه

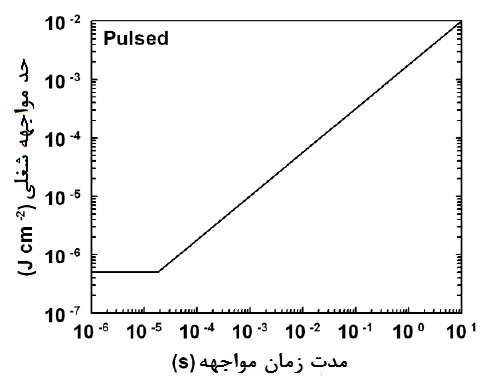


شکل10- ضریب تصحیحOEL در محدوده طول موج 400 الی 700 نانومتر



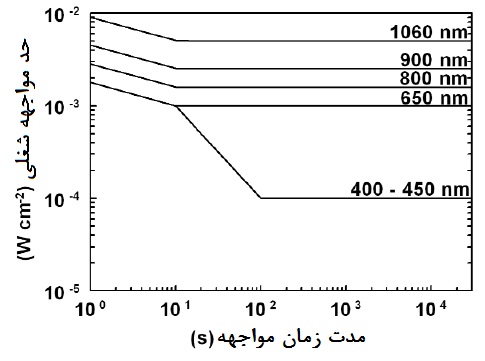
شکل 11- حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه گردن به طور مستقیم داخل لیزر در محدوده

400 الی 700 نانومتر

**

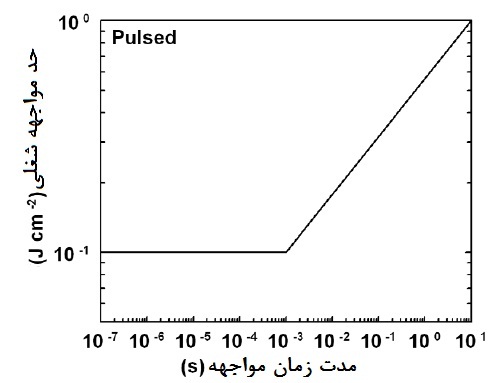
شکل 12 - حد مجاز مواجهه شغلی برای نگاه گردن به طور مستقیم داخل لیزر نوع پیوسته

در محدوده 400 تا 1400 نانومتر



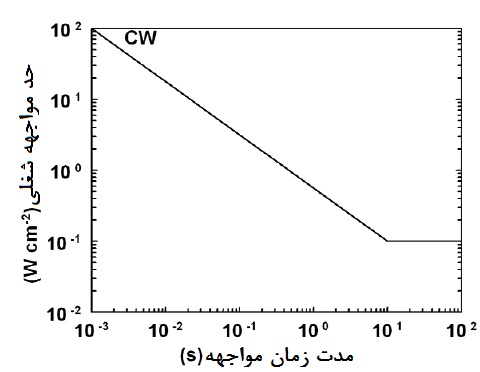
شکل 13- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر برای پوست وچشم برای طول موج های

بزرگتر از 4/1 میکرومتر

**

شکل14- حد مجاز مواجهه شغلی با لیزر نوع پیوسته برای پوست وچشم برای طول موج های

بزرگتر از 4/1 میکرومتر



روشنایی

كميته تعيين مقادير حد مجاز مواجهه شغلی عوامل فيزيكي پس از مطالعه و بررسي مدارك 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 روشنايي عمومی داخلی اماکن مختلف بر مبنای خصوصیات مکان و دقت مورد نیاز برای رؤیت واضح اشیاء و تصاویر به همراه شاخص یکدستی روشنایی و جدول 20 برای محوطه ها و معابر آورده شده است. این مقادیر حداقل شدت روشنایی را در موارد ذکر شده تعیین نموده است. همچنین با توجه به نیاز برخی از مشاغل به تأمین روشنایی موضعی برای انجام کار راحت حدود توصيه شده شدت روشنايي موضعي مورد نياز براي مشاغل مختلف در جدول 19 آورده شده است.

شدت روشنایی مورد نياز بر حسب لوكس (لومن بر متر مربع) انتخاب شده است. اندازه­گیری مقادیر شدت روشنایی باید توسط دستگاه سنجش روشنایی با دقت 1/0 لوکس و به صورت کالیبره شده در ارتفاع سطح کار انجام شود. معیار تعیین ایستگاههای اندازه گیری روشنایی عمومی استفاده از روش الگویی مورد قبول انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالی IESNA[[83]](#footnote-85) 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 توصيه شده میانگین شدت روشنايي مورد نياز براي معابر و محوطه­های باز مختلف آورده شده است. معیار تعیین ایستگاههای اندازه گیری روشنایی عمومی در محوطه­ها بر اساس معیار شبکه­ای مورد قبول انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالی در سطح معابر و محوطه­ها با رعایت شاخص یکدستی توزیع روشنایی می­باشد.

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

جدول 18- حدود توصيه شده میانگین شدت روشنايي عمومی داخلی\* مورد نياز براي اماكن مختلف (Lx)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| گروه مكان | خصوصيات مكان | دقت وضوح اشیاء و تصاویر | مثال | میانگین شدت روشنايي عمومی مورد نياز Lx | شاخص يكدستي  Emin/Eavg |
| الف | مكانهايي با تردد محدود افراد | 10 سانتی متر | زيرزمين­ها، راهروها، تونل­های عبور و زیرگذرها | 100 | 6/0 |
| ب | مکانهایی با توقف محدود افراد | 10 سانتی متر | انبارها و راه­های خروج | 150 | 6/0 |
| ج | كارهاي  غير دقيق | 10 سانتی متر | بارگيري و تخليه یا آماده سازی مواد اولیه تولید، کارهای عمومی ساختمان | 200 | 6/0 |
| د | كارهاي با دقت متوسط | 5 سانتی متر | كارهاي خدماتي و توليدي صنعتی، سالن­های ورزشی عمومی، اماکن | 250 | 6/0 |
| ه | كارهاي دقيق | 5 ميلي متر | کارهای اداری، آموزشی تحريري، بهداشتی درمانی، خط مونتاژ قطعات، چاپ، نساجي و پوشاك، اتاق کنترل | 300 | 6/0 |

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

جدول19- حدود توصيه شده شدت روشنايي موضعي مورد نياز براي مشاغل مختلف (Lx)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| گروه  شغل | خصوصيات شغل | دقت وضوح اشیاء و تصاویر | مثال | شدت روشنايي موضعی مورد نياز Lx |
| الف | کارهای معمول  غیر دقیق | 5 سانتی متر | مشاغل تولیدی و  تعمیرات عادی | 250 |
| ب | كارهاي  نسیتاً دقيق | یک سانتی متر | مونتاژ قطعات مکانیکی، تعمیر تجهیزات مکانیکی | 270 |
| ج | كارهاي دقیق | 5 میلی متر | مشاغل اداری، تحریری یا تایپی، تعمیرات و مونتاژ تجهیزات الکتریکی | 300 |
| د | كارهاي  خیلی دقيق | یک میلی متر | نقشه کشی، طراحی دقیق، مونتاژ یا تعمیر قطعات ریز، قالي بافي | 500 |
| ه | کارهای  فوق­العاده دقیق | کمتر از یک میلی متر | جراحی | 10000-500 |

جدول20- حدود توصيه شده میانگین شدت روشنايي مورد نياز براي معابر و محوطه­های باز مختلف (Lx)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| خصوصيات مكان | مبنای سنجش | میانگین شدت روشنايي عمومی مورد نياز Lx | شاخص يكدستي  Emin/Eavg |
| محوطه عمومی کارگاه­های تولیدی و ساختمانی، توقفگاه­ها، باراندازها | کف زمین | 50 | 33/0 |
| راه­های اصلی و شریانی | کف زمین | 20 | 33/0 |
| راه­های فرعی | کف زمین | 15 | 33/0 |
| پیاده روها | کف زمین | 20 | 33/0 |
| تونل­های عبور سواره | کف زمین | 50 | 33/0 |

حدود مجاز مواجهه شغلي تنش‌هاي دمایی

الف- تنش گرمایي[[84]](#footnote-86)

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي استرس گرمایي كه در جدول 21 آمده است به شرايطی از استرس گرمایي اشاره دارد كه كه تحت آن شرايط، شاغلين مي‌توانند به طور مكرر در با گرما مواجهه داشته باشند بدون آنكه اثرات سوء مشهودی در سلامت آنان ايجاد شود. مقادير مذكور با شاخص دمای تر گوی­سان[[85]](#footnote-87)(WBGT) بر مبناي اين فرض تعيين شده‌اند، كه كليه افراد با شرايط گرمايي محيط كار تطابق يافته و لباس مناسب (مثلاً شلوار و پيراهن سبك) بر تن داشته و به مقدار كافي آب و نمك استفاده نموده­اند تا تحت شرايط كاري معين بدون افزايش دماي عمقي بدن از حد ºC 38 (ºF4/100) بتوانند كارايي مؤثري داشته باشند.

در صورتيكه براي حفاظت در برابر ساير عوامل زيان آور محيط كار استفاده از لباس حفاظت فردي خاص و وسايل حفاظت فردی ديگري لازم است استفاده شود، بايستي مقادير شاخص محاسبه شده برای تعیین حد مجاز شغلي براساس مقادير ذكر شده در جدول 22 اصلاح گردد.

از آنجايي كه اندازه‌گيري ميزان دماي عمقي بدن براي پايش اضافه بار حرارتي وارد بر شاغلين غير عملي است بايد آن دسته از عوامل محيط كه كاملاً با دماي عمقي و ساير واكنش­هاي فيزيولوژيكي بدن در مقابل حرارت مرتبط هستند، اندازه‌گيري شوند. درحال حاضر شاخص WBGT ساده‌ترين و مناسب‌ترين معیار براي تعيين استرش گرمایی است كه براساس معادلات زیر محاسبه مي‌‌گردد:

1. در فضاي باز غیر مسقف *WBGT = 0.7 tnw + 0.2 tg + 0.1 ta*
2. در فضاي سرپوشيده يا فضاي باز (سایه یا ابری) *WBGT = 0.7 tnw + 0.2 tg*

كه در روابط فوق WBGT شاخص تر گوی­سان با واحد درجه سانتی­گراد، tnw دماي تر طبيعي، tg دماي گوي­سان و ta دماي خشك هوای محل کار می­باشد. براي تعيين مقدار WBGT لازم است كه از دماسنج گوي­سان، دماسنج تر طبيعي و دماسنج خشك استفاده شود. اندازه­گیری دمای تر طبیعی و خشک باید در سایه انجام شود. كار در محيط گرمتر از دماي ذكر شده در جدول 21 وقتي مجاز است كه اين افراد تحت مراقبت­هاي مرتب پزشكي قرار داشته و اثبات شود كه قابليت تحمل حرارت محيطي بيشتري نسبت به افراد عادي دارند.

در صورتي كه دماي عمقي بدن از (ºF4/100) ºC38 فراتر رود بايد از ادامه كار فرد ممانعت به­عمل آيد.

جدول 21- حد مجاز مواجهه شغلي براي مواجهه با استرس گرمايي

با شاخص دماي ترگوي­سان (WBGT)

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

#### نکات جدول 21

1. حد مراقبت (اقدام) در واقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می­کند که درحدود توصیه شده برنامه­های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی بکار­­ گرفته شود.
2. براي تعيين درجه بارکاري به جدول شماره 23 و 24مراجعه شود.
3. مقادير WBGT بر حسب درجه سانتیگراد مي­باشد و به نزديکترين رقم نسبت به نيم درجه گرد شده است.
4. محيط کار و استراحت يکسان فرض مي­شود. در صورتيکه شرايط جوي اين دو محيط متفاوت است، متوسط وزني زماني (TWA) در طي يک ساعت محاسبه و بکار برده شود. و در صورتي که تفاوت درجه بارکاري در يک ساعت وجود دارد، براي تعيين درجه بارکاري نيز TWA مي­بايست استفاده شود.
5. در صورتی که لباس کار سبک و تابستانی نباشد، مقدار مؤثر شاخص WBGT بعد از اصلاح اثر کلوی[[86]](#footnote-88) لباس می­بایست در جدول با حد مجاز مقایسه گردد.
6. مقادير جدول 21 براساس اسناد و مدارک بخش "رژيم کار- استراحت" که فرض بر 8 ساعت کار روزانه و 5 روز کاري در هفته با استراحت­هاي مناسب مي­باشد تدوين گرديده است. در صورتي که ساعات کار بيش 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 مبناي درجه سانتيگراد) بر حسب نوع لباس

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نوع لباس | مقدار كلو\* | مقداری که باید به شاخص WBGT محاسبه شده اضافه شود |
| لباس كار تابستاني | 6/0 | صفر |
| لباس كار يكسره نخي | 0/1 | 2 |
| لباس كار زمستاني | 4/1 | 4 |
| لباس ضد آب | 2/1 | 6 |
| لباس ضد بخارات شیميایی | 2/1 | 10 |

\* Clo.value : مقدار عایق بودن لباس در برابر تبادلات حرارتی بین پوست بدن و محیط اطراف است. یک واحد clo برابر 55/5 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.

ارزيابي و كنترل تنش دمایی

#### یکم: اندازه‌گيري عوامل محيطي

دستگاه­هاي مورد نياز عبارتند از: دماسنج خشك، دماسنج تر طبيعي، دماسنج گوي­سان و پایه مناسب برای نصب آنها. در صورتی که از دماسنج های مایعی یا دیجیتال استفاده شود همگی می­توانند بر روی یک پایه در ارتفاع مناسب نصب شده باشند. دماسنج های مورد استفاده باید قبلاً از نظر دقت و صحت مورد تأیید قرار گرفته باشند. اندازه‌گيري عوامل محيط بايد به شرح زير انجام شود:

الف- گستره دماسنج خشك و دماسنج ‌تر طبيعي بين 5- تا 50+ درجه سانتيگراد (23 تا 122 درجه فارنهايت) با دقت ºC5/0± باشد ضمن آنكه نبايد جريان هوا در اطراف دماسنج خشك قطع يا محدود شود، دماسنج بايد در برابر تابش آفتاب و ساير سطوح بازتاب دهنده محافظت گردد. فتيله دماسنج‌تر طبيعي بايد حداقل به مدت نيم ساعت قبل از قرائت بوسيله ريختن آب مقطر توسط سرنگ روي آن مستقيماً مرطوب شود. فتيله بايد كاملاً روي مخزن دماسنج را پوشانده يا به اندازه يك طول و بيشتر روي مخزن دماسنج را احاطه نمايد. فتيله بايد هميشه پاكيزه باشد و فتيله نو قبل از استفاده بايد شسته شود همچنین برای پرکردن مخزن از آب مقطر استفاده شود.

ب- دماسنج گوي ­سان از يك كره توخالي مسي به قطر 15 سانتيمتر (6 اينچ) تشكيل شده كه سطح خارجي آن با رنگ سياه مات يا معادل آن پوشانده شده است. مخزن يا قسمت حساس دماسنج در گستره­ اندازه‌گيري 5- تا 100+ درجه سانتيگراد (23 تا 212 درجه فارنهايت) با دقت Cº5/0± بايد دقيقاً در مركز اين كره مسي قرار گيرد. قبل از هر بار قرائت بايد حداقل 25 دقيقه دماسنج گوي­سان در محل سنجش قرار گيرد.

ج- پايه به منظور آويزان كردن سه دماسنج فوق الذكر به كار مي‌رود. پايه بايد به گونه‌اي قرارداده شود كه جريان هوا در اطراف سه دستگاه مذكور به طور طبيعي برقرار باشد و دماسنج‌گوي­سان در سايه پايه قرار نگيرند.

د- استفاده از ساير دماسنج­هایي كه در مقايسه با دماسنج­هاي جيوه‌اي در شرايط محیطی مشابه مقادير يكساني را نشان مي‌دهند ( مانند الکلی یا الکترونیکی) مجاز مي­باشد.

ه- دماسنج­ها بايد در وضعيتي قرار داده شوند كه مقادير قرائت شده از روي آنها نمايانگر شرايطي باشد كه شاغلين تحت آن شرايط كار يا استراحت مي‌نمايند.

#### دوم: طبقه­بندی بار کاری

مجموع گرماي ايجاد شده به وسيله بدن و گرماي محيط “كل بار گرمایي”[[87]](#footnote-89) را تعيين مي‌كند. لذا اگر كار بايد در محيط گرم انجام شود. براي محافظت كارگر در برابر مواجهه با گرمای بيشتر از مقادير مجاز بايد “درجه بار كاري” براي هر يك از مشاغل تعيين و “حد مجاز گرمايي” متناسب با “بار كاري” شغل مورد نظر به شرح زير تعيين گردد:

كار سبك شامل متابوليسم حداكثر 200 كيلوكالري بر ساعت يا Btu/hr[[88]](#footnote-90) 800 شامل مشاغل دستي و بازویي سبك در هنگام كار با ماشين­هاي كنترلي در حالت­هاي نشسته و يا ايستاده مي­باشد.

كار متوسط شامل متابوليسم 200 تا 350 كيلوكالري بر ساعت يا Btu /hr 1400-800 مانند راه رفتن ضمن بلندكردن و هل دادن بار متوسط مي‌باشد.

كار سنگين شامل متابوليسم 350 تا 500 كيلوكالري بر ساعت يا Btu/hr 2000-1400 مانند كلنگ زدن و بيل زدن مي‌باشد.

کار خیلی سنگین شامل متابوليسم بیش از 500 كيلوكالري بر ساعت يا Btu/hr 2000 مانند کار در معدن مي‌باشد.

وقتي درجه بار كاري براي هر شغل تعيين شد ميزان حد مجاز شغلي با استرس گرمایي در شغل مورد نظر از طريق محاسبه با استفاده از جدول 21 و توجه به جدول 22 به­دست مي‌آيد.

ب ـ بار كار يا از راه­ ‌اندازه‌گيري متابوليسم كارگر حين كار مورد بحث و يا از طريق تخمين ميزان متابوليسم كارگر با استفاده از جداول 23 و 24 تعيين مي‌گردد و سپس با مراجعه به جدول شماره 21 حد مجاز مواجهه شغلي براي استرس گرمایي مشخص مي­شود.

#### سوم: برنامه كار - استراحت

مقادير ذكر شده در جدول 21 براساس اين فرض استوار است كه درجه حرارت محيط كار و محل استراحت (بر مبنايWBGT ) مشابه و به­هم نزديك مي‌باشد. در صورتيكه WBGT محيط كار و محل استراحت متفاوت باشند، بايد مقادير ميانگين وزني زماني (TWA) براي گرماي محيطي و ميزان متابوليسم به شرح زير تعيين شود:

الف ـ ميزان ميانگين وزني زماني (TWA) براي متابوليسم از معادله زير محاسبه مي‌گردد:



در رابطه فوق، *M3,. . . Mn , M2 , M1* ميزان متابوليسم تخمين زده يا اندازه‌گيري شده در فعاليت‌هاي مختلف و زمان استراحت كارگر در طي مدت *t2,…, tn , t1* (برحسب دقيقه) كه توسط زمان­سنجي تعيين شده است.

ب ـ ميزان ميانگين وزني زماني WBGT از طريق معادله زير محاسبه مي‌شود:



در رابطه فوق *WBGTn , … , WBGT2  , WBGT1* مقادير اندازه‌گيري شده *WBGT* در محيط‌هاي كاري و استراحت مختلف در طي شيفت كار روزانه است و *t1,t2, … , tn* مدت زمان گذرانده شده در هر محيط بر حسب دقيقه مي‌باشد كه توسط زمان سنجي تعيين مي‌گردد. اگر مواجهه با محيط خيلي گرم به طور مستمر در طي چند ساعت و يا در طي روز است بايد ميانگين وزني زماني براساس زمان مراحل كار برمبناي TWA يك ساعته (TWA/hr) محاسبه شود مثلاً دقيقه 60 = t1, t2, … ,tnو اگر برنامه كار متناوب است ميانگين وزني زماني برحسب TWA دو ساعته محاسبه مي‌شود مثلاً:

دقيقه 120 = t1,t2, … , tn

جدول 23- ارزیابی بارکاری

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| متوسط ميزان متابوليسم حين فعاليت­هاي مختلف | | | | |
| Kcal/min | | الف- وضع بدن و حركت | | |
| 3/0 | | حالت نشسته | | |
| 6/0 | | حالت ايستاده | | |
| 0/3-0/2 | | در حالت راه رفتن | | |
| به مقدار تعين شده در حالت راه رفتن به ازاء  هر متر 8/0 اضافه شود | | حركت در سر بالايي | | |
| گستره تغييرات  Kcal/min | ميانگين  Kcal/min | | ب- نوع كار | |
| 2/1-2/0 | 4/0 | | سبك | كار دستي |
| 9/0 | | سنگين |
| 5/2- 7/0 | 0/1 | | سبك | كار با يك بازو |
| 7/1 | | سنگين |
| 5/3- 0/1 | 5/1 | | سبك | كار با هر دو بازو |
| 5/2 | | سنگين |
| 0/15- 5/2 | 5/3 | | سبك | كار با تمام بدن |
| 0/5 | | متوسط |
| 0/7 | | سنگين |
| 0/9 | | فوق سنگين |

جدول 24- مثال هايي از درجه بار كاري با توجه به نوع كار

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| درجه باركاري | | نوع كار | |
| كار سبك دستي  كار سنگين دستي  كار سنگين با يك بازو  كار سنگين با دو بازو  كار متوسط با همه بدن  كار سنگين با همه بدن | | نوشتن- بافندگي  تايپ كردن  چكش كاري روي ميخ ( كفاشي و مبل سازي)  سوهان كاري فلزات، رنده كاري چوب و كارهاي باغباني (با شن كش)  تميز كردن سطح زمين، تكان دادن فرش  ريل گذاري، چاه كني، پوست كني تنه درختان | |
| مثال برای محاسبه بار کاری: مونتاژ كاري با استفاده از ابزار سنگين | | | |
|  |  | | راه رفتن در امتداد خط توليد = Kcal/min 0/2 |
|  |  | | متامتا متابولسيم بين كار سنگين با هر دو بازو و كار سبك با همه بدن = Kcal/min 0/3 |
|  |  | | جمع =Kcal/min 0/5 |
|  |  | | متابوليسم پایه نیز اضافه مي­شود =Kcal/min 0/1 |
|  |  | | جمع كل متابولیسم = Kcal/min 0/6 |

**تذکر مهم**

مقادير ذكر شده براي كار مداوم وقتي قابل اجرا است كه برنامه «كار- استراحت» براي 5 روز در هفته و 8 ساعت كار روزانه با دو توقف كوتاه مدت هر يك حدود پانزده دقيقه، يك نوبت در صبح و يك نوبت در بعد از ظهر و يك توقف طولاني‌تر حدود نيم ساعت براي ناهار همراه باشد. مواجهه با مقادير بيش از حد مجاز شغلي عنوان شده وقتي مجاز است كه «استراحت اضافي» در برنامه كار گنجانده شده باشد. در مواردي كه در برنامه كار روزانه به جهت حرارت زياد محيط كار «استراحت اضافي» منظور شده است، كليه توقف­ها اعم از توقف بدون برنامه قبلي و يا موارد توقف توصيه شده توسط مديريت یا توقف‌هاي فني را مي‌توان به حساب زمان استراحت حين كار منظور نمود.

#### چهارم: تأمین آب و نمك جبراني

در فصل گرما يا مواقعي كه كارگر با منابع توليد حرارت در مواجهه است، آب آشاميدني مناسب و کافی بايد در دسترس باشد و امكان آشاميدن آب حين كار هم بايد ميسر گردد. ***شرايط آب آشاميدني براي كارگران محيط گرم به شرح زير است:***

1- كارگران بايد ترغيب شوند كه مكرراً در فواصل كوتاه (هر 15 تا 20 دقيقه) به مقدار كم (حدود 150 سانتيمتر مكعب) مثلاً يك فنجان آب خنك بنوشند.

2- دمای آب خنك حدود 10 درجه تا 15 درجه سانتيگراد (50 تا 60 درجه فارنهايت) و باید نزديك محل كار قرار داده شود تا نيازي به ترك محل كار نباشد.

3- كارگران ترغيب شوند تا در فصل گرما و بخصوص در طي كار در محيط خيلي گرم به غذا به مقدار مورد نياز نمك اضافه نمايند.

4-براي كارگراني كه با گرماي محيط تطابق نيافته‌اند آب نمك در غلظت يك دهم درصد (يك گرم نمك در يك ليتر آب يا يك قاشق غذاخوري سر صاف نمك در 5 ليتر آب) بايد در دسترس باشد و نمك اضافه شده قبل از توزيع بايد كاملاً حل شده باشد و آب در حد مطلوب خنك باشد. در مواردی که این کار مقبولیت ندارد، با نظر پزشک می­توان از قرص نمک استفاده نمود.

#### پنجم: ساير ملاحظات

**الف- لباس­كار:** مقادير حد مجاز شغلي اعلام شده براي استرس گرمایي، در صورتي معتبر است كه لباس كار سبك تابستاني همانند آنچه كه معمولاً كارگران هنگام كار در محيط كار به تن دارند پوشيده شود. چنانچه براي انجام كار معين، لباس­كار مخصوص نياز است و اين لباس سنگين‌تر است يا از تبخير عرق جلوگيري مي­كند يا ضريب عايق بودن آن بالاتر مي‌باشد و در نتيجه ظرفيت تحمل گرمایي كارگر تقليل مي‌يابد و مقادير مندرج در جدول 21 ديگر كاربرد ندارد، در چنين مواردي وقتي براي انجام كاري لباس كار مخصوص مورد نياز است، جهت راهنمايي در جدول 22 براي انواع لباس كار مقدار تصحيح WBGT ذكر شده است.

**ب-** حد مجاز مواجهه شغلي براي استرس گرمایي بايد توسط كارشناس بهداشت حرفه‌اي تعيين گردد.

**ج ـ تطابق گرما و سلامتي بدن:** ضمن هفته اول مواجهه با محيط گرم، در نتيجه توازن عوامل متعدد رواني و فیزیولوژیک، تطابق با گرما[[89]](#footnote-91) در فرد بوجود مي‌آيد. مقادير توصيه شده در مورد كارگراني كه با گرما تطابق يافته‌اند و سالم مي‌باشند معتبر است. براي كارگراني كه به گرما عادت نكرده‌اند و يا سالم نيستند احتياط­هاي بيشتري بايد مراعات شود.

**دـ عوارض ناشي از گرمازدگي**: گرمازدگي از جمله عوارض جدي و نامطلوب مواجهه با درجه حرارت­هاي بالا است و ممكن است زندگي را تهديد كند و يا ضايعات غيرقابل برگشت به جا بگذارد. بي‌حالي و خستگي مفرط[[90]](#footnote-92) ناشي از گرمازدگي ممكن است موجب عارضهHeat Prostration (مجموع علائم سرگيجه و تهوع و حالت Collapase) گردد، كه در برخي موارد غير قابل برگشت است. انقباض دردناك عضلات[[91]](#footnote-93)، اگر چه ناتوان­كننده است ولي غير قابل برگشت است بخصوص اگر سريع و به موقع درمان شود. از ديگر عوارض ناشي از مواجهه با گرماي زياد، اختلال شديد الكتروليت، كم آبي بدن، سرخي پوست و ادم گرمایي و كم شدن ظرفيت­هاي كار فكري و جسمي مي­باشد.

اگر ضمن سه ماه اول بارداري ميزان دماي عمقي كارگر باردار به مدت طولانی از ºC39 (ºF2/102) تجاوز كند احتمال تشکیل جنين ناقص الخلقه افزايش مي­يابد. از طرف ديگر دماي عمقي بيشتر از 38 درجه سانتيگراد(ºF 4/100) به طور موقتي موجب نا باروري در مرد و يا زن مي­شود.

ب ـ تنش سرمایي[[92]](#footnote-94)

مقادير حد مجاز مواجهه شغلي به منظور حفظ شاغلين در برابر اثرات شديد سرما (كاهش دماي عمقي بدن) و ضايعات ناشي از سرما تدوين شده است و بيانگر حالتي از مواجهه شغلي با سرما است كه تحت آن شرايط شاغلين مي‌توانند مكرراً با سرما مواجهه داشته باشند بدون آنكه عارضه يا اختلال مشهود ناشي از سرما در آنان بروز نمايد. در اينجا حد مجاز مواجهه شغلي از سقوط درجه حرارت عمقي بدن به زير 36 درجه سانتيگراد ( ºF8/96) جلوگيري و از ايجاد ضايعات سرمازدگي انتهاي اندام­ها، پيشگيري مي­كند (حرارت عمقي بدن، همان حرارت مركزي بدن است كه از طريق اندازه‌گيري درجه حرارت مقعد تعيين مي­شود). در يك نوبت مواجهه اتفاقي با محيط سرد كاهش درجه حرارت مركزي بدن به پائين‌تر از 35 درجه سانتيگراد (ºF 95) مجاز نمي‌باشد. مقادير حد مجاز مواجهه شغلي، كل بدن به ويژه دستها، پاها و سر را در برابر ضايعات سرمازدگي حفاظت مي‌نمايد. استفاده از لباس مناسب و خشک(محافظ سر، صورت و چشم ها، بدن، دستها و پاها) که دارای مقاومت حرارتی متناسب با سرمای محیط و مقاوم به نفوذ آب باشد برای شاغلین مشمول این حدود مجاز اجباری می­باشد. در صورتی که فرد استعمال دخانیات، مصرف مشروبات الکلی یا مواجهه همزمان با ارتعاش نیز داشته باشد، این حدود تعریف شده نمی­تواند سلامت فرد را در مقابل سرما تأمین نماید. همچنین مرطوب یا خیس بودن لباس به دلیل تسریع 20 برابری انتقال حرارت نیز اجرای این حدود مجاز را نقض می­کند لذا لباس فرد همواره باید خشک و غیر قابل نفوذ به بدن باشد.

مقدمه

مواجهه مرگبار با سرما نتيجه عدم توفيق در فرار از محيط سرد و یا به­دليل فرو رفتن در آب سرد مي­باشد. در چنين شرايطي نشانه‌هاي باليني مصدومين كاهش دما در جدول شماره 25 آمده است. شاغلين بايد همواره از مواجهه با سرما محافظت شوند. به طوريكه درجه حرارت عمقي مركزي بدن به كمتر از 36 درجه سانتيگراد (ºF 8/96) سقوط نكند. افت درجه حرارت بدن موجب كاهش هوشياري و تمرکز فكري مي‌شود، تصميم‌گيري منطقي كاهش مي‌يابد و يا سبب بيهوشي و نهايتاً مرگ مي‌گردد.

لرز عمومی بدن و درد در انتهاي اندام­هاي حركتي ممكن است اخطاري زودرس و اوليه از خطر سرمازدگي باشد. هنگام مواجهه با سرما كه درجه حرارت مرکزی بدن تا 35 درجه سانتي گراد پایين آمده باشد بدن شديداً دچار لرز مي‌گردد. اين نشانه خطر براي كارگران محسوب مي­شود و مواجهه با سرما براي هر فردي كه دچار لرز شديد شد فوراً بايد قطع گردد. به هنگام بروز لرز شديد فعاليت و كار مفيد جسمي و فكري دچار محدوديت خواهد شد. از آنجا كه مواجهه طولاني با هواي سرد يا فرو رفتن در آب سرد و در دماي بالای انجماد مي‌تواند موجب كاهش دما در حد خطرناك شود، لذا بايد تمام بدن را بااقدامات زیر در مقابل سرما محافظت نمود:

1- اگر كار در محيطي انجام مي­شود كه درجه حرارت هواي محيط كمتر از 4 درجه سانتيگراد (ºF40) است براي حفظ دماي عمقي بدن به ميزان بيش از 36 درجه سانتيگراد (ºF 8/96) بايد لباس خشك و عايق‌بندي مناسب در اختيار كارگران قرار گيرد.

نظر به این که درجه خنك­كنندگي باد سرد و توان سردكنندگي هوا از عوامل تعيين كننده هستند، (دمای معادل سرماباد[[93]](#footnote-95) (ECT)عبارت است از دمای معادلی كه تابعي از دماي هوا و سرعت باد مؤثر بر تبادل دمای بدن می­باشد) هرچه سرعت باد بيشتر و دماي محيط كار كمتر باشد بايد ميزان عايق بودن لباس مورد نياز افزايش يابد. در این شرایط، استفاده از امکاناتی نظیر پاراوان محافظ باد، چادر یا کانکسهای محدود کننده جریان هوا در محل کار به طور مؤکد توصیه می­گردد.

دمای معادل سرماباد به ازاء دماي موجود هوا (دماي خشك) و سرعت باد در جدول 26 نشان داده شده است. هنگام برآورد دماي معادل سرما و تعيين ميزان عايقي لباس براي حفظ دماي عمقي بدن بايد اثر خنك­كنندگي باد و دماي هوا روي پوست در نظر گرفته شود. در این جدول محدوده­های اخطار برای حفظ دمای داخلی بدن در حد 36 درجه سانتی­گراد و پیشگیری از یخ­زدگی اندامهای انتهایی معلوم شده است.

2- در شرايط معمول به جز دستها، پاها و سر معمولاً ضايعات سرمازدگي در ساير اندام­ها همراه با افت دماي عمقي بدن مي‌باشد. شاغلين سالمند و كاركنان مبتلا به بيماري­هاي عروقي نيازمند محافظت و مراقبت در مقابل ضايعات ناشي از سرما مي‌باشند. پوشيدن لباس­هاي اضافي (عايق سرما) و يا كاهش زمان مواجهه با سرما از جمله تدابير احتياطي است كه بايد مد نظر باشد.

تدابير احتياطي اتخاذ شده تابع وضع جسمي شاغلين است و بايد با مشورت و راهنمایي يك پزشك مطلع به مسائل استرس سرما و وضعيت درماني فرد اتخاذ گردد.

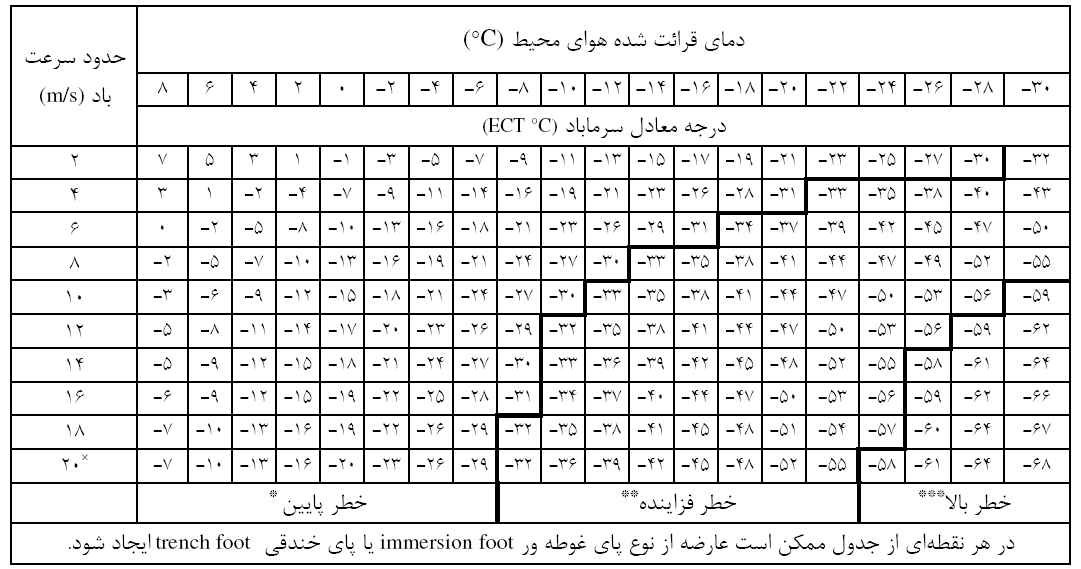
3- وجود پناهگاه مطمئن و گرم برای استراحت در وقفه­های کاری، لباس یدکی خشک برای تعویض به موقع هنگام خیس شدن لباس شاغلین و همچنین امکانات تغذیه گرم، وسایل کمک­های اولیه و مخابراتی برای مواقع خطر ضرورت دارد.

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

جدول 25- علائم باليني پيش رونده نتيجه كاهش دمای عمقی بدن\*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نشانه­هاي باليني | درجه حرارت عمقی | |
| **ºF** | **ºC** |
| "طبيعي" دماي مقعد | 6/99 | 6/37 |
| "طبيعي" دماي دهان | 6/98 | 37 |
| افزايش متابوليسم به منظور جبران گرماي از دست رفته | 8/96 | 36 |
| حداكثر لرز | 0/95 | 35 |
| مصدوم هوشيار است و جواب مي­گويد و فشار خون طبيعي است. | 2/93 | 34 |
| علائم كاهش شديد دما در پايين تر از اين درجه حرارت | 4/91 | 33 |
| هوشيار مخدوش است، تعيين فشار خون مشکل است، مردمك­ها گشاد هستند ولي به نور جواب مي­دهند، لرز متوقف مي­شود. | 6/89 | 32 |
| 8/87 | 31 |
| از دست دادن پیش رونده هوشياري، سفتي عضلات افزايش مي­يابد، گرفتن نبض و فشار خون مشكل است، تعداد تنفس كاهش مي­يابد. | 0/86 | 30 |
| 2/84 | 29 |
| فيبريلاسيون بطني به همراه افزايش تحريك پذيري میوكارد ممكن است عارض شود. | 4/82 | 28 |
| حركات ارادي متوقف مي­شود، مردمكها به نور جواب نمي­دهند و رفلكس عمقي و محيطي تاندوني جواب نمي­دهد. | 6/80 | 27 |
| مصدوم به ندرت هوشيار است. | 8/78 | 26 |
| فيبریلاسيون بطني ممكن است خود به خود عارض شود. | 0/77 | 25 |
| ورم حاد ريه (pulmonary edema) | 2/75 | 24 |
| بيشترين خطر بروز فيبریلاسيون بطني محتمل است | 6/71 | 22 |
| 8/69 | 21 |
| توقف قلب | 0/68 | 20 |
| پایين ترين حد اتفاقي كاهش دما كه مصدوم امکان بهبودی دارد. | 4/64 | 18 |
| در EEG موجي رسم نمي­شود. | 6/62 | 17 |
| پايين ترين حد براي بهبودي بيماري كه به طور مصنوعي سرد شده است. | 2/48 | 9 |

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



\* حداكثر خطر از احساس كاذب ايمني در مواجهه كمتر از يك ساعت با پوست خشك

\*\* خطر يخ­زدگي اندام در معرض سرما در يك دقيقه

\*\*\* ممكن است اندام در 30 ثانيه دچار يخ زدگي شود.

ارزيابي و نظارت

1. زماني كه سرعت جريان هوا و درجه حرارت منجر به دمای معادل سرماباد به 32- درجه سانتيگراد (ºF 6/25-) برسد، مواجهه مستمر پوست با سرما مجاز نيست.
2. بدون توجه به سرعت جريان هوا نيز موارد يخ­زدگي نسج سطحي و يا نسج موضعي عمقي در دماي پایين تراز 1- درجه سانتيگراد (ºF 2/30) امکان بروز دارد.
3. در دماي2 درجه سانتيگراد (ºF 6/35) يا كمتر، تعويض فوري لباس افرادي كه در آب فرو رفته‌اند و يا لباسشان مرطوب شده الزامي است و براي پيشگيري از عوارض و پيامدهاي كاهش دماي بدن بايد تحت درمان قرار گيرند.
4. در جدول 27، براي شاغليني كه به طرز مناسبي لباس كار پوشيده‌اند، مقاديري توصيه شده است كه براي تنظيم برنامه زمانبندي شده كار- استراحت توأم با گرم شدن مورد استفاده قرار مي‌گيرد.
5. به منظور حفظ تداوم فعاليت‌هاي دستي دقيق و پيشگيري از حوادث، لازم است دست‌ها به طور ويژه‌اي به شرح زير حفاظت شوند:

الف- اگر كارهاي ظريف دستي با دستهاي لخت براي مدت بيشتر از 10 تا 20 دقيقه در محيطي زير 16 درجه سانتيگراد (ºF 8/60) انجام مي‌شود، براي گرم نگه داشتن دستها بايد پيش­بيني‌هاي ويژه انجام گيرد، بدين منظور جريان هواي گرم و بخاري­هاي تابشي ممكن است بکار رود. در دماي كمتر از 1- درجه سانتيگراد (ºF 2/30) دسته‌هاي فلزي ابزارآلات و اهرم‌هاي كنترل بايد با مواد عايق حرارتي روكش شوند.

ب- اگر دماي هوا براي كارهاي نشسته به پایين‌تر از ºC 16 (ºF 8/60) و در كارهاي سبك به ºC 4 (ºF 2/39) كاهش بايد و كارهاي دستي ظريف دقيق و ماهرانه مورد نياز نباشد، آنگاه شاغلين بايد از دستكش استفاده نمايند.

1. براي پيشگيري از يخ­زدگي تماسي دستها، شاغلين بايد از دستكش‌هاي عايق سرما به­شرح زير استفاده نمایند:

الف- هر زمان كه كار در نزديكي سطوح سرد، با دماي كمتر از ºC 7- (ºF 4/19) انجام مي‌شود، بايد به يكايك افراد براي پيشگيري از ضايعات تماس اتفاقي پوست هشدار داده شود.

ب- اگر دماي هوا ºC 5/17- (ºF 0/0) يا كمتر باشد دستها بايد بوسيله دستكش‌‌هاي کار (دو انگشتی)[[94]](#footnote-96)

محافظت شوند. دستگاه­های كنترلي و ابزارهاي كار بايد طوري طراحي شوند كه براي كار با آنها نياز

به بيرون آوردن دستكش كار نباشد.

1. اگر دماي محيط كار ºC 4 (ºF 2/39) يا كمتر باشد، تأمين حفاظت بيشتر تمام بدن ضروري است. كارگران بايد لباس محافظتي متناسب با ميزان سرما و فعاليت بدني به شرح زير استفاده نمایند:

الف- اگر سرعت جريان هوا در محل كار توسط جریان باد، كوران و يا وسایل تهويه مصنوعي افزايش يابد، اثرات خنك­كنندگي باد بايد به­وسيله نصب محافظ در محل كار و يا پوشيدن لباسهاي بادگير كه به آساني قابل تعويض است، تقليل يابد.

ب- اگر در كارهاي سبك احتمال خیس شدن لباس وجود دارد، بهتر است لايه بيروني لباس مورد استفاده از نوع نفوذ ناپذير در برابر آب[[95]](#footnote-97) باشد. در چين شرايطي با سنگين شدن كار، لايه خارجي لباس بايد ضد آب[[96]](#footnote-98) باشد. در صورتي كه لباس بيروني خیس شد، بايد تعويض گردد. براي پيشگيري از خیس شدن لباس­هاي زيرين در اثر تعريق، بايستي تدابير لازم به منظور تهويه مناسب در لايه بيروني لباس اتخاذ گردد. اگر قبل از ورود به محيط كار سرد لباس­هاي زيرين در اثر تعريق خیس شود، بايد آنها را تعويض كرده، جورابها و قسمتهاي نمدي قابل تعويض داخل كفش بايد به طور منظم تعويض شده و يا آنكه از پوتين مناسب (ضد عرق) استفاده گردد. دفعات تعويض بايد به طور تجربي و عملي مشخص شود. در مورد هر فرد و به تناسب نوع كفشي كه پوشيده و ميزان تعريق پاي هر فرد، دفعات تعويض متغير خواهد بود.

ج- اگر محافظت قسمتهایي از بدن كه با سرما در مواجهه است به قدری ممكن نباشد كه مانع از احساس سرماي شديد شود و يا از بروز سرمازدگي پيشگيري كند، لباس و وسايل محافظتي بايد در حالت گرم شده آن عرضه شود.

د- اگر لباس­هاي موجود حفاظت مناسب را در برابر کاهش دماي بدن يا سرمازدگي فراهم ننمايد، تا فراهم شدن لباس كافي و يا بهبود وضعيت هوا بايستي كار تعديل و يا متوقف گردد.

ه- افرادي كه در دماي كمتر از Cº 4 (ºF 2/39) مايعات قابل تبخير (بنزين، الكل و يا مواد پاك­كننده و غيره) را جابجا مي‌كنند، به جهت افزايش خطر بروز ضايعات ناشي از سرما كه در نتيجه خاصیت خنک­کنندگی مواد تبخير شونده حاصل مي­شود. بايد احتياطات لازم براي پرهيز از خيس شدن لباس يا

دستكش با مايعات مذكور را به­عمل آورند. به خصوص به اثرات حاد پاشيدن مايعات سرمازا[[97]](#footnote-99) يا مايعاتي كه نقطه جوش آنها مختصري بالاتر از درجه حرارت متعارف است بايد توجه كافي بشود.

برنامه كار- استراحت توأم با گرم شدن بدن

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

اگر كار در سرماي كمتر از ºC7- (ºF4/19) و يا درجه حرارت معادل سرماباد آن به طور مداوم انجام مي‌شود بايد پناهگاه گرمي در مجاورت محل كار مهيا گرديده و افراد برای استفاده از ‌آن در فواصل منظم ترغيب شوند. دفعات استفاده از پناهگاه تابع شدت سرماي محيط كار است. کار در دمای بین 1+ تا 10- درجه سانتی­گراد باید حداکثر در دوره های 75 دقیقه قطع گردد و کارگر به مدت 15 دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نماید. **این حدود مجاز برای سرعت باد کمتر از 5/0 متر بر ثانیه (1/1 مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر 5 متر بر ثانیه ( حدود 11 مایل در ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین­تر خواهد بود.** به طور مثال در صورتی که فرد در دمای 15- درجه سانتیگراد و جریان هوای آرام به مدت حداکثر 50 دقیقه مواجهه داشته است تکرار مواجهه وی در دوره 4 ساعته در صورتی مجاز است که حداقل30 دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نموده باشد. در صورتی که همین کارگر در دمای مذکور و سرعت باد 5 متر بر ثانیه مشغول بکار باشد مدت مواجهه مجاز وی یک مرحله پایین­تر، یعنی **30 دقیقه مداوم خواهد بود و تکرار مواجهه منوط به 30 دقیقه استراحت در هر دوره می­باشد.**

اگر اطلاعات صحيحي براي تخمين یا اندازه­گیری سرعت باد موجود نیست، پيشنهادات زير به صورت راهنما بکار مي‌رود:

* سرعت باد 5 مايل در ساعت (mph[[98]](#footnote-100) 5) = حركت آرام پرچم
* سرعت باد 10 مايل در ساعت (mph 10) = پرچم كاملاً باز شده است.
* سرعت باد 15 مايل در ساعت (mph 15)= صفحات روزنامه در هوا بلند شده‌اند.
* سرعت باد 20 مايل در ساعت (mph 20) = باد، بوران برف

در صورت بروز علايمي از قبيل لرز شديد، احساس سرما، خستگي مفرط، خواب آلودگي، تحريك پذيري و گيجي مراجعت فوري به پناهگاه ضروري مي­باشد. پس از ورود به پناهگاه بايد لباس رو از تن خارج و بقيه لباس­ها شل و آزاد گردند تا عرق تبخير شود و يا لباس با يك لباس كار خشك تعويض گردد. براي جلوگيري از برگشت بکار كارگران با لباس مرطوب، ضروري است، دست لباس خشك به تعداد کافي در محل مزبور وجود داشته باشد. در محيط سرد كاهش آب يا مايعات بدن بندرت رخ مي‌دهد، اما ممكن است استعداد ابتلا به ضايعات ناشي از سرما به جهت تغييرات قابل ملاحظه در جريان خون انتهاي اندام­ها افزايش يابد. براي تأمين كالري و حجم مايعات دريافتي بدن، مايعات گرم و شيرين در محل كار مهيا باشد. مصرف مايعات مدر (همانند چای) بايد محدود شود. براي انجام كار در درجه سرمایي ºC12- (ºF 4/10) و يا كمتر از آن رعايت نكات زير ضروري مي‌باشد:

1. فرد بايد از نظر حفاظتي تحت نظارت دائم و كامل قرار گيرد.
2. براي پيشگيري از تعريق زياد و مرطوب شدن لباس­هاي زيرين ميزان كار نبايد سنگين باشد، در صورت انجام كار سنگين بايد امكان استراحت در پناهگاههای گرم و فرصت تعويض لباس­هاي مرطوب با لباس‌هاي خشك فراهم گردد.
3. در روزهاي اوليه اشتغال و قبل از هماهنگ شدن فرد با رفتارهای مناسب در شرايط جوي سرد محيط كار نبايد از شاغلين به طور تمام وقت استفاده كرد.
4. بايد حتي المقدور از لباس­هاي سبك، كم حجم و مناسب استفاده گردد تا مانع کار راحت نشود.
5. برنامه كار بايد به گونه‌اي تنظيم شود كه نشستن بي­حركت براي مدت طولاني به حداقل كاهش يابد. صندلي‌هاي با نشيمنگاه فلزي بدون عايق نبايستي استفاده كرد. كارگر بايد در برابر جريان­هاي شديد هوا به طور مناسب حفاظت شود.
6. نكات ايمني و بهداشت مربوطه بايد به افراد آموزش داده شود. حداقل برنامه‌هاي آموزشي شامل دستورالعمل­هاي زيراست:

الف ـ تمرينات استفاده از لباس­هاي مخصوص

ب ـ عادات صحيح خوردن و آشاميدن

ج ـ شناسايي سرمازدگي قريب الوقوع

د ـ شناسایي نشانه‌ها و علائم باليني كاهش دماي قريب الوقوع يا سرد شدن فزاينده بدن حتي وقتي كه لرز ظاهر نشود.

ه ـ انجام كار بدون مخاطره

و- کمک های اولیه ضروری و درخواست امداد

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

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| دمای خشک هوا ºC | 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 |

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

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

#### توصيه‌هایي براي محيط كار خاص

مقررات خاص براي سردخانه‌ها عبارتند از:

1- در سردخانه سرعت جريان هوا بايد تا آنجا كه ممكن است به حداقل تقليل داده شود، و نبايد از يك متر در ثانيه (FPM[[99]](#footnote-101) 200) تجاوز كند، دسترسي به هدف فوق به وسيله دستگاه­هاي توزيع هوا كه به طرز خاصي طراحي شده‌اند امكان پذير است.

2- به افرادي كه در مواجهه با جريان هواي موجود در سردخانه هستند مي‌بايست لباس حفاظتي مخصوص بادگیر داده شود.

3- در مواردي كه كار در محيط سرد انجام مي‌شود و فرد در مواجهه با مواد سمي و همچنين در معرض ارتعاش است بايد احتياط­هاي ويژه مبذول گردد، از جمله ممكن است كاهش حد مجاز شغلي به یک مرحله پایین­تر ضرورت يابد.

4- لازم است چشم­هاي افرادي كه در فضاي باز در هواي برفي و يا وقتي پهنه وسيعي از زمين پوشيده از يخ است كار مي­كنند، حفاظت گردند. عينك­هاي ايمني مخصوص براي حفاظت چشمها در مقابل نور فرا بنفش و يا درخشندگي خيره كننده برف و يخ كه مي‌تواند موجب خیرگی و ورم ملتحمه گردد، بکار گرفته شود. در مواردي كه زمين پوشيده از برف است و بالقوه می­تواند موجب آزارهاي چشمي شود، پاکسازی محوطه کار از برف مزاحم توصيه مي‌شود.

**ضرورت های پايش محيط كار**

وقتي دماي محيط كار كمتراز 16 درجه سانتيگراد (ºF 8/60) است مي‌بايست نسبت به نصب دستگاه مناسب براي اندازه‌گيري دماي محيط در محل كار اقدام نمود. با چنين تدبيري نگهداري وضعيت دمای محيط كار در راستاي توصيه‌هاي حد مجاز شغلي ميسر است.

هر زمان كه دماي هوا در محل كار به كمتر از 1- درجه سانتي‌گراد ( ºF2/30) رسید، باید حداقل هر چهار ساعت یک بار اندازه­گیری دما بوسیله دماسنج خشک انجام و ثبت گردد.

در محل كار سرپوشيده كه سرعت جريان هوا بيشتر از 2 متر در ثانيه (5 مايل در ساعت) است حداقل هر چهار ساعت يك بار سرعت باد بايد اندازه‌گيري و ثبت گردد.

در وضعيت كار در فضاي باز، هر زمان كه دماي هوا كمتر از 1- درجه سانتيگراد (ºF 2/30) است، ميزان دماي هوا و سرعت باد بايد اندازه‌گيري و ثبت گردد.

در كليه مواردي كه اندازه‌گيري سرعت جريان هوا ضروري باشد، درجه سرماي معادل (ECT) با استفاده از جدول 26 محاسبه و هرگاه سرماي معادل (ECT) كمتر از 7- درجه سانتيگراد (ºF 4/19) به دست آيد این شاخص باید به همراه ساير اطلاعات ثبت گردد.

#### ملاحظات پزشکی

شاغلين بيمار و شاغليني كه تحت درمان با داروهایي هستند كه در تنظيم درجه حرارت طبيعي بدن دخالت مي‌‌كننند و يا ميزان تحمل كار در سرما را كاهش مي‌دهند، بايد از كار در درجات 1- درجه سانتيگراد (ºF2/30) و كمتر معاف گردند. شاغليني كه معمولاً در درجات كمتر از 24- درجه سانتيگراد (ºF 2/11-) همراه با سرعت باد كمتر از پنج مايل در ساعت و يا هواي كمتر از 18- درجه سانتيگراد (ºF0/0) همراه با سرعت باد بيشتر از 5 مايل در ساعت در مواجهه هستند، بايد گواهي پزشكي دال بر مناسب بودن براي چنين مواجهه­ای را داشته باشند. مصدومی كه در دماي انجماد یا زير صفر مي‌ماند نياز به توجه ويژه دارد، زيرا فرد مصدوم مستعد ابتلا به ضايعات ناشي از سرما است. پيش­بيني­های مخصوص براي پيشگيري از بروز عوارض كاهش دما و انجماد نسوج آسيب­ديده لازم است، مضافاً اينكـه كمك­هاي اوليه درماني بايد به فوریت انجام گيرد.

References

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

ANSI S1.4-1983 (ASA 47). American National Standard Specification for Sound Level Meters. This Standard includes ANSI S1.4A-1985 Amendment to ANSI S1.4-1983(R2006).

ANSI S1. 11-1986 (ASA 65). American National Standard Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters (R1998).

ANSI S1.25-1991 (ASA 98). American National Standard Me­thod for the Specification for Personal Noise Dosimeters.

ANSI S1.26-1978 (R 2007) (ASA 23). American National Standard Me­thod for the Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere.

ANSI S3.6- 1996, American National Standards Institute: Specification for Audiometers. ANSI, New York.

ANSI- Z-136(2007), American National Standard for Safe Use of Lasers. ANSI, New York.

ANSI-S3.18-1979(R1999), American National Standards Institute: Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ANSI, New York.

ANSI S3.29-1983(R2006), American National Standards Institute: Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration in Buildings. ANSI, New York.

ANSI S3.34-1986(R1997), American National Standards Institute: Guide for the Measurement and Evaluation of Human Exposure to Vibration Transmitted to the Hand. ANSI, New York.

ISO-5349-1986 (R2001), International Standards Organization: Guide for the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration. ISO, Geneva.

ISO-2631-1997(R2004), International Standards Organization: Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ISO, Geneva.

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

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

MIL-STD-1474 C, U.S. Department of Defense: Noise Limits for Military Materiel (Metric). USA, Washington, DC (1991).

SAE-J.1013 (1992), Society of Automotive Engineers. Measurement of Whole Body Vibration of the Seated Operator of Off Highway Work Machines. SAE, Warrendale, PA.

Jafari MJ, Karimi A, Haghshenas M, Extrapolation of Experimental Field Study to a National Occupational Noise Exposure Standard, *Inter. J of Occup. Hyg. IJOH* 2: 69-74, 2010.

Japan Society for Occupational Health, Recommendation of Occupational Exposure Limits (2010–2011), *J Occup Health,* 2010; 52: 308–324.

World Health Organization, Occupational Exposure to Noise-Evaluation, Prevention and Control, WHO, Geneva, 2011.

European Commission, Methodology for the Derivation of Occupational Exposure Limits, EC, 2009.

World Health Organization, Occupational and community noise, WHO, Geneva, 2006.

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

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

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

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

بخش چهارم

حدود مجاز در ارگونومی[[100]](#footnote-102)

ارگونومی علمی است که به مطالعه و طراحی سطح مشترک[[101]](#footnote-103) 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 ايفا می­کنند كه نیرو و شتاب در حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL) ارتعاش دست- بازو و ارتعاش کل بدن مورد تأكيد قرار گرفته است. همچنین عوامل حرارتی در حدود مجاز استرس حرارتی مورد اشاره قرار گرفته است. نیرو از عوامل مهم ایجادكننده آسیب ناشی از بلندکردن بار به شمار مي رود. سایر عوامل ارگونومیک حائز اهميت شامل زمان انجام کار، تکرار، استرسهای تماسی، پوسچر و عوامل روانی- اجتماعی هستند.

آسیبهای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار (MSDs[[102]](#footnote-104))

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 كارهاي تکراری، حرکات سریع، اعمال نیروی زیاد، پوسچر نامناسب حین کار، ارتعاش و یا سرما باشد.

سایر اصطلاحات که برای آسیب­هـــای اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار بکار می­روند عبارتند از: آسیبهای ترومای تجمعی (CTDs[[103]](#footnote-105))، آسیب­های ناشی از حرکات تکراری(RMIs[[104]](#footnote-106)) و آسیب­های ناشی از تنشهاي تکراری (RSIs). برخی از این آسیب­ها دارای علائم تشخیصی اختصاصی هستند مثل سندرم تونل کارپــــال 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 می­باشند اما ناراحتی­هایی که روز به روز بیشتر شده و با فعالیت­های شغلی یا زندگی روزانه تداخــل می­کنند، نباید به عنوان نتیجه طبیعی کار در نظر گرفته شوند.

راهبردهای کنترل

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

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

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

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

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

* به كارگيري روشهاي مهندسي كار نظير انجام مطالعه کار- زمان و آنالیز حرکت جهت حذف اعمال فشارهاي بيش از حد و حرکات غیرضروری.
* بکارگیری لوازم مکانیکی کمکی جهت محدود­نمودن یا کاهش اعمــــــال نیروی لازم برای نگهداشتن ابزار و اشیاء مورد استفاده در حين كار.
* 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 وي‍‍ژه در فعالیتهای غیر مفید.

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

* اجرای استانداردهايی 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 شغلي به طوری که یک کارگر در كل طول یک شیفت کاری در یک شغل سخت مشغول بکار نباشد.

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

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

عوامل غیر شغلی

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

* سن
* آرتریت روماتوئید
* جنس
* مشکلات غدد درون ریز
* چاقی
* ترومای حاد
* بارداری
* دیابت
* شرایط جسمانی
* سابقه آسیب
* فعالیتهای تفریحی در اوقات فراغت

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

بلند کردن بار[[105]](#footnote-107)

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

این حدود مجاز، شامل سه جدول با محدوده وزنی برحسب کیلوگرم (kg) می­باشند. برای کارهایی که به طور دستی فقط به شکل بلندکردن بارهای مشابه انجام می­شود، بدن در هنگام انجام آن کار، o30 (30 درجه) نسبت به وضعیت طبیعی انحراف پیدا می­کند.

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

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

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

دستورالعمل استفاده از جداول حدود مجاز بلند کردن بار

1. مطالعه نمودن حدود مجاز مربوط به بلندکردن بار به منظور آشنایی با حدود مجاز آنها.
2. طبقه بندی دوره­های انجام کار، که این طبقه­بندی می­تواند جمعاً به صورت 2 ساعت یا کمتر از 2 ساعت و یا بیشتر از 2 ساعت در طول روز باشد. یک دوره کاری عبارت است از مجموع مدت زمانی که یک کارگر در طول یک روز آن کار را انجام می­دهد.
3. مشخص نمودن تعداد دفعات بلندکردن بار، که عبارت است از تعداد دفعاتی که کارگر در طول یک ساعت عمل بلندکردن بار را انجام می­دهد.
4. استفاده از جدول حدود مجاز مربوطه که برای مدت زمان و تعداد دفعات بلندکردن بار مورد نظر تدوین شده است.
5. مشخص­نمودن نواحی عمودی (شکل 1)، براساس موقعیت قرارگیری دست­ها در هنگام بلندکردن بار.
6. مشخص کردن نواحی افقی در هنگام بلندکردن بار (شکل 1) به وسیله اندازه­گیری فاصله افقی از نقطه میانی استخوان­های قوزک پا تا نقطه میانی دو دست.
7. تعیین­نمودن حدود مجاز مربوط به وزن بار بلند شده برحسب کیلوگرم با استفاده از نواحی عمودی و افقی خانه­های جدول و براساس بیشترین مدت زمان و فرکانس بلندکردن بار.
8. کنترل بار در نقطه مقصد، چنانچه بار در نقطه مقصد به صورت کنترل شده جای­گذاری می­گردد (به صورت آهسته و یا با تأمل)، مراحل 5 تا 7 به جای شروع از ابتدا تکرار شود. حدود مجاز براساس مقدار پایین­تر بین دو محدوده توصیه می­گردد.

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

#### توضیحات علائم جداول ۱ تا ۳:

**A:** فاصله مابین قسمت مياني قسمت داخلي استخوان قوزک پا و بار.

**B:** **جابجایی بار** نبايستي در دسترسي افقي بيش از ۸۰ سانتيمتر از قسمت مياني بين­بخش داخلي استخوان قوزک پا شروع و پايان يابد (شکل ۱).

**C: جابجایی** معمول بار نبايستي در ارتفاع ۳۰ سانتيمتر بالاتر از سطح شانه ها يا بالاتر از ۱۸۰ سانتيمتر از سطح کف شروع و پايان يابد (شکل۱).

**D:** **جابجایی** معمول بار نبايستي براي قسمتهاي سايه دار جدول انجام شود. هنوز شواهدي براي تعیین حدود مجاز وزن بار اين قسمت­ها در دسترس نيست.

**E:** نشانه هاي اختصاصي آناتوميک براي ارتفاع بند انگشت برای شرایطی که کارگر در حالت ايستاده با

جدول ۱: حدود مجاز بلند کردن بار

\* برای حالات:

الف- کمتر یا مساوی 2 ساعت کار در روز یا کمتر يا مساوی۶۰ بار برداشتن در ساعت

ب- کمتر از 2 ساعت كار در روز با ۱۲ بار برداشتن در ساعت

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ناحيه افقيA | | | ناحيه عمودی |
| گسترش يافتهB :  بیشتر از  ۶۰ تا ۸۰ سانتيمتر | متوسط:  ۳۰ تا ۶۰ سانتيمتر | نزديک:  کمتر از  ۳۰ سانتيمتر |
| هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده استD | ۷ کيلوگرم | ۱۶کيلوگرم | محدوده دسترسي مابین ۳۰ سانتيمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتيمتر پایین تر ارتفاع شانهC |
| ۹ کيلوگرم | ۱۶ کيلوگرم | ۳۲کيلوگرم | از ارتفاع بند انگشت تا پايين شانهE |
| ۷ کيلوگرم | ۱۴ کيلوگرم | ۱۸کيلوگرم | از ساق پا تا ارتفاع بند انگشتE |
| هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | ۱۴کيلوگرم | از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا |

بازوهاي آويزان از بغل مي باشد، فرض شده است.

جدول 2: حدود مجاز بلندکردن بار

\*برای حالات:

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

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ناحيه افقيA | | | ناحيه عمودی |
| گسترش يافتهB:  بیشتر از  ۶۰ تا ۸۰ سانتيمتر | متوسط:  ۳۰ تا ۶۰ سانتيمتر | نزديک:  کمتر از  ۳۰سانتيمتر |
| هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده استD | 5 کيلوگرم | 14کيلوگرم | محدوده دسترسي مابین ۳۰ سانتيمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتيمتر پایین تر ارتفاع شانهC |
| 7 کيلوگرم | 14 کيلوگرم | 27کيلوگرم | از ارتفاع بند انگشت تا پايين شانهE |
| 5 کيلوگرم | 11 کيلوگرم | 16کيلوگرم | از ساق پا تا ارتفاع بند انگشتE |
| هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | 9 کيلوگرم | از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا |

شکل 1- نمایش گرافیکی نواحی قائم بدن



جدول3: حدود مجاز بلند کردن بار

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ناحيه افقيA | | | ناحيه عمودی |
| گسترش يافتهB:  بیشتر از  ۶۰ تا ۸۰ سانتيمتر | متوسط:  ۳۰ تا ۶۰ سانتيمتر | نزديک:  کمتر از۳۰ سانتيمتر |
| هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده استD | هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | 11 کيلوگرم | محدوده دسترسي مابین ۳۰ سانتيمتر بالاتر از سطح شانه و ۸ سانتيمتر پایین تر ارتفاع شانهC |
| 5 کيلوگرم | 9 کيلوگرم | 14 کيلوگرم | از ارتفاع بند انگشت تا پايين شانهE |
| 2 کيلوگرم | 7 کيلوگرم | 9 کيلوگرم | از ساق پا تا ارتفاع بند انگشتE |
| هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | هيچ محدوده ايمني براي برداشتن تکراري مشخص نشده است**D** | از سطح کف تا ارتفاع وسط ساق پا |

References

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

1. - Occupational Exposure Limits [↑](#footnote-ref-3)
2. - Time Weighted Average [↑](#footnote-ref-4)
3. - Short Term Exposure Limit [↑](#footnote-ref-5)
4. - Ceiling Value [↑](#footnote-ref-6)
5. - Excursion Limits [↑](#footnote-ref-7)
6. - Lognormally Distributed [↑](#footnote-ref-8)
7. - Skewed [↑](#footnote-ref-9)
8. - Peak Body Burden [↑](#footnote-ref-10)
9. - Brief and Scala Model [↑](#footnote-ref-11)
10. - Recovery Time [↑](#footnote-ref-12)
11. - Biological Exposure indices [↑](#footnote-ref-13)
12. - Carcinogenicity [↑](#footnote-ref-14)
13. - American Conference of Governmental Industrial Hygienist [↑](#footnote-ref-15)
14. - Inhalable Fraction and Vapor [↑](#footnote-ref-16)
15. - Saturated Vapor Concentration [↑](#footnote-ref-17)
16. - Respirable [↑](#footnote-ref-18)
17. - Inhalable [↑](#footnote-ref-19)
18. - Inhalable Particulate Matter [↑](#footnote-ref-20)
19. - Thoracic Particulate Matter [↑](#footnote-ref-21)
20. - Respirable Particulate Matter [↑](#footnote-ref-22)
21. - Minimal Oxygen Content [↑](#footnote-ref-23)
22. - Kinetic [↑](#footnote-ref-24)
23. - Reciprocal Calculation Method for Certain Refined Hydrocarbon Solvent Vapors Mixtures [↑](#footnote-ref-25)
24. - Group guidance values [↑](#footnote-ref-26)
25. - Biological Exposure Indices [↑](#footnote-ref-27)
26. - Biological Monitoring [↑](#footnote-ref-28)
27. - Occupational Exposure Limit [↑](#footnote-ref-29)
28. - Schedule Sampling [↑](#footnote-ref-30)
29. - Bioavailability [↑](#footnote-ref-31)
30. - Household [↑](#footnote-ref-32)
31. - Prior to Shift [↑](#footnote-ref-33)
32. - During Shift [↑](#footnote-ref-34)
33. - Prior to Shift [↑](#footnote-ref-35)
34. - End of Shift [↑](#footnote-ref-36)
35. .Discretionary [↑](#footnote-ref-37)
36. - Acceptability [↑](#footnote-ref-38)
37. - Blind [↑](#footnote-ref-39)
38. - Blank [↑](#footnote-ref-40)
39. - Spiked [↑](#footnote-ref-41)
40. - Toxicokinetic [↑](#footnote-ref-42)
41. - Toxicodynamic [↑](#footnote-ref-43)
42. - Chemical Abstracts Service [↑](#footnote-ref-44)
43. - Notice Intended Ghanges [↑](#footnote-ref-45)
44. - Derivation [↑](#footnote-ref-46)
45. - Researchs [↑](#footnote-ref-47)
46. - Consensus [↑](#footnote-ref-48)
47. - Time Weight Average [↑](#footnote-ref-49)
48. تراز صداي اندازه­گيري شده در شبكه خطي-1 [↑](#footnote-ref-50)
49. - Noise Induced Hearing Loss [↑](#footnote-ref-51)
50. - Action Level [↑](#footnote-ref-52)
51. - Hearing Conservation Program [↑](#footnote-ref-53)
52. - office workers [↑](#footnote-ref-54)
53. - Continuous or Intermittent Noise [↑](#footnote-ref-55)
54. -Equivalent sound pressure level [↑](#footnote-ref-56)
55. - Impulsive or impact Noise [↑](#footnote-ref-57)
56. - Ear muff [↑](#footnote-ref-58)
57. - Ear plug [↑](#footnote-ref-59)
58. - Hand-Arm vibration syndrome [↑](#footnote-ref-60)
59. - Vibration- induced white finger [↑](#footnote-ref-61)
60. - Raynauds phenomenon [↑](#footnote-ref-62)
61. - Human vibration meter [↑](#footnote-ref-63)
62. - Comtinuous , intermitent , impulsive or impact hand – Arm vibration [↑](#footnote-ref-64)
63. - Frequency- Weighted [↑](#footnote-ref-65)
64. - Whole – body Vibration [↑](#footnote-ref-66)
65. - Root – Mean - square [↑](#footnote-ref-67)
66. 1 - Reduced Comfort Boundary (RCB) [↑](#footnote-ref-68)
67. 2 - Fatigue-Decreased Proficiency Boundary (FDPB) [↑](#footnote-ref-69)
68. - International Commission of Radiation Protection [↑](#footnote-ref-70)
69. - As Low As Reasonably Achievement [↑](#footnote-ref-71)
70. Extremely – Low - Frequency [↑](#footnote-ref-72)
71. - Free Standing individuals [↑](#footnote-ref-73)
72. - Specific Absorption Rate [↑](#footnote-ref-74)
73. - Near – field exposure [↑](#footnote-ref-75)
74. 1- التهاب قرنيه چشم در مواجهه با پرتو فرابنفش [↑](#footnote-ref-76)
75. 2 - Aphakics [↑](#footnote-ref-77)
76. 3 - Irradiance [↑](#footnote-ref-78)
77. - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER) [↑](#footnote-ref-79)
78. - Limiting Apertares [↑](#footnote-ref-80)
79. 1 - Repetitively Palsed exposures [↑](#footnote-ref-81)
80. 2- Continuous Wave [↑](#footnote-ref-82)
81. - براي مقادير T1 به نكات قابل توجه به هنگام استفاده از جدول 2 مراجعه نمائيد. [↑](#footnote-ref-83)
82. - nt = زمان هر پالس × تعداد پالس [↑](#footnote-ref-84)
83. - Illumination Eingineering Society of North America [↑](#footnote-ref-85)
84. - Heat stress [↑](#footnote-ref-86)
85. -Wet Bullb Globe Temperature [↑](#footnote-ref-87)
86. - Clo Value [↑](#footnote-ref-88)
87. - Total Heat Load [↑](#footnote-ref-89)
88. 1- British Thermal Unite/ Hour= Btu/hr [↑](#footnote-ref-90)
89. - Acclimatization [↑](#footnote-ref-91)
90. - Heat exhaustion [↑](#footnote-ref-92)
91. - Heat Cramps [↑](#footnote-ref-93)
92. - Cold Stress [↑](#footnote-ref-94)
93. - Equivalent Chill Temperature (Wind chill) [↑](#footnote-ref-95)
94. - Mittens [↑](#footnote-ref-96)
95. - Impermeable to water [↑](#footnote-ref-97)
96. - Water Repellent [↑](#footnote-ref-98)
97. - Cryogenic Fluids [↑](#footnote-ref-99)
98. - Miles Per Hour [↑](#footnote-ref-100)
99. - Feet Per Minutes [↑](#footnote-ref-101)
100. - Ergonomics [↑](#footnote-ref-102)
101. - Interface [↑](#footnote-ref-103)
102. - Musculoskeletal Disorders [↑](#footnote-ref-104)
103. - Cumulative Trauma Disorders [↑](#footnote-ref-105)
104. - Repetitive Motion Illnesses [↑](#footnote-ref-106)
105. - Lifting [↑](#footnote-ref-107)