

# راهنمای اندازه‌گیری و ارزیابی تنش‌های دمایی در محیط کار

OEL – HC - 9508









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

راهنمای ارزیابی

## تنش‌های دمایی در محیط کار

کد

OEL – HC - 9508

۱۳۹۵

شماره کتابشناسی ملی : ۴۵۸۸۵۱۷  
 سرشناسه : علی محمدی، ایرج، ۱۳۴۳  
 عنوان و نام پدیدآور : راهنمای ارزیابی تنش‌های دمایی در محیط کار / مجری طرح قطب علمی  
 آموزش بهداشت حرفه‌ای کشور؛ [برای] وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مرکز سلامت محیط و کار.  
 مشخصات نشر : همدان: انتشارات دانشجو؛ تهران: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت سلامت، مرکز سلامت محیط و کار، ۱۳۹۶.  
 مشخصات ظاهری : ۸۶ ص.: مصور، جدول.  
 شابک : 978-964-543-007-6 : ۶۰۰۰۰ ریال  
 وضعیت فهرست نویسی : فیپا  
 موضوع : تنش‌های حرارتی  
 موضوع : Thermal stresses  
 موضوع : محیط کار -- اثر فیزیولوژیکی  
 موضوع : Work environment -- Physiological effect  
 شناسه افزوده : ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. مرکز سلامت محیط و کار  
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۶/ع۸ر۲/TA۴۱۸/۵۸  
 رده بندی دیویی : ۶۲۰/۱۱۲۱

نام کتاب: راهنمای ارزیابی تنش‌های دمایی در محیط کار  
 ناشر: مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی - انتشارات دانشجو  
 تلفن: ۰۲۱-۸۱۴۵۴۱۹۳-۸۱۴۵۴۱۲۰-۰۲۱-۸۱۴۵۴۴۶۴، نمابر: ۰۲۱-۸۱۴۵۴۴۶۴  
[http:// markazsalamat.behdasht.gov.ir](http://markazsalamat.behdasht.gov.ir)  
 مجری طرح: قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای کشور  
 تلفن: ۰۸۱-۳۸۳۸۰۰۲۵-۳۸۳۸۰۵۰۹، نمابر: ۰۸۱-۳۸۳۸۰۵۰۹  
 مولف: دکتر ایرج علی محمدی  
 نوبت چاپ: اول ۱۳۹۵  
 تیراژ: ۵۰۰ جلد وزیری  
 فیلم زینک: لیتوگرافی روشن  
 چاپ و صحافی: روشن  
 مرکز پخش: همدان، انتشارات دانشجو تلفن: ۰۸۱-۳۸۳۷۸۰۱۰  
 شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۴۳-۰۰۷-۶  
 قیمت: ۶۰۰۰۰ ریال

## مقدمه

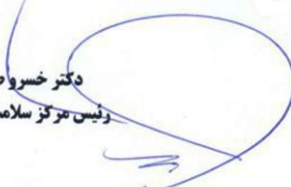
در حال حاضر بیش از نیمی از جمعیت جهان در مشاغل مختلف در معرض طیف وسیعی از عوامل زیان‌آور و آلاینده‌های محیط‌کار قرار دارند که این امر پیامدهای بهداشتی ناگواری را به همراه داشته و امکان ابتلا به بیماری‌های شغلی را افزایش خواهد داد.

با توجه به ضرورت برخورداری شاغلین از محیط‌کار سالم و نیاز مبرم کشور به حدود و معیارهایی برای تمایز محیط‌های کاری سالم و ناسالم، ویرایش چهارم کتاب حدود مجاز مواجهه شغلی در مرکز سلامت محیط و کار تدوین شد و با امضاء وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ابلاغ گردید.

با عنایت به ماده ۸۵ قانون کار که رعایت حدود مندرج در کتاب مذکور را برای صاحبان صنایع، کارفرمایان الزام‌آور نموده است و بر اساس بازخوردهای واصله از کاربران مختلف این کتاب از سراسر کشور، اعم از کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و متخصصان طب کار، اعضاء محترم هیأت علمی و کارشناسان صنایع، بر آن شدیم تا با کمک اساتید مجربی که در کمیته تدوین حدود مجاز همکاری نموده‌اند، راهنماهای فنی هر بخش از این کتاب را در ۹ جلد با موضوعات مختلف، به منظور تسهیل استفاده کاربران تدوین نماییم تا کاربران به کمک توضیحات تکمیلی و مثال‌های عنوان شده در این راهنماها، با توان بیشتری نسبت به تفسیر حدود مجاز مندرج در این کتاب و به‌کارگیری نتایج حاصل از آن اهتمام ورزند و از محدودیت‌هایی که ممکن است پدید آید آگاهی داشته باشند و بیش از پیش بتوانند تفسیر صحیحی از مقایسه این حدود مجاز با وضعیت مواجهات آسیب‌رسان محیط‌کار به‌دست آورند.

لازم به ذکر است، به‌منظور دسترسی بیشتر کاربران، این راهنماها بر روی تارنماهای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت. در انتها وظیفه خود می‌دانم از زحمات ارزشمند جناب آقای دکتر ایرج علی‌محمدی که در تألیف و خانم مهندس فاطمه صادقی و آقای مهندس حمید اقتصادی که در نظارت و تدوین این راهنما همکاری نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

دکتر خسرو صادق نیت  
رئیس مرکز سلامت محیط و کار





| فهرست مطالب                                                 | صفحه |
|-------------------------------------------------------------|------|
| مقدمه.....                                                  | ۷    |
| ۱- جنبه‌های قانونی در ارتباط با استرس‌های محیط کار.....     | ۸    |
| ۲- مشکلات ناشی از شرایط جوی نامساعد.....                    | ۸    |
| الف) جنبه ایمنی.....                                        | ۸    |
| ب) جنبه بهداشتی.....                                        | ۹    |
| ۳- شرایط جوی محیط کار و شاخص‌های آن.....                    | ۹    |
| ۴- تعاریف علمی.....                                         | ۱۰   |
| ۵- راه‌های تبادل حرارت بدن با محیط.....                     | ۱۱   |
| ۵-۱ - جابجایی.....                                          | ۱۱   |
| ۵-۲ - تابش.....                                             | ۱۲   |
| ۵-۳ - تبخیر.....                                            | ۱۲   |
| ۵-۴ - متابولیسم.....                                        | ۱۲   |
| ۵-۵ - تأثیر لباس.....                                       | ۱۵   |
| ۶- هدف:.....                                                | ۱۶   |
| ۷- دامنه کاربرد:.....                                       | ۱۶   |
| ۸- وسایل و دستگاه‌های سنجش شرایط دمایی در محیط‌های کار..... | ۱۶   |
| ۸-۱- دماسنج:.....                                           | ۱۶   |
| ۸-۲- دماسنج تر.....                                         | ۱۶   |
| ۸-۳- دماسنج گوی‌سان.....                                    | ۱۶   |
| ۸-۴- بادسنج پره‌ای.....                                     | ۱۷   |
| ۸-۵- بادسنج‌های حرارتی.....                                 | ۱۷   |
| ۸-۶: دماسنج کاتا.....                                       | ۱۷   |
| ۸-۷- هیدروگراف.....                                         | ۱۹   |
| ۸-۸- ترموهیدرومتر دیجیتالی.....                             | ۱۹   |

- ۸-۹- رطوبت‌سنج چرخان..... ۲۰
- ۸-۱۰- رطوبت‌سنج آسمن..... ۲۰
- ۸-۱۱- WBGT متر..... ۲۰
- ۹- شاخص‌های استرس گرمایی و شاخص‌های مورد قبول OEL..... ۲۱
- الف) شاخص‌های تجربی:..... ۲۲
- ب) شاخص‌های تحلیلی:..... ۲۲
- ۱۰- الزامات بازرسی استرس گرمایی در محیط کار..... ۲۳
- ۱۱- اهداف اندازه‌گیری استرس گرمایی..... ۲۳
- ۱۲- برنامه اندازه‌گیری و ارزیابی استرس گرمایی (تعیین ایستگاه‌های سنجش -  
زمان مناسب اندازه‌گیری)..... ۲۴
- ۱۳- روش کشوری اندازه‌گیری و ارزیابی استرس گرمایی در محیط کار..... ۲۵
- ۱۳-۱- اندازه‌گیری عوامل محیطی..... ۲۵
- ۱۳-۲- محاسبه شاخص WBGT..... ۲۶
- ۱۳-۳- طبقه‌بندی بار کاری..... ۲۸
- ۱۳-۴- برنامه کار - استراحت..... ۳۳
- ۱۴- برنامه‌ریزی جهت کنترل مواجهه با استرس گرمایی و حفاظت فردی..... ۳۵
- ۱۴-۱- کنترل گرما در منبع تولید..... ۳۵
- ۱۴-۲- جایگزینی..... ۳۶
- ۱۴-۳- تهویه عمومی..... ۳۶
- ۱۴-۴- کنترل در محل..... ۳۷
- ۱۴-۵- کنترل گرمای تابشی..... ۳۸
- ۱۴-۶- برنامه‌های بهداشتی و کنترل‌های اجرایی..... ۳۹
- ۱۵- جنبه‌های بهداشتی و اثرات مواجهه شغلی با گرما و رطوبت..... ۴۳
- ۱۵-۱- عوارض خفیف ناشی از گرما..... ۴۳
- ۱۵-۲- عوارض شدید ناشی از گرما..... ۴۵

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| ۱۶- شاخص‌های استرس سرمایی و شاخص‌های مورد قبول OEL.....               | ۴۷ |
| ۱۶-۱- سرمایش عمومی.....                                               | ۵۰ |
| ۱۶-۲- سرمایش موضعی.....                                               | ۵۰ |
| ۱۷- الزامات بازرسی استرس سرمایی در محیط کار.....                      | ۵۰ |
| ۱۸- اهداف اندازه‌گیری استرس سرمایی.....                               | ۵۲ |
| ۱۹- برنامه اندازه‌گیری و ارزیابی استرس سرمایی (تعیین ایستگاه‌های سنجش |    |
| - زمان مناسب اندازه‌گیری).....                                        | ۵۲ |
| ۱۹-۱- تعیین هدف اندازه‌گیری.....                                      | ۵۳ |
| ۱۹-۲- گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه.....                             | ۵۳ |
| ۱۹-۳- تعداد و تعیین محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری.....                  | ۵۳ |
| ۲۰- معرفی دستگاه‌های اندازه‌گیری استرس سرمایی.....                    | ۵۴ |
| ۲۱- روش کشوری اندازه‌گیری استرس سرمایی در محیط کار.....               | ۵۵ |
| ۲۲- روش ارزیابی استرس سرمایی در محیط کار.....                         | ۵۵ |
| ۲۳- برنامه کار- استراحت توأم با گرم شدن بدن.....                      | ۵۸ |
| ۲۴- جنبه‌های بهداشتی و اثرات مواجهه شغلی با سرما.....                 | ۶۱ |
| ۲۴-۱- آسیب‌های عمومی.....                                             | ۶۱ |
| ۲۴-۲- آسیب‌های موضعی.....                                             | ۶۱ |
| ۲۵- برنامه‌ریزی جهت کنترل مواجهه با استرس سرمایی و حفاظت فردی.....    | ۶۳ |
| ۲۵-۱- کنترل مبتنی بر سازه.....                                        | ۶۳ |
| ۲۵-۲- برنامه پیشگیری از اثرات سرما.....                               | ۶۵ |
| ۲۵-۳- حفاظت فردی.....                                                 | ۶۷ |
| ۲۵-۴- کنترل‌های مدیریتی.....                                          | ۷۲ |
| منابع:.....                                                           | ۷۳ |
| پیوست: دستورالعمل وارد نمودن نتایج اندازه‌گیری‌ها در سامانه مرکز      |    |
| سلامت محیط و کار.....                                                 | ۷۴ |



## مقدمه:

از آنجایی که توجه به مسائل محیط کار کارگران و ایجاد یک محیط کار ایمن و مناسب و راحت برای ایشان، همیشه از جمله بزرگ‌ترین اهداف علم بهداشت حرفه‌ای بوده است؛ توجه به مسئله شرایط جوی محیط کار نیز به عنوان یکی از عوامل فیزیکی محیط کار در اولویت برنامه‌های مسئولین و متخصصین بهداشت حرفه‌ای قرار می‌گیرد. طبق آخرین آمار موجود در سال ۱۳۹۳ نزدیک به ۸ درصد کارگاه‌های کشور و ۸ درصد کارگران شاغل در آن در معرض عامل فیزیکی گرما و رطوبت در محیط‌های شغلی خود می‌باشند.

شرایط جوی محیط کار شامل کلیه عواملی است که روی هوای محیط کار تأثیر می‌گذارند مانند گرما، سرما، رطوبت و باد که هر یک جداگانه قادر به ایجاد عوارض خطرناکی می‌باشند. در مقوله مطالعه در خصوص شرایط جوی محیط کار همواره مبنای کار بر اساس انرژی می‌باشد. بدین تعبیر که انرژی بنا به اصول ترمودینامیک همواره در طبیعت وجود داشته است و از بین نخواهد رفت. انسان به عنوان یک موجود فیزیولوژیک در برخورد با این پدیده فیزیکی دارای محدودیت‌ها و ظرفیت‌های بخصوصی است. لذا از نظر فیزیک، تأثیر انرژی فیزیکی مذکور می‌تواند به عنوان یک عامل استرس‌زا و مقابله مکانیسم‌های بدن با عوامل استرس‌زا تحت عنوان استرس‌زا مورد توجه قرار گیرد. انرژی فیزیکی از نقطه نظر حس انسانی به دو صورت مورد توجه و مطالعه قرار می‌گیرد:

۱- گرما

۲- سرما

انسان در برابر انرژی حرارتی دارای مکانیسم‌های دفاعی است زیرا که یک موجود فیزیولوژیک است و اعمال حیاتی وی باید در یک شرایط دمایی مشخص و غیرقابل تغییر انجام گیرد. متوسط دمای عمقی بدن انسان ۳۷ درجه سانتی‌گراد است. حال هرگونه افزایش یا کاهش در دمای عمقی بدن مکانیسم‌های دفاعی را فعال می‌کند. با افزایش یا کاهش ۲ درجه سانتی‌گراد، مکانیسم‌های دفاعی بدن در حداکثر قابلیت دفاعی قرار می‌گیرند. بدین مفهوم که بدن انسان می‌تواند با چنین افزایشی مقابله کرده و آن را

مجدداً به ۳۷ بازگرداند. در صورتی که شرایط، تغییرات وسیع‌تری را ایجاد نماید عوارض گرمایی یا سرمایی بروز می‌کند.

از آنجا که استرس گرمایی و سرمایی باعث بیماری‌ها و اختلالات خفیف، متوسط تا شوک‌های گرمایی در کارگران می‌شود و در بعضی موارد از کار افتادگی کارگر و غیبت از کار را سبب می‌گردند و همچنین باعث اشتباه در عملکرد از لحاظ ایمنی شده و حوادث جبران ناپذیری را به وجود می‌آورند. لزوم تدوین دستورالعمل در زمینه نحوه ارزیابی و پیرو آن اتخاذ مناسب‌ترین شیوه کنترلی ضروری می‌باشد.

### ۱- جنبه‌های قانونی در ارتباط با استرس‌های محیط کار

موضوع پایش‌های محیطی و زیستی در مورد عوامل بیماری‌زا و زیان‌آور محیط کار به‌طور کامل از سوی قوانین کار و تأمین اجتماعی در کشورمان مورد حمایت قرار می‌گیرد. در موارد ۸۵، ۹۲ و ۹۵ قانون کار و ۸۸ و ۹۰ قانون تأمین اجتماعی به صورت مستقیم و غیرمستقیم این حمایت‌ها دیده می‌شود. موضوع شرایط جوی و استرس‌های حرارتی نیز به عنوان یکی از عوامل زیان‌آور در زمره پوشش حمایتی این قوانین قرار می‌گیرد.

### ۲- مشکلات ناشی از شرایط جوی نامساعد

مشکلات ناشی از شرایط جوی نامساعد در محیط‌های کاری از دید بهداشت حرفه‌ای از دو جنبه قابل بحث و بررسی است:

#### الف) جنبه ایمنی:

در واقع هدف اول و اساسی ما در مطالعه شرایط جوی محیط کار، پی بردن به تأثیر استرس‌های جوی در افزایش ضریب خطا و حادثه آفرینی است. این استرس‌های جوی، ابتدا مقدمات تغییرات و تأثیرات فیزیولوژیکی را فراهم می‌کنند و این تغییرات به صورت تدریجی افزایش می‌یابد، بنابراین تغییرات ایجاد شده بلافاصله موجب به وجود آمدن بیماری‌ها و گرمزدگی و... نمی‌شوند، بلکه تغییرات ایجاد شده باعث خطای انسانی می‌شوند

یعنی حتی کوچک‌ترین تغییرات در ساختار فیزیولوژیکی می‌تواند روی عملکرد انسانی تأثیر مستقیم داشته باشد. آقای دکتر W.D.Rowe در کتاب آناتومی ریسک، در مبحث تأثیر عوامل محیطی روی عملکرد انسانی و ایجاد حادثه، شرایط جوی محیط کار را به عنوان یک عامل اصلی در جداول مربوطه آورده است.

### ب) جنبه بهداشتی:

بر اساس تغییرات بسیار زیاد دما و یا افزایش بیش از حد زمان مواجهه با شرایط جوی نامساعد، می‌توانیم یک سری مشکلات بهداشتی ناشی از شرایط نامساعد جوی را مشاهده کنیم.

عوارض ناشی از گرما: برخی از عوارض ناشی از افزایش درجه حرارت بر اساس وخامت به صورت زیر بیان می‌شوند:

- ۱- سوختگی پوست
- ۲- جوش‌های گرمایی
- ۳- ضعف گرمایی
- ۴- کرامپ گرمایی
- ۵- گرمزدگی

عوارض ناشی از سرما: برخی از عوارض ناشی از کاهش درجه حرارت بر اساس وخامت، به صورت زیر بیان می‌شوند:

- ۱- کهیر
- ۲- سرخی
- ۳- سرمازدگی

### ۳- شرایط جوی محیط کار و شاخص‌های آن

تأثیر پارامترهای مختلف شرایط جوی بر روی عملکرد انسانی، بازده کاری و... به صورت مستقیم نیست، بلکه این پارامترها موجب به وجود آمدن اثرات و تغییرات فیزیولوژیکی می‌شوند و این تغییرات است که موجب تغییر عملکرد انسانی، بازده کاری و... می‌شود به همین دلیل است که از این پارامترها به عنوان عوامل «استرس‌زا» نام می‌بریم.

تأثیر عوامل استرس‌زای جوی، روی تعادل فیزیولوژیکی بدن را به وسیله معیارهایی تحت عنوان شاخص‌های استرس‌زایی، بررسی می‌کنیم. با توجه به اینکه یکی از کمیت‌های مهم

و اساسی شرایط جوی دما است، بر اساس تغییرات دما در محیط‌ها دو نوع شاخص خواهیم داشت، یکی «شاخص استرس گرمایی» است و دیگری «شاخص استرس سرمایی». جهت تعیین میزان استرس‌های گرمایی شاخص‌های مختلفی وجود دارد که از مهم‌ترین این شاخص‌ها می‌توان به شاخص‌های  $PPD$ ,  $PMV$ ,  $P4SR$ ,  $B4SR$ ,  $HSI$ ,  $CET$ ,  $ET$   $WBGT$  اشاره کرد که در ادامه توضیح مختصری در مورد این شاخص‌ها ارائه شده است.

#### ۴- تعاریف علمی:

الف) دمای هوا (Dry Bulb Temperature): دما کمیتی است که میزان سردی یا گرمی را بیان می‌کند. دمای هوا تحت عنوان دمای خشک نیز نامیده می‌شود و معمولاً با واحدهای درجه سانتی‌گراد ( $^{\circ}C$ ) یا درجه فارنهایت ( $^{\circ}F$ ) بیان می‌شود و دمای خشک به وسیله دماسنج معمولی اندازه‌گیری می‌شود.

ب) دمای تر (Wet Bulb Temperature): دمای تر، پایین‌ترین درجه حرارتی است که بتوان هوا را «در فشار ثابت» با تبخیر آب خشک نمود. دمای تر با واحدهای درجه سانتی‌گراد یا درجه فارنهایت بیان می‌شود و به وسیله دماسنج خشکی که دور مخزن آن فتیله تر پیچیده شده است، اندازه‌گیری می‌شود.

پ) دمای تابشی (Globe Bulb Temperature): دمای تابشی از بعضی سطوح داغ اجسام منتشر می‌شود و بیشتر در ناحیه مادون قرمز است معمولاً با واحدهای ( $^{\circ}C$ ) و یا ( $^{\circ}F$ ) بیان می‌شود و به وسیله دماسنج گوی‌سان اندازه‌گیری می‌شود.

ت) رطوبت نسبی (Relative Humidity): رطوبت نسبی عبارت است از فشار بخار آب موجود در هوا به فشار بخار آب اشباع شده در همان درجه حرارت، بر حسب درصد بیان می‌شود و به وسیله رطوبت‌سنج چرخان و یا رطوبت‌سنج آسمن اندازه‌گیری می‌شود و قرائت غیرمستقیم نیز از طریق جداول یا نمودارهای سایکرومتری دارد. روش‌های اندازه‌گیری رطوبت نسبی به صورت زیر است:

۱- روش مستقیم: در این روش از وسایلی استفاده می‌گردد که به‌طور مستقیم قادر به اندازه‌گیری رطوبت نسبی هوا می‌باشند. یکی از این وسایل هیدروگراف می‌باشد که

بر اساس اندازه‌گیری تغییر طول جنس موی خاصی از انسان در اثر رطوبت عمل می‌کند.

۲- روش غیرمستقیم: در این روش با اندازه‌گیری دو پارامتر دمایی دماسنج خشک چرخان و دماسنج تر چرخان، مقدار رطوبت نسبی به کمک روابط، جداول، خط‌کش و نمودار سایکرومتری تعیین می‌شود. در اندازه‌گیری دمایی تر و خشک چرخان لازم است که جریان هوای اجباری با سرعت حدود ۲/۵ متر بر ثانیه از سطح بخش حساس دماسنج‌ها عبور داده شود. رطوبت‌سنج‌هایی که بر این اساس عمل می‌کنند به دو صورت کلی، رطوبت‌سنج چرخان و رطوبت‌سنج آسمن ساخته و ارائه شده‌اند.

ث) فشار هوا (Air Pressure): فشار جوی یا بارومتری عبارت است از فشاری که جو زمین به علت نیروی وزنش بر روی سطح زمین و سایر سطوحی که در آن غوطه‌ور است، وارد می‌کند. معمولاً با دستگاه‌های قرائت مستقیم اندازه‌گیری می‌شود و واحدهای مختلفی دارد ولی معمولاً با واحد اتمسفر و یا میلی‌متر جیوه بیان می‌شود.

ج) سرعت جریان هوا (Air Velocity): به‌طور کلی، جریان هوا در نتیجه اختلاف دمایی نقاط مختلف، که به اختلاف چگالی آن نقاط منجر می‌شود، ایجاد می‌گردد.

## ۵- راه‌های تبادل حرارت بدن با محیط

راه‌های تبادل حرارت بین بدن و محیط متفاوت بوده و به شرح زیر می‌باشد:

۵-۱ - جابجایی (Convection): جابجایی یکی از فرآیندهای انتقال گرماست. میزان گرمای مبادله شده از طریق جابجایی بین بدن انسان و هوای مجاور برابر است با:

$$C = 7 V^{0.6} (t_a - t_s)$$

$C$  = مقدار گرمای جابجا شده (Kcal/h).

$V$  = سرعت جریان هوا (m/s).

$t_a$  = دمای هوا بر حسب (°C).

$t_s$  = میانگین دمای پوست که معمولاً  $35^{\circ}\text{C}$  در نظر گرفته می‌شود.

۵-۲ - تابش (Radiation): میزان انرژی که در اثر تابش از اجسام ساطع می‌شود و با

توان چهارم دمای مطلق جسم، متناسب است.

۵-۳ - تبخیر (Evaporation): تبخیر یکی از راه‌های کنترل گرمای بدن است که از نظر

فیزیولوژیک دارای اهمیت بسیار است. کلاً تبخیر عرق به دلیل وجود اختلاف فشار در

سطح پوست و هوای پیرامون صورت می‌پذیرد.

۵-۴ - متابولیسم (Metabolism): مقدار انرژی آزاد شده در واحد زمان را متابولیسم یا

سرعت متابولیسم گویند. در مورد کارگرانی که در طول شیفت کاری خود به انجام

فعالیت‌های متفاوت، در مدت زمان‌های متفاوت می‌پردازند، لازم است که متوسط میزان

متابولیسم با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردد:

$$\overline{M} = \frac{\sum M_i T_i}{\sum T_i}$$

$T_i$  = مدت زمان فعالیت در هر مقطع و با متابولیسم مشخص

متابولیسم پایه ((Basal Metabolic Rate (BMR)

برای اینکه مقایسه سرعت متابولیسم در افراد مختلف و گونه‌های متفاوت امکان پذیر باشد،

معمولاً میزان متابولیسم در حداکثر استراحت فکری و جسمی ممکن در یک اتاق با دمای

مناسب و راحت، ۱۲ تا ۱۴ ساعت بعد از صرف آخرین غذا تعیین می‌شود. میزان

متابولیسمی که در این شرایط به دست می‌آید میزان متابولیسم پایه نامیده می‌شود. میزان

متابولیسم پایه به سطح بدن و همچنین وزن بدن بستگی دارد. تعیین گرمای متابولیسم

توسط روش‌هایی از قبیل: کالری‌متری مستقیم و غیرمستقیم انجام می‌گیرد. استفاده از این

روش‌ها در بهداشت حرفه‌ای با مشکل مواجه است. روش مرسوم در بهداشت صنعتی برای

تعیین انرژی مصرفی کارگر هنگام انجام کار معین استفاده از جداولی است که به‌طور

تجربی به‌دست آمده است و می‌توان مقدار تقریبی انرژی هر کاری را بر حسب کیلوکالری بر ساعت از آن‌ها به‌دست آورد.

جدول زیر ارزیابی میزان متابولیسم را در حین فعالیت‌های مختلف بر اساس توصیه‌های (ACGIH) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کشور بیان می‌دارد. به منظور استفاده از این جدول باید وضع بدن و حرکت کارگر را در نظر گرفته سپس با توجه به آن میزان متابولیسم کارگر تعیین می‌گردد سپس به متابولیسم به‌دست آمده متابولیسم پایه را اضافه می‌کنیم. برای طبقه‌بندی میزان بار کاری، مقادیر به‌دست آمده از جدول ذیل به همراه تقسیم‌بندی زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۱: میزان کالری مصرفی هر گروه از مشاغل

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| کار سبک   | کمتر از ۲۰۰ کیلوکالری بر ساعت |
| کار متوسط | ۲۰۱-۳۰۰ کیلوکالری بر ساعت     |
| کار سنگین | بیش از ۳۰۰ کیلوکالری بر ساعت  |

جدول ۲: ارزیابی بار کاری

|                      |                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------|
| درجه بار کاری        | نوع کار                                          |
| کار سبک دستی         | نوشتن، بافندگی با دست                            |
| کار سنگین دستی       | تایپ کردن                                        |
| کار سنگین با یک بازو | چکش کاری روی میخ (کفاشی و مبل‌سازی)              |
| کار سبک با دو بازو   | سوهان کاری فلزات، رنده کاری پمپ و کارهای باغبانی |
| کار متوسط با همه بدن | تمیز کردن سطح زمین، تکان دادن فرش.               |
| کار سنگین با همه بدن | ریل‌گذاری، چاه‌کشی، پوست‌کشی تنه درختان          |

جدول ۳: میزان کالری مصرفی بر حسب نوع فعالیت

| نوع کار           |           | میانگین کیلوکالری<br>بر دقیقه | گستره تغییرات<br>کیلوکالری بر دقیقه |
|-------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------------|
| کاردستی           | سبک       | ۰/۴                           | ۰/۲ - ۱/۲                           |
|                   | سنگین     | ۰/۹                           |                                     |
| کار با یک بازو    | سبک       | ۱                             | ۰/۷ - ۲/۵                           |
|                   | سنگین     | ۱/۷                           |                                     |
| کار با هر دو بازو | سبک       | ۱/۵                           | ۱ - ۳/۵                             |
|                   | سنگین     | ۲/۵                           |                                     |
| کار با تمام بدن   | سبک       | ۳/۵                           | ۲/۵ - ۱۵                            |
|                   | متوسط     | ۵                             |                                     |
|                   | سنگین     | ۷                             |                                     |
|                   | فوق سنگین | ۹                             |                                     |
| متابولیسم پایه    |           |                               | ۱                                   |

جدول ۴: میزان متابولیسم در حین فعالیت‌های مختلف

| وضع بدن و حرکت   | کیلوکالری بر دقیقه                                                   |
|------------------|----------------------------------------------------------------------|
| حالت نشسته       | ۰/۳                                                                  |
| حالت ایستاده     | ۰/۶                                                                  |
| در حالت راه رفتن | ۲ - ۳                                                                |
| حرکت در سربالایی | به مقدار تعیین شده در حالت راه رفتن به<br>ازای هر متر ۰/۸ اضافه شود. |

**۵-۵ - تأثیر لباس (Effect of Clothing):** برای بدن انسان، لباس مانند عایق عمل می‌کند. برای ارزشیابی لباس عاملی بنام مقاومت لباس یا ضریب کلو (Clo) تعریف می‌شود و با کمیت بدون دیمانسیون سنجیده می‌شود. کلو مقاومت لباس در مقابل انتقال گرما از پوست بدن تا سطح خارجی لباس است. مقدار گرمای انتقال یافته از طریق لباس از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$K = A \times \frac{t_s - t_a}{0.98 \text{ clo}}$$

$K$  = میزان گرمای تبادل شده (Kcal/h).

$A$  = سطح بدن ( $m^2$ ).

$t_s$  = دمای پوست ( $0^\circ C$ ).

$t_a$  = دمای سطح خارجی لباس ( $0^\circ C$ ).

$$A = 0.202 * W^{0.425} * M^{0.725}$$

$M$  = طول قد (m).

$W$  = وزن بدن (kg).

در جدول شماره ۵ نمونه ضریب کلو برای چند نوع لباس آمده است:

جدول ۵: مقاومت حرارتی چند نوع لباس بر حسب کلو

| مقدار کلو | وضعیت لباس فرد               |
|-----------|------------------------------|
| ۱         | کسی که لباس به تن ندارد      |
| ۰/۱       | لباس زیر                     |
| ۰/۵       | لباس سبک تابستانی            |
| ۱         | لباس متعارف اداری            |
| ۱/۵       | لباس سنگین به همراه لباس زیر |
| ۳-۴       | لباس قطبی                    |
| ۵         | حداکثر لباس قابل پوشیدن      |

## ۶- هدف:

نحوه ارزیابی تنش‌های دمایی در محیط کار

## ۷- دامنه کاربرد:

نحوه اندازه‌گیری انواع پارامترهای دمایی و جوی

نحوه اندازه‌گیری استرس‌های دمایی

نحوه کار کردن با وسایل اندازه‌گیری پارامترهای جوی

آشنایی با انواع اثرات و بیماری‌های مرتبط با استرس دمایی در محیط کار

نحوه کنترل استرس‌های دمایی در محیط کار

## ۸- وسایل و دستگاه‌های سنجش شرایط دمایی در محیط‌های کار

۸-۱- **دماسنج:** دماسنج وسیله‌ای است که می‌تواند دمای محیط اطراف خود را

اندازه‌گیری نماید. رایج‌ترین نوع دماسنج، دماسنج جیوه‌ای می‌باشد که از یک لوله بسیار باریک شیشه‌ای ساخته شده‌اند که یک انتهای آن مسدود و انتهای دیگرش به یک محفظه پر از جیوه متصل می‌باشد. در داخل لوله دماسنج کاملاً خلأ می‌باشد. با گرم و سرد شده مخزن این دماسنج‌ها، جیوه موجود در آن نیز گرم و سرد می‌شود و لذا انقباض و انبساط جیوه باعث خواهد شد تا جیوه در لوله بالا و یا پایین برود. با توجه به سطح جیوه در لوله، از روی اعداد نوشته شده بر روی دماسنج می‌توان دما را قرائت نمود.

۸-۲- **دماسنج تر:** دمای تر توسط دماسنجی که قسمت حساس آن به کمک یک فتیله مرطوب نگه داشته می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردد البته اگر دماسنج در شرایط طبیعی قرار گیرد دمای قرائت شده را دمای تر طبیعی (tnw) و اگر هوای اجباری از اطراف مخزن عبور داده شود، دمای تر چرخان (tw) گویند.

۸-۳- **دماسنج گوی سان:** دماسنج گوی سان یک کره سیاه رنگ مسی به قطر ۱۵۰ میلی‌متر است که مخزن یک دماسنج معمولی در مرکز آن قرار گرفته است. این دماسنج دمای ناشی از گرمای تابشی را مستقیماً اندازه‌گیری می‌کند. دماسنج گوی سان به راه‌های

تابشی و جابجایی با محیط اطراف خود تبادل حرارتی نموده به تعادل دمایی می‌رسد. زمان لازم برای رسیدن و تعادل، ۳۰ - ۱۰ دقیقه برآورد شده است.

**۸-۴- بادسنج پره‌ای:** اساس کار بادسنج‌های پره‌ای تغییرات فشار هوا در اثر عبور جریان هوا از طریق پروانه ای است که قابلیت گردش داشته و حساس به جریان هواست. پره‌های دستگاه به دینامی متصل گردیده که گردش آن سبب ایجاد ولتاژ ضعیفی در مدار دستگاه می‌گردد. میزان ولتاژ ایجاد شده توسط دینام به وسیله ولت‌متری که بر اساس سرعت جریان هوا کالیبره شده اندازه‌گیری می‌شود، از این وسایل در اندازه‌گیری جریان هوای جهت‌دار مانند کانال‌های تهویه به ویژه در دهانه‌ها استفاده می‌گردد. بنابر این در محله‌ای بسته و محیط‌های کار که معمولاً هوا دارای جریان جهت‌داری نیست و معمولاً دارای جهت‌های مختلف می‌باشد استفاده از این وسایل توصیه نمی‌گردد.

**۸-۵- بادسنج‌های حرارتی:** بر اساس این مطلب که مقدار گرمای گرفته شده توسط جریان هوای عبوری از یک جسم داغ متناسب با سرعت جریان هواست، بادسنج‌های حرارتی پایه‌گذاری شده و عمل می‌کنند، انرژی حرارتی با توجه به اختلاف دمای جسم داغ و محیط و نیز سرعت جریان هوا از جسم داغ به محیط منتقل می‌شود. میزان انتقال، تابعی از سرعت جریان هوا می‌باشد. معمولاً در بادسنج‌های حرارتی سنسوری وجود دارد که به شکل سیم بوده و توسط منبع تغذیه گرم می‌شود. این بادسنج‌ها به جهت جریان حساس بوده و توصیه می‌شود در هنگام اندازه‌گیری قسمت سنسور دستگاه کاملاً عمود بر جهت جریان هوا باشد. لذا این دستگاه‌ها برای اندازه‌گیری سرعت جریان هوا در محیط‌های کار توصیه نمی‌شود.

**۸-۶: دماسنج کاتا:** ابتدا دماسنج کاتا برای اندازه‌گیری توان سرد شوندگی هوا طراحی گردید ولی نظر به اینکه توان خنک‌کنندگی متأثر از سرعت جریان هواست، از این دماسنج به عنوان وسیله اندازه‌گیری سرعت جریان هوا استفاده گردید. از مهم‌ترین مزایای این دماسنج عدم حساسیت آن نسبت به جهت جریان هواست همچنین توانایی اندازه‌گیری سرعت جریان‌های کم هوا نیز از مزایای آن محسوب می‌شود. دماسنج کاتا از دو مخزن

بزرگ و کوچک تشکیل شده که توسط لوله موئینه به یکدیگر ارتباط دارند درون مخزن بزرگ الکل رنگی ریخته شده است. الکل در نتیجه گرم شدن مخزن منبسط گردیده و از طریق لوله موئینه به مخزن کوچک می‌رسد. بر روی ساقه دماسنج دو علامت (معمولاً با حروف A و B مشخص گردیده اند) حک شده است. همچنین عددی بر روی ساقه دماسنج تحت عنوان F حک شده است که فاکتور دماسنج می‌باشد و توسط کارخانه سازند، تعیین می‌گردد. دماسنج‌های کاتا دو نوع اند، کاتای خشک و کاتای نقره اندود، در کاتای نقره اندود جهت بازتاب تابش‌های حرارتی، در اطراف مخزن بزرگ غلافی از اندود نقره وجود دارد و در محیط‌هایی که انرژی تابشی قابل ملاحظه‌ای وجود دارد به کار می‌رود.

نحوه کار با دماسنج کاتا بدین صورت است که ابتدا مخزن دماسنج کاتا را داخل فلاسک آب داغ قرار می‌دهیم تا الکل منبسط شود و دو سوم تا یک دوم مخزن بالایی ساقه را پر نماید، سپس دماسنج را از فلاسک خارج نموده و آن را با یک پارچه نخی خشک کرده و در محل مورد نظر از ساقه آویزان می‌کنند. سپس به کمک کرنومتر مدت زمانی که الکل فاصله بین دو علامت را طی می‌کند بر حسب ثانیه مشخص می‌کنند. این عمل ۳ تا ۵ بار تکرار شده و میانگین آن به عنوان زمان سردشوندگی (tc) کاتا ثبت می‌شود. پس از اندازه‌گیری زمان سردشوندگی کاتا مقدار توان سردشوندگی برآورد می‌شود.

توان سردشوندگی کاتا<sup>۱</sup> عبارت است از میانگین گرمای منتقل شده در واحد زمان از واحد سطح دماسنج کاتا به هوای اطراف برای اینکه دمای سطح آن در میانگین دمای ردیف سردشوندگی کاتا ثابت بماند. توان سردشوندگی بر حسب میلی کالری بر واحد سطح در واحد زمان سنجیده می‌شود. مقدار توان سردشوندگی (H) بعد از اندازه‌گیری زمان سردشوندگی و در نظر گرفتن فاکتور دماسنج کاتا (F) که معمولاً در روی دماسنج قید شده است به دست می‌آید. برای تعیین سرعت جریان هوا از نمودارها و روابط مخصوص محاسبه سرعت استفاده می‌شود.

$$\theta = T - t \quad H = \frac{F}{T_C} \quad V = \left[ \frac{H/\theta - a}{b} \right]^2$$

$V$  = سرعت جریان هوا بر حسب متر بر ثانیه.

$H$  = توان سردشوندگی محیط بر حسب میلی کالری در ثانیه.

$F$  = فاکتور دماسنج کاتا بر حسب میلی کالری بر سانتیمتر مربع.

$TC$  = میانگین زمان‌های سردشوندگی دماسنج بر حسب ثانیه.

$T$  = دامنه سردشوندگی دماسنج بر حسب ثانیه.

$t$  = دمای محیط بر حسب درجه سانتی‌گراد.

$a$  = ضریب ثابت بر اساس نوع کاتا و دامنه سردشوندگی (جدول ۶)

$b$  = ضریب ثابت بر اساس نوع کاتا و دامنه سردشوندگی (جدول ۶)

جدول ۶: تعیین مقدار  $a$  و  $b$  با توجه به نوع کاتا و دامنه سردشوندگی

| $V > 1 \text{ m/s}$ |       | $V \leq 1 \text{ m/s}$ |       | نوع کاتا   | ردیف سرد شوندگی کاتا<br>(OC) |
|---------------------|-------|------------------------|-------|------------|------------------------------|
| $b$                 | $a$   | $b$                    | $a$   |            |                              |
| ۰/۵۰۸               | ۰/۱۰۵ | ۰/۴                    | ۰/۲   | خشک        | ۳۵-۳۸                        |
| ۰/۴۶۵               | ۰/۱۱۵ | ۰/۳۵۱                  | ۰/۲۱۲ | خشک        | ۵۱/۵-۵۴/۵                    |
| ---                 | ---   | ۰/۴                    | ۰/۱۰۱ | نقره اندود | ۳۵-۳۸                        |
| ۰/۴۳۰               | ۰/۰۲۰ | ۰/۳۵۱                  | ۰/۱۱  | نقره اندود | ۵۱/۵-۵۴/۵                    |
| ۰/۵۶۳               | ۰/۰۳۲ | ۰/۴۶۴                  | ۰/۱۲  | نقره اندود | ۶۳-۶۶                        |

**۷-۸-هیدروگراف:** بر اساس اندازه‌گیری تغییر طول جنس موی خاصی از انسان یا بر اساس تغییر مساحت سطح مشخصی از پوست قورباغه (که در حال کشش می باشد) رطوبت هوا را اندازه‌گیری می‌کند

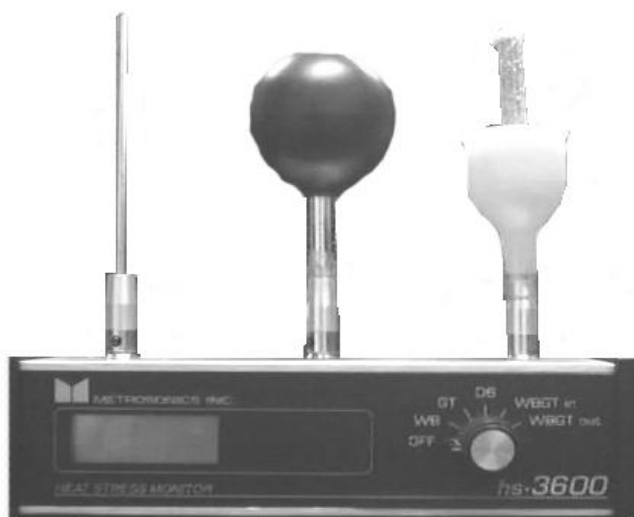
**۸-۸- ترموهیدرومتر دیجیتالی:** دارای سنسوری است که در اثر تغییر رطوبت هوا، جریان الکتریکی تولید می‌کند. میزان جریان الکتریکی متناسب با رطوبت موجود در هوا

است. این وسیله در سنجش رطوبت هوا در مقابل دمنده سیستم‌های تهویه کاربرد زیادی دارد.

**۸-۹- رطوبت سنج چرخان:** مرکب از دو دماسنج است که مخزن یکی از آن‌ها با فتیله‌ای با قابلیت رسانایی آب پوشش یافته و به عنوان دماسنج تر استفاده می‌شود (در ضمن رطوبت سنج چرخان با مخزن و بدون مخزن داریم) و مجهز به دسته‌ای می‌باشد که می‌توان آن را حول محور بازو به حرکت در آورد و بدین ترتیب تهویه لازم در سطح مخزن‌ها که بخشی حساس دماسنج‌هاست را تأمین می‌کند.

**۸-۱۰- رطوبت سنج آسمن:** در این وسیله دو دماسنج تر و خشک در داخل یک قاب فلزی منعکس‌کننده تابش‌های حرارتی قرار گرفته‌اند. برای کاهش خطای مربوط به تهویه دماسنج‌ها، هواکشی تعبیه شده است که می‌تواند تهویه لازم را با سرعت یکنواخت (۲/۵ متر بر ثانیه) در سطح دماسنج‌ها تأمین نماید. از مواردی که باید بدان دقت نمود، خیس نگه داشتن دائم فتیله دماسنج تر می‌باشد. زیرا فتیله مورد نظر به صورت دستی مرطوب شده و امکان خشک شدن آن در طی آزمایش وجود دارد.

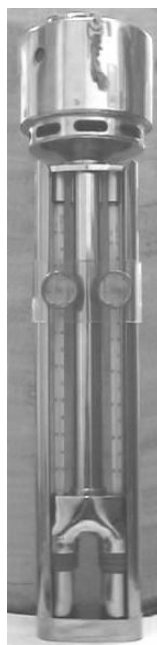
**۸-۱۱- WBGT متر:** این دستگاه میزان دمای تشعشعی، دمای تر و دمای خشک را اندازه‌گیری نموده و پس از آن میزان شاخص WBGT را محاسبه و گزارش می‌نماید.



دستگاه WBGT متر



دماسنج کاتا



رطوبت سنج آسمن

## ۹- شاخص‌های استرس گرمایی و شاخص‌های مورد قبول OEL<sup>۱</sup>

برای ترکیب عواملی که بر تعادل حرارت بین بدن و محیط مؤثر است کوشش‌های زیادی به عمل آمده تا بتوان با در نظر گرفتن دو یا چند عامل، شاخص برای تعیین استرس گرمای محیط کار به دست آورد. هدف از شاخص گرمایی ترکیب متغیرهای متفاوت جوی در یک کمیت واحد می‌باشد تا به‌طور کمی میزان تنش گرمایی محیط را بروی فرد توصیف نماید. استرس یا تنش عاملی است که زمانی که بر فرد تأثیر می‌گذارد ایجاد استرس می‌نماید. شاخص‌های استرس گرمایی را به‌طور کلی می‌توان به دو گروه شاخص‌های تجربی و تحلیلی تقسیم کرد:

**الف) شاخص‌های تجربی:** این شاخص‌ها معمولاً بر اساس ارتباط بین دو یا چند عامل گرمایی و پاسخ انسان به این عوامل پایه‌ریزی شده و این ارتباط از روی تجربیاتی که روی انسان صورت گرفته، به‌دست آمده است و عمده‌ترین این شاخص‌ها عبارت‌اند از: شاخص‌های WBGT , WGT , P4SR , B4SR , CET , ET

**ب) شاخص‌های تحلیلی:** این شاخص‌ها معمولاً بر اساس تحلیل تبادل و تعامل گرما بین بدن انسان و محیط پایه‌ریزی می‌شود. از رایج‌ترین این شاخص‌ها، شاخص استرس حرارتی هج - بلدینگ «HSI» می‌باشد و شاخص‌های PMV , PPD را به نوعی می‌توان در این رده تقسیم‌بندی کرد.

از بین این شاخص‌ها، شاخص مورد قبول OEL شاخص WBGT می‌باشد.

**شاخص دمایی تر گوی‌سان (Wet Bulb Globe Temperature (WBGT):** این شاخص برای ارزشیابی استرس حرارتی محیط کار کاربرد دارد و توسط ACGIH , NIOSH و وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی ایران به عنوان شاخص اصلی جهت تعیین مقادیر حدود مجاز انتخاب گردیده است. محاسبه شاخص دمایی تر گوی‌سان بسیار ساده بوده و با اندازه‌گیری حداقل پارامترهای جوی صورت می‌گیرد. پس از اندازه‌گیری‌های لازم شاخص دمایی تر گوی‌سان برای خارج و داخل کارگاه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$WBGT = 0.7 t_{nwb} + 0.3 t_g \quad \text{داخل کارگاه}$$

$$WBGT = 0.7 t_{nwb} + 0.2 t_g + 0.1 t_a \quad \text{خارج کارگاه}$$

$t_{nwb}$  = درجه حرارت دماسنج تر طبیعی ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$t_g$  = دمای گوی‌سان ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$t_a$  = دمای دماسنج خشک ( $^{\circ}\text{C}$ ).

## ۱۰- الزامات بازرسی استرس گرمایی در محیط کار

با توجه به رشد جمعیت جهانی و استفاده روزافزون از انرژی‌های طبیعی به خصوص در کشورهای در حال توسعه، این نکته مهم به نظر می‌رسد که در این کشورها، استفاده روزافزون از این انرژی‌ها در محیط‌های کاری می‌تواند باعث استرس حرارتی در کارگران گردد که خود عوارض متعددی بر کارگر، محیط و همچنین راندمان تولید خواهد داشت. از آنجاکه استرس حرارتی باعث بیماری‌های ناشی از گرما اعم از اختلالات خفیف، متوسط تا شوک‌های گرمایی در کارگران می‌شود و در بعضی موارد از کار افتادگی کارگر و غیبت از کار را سبب گشته و همچنین باعث اشتباه در عملکرد از لحاظ ایمنی می‌گردد و حوادث جبران ناپذیری را به وجود می‌آورد. لزوم بازرسی و شناسایی منابع ایجاد استرس گرمایی و همچنین افراد در معرض مواجهه با استرس گرمایی روشن و واضح است.

## ۱۱- اهداف اندازه‌گیری استرس گرمایی

اندازه‌گیری برای مشخص نمودن میزان استرس حرارتی کارگر.  
اندازه‌گیری برای مشخص نمودن مدت زمان کار - استراحت کارگران در فرایندهای دارای استرس گرمایی و سرمایی ( تعیین مدت زمان مواجهه ).  
اندازه‌گیری برای مشخص نمودن میزان راحتی افراد

## ۱۲- برنامه اندازه‌گیری و ارزیابی استرس گرمایی (تعیین ایستگاه‌های سنجش - زمان مناسب اندازه‌گیری)

در اندازه‌گیری پارامترهای مختلف تعیین شاخص‌های استرس حرارتی، باید بدترین شرایط زمانی و مکانی از لحاظ استرس حرارتی مد نظر قرار گیرد. به عنوان مثال چنانچه کارگران یک صنعت در کل سال کار یکسانی انجام می‌دهند، و کار آن‌ها به گونه‌ای نیست که به صورت مقطعی و یا فصلی در معرض گرما قرار بگیرند، بدیهی است اندازه‌گیری استرس‌های حرارتی می‌بایست لزوماً در فصل گرم سال که بیشترین استرس‌های حرارتی را متحمل می‌شوند، اندازه‌گیری شود. مناسب‌ترین روش اندازه‌گیری در ساعات متفاوت و ایستگاه‌های مختلف کاری در هر نوبت کاری است.

به طور کلی اندازه‌گیری استرس‌های حرارتی در مشاغل روباز به هیچ وجه در فصول سرد سال مورد تأیید نمی‌باشد زیرا این مشاغل حتی در صورت وجود فرایندهای گرمازا در ذات شغل (مانند آسفالت‌کاران)، بسیار تحت تأثیر شرایط جوی و محیطی قرار می‌گیرند.

در مشاغل سرپوشیده نیز اندازه‌گیری‌ها می‌بایست در فصول گرم سال (بدترین وضعیت) انجام شود. در صورتی که احتمال می‌رود در برخی مشاغل سرپوشیده، حتی در فصل سرد سال نیز مقادیر WBGT بالاتر از حد مجاز باشد، اندازه‌گیری در فصل سرد سال نیز ضروری بوده ولیکن رافع اندازه‌گیری در فصل گرم نمی‌باشد.

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

اندازه‌گیری دماهای مورد نظر جهت محاسبه استرس گرمایی باید در ارتفاعی متناظر با ارتفاع شکم کارگر صورت گیرد. برای حالت نشسته در ارتفاع حدود ۰/۶ متر. برای حالت ایستاده در ارتفاع حدود ۱/۱ متر توصیه شده است.

در صورتی که محیط نامتجانس باشد (محیطی که اختلاف پارامترهای اندازه‌گیری شده آن بیش از ۵٪ باشد)، می‌بایست اندازه‌گیری‌ها در سه ارتفاع مقابل صورت، شکم و قوزک پای کارگر صورت گیرد که برای افراد نشسته به ترتیب برابر ۱/۱، ۰/۶ و ۰/۱ متر و برای افراد

ایستاده به ترتیب برابر ۷/۱، ۱/۱ و ۰/۱ می‌باشد. پس از تعیین WBGT برای هر ارتفاع، مقدار میانگین آن برای هر ایستگاه کاری از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$WBGT = (WBGT_{head} + 2WBGT_{abdomen} + WBGT_{foot}) / 4$$

هنگامی که شرایط حرارتی کارگاه نوسانات شدیدی داشته باشد و یا کارگر در بازه‌های زمانی مختلف شیفت کار خود با شرایط حرارتی متفاوتی مواجهه داشته باشد، می‌بایست متوسط وزنی زمانی شاخص WBGT از رابطه زیر محاسبه گردد:

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

### ۱۳- روش کشوری اندازه‌گیری و ارزیابی استرس گرمایی در محیط کار

روش کشوری اندازه‌گیری استرس گرمایی در محیط کار بر مبنای اندازه‌گیری شاخص WBGT می‌باشد. که این کار به صورت زیر انجام می‌گیرد:

#### ۱۳-۱- اندازه‌گیری عوامل محیطی

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

الف- گستره دماسنج خشک و دماسنج تر طبیعی بین ۵- تا ۵۰+ درجه سانتی‌گراد (۲۳ تا ۱۲۲ درجه فارنهایت) با دقت ۰/۵± °C باشد ضمن آنکه نباید جریان هوا در اطراف دماسنج خشک قطع یا محدود شود، دماسنج باید در برابر تابش آفتاب و سایر سطوح بازتاب دهنده محافظت گردد. فتیله دماسنج تر طبیعی باید حداقل به مدت نیم ساعت قبل از قرائت به وسیله ریختن آب مقطر توسط سرنگ روی آن مستقیماً

مرطوب شود. فتیله باید کاملاً روی مخزن دماسنج را پوشانده یا به اندازه یک طول و بیشتر روی مخزن دماسنج را احاطه نماید. فتیله باید همیشه پاکیزه باشد و فتیله نو قبل از استفاده باید شسته شود همچنین برای پر کردن مخزن از آب مقطر استفاده شود.

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

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

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

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

### ۱۳-۲- محاسبه شاخص WBGT

پس از اندازه‌گیری‌های لازم شاخص دمای تر گویسان برای خارج و داخل کارگاه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$WBGT = 0.7 t_{nwb} + 0.3 t_g \quad \text{داخل کارگاه}$$

$$WBGT = 0.7 t_{nwb} + 0.2 t_g + 0.1 t_a \quad \text{خارج کارگاه}$$

با توجه به اینکه در برخی از ایستگاه‌های کاری دما در ارتفاعات مختلف بدن متفاوت است، به همین دلیل ما مقادیر WBGT را در سه ارتفاع پا، تنه و سر اندازه‌گیری کرده و با استفاده از رابطه زیر از آن میانگین می‌گیریم:

$$WBGT = \frac{WBGT_{head} + 2WBGT_{abdomn} + WBGT_{Foot}}{4}$$

همچنین با توجه به اینکه WBGT یک شاخص ارزیابی استرس گرمایی فردی است و در حین کار روزانه ممکن است محل استقرار کارگر و نیز گرمای محیط او تغییر نماید، بنابراین ما مقادیر WBGT را در هر ایستگاه کاری اندازه‌گیری کرده و بر اساس فرمول زیر از مقادیر WBGT میانگین سبک و سنگین شده بر اساس زمان می‌گیریم:

$$WBGT_{(Ave)} = \frac{\sum WBGT_i \times T_i}{\sum T_i}$$

$T_i$  = مدت زمان کار در هر ایستگاه کاری

شاخص دمای تر گویسان همیشه بایستی در محل انجام کار (محل استقرار شاغل) اندازه‌گیری شود. یعنی باید دماسنج‌ها در محل استقرار فرد و یا در وضعی که میزان گرمای دریافتی توسط دماسنج‌ها معادل میزان گرمای دریافتی فرد است قرار گیرند. اگر میزان گرمای دریافتی با تغییر ارتفاع تغییر قابل ملاحظه‌ای پیدا کند بایستی اندازه‌گیری در سه ارتفاع سر، شکم و ساق پا انجام شود (جدول ۷).

جدول ۷: ارتفاع محل‌های اندازه‌گیری شاخص دمای تر گویسان

| محل اندازه‌گیری | نشسته   | ایستاده |
|-----------------|---------|---------|
| ساق پا          | ۰/۱ متر | ۰/۱ متر |
| شکم             | ۰/۶ متر | ۱/۱ متر |
| سر              | ۱/۱ متر | ۱/۷ متر |

جداول و نمودارهای ارزیابی WBGT بر اساس میزان متابولیسم مصرفی می‌باشد، بنابراین ما به دو پایش نیاز داریم، یکی پایش محیطی است که در بالا مراحل و نحوه آن ذکر گردید و دیگری پایش فردی است که در آن میزان متابولیسم مصرفی فرد را محاسبه می‌کنیم،

سپس از ادغام این دو پایش می‌توانیم به یک ارزیابی منطقی دست یابیم. پس از محاسبه مقادیر WBGT برای هر فرد در هر ایستگاه کاری و برای هر موقعیت تصحیحات لازم بر اساس مقاومت لباس (CLO) روی مقادیر اعمال می‌شود.

لازم به ذکر است که استفاده از شاخص WBGT برای تعیین میزان استرس گرمایی در محیط‌های کاری از سوی محققان و سازمان‌های مختلف به عنوان بهترین شاخص ارزیابی شناخته شده است.

انتخاب زمان و مکان اندازه‌گیری شرایط جوی محیط کار به هنگام ارزشیابی بسیار مهم است. بدترین شرایط از نقطه نظر تنش گرما باید ارزیابی گردد. چنانچه فرآیند تولید تغییر می‌کند نیز بایستی به دقت آن را مطالعه کرد، به طوری که بدترین شرایط تنش گرما برآورد گردد.

چنانچه فرآیند ثابت است، اندازه‌گیری در گرم‌ترین ساعت روز انجام شود. این ارزیابی‌ها نیز باید گرم‌ترین ساعات روز و تابش خورشید هماهنگی داشته باشد. اغلب بهترین راه حل اندازه‌گیری یک شیفت کاری کامل (۸-۴ ساعت) و برآورد حداقل و حداکثر و نیز میانگین یک ساعت از بالاترین مقادیر شاخص دمای تر گوی‌سان است.

### ۱۳-۳- طبقه‌بندی بار کاری

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

✓ کار سبک شامل متابولیسم حداکثر ۲۰۰ کیلوکالری بر ساعت یا ۸۰۰ Btu/hr شامل

مشاغل دستی و بازویی سبک در هنگام کار با ماشین‌های کنترلی در حالت‌های نشسته و یا ایستاده می‌باشد.

✓ کار متوسط شامل متابولیسم ۲۰۰ تا ۳۵۰ کیلوکالری بر ساعت یا ۱۴۰۰ Btu/hr -

۸۰۰ مانند راه رفتن ضمن بلند کردن و هل دادن بار متوسط می‌باشد .

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

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

وقتی درجه بار کاری برای هر شغل تعیین شد میزان حد مجاز شغلی با استرس گرمایی در شغل مورد نظر از طریق محاسبه با استفاده از جدول ۸ و توجه به جدول ۹ به دست می‌آید. بار کار یا از راه اندازه‌گیری متابولیسم کارگر حین کار مورد بحث و یا از طریق تخمین میزان متابولیسم کارگر با استفاده از جداول ۱۰ و ۱۱ تعیین می‌گردد و سپس با مراجعه به جدول شماره ۸ حد مجاز مواجهه شغلی برای استرس گرمایی مشخص می‌شود.

جدول ۸: حد مجاز مواجهه شغلی (OEL) برای مواجهه با استرس گرمایی

با شاخص دمای تر گوی‌سان

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

## نکات جدول ۸:

۱- حد مراقبت (اقدام) در واقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می‌کند که در حدود توصیه شده برنامه‌های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی بکار گرفته شود.

۲- برای تعیین درجه بار کاری به جدول شماره ۱۰ و ۱۱ مراجعه شود.

۳- مقادیر WBGT بر حسب درجه سانتی‌گراد می‌باشد و به نزدیک‌ترین رقم نسبت به نیم درجه گرد شده است.

۴- محیط کار و استراحت یکسان فرض می‌شود. در صورتی که شرایط جوی این دو محیط متفاوت است، متوسط وزنی زمانی (TWA) در طی یک ساعت محاسبه و بکار برده شود. و در صورتی که تفاوت درجه بار کاری در یک ساعت وجود دارد، برای تعیین درجه بار کاری نیز TWA می‌بایست استفاده شود.

۵- در صورتی که لباس کار سبک و تابستانی نباشد، مقدار مؤثر شاخص WBGT بعد از اصلاح اثر کلوی لباس می‌بایست در جدول با حد مجاز مقایسه گردد (جدول ۹).

۶- مقادیر جدول ۸ بر اساس اسناد و مدارک بخش "رژیم کار- استراحت" که فرض بر ۸ ساعت کار روزانه و ۵ روز کاری در هفته با استراحت‌های مناسب می‌باشد تدوین گردیده است. در صورتی که ساعات کار بیش از معمول روزانه باشد بایستی مقادیر جدول ۸ در ضریب کاهش روزانه که از رابطه زیر به دست می‌آید ضرب گردند و به عنوان مبنای ارزیابی قرار گیرند.

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

در این فرمول RF بیانگر ضریب کاهش روزانه و hr بیانگر مدت زمان کار روزانه می‌باشد. به عنوان مثال اگر فردی با مدت زمان کار-استراحت ۵۰ الی ۷۵ درصد، کار متوسط انجام دهد و مدت زمان کار وی ۱۰ ساعت در روز باشد مقدار حد مجاز برای وی به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

مقدار مجاز با توجه به مدت زمان کار-استراحت و نوع کار، ۲۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد ولی با توجه به مدت زمان کار روزانه وی که بیشتر از ۸ ساعت در روز می‌باشد این مقدار به صورت ضرب ۲۹ درجه در مقدار ۰/۷ که از فرمول زیر به دست می‌آید اصلاح می‌گردد. بنابراین مقدار مجاز ۲۰/۳ درجه می‌باشد.

$$RF = \frac{8}{10} \times \frac{(24 - 10)}{16} = 0.7$$

$$\text{حد مجاز} = 29 \times 0.7 = 20.3$$

۷- در جدول ۸ برای مدت ۱۰۰٪ کار، دو نوبت استراحت کوتاه ۱۵ دقیقه‌ای و یک نوبت استراحت ۳۰ دقیقه‌ای در طول شیفت در نظر گرفته شده است. تناوب کار- استراحت در حالت‌های بعدی باید به صورت متناوب باشد و کار یکسره در این حد مجاز ممنوع می‌باشد. نوبت‌های استراحت صرف غذا، نماز، نوشیدن آب و مایعات حاوی نمک و شستشوی بدن می‌گردد.

جدول ۹: مقدار اصلاح کننده WBGT (بر مبنای درجه سانتی‌گراد) بر حسب نوع لباس

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

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

جدول ۱۰- ارزیابی بار کاری

| متوسط میزان متابولیسم حین فعالیت‌های مختلف |            |                                                                  |                          |
|--------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| الف- وضعیت بدن و حرکت                      |            | Kcal/min                                                         |                          |
| حالت نشسته                                 |            | ۰/۳                                                              |                          |
| حالت ایستاده                               |            | ۰/۶                                                              |                          |
| در حالت راه رفتن                           |            | ۲/۰-۳/۰                                                          |                          |
| حرکت در سربالایی                           |            | به مقدار تعیین شده در حالت راه رفتن به ازاء هر متر ۰/۸ اضافه شود |                          |
| ب- نوع کار                                 |            | میانگین (Kcal/min)                                               | گستره تغییرات (Kcal/min) |
| کار دستی                                   | سبک        | ۰/۴                                                              | ۰/۲-۱/۲                  |
|                                            | سنگین      | ۰/۹                                                              |                          |
| کار با یک بازو                             | سبک        | ۱/۰                                                              | ۰/۷-۲/۵                  |
|                                            | سنگین      | ۱/۷                                                              |                          |
| کار با هر دو بازو                          | سبک        | ۱/۵                                                              | ۱/۰-۳/۵                  |
|                                            | سنگین      | ۲/۵                                                              |                          |
| کار با تمام بدن                            | سبک        | ۳/۵                                                              | ۲/۵-۱۵/۰                 |
|                                            | متوسط      | ۵/۰                                                              |                          |
|                                            | سنگین      | ۷/۰                                                              |                          |
|                                            | خیلی سنگین | ۹/۰                                                              |                          |

جدول ۱۱- مثال‌هایی از درجه بار کاری با توجه به نوع کار

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

### ۱۳-۴- برنامه کار - استراحت

مقادیر ذکر شده در جدول ۸ بر اساس این فرض استوار است که درجه حرارت محیط کار و محل استراحت (بر مبنای WBGT) مشابه و به هم نزدیک می‌باشد. در صورتی که WBGT محیط کار و محل استراحت متفاوت باشند، باید مقادیر میانگین وزنی زمانی (TWA) برای گرمای محیطی و میزان متابولیسم به شرح زیر تعیین شود:

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

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

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

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

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

در رابطه فوق  $WBGT_1, WBGT_2, \dots, WBGT_n$  مقادیر اندازه‌گیری شده WBGT در محیط‌های کاری و استراحت مختلف در طی شیفت کار روزانه است و  $t_1, t_2, \dots, t_n$  مدت زمان گذرانده شده در هر محیط بر حسب دقیقه می‌باشد که توسط زمان‌سنجی تعیین می‌گردد. اگر مواجهه با محیط خیلی گرم به طور مستمر در طی چند ساعت و یا در طی روز است باید میانگین وزنی زمانی بر اساس زمان مراحل کار بر مبنای TWA یک ساعته (TWA/hr) محاسبه شود (مثلاً: دقیقه  $t_1, t_2, \dots, t_n = 60$ ) و اگر برنامه کار متناوب است میانگین وزنی زمانی بر حسب TWA دو ساعته محاسبه می‌شود (مثلاً: دقیقه  $t_1, t_2, \dots, t_n = 120$ ).

**تذکر مهم:** مقادیر ذکر شده برای کار مداوم وقتی قابل اجرا است که برنامه کار - استراحت برای ۵ روز در هفته و ۸ ساعت کار روزانه با دو توقف کوتاه مدت هر یک حدود پانزده دقیقه، یک نوبت در صبح و یک نوبت در بعدازظهر و یک توقف طولانی‌تر حدود نیم ساعت برای ناهار همراه باشد. مواجهه با مقادیر بیش از حد مجاز شغلی عنوان شده وقتی مجاز است که استراحت اضافی در برنامه کار گنجانده شده باشد. در مواردی که در برنامه کار روزانه به جهت حرارت زیاد محیط کار استراحت اضافی منظور شده است، کلیه توقف‌ها اعم از توقف بدون برنامه قبلی و یا موارد توقف توصیه شده توسط مدیریت یا توقف‌های فنی را می‌توان به حساب زمان استراحت حین کار منظور نمود.

بایستی نتایج اندازه‌گیری‌ها در سامانه مرکز سلامت محیط و کار ثبت گردند. هدف از تکمیل این فرم در سامانه بازرسی مرکز سلامت محیط و کار اظهار نظر در خصوص

وضعیت استرس گرمایی کارگاه با اندازه‌گیری شاخص WBGT و تجمیع اطلاعات در این خصوص می‌باشد. دستورالعمل وارد نمودن نتایج اندازه‌گیری‌ها در سامانه مرکز سلامت محیط و کار در پیوست الف آمده است.

#### ۱۴- برنامه‌ریزی جهت کنترل مواجهه با استرس گرمایی و حفاظت فردی

روش‌هایی که به منظور کنترل گرما مورد استفاده قرار می‌گیرند به چند گروه کلی تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

- ۱- کنترل گرما در منبع تولید
- ۲- جانشین نمودن منبع یا منابع گرما با منبع یا منابعی که گرمای کمتری تولید می‌کنند (جایگزینی)
- ۳- تهویه عمومی
- ۴- کنترل گرما در محل
- ۵- محفظه‌های بسته

#### ۱۴-۱- کنترل گرما در منبع تولید

برای کنترل گرما در منبع تولید از سه روش استفاده می‌شود که عبارت‌اند از:

الف) جداسازی: عملی‌ترین شیوه کاهش گرما در فرایندهای کار گرم که کنترل آن‌ها مشکل است، جداسازی منبع گرما می‌باشد. در این روش می‌توان منبع گرما را توسط یک تیغه یا جداره مناسب، از سایر قسمت‌ها جدا نمود یا این که در ساختمانی مجزا با شرایط ویژه قرار داد. همچنین می‌توان منبع گرما را در خارج از محیط کار قرار داد که در این صورت به حفاظ کمتری نیاز می‌باشد.

ب) عایق‌سازی: در بعضی موارد می‌توان ماشین و یا کوره مولد گرما را با کمک صفحات عایق، کاملاً احاطه نموده و سپس فضای محصور شده را تهویه کرد. مقبولیت این روش رو به افزایش است.

ج) هودهای کانوپی: یکی دیگر از روش‌های کنترل گرما در منبع تولید حرارت نصب هودهای کانوپی در بالای کوره‌ها و تجهیزات داغ است. عمل مکش در هودهای کانوپی به صورت طبیعی یا مکانیکی انجام می‌شود. از آن جا که مسیر حرکت طبیعی گرما به طرف بالا می‌باشد، این روش مزیت فراوانی دارد، ولی باید خاطر نشان ساخت که تهویه موضعی فقط گرمای جابجایی را رفع نموده و اثری بر کاهش گرمای تابشی ندارد.

#### ۱۴-۲- جایگزینی

یکی از راه‌های کنترل گرما، جانشین نمودن منبع یا منابع مولد حرارت یا منبع یا منابعی است که عین حال که به فرایند تولید لطمه‌ای نمی‌زنند، گرمای کمتری نیز تولید می‌کنند.

#### ۱۴-۳- تهویه عمومی

در عملیات صنعتی، متداول‌ترین روش جهت کاهش یا حذف گرما، رقیق نمودن هوای محیط کار با هوایی است که دمای کمتری دارد. این فرایند، تهویه عمومی نامیده می‌شود. برقراری سیستم تهویه عمومی شامل سه مرحله می‌باشد که عبارت‌اند از:

الف- وارد نمودن هوای تازه

ب- توزیع هوا

ج- خارج نمودن هوای گرم شده

الف- در پاره‌ای از موارد می‌توان هوای بیرون از محیط را مستقیماً و بدون هیچ تغییری وارد محل کار کرد و شرایط مناسب‌تری را به وجود آورد. این امر آن است که در بسیاری از مناطق، هوای خارج از کارگاه دمای کمتری نسبت به دمای پوست بدن دارد. هرچند که در بعضی از فرایندها استفاده مستقیم از هوای بیرون مؤثر است، ولی در بیشتر موارد تشکیلات تهویه عمومی باید به سیستم خنک کننده هوا مجهز باشد تا هوای بیرون را قبل از توزیع در کارخانه خنک نماید. سیستم‌های خنک کننده انواع مختلفی دارند. قدیمی‌ترین و ساده‌ترین روش، استفاده از خنک کننده‌های تبخیری است. اساس کار در خنک کننده‌های تبخیری شستشوی هوا می‌باشد.

ب- توزیع هوا: توزیع هوا در کارخانه، از مراحل مهم تهویه عمومی می‌باشد اما متأسفانه در اکثر موارد تأمل کمتری بر روی این امر صورت می‌گیرد. طبیعتاً جریان جابجایی هوا در اطراف اجسام داغ، میل به صعود دارد بنابراین در یک سیستم تهویه عمومی مطلوب، ورودی هوای خنک تر باید در نزدیکی کف کارگاه بوده و هوای خنک به سمت کارگران و سپس به طرف وسایل و تجهیزات داغ هدایت شود بدین ترتیب پیش از آن که دمای هوای وارده بالا رود، به کارگران رسیده و سپس با هوای گرم کارگاه مخلوط شده و یا در اطراف جسم گرم گردش کرده و دمایش افزایش می‌یابد. در خاتمه هوای گرم شده از دریچه‌ای که در بالای دیوارها یا سقف کارگاه تعبیه شده است خارج می‌گردد.

ج- خارج نمودن هوای گرم شده: آخرین مرحله از فرایند تهویه عمومی خارج نمودن هوایی است که توسط وسایل و تجهیزات، فرایندها، خطوط انتقال گرما، روشنایی و انسان گرم شده است. امروزه اکثر ساختمان‌ها طوری بنا می‌شوند که هوای گرم به طور طبیعی خارج شود. مسئله مهم در تهویه عمومی نصب دریچه‌های خروجی در نزدیک ترین قسمت ممکن به منبع گرما است. این امر باید بدون توجه به نحوه کار دریچه‌های خروجی رعایت گردد.

#### ۱۴-۴- کنترل در محل

اگر امکان کنترل گرما در منبع تولید، در اثر شرایط موجود محدود شود و یا وسعت و شکل ساختمان مسئله ساز بوده و یا برای تهیه هوای تازه محدودیت‌هایی وجود داشته باشد، اعمال کنترل‌های محدود و متمرکز در محل انجام کار، از شیوه‌های مؤثر به شمار می‌رود. این کنترل‌ها به دو طریق خنک نمودن موضعی و استفاده از لباس‌های حفاظت فردی صورت می‌گیرد.

الف- خنک نمودن موضعی: خنک نمودن موضعی عبارت از وارد کردن هوای خنک و کافی در یک منطقه محدود کاری می‌باشد، به طوری که کارگر را احاطه نموده و حداقل اختلاف را با هوای داغ اطراف داشته باشد. اگر دمای هوای وارده مناسب باشد و با

هوای داغ کارگاه مخلوط نشود، به استفاده از فنون کنترل تکمیلی نیازی نمی‌باشد. اما باید توجه داشت که کارگر واقعاً در این روش خنک نمی‌شود بلکه در اطراف وی یک محیط قابل قبول به وجود آمده و از تماس وی با محیط داغ پیشگیری می‌شود به عنوان مثال در این روش می‌توان با ایجاد یک غرفه تهویه مطبوع برای کارگری که در یک صنعت گرم مانند ریخته‌گری کار می‌کند، محیط کار مناسبی را برای وی به وجود آورد.

ب- البسه حفاظت فردی: البسه حفاظت فردی هنگامی که نتوان با استفاده از طریق ذکر شده گرما را در حد لازم کنترل نمود، استفاده از لباس های حفاظت فردی توصیه می‌شود. این لباس‌ها در طراحی‌های مختلفی وجود دارد که به عنوان مثال می‌توان لباس‌هایی را نام برد که از مواد غیرقابل نفوذ ساخته شده‌اند و هوای ورودی به آن‌ها پس از خنک کردن کارگر از قسمت‌های مچ، زانو یا دریچه‌هایی که بر روی لباس تعبیه شده است خارج می‌گردد.

#### ۱۴-۵- کنترل گرمای تابشی

در بسیاری از مشاغل، کارگران با شرایط جوی گرم و نامطلوبی مواجه هستند یکی از این شرایط نامطلوب به علت وجود گرمای تابشی می‌باشد. متأسفانه در اکثر موارد تفاوت بین گرمای موجود در محیط و گرمای تابشی نادیده گرفته می‌شود و سبب می‌گردد که کوشش‌ها و هزینه‌های بیهوده‌ای، بدون آن که نتیجه لازم فراهم شود. برای اصلاح شرایط صرف گردد. زیرا شیوه‌هایی که برای کنترل دماهای بالا به کار گرفته می‌شود، اثر کمی در کنترل گرمای تابشی دارد. به‌طور کلی گرمای تابشی از طریق یکی از روش‌های زیر کنترل می‌گردد:

الف- کاهش دمای سطوح: دمای سطحی منبع گرما را با دو طریق می‌توان کم نمود که عبارت‌اند از: کاهش گرمایی که منبع وارد می‌شود و دوم استفاده از عایق حرارتی. همچنین انتشار گرمای تابشی را می‌توان با روکش کردن منبع توسط ورقه آلومینیوم کاهش داد فلزات دیگری نیز وجود دارند که قدرت کمتری برای انتشار گرما دارند.

فولاد گالوانیزه نسبت به ورقه آلومینیوم قدرت انتشار کمتری دارد. اما عیب آن این است که با گذشت زمان نسبت به ورقه آلومینیوم کارایی خود را سریع تر از دست می‌دهد. استفاده از رنگ‌های آلومینیومی و روکش کردن سطوح با این رنگ‌ها نیز در تأمین اهداف فوق ارزش زیادی دارند.

ب- نصب سپر یا مانع بین کارگر و منبع تابشی: یکی دیگر از راه‌های کنترل گرمای تابشی استفاده از حفاظ‌های مناسب بین کارگر و یا اجسامی که باید حفاظت شوند و منبع یا منابع گرما می‌باشد. موانع یا سپرهایی که بدین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند به چهار دسته به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- موانع و یا سپرهای بازتاب دهنده مانند آلومینیوم، فولاد ضد زنگ و سایر مواد براق.

۲- موانع یا سپرهای جاذب مانند آهن یا فولاد اکسید شده با سطوح سیاه مات که توسط آب خنک شده‌اند.

۳- موانع یا سپرهای شفاف مانند شیشه‌های مخصوص یا شبکه‌های فلزی.

۴- موانع یا سپرهای قابل انعطاف مانند بافته‌هایی با روکش آلومینیوم و آزبست.

البسه حفاظت فردی: در این مورد استفاده از لباس‌های حفاظت فردی به ویژه لباس‌هایی که قدرت بازتاب تابش فروسرخ آن‌ها بالا است در تأمین شرایط مناسب قابل توجه می‌باشد.

#### ۱۴-۶ برنامه‌های بهداشتی و کنترل‌های اجرایی

گاهی اوقات، به دلیل محدودیت‌های فنی و تکنولوژیکی شرایطی در صنایع پدید می‌آید که به کارگیری روش‌های مهندسی به منظور تحت کنترل در آوردن کامل استرس حرارتی را ناممکن یا غیرعملی می‌سازد که در این شرایط (مانند موج گرمای ناگهانی و بی‌سابقه در تابستان) ممکن است استرس‌های حرارتی محیط غیرقابل پیش‌بینی و متغیر گردند. بنابراین از آن جا که در این شرایط استفاده از روش‌های مهندسی ناممکن می‌باشد و یا

مشکل را به طور کامل حل نمی‌کند، باید از راه‌حل‌های دیگری استفاده شود. تا کارگر در معرض استرس‌های حرارتی که سبب بیماری‌های ناشی از مواجهه با گرما می‌شود، قرار نگیرد. اغلب می‌توان استفاده از روش‌های پیشگیری را به عنوان چاره یا روش تکمیلی برای تکنیک‌های مهندسی کنترل استرس حرارتی به شمار آورد. روش‌های پیشگیری عبارتند از: الف- محدود نمودن مدت زمان مواجهه و یا درجه حرارت: برای تحت کنترل در آوردن مدت زمان از روز یا درجه حرارتی که یک کارگر را در معرض شرایط استرس حرارتی قرار می‌دهد، روش‌های متعددی وجود دارد که عبارت‌اند از:

- ۱- در صورت امکان کارهایی را که باید با استفاده از درجه حرارت بیشتری انجام گیرند (مانند ریخته‌گری) در ساعت خنک روز (صبح زود، غروب و یا شب) انجام دهید.
- ۲- برنامه تعمیرات و بازدید سالانه را برای فصول سرد سال برنامه‌ریزی کنید.
- ۳- برنامه کار و استراحت را به نحوی برنامه‌ریزی کنید که مدت استراحت کافی برای کارهای در مواجهه با حرارت در نظر گرفته شود.
- ۴- به منظور کاهش مدت زمان مواجهه برای هر فرد گروه، تعداد کارگران را افزایش داد.

- ۵- میزان آب مصرفی کارگران در حین انجام کار را افزایش دهید.
- ۶- برنامه کار را به نحوی تنظیم نمایید که دو کار با فرایند کار گرم در یک زمان انجام نگیرند و یا کار گرم در صورت مجاورت محلی که سایر کارها در حال انجام است صورت نگیرد.

ب- کاهش بار حرارتی: در بسیاری از کارهای صنعتی، گرمای متابولیکی عامل عمده‌ای از بار حرارتی به شمار نمی‌رود. ولی از آنجا که گرمای متابولیکی بار اضافی بر سیستم حرارتی وارد می‌نماید آن را می‌توان در مواجهه با حرارت‌های بسیار زیاد، جزئی مهم به شمار آورد. تولید گرمای متابولیک را می‌توان تا حدود ۲۰۰ کیلوکالری در ساعت با استفاده از روش‌های زیر پایین آورد:

۱. مکانیزه نمودن قسمت‌های فیزیکی کار

۲. کاهش زمان کار (کاهش مدت زمان شیفت کار، افزایش مدت زمان استراحت، ممنوعیت کار دو شیفته)

۳. افزایش نیروی کار

ج- افزایش تحمل حرارتی: تطابق با گرما می‌تواند به‌طور مؤثری قدرت تحمل افراد را بالا ببرد. ولی در هر صورت توانایی افراد در تطابق با حرارت با یکدیگر متفاوت است. استفاده از یک برنامه خوب طراحی شده و کاربردی تطابق با گرما، توانایی کارگران برای کار در مناطق گرما را افزایش داده و خطر وقوع بیماری‌های ناشی از گرما و انجام اعمال نایمن را کاهش می‌دهد معمولاً تطابق با گرما طی ۵ تا ۷ روز مواجه با حرارت حاصل می‌شود.

برای کارگرانی که در مقابل کار گرم قرار داشته‌اند، در روز اول ۵۰٪، در روز سوم ۸۰٪ و در روز چهارم ۱۰۰٪ تطابق حاصل می‌گردد.

برای کارگرانی که تازه استخدام شده‌اند، برای روز اول ۲۰٪ تطابق و برای هر روز از روزهای بعدی نیز ۲۰٪ اضافی برنامه‌ریزی می‌شود.

تندرستی جسمی، قدرت تحمل حرارت را هم در کارگران تطابق یافته و هم در کارگرانی که با گرما تطابق نیافته‌اند بالا می‌برد. زمان مورد نیاز برای تطابق در کارگران تندرست، ۵۰٪ کمتر از کارگرانی است که از صحت جسمی و فیزیکی برخوردار نیستند. برای پیشگیری از بیماری‌های ناشی از حرارت و همچنین تحمل حرارت، باید با استفاده از منابع آب کافی، از جایگزین شدن آب از دست رفته بدن از طریق تعریق و ادرار، اطمینان حاصل نمود.

- مصرف مایعات، حداقل باید به‌طور ساعتی صورت گیرد.
- برای پیشگیری از بیماری‌های ناشی از گرما، تعادل الکترولیت‌ها در مایعات بدن باید ثابت نگاه داشته شود.
- برای کارگران تطابق نیافته‌ای که مصرف نمک ایشان محدود می‌باشد، در دو روز اول مواجه، افزودن نمک غذا با مشورت پزشک برای جایگزینی نمک از دست رفته بدن ضروری می‌باشد.

د- آموزش ایمنی و بهداشت: پیشگیری از نتایج مهم بیماری‌های ناشی از مواجهه با حرارت، به شناسایی سریع علائم و نشانه‌های بیماری و اقدام فوری در جهت انجام کمک‌های اولیه و یا اقدامات اصلاحی در اولین فرصت ممکن، بستگی دارد.

۱- سرپرستان و نیز سایر افراد، باید مورد شناسایی علائم و نشانه‌های انواع بیماری‌های ناشی از حرارت به عنوان مثال، کرامپ حرارتی، خستگی حرارتی، عرق سوز و گرم‌زدگی و همچنین کمک‌های اولیه، آموزش ببینند.

۲- تمامی افرادی که با گرما مواجه دارند، باید آموزش‌های ابتدایی لازم در مورد شناسایی انواع بیماری‌های حرارتی و روش‌های بهداشت فردی را گذرانیده و به منظور کاهش خطرات تمریناتی را انجام دهند.

۳- تمامی افرادی که از وسایل و البسه حفاظت در برابر گرما استفاده می‌کنند، باید نحوه صحیح استفاده از این وسایل را آموزش ببینند.

۴- تمامی افرادی که در محوطه‌های گرم کار می‌کنند، باید در مورد اثرات عوامل غیر شغلی (داروها، الکل و چاقی) بر تحمل استرس‌های حرارتی آموزش ببینند.

ه- تأمین آب و نمک جبرانی

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

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

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

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

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

#### ۱۵- جنبه‌های بهداشتی و اثرات مواجهه شغلی با گرما و رطوبت

اثرات و عوارض ناشی از مواجهه با گرما و رطوبت را می‌توان به دو دسته عوارض خفیف ناشی از گرما و عوارض شدید ناشی از گرما تقسیم‌بندی نمود.

##### ۱۵-۱- عوارض خفیف ناشی از گرما

عوارض خفیف بیشتر ناحیه پوست را تحت تأثیر قرار می‌دهند و به اختلالات پوستی ناشی از گرما معروف هستند. مثل:

- میلاریا (راش گرمایی یا عرق‌سوز)
- اریتم
- اینترتریگو (التهاب نواحی چین‌دار بدن)
- کهیر گرمایی (کهیر کلینرژیک)

**میلاریا:** یک التهاب حاد پوست است که به علت تجمع و پس زدن عرق ایجاد می‌شود گرما در این حالت باعث تورم کراتین داخل مجرای عرق شده و موجب انسداد منفذ عرق می‌گردد. این عارضه در تابستان در مناطق حاره و اغلب به دنبال تعریق مداوم ایجاد می‌شود. که باعث تراوش عرق به بافت‌های اطراف شده و تولید التهاب و عفونت می‌کند. استفاده از کورتیکواستروئیدهای موضعی، در بعضی موارد برای برطرف کردن التهاب مؤثر است ولی بهسازی محیط، بهداشت فردی، البسه مناسب و تمیز موثرترین راه پیشگیری و درمان است.

**اریتم:** این بیماری به دلیل مواجهه طولانی با حرارت در سطحی که منجر به سوختگی نشود، ایجاد می‌گردد. ماه‌ها پس از چنین تماسی، ندول‌های هیپرکراتوتیک روی پوست به وجود می‌آید. مشاغل در معرض، آهن‌گرها، شیشه‌گرها، نانوایان می‌باشند.

**اینترتریگو:** عبارت است از ضایعه قرمز و مرطوب در نواحی که دو چین روی هم می‌افتند. علت آن افزایش عرق به ویژه در افراد چاق می‌باشد. کشاله ران، زیر بغل و نواحی چین دار، دیگر نواحی مستعد هستند.

**کهیر گرمایی:** واکنش آلرژیک حاد یا مزمن به شکل ورم دانه‌های گرد سرخ بر روی پوست که با خارش شدید همراه است. کهیر آماس و ورمی است در پوست بدن که شبیه به آماسی که از برخورد گزنه پدید می‌آید. کهیر بیماری کوتاه مدتی است که با سرخی پوست و خارش بسیار در تمام بدن همراه است. این عارضه پوستی به صورت دانه‌های کوچک صورتی‌رنگ یا به شکل برجستگی‌های وسیع تر و گاهی به صورت تاول دیده می‌شود و با خارش شدید همراه است.

این بیماری ممکن است از یک روز تا ۶ هفته طول بکشد و در نتیجه علل حساسیتی مثل حساسیت به برخی غذاها، خز حیوانات یا حشرات گرده افشان و لاتکس بروز کند. برخی داروها، گرمای زیاد هوا و قرار گرفتن در معرض فشارها یا ورزش یا قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی یا عفونت ویروسی از دیگر علل ابتلا به کهیر است. علائم در اکثر افراد مبتلا به کهیر مزمن برای یک دوره احتمالی بیش از یک سال ادامه می‌یابد. حساسیت، مسئول بخش کوچکی از موارد ابتلا به کهیر مزمن است. زیرا علل اکثر موارد مزمن این بیماری برای پزشکان ناشناخته است به گونه‌ای که تجزیه و تحلیل‌های معمول، مثل تعداد گلبول خون کمکی به تعیین شیوه‌های درمانی برای کاهش علائم مشکل نمی‌کند. کهیر یک بیماری عفونی نیست و در بیشتر موارد بدون درمان بهبود می‌یابد. پزشکان به بیماران توصیه می‌کنند که با آب داغ حمام نگیرند یا از آنتی‌هیستامین‌ها برای کاهش احساس خارش و تورم استفاده نکنند. مبتلایان به کهیر که بروز علائمی نظیر: غش یا تنگی نفس یا

خفگی کاذب یا ورم صورت یا زبان و یا خس خس نفس را مشاهده می‌کنند، باید به سرعت خواستار اورژانس پزشکی شوند.

### ۱۵-۲- عوارض شدید ناشی از گرما

عوارض شدید اثرات بیشتری بر روی سیستم بدن گذاشته و عبارت‌اند از:

- کرامپ گرمایی
- گرمازدگی
- سنگ کوب گرمایی
- ضعف گرمایی

**کرامپ گرمایی:** ناشی از کمبود سدیم می‌باشد و خوش‌خیم‌ترین سندرم گرمایی است که به علت تعریق زیاد آب از بدن در فعالیت‌های شدید در گرما اتفاق می‌افتد. این عارضه متناوب و کوتاه بوده که مدت یک تا سه دقیقه طول می‌کشد در این عارضه درجه حرارت بدن طبیعی بوده ولی گرما ناشی از فعالیت شدید باعث می‌شود که ماهیچه‌های دست و بازو و کم‌کم ماهیچه‌های شکم را گرفتار کرده و باعث عارضه‌ای به نام اسپاسم کارپودال می‌شود.

**نکته:** کرامپ‌های گرمایی ممکن است در هوای سرد در فردی که تجربه نداشته و لباس‌های زیاد هم پوشیده در اثر فعالیت شدید ایجاد گردد.

**ضعف گرمایی:** شایع‌ترین سندرم گرمایی بوده و در افرادی که تماس طولانی مدت با گرما دارند اتفاق می‌افتد. از عوارض آن می‌توان به موارد از دست دادن آب و الکترولیت، دهیدراتاسیون، تشنگی، ضعف، تهوع-استفراغ، خستگی، سردرد و سرگیجه، افزایش دمای مرکزی بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد و افزایش ضربان قلب اشاره کرد

**سنکوپ گرمایی:** از بین رفتن ناگهانی هوشیاری به علت انقباض عروق پوستی است که به دنبال آن کاهش فشار خون مغز و سیستمیک رخ می‌دهد. این حالت نوعی غش خفیف است که به علت فعالیت شدید در آب و هوای گرم ایجاد می‌گردد. بدن در تلاش برای

افزایش دفع گرما از بدن اقدام به منبسط ساختن عروق سطحی پوست می‌کند اما هنگامی که این مکانیسم به سرعت انجام می‌گیرد، سبب کاهش جریان خون به مغز گشته و حالت غش را ایجاد می‌کند. از علائم این سندرم می‌توان به موارد سرگیجه، سردرد، افزایش ضربان قلب، پوست سرد و مرطوب، حالت تهوع، استفراغ، غش و بی‌هوشی، فشار خون سیستولیک کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر جیوه اشاره نمود.

**گرم‌زدگی خفیف:** در این حالت بدن به شدت عرق کرده و حجم خون کاهش می‌یابد. علائم عبارت‌اند از تعریق شدید، ضعف، سرگیجه، سردرد، حالت تهوع، استفراغ، افزایش ضربان قلب، کاهش فشار خون، پوست مرطوب، سرد و رنگ پریده، افزایش درجه حرارت مرکزی بدن تا ۳۸-۳۹ درجه سلسیوس. برای درمان این عارضه بایستی بیمار به یک مکان خنک و سایه‌دار منتقل شده و برای جبران کم‌آبی بدن به بیمار مایعات کافی خوراند. شود. برای جبران نمک بدن نیز باید اندکی نمک (به نسبت یک قاشق چای‌خوری نمک در یک لیتر آب) به آب اضافه کرد. لباس‌های فرد گرم‌زده را در آورده و یک ملحفه مرطوب دور بدن وی پیچید و یا توسط باد بزن مصدوم را باد زد.

**گرم‌زدگی شدید:** این حالت بسیار خطرناک بوده و خطر مرگ را نیز می‌تواند در پی داشته باشد. در این حالت حرارت مرکزی بدن از ۴۰/۵ درجه سلسیوس فراتر می‌رود. در این وضعیت اغلب اندام‌های بدن در معرض آسیب بافتی قرار می‌گیرند. گرم‌زدگی شدید یک وضعیت اورژانس بوده و دمای بدن فرد گرم‌زده باید سریعاً کاهش یابد. عدم درمان گرم‌زدگی شدید به تشنج، کما و مرگ منجر خواهد شد. گرم‌زدگی شدید علاوه بر اثرات سوء آن بروی سیستم عصبی همچنین کبد، کلیه‌ها، قلب و عضلات را نیز در معرض آسیب قرار می‌دهد.

علائم این عارضه عبارت‌اند از: پوست قرمز رنگ، داغ، رنگ پریده و خشک، ضربان تند و قوی، سردرد ضربانی، پریشانی و سرگیجه، تنفس کم عمق، مردمک چشم ممکن است متسع شده و به نور واکنش نشان ندهد.

عوامل ایجاد کننده گرم‌زدگی عبارت‌اند از: قرار گرفتن در زیر آفتاب به مدت طولانی، فعالیت شدید بدن، کم آب شدن بدن.

از عوارض کلی آن می‌توان اشاره کرد به: رابدومیولیز (تخریب سلول‌های عضلانی ارادی)، نارسایی حاد کلیوی، نارسایی قلبی، سندرم نارسایی تنفس بزرگسالان، آریتمی (غیرطبیعی بودن ریتم قلب)، خونریزی گوارشی، گشاد شدن عروق، نارسایی حاد کبدی، کاهش فشار خون، افزایش پتاسیم، ادم مغزی

**درمان:** در گرم‌زدگی شدید، باید فرد سریعاً به اورژانس رسانیده شود. تلاش برای کاهش حرارت بدن در مواقع اضطراری باید به سرعت انجام گیرد:

- بیمار را به مکان خنک و سایه انتقال داده و لباس‌هایش را از تن جدا کنید.
- روی دست‌ها و پاها آب خنک ریخته و یا یک ملحفه خیس را دور بدن مصدوم بپیچید.
- بیمار را در معرض باد قرار داده و یا توسط پنکه و یا بادبزن اقدام به خنک کردن وی کنید.
- هنگامی که روی دست‌ها و پاها آب می‌ریزید حتماً دست‌ها و پاها را شدیداً ماساژ دهید تا خون خنک شده به سمت نواحی مرکزی بدن رانده گردد.

#### ۱۶- شاخص‌های استرس سرمایی و شاخص‌های مورد قبول OEL

منظور از پیشنهاد حدود مجاز مواجهه با سرما جلوگیری از کاهش دمای عمقی بدن به کمتر از ۳۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد تا از آسیب سرما به قسمت‌های انتهایی بدن (دست‌ها و پاها) پیشگیری گردد. در واقع مقادیر حد آستانه مواجهه، تماس با شرایط سردی را اجازه می‌دهد که در درجه حرارت بیشتر از آن حد تقریباً این اطمینان وجود دارد که تمام کارگران می‌توانند به طور مکرر با سرما مواجهه شوند، بدون آنکه بر سلامتی آن‌ها آسیبی وارد گردد.

تنها جنبه مهم و حیاتی در مواجهه با سرما کاهش دمای عمقی بدن (هیپوترمی) است. علائم بالینی افرادی که به درجات مختلف هیپوترمی مبتلا شده‌اند از سوی مؤسسات

مختلف توصیف گردیده است. برای تعیین مقادیر استرس سرمایی شاخص‌های مختلفی وجود دارد که مهم‌ترین و متداول‌ترین این شاخص‌ها تحت عنوان شاخص درجه حرارت سرمایی معادل در زیر توضیح داده می‌شود.

نظر به این که درجه خنک‌کنندگی باد سرد و توان سردکنندگی هوا از عوامل تعیین‌کننده هستند، دمای معادل سرما باد (ECT) عبارت است از دمای معادلی که تابعی از دمای هوا و سرعت باد مؤثر بر تبادل دمای بدن می‌باشد (هرچه سرعت باد بیشتر و دمای محیط کار کمتر باشد باید میزان عایق بودن لباس مورد نیاز افزایش یابد. در این شرایط، استفاده از امکاناتی نظیر پاراوان محافظ باد، چادر یا کانکس‌های محدودکننده جریان هوا در محل کار به طور مؤکد توصیه می‌گردد. دمای معادل سرماباد به ازاء دمای موجود هوا (دمای خشک) و سرعت باد در جدول ۱۲ نشان داده شده است. هنگام برآورد دمای معادل سرما و تعیین میزان عایقی لباس برای حفظ دمای عمقی بدن باید اثر خنک‌کنندگی باد و دمای هوا روی پوست در نظر گرفته شود. در این جدول محدوده‌های اخطار برای حفظ دمای داخلی بدن در حد ۳۶ درجه سانتی‌گراد و پیشگیری از یخ‌زدگی اندام‌های انتهایی معلوم شده است.

جدول ۱۲: دمای معادل سرما باد (ECT)

| حدود سرعت<br>(m/s)                                                                                         | دمای قرانت شده هوای محیط (°C) |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     | خطر بالا*** |     |             |     |     |     |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|
|                                                                                                            | ۸                             | ۶   | ۴   | ۲   | ۰   | -۲  | -۴  | -۶  | -۸            | -۱۰ | -۱۲ | -۱۴ | -۱۶ | -۱۸ |             | -۲۰ | -۲۲         | -۲۴ | -۲۶ | -۲۸ | -۳۰ |
|                                                                                                            | درجه معادل سرما باد (ECT °C)  |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |             |     |             |     |     |     |     |
| ۲                                                                                                          | ۷                             | ۵   | ۳   | ۱   | -۱  | -۳  | -۵  | -۷  | -۹            | -۱۱ | -۱۳ | -۱۵ | -۱۷ | -۱۹ |             | -۲۱ | -۲۳         | -۲۵ | -۲۷ | -۲۹ | -۳۱ |
| ۴                                                                                                          | ۳                             | ۱   | -۲  | -۴  | -۷  | -۹  | -۱۱ | -۱۴ | -۱۶           | -۱۹ | -۲۱ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۸ | -۳۱         | -۳۳ | -۳۵         | -۳۸ | -۴۰ | -۴۳ |     |
| ۶                                                                                                          | ۰                             | -۲  | -۵  | -۸  | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۱۸ | -۲۱           | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۱ | -۳۴ | -۳۷         | -۳۹ | -۴۲         | -۴۵ | -۴۷ | -۵۰ |     |
| ۸                                                                                                          | -۲                            | -۵  | -۷  | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۱۹ | -۲۱ | -۲۴           | -۲۷ | -۳۰ | -۳۳ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱         | -۴۴ | -۴۷         | -۵۰ | -۵۳ | -۵۶ |     |
| ۱۰                                                                                                         | -۳                            | -۶  | -۹  | -۱۲ | -۱۵ | -۱۸ | -۲۱ | -۲۴ | -۲۷           | -۳۰ | -۳۳ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۴         | -۴۷ | -۵۰         | -۵۳ | -۵۶ | -۵۹ |     |
| ۱۲                                                                                                         | -۵                            | -۸  | -۱۱ | -۱۴ | -۱۷ | -۲۰ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹           | -۳۲ | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۴ | -۴۷         | -۵۰ | -۵۳         | -۵۶ | -۵۹ | -۶۲ |     |
| ۱۴                                                                                                         | -۷                            | -۹  | -۱۲ | -۱۵ | -۱۸ | -۲۱ | -۲۴ | -۲۷ | -۳۰           | -۳۳ | -۳۶ | -۳۹ | -۴۲ | -۴۵ | -۴۸         | -۵۱ | -۵۴         | -۵۸ | -۶۱ | -۶۴ |     |
| ۱۶                                                                                                         | -۶                            | -۹  | -۱۲ | -۱۵ | -۱۹ | -۲۲ | -۲۵ | -۲۸ | -۳۱           | -۳۴ | -۳۷ | -۴۰ | -۴۴ | -۴۷ | -۵۰         | -۵۳ | -۵۶         | -۵۹ | -۶۲ | -۶۵ |     |
| ۱۸                                                                                                         | -۷                            | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۱۹ | -۲۲ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۲           | -۳۵ | -۳۸ | -۴۱ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۱         | -۵۴ | -۵۷         | -۶۰ | -۶۴ | -۶۷ |     |
| ۲۰ <sup>x</sup>                                                                                            | -۷                            | -۱۰ | -۱۳ | -۱۶ | -۲۰ | -۲۳ | -۲۶ | -۲۹ | -۳۲           | -۳۶ | -۳۹ | -۴۲ | -۴۵ | -۴۸ | -۵۲         | -۵۵ | -۵۸         | -۶۱ | -۶۴ | -۶۸ |     |
|                                                                                                            | خطر پایین*                    |     |     |     |     |     |     |     | خطر فزاینده** |     |     |     |     |     |             |     | خطر بالا*** |     |     |     |     |
| در هر نقطه‌ای از جدول ممکن است عارضه از نوع پای غوطه‌ور immersion foot یا پای خندقی trench foot ایجاد شود. |                               |     |     |     |     |     |     |     |               |     |     |     |     |     |             |     |             |     |     |     |     |

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

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

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

## ۱-۱۶- سرمایه‌ش عمومی

به منظور ارزیابی سرمایه‌ش عمومی بدن، معادله عمومی تعادل حرارتی بدن تعریف شده است. در این معادله، ویژگی‌های حرارتی لباس، تولید گرما در بدن و مشخصات فیزیکی محیط عوامل تعیین‌کننده هستند.

**زمان مجاز مواجهه [Duration Limited Exposure (DLE)]:** حداکثر مدت مواجهه توصیه‌شده با توجه به میزان عایق بودن لباس و حدود قابل قبول سرمایه‌ش بدن.

## مراحل محاسبه سرمایه‌ش عمومی بدن

- ۱- اندازه‌گیری پارامترهای حرارتی محیط
- ۲- محاسبه میزان فعالیت (میزان متابولیک)
- ۳- محاسبه میزان عایق مورد نیاز (IREQ)
- ۴- مقایسه IREQ با میزان عایق لباس موجود.
- ۵- ارزیابی شرایط از نظر تعادل حرارتی و محاسبه حداکثر مدت مواجهه توصیه‌شده.

## تعریف میزان عایق مورد نیاز (IREQ)

عبارت است از میزان عایق مورد نیاز لباس در شرایط واقعی محیط، به نحوی که دمای بدن و پوست در حدود قابل قبول تأمین شده و تعادل حرارتی بدن حفظ شود.

## ۲-۱۶- سرمایه‌ش موضعی

سرمایش موضعی بدن به ویژه در دست‌ها، پاها و سر می‌تواند موجب ناراحتی و افت عملکرد در کارهای دستی و فیزیکی و آسیب‌های ناشی از سرما شود.

## ۱۷- الزامات بازرسی استرس سرمایی در محیط کار

پژوهش‌ها حاکی از این است که سرما نیز بر کار و فعالیت اثر گذاشته و کارایی فرد را کاهش می‌دهد. تحقیقاتی که توسط پپلر و مک ورث انجام گرفته است نشان داده‌اند سرعت واکنش‌های عضلانی و تمرکز در شرایط محیط سرد ۲۰ تا ۳۰ درصد کمتر می‌شود.

وقتی دمای محیط کار کمتر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد است می‌بایست نسبت به نصب دستگاه مناسب برای اندازه‌گیری دمای محیط در محل کار اقدام نمود. با چنین تدبیری نگهداری وضعیت دمای محیط کار در راستای توصیه‌های حد مجاز شغلی میسر است.

هر زمان که دمای هوا در محل کار به کمتر از ۱- درجه سانتی‌گراد رسید، باید حداقل هر چهار ساعت یک بار اندازه‌گیری دما به وسیله دماسنج خشک انجام و ثبت گردد.

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

در وضعیت کار در فضای باز، هر زمان که دمای هوا کمتر از ۱- درجه سانتی‌گراد است، میزان دمای هوا و سرعت باد باید اندازه‌گیری و ثبت گردد.

در کلیه مواردی که اندازه‌گیری سرعت جریان هوا ضروری باشد، درجه سرمای معادل (ECT) محاسبه و هرگاه سرمای معادل کمتر از ۷- درجه سانتی‌گراد به دست آید این شاخص باید به همراه سایر اطلاعات ثبت گردد.

شاغلین بیمار و شاغلینی که تحت درمان با داروهایی هستند که در تنظیم درجه حرارت طبیعی بدن دخالت می‌کنند و یا میزان تحمل کار در سرما را کاهش می‌دهند، باید از کار در درجات ۱- درجه سانتی‌گراد و کمتر معاف گردند. شاغلینی که معمولاً در درجات کمتر از ۲۴ - درجه سانتی‌گراد همراه با سرعت باد کمتر از پنج مایل در ساعت و یا هوای کمتر از ۱۸ - درجه سانتی‌گراد همراه با سرعت باد بیشتر از ۵ مایل در ساعت در مواجهه هستند، باید گواهی پزشکی دال بر مناسب بودن برای چنین مواجهه‌هایی را داشته باشند.

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

## ۱۸- اهداف اندازه‌گیری استرس سرمایی

اهداف اندازه‌گیری و پایش استرس سرمایی را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

- ۱- شناسایی مکان‌هایی که احتمال پایین رفتن دمای عمقی بدن کارگران به کمتر از ۳۶ درجه سانتی‌گراد وجود دارد
- ۲- شناسایی شغل‌ها و افرادی که در معرض عوارض ناشی از سرما هستند.
- ۳- ارزیابی مشاغل و مکان‌ها از لحاظ استرس سرمایی
- ۴- ارائه راه‌حل‌های کنترلی برای مشاغل و اماکنی که دارای استرس سرمایی بالاتر از حد مجاز هستند.
- ۵- تجهیز مکان‌های سرد از لحاظ اقدامات کمک‌های اولیه برای افراد در معرض آسیب
- ۶- ارائه ملاحظات پزشکی برای افراد در معرض آسیب

## ۱۹- برنامه اندازه‌گیری و ارزیابی استرس سرمایی (تعیین ایستگاه‌های سنجش -

### زمان مناسب اندازه‌گیری)

برای اندازه‌گیری و ارزیابی سرما، شناخت کامل نسبت به روش‌های اندازه‌گیری، خصوصیات محیط کار و چگونگی مواجهه کارکنان اهمیت داده می‌شود. مهم‌ترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی در نظر گرفته شود شامل:

- ۱- تعیین هدف اندازه‌گیری
- ۲- گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه
- ۳- گردآوری اطلاعات نحوه مواجهه شاغلین
- ۴- تعیین روش مناسب اندازه‌گیری
- ۵- انتخاب وسیله مناسب اندازه‌گیری
- ۶- کالیبراسیون
- ۷- شناخت استاندارد مواجهه شاغلین

### ۱۹-۱- تعیین هدف اندازه‌گیری

قبل از اقدام به اندازه‌گیری بایستی هدف کار معلوم گردد. هرچند ارزیابی محیطی سرما می‌تواند مفید باشد، اما مطابق حدود مجاز مواجهه شغلی (OEL)، تعیین مواجهه فردی شاغلین و طرح برنامه پیشگیری و کنترل مواجهه دارای اهمیت می‌باشد. لذا در این مبحث اندازه‌گیری موضعی؛ برای مشخص نمودن میزان مواجهه شاغلین و ارزیابی به منظور تعیین روش و چگونگی کنترل مواجهه با سرما در محیط کار خواهد بود.

### ۱۹-۲- گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه

اولین مرحله از فرایند اندازه‌گیری و ارزیابی سرما، جمع‌آوری اطلاعات لازم از محیط کار و نحوه مواجهه شاغلین می‌باشد. در این مرحله:

- ۱- نقشه ساده محیط کار که دارای مقیاس و محل نصب دستگاه‌ها، خصوصاً دستگاه‌های مولد سرما است، ترسیم گردد.
- ۲- اطلاعات مربوط به محل تردد و توقف شاغلین معلوم گردد.
- ۳- ساعات مواجهه هر گروه از شاغلین با سرما مشخص گردد.
- ۴- اوقات تغییر شیفต์ معلوم گردد.
- ۵- اطلاعات مدیریت مانند اضافه‌کاری، کار گردشی و مرخصی‌ها ثبت گردد.
- ۶- در صورت لزوم (اهداف کنترل سرما) مشخصات فنی سازه‌های محیط کارگاه، مشخصات عایق سطوح داخلی به فهرست اطلاعات اضافه گردد.

### ۱۹-۳- تعداد و تعیین محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری

تعداد و تعیین محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری در هر کارگاه بستگی به تعداد شاغلین در معرض سرما دارد. بایستی اطمینان حاصل شود که در اندازه‌گیری به منظور تعیین حدود مواجهه شاغلین، اندازه‌گیری در محل‌های توقف آنها انجام می‌گردد. در ارزیابی مواجهه شاغلین با سرما، درجه سرما و تعیین مدت زمان مواجهه برای هر فرد باید به صورت مجزا ثبت گردد.

در تمام محیط‌های کاری که کارکنان در مواجهه با سرما بوده به طوری که دمای عمقی بدن آنان ممکن است کمتر از ۳۶ درجه سانتی‌گراد گردد، بایستی اطمینان حاصل شود که درجه سرما اندازه‌گیری شده است. بایستی اطمینان حاصل شود که اندازه‌گیری درجه سرما، مطابق با یک روش استاندارد انجام شده است.

## ۲۰- معرفی دستگاههای اندازه‌گیری استرس سرمایی

وسایل اندازه‌گیری استرس سرمایی با توجه به هدف اندازه‌گیری متفاوت می‌باشد و باید از دستگاه‌هایی با مشخصات زیر استفاده نمود:

الف- برای بازرسی ساده صنعتی، از دماسنجی که توانایی اندازه‌گیری دما را داشته باشد استفاده می‌شود.

ب- در اندازه‌گیری دقیق، برای معین نمودن مواجهه شاغلین و معین نمودن درجه سرما، از دماسنجی با دقت ۰/۱ درجه که استاندارد باشد، استفاده می‌شود.

با توجه به اینکه در استرس سرمایی علاوه بر دمای هوا، سرعت جریان هوا نیز مؤثر است بنابراین علاوه بر نوع دماسنج به یک باد سنج با دقت  $0.1 \text{ m/s}$  از نوع حرارتی، پره ای مورد نیاز است.

قبل از هر بار اندازه‌گیری، صحت و دقت کار دستگاهی که برای تعیین دما و سرعت باد استفاده می‌شود، کنترل می‌گردد. دقت دستگاه به نوع دستگاه و مشخصات آن بستگی

دارد. بنابراین در هنگام استفاده باید دستگاه، دماسنج یا بادسنجی با دقت مناسب را انتخاب نمود. ولی برای اطمینان از صحت کار دستگاه، دماسنج یا بادسنج، باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری، آن را با وسیله یا در شرایط آزمایشگاهی استاندارد کالیبره نمود. از آنجا که عوامل متعددی بر کار دستگاه مؤثر می‌باشند، لازم است برای هر بار استفاده از دستگاه قبلاً از کالیبره بودن آن اطمینان حاصل شود.

## ۲۱- روش کشوری اندازه‌گیری استرس سرمایی در محیط کار

روش کشوری اندازه‌گیری استرس سرمایی بر مبنای اندازه‌گیری دمای هوا، سرعت جریان هوا و محاسبه دمای معادل سرما باد بر اساس دمای خشک هوا و سرعت جریان هوای اندازه‌گیری شده قرار دارد. علاوه بر محاسبه دمای معادل سرما باد، بایستی نوع لباس کارکنان و میزان عایق لباس محاسبه و تعیین گردد. همچنین کار کارگران بر مبنای میزان متابولیک بدن آن‌ها و برنامه کار استراحت نیز مورد توجه قرار گرفته و تعیین گردد.

## ۲۲- روش ارزیابی استرس سرمایی در محیط کار

الف- ارزیابی استرس سرمایی در محیط کار بر مبنای مقایسه دمای معادل سرما باد محاسبه شده و شرایط موجود از لحاظ نوع لباس و سختی کار و همچنین برنامه کار- استراحت با مقادیر پیشنهاد شده توسط حدود مجاز مواجهه با استرس سرمایی مرکز سلامت کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی می‌باشد. با توجه به حدود مجاز مواجهه با استرس سرمایی بایستی موارد زیر مدنظر قرار گیرند:

۱- زمانی که سرعت جریان هوا و درجه حرارت منجر به دمای معادل سرما باد به ۳۲ -

درجه سانتی‌گراد برسد، مواجهه مستمر پوست با سرما مجاز نیست.

۲- بدون توجه به سرعت جریان هوا نیز موارد یخ‌زدگی نسج سطحی و یا نسج موضعی

عمقی در دمای پایین‌تر از ۱- درجه سانتی‌گراد امکان بروز دارد.

۳- در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد یا کمتر، تعویض فوری لباس افرادی که در آب فرو

رفته‌اند و یا لباسشان مرطوب شده الزامی است و برای پیشگیری از عوارض و

پیامدهای کاهش دمای بدن باید تحت درمان قرار گیرند.

۴- در جدول ۱۳، برای شاغلینی که به طرز مناسبی لباس کار پوشیده‌اند، مقادیر حد

مجاز OEL برای تنظیم برنامه زمانبندی شده کار- استراحت توأم با گرم شدن مورد

استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۱۳ - حدود مجاز مواجهه شغلی با سرما (برای یک دوره ۴ ساعته کار)

| حداکثر مدت مداوم کار مجاز (دقیقه)** | بار کاری        | دمای خشک هوا (درجه سانتی‌گراد) |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| ۷۵**                                | کار سبک و متوسط | ۱۰- تا ۱۰+                     |
| ۵۰                                  | کار سبک         | ۲۵- تا ۱۱-                     |
| ۶۰                                  | کار متوسط       |                                |
| ۳۰                                  | کار سبک         | ۴۰- تا ۲۶-                     |
| ۴۰                                  | کار متوسط       |                                |
| ۲۰                                  | کار سبک         | ۵۰- تا ۴۱-***                  |
| ۳۰                                  | کار متوسط       |                                |

※: این شرایط برای سرعت باد کمتر از ۰/۵ متر بر ثانیه (۱/۱ مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در صورت لزوم تکرار مواجهه، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برابر با ۳۰ دقیقه می‌باشد. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر ۲ متر بر ثانیه (حدود ۱۱ مایل بر ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین‌تر خواهد بود.

※※: در محدوده دمایی ۱۰- تا ۱+ درجه سانتی‌گراد، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برای تکرار مواجهه ۱۲ دقیقه می‌باشد.

※※※: در شرایط پایین‌تر از این مرحله کارهای غیر اضطراری باید متوقف شود. در موارد اضطراری مواجهه کوتاه مدت ۱۰ دقیقه ای برای یک بار مواجهه مجاز می‌باشد.

۵- به منظور حفظ تداوم فعالیت‌های دستی دقیق و پیشگیری از حوادث، لازم است دست‌ها به طور ویژه ای به شرح زیر حفاظت شوند:

الف- اگر کارهای ظریف دستی با دستهای لخت برای مدت بیشتر از ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در محیطی زیر ۱۶ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود، برای گرم نگه داشتن دستها باید پیش بینی های ویژه انجام گیرد، بدین منظور جریان هوای گرم و بخاری های تابشی ممکن است بکار رود. در دمای کمتر از ۱- درجه سانتی‌گراد دسته های فلزی ابزارآلات و اهرم های کنترل باید با مواد عایق حرارتی روکش شوند.

ب- اگر دمای هوا برای کارهای نشسته به پایین تر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد و در کارهای سبک به ۴ درجه سانتی‌گراد کاهش باید و کارهای دستی ظریف دقیق و ماهرانه مورد نیاز نباشد، آنگاه شاغلین باید از دستکش استفاده نمایند.

۶- برای پیشگیری از یخ زدگی تماسی دستها، شاغلین باید از دستکش های عایق سرما به شرح زیر استفاده نمایند:

الف- هر زمان که کار در نزدیکی سطوح سرد، با دمای کمتر از ۷- درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود، باید به یکایک افراد برای پیشگیری از ضایعات تماس اتفاقی پوست هشدار داده شود.

ب- اگر دمای هوا ۱۷/۵- درجه سانتی‌گراد یا کمتر باشد دستها باید بوسیله دستکش های کار (دو انگشتی) محافظت شوند. دستگاههای کنترلی و ابزارهای کار باید طوری طراحی شوند که برای کار با آنها نیاز به بیرون آوردن دستکش کار نباشد.

۷- اگر دمای محیط کار ۴ درجه سانتی‌گراد یا کمتر باشد، تأمین حفاظت بیشتر تمام بدن ضروری است. کارگران باید لباس محافظتی متناسب با میزان سرما و فعالیت بدنی به شرح زیر استفاده نمایند:

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

ب- اگر در کارهای سبک احتمال خیس شدن لباس وجود دارد، بهتر است لایه بیرونی لباس مورد استفاده از نوع نفوذ ناپذیر در برابر آب باشد. در چنین شرایطی با سنگین شدن کار، لایه خارجی لباس باید ضد آب باشد. در صورتی که لباس بیرونی خیس شد، باید تعویض گردد. برای پیشگیری از خیس شدن لباسهای زیرین در اثر تعریق، بایستی تدابیر لازم به منظور تهویه مناسب در لایه بیرونی لباس اتخاذ گردد. اگر قبل از ورود به محیط کار سرد لباسهای زیرین در اثر تعریق

خیس شود، باید آن‌ها را تعویض کرده، جورابها و قسمتهای نمدی قابل تعویض داخل کفش باید به طور منظم تعویض شده و یا آنکه از پوتین مناسب (ضد عرق) استفاده گردد. دفعات تعویض باید به طور تجربی و عملی مشخص شود. در مورد هر فرد و به تناسب نوع کفشی که پوشیده و میزان تعریق پای هر فرد، دفعات تعویض متغیر خواهد بود.

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

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

ه- افرادی که در دمای کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد مایعات قابل تبخیر (بنزین، الکل و یا مواد پاک کننده و غیره) را جابجا می کنند، به جهت افزایش خطر بروز ضایعات ناشی از سرما که در نتیجه خاصیت خنک کنندگی مواد تبخیر شونده حاصل میشود. باید احتیاطات لازم برای پرهیز از خیس شدن لباس یا دستکش با مایعات مذکور را به عمل آورند. به خصوص به اثرات حاد پاشیدن مایعات سرمازا یا مایعاتی که نقطه جوش آن‌ها مختصری بالاتر از درجه حرارت متعارف است باید توجه کافی بشود.

## ۲۳- برنامه کار- استراحت توأم با گرم شدن بدن

جدول ۱۲ تعیین کننده مدت هر بار مواجهه در دوره کاری ۴ ساعته می‌باشد و در صورت لزوم تکرار مواجهه، مدت استراحت توأم با گرم شدن بدن برابر با ۳۰ دقیقه می‌باشد. اگر کار در سرمای کمتر از ۷- درجه سانتی‌گراد و یا درجه حرارت معادل سرماباد آن به طور مداوم انجام می‌شود باید پناهگاه گرمی در مجاورت محل کار مهیا گردیده و افراد برای استفاده از آن در فواصل منظم ترغیب شوند. دفعات استفاده از پناهگاه تابع شدت سرمای

محیط کار است. کار در دمای بین ۱+ تا ۱۰- درجه سانتی‌گراد باید حداکثر در دوره های ۷۵ دقیقه قطع گردد و کارگر به مدت ۱۵ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نماید. این حدود مجاز برای سرعت باد کمتر از ۰/۵ متر بر ثانیه (۱/۱ مایل بر ساعت) و لباس کار خشک تدوین شده است. در شرایط سرعت باد بیشتر از این حد به ازای هر ۲ متر بر ثانیه (حدود ۱۱ مایل در ساعت) حد مجاز مواجهه یک مرحله پایین تر خواهد بود. به طور مثال در صورتی که فرد در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد و جریان هوای آرام به مدت حداکثر ۵۰ دقیقه مواجهه داشته است تکرار مواجهه وی در دوره ۴ ساعته در صورتی مجاز است که حداقل ۱۵ دقیقه در پناهگاه گرم استراحت نموده باشد. در صورتی که همین کارگر در دمای مذکور و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه مشغول بکار باشد مدت مواجهه مجاز وی یک مرحله پایینتر، یعنی ۳۰ دقیقه مداوم خواهد بود و تکرار مواجهه منوط به ۳۰ دقیقه استراحت در هر دوره می‌باشد.

اگر اطلاعات صحیحی برای تخمین یا اندازه گیری سرعت باد موجود نیست، پیشنهادات زیر به صورت راهنما به کار می‌رود:

- سرعت باد ۲ مایل در ساعت، حرکت آرام پرچم
- سرعت باد ۱۳ مایل در ساعت، پرچم کاملاً باز شده است.
- سرعت باد ۱۲ مایل در ساعت، صفحات روزنامه در هوا بلند شده‌اند.
- سرعت باد ۲۳ مایل در ساعت، باد، بوران برف

در صورت بروز علایمی از قبیل لرز شدید، احساس سرما، خستگی مفرط، خواب آلودگی، تحریک پذیری و گیجی مراجعت فوری به پناهگاه ضروری می‌باشد. پس از ورود به پناهگاه باید لباس رو از تن خارج و بقیه لباسها شل و آزاد گردند تا عرق تبخیر شود و یا لباس با یک لباس کار خشک تعویض گردد. برای جلوگیری از برگشت بکار کارگران با لباس مرطوب، ضروری است، دست لباس خشک به تعداد کافی در محل مزبور وجود داشته باشد. در محیط سرد کاهش آب یا مایعات بدن بندرت رخ می‌دهد، اما ممکن است استعداد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما به جهت تغییرات قابل ملاحظه در جریان خون انتهای اندامها افزایش یابد. برای تأمین کالری و حجم مایعات دریافتی بدن، مایعات گرم و

شیرین در محل کار مهیا باشد. مصرف مایعات مدر (همانند چای) باید محدود شود. برای انجام کار در درجه سرمایی ۱۲- و یا کمتر از آن رعایت نکات زیر ضروری می‌باشد:

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

الف- تمرینات استفاده از لباسهای مخصوص

ب- عادات صحیح خوردن و آشامیدن

ج- شناسایی سرمازدگی قریب الوقوع

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

ه- انجام کار بدون مخاطره

و- کمک های اولیه ضروری و درخواست امداد

## ۲۴- جنبه‌های بهداشتی و اثرات مواجهه شغلی با سرما

### ۲۴-۱- آسیب‌های عمومی

وقتی بدن در معرض سرمای شدید قرار گیرد سیستم دفاعی دیگر قادر به مبارزه نیست و به تدریج هیپوترمی عارض گشته و حرارت مرکزی بدن سقوط می‌کند.

(الف) هیپوترمی

به دمای عمقی کمتر از ۳۵ درجه سانتیگراد اطلاق شده و به انواع خفیف، متوسط و شدید طبقه‌بندی می‌شود.

بیماران مبتلا به هیپوترمی خفیف، دچار لرز می‌شوند که حداکثر در ۳۵ درجه سانتیگراد رخ می‌دهد و در دمای کمتر از ۳۲ درجه سانتیگراد از بین می‌رود. این افراد دچار گیجی خفیف، اختلال در قضاوت و اختلال تکلم و عدم هماهنگی حرکات عضلات می‌شوند؛

هیپوترمی متوسط با زوال پیشرونده وضعیت مغزی، آریتمی‌های دهلیزی و بطنی، افت نبض و میزان تنفس، مردمک‌های گشاد و بدون واکنش و فقدان حرکات ارادی همراه است؛ در هیپوترمی شدید، بیمار دچار کما و افت فشار خون می‌شود.

(ب) درمان

شخص را از محل حادثه دور کرده و به جای امنی منتقل کنید تا بیش از این آسیب نبیند و اقدامات لازم را انجام دهید.

### ۲۴-۲- آسیب‌های موضعی

آسیب‌های موضعی حاصل از مواجهه با سرما شامل سرمازدگی (سرمازدگی خشک)، سرمازدگی مرطوب و یخ‌زدگی است.

(الف) سرمازدگی

در نتیجه مواجهه طولانی‌مدت با هوای سرد خشک حاصل می‌شود که با تظاهراتی نظیر لکه‌های اریتما و تورم، روی سطح پستی دست‌ها و پاها رخ می‌دهد.

**ب) سرمازدگی مرطوب**

در نتیجه مواجهه ۱۲-۲۴ ساعته با سرما و رطوبت رخ می‌دهد. علائم این آسیب، اسپاسم اولیه رگ یا کم‌خونی، کاهش نبض، رنگ پریدگی موضعی و کاهش احساس، پرخونی یا گشادی عروق است.

**ضایعه حاصل از سرما بر بافت‌ها (یخ زدگی)**

در نتیجه مواجهه با دماهای انجماد رخ می‌دهد و به صورت مرگ سلولی، انجماد واقعی نسوج و نیز نکروزهای حاصل از کم‌خونی به علت انقباض عروقی و توقف جریان خون نمایان می‌شود. برای پیشگیری از یخ زدگی از لباس و کفش غیر قابل نفوذ در برابر آب استفاده شود. کفش تنگ نبوده و جلوی جریان هوا را نیز نباید بگیرد.

بیماری‌ها و عوارض عروقی و حساسیت‌های ناشی از سرما: در صورت ناراحتی و اختلال در رگ‌های اصلی بدن، حساسیت به سرما افزایش می‌یابد که عوارض رینود و آکروسیانوزیس را به همراه دارد.

۱- عارضه رینود: این ضایعه حالتی است که به سفید شدن نوک انگشتان دست در اثر سرما اطلاق می‌گردد. احساس بی‌حسی، خارش و سوزن سوزن شدن رخ می‌دهد. خنک شدن پوست دلیل اصلی این ضایعه است.

۲- عارضه آکروسیانوزیس: رنگ دست و پا به آبی کبود و یا خاکستری تبدیل می‌شود. این حالت در اثر قرار گرفتن فرد در برابر سرما به وجود می‌آید، زیرا سرما سبب کاهش تعداد هموگلوبین خون می‌شود.

برای تشخیصی که نسبت به سرما حساسیت دارند سه گروه عارضه ذکر شده است:

- عوارض ناشی از آزاد شدن هیستامین: کهیر ناشی از سرما و عوارض عمومی به ویژه هیدروکوسیون را می‌توان بیان نمود؛ هیدروکوسیون که در اثر افتادن در آب، شخص فوت می‌کند، فوت وی به دلیل غرق شدن و خفگی نمی‌باشد.

- عوارض ناشی از وجود کریوگلوبولین ها: در خون این افراد کریوگلوبولین‌هایی از گروه بتا ۲A و گاما و کریوفیبرینوژن وجود دارد که در سرما رسوب کرده و مجدداً در گرما حل می‌شوند .
- گروه عوارضی که در اثر آلگوتین های سرد و همولیزین ها حاصل می شوند.

## ۲۵- برنامه‌ریزی جهت کنترل مواجهه با استرس سرمایی و حفاظت فردی

کنترل سرما، برای کنترل اثرات آن و راحتی کارکنان بوده و شامل روش‌های کنترل مدیریتی (کنترل زمان مواجهه و پایش سلامتی) و کنترل فنی است. آسایش و راحتی در سرما توسط دو عامل فردی و محیطی تعیین می‌شود. عوامل فردی شامل فعالیت جسمانی (میزان متابولیکی)، میزان عایق بودن لباس و مدت زمان مواجهه است و عوامل محیطی عمدتاً شامل دمای محیط و سرعت باد است.

**کنترل فنی:** روش‌های عمومی کنترل فنی به یکی از دو شیوه زیر انجام می‌گردد:

۱- کنترل مبتنی بر سازه

۲- حفاظت فردی

## ۲۵-۱- کنترل مبتنی بر سازه

چنانچه از روش کنترل مبتنی بر سازه استفاده می‌گردد، مهندس کنترل مراحل زیر را باید مدنظر قرار دهد:

الف- کنترل در منبع تولید سرما

ب- کنترل در محیط سرما

ج- حفاظت پرسنل از طریق پناهگاه‌سازی

**الف) کنترل در منبع تولید سرما:** کنترل سرما باید اصولاً از طراحی سازه شروع گردد. در عمل می‌توان از روش‌ها و دستگاه‌هایی استفاده نمود که سرما را در حد قابل قبولی کنترل نماید. در هنگام طراحی پروسه تولید و انتخاب نوع سازه، باید نحوه کنترل سرما

را مدنظر قرار داده و در مرحله احداث صنعت، مواجهه با سرما را مورد بررسی قرار دهیم. لذا باید نگهداری صحیح سازه‌های عایق دستگاه‌ها را که دارای اهمیت است انجام گیرد. بایستی نسبت به محل و نحوه استقرار کارکنان و مواجهه آنان با سرما توجه نمود، زیرا محل و موقعیت قرارگیری آنان نسبت به تماس آنان با سرما از اهمیت بالایی برخوردار است، در ضمن کلیه عوامل که می‌توانند تأثیرگذار باشند، در این مرحله باید مد نظر قرار گیرند.

**ب) کنترل در محیط:** اگر کنترل سرما در منبع میسر یا مؤثر نباشد، می‌توان آن را در مسیر انتشار کنترل نمود، یا از انتقال و انتشار آن جلوگیری کرد. این روش مبتنی بر محصور کردن و ایزولاسیون می‌باشد.

- مجزا نمودن منابع تولید سرما از سایر منابع
- جداسازی بخش‌های مرتبط با سرما از سایر بخش‌های کارگاه
- کنترل مبتنی بر ایزولاسیون

دیوارکشی اطراف محل استقرار کارکنان باعث ایزوله کردن آن از سایر منابع شده و در کنترل انتشار سرما نقش دارد. دیوارها باید تا سقف ادامه داشته و پوششی از مواد عایق و لایه‌های مانع انتشار سرما متناسب با نیاز داشته باشد.

**ج) حفاظت پرسنل در برابر سرما از طریق پناهگاه سازی:** ایجاد پناهگاه یا محفظه‌سازی برای شاغل یک روش معمول و مؤثر کنترل سرما است. اگر امکان اجرای موارد کنترل در منبع و یا مسیر انتشار میسر نباشد و نیز برای دستیابی به نتیجه بهتر در مکان‌هایی که لزوم کنترل در مجاورت دستگاه محرز نیست، همچنین در مواردی که فرایند کار می‌تواند از فاصله دورتری هدایت گردد، از اتاقک‌های کنترل استفاده می‌شود. طراحی پناهگاه باید به گونه‌ای باشد که کلیه لوازم و ابزار کنترل پروسه در آن پیش‌بینی شده و مناسب باشد. چنانچه کارکنان در مواجهه با شرایط دمایی دارای دمای معادل

خنک‌کنندگی ۷- درجه سانتی‌گراد قرار دارند، باید یک پناهگاه گرم برای آنها در دسترس باشد.

## ۲۵-۲- برنامه پیشگیری از اثرات سرما

**الف- برنامه کار/استراحت توأم با گرم شدن:** اگر کار در سرمای کمتر از ۷- درجه سانتی‌گراد و یا درجه سرمایی معادل آن به طور مداوم انجام می‌شود باید سرپناه گرمی در مجاورت محل کار مهیا گردیده و افراد برای استفاده از آن در فواصل منظم ترغیب شوند. دفعات استفاده از سرپناه تابع شدت سرمای محیط کار است. در صورت بروز علائمی از قبیل لرز شدید، احساس سرما، خستگی مفرط، خواب‌آلودگی، تحریک‌پذیری و گیجی مراجعت فوری به سرپناه ضروری می‌باشد. پس از ورود به سرپناه باید لباس رو را از تن خارج و بقیه لباس‌ها شل و آزاد گردند تا عرق تبخیر شود و یا لباس با یک لباس کار خشک تعویض گردد. برای جلوگیری از برگشت به کار کارکنان با لباس مرطوب، ضروری است یک دست لباس خشک در محل مزبور وجود داشته باشد. در محیط سرد کاهش آب یا مایعات بدن به‌ندرت رخ می‌دهد، اما ممکن است استعداد ابتلا به ضایعات ناشی از سرما به جهت تغییرات قابل ملاحظه در جریان خون انتهای اندام‌ها افزایش یابد. برای تأمین کالری و حجم مایعات دریافتی بدن، مایعات گرم و شیرین در محل کار مهیا باشد. مصرف مایعات مخدر باید محدود شود.

برای انجام کار در درجه سرمایی ۱۲- درجه سانتی‌گراد یا کمتر از آن رعایت مواد زیر ضروری می‌باشد:

- فرد باید از نظر حفاظتی تحت نظارت دائم و کامل قرار گیرد.
- برای پیشگیری از تعریق زیاد و مرطوب شدن لباس‌های زیرین، میزان کار نباید سنگین باشد و در صورت انجام کار سنگین باید امکان استراحت در سرپناه‌های گرم و فرصت تعویض لباس‌های مرطوب با لباس‌های خشک فراهم گردد.
- در روزهای اولیه اشتغال و قبل از سازش با شرایط جوی محیط کار نباید از شاغلین به طور تمام وقت استفاده کرد.

- باید حتی‌المقدور از لباس‌های سبک، کم‌حجم و مناسب استفاده گردد.
  - برنامه کار باید به گونه‌ای تنظیم شود که نشستن بی‌حرکت برای مدت طولانی به حداقل کاهش یابد
  - از صندلی‌های با نشیمنگاه فلزی بدون عایق نبایستی استفاده کرد
  - شاغل باید در برابر جریان‌های شدید هوا به طور مناسب حفاظت شود
  - نکات ایمنی و بهداشتی مربوطه باید به افراد آموزش داده شود. حداقل برنامه‌های آموزشی شامل دستورالعمل‌های زیر است:
  - الف- روش‌های خاص دوباره گرم کردن و کمک‌های اولیه درمانی مناسب
  - ب- تمرینات استفاده از لباس‌های مخصوص
  - ج- عادات صحیح خوردن و آشامیدن
  - د- شناسایی سرمازدگی قریب‌الوقوع
  - و- شناسایی نشانه‌ها و علائم بالینی کاهش دمای قریب‌الوقوع یا سرد شدن فزاینده بدن حتی وقتی که لرز ظاهر نشود
  - ه- انجام کار بدون مخاطره
- ب- توصیه‌هایی برای محیط کار خاص: مقررات خاص برای سردخانه‌ها عبارتند از:
- الف- در سردخانه سرعت جریان هوا باید تا آنجا که ممکن است به حداقل تقلیل داده شود و نباید از یک متر در ثانیه تجاوز کند، دسترسی به هدف فوق به وسیله دستگاه‌های توزیع هوا که به شیوه‌های خاص طراحی شده اند امکان‌پذیر است.
  - ب- به افرادی که در تماس با جریان هوای موجود در سردخانه هستند باید لباس حفاظتی مخصوص ضد باد داده شود.
  - ج- لازم است شاغلین به طور مداوم تحت مراقبت باشند و شرکت نسبت به رعایت موارد ضروری ذیل دقت نماید.
  - میزان فعالیت کارکنان در چنین محیط‌هایی نباید آنقدر باشد که موجب تعریق زیاد شود. در صورتی که این امر اجتناب‌ناپذیر باشد، باید دفعات استراحت فرد در

محیط‌های گرم و تعویض و پوشیدن لباس خشک افزایش یابد و شرکت از انجام آن اطمینان حاصل کند.

- از نشستن و یا ایستادن فرد به مدت طولانی در محیط سردخانه جلوگیری شود.
- دسته ابزارها و همچنین اهرم‌های کنترل ماشین‌آلات باید از مواد عایق پوشانده شود.

### ۲۵-۳- حفاظت فردی

بایستی توجه شود که حفاظت فردی آخرین راه برای کنترل سرما است و حفاظت فردی از قسمت‌های مختلف بدن، همواره به عنوان یک راه حل کمکی می‌باشد. حفاظت فردی ترجیحاً برای ساعاتی که شاغل با بیشترین میزان سرما در مواجهه است و یا در زمانی که سیستم‌های کنترل سرما به طور موقت از کار افتاده اند، مجاز شمرده می‌شود. باید به مشکلاتی که مانع ادامه همکاری شاغل در طرح کنترل سرما ناشی از استفاده از وسایل حفاظت فردی می‌گردد توجه نمود. مهم‌ترین آنها، تحرک کمتر و دست و پاگیر بودن وسایل حفاظت فردی است. باید در انتخاب وسایل حفاظت فردی کمال دقت را لحاظ نمود. در انتخاب وسایل حفاظت فردی علاوه بر کیفیت و راحتی، شرکت باید دقت نماید که وسیله تناسب کافی با شرایط محیط را داشته باشد. در انتخاب وسایل حفاظت فردی، شرکت باید دقت نماید که جنس مواد به کار رفته برای وسیله حفاظت در برابر سرما، از نوعی باشد که ایجاد حساسیت در پوست ننماید.

باید آموزش‌های لازم جهت استفاده مطلوب از وسایل حفاظت فردی به کارکنان داده شود و دوره‌های بازآموزی را برگزار نمود.

انتخاب وسیله حفاظتی مناسب باید با درجه برودت اندازه‌گیری شده هماهنگ باشد، به طوری که در محدوده‌های سرمای موردنظر کارایی مطلوب را داشته باشد و متناسب با این شرایط از حفاظ استاندارد استفاده گردد. نکته مهم در انتخاب حفاظ کیفیت آن است و در صورتی که مشخصه فنی کنترل سرما در آنها اعلام و یا به تأیید مراجع رسمی نرسیده باشد، ارزش حفاظتی ندارند.

تکته اساسی در استفاده از وسایل حفاظتی رعایت بهداشت فردی و نحوه استفاده از آن می‌باشد و به هیچ‌وجه نباید به طور مشترک با سایرین مورد استفاده قرار گیرد. تشخیص قطعی کارایی حفاظها از نظر افت انتقال سرما فقط با تست فنی میسر است، در غیر این صورت استاندارد بودن و داشتن جدول یا نمودار مشخصات فنی ضروری است. حفاظها علاوه بر داشتن شاخص مناسب افت کلی انتقال سرما، باید کارایی کافی برای سرما در دماهای مخاطره‌زا، که در آنالیز سرما مشخص شده را داشته باشند. برای کاربرد مؤثر حفاظ باید به دمایی که شاغل بیشترین میزان مواجهه را با آن دارد توجه شود. انتخاب البسه صحیح به موقعیت خاص استرس سرمایی بستگی دارد.

برای حفظ حرارت بدن، نگاه داشتن حجمی از هوا بین بدن و قسمت خارجی لباس مهم است و هرچه حجم هوا بیشتر باشد، عایق بهتری برای بدن خواهد بود. سر، صورت، پاها و دست‌ها مهم‌ترین قسمت بدن هستند که باید محافظت شوند. ۴۰٪ از گرمای بدن از طریق سر خارج می‌شود.

برای کارهای سنگین، استفاده از چکمه‌ای با روکش چرمی، کف لاستیکی و آستر و کفی نمدی قابل تعویض توصیه می‌شود. استفاده از یک ماسک یا یک روسری در زمان کار در برابر وزش باد اثری حیاتی دارد. به جای پوشیدن یک لایه لباس ضخیم، از چند لایه لباس روی هم استفاده شود زیرا علاوه بر ایجاد عایق، امکان در آوردن هریک از لباس‌ها را برای کاهش گرمای اضافی فراهم می‌نماید. خارجی‌ترین لایه لباس باید ضد آب و باد باشد.

کلیه البسه و تجهیزات مورد استفاده باید کاملاً اندازه و مناسب باشند و گردش جریان خون را نیز دچار مشکل نکنند. برای افرادی که از تنفس هوای سرد رنج می‌برند، ماسک‌های مناسب و سیستم‌های تنفسی گرماساز تهیه شده و در دسترس باشد. کسانی که با دستکش‌های رطوبت‌پذیر عملیات شیمیایی انجام می‌دهند، همیشه باید دستکش‌های دیگری در دسترس داشته باشند تا فقط یکی از آنها آلوده گردد.

البسه کثیف یا گریسی بیش از هر نوع البسه دیگر، خاصیت عایق خود را از دست می‌دهند.

چنانچه محل کار فرد در فضای باز، در زمین پوشیده از برف یا یخ قرار دارد و خطر پرتوهای ماورای بنفش و خیرگی و وزش باد به همراه ذرات ریز یخ وجود دارد، شاغل به منظور محافظت از چشم‌ها باید وسایل حفاظتی مناسب استفاده نماید.

اگر کار در محیطی انجام می‌شود که درجه حرارت هوای محیط کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد است، برای حفظ دمای عمقی بدن به میزان بیش از ۳۶ درجه سانتی‌گراد باید لباس خشک و با عایق‌بندی مناسب در اختیار کارکنان قرار گیرد. هرچه سرعت باد بیشتر و دمای محیط کار کمتر باشد، باید میزان عایق بودن لباس مورد نیاز افزایش یابد. درجه خنک‌کنندگی باد سرد و توان سردکنندگی هوا از عوامل تعیین‌کننده هستند (درجه خنک‌کنندگی باد سرد عبارت است از میزان کاهش حرارت بدن بر حسب وات بر مترمربع که تابعی از دمای هوا و سرعت باد مؤثر بر بدن می‌باشد).

پوشیدن لباس‌های اضافی (عایق سرما) و یا کاهش زمان تماس با سرما از جمله تدابیر احتیاطی است که باید مدنظر باشد (در شرایط معمول به جز دست‌ها، پاها و سر معمولاً ضایعات سرمازدگی در سایر اندام‌ها با افت دمای عمقی بدن همراه می‌باشد). شاغلین سالمند و کارکنان مبتلا به بیماری‌های عروقی، نیازمند محافظت و مراقبت ویژه در مقابل ضایعات ناشی از سرما می‌باشند. تدابیر احتیاطی اتخاذ شده تابع وضع جسمی شاغلین است و باید با مشورت و راهنمایی یک پزشک مطلع به مسائل استرس سرما و وضعیت درمانی فرد اتخاذ گردد.

در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد یا کمتر، تعویض فوری لباس افرادی که در آب فرو رفته‌اند و یا لباسشان مرطوب شده الزامی است و برای پیشگیری از عوارض و پیامدهای کاهش دمای بدن باید تحت درمان قرار گیرند.

به منظور حفظ تداوم فعالیت‌های دستی دقیق و پیشگیری از حوادث، لازم است دست‌ها به طور ویژه‌ای حفاظت شوند:

- اگر کارهای ظریف دستی با دست‌های لخت برای مدت بیشتر از ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در محیطی زیر ۱۶ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود، برای گرم نگه داشتن دست‌ها

باید پیش‌بینی‌های ویژه انجام گیرد، بدین منظور جریان هوای گرم و بخاری‌های تابشی ممکن است به کار رود.

- در دمای کمتر از ۱- درجه سانتی‌گراد دسته‌های فلزی ابزارآلات و اهرم‌های کنترل باید با مواد عایق حرارتی روکش شوند.
- اگر دمای هوا برای کارهای نشسته به پایین‌تر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد و در کارهای سبک به ۴ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد و کارهای دستی ظریف، دقیق و ماهرانه موردنیاز نباشد، آنگاه شاغلین باید از دستکش استفاده نمایند.

برای پیشگیری از یخ‌زدگی تماسی دست‌ها، شاغلین باید دستکش‌های عایق سرما بپوشند. برای بدن و پاها از لباس و کفش غیر قابل نفوذ در برابر آب استفاده نمایند. هر زمان که کار در نزدیکی سطوح سرد، با دمای کمتر از ۷- درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود، باید به هریک از افراد برای پیشگیری از ضایعات تماس اتفاقی پوست، هشدار داده شود. اگر دمای هوا ۵/۱۷- درجه سانتی‌گراد و یا کمتر باشد، دست‌ها باید به وسیله دستکش‌های کار دو انگشتی محافظت شوند. دستگاه‌های کنترلی و ابزارهای کار باید طوری طراحی شوند که برای کار با آنها نیاز به بیرون آوردن دستکش کار نباشد.

اگر دمای محیط کار ۴ درجه سانتی‌گراد یا کمتر باشد، تأمین حفاظت بیشتر تمام بدن ضروری است. شاغلین باید لباس محافظتی متناسب با میزان سرما و فعالیت بدنی به شرح موارد زیر بپوشند:

- اگر سرعت جریان هوا در محل کار توسط جریان باد، کوران و یا وسایل تهویه مصنوعی افزایش یابد، اثرات خنک‌کنندگی باد باید به وسیله نصب محافظ در محل کار و یا پوشیدن لباس‌های بادگیر که به آسانی قابل تعویض است، تقلیل یابد.
- اگر در کارهای سبک احتمال تر شدن لباس وجود دارد، بهتر است لایه بیرونی لباس مورد استفاده از نوع نفوذ ناپذیر در برابر آب (Impermeable to Water) باشد، در چنین شرایطی با سنگین شدن کار، لایه خارجی باید ضدآب (Water Repellent) باشد. در صورتی که لباس بیرونی خیس شد، باید تعویض گردد.

- برای پیشگیری از خیس شدن لباس‌های زیرین در اثر تعریق، بایستی تدابیر لازم به منظور تهیه مناسب در لایه بیرونی لباس اتخاذ گردد.
- اگر قبل از ورود به محیط کار سرد لباس‌های زیرین در اثر تعریق خیس شود، باید لباس را تعویض کرده، جوراب‌ها و قسمت‌های نمدی قابل تعویض داخل کفش باید به‌طور منظم تعویض شده و یا آنکه از پوتین مناسب (ضد عرق) استفاده گردد.
- دفعات تعویض باید به‌طور تجربی و عملی مشخص شود، در مورد هر فرد و به تناسب نوع کفشی که پوشیده و میزان تعریق پای هر فرد، دفعات تعویض متغیر خواهد بود.
- اگر محافظت قسمت‌هایی از بدن که با سرما در تماس است به قدری ممکن نباشد که مانع از احساس سرمای شدید شود و یا از بروز سرمازدگی پیشگیری کند، لباس و وسایل محافظتی باید در حالت گرم شده آن عرضه شود.
- اگر لباس‌های موجود حفاظت مناسب را در برابر کاهش دمای بدن یا سرمازدگی فراهم ننماید، تا فراهم شدن لباس کافی و یا بهبود وضعیت هوا بایستی کار تعدیل و یا متوقف گردد.
- در صورتی که پناهگاه و محل ایمن موجود نباشد، برای افرادی که در محیط سرد زندگی یا کار می‌کنند مهم‌ترین راه حفاظت، استفاده از لباس است. ویژگی لباس از نظر عایق بودن حاصل ساختار لیفی لباس و به دام افتادن هوا در لایه‌های آن است. همچنین لازم است لباس در مقابل باد غیر قابل نفوذ گردد.
- میزان عایق لباس باید با توجه به کار و فعالیت انتخاب شود. افرادی که در دمای کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد مایعات قابل تبخیر (بنزین، الکل و یا مواد پاک‌کننده و...) را جابه‌جا می‌کنند، به جهت افزایش خطر بروز ضایعات ناشی از سرما که در نتیجه خاصیت خنک‌کنندگی مواد تبخیر شونده حاصل می‌شود، باید احتیاط لازم برای پرهیز از خیس شدن لباس یا دستکش با مایعات مذکور را به عمل آورند؛ به خصوص به اثرات حاد پاشیدن مایعات سرمازا (Cryogenic Fluids) یا مایعاتی که نقطه جوش آنها مختصری بالاتر از درجه حرارت متعارف است باید توجه کافی بشود.

لازم است چشم‌های افرادی که در فضای باز، در هوای برفی و یا وقتی پهنه وسیعی از زمین پوشیده از یخ است کار می‌کنند حفاظت گردد. عینک‌های ایمنی مخصوص برای حفاظت چشم‌ها در مقابل نور ماورای بنفش و یا درخشندگی خیره‌کننده برف و یخ که می‌تواند موجب کوری موقت و ورم موقت ملتحمه گردد، به کار گرفته شود. در مواردی که زمین پوشیده از برف است و موجب آزارهای چشمی بالقوه می‌شود دفع برف به طریقه پراکنده‌سازی آن توصیه می‌شود.

#### ۲۵-۴- کنترل‌های مدیریتی

کنترل‌های مدیریتی شامل نحوه انجام کار و یا قوانینی در جهت کاهش استرس سرمایی است. برنامه‌ریزی برای استراحت در بین کار به منظور حصول بیشترین کاهش در استرس سرمایی صورت گیرد. شرکت باید برای اجرای برنامه‌های استراحت در نظر گرفته شده در طول انجام کار، موارد ذیل را رعایت کند:

- استفاده از نوشیدنی‌های گرم و شیرین
- کاری که سردترین شرایط را طلب می‌کند در گرم‌ترین ساعات روز انجام گیرد.
- در صورت امکان، محیط کار به مکانی گرم‌تر انتقال یابد.
- انتصاب کارگران اضافی در کارهایی که بیشترین داوطلب را دارد صورت پذیرد.
- در زمان استراحت فرد از جانشین استفاده شود.
- کارکنان در مورد کلیات پیشگیری از استرس سرمایی و عکس‌العمل‌های اضطراری آموزش ببینند.
- نظارت بر حفاظت از افراد تداوم یابد.
- پیش از آنکه افراد تازه استخدام شده به صورت تمام وقت کار کنند، باید جهت تطابق با شرایط محیط به ایشان فرصت داده شود.
- کار به گونه‌ای باشد که میزان آرام نشستن یا ایستادن فرد به مدت طولانی در محیط سرد به حداقل برسد.
- تا حد امکان کار در محیط گرم انجام گیرد.

- در حین انجام کار میزان وزنی که باید جابجا شود و نیازهای کاری و اندازه البسه افراد در محیط سرد ارزیابی شود.
- درباره بیماری‌های ناشی از سرما و علائم آن، برای آشنایی به کارکنان آموزش داده شود.
- استراحت‌های بین کار اجباری گردد.
- با استفاده از درجه حرارت هوای محیط و شاخص سرعت باد، شاخص دمای خنک‌کنندگی معادل تعیین شده و میزان استراحت بر اساس آن تعیین گردد.
- کسانی که به بیماری‌های خاص دچار هستند و یا داروهایی را مصرف می‌کنند که آن داروها باید مطابق درجه حرارت عادی بدن مورد استفاده قرار گیرند و یا داروهایی که مقاومت در برابر سرما را کاهش می‌دهند، نباید در دمای ۱- درجه سانتی‌گراد اجازه کار یابند.

#### منابع:

- ۱- حدود مجاز مواجهه شغلی- ویرایش چهارم، مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ۱۳۹۵.
- ۲- الزامات، دستورالعمل‌ها تخصصی مرکز سلامت محیط و کار و رهنمودهای مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ۱۳۹۵.
- ۳- انسان و تنش‌های حرارتی محیط کار، دکتر فریده گلبابایی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ۱۳۹۲.
- ۴- بهداشت شغلی در محیط‌های گرم، ارزیابی و پیشگیری، دکتر فریده گلبابایی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۱۳۸۳.
- 5- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values (TLV) and Biological Exposure Index (BEI), ACGIH, Cincinnati, 2011.
- 6- WHO scientific group; Health factors involved in working under conditions of heat stress; WHO; 1969; NO, 412.

## پیوست:

## دستورالعمل ثبت نتایج اندازه‌گیری در سامانه مرکز سلامت محیط و کار

## اهداف

هدف از تکمیل این فرم در سامانه بازرسی مرکز سلامت محیط و کار اظهارنظر در خصوص وضعیت استرس گرمایی کارگاه با اندازه‌گیری شاخص WBGT و تجمیع اطلاعات در این خصوص می‌باشد.

## اطلاعات عمومی کارگاه

در این قسمت کاربر اطلاعات عمومی کارگاه را به ترتیب زیر تکمیل می‌نماید:

ابتدا نام مرکز بهداشتی درمانی شهری یا روستایی و یا آزمایشگاه یا هر مرجع صاحب صلاحیت (شرکت‌های خصوصی ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای) که اندازه‌گیری را انجام داده است ذکر می‌گردد. در ادامه نام دستگاه WBGT سنج، تاریخ و ساعت سنجش را مشخص می‌کند. از آنجایی که عوامل متعددی بر کار دستگاه مؤثر می‌باشند، لازم است برای هر بار استفاده از دستگاه قبلاً از کالیبره بودن آن اطمینان حاصل شود.

پس از تکمیل اطلاعات مربوط به صفحه سنجش روشنایی در کارگاه با فشردن Tab سنجش استرس حرارتی وارد صفحه جدیدی برای ثبت اطلاعات واحد کارگاهی می‌شویم.

| اطلاعات عمومی                                     |                    |                 |              |  |
|---------------------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------|--|
| * نام مرکز بهداشتی/ شرکت دارای مجوز اندازه‌گیری : |                    |                 |              |  |
| * نام دستگاه WBGT سنج:                            |                    |                 |              |  |
| * تاریخ سنجش:                                     |                    | ۱۳۹۵/۰۸/۲۵      | * ساعت سنجش: |  |
| <div> <div>سنجش استرس حرارتی</div> </div>         |                    |                 |              |  |
| ردیف                                              | نوع واحد/ نام واحد | نوع فعالیت      | تعداد کارگر  |  |
| 1                                                 | فروش درب و پنجره   | کارگاه تک واحدی | 1            |  |

## ثبت اطلاعات واحد:

ثبت اطلاعات واحد

نوع واحد/ نام واحد:  فروش درب و پنجره

تعداد شاغلین واحد:  1

افزودن نقاط اندازه گیری  ویرایش نقاط اندازه گیری

| ردیف | نام/شماره نقطه اندازه گیری | شاخص دمای تر گویسان استاندارد | شاخص دمای تر گویسان اندازه گیری شده | شاخص دمای تر گویسان نهایی شده |
|------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|      |                            |                               |                                     |                               |

تعداد شاغلین در مواجهه با استرس گرمایی مخاطره را در واحد:

تعداد شاغلین در مواجهه با استرس گرمایی کنترل شده در واحد:

روش کنترلی مواجهه کارگر با استرس گرمایی مخاطره را در واحد:

ذخیره  انصراف

در بخش ثبت اطلاعات واحد، با فشردن Tab افزودن نقاط اندازه‌گیری اطلاعات مورد نیاز در واحد را به ترتیب زیر وارد می‌کنیم:

ثبت اطلاعات واحد

نام/شماره نقطه اندازه گیری:

راه عمده دریافت گرما در محیط کار:

درجه تطابق افراد شاغل با محیط واحد مورد سنجش:

مدت زمان انجام کار:

شاخص دمای تر گویسان استاندارد و درجه‌باز برحسب درجه سانتیگراد:

شاخص دمای تر گویسان اندازه گیری شده برحسب درجه سانتیگراد:

مقداری که باید به شاخص WBGT محاسبه شده با توجه به نوع لباس افزوده شود:

شاخص دمای تر گویسان نهایی و اصلاح شده بر حسب درجه سانتیگراد:

نوع محیط کار شاغل در واحد:  فضای کار غیر مسقف

درجه بارکاری شاغل:  29

کار متوسط

ذخیره  انصراف

## راه‌های عمده دریافت گرما در محیط کار

در این قسمت کارشناس با بررسی شرایط و محیط کاری روش‌های تبادلات حرارتی بدن کارگر با محیط را تعیین می‌کند. به‌طور کلی سه روش عمده جهت دریافت استرس‌های حرارتی از محیط توسط بدن کارگر وجود دارد. بطوری‌که در صورت بالا بودن دمای محیط نسبت به بدن میزان انتقال حرارت از محیط به بدن توسط راه‌های جابجایی و تابش افزایش می‌یابد و در صورتی که بدن با مواد جامد یا مایع گرم تماس پیدا کند روش دریافت گرما از راه هدایت خواهد بود.

|         |             |                      |
|---------|-------------|----------------------|
| هدایت   | مورد سنجش : | مدت زمان انجام کار : |
| هدایت   |             |                      |
| جابجایی |             |                      |
| تابشی   |             |                      |

### نوع محیط کار شاغل:

در این قسمت با توجه به محیط کار شاغل یکی از گزینه‌های فضای کار غیر مسقف یا فضای کار سرپوشیده انتخاب می‌شود.

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| فضای کار غیر مسقف | نوع محیط کار شاغل در واحد : |
| فضای کار غیر مسقف |                             |
| فضای کار سرپوشیده | کاری شاغل :                 |

### درجه تطابق افراد شاغل با محیط

معمولاً فرد سازش یافته با گرما به کسی اطلاق می‌شود که در محیط مذکور ۷ روز پیاپی با گرما مواجهه داشته باشد.

|                          |                                                        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------|
| تطابق یافته با محیط      | درجه تطابق افراد شاغل با محیط واحد مورد سنجش :         |
| تطابق یافته با محیط گرم  | مدت زمان انجام کار :                                   |
| تطابق نیافته با محیط گرم | شاخص دمای تر گویسان استاندارد و درجه مجاز برحسب درجه : |

### مدت زمان انجام کار:

جهت ارزیابی مواجهه شغلی کارگر با استرس گرمایی، مدت زمان انجام کار به عنوان فاکتور مهم دیگری محاسبه می‌شود. جهت برآورد زمان مواجهه کارگر با گرما رعایت نکات زیر الزامی می‌باشد:

مقادیر ذکر شده برای کار مداوم وقتی قابل اجرا است که برنامه «کار- استراحت» برای ۵ روز در هفته و ۸ ساعت کار روزانه با دو توقف کوتاه مدت هر یک حدود پانزده دقیقه، یک نوبت در صبح و یک نوبت در بعدازظهر و یک توقف طولانی‌تر حدود نیم ساعت برای ناهار همراه باشد. مواجهه با مقادیر بیش از حد مجاز شغلی عنوان شده وقتی مجاز است که «استراحت اضافی» در برنامه کار گنجانده شده باشد.

| مدت زمان انجام کار : |                    |
|----------------------|--------------------|
| کمتر از 25 درصد      | از برحسب درجه      |
| کمتر از 25 درصد      | حسب درجه سانتیگراد |
| بین 25 تا 50 درصد    | بین 25 تا 50 درصد  |
| بین 50 تا 75 درصد    | بین 50 تا 75 درصد  |
| بین 75 تا 100 درصد   | بین 75 تا 100 درصد |

### درجه بار کاری شاغل:

جهت محافظت کارگر در برابر مواجهه با گرمای بیشتر از مقادیر مجاز باید درجه بار کاری برای هر یک از مشاغل تعیین و حد مجاز گرمایی متناسب با بار کاری شغل مورد نظر به شرح زیر تعیین گردد:

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

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

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

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

وقتی درجه بار کاری برای هر شغل تعیین شد میزان حد مجاز شغلی با استرس گرمایی در شغل مورد نظر از طریق محاسبه با استفاده از جدول استاندارد محاسبه می‌شود.

کار سبک

کار سبک

کار متوسط

کار سنگین

کار خیلی سنگین

درجه بارکاری شاغل :

### شاخص دمایی تر گوی‌سان استاندارد

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

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

نکته ۱- حد مراقبت (اقدام) در واقع مشابه شرایط افراد سازش نیافته است و شرایطی را توصیف می‌کند که در حدود توصیه‌شده برنامه‌های پیشگیرانه کنترل مدیریتی و پایش فردی در استرس حرارتی بکار گرفته شود.

نکته ۲- مقادیر WBGT بر حسب درجه سانتی‌گراد می‌باشد و به نزدیک‌ترین رقم نسبت به نیم درجه گرد شده است.

در ادامه بازرسی مقدار شاخص WBGT محاسبه شده یا قرائت شده از دستگاه را در محل مربوطه یادداشت می‌نماید. مقادیر استاندارد WBGT بر اساس پوشش معادل ۰/۶ کلو می‌باشد. در صورتی که فرد لباسی با مقاومت حرارتی متفاوت از مقدار فوق پوشیده باشد، مقادیر استاندارد تغییر می‌نماید. در مواردی که فرد لباسی غیر از لباس سبک (۰/۶ کلو) به تن دارد با استفاده از جدول زیر ضریب اصلاحی مربوطه را در مقدار استاندارد WBGT مشخص و توسط کارشناس ثبت می‌گردد. پس از تعیین نوع لباس و مقدار عددی مربوطه، سامانه شاخص WBGT نهایی و اصلاح شده را محاسبه و ثبت می‌نماید.

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

در ادامه تعداد کارگران در معرض با استرس گرمایی در واحد و تعداد کارگرانی که در صورت انجام اقدامات کنترلی مواجهه آن‌ها با گرمای محیط کار واحد شغلی کنترل یا حذف شده است، توسط کارشناس در محل مربوطه ثبت می‌شود.

در انتهای بخش ثبت اطلاعات واحد روش یا روش‌های مورد استفاده جهت کنترل مواجهه کارگر با عامل گرما و رطوبت در واحد مربوطه مشخص و تمامی اطلاعات ذخیره می‌گردد.

روش کنترلی مواجهه کارگر با تنش گرمایی غیر مجاز در واحد :

|                             |                          |                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کنترل‌های فنی مهندسی        | <input type="checkbox"/> | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">انصر</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px;">ذخیره</div> </div> |
| کنترل‌های فنی مهندسی        | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                 |
| کنترل‌های مدیریتی           | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                 |
| استفاده از وسایل حفاظت فردی | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                 |
| هیچکدام                     | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                 |

### اظهار نظر نهایی کارشناس:

پس از ثبت نتایج سنجش مربوط به هر واحد کارشناس نظریه نهایی خود را با علامت‌گذاری یکی از گزینه‌های شاخص WBGT کمتر از حد مراقبت و مناسب می‌باشد یا پایینتر از حد مجاز و در حد اقدام می‌باشد و یا بالاتر از حد مجاز می‌باشد اعلام می‌نماید.

|                                                             |                                                       |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| شاخص WBGT کمتر از حد مراقبت و مناسب می‌باشد                 | نظریه نهایی کارشناس درخصوص شاخص WBGT اندازه گیری شده: |
| شاخص WBGT کمتر از حد مراقبت و مناسب می‌باشد                 | رطوبتی غیر مجاز کارگاه:                               |
| شاخص WBGT پایینتر از حد مجاز و در حد مراقبت (اقدام) می‌باشد | ، حرارتی در کارگاه (نفر) :                            |
| شاخص WBGT بالاتر از حد مجاز و نامناسب می‌باشد               |                                                       |

در ادامه نظر کارشناس در خصوص روش‌های مورد استفاده جهت کنترل مواجهه کارگر با گرما و رطوبت در واحدهای کارگاهی ثبت می‌گردد.

تعداد کل کارگران در معرض تنش‌های گرمایی در کارگاه و تعداد کل شاغلین در مواجهه با تنش‌های گرمایی کنترل شده در کارگاه توسط سامانه محاسبه می‌شود که حاصل جمع جبری مقادیر ثبت شده در واحدها می‌باشد. در خاتمه با گزینه ذخیره نتایج، سنجش استرس گرمایی کارگاه را ثبت می‌نماییم.

|                                                                                                                                                             |                          |                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کنترل‌های فنی مهندسی                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>نظریه نهایی کارشناس درخصوص شاخص WBGT اندازه گیری شده:</div> <div>روش کنترلی مواجهه کارگر با استرس گرمایی مخاطره را کارگاه:</div> </div> |
| کنترل‌های مدیریتی                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                           |
| وسایل حفاظت فردی                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                           |
| هیچکدام                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                           |
| <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;">         تعداد کل شاغلین در مواجهه با استرس گرمایی مخاطره را در کارگاه:       </div> |                          | تعداد کل شاغلین در مواجهه با استرس گرمایی کنترل شده در کارگاه :                                                                                                                                           |





**Islamic Republic of Iran**  
**Ministry of Health and and Medical Education**  
**Environmental and Occupational Health Center**  
**(EOHC)**

**OEL ASSESSMENT GUIDELINE**

for

# **Thermal Stress**

**OEL-HC-9508**

**2017**

**OEL ASSESSMENT GUIDELINE for**

# **Thermal Stress**

**OEL – HC - 9508**

