

راهنمای استقرار برنامه مدیریت خطر استرس گرمایی در محیط کار

راهنمای ارائه شده با هدف تدوین یک برنامه مدیریت خطر استرس های گرمایی تدوین شده است. این مجموعه حاوی دستورالعمل های مورد نیاز برای اجرای یک برنامه مدیریت استرس های گرمایی در محیط های شغلی می باشد تا بتوان برنامه ریزی صحیح در خصوص استقرار یک برنامه مدیریتی شناسایی، ارزیابی و اجرای اقدامات کنترلی فنی مهندسی یا مدیریتی در محیط های شغلی را به انجام رساند و شرایط محیط کار شاغلین را در حدود استاندارد و مجاز مواجهات شغلی حفظ نمود.

شناسایی خطر شامل شناسایی مشاغل پرخطر و در معرض، شاغلین دارای ریسک بالا و بیمار خاص و پارامترهای دخیل در ایجاد استرس های گرمایی از قبیل دمای هوا، جریان هوا، میزان رطوبت، منابع مولد گرما و سایر پارامترها می باشد.

ارزیابی خطر استرس گرمایی نیز می تواند در تعیین شدت خطر و فوریت خطر کمک کند و پیامدهای خطر و احتمال آسیب رسانی آنرا نشان دهد. منظور از حدود مجاز استرس گرمایی، حدودی است که تحت آن شرایط، شاغلین بتوانند به طور مکرر با شرایط گرمایی مواجهه داشته باشند بدون آنکه اثرات سوء مشهودی در سلامت آنان ایجاد شود. این حدود که بر مبنای شاخص دمای ترگویسان (WBGT) تعریف شده اند برای افراد سازش یافته و سازش نیافته متفاوت بوده و بسته به نوع لباس، میزان متابولیسم و نوع وسایل حفاظتی مورد استفاده تعریف می گردد.

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با شاخص دمای ترگویسان (WBGT) بر مبنای این فرض تعیین شده اند، 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 نموده اند تا تحت شرایط کاری معین بدون افزایش دمای عمقی بدن از حد 38°C ($100/4^{\circ}\text{F}$) بتوانند کارایی مؤثری داشته باشند.

منظور از حد اقدام یا مراقبت نیز حدی است که بیانگر آغاز یکسری اقدامات پیشگیرانه است و برای افراد غیر سازش یافته جهت حفظ سلامتی در برنامه مدیریت استرس گرمایی استفاده می شود.

به طور کلی سلسله مراتب فرایند ارزیابی به صورت مراحل زیر قابل اجرا است:

۱- تشخیص ضرورت انجام فرایند ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی

انجام فرایند ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی در شرایط زیر ضروری است که توسط کارشناس و یا متخصص بهداشت حرفه ای تشخیص داده می شود:

- ۱- احتمال وجود استرس گرمایی بر اساس ارزیابی کیفی توسط کارشناسان بهداشت حرفه ای یا مقادیر دمایی بالای سنجش شده
- ۲- انجام فعالیت در محیط های روباز مثل کارگران صنایع راهسازی، صنایع نفت و گاز، پتروشیمی یا بخش های ساختمانی و کشاورزی و غیره
- ۳- انجام فعالیت در محیط های سرپوشیده که دارای منابع گرمای قابل توجه هستند از قبیل کارگاه های ذوب، ریخته گری، شیشه سازی و غیره
- ۴- وجود گزارش هایی در خصوص اعلام ناراحتی ها و عوارض و بیماری های ناشی از استرس گرمایی مثل گرمزدگی و شوک گرمایی

۲- تعیین محل یا ایستگاه اندازه گیری

در تعیین محل یا ایستگاه اندازه گیری، تأکید بر مواجهه با گرما در محل هایی است که تعداد زیادی از افراد در آن محل کار می کنند. همچنین، ایستگاه های انتخابی باید نماینده مواجهه با گرمای تجربه شده توسط شاغلین در شرایط محیط داخلی (سرپوشیده) و یا محیط روباز باشد.

۳- تعیین تعداد اندازه گیری مورد نیاز

تعداد اندازه گیری مورد نیاز بسته به هدف و دقت اندازه گیری مورد نظر، وسعت ناحیه مواجهه، نوسانات شرایط دمایی محیط و نحوه مواجهه افراد با آن شرایط گرمایی متفاوت بوده و با استفاده از آنالیز وظیفه به صورت مشخص نمودن محل های حضور فرد، مشخص نمودن فعالیت هایی که در شرایط یکسان دمایی (هموزن) انجام می شود و زمان اختصاص یافته برای هر محل یا هر شرایط دمایی انجام می شود.

در تعیین تعداد اندازه گیری مورد نیاز برای سنجش WBGT، اصول کلی زیر پیشنهاد می گردد:

-در شرایطی که بر اساس آنالیز وظیفه، در طول نوبت کار نوسانات دمایی تغییرات چندانی نداشته باشد (اغلب در محیط‌های سرپوشیده که سیستم‌های خنک کننده هم موجود باشد)، و مواجهه فرد/ افراد را در شرایط کار و استراحت بتوان تقریباً مشابه فرض نمود، تعداد یک یا دو نمونه کافی است. مدت زمان لازم برای سنجش شاخص WBGT بستگی به پاسخ حس گرهای وسیله سنجش دارد و حداقل ۲۰ دقیقه برای هر نمونه باید در نظر گرفته شود.

- در شرایطی که بر اساس آنالیز وظیفه، در طول نوبت کار تغییرات دمایی محسوس باشد و یا محل فعالیت فرد تغییر یابد، به دو صورت زیر می توان شرایط گرمایی را ارزیابی نمود:

الف- الگوی کار و استراحت افراد در مواجهه با گرما به صورت مستمر (چند ساعت تا یک نوبت کاری کامل) باشد، مقادیر میانگین وزنی زمانی شاخص WBGT (WBGT-TWA) به صورت یک ساعته (One-Hour-TWA/hr) محاسبه و تفسیر شود. به عبارت دیگر کل مدت زمان نمونه برداری در مخرج کسر رابطه محاسبه TWA عدد ۶۰ دقیقه خواهد بود (دقیقه $t_1 + t_2 + \dots + t_n = 60$).

ب- الگوی کار و استراحت افراد در مواجهه با گرما به صورت متناوب باشد، مقادیر میانگین وزنی زمانی شاخص WBGT (WBGT-TWA) به صورت دوساعته (Two-Hours-TWA/hr) محاسبه و تفسیر شود. به عبارت دیگر کل مدت زمان نمونه برداری در مخرج کسر رابطه محاسبه TWA عدد ۱۲۰ دقیقه خواهد بود (دقیقه $t_1 + t_2 + \dots + t_n = 120$).

۴- تعیین زمان اندازه گیری

به طور کلی مناسب ترین روش اندازه گیری در ساعات متفاوت و ایستگاه‌های مختلف کاری در هر نوبت کاری است. مناسب ترین زمان برای سنجش استرس‌های گرمایی در دو حالت محیط‌های روباز و سرپوشیده به صورت زیر است:

الف- محیط‌های روباز: در فصل تابستان به ویژه ماه‌های تیر و مرداد- بدیهی است با توجه به نوسانات شدید دمایی در طول نوبت کار در چنین محیط‌هایی، محاسبه میانگین وزنی زمانی WBGT یک ساعته (مواجهه پیوسته با گرما) یا دوساعته (مواجهه متناوب با گرما) در محدوده زمانی ساعت ۱۰ الی ۱۶ انجام شود و تفسیر نتایج نیز برای همان زمان قابل اعتبار است.

نکته ۱: در مشاغلی که در عین حال که در محیط‌های روباز فعالیت انجام می‌شود، منابع حرارتی مصنوعی نیز علاوه بر منبع طبیعی (خورشید) وجود دارد (مانند آسفالت کاری)، سنجش استرس‌های گرمایی در ماه‌های دیگر نیز بنا به تشخیص کارشناس بهداشت حرفه‌ای ممکن است نیاز باشد.

نکته ۲: در هیچ شرایطی، در محیط‌های روباز سنجش استرس‌های گرمایی در آب‌وهوای بارانی، ابری و باد و طوفان و شب صحیح نیست.

نکته ۳: اندازه گیری انجام شده در هر زمانی صرفاً برای همان زمان قابل تفسیر و معتبر بوده و برای سایر زمان‌ها یا ماه‌های سال قابل تعمیم نیست و در صورت تشخیص کارشناس بهداشت حرفه‌ای، در هر زمانی که استرس‌های گرمایی پیش‌بینی شود، ارزیابی و کنترل در آن زمان نیز ضروری خواهد بود.

ب- محیط‌های سرپوشیده: در مشاغل سرپوشیده که منابع گرمایی قابل ملاحظه‌ای دارند و گرمای فرایندی فراتر از گرمای اقلیمی برآورد می‌شود (مانند فرایندهای ذوب و ریخته‌گری و شیشه‌سازی و ...)، سنجش استرس‌های گرمایی علاوه بر فصول گرم سال در ماه‌های دیگر نیز بنا به تشخیص کارشناس بهداشت حرفه‌ای ممکن است نیاز باشد.

۵- سنجش شاخص WBGT

شاخص WBGT یک ابزار اولیه مفیدی برای ارزیابی شرایط محیطی مرتبط با استرس گرمایی است. که متأثر از دمای هوا، دمای تابشی، جریان هوا و میزان رطوبت است. در حال حاضر شاخص WBGT ساده‌ترین و مناسب‌ترین معیار برای تعیین استرس گرمایی است که بر اساس معادلات زیر محاسبه می‌گردد:

$$WBGT = 0.7 t_{nw} + 0.2 t_g + 0.1 t_a$$

الف- در فضای باز غیر مسقف

$$WBGT = 0.7 t_{nw} + 0.3 t_g$$

ب- در فضای سرپوشیده یا فضای باز (سایه یا ابری)

۶- اعمال اصلاحات لازم (اثر متابولیسم و لباس)

از آنجاکه در شاخص WBGT محاسبه شده و یا اندازه گیری شده، علاوه بر پارامترهای محیطی، پارامترهای فردی شامل مقاومت حرارتی لباس، نفوذپذیری لباس نسبت به بخار آب و میزان متابولیسم یا سطح فعالیت فرد نیز تأثیرگذار است، ضروری است که اثر هر یک از موارد مذکور نیز در مقدار نهایی شاخص لحاظ گردد.

۷- مقایسه با حدود مجاز استاندارد

حدود استاندارد ارائه شده بر مبنای شاخص دمای تر گوی سان (WBGT) است. پس از محاسبه WBGT و یا TWA-WBGT (در صورت نیاز) و اعمال اصلاحات مورد نیاز در مورد نوع لباس و متابولیسم، مقایسه با مقادیر استاندارد امکان پذیر خواهد بود. مقادیر استاندارد مواجهه بر مبنای شاخص WBGT در جدول زیر ارائه شده است.

همان طور که در جدول نشان داده شده است، مقادیر استاندارد در هر سطح متابولیسم دارای دو حد مجاز و حد مراقبت است. حد مراقبت همان طور که قبلاً نیز اشاره شده برابر حدی است که بیانگر آغاز یکسری اقدامات پیشگیرانه است و برای افراد غیر سازش یافته جهت حفظ سلامتی در برنامه مدیریت استرس گرمایی استفاده می شود. بنابراین می توان گفت حد مراقبت حد مواجهه با گرما برای افراد سازش نیافته و حد مجاز، حد مواجهه با گرما برای افراد سازش یافته است.

جدول حد مجاز و حد مراقبت (عمل) مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی با شاخص دمای تر گویسان (WBGT)

کار خیلی سنگین		کار سنگین		کار متوسط		کار سبک		چرخه کار - استراحت (در مدت یک ساعت)
حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	حد مجاز	حد مراقبت (عمل)	
-	-	-	-	۲۸	۲۵	۳۱	۲۸	کار ۱۰۰٪
-	-	۲۷/۵	۲۴	۲۹	۲۶	۳۱	۲۸/۵	کار ۷۵٪ استراحت ۲۵٪
۲۸	۲۴/۵	۲۹	۲۵/۵	۳۰	۲۷	۳۲	۲۹/۵	کار ۵۰٪ استراحت ۵۰٪
۳۰	۲۷	۳۰/۵	۲۸/۰	۳۱/۵	۲۹	۳۲/۵	۳۰	کار ۲۵٪ استراحت ۷۵٪

۸- انجام پایش فیزیولوژیک فشار گرمایی

پاسخهای فیزیولوژیک به استرس گرمایی، فرصتی را برای پایش فشار گرمایی در میان کارگران فراهم کرده است و با استفاده از این اطلاعات سطح فشار گرمایی افراد در محیط کار تعیین می شوند و انجام اقدامات کنترلی و تعیین اثربخشی آنها ارزیابی می شود.

از آنجا که سنجش شاخص WBGT به تنهایی موید وجود استرس گرمایی در کارگران نیست و صرفاً یک شاخص غربالگری می باشد، در صورتی که ارزیابی استرسهای گرمایی بر اساس شاخص WBGT بیانگر مواجهه فراتر از حد مجاز باشد، در این صورت به منظور تحلیل بهتر وضعیت گرمایی موجود و مواجهه افراد، پایش و ارزیابی فیزیولوژیک توصیه می شود.

پاسخهای فیزیولوژیک بدن در برابر گرما عبارتند از دمای عمقی رکتال، دمای پرده صماخ یا مجرای گوش، دمای زیربانی، دمای زیر بغل، دمای سطحی پوست، فشارخون، ضربان قلب، میزان تعریق و غیره.

جدول زیر راهنمایی را برای محدودیت‌های قابل‌پذیرش فشار گرمایی ارائه نموده است.

جدول راهنمایی برای محدودیت فشار گرمایی

پایش فشار گرمایی و علائم و نشانه‌های اختلالات مرتبط با گرما یک وظیفه مهم در حوزه بهداشت حرفه ای است. بنابراین با هدف مراقبت از کارگر وجود هر یک از موارد زیر نشانگر نیاز به انجام اقدامات کنترلی است	
۱	پایداری ضربان قلب (چند دقیقه) به میزان ۱۸۰ منهای سن افراد (سن - ۱۸۰) ضربه در دقیقه
۲	دمای مرکزی بدن بیشتر از ۳۸/۵ درجه سانتی‌گراد
۳	در حین انجام کار تعداد ضربان قلب پس از یک دقیقه استراحت بیشتر از ۱۲۰ ضربه در دقیقه باشد.
۴	وجود علائم ناگهانی خستگی شدید و سردرد و تهوع و استفراغ
۵	در این شرایط ریسک اختلالات
	مرتبط با گرما بیشتر است:
تعریق مستمر و فراوان در بیشتر از یک ساعت	
از دست دادن وزن به مقدار ۱/۵ درصد وزن بدن در پایان نوبت کاری	

بر اساس مقادیر ارائه‌شده در سازمان‌های NIOSH و ACGIH، حد تحمل گرمایی برای یک فرد (Heat tolerant level) بر مبنای دمای رکتال، برابر مقدار 38 ± 0.3 درجه سانتی‌گراد، بر مبنای ضربان قلب 120 ± 15 ضربه در دقیقه و بر اساس میزان تعریق برابر 780 ± 160 گرم بر ساعت است. زمانی که دمای رکتال به بالاتر از ۳۸/۵ درجه سانتی‌گراد برسد و یا ضربان قلب از حد ۱۴۵ ضربه در دقیقه بیشتر شود، از حد تحمل فرد بالاتر رفته و آسیب‌رسان خواهد بود.

چنانچه سطوح فشار گرمایی اشاره‌شده در جدول بالا در محدوده قابل‌قبول بود، بر اساس فرایند ارائه‌شده، انجام کنترل‌های عمومی، و سپس ادامه کار، تثبیت اقدامات کنترلی، پایش شرایط محیط کار ضروری است.

در صورتی که سطوح فشارهای گرمایی بیشتر از محدوده قابل‌قبول بود، مواجهه با گرما باید قطع گردد و اقدامات کنترلی اختصاصی آن شغل یا پست کاری می‌بایست انجام گیرد و بعد از انجام اقدامات کنترلی متناسب، اثربخشی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

۹- کنترل و مدیریت استرس گرمایی

از بین عوامل فیزیکی محیط کار، مخاطرات ناشی از کار در محیط‌های گرم، قویاً به عوامل فیزیولوژیک فرد بستگی دارد که آن نیز وابسته به سطح سازگاری افراد است. بنابراین، قضاوت تخصصی در ارزیابی سطح استرس گرمایی و فشار گرمایی برای ارائه راهکارهای کنترلی در جهت حفاظت از همه کارگران سالم با در نظر گرفتن فاکتورهای فردی، عوامل بومی و نوع کار دارای اهمیت ویژه‌ای است.

برنامه مدیریت استرس گرمایی شامل انجام اقدامات کنترلی مهندسی، مدیریتی و فردی، ایجاد تطابق کارگران با گرما، تشخیص زودرس علائم بیماری‌های مرتبط با گرما، انجام کمک‌های اولیه متناسب و شناسایی ریسک فاکتورهای فردی است.

ریسک فاکتورهای فردی مرتبط با استرس گرمایی شامل سابقه گرمایی زدگی، ضعف‌های گرمایی مکرر، بیماری‌های قلبی و کلیوی، دیابتی ها، حاملگی، اضافه‌وزن و چاقی، کهولت سن و ... است. توصیه می‌شود که کارگران دارای ریسک فاکتور های فوق، قبل از کار در محیط‌های گرم، با کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار مشورت کنند.

هدف اصلی از مدیریت و کنترل استرس گرمایی پیشگیری از بروز اختلالات شدید مرتبط با گرما (مانند گرم‌زدگی) است. لازم به یادآوری است احتمال بروز حوادث و آسیب‌ها با افزایش سطح استرس گرمایی، افزایش می‌یابد.

اجزا برنامه مدیریت استرس گرمایی شامل اقدامات عمومی و اختصاصی است که بر اساس تحلیل شرایط موجود توسط کارشناس بهداشت حرفه‌ای توصیه می‌شود. در شرایطی که شاخص WBGT مؤثر از حد مراقبت بیشتر و از حد مجاز کمتر باشد و یا لباس مورد استفاده، دفع گرما را محدود نماید ضروری است که اقدامات کنترلی عمومی انجام گیرد و در شرایطی که شاخص WBGT مؤثر از حد مجاز بالاتر باشد ضروری است علاوه بر انجام اقدامات کنترلی عمومی، اقدامات اختصاصی برای آن شغل یا پست کاری انجام شود.

جدول اقدامات کنترلی عمومی و اختصاصی در استقرار برنامه مدیریت استرس گرمایی

پایش استرس گرمایی (بر اساس شاخص WBGT) و فشار گرمایی (بر اساس محدودیت‌های فیزیولوژیک) برای ضرورت انجام اقدامات کنترلی کفایت می‌کند.	
اقدامات کنترلی عمومی	تهیه دستورالعمل‌های مکتوب، اجرای برنامه آموزشی درباره استرس گرمایی و فشار گرمایی
	تشویق به نوشیدن آب خنک در مقادیر کم (به‌طور تقریبی ۱ فنجان) هر ۲۰ دقیقه
	تشویق به خود مراقبتی در مواجهه با گرما در مواقعی که سرپرستی حضور ندارد
	تشویق کارگران برای گزارش دادن علائم و نشانه‌های اختلالات ناشی از گرما در خود و همکاران به سرپرست مربوطه
	تحت نظارت قرار دادن افرادی که مشکلات قلبی عروقی، فشارخون بالا، اختلال در غدد تعریق یا مشکلات کلیوی دارند یا استعمال الکل می‌کنند.
	تشویق به سبک زندگی سالم، استراحت کافی، نگهداشت وزن مناسب بدن و تأمین آب و الکترولیت‌های بدن
	نظارت بر وضعیت تطابق با گرما در کارگران
	انجام غربالگری پزشکی برای شناسایی افراد مستعد به آسیب‌های ناشی از گرما
	پایش شرایط محیطی و شاخص‌های فیزیولوژیک فشار گرمایی و گزارش اختلالات مرتبط با گرما
	انجام کنترل‌های مهندسی که منجر به کاهش سوخت‌وساز متابولیکی بدن، کاهش دمای هوا، اصلاح جریان عمومی یا موضعی هوا-کاهش دمای فرایندهای گرمازا، عایق کاری حرارتی منابع گرمایی، کاهش بخار آب، استقرار سپرهای حفاظتی در برابر تابش‌های گرمایی و اصلاح لباس کار
اقدامات کنترلی اختصاصی	انجام کنترل‌های مدیریتی که زمان مواجهه قابل قبول با گرما (تنظیم برنامه کار- استراحت)، ریکاوری کافی برای شاخص‌های فشار گرمایی و محدود کردن فشارهای فیزیولوژیک را امکان‌پذیر سازد.
	استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس‌های بازتاب‌دهنده، لباس‌های خنک‌کننده) در شرایطی که به هر دلیلی انجام روش‌های عمومی و اختصاصی کنترل استرس گرمایی، کفایت لازم را برای کاهش سطح فشار گرمایی نتوانسته است تأمین نماید.

۱۰- تأمین آب و نمک جبرانی

در فصل گرما یا مواقعی که کارگر با منابع تولید حرارت در مواجهه است، با توجه به دهیدراته شدن فرد، 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:

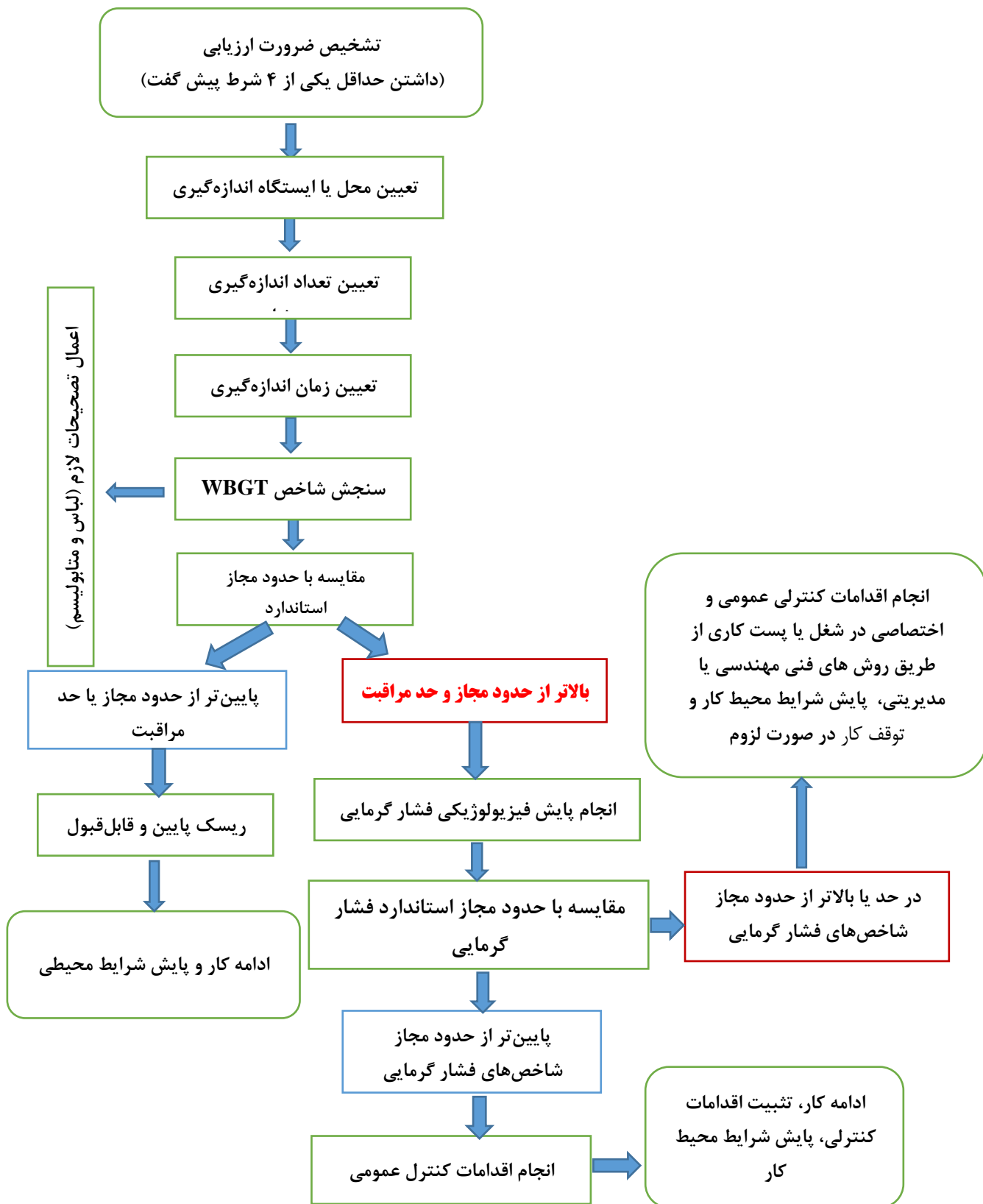
کارگران باید ترغیب شوند که مکرراً در فواصل کوتاه (هر ۱۵ تا ۲۰ دقیقه) به مقدار کم (حدود ۱۵۰ سانتیمتر مکعب) مثلاً یک فنجان آب خنک با دمای ۱۰ درجه تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد بنوشند.

به کارگران آموزش داده شود که احساس تشنگی، نشانگر خوبی برای نیاز بدن به آب نیست و آشامیدن آب در محیط‌های گرم به یک عادت تبدیل گردد.

آب خنک و بهداشتی باید نزدیک محل کار قرار داده شود تا نیازی به ترک محل کار نباشد.

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

برای کارگرانی که با گرمای محیط تطابق نیافته‌اند آب حاوی نمک در غلظت یک‌دهم 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 اضافه‌شده 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 به همراه آب فراوان استفاده نمود.



فرایند ارزیابی استرس گرمایی و فشار گرمایی در محیط کار