

تغییرات اقلیم و شاغلین فضای روباز: یک مطالعه مروری روایتی

مهدی اصغری^{۱*}، محمدجواد قنادزاده^۲، رضیه سلطانی گردهرامری^۳

چکیده

مقدمه: گرمایش جهانی و تغییر اقلیم به یکی از موضوعات بحث‌برانگیز تبدیل شده است که اثر بحرانی بر سلامت افراد داشته و زندگی بشر را تهدید می‌کند. شاغلین، به ویژه آنهایی که در فضای باز کار می‌کنند، اغلب اولین کسانی هستند که در معرض اثر تغییرات آب و هوایی قرار می‌گیرند. لذا هدف این مطالعه بررسی آثار و جنبه‌های مختلف تغییرات اقلیم بر روی سلامتی شاغلین، مطالعه نقش پارامترهای دخیل در آسیب‌پذیری شاغلین در برابر این پدیده و معرفی استراتژی‌های حفاظتی و کنترلی می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه مروری روایتی، با تاکید بر نتایج تحقیقات بین‌المللی انجام شده در زمینه جنبه‌های مختلف تغییرات اقلیم در محیط‌های شغلی صورت گرفته است. مقالات چاپ شده در فاصله سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۵ با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus و Web of Science و کلیدواژه‌های تغییرات اقلیم، شاغلین فضای روباز، آسیب‌پذیری و استرس گرمایی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: بررسی مقالات نشان داد که تاثیر تغییرات اقلیم بر روی محیط‌های شغلی و شاغلین شامل افزایش دمای محیط و افزایش استرس گرمایی، افزایش مواجهه با اشعه ماورای بنفش، آلودگی هوا، افزایش بیماری‌های منتقله از طریق حشرات، خطرات ناشی از صنایع نوظهور سبز مانند تولید انرژی خورشیدی و بادی، مسائل مربوط به سلامت روان (اضطراب، استرس، سوء مصرف مواد) و کاهش بهره‌وری و افزایش زیان اقتصادی می‌باشد. جهت ارزیابی آسیب‌پذیری سلامت شاغلین در برابر تغییرات اقلیم از تلفیق سه پارامتر حساسیت (میزان استعداد جسمی و ذاتی به متاثر شدن از اثرات ناشی از تغییرات اقلیم)، مواجهه (دامنه و میزان تماس‌های مرتبط با تغییرات اقلیم) و قابلیت انطباق (توانایی سیستم در مقابله یا بهبودی ناشی از مواجهه با تغییرات اقلیم) استفاده می‌شود.

نتیجه‌گیری: تغییرات اقلیم به عنوان یک چالش جهانی، تأثیر بسزایی بر مشاغل مختلف از جمله مشاغل روباز دارد. مهمترین تاثیر تغییرات اقلیم، گرم شدن جهانی زمین و افزایش استرس گرمایی می‌باشد. این تغییرات می‌تواند طیف گسترده‌ای از عوارض و بیماری‌ها از اختلالات خفیف مانند راش‌های پوستی تا شرایط مرگ‌آور مثل شوک حرارتی، در پی داشته باشد. همچنین می‌تواند با تاثیر منفی بر توانایی انجام کار شاغلین سبب کاهش عملکرد فیزیکی، عملکرد ذهنی و افزایش میزان حوادث گردد. شاغلین فضای روباز نیازمند انطباق با تغییرات اقلیم و استفاده از راهکارهای مدرن و پایدار هستند تا بتوانند به چالش‌های آینده پاسخ دهند.

واژه‌های کلیدی: تغییرات اقلیم، استرس گرمایی، آسیب‌پذیری، حساسیت، مواجهه، قابلیت انطباق

^۱ دانشیار مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

^۲ استادیار مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

^۳ کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بیماری‌های ناشی از صنعت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

* (نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۹۱۹۶۱۵۵۳۹۸، پست الکترونیک: m.asghari2011@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰

مقدمه

امروزه بشر با معضلات و تهدیدات محیطی عمده‌ای مواجه است. یکی از این تهدیدات عمده و حیاتی، تغییرات اقلیم می‌باشد (۱). مهمترین عامل بروز تغییر اقلیم، تجمع گازهای گلخانه‌ای در جو است. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن سبب افزایش درجه حرارت هوا به میزان $0/6$ درجه سلسیوس در قرن بیستم شده و پیش‌بینی نشان می‌دهد که ادامه این روند باعث افزایش دمای هوا به میزان $1/4$ تا $5/8$ درجه سلسیوس تا سال ۲۱۰۰ گردد (۲، ۳).

هیات بین‌الدول تغییر اقلیم در آخرین گزارش خود در سال ۲۰۱۴ میانگین افزایش دمای جهان را برای سال ۲۰۵۰ را در حدود ۳ درجه سانتی‌گراد و در پایان قرن حاضر حدود $4/5$ درجه سانتی‌گراد برآورد کرده است. چنانچه غلظت گازهای گلخانه‌ای با سرعت فعلی ($1/9$ پی پی ام در سال) افزایش یابد، تقریباً اغلب مدل‌های موجود افزایش میانگین دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ میلادی را $4/5 - 5/5$ درجه سانتی‌گراد برآورد نموده‌اند. با وجود تمام عدم قطعیت در این پیش‌بینی‌ها باید به خاطر داشت که چنانچه دمای فعلی تنها یک درجه سانتی‌گراد افزایش یابد، کره زمین به گرمترین دمای خود در طی ۱۰ هزار سال گذشته خواهد رسید (۴، ۵).

بر اساس تعریف ارائه شد توسط هیات بین‌الدول تغییر اقلیم منظور از تغییرات اقلیمی، تغییر و دگرگونی پایدار و بلندمدت در الگوهای آب و هوایی کره زمین (ناشی از تغییر در اجزای اقلیمی و روابط بین آنها) است که می‌تواند به صورت طبیعی رخ دهد یا از فعالیت‌های انسانی ناشی گردد. بر طبق تعریف کنوانسیون تغییرات اقلیم سازمان ملل متحد تغییرات اقلیم عبارت است از هر گونه تغییری در شرایط آب و هوایی که با ترکیبات اتمسفر در گذشته متفاوت باشد و بطور مستقیم یا غیرمستقیم بر فعالیت انسان اثر می‌گذارد (۵، ۶).

در سال ۲۰۰۷ هیئت بین‌الدول تغییرات آب و هوا (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) گزارش صریحی در مورد تغییرات آب و هوا منتشر کرد. شواهد روشنی مبنی بر گرم شدن جهان در دست است. به احتمال زیاد بیشتر افزایش دما در پنجاه سال اخیر مربوط به افزایش گازهای گلخانه‌ای است. هم‌اینک سیستم‌های فیزیکی و زیستی همه قاره‌ها و اقیانوسها تحت تاثیر گرم شدن جهانی قرار گرفته‌اند. احتمالاً تا چند دهه آینده شاهد گرمای بیشتری خواهند بود.

اثربخشی گازهای گلخانه‌ای در بلند مدت بیش از پیش آشکار شده است.

طبق گزارش هیات بین‌الدول تغییر آب و هوا در سال ۲۰۰۷ برخی پیامدهای تغییرات آب و هوا به شرح زیر می‌باشد:

□ به احتمال خیلی زیاد (بیش از 90%) امواج گرما شدیدتر و پر بسامدتر خواهند شد.

□ به احتمال خیلی زیاد (بیش از 90%) وقوع بارندگی‌های شدید پر بسامدتر خواهد شد.

□ احتمالاً (بیش از 66%) طوفان‌های موسمی با افزایش سرعت اوج و بارندگی شدیدتر خواهند شد.

□ احتمالاً (بیش از 66%) مناطق دچار خشکسالی افزایش می‌یابند.

□ احتمالاً (بیش از 66%) افزایش سطح بسیار بالای آب دریا مشاهده می‌شود (۷).

کارگران، به ویژه آنهایی که در فضای باز کار می‌کنند، اغلب اولین کسانی هستند که در معرض اثرات تغییرات آب و هوایی قرار می‌گیرند. آنها ممکن است برای مدت طولانی‌تر و با شدت بیشتری در معرض قرار بگیرند که در دراز مدت می‌تواند منجر به افزایش شیوع و شدت خطرات و مواجهه‌های شغلی شناخته شده و همچنین ظهور موارد جدید شود (۸). در پاره‌ای از مطالعات اشاره شده است که تقریباً در حدود دو میلیارد نفر از شاغلین جهان به ویژه در آسیا و افریقا در معرض آسیب ناشی از تغییرات آب و هوایی قرار دارند. کارگران در فضای باز آسیب‌پذیرترین افراد هستند. بخش‌های اصلی در فضای باز مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌گیرند، کشاورزی، ماهیگیری، جنگل‌داری و معادن روباز هستند. همچنین میزان مرگ و میر ناشی از گرما در کارگران تولید محصولات کشاورزی که در محیط روباز مشغول به فعالیت هستند تقریباً ۲۰ برابر بیشتر از سایر صنایع گزارش شده است (۹).

با این حال اثرات تغییرات آب و هوا در تمام بخش‌های صنعت به چشم می‌خورد. متأسفانه علیرغم تعداد بسیار بیشتر شاغلین مشاغل روباز، توجه، نظارت و سازماندهی کمتری بر روی این شاغلین در مقایسه با مشاغل سرپوشیده به عمل آمده است. ماهیت این مشاغل به گونه‌ای می‌باشد که علاوه بر گرمای تولید شده در آن شغل و فرایندهای مختلف آن، بدلیل حضور در محیط‌های روباز بسیار تحت تاثیر شرایط جوی و

- ۵- خطرات ناشی از صنایع نوظهور سبز مانند تولید انرژی خورشیدی و بادی
- ۶- مسائل مربوط به سلامت روان (اضطراب، استرس، سوء مصرف مواد)
- ۷- کاهش بهره‌وری و افزایش زیان اقتصادی (۱۴، ۱۵)
- می‌توان عنوان نمود که بر اساس شواهد، مهمترین تاثیر تغییرات اقلیم، گرم شدن جهانی زمین و افزایش استرس گرمایی می‌باشد (۱۶).

۲- افزایش دمای محیط و افزایش استرس گرمایی

استرس گرمایی مجموعه‌ای از فاکتورهای حرارتی داخلی و خارجی می‌باشد که یک خطر جدی برای سلامتی و ایمنی شغلی محسوب می‌گردد. دمای داخلی بدن، میزان سازگاری با محیط و میزان متابولیسم از فاکتورهای داخلی و دمای هوا، سرعت جریان هوا، گرمای تابشی و رطوبت جزء فاکتورهای خارجی موثر در میزان استرس حرارتی می‌باشند. بسیاری از کارگران کل شیفت کاری خود را در انواع محیط‌های گرم در فضای باز و بسته می‌گذرانند و شرایط شغلی مانند انجام وظایف فیزیکی سنگین و خیلی سنگین به همراه استفاده از تجهیزات حفاظتی تنفسی می‌تواند سبب تشدید شرایط شود (۱۴، ۱۷).

معمولاً بدن می‌تواند حرارت اضافی خود را دفع نماید اما چگونگی و مقدار آن بستگی به چندین فاکتور دارد. در واقع چهار عامل محیطی که میزان استرس گرمایی کارکنان شاغل در محیط‌های گرم را تحت تاثیر قرار می‌دهند عبارتند از: دما، رطوبت، گرمای تابشی و سرعت جریان هوا. به غیر از آنها، کار بدنی، نوع پوشش، و فاکتورهای فردی (مثل سن بالا، اضافه وزن، مشکلات قلبی-عروقی، مشکل عدم تطابق با گرما، وجود بیماری خاص و شرایط جسمی نامناسب) نیز نقش مهمی در تعیین بار گرمایی بدن دارند (۱۸، ۱۹).

مواجهه کوتاه مدت با گرمای شدید (مواجهه حاد) می‌تواند منجر به افزایش دمای عمقی بدن شده و مستقیماً منجر به بیماری‌های ناشی از گرما نظیر راش‌های خفیف گرمایی، کرامپ‌های عضلانی، خستگی گرمایی تا شوک‌های گرمایی تهدیدکننده سلامت شود. تاثیر مواجهه طولانی مدت و مزمن با گرما در محیط‌های کاری نیز گزارش شده است که شامل بیماری‌های قلبی-عروقی، تاثیر بر سلامت روان و بیماری‌های مزمن کلیوی است (۲۰، ۲۱).

چندین مطالعه اپیدمیولوژیک به طور مکرر نشان داده‌اند که

اقلیمی و همچنین تغییرات آن بویژه در فصول گرم سال قرار می‌گیرند. در واقع در این مشاغل، مواجهه با شرایط جوی نامناسب به عنوان عوامل زیان‌آور شغلی ذاتی مطرح است. همچنین اثرات سو ناشی از شرایط اقلیمی در کنار نیازمندی‌های متفاوت شغلی همچون پوشش شاغلین، بار کاری و متابولیسم، ساعات مواجهه طولانی، استفاده از تجهیزات فردی و عدم برخورداری از امکانات و تسهیلات کنترلی و رفاهی مناسب به ویژه در مشاغل روباز باعث شده است، بروز و شیوع اختلالات و بیماری‌های ناشی از تغییر اقلیم بخصوص استرس‌های گرمایی بویژه در فصول گرم سال افراد بسیاری را رنج دهد (۱۰، ۱۱).

تغییرات اقلیم می‌تواند بر کلیه جنبه‌های مربوط به شاغلین تأثیر بگذارد. تغییرات اقلیمی خطرات جدی برای سلامت شاغلین ایجاد می‌کند و با تأثیر بر سیستم‌های مختلف بدن انسان از جمله دستگاه تنفسی، قلبی عروقی و سیستم عصبی مرکزی، باعث آسیب و افزایش خطر بیماری‌های واگیر و غیرواگیر و در نهایت سبب مرگ و میر شود (۱۲، ۱۳). لذا هدف این مطالعه بررسی آثار و جنبه‌های مختلف تغییرات اقلیم بر روی سلامتی شاغلین، مطالعه نقش پارامترهای دخیل در آسیب‌پذیری شاغلین در برابر این پدیده و معرفی استراتژی‌های حفاظتی و کنترلی می‌باشد.

روش بررسی

این مطالعه مروری روایتی، با تاکید بر نتایج تحقیقات بین‌المللی انجام شده در زمینه جنبه‌های مختلف تغییرات اقلیم در محیط‌های شغلی صورت گرفته است. مقالات چاپ شده در فاصله سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۵ با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، PubMed و Web of Science و کلیدواژه‌های تغییرات اقلیم، شاغلین فضای روباز، آسیب‌پذیری و استرس گرمایی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج

- ۱- تاثیر تغییرات اقلیم بر روی محیط‌های شغلی و شاغلین
- در یک طبقه‌بندی کلی می‌توان تاثیر تغییرات اقلیم بر روی محیط‌های شغلی و شاغلین آن در حیطه‌های زیر عنوان نمود:
- ۱- افزایش دمای محیط و افزایش استرس گرمایی
 - ۲- آلودگی هوا
 - ۳- افزایش مواجهه با اشعه ماورای بنفش (UV)
 - ۴- بیماری‌های منتقله از طریق حشرات

فرانسه، در سال‌های گذشته، افزایش قابل توجهی در حوادث صنعتی در طول دوره‌های تابستانی رخ داده و ۶۴ حادثه در سال ۲۰۱۹، سالی که بیشترین تأثیر را داشت، ثبت شده است. این ۶۴ رویداد در تمام بخش‌های صنعت رخ داده اما بیشتر در مناطق ذخیره‌سازی و تأسیسات تصفیه پسماند بوده است (۲۷).

۳- آسیب پذیری (Vulnerability)

در سال ۲۰۰۸ سازمان بهداشت جهانی، تغییرات آب و هوایی را به عنوان یکی از تهدیدهای اساسی سلامت جامعه بشری اعلام نموده و کشورهای عضو را تشویق نمود تا برنامه‌های اجرایی متناسب را برنامه‌ریزی نمایند. قطعنامه سازمان بهداشت جهانی کشورهای عضو را به تهیه چهارچوب کاری در بخش بهداشت به منظور حفاظت سلامت افراد جامعه در مقابل اثرات سوء تغییرات آب و هوا موظف نموده است. بخش‌های عمده قطعنامه شامل:

♦ ظرفیت‌سازی

♦ ارزیابی آسیب‌پذیری سلامت به تغییرات آب و هوا

♦ مشخص نمودن اثرات تغییرات آب و هوا بر سلامت

در سومین گزارش ارزیابی هیات بین‌الدول تغییر آب و هوا، آسیب‌پذیری را درجه حساس بودن سیستم یا افراد و یا عدم توانایی در تطابق با اثرات منفی تغییرات آب و هوا تعریف نمودند (۱۳).

آسیب‌پذیری توسط IPCC بصورت ترکیبی از حساسیت، قابلیت انطباق و مواجهه تعریف می‌گردد (شکل ۱).

♦ حساسیت: میزان استعداد جسمی و ذاتی به متاثر شدن از

اثرات ناشی از تغییرات آب و هوا

♦ قابلیت انطباق: توانایی سیستم در مقابله یا بهبودی ناشی

از مواجهه

♦ مواجهه: دامنه و میزان تماس‌های مرتبط با تغییرات آب و

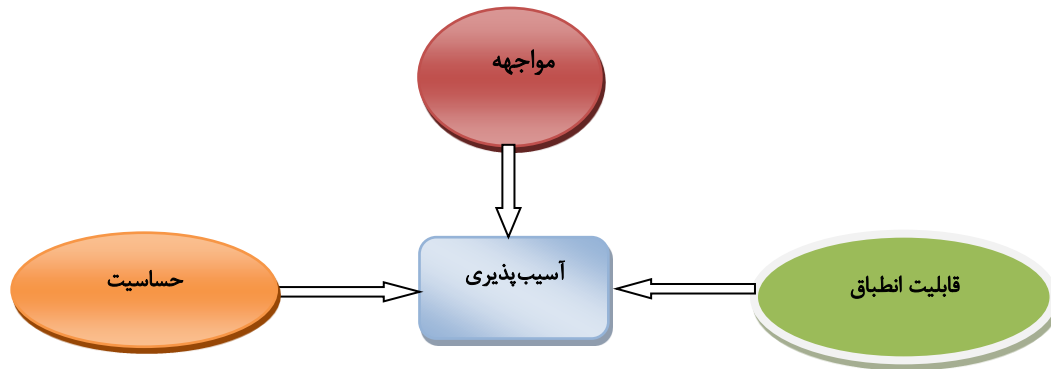
هوا (۲۸، ۲۹).

لازم بذکر است که هر سه جز اشاره شده بر حسب درصد خواهند بود. به همین جهت نهایتاً میزان آسیب‌پذیری نیز بر حسب درصد تعیین خواهد گردید. هر چه میزان این شاخص بیشتر باشد، میزان آسیب‌پذیری شاغلین در برابر تغییرات اقلیم بیشتر خواهد بود.

هوای گرم (به ویژه امواج گرما) به عوارض و مرگ و میر بیش از حد کمک می‌کند (۲۲)، اما در مورد تأثیر آن بر آسیب‌های ناشی از کار اطلاعات بسیار کمی وجود دارد. قرار گرفتن در معرض گرما می‌تواند با لغزنده نمودن کف دست‌ها به علت تعریق، بخار گرفتن عینک‌های حفاظتی، عدم تمرکز و سرگیجه سبب افزایش تعداد حوادث می‌شود. افزایش دمای عمقی بدن و کاهش میزان مایعات بدن (آب بدن)، تأثیر منفی بر روی رفتار دارند از جمله خستگی فیزیکی، تحریک‌پذیری، افزایش زمان واکنش، قضاوت نادرست، کاهش هوشیاری، کاهش چابکی، تمرکز و هماهنگی) و همچنین کاهش بینایی که ممکن است بر کاهش کارایی، بهره‌وری و ایمنی تأثیر داشته باشد (۲۳).

شرایط اقلیمی همچنین می‌توانند از طریق تأثیرات خود بر حرارت‌تنظیمی، از جمله جریان خون پوستی، تعریق و تنفس، بر واکنش‌های فیزیولوژیکی به سموم تأثیر بگذارند. پوست گرم و مرطوب باعث جذب مواد شیمیایی می‌شود. تغییرات در دمای مرکزی بدن می‌تواند جذب، توزیع، متابولیسم و دفع مواد سمی مانند آفت‌کش‌ها را تغییر دهد. افزایش تنفس می‌تواند منجر به افزایش تماس سموم از طریق تنفس و افزایش تعرق و جریان خون پوست می‌تواند به جذب زیستی مواد شیمیایی کمک کنند. دمای بالا همچنین ممکن است پراکندگی آفت‌کش‌ها را تسریع و چگالی ذرات معلق در هوا را افزایش دهد. برخی از کارگران ممکن است به علت عدم راحتی وسایل حفاظت فردی از آنها استفاده نکنند یا استفاده از آنها بصورت نادرست باشد. به عنوان مثال، کشاورزان در معرض استرس گرمایی به طور بالقوه بیشتر در معرض آفت‌کش‌ها قرار خواهند گرفت. تعداد کمی از مطالعات ارتباط بین دمای بالا و عدم تحمل مواد شیمیایی را نشان داده‌اند (به عنوان مثال مسمومیت با آفت‌کش‌ها در کشاورزان و پرسنل نظامی در محیط‌های گرم) (۱۴، ۲۴-۲۶).

افزایش دمای محیط همچنین بر عملکرد تأسیسات صنعتی نیز تأثیر می‌گذارد. دمای بالای محیط خطر آتش‌سوزی را از طریق فرمانتاسیون یا خود گرم شدن مواد، محصولات یا پسماندها، افزایش اثرات لیزر و همچنین با گرم شدن بیش از حد تجهیزات الکتریکی یا افزایش فشار افزایش می‌دهد. در



شکل ۱: آسیب پذیری و عوامل موثر بر آن

۴- حساسیت

حساسیت نشانگر عوامل درونی و ذاتی فرد می باشد و بیانگر این مطلب است که فرد تا چه اندازه ای در برابر استرس حرارتی آسیب پذیر است. احتمال و شدت استرس حرارتی درک شده در افراد، در شدت گرمای مشخص، به ظرفیت فیزیولوژیکی مواجهه با گرما بستگی دارد. ریسک فاکتورهای فردی در استرس حرارتی، فاکتورهایی هستند که ممکن است باعث کاهش تحمل فرد در برابر استرس حرارتی شود (۳۰، ۳۱).

بررسی های متون و مطالعات مختلف نشان داده است که زنان نسبت به مردان کمتر تحمل گرما دارند (۳۲). مطالعات دیگر نیز نشان داده اند که مردان نسبت به زنان بیشتر تحمل گرما دارند (۳۳، ۳۴). از نظر سنی، افراد جوان زیر ۲۴ سال و کارگران سالخورده بالای ۴۰ سال (۳۵، ۳۶)، در معرض خطر بروز بیماری های مرتبط با گرما هستند (۳۷). هنگام کار در محیط های روباز زیرگروه های شغلی مانند کودکان (۳۸)، مهاجران و اقلیت های نژادی و قومیتی (۳۹) نیز حساس به استرس گرمایی هستند (۴۰). علاوه بر این، شاغلینی که عوامل اجتماعی مانند سطح تحصیلات و درآمد پایین دارند (۴۱، ۴۲)، در برابر استرس گرمایی آسیب پذیرتر هستند. کارگران کم تجربه (۴۳) و کسانی که مدت طولانی در محیط گرم کار کرده اند (۴۴) نیز حساس به استرس گرمایی هستند. برخی

عوامل فیزیولوژیک موثر فعالیت در یک محیط کار داغ، بی تحرکی (۴۵)، دارای اضافه وزن (۴۶) و فشار خون بالا (۴۷) بیشتر در خطر استرس گرمایی هستند. همچنین کارگران با کلاسترول بالا (۴۸) و بیماری های مزمن (۳۶، ۴۹) نیز در معرض فشار گرمایی هستند. کارگرانی که استراحت کافی ندارند و شاغلین دارای دهیدراسیون و استرس شغلی بیشتر در هنگام کار در گرما، بیشتر دچار بیماری های مرتبط با گرما می شوند (۴۰). همچنین زنان باردار (۵۰) و کارگرانی که سابقه بیماری مرتبط با گرما دارند (۴۴) بیشتر در معرض خطر استرس حرارتی هنگام کار در محیط های با دمای بالا قرار دارند. رفتارهای مربوط به سبک زندگی مانند مصرف بیش از حد الکل (۵۱) و استفاده از داروهای ضد درد، سوء استفاده از مواد مخدر (۵۱، ۵۲)، استعمال دخانیات و استفاده از تنباکو (۴۹، ۵۳) و مصرف نوشیدنی های حاوی کافئین (۵۴) ریسک فاکتورهای گزارش شده برای استرس گرمایی شغلی هستند (۵۵، ۵۶). باید اشاره نمود که هنگام کار در محیط های گرم فاکتورهایی مانند عدم مصرف آب کافی (۵۷)، مصرف نوشابه های شیرین (۵۸) و عدم استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی (۵۹) سبب آسیب پذیری بیشتر نسبت به استرس گرمایی و عوارض آن می گردد. به طور خلاصه فاکتورهای مهم در پارامتر حساسیت در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: عوامل موثر در پارامتر حساسیت به اثرات تغییر اقلیم و استرس گرمایی

متغیرهای دموگرافیک	وضعیت سلامتی	عوامل رفتاری	سبک زندگی	فاکتورهای مربوط به شغل
سن	بیماری های مزمن	مصرف ناکافی مایعات	استفاده بیش از حد از داروهای مسکن	متابولیسم بالا
جنسیت	چاقی و اضافه وزن	عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی	مصرف الکل	مواجهه با عوامل زیان آور فیزیکی و شیمیایی دیگر
وضعیت تاهل	عدم داشتن سلامت عمومی	استفاده از لباس خیس	مصرف/سوء مصرف مواد مخدر	ساعت کاری طولانی
سطح تحصیلات پایین	بارداری	ترس از مصرف آب آشامیدنی	استعمال دخانیات	نوع محیط فعالیت (روبا، سرپوشیده)
درآمد کم	استراحت ناکافی استرس کاری	عدم استفاده از اتاق استراحت	استفاده از نوشیدنی های کافئین دار	شیفت کاری
عدم سازش نژاد	فشار خون و کلسترول بالا دهیدراسیون	عدم نگرانی در مورد استرس گرمایی و اثرات آن	عدم داشتن خواب کافی	عدم کنترل شغلی
عدم داشتن سابقه کاری طبع بدن ساختار بدن (هیكل)	سابقه داشتن بیماری های ناشی از گرما بی تحرکی	عدم آگاهی در مورد استرس گرمایی و اثرات آن	وضعیت تغذیه	وضعیت استخدامی

۵- قابلیت انطباق

ظرفیت انطباقی عبارت است از توانایی یک سیستم برای تنظیم تغییرات آب و هوایی (از جمله تنوع آب و هوایی) برای تعدیل کردن خطرات بالقوه، استفاده از فرصت‌ها و یا مقابله با عواقب ناشی از تغییرات آب و هوایی. قابلیت انطباق می‌تواند میزان اثرات منفی مواجهه با تغییرات اقلیم را کاهش و یا تعدیل نماید. همچنین می‌تواند اثرات مثبت را برای دوری از عوارض و آسیب‌های ناشی از تغییرات اقلیم تحقق بخشد. بر طبق برنامه توسعه سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۵، استراتژی انطباق با تغییرات اقلیمی برای یک کشور عبارت است از برنامه کلی فعالیت در راستای یافتن تأثیرات تغییرات اقلیمی، منجمله تغییرات آب و هوا و پدیده‌های شدید جوی. این اصل، شامل ترکیبی از اهرم‌های فشار و سیاست‌ها می‌شود تا اهداف جامع کاهش آسیب‌پذیری یک کشور را محقق نماید (۶۰).

پارامتر قابلیت انطباق، پارامتر مدیریتی بوده که نشانگر وضعیت رفاهی، تحصیلی و سرمایه اجتماعی می‌باشد که می‌تواند فرد را در مقابل تغییرات اقلیم محافظت نماید. برای کاهش اثرات بهداشتی و مرگ و میر کارگران در اثر تغییرات اقلیم، روش‌هایی را می‌توان معرفی کرد. این روش‌ها شامل

اجتناب از مواجهه، برنامه‌های واکنش در شرایط اضطراری و مراقبت‌های پزشکی است. اقدامات مؤثر پیشگیرانه و یا اقداماتی جهت تطبیق افراد با تغییرات اقلیم، آثار و عوارض را کاهش می‌دهد، اما در محیط‌های باز و مشاغل روبا، نسبت به محیط‌های داخلی این کنترل دشوارتر است. اقدامات مقابله‌ای با تغییرات اقلیم شامل پاسخ‌های فوری و کوتاه مدت در نظر گرفته می‌شود (۶۱، ۶۲).

تلاش‌های بین‌المللی جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به منظور کاهش اثرات گرمایش جهانی بر بهداشت شغلی یکی از مهمترین استراتژی در بخش برنامه‌های عمومی و سیاست‌ها تلقی می‌گردد که در این زمینه می‌توان به مواردی از جمله افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد سوخت کشور، استفاده از فناوری‌های کم کربن در واحدهای فرآیندی، افزایش کارایی انرژی، مدیریت کربن در بخش کشاورزی، جنگل و کاربری زمین و پسماند و فاضلاب اشاره نمود (۱۳).

در چندین مطالعه، سازش در محیط گرم، فراهم کردن سایه، آموزش‌های بهداشتی، افزایش استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع، اصلاح الگوهای رفتاری بخصوص برای کارگران فضاهای باز (افزایش مصرف مایعات)، برنامه‌های واکنش در

انجام رسید. در این پژوهش تأثیرات اهرم‌های کمکی مانند یارانه، آموزش و انگیزش و دیگر موارد از طرف دولت و سازمان‌های مردم نهاد با هدف افزایش انطباق کشاورزان با تغییرات اقلیمی بررسی شد. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که در میان کمک‌های انجام شده از طرف تمامی سازمان‌ها، تنها دسترسی کشاورزان به مراکز خرید ادوات کشاورزی (نظیر کود و سموم آفت‌کش) از نظر آماری به طور معناداری بر میزان سازگاری آنها با تغییرات اقلیمی موثر بوده است. با این حال ۵۸/۶ درصد از کشاورزان بر این باورند که کمک‌های دولت برای سازگار شدن آنها با تغییرات اقلیمی کافی به نظر می‌رسد. همچنین ۱۲/۱ درصد از کشاورزان معتقد بوده‌اند که با کمک‌های کنونی، آنان قادر به تحمل شرایط ناشی از تغییرات اقلیمی بر تولیدات کشاورزی خود نیستند. در کنار کمک‌های معمول، کشاورزان خواستار ارسال کمک‌های جدیدتری برای مقابله موثرتر با اثرات تغییرات اقلیم شده بودند. ۵۲/۵ درصد از افراد به کمک‌های سازمان‌های مردم نهاد تاکید داشتند و ۴۹/۵ درصد از افراد کمک‌های سایر سازمان‌ها را برای مقابله با اثرات منفی تغییرات اقلیمی کنونی لازم دانستند (۶۰).

آب مناسب بایستی در فاصله کم نسبت به محل کار کارگران در محیط کار فراهم باشد. در سایت‌های بزرگ نظیر فعالیت‌های ساخت و ساز، بایستی آب خنک و سالم به محل کار کارگران برده شود. نوشیدن مرتب آب سبب حفظ تعادل آب بدن می‌شود. بایستی آب نوشیدن کارگران در حد مناسب باشد و از نوشیدن کم یا زیاد آب که می‌تواند سبب ایجاد کرامپ‌های عضلانی شود، جلوگیری شود. از نوشیدنی‌های حاوی کافئین‌دار نظیر قهوه، نوشابه و چای که باعث جلوگیری از خواب‌لودگی کارگران در طول شیفت می‌شود، بایستی اجتناب شود. کافئین مدر یا ادرارآور بوده و سبب کاهش آب بدن کارگر می‌شود. نوشیدنی‌های انرژی‌زا باید در حد معمول استفاده گردد زیرا استفاده بیش از حد نوشیدنی‌های انرژی‌زا می‌تواند سبب عدم بالانس نمک و پتاسیم در بدن فرد شود. در اهمیت این معیار می‌توان گفت از آنجا که تعریق از اصلی‌ترین راه‌های مقابله بدن در برابر گرما و کنترل دمای داخلی است، با کار و فعالیت در محیط گرم، بخش زیادی از مایعات بدن به وسیله عرق دفع شده و انسان دچار کمبود آب خواهد شد. چنانچه جایگزینی آب از دست رفته به درستی صورت نپذیرد، فرد در معرض مخاطرات جدی ناشی از گرما قرار خواهد گرفت.

شرایط اضطراری گرما، سیستم‌های هشداردهنده را به عنوان برخی از انواع پاسخ‌های انطباقی به تنش حرارتی معرفی نموده‌اند. همچنین برای محافظت کارگران در معرض گرما، دستورالعمل‌های محافظتی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تهیه شده است.

در سال ۲۰۱۳ کمیته توسعه و سلامت کشور ویتنام در مطالعه‌ای، به بررسی مقابله و ظرفیت انطباق کارگران در فضای باز (ارائه‌دهندگان خدمات و کارگران ساختمانی، کشاورزان و باربرها) در پاسخ به شرایط گرمای شدید پرداختند. در این مطالعه، اقدامات مقابله‌ای با گرما شامل پاسخ‌های فوری و کوتاه مدت در نظر گرفته شد. در حالی که اقدامات تطبیقی با گرما به صورت بلندمدت در نظر گرفته شد. موارد زیر در این مطالعه به عنوان اقدامات تطبیقی در نظر گرفته شدند. در ضمن موارد اشاره شده شامل برنامه‌های مدیریتی کنترلی بودند که این موارد شامل معیارهای زیر بود:

- ۱- تهیه لباس‌های حفاظتی مناسب
 - ۲- تهیه وسایل حفاظت فردی مناسب مانند ماسکها، دستکش‌ها، کرم‌ها و عینک
 - ۳- تهیه آب کافی
 - ۴- تهیه برنامه استراحت‌های کوتاه مناسب
 - ۵- در نظر گرفتن زمان نهار به مدت طولانی برای جلوگیری از گرمای ظهر
 - ۶- تغییر در برنامه ساعات کاری
- درصد بسیار بالایی از پاسخ‌دهندگان گزارش کردند که به اندازه کافی آب آشامیدنی و همچنین لباس‌های محافظتی در برابر گرما یا تجهیزات حفاظتی فردی توسط کارفرمایان به آنها ارائه شده است. با این حال، کمتر از نیمی از پاسخ‌دهندگان گزارش دادند که کارفرمایان اجازه استراحت کوتاه مدت کافی در طول شیفت کاری و یا در زمان نهار، برای حفاظت در برابر گرما را نمی‌دهند. شایع‌ترین روش این است که کارگرانی که در فضای باز در شرایط گرمای شدید مشغول به کار هستند، به طور منظم استراحت کوتاه مدت در مناطق سایه‌دار بصورت برنامه‌ریزی شده داشته باشند و دسترسی به آب آشامیدنی خنک و تجهیزات حفاظت فردی (عینک آفتابی، کلاه و ماسک) داشته باشند و از لباس رنگ روشن استفاده کنند.

مطالعه انجام شده در مالزی توسط Mahmudul Alam با هدف تعیین انطباق شالیکاران مالزیایی با تغییرات اقلیمی به

البته گفتنی است که مصرف مقادیر کافی از آب یا دیگر نوشیدنی‌ها امری کاملاً متفاوت با دسترسی به آب است.

کنترل‌های مدیریتی راه مفیدی برای کاهش بیماری‌ها و مرگ و میر ناشی از گرما در محیط کار است. زمان کار برای کاهش مواجهه با گرما ممکن است تنظیم شود. فعالیت‌های شدید در محیط باز ممکن است برای زمان‌های خنک‌تر برنامه‌ریزی شود و عملیات حفظ و نگهداری و تعمیر ممکن است برای فصول سردتر برنامه‌ریزی شود. نیازهای فیزیکی کارگران بایستی با مکانیزه نمودن کارها تا حد امکان کاهش داده شود. بایستی به کارگران اجازه داده شود تا از زمان‌های استراحت کوتاه مدت یا چرخش کاری با سایر فعالیت در مکان‌های دیگر که خنک‌تر باشند، برای کاهش مواجهه آنها با گرما انجام شود. زمان‌های استراحت بایستی بر اساس ماهیت کار و شرایط کاری داده شود. دیگر کنترل‌های اجرایی شامل سازش کارگر با کار در محیط گرم است. این موضوع کم هزینه و در عین حال پر اهمیت و موثر برای بهبود ایمنی و به تاخیر انداختن توسعه استرین گرمایی است. اگر کارگران با کار کردن در شرایط گرم تطابق پیدا نکرده‌اند بایستی زمان مناسب جهت تطابق بدن آنها با گرما داده شود. برای مثال بار کاری سبک یا زمان‌های کاری کوتاه‌تر برای افرادی که تطابق ندارند، داده شود این کار سبب می‌شود که این افراد بهتر با شرایط کاری تطابق پیدا کنند. روبه‌های اورژانسی برای تسهیل کمک‌های اولیه و انتقال سریع به مراکز درمانی باید در محل باشند. به علاوه غربالگری تحمل گرمایی در شناسایی ریسک فاکتورهای بالقوه مانند مصرف داروهای خاص، زمینه نامساعد پزشکی که ممکن است عملکردهای وابسته به تنظیم دمای بدن را تحت تاثیر قرار دهد، مصرف بیش از حد الکل، سطح نامناسبی از آمادگی جسمانی، شاخص توده بدنی و فشار خون می‌تواند روی پیشگیری از استرس و استرین گرمایی موثر باشد.

یکی از حوزه‌های بسیار مهم در برنامه کاهش آسیب‌پذیری مبحث آموزش و ارتقای سطح آگاهی شاغلین می‌باشد. آموزش می‌تواند بعنوان یک راهکار کم هزینه و موثر در پیشگیری تلقی گردد. آموزش‌های مناسب برای شاغلین و مدیریت بایستی بصورت دوره‌ای باشد تا اثربخشی بیشتری داشته باشد. دوره‌های آموزشی می‌تواند شامل درک ریسک فعالیت در محیط‌های روباز، تاثیر تغییرات اقلیم و اقدامات ایمنی مرتبط، شناسایی ریسک فاکتورها، علائم و نشانه‌های شوک‌های

گرمایی، آموزش استفاده از دستگاه‌های پایش محیط کار در مورد استرس گرمایی به شاغلین و کمک‌های اولیه و اقدامات اورژانسی در موارد شوک‌های گرمایی باشد (۶۳، ۶۴). مهم است که سرکارگران و کارگران راجع به علائم و نشانه‌های آسیب‌های ناشی از تغییرات اقلیم و استرس گرمایی ناشی از آن آگاه باشند. اگر علائم و نشانه‌ها شناسایی شده و توسط کارگران و یا مسئولان تشخیص داده شوند، ممکن است بتوان از عواقب آسیب‌های مرتبط پیشگیری نمود. تجهیزات کمک‌های اولیه مناسب بایستی در محیط فراهم شود. اگر آسیب‌های مرتبط با گرما اتفاق افتد فرد مصدوم برای استراحت به محیط خنک برده شود و اگر علائم ادامه پیدا کند باید هر چه سریعتر به بیمارستان رسانده شود (۶۳، ۶۵).

۶- مواجهه

گزارش سوم ارزیابی IPCC مواجهه را ماهیت، دامنه و میزان تماس یک سیستم با تغییرات آب و هوایی قابل توجه تعریف نموده است (۲۸). در مواجهه با تغییرات اقلیم و استرس گرمایی ناشی از آن پارامترهای اقلیمی و محیطی شامل دمای هوا، دمای گویسان، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا نقش مهمی دارند که اصولاً در قالب یک شاخص استرس حرارتی تدوین گشته‌اند. شاخص‌های استرس گرمایی برای ارزیابی محیط‌های گرم و پیش‌بینی فشار حرارتی احتمالی بر روی بدن استفاده می‌شود. این شاخص‌ها داده‌های آب و هوایی را به شکلی ارائه می‌کنند که نشان‌دهنده واکنش افراد به شرایط آب و هوایی است و در طبقه‌بندی عددی، درجاتی را از بسیار مناسب تا بسیار نامناسب در بر می‌گیرند این شاخص‌ها تفسیر تاثیرات پیچیده‌ی عناصر جوی و گوناگون را آسانتر می‌کنند و امکان مقایسه مکان‌های مختلف از این دیدگاه را فراهم می‌کنند بیش از ۱۷۰ شاخص تنش گرمایی در سطح دنیا معرفی شده است. اما واضح است که هر کدام از آنها کامل نبوده و دارای محدودیتی می‌باشند و هیچ شاخص کاملی که بتواند تمام سناریوهای استرس گرمایی شغلی را پوشش دهد، وجود ندارد (۶۶، ۶۷).

کثرت و تنوع گروه‌های در معرض خطر گرمایی از یک سو و ناکارآمدی بسیاری از شاخص‌های گرمایی موجود در تعیین میزان بار گرمایی وارده بر فرد از سوی دیگر باعث شده است که تلاش‌های بسیاری در جهت تعیین ریسک گرمایی افراد در معرض محیط‌های گرم صورت گیرد علیرغم توسعه

عوارض و بیماری‌ها از اختلالات خفیف مانند سوزش تا شرایط مرگ‌آور مثل شوک حرارتی، در پی داشته باشد. همچنین می‌تواند با تاثیر منفی بر توانایی انجام کار شاغلین سبب کاهش عملکرد فیزیکی، عملکرد ذهنی و افزایش میزان حوادث گردد. نتایج شواهد حاکی از آن است که جنسیت، سن، کم آبی، دسترسی ضعیف به امکانات بهداشتی، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی نامناسب، کارهای سخت فیزیکی، حجم کاری بالا، کنترل شغلی پایین و درجه حرارت بالا از عوامل مستعد کننده به اثرات تغییر اقلیم می‌باشند. شاغلین فضای روباز نیازمند انطباق با تغییرات اقلیم و استفاده از راهکارهای مدرن و پایدار هستند تا بتوانند به چالش‌های آینده پاسخ دهند. راهکارهایی مانند مصرف مکرر مایعات و الکترولیت‌ها، تهیه آب آشامیدنی، تهیه برنامه استراحت‌های کوتاه، تهیه لباس‌های حفاظتی مناسب، تامین سایه و امکانات بهداشتی مناسب، تغییر در برنامه ساعات کاری، بهبود شرایط کاری از جنبه روانی- اجتماعی، افزایش حمایت‌های اجتماعی به عنوان اقدامات سازگاری پیشنهاد می‌گردد.

شاخص‌های متعدد گرمایی ایجاد شده تعداد محدودی از آن‌ها به عنوان شاخص استاندارد پذیرفته شده‌اند که از جمله معروف‌ترین این شاخص‌ها شاخص دمای تر گویسان (WBGT) است که در سال ۱۹۵۷ توسط یاگلو و مینارد ارایه و در سال ۱۹۸۹ به عنوان استاندارد پذیرفته شد. این شاخص بر اساس وزن دهی به سه پارامتر دمای هوا، دمای تر طبیعی و دمای گویسان محاسبه می‌شود. سادگی، اعتبار و سهولت کاربرد این شاخص باعث شده است به طور وسیعی در سراسر دنیا مورد استفاده قرار گیرد. برای تعیین میزان مواجهه همان متغیرهای استرس حرارتی از قبیل شاخص استرس حرارتی، نسبت کار به استراحت و تعداد شاغلین در هر گروه شغلی بایستی در نظر گرفته شود (۶۸).

نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیم به عنوان یک چالش جهانی، تأثیر بسزایی بر مشاغل مختلف از جمله مشاغل روباز دارد. مهمترین تاثیر تغییرات اقلیم، گرم شدن جهانی زمین و افزایش استرس گرمایی می‌باشد. این تغییرات می‌تواند طیف گسترده‌ای از

References

1. Nakicenovic N, Alcamo J, Davis G, Vries Bd, Fenhann J, Gaffin S, et al. Special report on emissions scenarios. 2000.
2. Asghari M, Ghalhari GF, Ghanadzadeh M, Moradzadeh R, Tajik R, Samadi S, et al. Modeling of thermal discomfort based representative concentration pathways (RCP) scenarios in coming decades using temperature-humidity index (THI) and effective temperature (ET): a case study in a semi-arid climate of Iran. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 2023;16(6):1195-205.
3. Romm JJ. *Climate change :What everyone needs to know*: Oxford University Press; 2022.
4. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Jafari L. Evaluation of climate change effect on agricultural production of Iran: I. Predicting the future agroclimatic conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2016;13(4):651-64.
5. Asghari M, Fallah Ghalhari G, Heidari H, Moradzadeh R, Samadi S, Tajik R, et al. Modeling and predicting trends of heat stress based on climate change phenomenon: A case study in a semi-arid climate. *Environmental Health Engineering And Management Journal*. 2022;9(4):399-407.
6. Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaie F, Farhang Dehghan S, Shamsipour A, Ghanadzadeh MJ, et al. Modeling heat stress changes based on wet-bulb globe temperature in respect to global warming. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2020;18:441-50.
7. Luber G, Prudent N. Climate change and human health. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*. 2009;120:113.
8. Moda HM, Filho WL, Minhas A. Impacts of climate change on outdoor workers and their safety: some research priorities. *International journal of environmental research and public health*. 2019;16(18):3458.
9. Phuomg V, Few R, Winkels A. Heat stress and adaptive capacity of low-income outdoor workers and their families in the city of Da Nang, Vietnam. *Da Nang (Vietnam): International Institute for Environment and Development*; 2013.
10. Heidari H, Golbabaie F, Arsang JS, Shamsipour AA. Validation of humidex in evaluating heat stress in the outdoor jobs in arid and semi-arid climates of Iran. 2016.

11. Ghalhari GF, Dehghan SF, Shakeri F, Abbasinia M, Asghari M. Thermal comfort and heat stress indices for outdoor occupations over 15 years: a case study from Iran. *Weather*. 2019;74:S40-S5.
12. Nassiri P, Reza Monazzam M, Golbabaei F, Abbasinia M, Chavoshi M, Taheri F, et al. Exposure to heat stress in the workplace: A systematic review. *Iran Occupational Health*. 2018;15(2):118-128.
13. Monazzam MR, Asghari M, Farhang Dehghan S, Hajizadeh R, Beheshti MH, Monazzam M, et al. Presentation of an operational program to reduce vulnerability of outdoor workers to heat stress and climate change. *Iran Occupational Health Journal*. 2019;16(3).
14. Chirico F, Taino G. Climate change and occupational health of outdoor workers :an urgent call to action for European policymakers. *Environmental Disease*. 2018;3(4):77-9.
15. Schulte PA, Chun H. Climate change and occupational safety and health: establishing a preliminary framework. *Journal of occupational and environmental hygiene*. 2009;6(9):542-54.
16. Asghari M, Fallah Ghalhari GA, Heidari H. Investigation of thermal comfort changes using Summer Simmer Index (SSI): A case study in different climates of Iran. *The Open Environmental Research Journal*. 2021;14(1):13-23.
17. Lundgren K, Kuklane K, Gao C, Holmer I. Effects of heat stress on working populations when facing climate change. *Industrial health*. 2013;51(1):3-15.
18. Bai L, Li Q, Wang J, Lavigne E, Gasparrini A, Copes R, et al. Increased coronary heart disease and stroke hospitalisations from ambient temperatures in Ontario. *Heart*. 2018;104(8):673-9.
19. Marchand M, Gin K. The cardiovascular system in heat stroke. *CJC open*. 2022;4(2):158-63.
20. Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Shamsipour A, Arabalibeik H, Mortezaipour AR, et al. Applicability of Modified discomfort index (MDI) in Outdoor occupational environments: a case study of an open pit mines in Tehran Province. *Iran Occupational Health*. 2018;15(1):136-45.
21. Asghari M, Ghalhari GF, Abbasinia M, Shakeri F, Tajik R, Ghannadzadeh MJ. Feasibility of relative strain index (RSI) for the assessment of heat stress in outdoor environments: Case study in three different climates of Iran. *The Open Ecology Journal*. 2020;13(1):11-18.
22. Bonafede M, Marinaccio A, Asta F, Schifano P, Michelozzi P, Vecchi S. The association between extreme weather conditions and work-related injuries and diseases. A systematic review of epidemiological studies. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*. 2016;52(3):357-67.
23. Narocki C. Heatwaves as an Occupational Hazard: The Impact of Heat and Heatwaves on Workers' Health, Safety and Wellbeing and on Social Inequalities. *ETUI Research Paper-Report*. 2021.
24. Bourbonnais R, Zayed J, Lévesque M, Busque M-A, Duguay P, Truchon G. Identification of workers exposed concomitantly to heat stress and chemicals. *Industrial health*. 2013;51(1):25-33.
25. Martinez GS, Kendrovski V, Salazar MA, de'Donato F, Boeckmann M. Heat-health action planning in the WHO European Region: Status and policy implications. *Environmental Research*. 2022;214:113709.
26. Pogačar T, Bogataj LK, Črepinšek Z. Preparing an occupational heat action plan in agriculture. 2021.
27. Baraer A. The impact of climate events on French industrial facilities between 2010 and 2019. *Loss Prev Bull*. 2021;227:1:9-22.
28. Urothody A, Larsen HO. Measuring climate change vulnerability: a comparison of two indexes. *Banko Janakari*. 2010;20(1):9-16.
29. Organization WH. Climate change and health: Resolution of the 61st World Health Assembly. Geneva; 2008.
30. Asghari M, Nassiri P, Monazzam M, Golbabaei F, Arabalibeik H, Shamsipour A. The development of an empirical model for estimation of the sensitivity to heat stress in the outdoor workers at risk. *Annals of Medical and Health Sciences Research*. 2017;7(2):77-84.
31. Hahn MB, Riederer AM, Foster SO. The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique. *Global environmental change*. 2009;19(1):74-88.
32. Tawatsupa B, Lim LL, Kjellstrom T, Seubsman S-a, Sleigh A, Team TCS. Association between occupational heat stress and kidney disease among 37 816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). *Journal of epidemiology*. 2012;22(3):251-60.
33. Mathee A, Oba J, Rose A. Climate change impacts on working people (the HOTHAPS initiative): findings of the South African pilot study. *Global health action*. 2010;3(1):5612.
34. Kiatkitroj K, Arphorn S, Tangtong C, Maruo SJ, Ishimaru T. Risk factors associated with heat-related

- illness among sugarcane farmers in Thailand. *Industrial health*. 2021;60(5):447-58.
35. Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A. The impact of heatwaves on workers 'health and safety in Adelaide, South Australia. *Environmental research*. 2014;133:90-5.
 36. Pogačar T, Črepinšek Z, BOGATAJ LK, Lars N. Comprehension of climatic and occupational heat stress amongst agricultural advisers and workers in Slovenia. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2017;109(3):545–54—54.
 37. Mutic AD, Mix JM, Elon L, Mutic NJ, Economos J, Flocks J, et al. Classification of heat-related illness symptoms among Florida farmworkers. *Journal of nursing scholarship*. 2018;50(1):74-82.
 38. Arcury TA, Quandt SA, Arnold TJ, Chen H, Daniel SS. Occupational Injuries of Latinx Child Farmworkers in North Carolina: associations with work safety culture. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2020;62(10):853-8.
 39. Messeri A, Morabito M, Bonafede M, Bugani M, Levi M, Baldasseroni A, et al. Heat stress perception among native and migrant workers in Italian industries—case studies from the construction and agricultural sectors. *International journal of environmental research and public health*. 2019;16(7):1090.
 40. Amoadu M, Ansah EW, Sarfo JO, Hormenu T. Impact of Climate Change and Heat Stress on Workers' Health and Productivity: A Scoping Review. *The Journal of Climate Change and Health*. 2023:100249.
 41. Boonruksa P, Maturachon T, Kongtip P, Woskie S. Heat stress, physiological response, and heat-related symptoms among Thai sugarcane workers. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(17):6363.
 42. Wesseling C, Aragón A, González M, Weiss I, Glaser J, Rivard CJ, et al. Heat stress, hydration and uric acid: a cross-sectional study in workers of three occupations in a hotspot of Mesoamerican nephropathy in Nicaragua. *BMJ open*. 2016;6(12):e011034.
 43. Lao J, Hansen A, Nitschke M, Hanson-Easey S, Pisaniello D. Working smart: An exploration of council workers' experiences and perceptions of heat in Adelaide, South Australia. *Safety science*. 2016;82(2):228-235
 44. Hansen AL, Williams S, Hanson-Easey S, Varghese BM, Bi P, Heyworth J, et al. Using a qualitative phenomenological approach to inform the etiology and prevention of occupational heat-related injuries in Australia. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(3):846.
 45. Lam M, Krenz J, Palmández P, Negrete M, Perla M, Murphy-Robinson H, et al. Identification of barriers to the prevention and treatment of heat-related illness in Latino farmworkers using activity-oriented, participatory rural appraisal focus group methods. *BMC Public Health*. 2013;13:1-12.
 46. Masuda YJ, Castro B, Aggraeni I, Wolff NH, Ebi K, Garg T, et al. How are healthy, working populations affected by increasing temperatures in the tropics ?Implications for climate change adaptation policies. *Global environmental change*. 2019;56:29-40.
 47. Moyce S, Mitchell D, Armitage T, Tancredi D, Joseph J, Schenker M. Heat strain, volume depletion and kidney function in California agricultural workers .*Occupational and environmental medicine*. 2017;74(6):402-9.
 48. Foster J, Smallcombe JW, Hodder S, Jay O, Flouris AD, Nybo L, et al. An advanced empirical model for quantifying the impact of heat and climate change on human physical work capacity. *International Journal of Biometeorology*. 2021;65:1215-29.
 49. Butler-Dawson J, Krisher L, Asensio C, Cruz A, Tenney L, Weitzenkamp D, et al. Risk factors for declines in kidney function in sugarcane workers in Guatemala. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2018;60(6):548-58.
 50. Spencer S, Samateh T, Wabnitz K, Mayhew S, Allen H, Bonell A. The challenges of working in the heat whilst pregnant: insights from Gambian women farmers in the face of climate change. *Frontiers in Public Health*. 2022;10: 785254.
 51. Wegman DH, Apelqvist J, Bottai M, Ekström U, García-Trabanino R, Glaser J, et al. Intervention to diminish dehydration and kidney damage among sugarcane workers. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2018:16-24.
 52. Hansson E, Glaser J, Jakobsson K, Weiss I, Wesseling C, Lucas RA, et al. Pathophysiological mechanisms by which heat stress potentially induces kidney inflammation and chronic kidney disease in sugarcane workers. *Nutrients*. 2020;12(6):1639.
 53. Li L, Liu H, Chen L, He J, editors. Investigation on heat stress of construction workers in summer in

- Chongqing, China. E3S Web of Conferences; 2019: EDP Sciences.
54. Golbabaie F, Monazzam MR, Aval MY, Allahyari T, Taban E, Shendi MRA. Investigation of heat stress and heat strain in outdoor workers: a case study in Iran. *Archives of Advances in Biosciences*. 2016;7(4):30-8.
 55. Pundee R, Kongtip P, Nankongnab N, Anutrakulchai S, Robson MG, Woskie S. Cross-shift change of acute kidney injury biomarkers in sugarcane farmers and cutters. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2020;27(5):1170-87.
 56. Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaie F, Shamsipour A, Arabalibeik H, Abbasinia M, et al. Personal risk factors during heat stress exposure in workplace. *Journal of Health & Safety at Work*. 2017;7(2).
 57. Hunt AP, Parker AW, Stewart IB. Heat strain and hydration status of surface mine blast crew workers. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2014;56(4):409-14.
 58. Phanprasit W, Rittaprom K, Dokkem S, Meeyai AC, Boonyayothin V, Jaakkola JJ, et al. Climate warming and occupational heat and hot environment standards in Thailand. *Safety and Health at Work*. 2021;12(1):119-26.
 59. Kearney GD, Hu H, Xu X, Hall MB, Balanay JAG. Estimating the prevalence of heat-related symptoms and sun safety-related behavior among Latino farmworkers in Eastern North Carolina. *Journal of agromedicine*. 2016;21(1):15-23.
 60. Alam MM, Siwar C, bin Toriman ME, Molla RI, Talib B. Climate change induced adaptation by paddy farmers in Malaysia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2012;17:173-86.
 61. Asghari M, Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaie F, Shamsipour AA, Arabalibeik H. Provision of an empirical model to estimate the adaptive capacity of workers at risk of heat stress. *Health Scope*. 2018;7(1).
 62. Wolf J, Lorenzoni I, Few R, Abrahamson V, Raine R. Conceptual and practical barriers to adaptation: vulnerability and responses to heat waves in the UK. *Adapting to climate change: Thresholds, values, governance*. 2009:181-96.
 63. Tirgar A, Shirouye A, Hajiahmadi M, Hoseini S. Determination of susceptibility to heat-related disorders and prevention methods among agriculture workers. *J Health Saf Work*. 2012;1(1):39-46.
 64. Jackson LL, Rosenberg HR. Preventing heat-related illness among agricultural workers. *Journal of agromedicine*. 2010;15(3):200-15.
 65. Council CI. Guidelines on site safety measures for working in hot weather. Wanchai, Hong Kong. 2013.
 66. Ghalhari GF, Heidari H, Dehghan SF, Asghari M. Consistency assessment between summer simmer index and other heat stress indices (WBGT and Humidex) in Iran's climates. *Urban Climate*. 2022;43:101178.
 67. Asghari M, Teimori G, Abbasinia M, Shakeri F, Tajik R, Ghannadzadeh MJ, et al. Thermal discomfort analysis using UTCI and MEMI (PET and PMV) in outdoor environments: case study of two climates in Iran (Arak & Bandar Abbas). *Weather*. 2019;74:S57-S64.
 68. Teimori G, Monazzam MR, Nassiri P, Golbabaie F, Dehghan SF, Ghannadzadeh MJ, et al. Applicability of the model presented by Australian Bureau of Meteorology to determine WBGT in outdoor workplaces: A case study. *Urban Climate*. 2020;32:100609.

Climate Change and Outdoor Workers: A Narrative Review

Asghari M^{1*}, Ghanadzadeh MJ², Soltani Gerdfaramarzi R³

¹ Associate Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

² Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

³ Industrial Diseases Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Abstract

Introduction: Global warming and climate change have become one of the controversial topics that have a critical impact on human health and threaten human life. Workers, especially those working outdoors, are often the first ones exposed to the effects of climate change. The study aimed to analyze the impacts and dimensions of climate change on workers' health, investigate the factors contributing to workers' vulnerability to this phenomenon, and propose protective and control strategies.

Materials and Methods: This narrative review highlights findings from global studies on climate change and its consequences (heat stress) in occupational environments. The articles published between 2005 and 2023 were analyzed using Scopus, PubMed, and Web of Science databases, focusing on keywords such as climate change, outdoor workers, vulnerability, and heat stress.

Results: The review of various articles showed that climate change affects work settings and employees through rising ambient temperature and elevated heat stress, greater exposure to ultraviolet radiation, increased air pollution, climate-related vector-borne diseases, and other related hazards. It also encompasses risks linked to industrial shifts and the rise of new green industries such as solar and wind energy production, mental health issues (including anxiety, stress, substance abuse) as well as reducing productivity and economic burden. To evaluate the vulnerability of workers' health to climate change, three key factors are taken into account: sensitivity (the level of physical and inherent vulnerability to climate change effects), exposure (the extent and intensity of climate change-related interactions), and adaptive capacity (the ability of the system to cope with and recover from the effects of climate change).

Conclusion: Climate change, as a global challenge, significantly impacts various professions, particularly those in outdoor environments. The foremost consequence of climate change is global warming and the rising levels of heat stress. These changes can give rise to various health problems, from minor issues like skin rashes to severe conditions like heatstroke. Additionally, they can impede workers' productivity, leading to decreased physical and mental performance and an increased risk of accidents. Outdoor workers must adjust to these climate changes and adopt modern, sustainable approaches to tackle upcoming challenges.

Keywords: Climate change, Heat stress, Vulnerability, Sensitivity, Exposure, Adaptive Capacity

This paper should be cited as:

Asghari M, Ghanadzadeh MJ, Soltani Gerdfaramarzi R. *Climate Change and Outdoor Workers: A Narrative Review*. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2025;17(1): 88-100.

* Corresponding Author:

Email: m.asghari2011@gmail.com

Tel: +98 9196155398

Received: 30.06.2024

Accepted: 16.08.2024