فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ششم/ شماره اول/ بهار ۹۳/ صفحات ٥٦-٤٨

بررسی استرس گرمایی بر مبنای شاخص WBGT و ارتباط آن با پارامتر فیزیولوژیکی دمای زیرزبانی در کارگران شاغل در نانوایی‌های شهر اراک

محسن علی آبادی[۱]، محمد جهانگیری[۲]، مازیار ارسی[۲]، مهدی جلالی[۲*]

۱. عضو هیأت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی همدان

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۵/۱٦

چکیده

مقدمه: مواجهه با دمای بالا در بین کارگران شاغل در محیط‌های گرم از جمله نانوایی‌ها شایع بوده و می‌تواند باعث ایجاد اثرات نامطلوب فیزیولوژیکی متعددی گردد. این مطالعه با هدف تعیین میزان استرس گرمایی و پاسخ فیزیولوژیکی مرتبط با آن در کارگران شاغل در نانوایی‌های شهر اراک انجام پذیرفت.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی ۱۲٦ نفر از کارگران شاغل در ٦۳ نانوایی شهر اراک مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی مواجهه کارگران با استرس گرمایی بر مبنای شاخص WBGT در گرم‌ترین نقاط نانوایی و ارزیابی پاسخ فیزیولوژیکی وارده بر بدن شاغلین بر مبنای دمای زیرزبانی انجام پذیرفت. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS16 مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: میزان مواجهه کارگران با استرس گرمایی بر مبنای شاخص WBGT و میزان تنش گرمایی کارگران بر مبنای شاخص دمای زیرزبانی به ترتیب در ۷٦٪ و ٤۸٪ موارد از حد مجاز توصیه شده کشوری بالاتر تعیین گردید. نتایج نشان داد که اختلاف معناداری بین میزان شاخص WBGT در نانوایی‌های با پخت تنوری و ماشینی دستی وجود دارد($P<۰/۰۰۱$). همچنین اختلاف معناداری نیز بین دمای زیرزبانی افراد شاغل در این دو نوع تکنولوژی پخت مشاهده گردید($P<۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: استرس حرارتی و تنش حرارتی ناشی از آن در شاغلین نانوایی‌های با پخت تنوری نسبت به پخت ماشینی دستی بالاتر تعیین گردید. در نتیجه استفاده از تکنولوژی پخت ماشینی می‌تواند به عنوان یک راهکار کنترلی مناسب مورد بررسی قرار گیرد. همچنین ارتباط نسبتاً بالای شاخص استرس حرارتی (WBGT) با شاخص فیزیولوژیک دمای زیرزبانی نشان‌دهنده مناسب بودن این شاخص در ارزیابی استرس گرمای محیطی در نانوایی‌ها می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: استرس گرمایی، استرین گرمایی، نانوایی سنتی و ماشینی، دمای زیرزبانی، شاخص WBGT

* نویسنده مسئول: آدرس پستی: همدان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی
تلفن: ۸۲٦۰٦٦۱ -۰۸۱۱، پست الکترونیکی: m.jalali@umsha.ac.ir

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

مقدمه

استرس گرمایی یکی از مهم‌ترین عوامل فیزیکی زیان‌آور در بسیاری از محیط‌های کاری در صنایع مختلف می‌باشد(٤-١). در محیط‌های با استرس گرمایی بالا، اثر گرمایی محیطی و گرمای متابولیکی ایجاد شده در نتیجه فعالیت فرد با یکدیگر ترکیب شده و می‌تواند باعث ذخیره گرما در بدن شده و متعاقب آن دمای عمقی بدن از حد طبیعی خود فراتر رفته و ایجاد اثرات فیزیولوژیکی و در نتیجه ایجاد تنش گرمایی (Heat strain) نماید(۵).

کنفرانس دولتی مهندسین بهداشت صنعتی آمریکا ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) استرس گرمایی را بار گرمایی ویژه‌ای که کارگر ممکن است با آن مواجهه پیدا نماید بیان نموده است. همچنین تنش گرمایی را به عنوان پاسخ فیزیولوژیکی بدن در نتیجه استرس گرمایی تعریف می‌نماید(٦).

بر اساس گزارش اداره آمار کار آمریکا در سال ۲۰۰٤ تخمین زده شده که حدود ١٤ میلیون کارگر در کارخانه‌های این کشور مشغول به کار هستند که در بخش‌های وسیعی از آن عوارض ناشی از گرما گزارش شده است که یک نمونه از آن مرگ ۱۸ نفر به علت شرایط گرمایی نامطلوب در یکی از این صنایع بود(۷). همچنین در مطالعه‌ای در ژاپن مشخص شد که از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱ به طور میانگین ۱۳/۸ کارگر ژاپنی در هر سال به علت عوارض مرتبط با گرما جان خود را از دست داده‌اند(۲). علاوه بر این در مطالعات دیگر نیز گرما به عنوان یک عامل مهم مرگ و میر افراد مورد بحث قرار گرفته است(۸).

مواجهه با استرس گرمایی در محیط کار می‌تواند باعث اثرات متعددی در افراد گردد. از جمله این اثرات می‌توان به شوک گرمایی، خستگی گرمایی، سنکوپ گرمایی، کرامپ گرمایی و کهیر گرمایی اشاره کرد که شوک گرمایی، خطرناک‌ترین بیماری ایجاد شده توسط گرما بوده و در موارد شدید می‌تواند منجر به مرگ گردد(۹،۱۰). مواجهه با گرمای بیش از حد باعث اثر مستقیم یا غیرمستقیم بر متابولیسم فرد، دمای بدن، ضربان قلب و فشار خون شده و موجب اختلال و بیماری و بالا رفتن میزان خطای کاری و بروز حوادث و همچنین می‌تواند باعث ایجاد اختلالات عصبی و روانی و کاهش بازده کاری در شاغلین گردد(۷،۹،۱۱).

شاخص‌های متعددی جهت ارزیابی محیط‌های گرم به منظور کنترل استرس گرمایی محیط کار ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به شاخص دمای ترگویسان WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) اشاره کرد. این شاخص ارتباط قابل قبولی را با واکنش‌های فیزیولوژیکی بدن در دماهای بالا نشان داده است(۱۰،۱۲). سازمان جهانی بهداشت WHO (World Health Organization)، سازمان استاندارد جهانی ISO (International Standard Organization)، و انستیتوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) نیز این شاخص را به عنوان شاخص ارزیابی استرس گرمایی محیط معرفی کرده و سازمان استاندارد جهانی (ISO) روش استاندارد اندازه‌گیری و ارزیابی آن را به شماره روش ISO 7243 معرفی نموده است. این شاخص ترکیبی از پارامترهای محیطی دمای گویسان (Tg)، دمای تر طبیعی (Tw) و دمای خشک (Ta) می‌باشد(۳،۱۳).

از جمله محیط‌هایی که دارای استرس گرمایی بالایی می‌باشد می‌توان به نانوایی‌ها اشاره نمود که این امر به ماهیت مشاغل آن مرتبط است(١٦-١٤). با توجه به گسترش جمعیت و نیاز روز افزون به افزایش کمی پخت نان، تعداد شاغلین در این حرفه روز به روز در کشور در حال افزایش می‌باشد. طبق اعلام مرکز پژوهش‌های غلات وزارت صنایع و معادن کشور در سال ۱۳۹۰، ٦٢٩٨٠ نانوایی در سطح کشور فعال بوده که تعداد بالایی از شاغلین در این نانوایی‌ها مشغول به فعالیت می‌باشند(۱۷).

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

در زمینه ارزیابی استرس گرمایی نانوایی‌ها مطالعاتی در سطح کشور انجام پذیرفته است. در مطالعه‌ای که توسط Golbabayi بر روی ۱۴۷ نانوایی در شهر تهران انجام پذیرفت مشخص گردید که میزان شاخص دمای تر گویسان (WBGT) برای نانگیر و شاطران بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد(۱۵). همچنین در مطالعه‌ای که توسط Hanani و همکاران در نانوایی‌های شهر کاشان انجام پذیرفت ۱۵۷ کارگر در ۱۰۰ نانوایی این شهر توسط شاخص WBGT مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت نتیجه‌گیری گردید که ۶۲٪ از افراد تحت مطالعه دارای استرس گرمایی می‌باشند و استرس گرمایی در نانوایی‌های سنتی به مراتب بالاتر از استرس گرمایی در نانوایی‌های با تکنولوژی پخت ماشینی می‌باشد(۱۶).

در زمینه ارزیابی شاخص‌های استرین در محیط‌های شغلی نیز مطالعاتی انجام شده است. از جمله این مطالعات می‌توان به تحقیقی که Wan در سال ۲۰۰۶ اشاره نمود که در این مطالعه شاخص‌های متعددی از قبیل دمای رکتال، دمای زیرزبانی، دمای تمپان، دمای دیسک، شاخص استرین فیزیولوژیکی، ضربان قلب و بازیابی ضربان قلب در دو نوع لباس مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین این شاخص‌ها در مرحله اول دمای تمپان و در مرحله بعد دمای زیرزبانی می‌توانند به عنوان بهترین شاخص‌های ارزیابی استرین گرمایی در محیط کار مورد استفاده قرار گیرند(۷). همچنین در مطالعه‌ای که توسط Alimohamadi و همکاران در پایانه‌های نفتی انجام گردید ارتباط معناداری میان شاخص WBGT با دمای زیرزبانی و دمای تمپان مشاهده گردید(۱۸). با توجه به آنچه گفته شد پایش و ارزیابی استرس‌های گرمایی وارده بر شاغلین و در نهایت طراحی اقدامات امری بدیهی بوده و می‌تواند باعث کاهش آسیب‌های وارده به افراد و در نهایت افزایش بهره‌وری گردد.

با توجه به ماهیت تجربی بودن شاخص WBGT تعیین مقدار آن در انواع مختلف محیط‌های گرم از جمله نانوایی‌ها و ارزیابی انطباق آن با شاخص‌های استرین فیزیولوژیک می‌تواند قابلیت اعتبار و تعمیم آن را بیش از پیش مشخص نماید. لذا در همین راستا و به علت عدم وجود اطلاعاتی از شرایط محیطی نانوایی‌های شهر اراک و استرین فیزیولوژیکی وارده به شاغلین در اثر گرما، هدف از این مطالعه ارزیابی استرس گرمایی نانوایی‌های با پخت تنوری و ماشینی دستی این شهر و ارتباط آن با پارامتر فیزیولوژیکی دمای زیرزبانی بود.

روش بررسی

این مطالعه به روش توصیفی تحلیلی و به صورت مقطعی در گرم‌ترین روزهای تابستان ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. به طور کلی ۲۰۰ نانوایی در شهر اراک فعالیت داشتند که تقریباً یک سوم از آنها را نانوایی‌های با پخت تنوری و دو سوم دیگر را نانوایی‌های با پخت ماشینی تشکیل می‌داد. بر این اساس ۶۳ نانوایی به صورت تصادفی طبقه‌ای متناسب با حجم طبقات انتخاب و مطالعه روی آنها انجام پذیرفت که ۴۲ نانوایی ماشین دستی و ۲۱ نانوایی تنوری را شامل گردید. در هر نانوایی یک شاطر و یک نانگیر مورد بررسی قرار گرفتند که در مجموع ۱۲۶ نفر (۶۳ شاطر و ۶۳ نانگیر) در نانوایی‌هایی با دو نوع تکنولوژی پخت (تنوری و ماشینی دستی) مورد مطالعه قرار گرفتند که از مجموع آنها ۸۴ نفر در نانوایی‌های ماشینی دستی و ۴۲ نفر در نانوایی‌های تنوری به کار اشتغال داشتند.

در ابتدا پرسشنامه‌ای تنظیم و مواردی مثل سن، سابقه کار، قد، وزن و نوع لباس (برای تعیین میزان کلوی آن) برای هر یک از افراد به صورت مصاحبه حضوری ثبت گردید. کلوی لباس نیز با استفاده از جداول ارائه شده در استاندارد ISO 9920: 2007 (E) محاسبه و ثبت گردید(۱۹).

در مرحله بعد ارزیابی استرس گرمایی در ایستگاه‌های کاری شاطر و نانگیر که گرم‌ترین نقاط نانوایی‌ها می‌باشد انجام گرفت. برای این منظور از شاخص دمای ترگویسان

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

(WBGT) و مطابق با استاندارد شماره ISO -7243 استفاده شد(۲۰).

برای اندازه‌گیری این شاخص از دستگاه سنجش WBGT دیجیتالی مدل Casella استفاده گردید و با توجه به روش کار ارائه شده توسط این استاندارد، اندازه‌گیری‌ها در سه ارتفاع سر (۱/۷ متر)، تنه (۱/۱ متر) و قوزک پا (۰/۱ متر) انجام گرفته و میانگین آنها تعیین گردید. علاوه بر این با توجه به اندازه‌گیری مقادیر دمایی در زمان‌های مختلف نوبت کاری با استفاده از رابطه ۱ میانگین وزنی زمانی شاخص WBGT محاسبه گردید.

رابطه (۱)

$$WBGT_TWA=\frac{(WBGT1\times T1)+(WBGT2\times T2)+..+(WBGTn\times Tn)}{T1+T2+\cdots+Tn}$$

برای تعیین مقادیر مجاز شاخص WBGT محیط، متابولیسم کاری افراد با استفاده از جداول استاندارد ISO-8996 تعیین گردید تا بر اساس آن در مورد میزان استرس حرارتی قضاوت گردد(۲۱). مدت زمان نوبت کاری افراد نیز به صورت ۸ ساعته در نظر گرفته شد و با الگوی ۷۵٪ کار– ۲۵٪ استراحت بود که در تعیین متابولیسم شغلی لحاظ گردید.

جهت در نظر گرفتن معیار سازش یافتگی افراد با گرما برای ورود افراد به مطالعه، کسانی که سابقه کار آنها بالاتر از ۳ ماه بود وارد مطالعه شدند. استرین گرمایی در این مطالعه با استفاده از شاخص دمای زیرزبانی و مطابق با روش ارائه شده در ISO 9886-2003 اندازه‌گیری و داده‌ها برای تک تک افراد مورد مطالعه ثبت شد(۲۲). برای اندازه‌گیری این شاخص از دماسنج زیرزبانی الکترونیکی مدل Bliss ساخت کشور چین استفاده شد.

به منظور رعایت بهداشت فردی افراد، بعد از هر اندازه‌گیری، دماسنج برای استفاده مجدد توسط الکل ضدعفونی می‌گردید. به منظور جلوگیری از خطا در اندزه‌گیری دمای زیرزبانی، به افراد آموزش داده شد که تا نیم ساعت قبل از اندازه‌گیری‌ها از خوردن، آشامیدن و کشیدن سیگار اجتناب نمایند. اندازه‌گیری‌ها برای هر نفر سه بار تکرار و میانگین آنها به عنوان دمای زیرزبانی ثبت گردید. طبقه‌بندی افراد در سطوح مجاز و غیرمجاز میزان مواجهه با گرما و در نتیجه میزان استرین وارده بر آنها بر اساس توصیه سازمان ACGIH بر مبنای شاخص WBGT و دمای زیرزبانی انجام پذیرفت. در این راستا حدود مجاز شاخص WBGT با احتساب متابولیسم کاری، سازش‌یافتگی، میزان کلوی لباس و مدت زمان شیفت کار برای هر شغل به صورت جداگانه محاسبه و ثبت شد.

از لحاظ میزان استرین نیز معیار قرارگیری افراد در دو سطح قابل قبول و غیرقابل‌قبول برای دمای عمقی،۳۸/۵°c توصیه شده است. بدین صورت که افراد دارای دمای زیرزبانی ۳۸/۵°c و کمتر در طبقه قابل‌قبول و افراد دارای دمای زیرزبانی بالاتر از ۳۸/۵°c در طبقه غیرقابل‌قبول قرار گرفتند(۲۳). داده‌های مطالعه با توجه به اهداف مطالعه جمع‌آوری و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 16 و آزمون‌های آماری T-test، کای دو و رگرسیون خطی مورد تحلیل قرار گرفت. تمامی آزمون‌ها در سطح معناداری ۵٪ =α انجام گرفت.

یافته‌ها

خصوصیات افراد مورد بررسی به تفکیک شغل و تکنولوژی پخت نان در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به آزمون آماری اختلاف معناداری بین سن و شاخص توده بدنی به عنوان عوامل اثرگذار بر دمای عمقی در شاغلین دو نوع نانوایی با تکنولوژی پخت ماشینی دستی و تنوری مشاهده نگردید(P>۰/۰۵). در جدول ۲ مقادیر پارامترهای محیطی و شاخص استرس حرارتی و همچنین شرایط استرین حرارتی فیزیولوژیکی ثبت شده بر مبنای دمای زیرزبانی در کلیه افراد مورد مطالعه، به تفکیک نوع تکنولوژی پخت نانوایی‌ها ارائه شده است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

جدول ۱- خصوصیات دموگرافیگی افراد مورد مطالعه و مقایسه متغیرهای سن و شاخص توده بدنی به تفکیک شغل و تکنولوژی پخت نان

گروه	تکنولوژی پخت		تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	Pvalue
نانگیر	ماشینی دستی	سن	۴۲	۲۸/۵	۱۲	۱۴	۷۱	۰/۱۴۹
	تنوری		۲۱	۳۷	۹/۶	۲۲	۶۸	
	ماشینی دستی	وزن	۴۲	۷۰/۵	۱۰/۴	۴۸	۹۲	
	تنوری		۲۱	۶۸	۸/۱	۵۲	۹۰	
	ماشینی دستی	قد	۴۲	۱۷۵	۶/۸	۱۵۰	۱۸۵	
	تنوری		۲۱	۱۷۵	۶/۸	۱۶۵	۱۹۰	
	ماشینی دستی	BMI	۴۲	۲۳/۳	۳/۱	۱۶/۶	۲۹	۰/۵۳۵
	تنوری		۲۱	۲۲/۵	۲/۸	۱۷	۲۷/۸	
شاطر	ماشینی دستی	سن	۴۲	۳۶	۷/۰۴	۱۹	۵۲	۰/۳۳۵
	تنوری		۲۱	۳۵	۸/۱	۲۵	۶۱	
	ماشینی دستی	وزن	۴۲	۷۵/۵	۱۰/۲	۵۸	۹۵	
	تنوری		۲۱	۷۳	۸/۵	۵۷	۹۵	
	ماشینی دستی	قد	۴۲	۱۷۵/۷	۶/۱	۱۶۰	۱۹۰	
	تنوری		۲۱	۱۷۵/۲	۷/۵	۱۶۰	۱۹۵	
	ماشینی دستی	BMI	۲۱	۲۳/۳	۲/۲	۱۹/۱	۲۷/۸	۰/۳۷
	تنوری		۴۲	۲۴/۵	۳	۱۹/۳	۳۰/۱	

جدول ۲- وضعیت‌های محیطی و فیزیولوژیکی ثبت شده در شاغلین مورد بررسی و مقایسه متغیرهای شاخص دمای تر گویسان و دمای زیرزبانی با توجه به تکنولوژی پخت

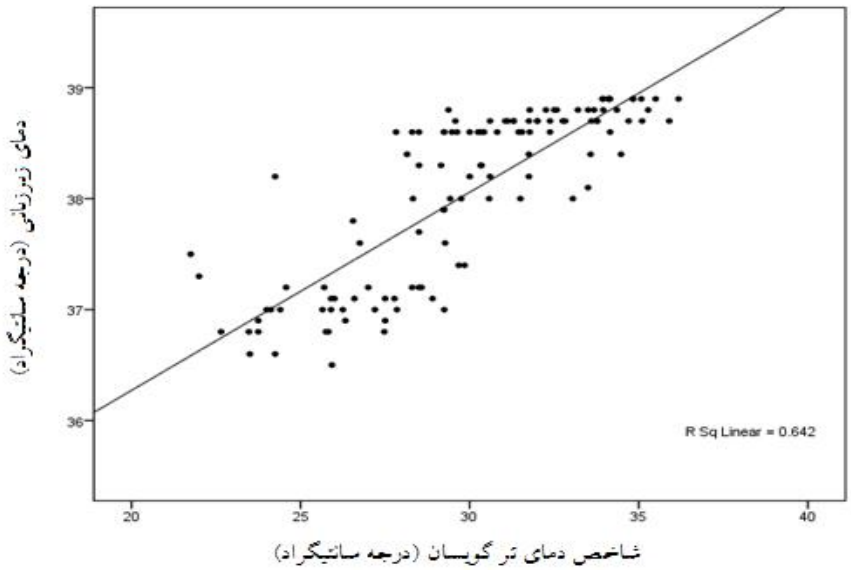
گروه	پارامتر اندازه‌گیری‌شده	تکنولوژی پخت	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	P-value
مجموع دو شغل	دمای خشک	ماشینی دستی	۸۴	۳۳/۶	۳/۱	۲۳/۳	۳۶	-
		تنوری	۴۲	۳۷/۷	۴	۲۹	۳۹/۵	
	دمای تر	ماشینی دستی	۸۴	۲۳/۲	۲/۸	۱۶/۹	۲۹	-
		تنوری	۴۲	۲۶	۲/۶	۲۲	۳۰/۷	
	دمای گویسان	ماشینی دستی	۸۴	۴۲/۵	۷/۸	۳۰/۴	۴۶	-
		تنوری	۴۲	۴۴/۵	۷/۲	۳۹	۴۸	
	شاخص دمای ترگویسان	ماشینی دستی	۸۴	۲۸/۹	۳/۹	۲۳/۴	۳۴/۳	P<۰/۰۰۱
		تنوری	۴۲	۳۱/۵	۲/۲۵	۲۷	۳۵/۳	
	دمای زیرزبانی	ماشینی دستی	۸۴	۳۷/۸	۰/۹	۳۶/۴	۳۸/۸	P<۰/۰۰۱
		تنوری	۴۲	۳۸/۳	۰/۴	۳۷	۳۸/۹	

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

اختلاف میانگین شاخص دمای تر گویسان در نانوایی‌های تنوری معادل ۳۱/۵°c با میانگین این شاخص در نانوایی‌های ماشینی دستی معادل ۲۸/۹°c با توجه به آزمون آماری T-test معنادار بود(P<۰/۰۰۱). همچنین اندازه‌گیری دمای زیرزبانی در افراد مورد بررسی نشان داد که میانگین این شاخص در شاغلین نانوایی‌های با پخت تنوری و ماشینی دستی به ترتیب برابر با ۳۸/۳ و ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد است که این اختلاف از لحاظ آماری معنادار بود(P<۰/۰۰۱).

نتایج توصیفی نشان داد در ۷۶٪ از ایستگاه‌های کاری شاغلین مورد بررسی، مقدار شاخص WBGT با لحاظ متابولیسم کاری و میزان کلوی لباس، از حد مجاز کشوری برای افراد سازش یافته تجاوز نموده است. همچنین دمای زیر زبانی نیز در بیش از ۴۸٪ از افراد مورد بررسی از حد توصیه شده توسط سازمان ACGIH برای افراد سازش یافته تجاوز نموده است.

علاوه بر این نتایج نشان داد بر مبنای آزمون رگرسیون خطی ارتباط معناداری با ضریب تعیین (R^2) معادل ۰/۶۴۲ بین مقادیر شاخص WBGT و شاخص فیزیولوژیکی دمای زیرزبانی وجود دارد (P<۰/۰۰۱). نمودار پراکنش بین مقادیر شاخص WBGT و شاخص فیزیولوژیکی دمای زیرزبانی در نانوایی‌های مورد مطالعه در شکل ۱ ارئه شده است.



شکل ۱- نمودار پراکنش شاخص دمای تر گویسان و پارامتر فیزیولوژیکی دمای زیرزبانی (°C)

بحث

این مطالعه با هدف بررسی ارتباط استرس حرارتی موجود در محیط و استرین فیزیولوژیکی حاصل از آن در نانوایی‌های شهر اراک صورت پذیرفت.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان استرس حرارتی و استرین ناشی از آن در نانوایی‌های با پخت تنوری به طور قابل‌ملاحظه‌ای بالاتر از نانوایی‌های ماشینی دستی می‌باشد. میانگین شاخص دمای ترگویسان در نانوایی‌های تنوری بالاتر از میانگین این شاخص در نانوایی‌های ماشینی دستی به دست آمد که علت این امر می‌توان ناشی از قرار گرفتن کارگران در معرض گرمای تابشی مستقیم ناشی از شعله نانوایی‌های با پخت تنوری نسبت به نانوایی‌های ماشینی دستی دانست.

همچنین فاصله افراد شاغل تا شعله در نانوایی‌های تنوری به مراتب کمتر از نانوایی‌های ماشینی دستی بوده و این امر خود می‌تواند باعث افزایش استرس حرارتی وارده به شاغلین گردد که نتایج مقادیر دمای تابشی

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

اندازه‌گیری شده در دو نوع نانوایی‌ها تاییدکننده این موضوع می‌باشد.

نتایج این مطالعه منطبق با مطالعه Hanani و همکاران می‌باشد. در آن مطالعه میزان شاخص دمای تر گویسان در نانوایی‌های سنتی بالاتر از نانوایی‌های ماشینی به دست آمد(١٦). همچنین در مطالعه‌ای که توسط Ghajar در سطح نانوایی‌های شهر ساری و توسط Sarayi و همکاران در سطح نانوایی‌های شهر قزوین انجام پذیرفت، میزان استرس حرارتی بر مبنای شاخص دمای تر گویسان (WBGT) با توجه به نوع و تکنولوژی پخت متفاوت به دست آمده بود و در نانوایی‌های سنتی بالاتر از نانوایی‌های ماشینی گزارش شده بود(١٤،٢٤).

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد در ٧٦٪ از ایستگاه‌های کاری مقدار شاخص WBGT، از حد مجاز کشوری برای افراد سازش‌یافته تجاوز نموده بود. در دیگر مطالعات انجام پذیرفته در سطح نانوایی‌ها نیز نتایجی مشابه با این مطالعه به دست آمده بود و در حداقل ٥٠٪ از ایستگاه‌های مورد بررسی، استرس گرمایی بیش از حد مجاز توصیه شده گزارش شده بود(١٤،١٧،٢٤).

در این مطالعه به منظور بررسی دمای عمقی بدن، از شاخص فیزیولوژیکی دمای زیرزبانی استفاده گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری این شاخص نشان داد که دمای زیرزبانی در شاغلین نانوایی‌های تنوری بالاتر از نانوایی‌های ماشینی دستی می‌باشد($P<0/001$). دلیل این امر را نیز می‌توان به بالاتر بودن استرس حرارتی در نانوایی‌های تنوری نسبت به نانوایی‌های ماشینی دستی نسبت داد. زیرا با افزایش استرس حرارتی محیط، گرمای محیطی و گرمای متابولیکی ایجاد شده در نتیجه فعالیت فرد با یکدیگر ترکیب شده و می‌تواند باعث ذخیره گرما در بدن و متعاقب آن افزایش دمای عمقی بدن گردد(٥).

نتایج حاصل از آزمون آماری نشان داد ارتباط معناداری میان شاخص دمای تر گویسان با شاخص دمای زیرزبانی در کارگران شاغل در نانوایی‌ها وجود دارد. در مطالعه Alimohamadi و همکاران نیز میزان ضریب تعیین بین دمای زیرزبانی و شاخص WBGT برابر با ٠/٥٣٦ در یک پایانه نفتی به دست آمده بود(١٨). همچنین نتایج مطالعه حاضر تا حدودی نیز منطبق با مطالعه Golbabayi و همکاران بود که ارتباط بین شاخص WBGT با شاخص دمای عمقی بدن با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون (r) را معادل ٠/٧١ (در شاغلین یک صنعت پتروشیمی) گزارش کرد(٢٥).

بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که شاخص WBGT تا حدودی ارتباط قابل قبولی با دمای عمقی بدن در محیط‌های نانوایی دارد و در نتیجه ممکن است بتوان از آن به عنوان یک شاخص معتبر تجربی در ارزیابی استرس گرمایی محیط‌های شغلی با شرایط حرارتی مشابه با نانوایی‌ها نیز استفاده نمود.

در نانوایی‌های سطح شهر اراک، به ویژه نانوایی‌های سنتی استرس حرارتی بالا و نگران‌کننده بود و در بعضی موارد باعث افزایش دمای عمقی بدن به بالاتر از حدود مجاز توصیه شده گردیده است. بدین جهت تاکید شد که می‌بایست تمهیدات لازم بهداشتی و پیشگیرانه با توجه به نوع تکنولوژی پخت نان از جهت کاهش مواجهه کارگران با گرمای تابشی درنظر گرفته شود.

تمایز مطالعه حاضر نسبت به دیگر مطالعات انجام پذیرفته در سطح نانوایی‌های کشور اندازه‌گیری پارامتر فیزیولوژیکی دمای زیرزبانی می‌باشد. در مطالعات انجام شده قبلی فقط استرس حرارتی محیط مورد ارزیابی قرار گرفته بود. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم بررسی برخی بیماری‌ها در افراد مورد بررسی، سابقه قبلی ابتلاء به بیماری‌های ناشی از گرما و استفاده از برخی داروها توسط افراد مورد مطالعه اشاره نمود. زیرا موارد ذکر شده می‌تواند تا حدودی بر دمای عمقی بدن تاثیرگذار باشد. از آنجایی که افزایش دمای عمقی بدن باعث اثرات سوء بر عملکرد و بهره‌وری افراد در محیط‌های شغلی می‌گردد(٣،٩)، توصیه می‌شود هر چه سریع‌تر تغییراتی در فرآیند تولید نان و مکانیزه کردن این فرآیند به منظور کاهش استرس حرارتی صورت پذیرد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

نتیجه‌گیری

استرس حرارتی و تنش حرارتی ناشی از آن در شاغلین نانوایی‌های با پخت تنوری نسبت به پخت ماشینی دستی بالاتر تعیین گردید. در نتیجه استفاده از تکنولوژی پخت ماشینی می‌تواند به عنوان یک راهکار کنترلی مناسب مورد بررسی قرار گیرد. همچنین ارتباط نسبتاً بالای شاخص استرس حرارتی (WBGT) با شاخص فیزیولوژیک دمای زیرزبانی نشان‌دهنده مناسب بودن این شاخص در ارزیابی استرس گرمای محیطی در نانوایی‌ها می‌باشد و ممکن است بتوان از آن به عنوان یک شاخص تجربی در ارزیابی استرس گرمایی محیط‌های شغلی با شرایط حرارتی مشابه با نانوایی‌ها نیز استفاده نمود.

تقدیر و تشکر

محققین از مدیریت محترم شورای آرد و نان شهر اراک به دلیل صدور مجوز جهت انجام این مطالعه و همچنین شاغلین زحمتکش نانوایی‌های مورد بررسی به علت مشارکت و همکاری مناسب در طی انجام این مطالعه تشکر صمیمانه خود را ابراز می‌نمایند.

منابع

1. Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. Industrial Health. 2006; 44(3): 388-98
2. Inaba R, Mirbod SM. Comparison of subjective symptoms and hot prevention measures in summer between traffic control workers and construction workers in Japan. Industrial Health. 2007; 45(1): 91-9
3. Moran DS, Epstein Y. Evaluation of the environmental stress index (ESI) for hot/dry and hot/wet climates. Industrial Health. 2006; 44(3): 399-403
4. Tanaka M. Heat stress standard for hot work environments in Japan. Industrial Health. 2007; 45(1): 85-90
5. Schneider J, Dip G. Identification and management of thermal stress and strain. Queensland Mining Industry Health and Safety; 1999; Central Queensland University.
6. Varley F. A study of heat stress exposures and interventions for mine rescue workers. Transactions. 2004: 316
7. Wan m. Assessment of occupational heat strain [PhD thesis]. USA: University of South Florida 2006.
8. SariKovats R, Hajat S. Heat stress and public health: a critical review. Annu Rev Public Health. 2008; 29: 41-55
9. Brake D. Fluid consumption, sweat rates and hydration status of thermally-stressed underground miners and the implications for heat illness and shortened shifts. Proc 2001 Qld Mining Ind Occ Health and Safety Conf. Townsville, 2001. Qld Mining Council, Brisban.
10. OSHA. Heat Stress Guide, Minnesota Department of Labor and Industry ,Occupational Safety and Health Division; 2009: 2-3
11. Brake D, Bates G. Fluid losses and hydration status of industrial workers under thermal stress working extended shifts. Occupational and Environmental Medicine, 2003; 60(2): 90-6
12. Claassen N, Kok R. The accuracy of WBGT heat stress index at low and high humidity levels, 2007; 25(5): 20-5
13. Parsons K. Heat stress standard ISO 7243 and its global application. Industrial Health, 2006; 44(3): 368-79

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

14. Ghajar-Kohestani M, ediors. Assessment of heat stress index WBGT in the bakeries in sari city. 4th Congress of Occupational Health. 2005. Hamedan University of Medical Sciences, Iran. [Persian].
15. Golbabayi F. Seasonal changes in vital signs bakery workers of Tehran [MSc thesis]. Tehran: University of Medical Sciences; 1985.[Persian]
16. Hanani M, Motalebi-Kashani M, Mossavi G, Bahrami A. Assessmant of heat stress enviroment in the workers bakery, Feyz. 2005;8: 25-9.[Persian]
17. Daneshvar S. Comparison of the number bakeries Iran in 2009-2011. In: Grains Research Center, editor. Tehran-Iran: Ministry of Industry, Mine and Trade; 2011: 67-8
18. Alimohamadi I, Falahati M, Farshad A, Zokaie M, Sardar A. Evaluation and validation of heat stress indices in iranian oil terminals. International Journal of Occupational Hygiene. 2012; 4: 21-5.
19. ISO 9920:2007(E). Ergonomics of the thermal environment. Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. 2ed. Switzerland: International Standards Organization; 2007: 10-30
20. ISO 7243. Hot Environments- Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (Wet Bulb Globe Temperature). Geneva: International Standards Organization; 2003: 5-38
21. ISO 8996. Ergonomics of the thermal environment-Determination of metabolic heat production 2ed. Belgium: International Standard Organization; 2004: 8-15
22. ISO 9886. Ergonomics-evaluation of thermals strain by physiological measurement. 2ed. Switzerland: international standard organization; 2004: 12-28
23. ACGIH TLV. Threshold limit values for chemical substances and physical agents biological exposure indices. USA: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2010: 200-19
24. Sarayi J, Njafi B, Zaroshani V, Safari variani A. Assessment of heat stress by WBGT index in the bakery-gahzvin city. Edrak Journal. 2012; 7(26): 37-44 .[Persian]
25. Golbabayi F, Monazam esmailpour MR, Hematjou R, Nassiri P, Pouryaghob GH, Hoseyni M. Comparing the Heat Stress (DI, WBGT, SW) Indices and the Men Physiological Parameters in Hot and Humid Environment. Iranian Journal of Health and Environment. 2012; 5(1): 245-52.[Persian]

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]