Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 6, Issue 1, Spring 2019, Pages: 63-70

Original Article

doi: 10.52547/johe.6.1.63

The Relationship between Heat Stress Indicators and Human Productivity in a Hospital

Zohreh Mohebian[1,*], Hossein Jadidi[2]

[1] *MSc, Department of Occupational Hygiene Engineering, Iranshahr University of Medical Sciences, Iranshahr, Iran*
[2] *MSc, Student Research Committee, Department of Biostatistics, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*

**** Corresponding Author:** Zohreh Mohebian, Department of Occupational Hygiene Engineering, Iranshahr University of Medical Sciences, Iranshahr, Iran. Email: zohreh.mohebian@gmail.com*

Received: 03/02/2019
Accepted: 30/04/2019

How to Cite this Article:
Mohebian Z, Jadidi H. The Relationship between Heat Stress Indicators and Human Productivity in a Hospital. *J Occup Hyg Eng.* 2019; 6(1): 63-70. DOI: 10.52547/johe.6.1.63

Abstract

Background and Objective: Heat stress is one of the major occupational problems in Iranshahr, Iran, which has led to adverse effects on the health and productivity of individuals. This study aimed to examine this problem and its effects in different departments of Iran Hospitals in Iranshahr.

Materials and Methods: This cross-sectional study was performed from 9 am. to 12 pm on 118 employees working at different departments of a hospital. Wet-bulb globe temperature (WBGT) and discomfort index (DI) were used to measure heat stress and thermal discomfort. Moreover, to assess human resource productivity, a 26-item scale of human productivity developed by Hersey and Goldsmith was utilized in this study. In addition, the relationship between WBGT and DI indices with human productivity and its micro-scale components was investigated using Pearson correlation coefficient.

Results: The results showed that at 9 am. the highest mean values regarding WBGT and DI indices were allocated to installation powerhouse 1 and generator 2 units, respectively. Additionally, pharmacy and administrative units obtained the lowest values in terms of the mentioned indices. At 12 pm, the highest mean values regarding WBGT and DI indices were allocated to powerhouse 2 and generator 2 units, respectively. At the same time, neonatal intensive care unit and the pharmacy obtained the lowest values of these indices, respectively. Furthermore, the results of the Pearson correlation coefficient showed a reverse and significant relationship between WBGT and DI indices with human productivity ($P<0.05$).

Conclusion: Based on the results of this study, the higher rate of heat stress in this hospital reduced the levels of human productivity and efficiency. Therefore, it is essential to design and repair the ventilation systems in this hospital to provide suitable thermal conditions in accordance with international standards which lead to the heat stress reduction and human productivity and efficiency increase.

Keywords: Heat Stress; Hospital; Productivity; Thermal Discomfort

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]

Copyright © 2019 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.6.1.63

بررسی ارتباط بین شاخص‌های استرس حرارتی (WBGT و DI) با بهره‌وری نیروی انسانی در یک بیمارستان

زهره محبیان[1،*]، حسین جدیدی[2]

[1] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی ایرانشهر، ایرانشهر، ایران

[2] کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

* **نویسنده مسئول:** زهره محبیان، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی ایرانشهر، ایرانشهر، ایران. ایمیل: zohreh.mohebian@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۱۰

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: استرس گرمایی یک مشکل عمده شغلی در شهرستان ایرانشهر است که می‌تواند اثرات نامطلوبی را بر سلامت افراد و بهره‌وری آن‌ها بر جای بگذارد. در این ارتباط، پژوهش حاضر با هدف بررسی این مشکل و تأثیرات آن در بخش‌های مختلف بیمارستان ایران شهرستان ایرانشهر انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه مقطعی- تحلیلی حاضر در بازه زمانی نه صبح و ۱۲ ظهر در ارتباط با ۱۱۸ نفر از کارکنان بخش‌های مختلف یک بیمارستان انجام شد. به‌منظور بررسی تنش گرمایی و ناراحتی حرارتی از دو شاخص WBGT (Wet-bulb Globe Temperature) و DI (Discomfort Index) استفاده گردید. همچنین برای بررسی وضعیت بهره‌وری نیروی انسانی از مقیاس ۲۶ سؤالی بهره‌وری نیروی انسانی Hersey و Goldsmith بهره گرفته شد. ارتباط شاخص‌های دمای تر گویسان و ناراحتی حرارتی با بهره‌وری و ریزمقیاس‌های تشکیل‌دهنده آن نیز توسط آزمون ضریب همبستگی Pearson بررسی گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که در ساعت نه صبح بیشترین میانگین مقادیر شاخص‌های WBGT و DI به‌ترتیب به واحد تأسیسات واحد موتورخانه ۱ و ژنراتور ۲ اختصاص داشت و کمترین مقادیر این شاخص‌ها از آن واحد داروخانه و اداری بود. همچنین در ساعت ۱۲ ظهر بیشترین مقدار این شاخص‌ها به‌ترتیب مربوط به واحد تأسیسات بخش‌های موتورخانه ۲ و ژنراتور ۲ بود. در همین ساعت کمترین مقادیر شاخص‌های مذکور به‌ترتیب برای بخش NICU (Neonatal Intensive Care Unit) و داروخانه به‌دست آمد. از سوی دیگر، نتایج حاصل از ضریب همبستگی Pearson نشان دادند که شاخص‌های WBGT و DI رابطه معکوس و معناداری با بهره‌وری نیروی انسانی دارند ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان دادند که میزان استرس حرارتی در بیمارستان مذکور بالا بوده و به تبع آن بهره‌وری و کارایی افراد در سطح پایینی قرار دارد؛ از این رو به‌منظور تأمین شرایط حرارتی مناسب و مطابق با استانداردهای بین‌المللی در جهت کاهش استرس حرارتی و افزایش بهره‌وری و کارایی کارکنان، این بیمارستان نیازمند طراحی صحیح و اصلاح سیستم تهویه می‌باشد.

واژگان کلیدی: بهره‌وری؛ بیمارستان؛ تنش گرمایی؛ ناراحتی حرارتی

مقدمه

شرایط دمایی محیط کار از جمله عوامل فیزیکی مهم و تأثیرگذار بر عملکرد روانی [۱] و جسمانی افراد شامل: سلامتی، راحتی، روحیه و انگیزه، بهره‌وری و تندرستی افراد شاغل در محیط‌های مسکونی، صنعتی، اداری، مدارس و دیگر محیط‌های اجتماعی می‌باشد [۲]. تغییرات دمایی ممکن است اثرات عمیقی بر بهره‌وری نیروی کار داشته باشد؛ اگرچه مطالعات اندکی هزینه‌های اقتصادی آن را برآورد کرده‌اند [۳]. تنش گرمایی عبارت است از وضعیتی که حرارت ورودی بدن انسان به همراه گرمای تولیدشده در بدن بیش از گرمایی باشد که از بدن به محیط اطراف منتقل می‌شود [۴].

استرس گرمایی بیش از حد نه‌تنها بر فرد تأثیر می‌گذارد، بلکه بر بهره‌وری، عملکرد شغلی و حتی وضعیت اقتصادی اثرگذار است [۵،۶]. مواجهه با گرما منجر به افزایش خستگی، تخریب قدرت تشخیص و اختلال در حافظه کوتاه‌مدت و

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]

بلندمدت می‌شود [۷]. نمونه‌هایی از اثرات منفی گرما عبارت هستند از: افزایش تعداد تصادفات به دلیل افزایش خطا، افزایش خستگی و تضعیف قدرت تصمیم‌گیری به دلیل اختلال در ادراک افراد [۸-۱۰] و افزایش هورمون استرس که بر عملکرد شناختی و کیفیت تصمیم‌گیری اثرگذار می‌باشد [۱۱،۱۲]. براساس آخرین گزارش مجمع بین‌المللی تغییرات اقلیمی (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) [۱۳]، اتفاق نظری قوی در رابطه با این موضوع وجود دارد که بهره‌وری نیروی کار به دلیل افزایش دمای تر گویسان (WBGT) کاهش می‌یابد که این موضوع با استرس گرمایی همراه بوده و نیازمند توقف کار می‌باشد [۱۴،۱۵]. با توجه به ارزیابی کاهش بهره‌وری براساس مدل‌های فیزیولوژیکی مواجهه با گرما، Zander و همکاران تخمین زده‌اند که تا پایان قرن ۲۱، در مناطق گرم جهان (به‌عنوان مثال کارائیب و آسیا) بهره‌وری ممکن است ۱۱ تا ۲۷ درصد کاهش یابد [۱۶].

تعداد شاخص‌های استرس گرمایی که توسط محققان برای ارزیابی استرس گرمایی ارائه شده‌اند به بیش از ۴۵ شاخص می‌رسد [۱۷]. WBGT یکی از شاخص‌های تجربی مستقیم، معتبر و استانداردی است که مقبولیت و کاربرد وسیعی در سراسر دنیا دارد. این شاخص توسط Minard و Yaglue در سال ۱۹۵۷ معرفی گردید و در سال ۱۹۸۹ با استاندارد ISO7243 پذیرفته شد و روابط جداگانه‌ای را برای محیط‌های روباز و سرپوشیده ارائه داد [۱۸،۱۹].

عملکرد فیزیولوژیکی و سلامتی انسان، ظرفیت کاری و بهره‌وری با قرارگرفتن در معرض گرمای بیش از حد آسیب می‌بینند [۲۰،۲۱]. مواجهه با گرمای بیش از حد از شایع‌ترین خطرات شغلی است که منجر به بیماری‌های مختلفی از جمله گرفتگی‌های عضلانی و مرگ می‌شود. مواجهه با گرما و رطوبت شدید یا طولانی مدت می‌تواند اشتیاق و تمرکز کارگران برای کار را کاهش دهد، تحریک‌پذیری آن‌ها را افزایش بخشد و به بیماری‌های مرتبط با گرما منجر شود [۲۲]. در این زمینه، نتایج مطالعه Wen و همکاران نشان دادند که استرس گرمایی، بهره‌وری نیروی کار را کاهش می‌دهد. همچنین باعث افزایش ۳۳ درصدی زمان انجام کار به ازای افزایش ۱ درجه سانتی‌گراد در WBGT می‌شود [۲۲]. شرایط آسایش حرارتی نامناسب در یک ساختمان موجب کاهش کارایی و احتمال افزایش خطاهای کارکنان می‌شود. تنظیم مناسب پارامترهای آسایش حرارتی می‌تواند محیط مناسبی را برای کارکنان فراهم نماید. علاوه‌براین، بررسی آسایش حرارتی می‌تواند به استفاده مطلوب از سیستم‌های گرمایشی و خنک‌کننده و نیز شناسایی عوامل ایجادکننده مشکلات حرارتی در ساختمان‌ها کمک کند [۲۳]. در یک مطالعه میدانی، Grimm و Wagner ارتباط بین بهره‌وری و دمای محیطی را با ترکیب دمای هوا و رطوبت نسبی بررسی نمودند. نتایج نشان دادند که رطوبت می‌تواند عامل مهمی در هر دو دمای بالا و پایین باشد. در این پژوهش بیان گردید که کیفیت کار در دمای نسبتاً بالا می‌تواند کاهش یابد [۲۴]. گل‌بابایی و همکاران نیز در مطالعه‌ای با هدف مقایسه شاخص‌های استرس حرارتی (WBGT، DI و SWreq (required sweat rate)) در محیط‌های کاری گرم و مرطوب به این نتیجه رسیدند که ارتباط معناداری بین شاخص‌های مذکور وجود دارد [۲۵].

با وجود اینکه توجه ویژه به رعایت اصل بهره‌وری در بیمارستان‌ها با توجه به روند رو به رشد هزینه‌های ارائه خدمات و مراقبت‌های بهداشتی و درمانی یک ضرورت مطلق می‌باشد، متأسفانه بی‌توجهی به برخی از عوامل مانع ارتقا و رشد بهره‌وری در این واحدها شده و اداره امور بیمارستان‌ها را با مشکلات متعددی مواجه ساخته است. در این ارتباط شناخت این موانع، برنامه‌ریزی برای رفع آن‌ها و ایجاد زمینه لازم برای رشد بهره‌وری نیازی اساسی می‌باشد [۲۶].

از آنجایی که فعالیت‌های بیمارستانی از جمله فعالیت‌های پرانرژی و وقت‌گیر هستند، تنش گرمایی می‌تواند به‌طور جدی بر بهره‌وری کارکنان شاغل در این محیط‌ها تأثیر بگذارد و سلامت و ایمنی آن‌ها را تهدید کند. انجام مطالعات تحقیقاتی در ارتباط با آسایش حرارتی و تنش گرمایی در بیمارستان‌ها می‌تواند در راستای یافتن راه‌حل‌هایی به‌منظور بهبود شرایط حرارتی مختلف مورد نیاز کارمندان بخش‌های مختلف در بیمارستان‌ها مفید بوده و نقش به‌سزایی در رویکرد بهره‌وری‌گرایانه مدیران بیمارستان‌ها داشته باشد [۲۷]. با توجه به موارد بیان‌شده و اهمیت موضوع، مطالعه حاضر با هدف تعیین اثرات تنش گرمایی (شاخص WBGT) و ناراحتی حرارتی (شاخص DI) بر بهره‌وری و شناسایی عوامل اثرگذار بر کاهش بهره‌وری صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش توصیفی- تحلیلی حاضر که از نوع مطالعات مقطعی می‌باشد، در ارتباط با ۱۱۸ نفر از کارکنان بخش‌های مختلف بیمارستان ایران شهرستان ایرانشهر شامل: آشپزخانه، رختشورخانه، استریلیزاسیون، تأسیسات، واحدهای اداری، داروخانه، انبارهای لوازم و دارو، ایستگاه‌های پرستاری اتاق عمل، نوزادان، اطفال و زنان صورت گرفت. ابتدا اطلاعات دموگرافیک افراد جمع‌آوری شد و به‌منظور کنترل سلامت افراد مورد مطالعه، پیش از انجام پژوهش از طریق سؤال‌پرسیدن، سلامت عمومی افراد مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان بهره‌وری افراد از پرسشنامه ۲۶ سؤالی بهره‌وری Hersey و Goldsmith بهره گرفته شد و برای اندازه‌گیری شاخص‌های WBGT و DI از دستگاه WBGT (مدل PCE آلمان) استفاده گردید. معیارهای ورود افراد به مطالعه عبارت بودند از: داشتن حداقل یک سال سابقه کار و عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، اسکلتی- عضلانی و دیابت بود. عدم تمایل فرد به همکاری و یا تکمیل

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]

ناقص پرسشنامه بهره‌وری نیز به‌عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شدند.

پرسشنامه بهره‌وری نیروی انسانی در سال ۱۹۸۰ توسط Hersey و Goldsmith براساس مدل ACHIEVE ارائه گردید. این پرسشنامه با ۲۶ سؤال بر مبنای طیف لیکرت به بررسی هفت بعد از ابعاد بهره‌وری نیروی انسانی این مدل می‌پردازد. شایان ذکر است که این پرسشنامه مبتنی بر ابعاد توانایی، درک و شناخت، انگیزش، حمایت سازمانی، بازخورد، اعتبار و سازگاری می‌باشد. برای تکمیل این پرسشنامه از یک طیف لیکرت پنج گزینه‌ای استفاده شد که امتیازات گزینه‌ها به شرح زیر بودند: "بسیار کم= ۱، کم= ۲، متوسط= ۳، زیاد= ۴، بسیار زیاد= ۵". باید خاطرنشان ساخت که روایی و پایایی این مقیاس توسط نصیری‌پور و همکاران با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ معادل ۰/۸۱ به‌دست آمد [۲۸].

برای اندازه‌گیری سطح استرس حرارتی محیط کار، شاخص دمای تر گویسان (WBGT) در ایستگاه‌های کاری برای تمامی افراد مورد مطالعه براساس استاندارد ISO 7243 اندازه‌گیری گردید و میزان متابولیسم و عایق لباس براساس استاندارد تخمین زده شد [۲۹]. به‌طور کلی، میزان متابولیسم برای فعالیت‌های کم‌تحرک و نشسته در حد کار اداری برابر با ۱/۲met و برای کارهای غیراداری معادل ۲/۵ met در نظر گرفته شد [۲۹]. در ارتباط با میزان عایق‌بودن لباس نیز از طریق چک‌لیست‌هایی که در پرسشنامه گنجانده شده است از پاسخ‌دهندگان پرسیده شد که در حال حاضر چه نوع لباسی را پوشیده‌اند که در این نوع مطالعه، لباس سبک تابستانی و لباس متعارف اداری به‌ترتیب معادل ۰/۵ و ۱ انتخاب شدند [۳۰].

در این مطالعه اندازه‌گیری‌های فیزیکی در پنج نقطه از هر اتاق و در هر نقطه سه بار در یک دوره زمانی ۳۰ دقیقه‌ای انجام شد و مقدار متوسط هر متغیر اندازه‌گیری‌شده مورد استفاده قرار گرفت.

شاخص DI یکی از شاخص‌های تجربی و مستقیمی است که بر مبنای اندازه‌گیری مستقیم متغیرهای محیطی عمل نموده و برای برآورد و شبیه‌سازی استرین گرمایی استفاده می‌شود [۱۷]. بیش از چهار دهه می‌باشد که این شاخص در کنار WBGT برای ارزیابی سریع محیط‌های گرم توصیه شده است [۲۵].

برای محاسبه شاخص DI به دو پارامتر برای اندازه‌گیری نیاز است: دمای خشک و دمای تر طبیعی هوا

$$DI=۰/۵\ T_{nwt}+۰/۵\ T_{db}$$

T_{nwt}: دمای تر طبیعی

T_{db}: دمای خشک

بر مبنای نتایج، شاخص ناراحتی ضریب همبستگی بالایی با دمای مؤثر و میزان تعریق در حین استراحت و فعالیت دارد. براساس بسیاری از مطالعات، در طیف گسترده‌ای از گروه‌های جامعه و در شرایط مختلف آب و هوایی، معیارهای زیر برای مشخص‌کردن استرس گرمایی محیطی و ارتباط با احساس گرما ارائه شده است:

مقادیر DI کمتر از ۲۲= هیچ‌گونه تنش گرمایی وجود ندارد.

مقادیر بین ۲۴-۲۲= بیشتر افراد احساس خفیف تنش حرارتی دارند.

مقادیر بین ۲۹-۲۴= بار گرمایی نسبتاً سنگین می‌باشد و افراد احساس گرمای زیاد می‌کنند و کار فیزیکی ممکن است با برخی از مشکلات انجام شود.

مقادیر بالای ۲۹= بار گرمایی شدید بوده و افراد مشغول به کار فیزیکی در معرض خطر بیماری‌های ناشی از گرما قرار دارند [۳۱].

یافته‌ها

از مجموع ۱۱۸ فرد مورد مطالعه، ۱۱ نفر (۹/۳ درصد) در مطالعه شرکت نکردند. جدول ۱ میانگین شاخص ناراحتی حرارتی (DI) را برای واحدهای مختلف در ساعات ۹ صبح و ۱۲ ظهر نشان می‌دهد. نتایج این جدول گویای آن هستند که در ساعت ۹ صبح بیشترین و کمترین مقادیر شاخص مذکور به‌ترتیب مربوط به تأسیسات واحد ژنراتور ۲ با میانگین دمای ۲۸/۷۵±۰/۴۲ و محیط اداری با میانگین دمای ۲۰/۸۸±۰/۷۴ می‌باشد. در ساعت ۱۲ ظهر نیز بیشترین و کمترین مقادیر میانگین شاخص DI به‌ترتیب از آن تأسیسات واحد ژنراتور ۲ برابر با ۳۱/۸۷±۰/۱ و بخش زنان معادل ۲۰/۷۹±۰/۶۱ بود.

جدول ۱: نتایج میانگین و انحراف معیار مقادیر شاخص ناراحتی حرارتی (DI) برای واحدهای مختلف در ساعات ۹ و ۱۲

	Mean (SD) DI (°C)	
	ساعت ۹	ساعت ۱۲
آشپزخانه	۲۴/۸۰ (۰/۳۴)	۳۱/۰۳ (۲/۷۹)
استریلیزاسیون	۲۲/۸۸ (۱/۰۹)	۲۶/۲۲ (۰/۰۳)
رخت‌شورخانه کثیف	۲۶/۷۷ (۳/۶۷)	۲۷/۹۲ (۰/۶۷)
رخت‌شورخانه واحد بسته‌بندی	۲۶/۲۰ (۰/۲۸)	۲۷/۹۹ (۰/۱۹)
NICU	۲۱/۴۷ (۱/۵۲)	۲۱/۰۷ (۰/۳۹)
تأسیسات ژنراتور ۱	۲۷/۰۷ (۰/۱۰)	۲۹/۸ (۱/۳)
تأسیات ژنراتور ۲	۲۸/۷۵ (۰/۴۲)	۳۱/۸۷ (۰/۱۰)
تأسیسات موتورخانه ۱	۲۶/۷۰ (۳/۸۱)	۲۷/۴۵ (۰/۲۱)
تأسیسات موتورخانه ۲	۲۴/۷۰ (۳/۵۱)	۳۳ (۰/۱۴)
انبار	۲۱/۸۵ (۰/۲۸)	۲۲/۱۵ (۰/۱۴)
اطفال	۲۱/۴۰ (۰/۱۳)	۲۱/۲۵ (۰/۵۲)
زنان	۲۱/۰۳ (۰/۴۷)	۲۰/۷۹ (۰/۶۱)
اداری	۲۰/۸۸ (۰/۷۴)	۲۱/۴۳ (۰/۷۶)
آزمایشگاه	۲۰/۹۲ (۰/۲۴)	۲۲/۲۲ (۰/۱۱)
داروخانه	۲۱/۰۶ (۰/۳۳)	۲۰/۵۸ (۰/۳۸)

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]

در جدول ۲ میانگین شاخص ترگویسان (WBGT) برای واحدهای مختلف در ساعات ۹ صبح و ۱۲ ظهر نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، در ساعت ۹ صبح بیشترین و کمترین مقادیر شاخص WBGT به‌ترتیب مربوط به تأسیسات واحد موتورخانه ۲ با میانگین دمای ۰/۲۸±۲۵/۳۰ و واحد داروخانه با میانگین دمای ۰/۲۵±۱۷/۹۳ بوده است.

جدول ۲: نتایج میانگین و انحراف معیار مقادیر شاخص دمای ترگویسان (WBGT) برای واحدهای مختلف در ساعات ۹ و ۱۲

	WBGT (°C) Mean (SD)	
	ساعت ۹	ساعت ۱۲
آشپزخانه	۲۱/۹۷ (۰/۸۸)	۳۳/۲۴ (۱/۴۳)
استریلیزاسیون	۱۹/۴۶ (۰/۲۰)	۲۵/۹ (۰/۱۴)
رختشورخانه کثیف	۲۴/۵ (۰/۸۴)	۲۹ (۱/۴۱)
رختشورخانه واحد بسته‌بندی	۲۲/۱۵ (۰/۲۱)	۲۸/۴۵ (۰/۶۳)
NICU	۲۱/۲۰ (۰/۲۱)	۲۰/۵۲ (۰/۳۵)
تأسیسات ژنراتور ۱	۲۳/۵۵ (۰/۳۵)	۳۱/۳۵ (۰/۷۷)
تأسیسات ژنراتور ۲	۲۴/۸۵ (۰/۶۳)	۳۲/۹۵ (۰/۰۷)
تأسیسات موتورخانه ۱	۱۹/۷۳ (۰/۴۷)	۲۸/۳۵ (۰/۲۱)
تأسیسات موتورخانه ۲	۲۵/۳۰ (۰/۲۸)	۳۴/۱۰ (۰/۲۸)
انبار	۱۹/۸۵ (۰/۷۷)	۲۱/۵ (۰/۴۲)
اطفال	۱۸/۷۳ (۰/۱۱)	۲۲/۶۰ (۰/۱۰)
زنان	۱۸/۴۰ (۰/۲۰)	۲۳/۳۶ (۰/۳۲)
اداری	۱۷/۹۵ (۰/۷۵)	۲۴/۵۲ (۰/۵۸)
آزمایشگاه	۱۸/۳۲ (۰/۴۴)	۲۳/۴۰ (۰/۳۱)
داروخانه	۱۷/۹۳ (۰/۲۵)	۲۲/۹۰ (۰/۴۰)

همچنین در ساعت ۱۲ ظهر بیشترین و کمترین مقادیر شاخص WBGT به‌ترتیب به تأسیسات واحد موتورخانه ۲ با میانگین دمای ۰/۲۸±۳۴/۱ و بخش NICU با میانگین دمای ۰/۳۵±۲۰/۵۲ اختصاص داشت.

علاوه‌براین، جدول ۳ میانگین نمره بهره‌وری نیروی انسانی و ریزمقیاس‌های آن را برای واحدهای مختلف نشان می‌دهد. براساس نتایج این جدول بیشترین نمره زیرمقیاس‌های توانایی، درک و شناخت، حمایت سازمانی، انگیزش، ارزیابی، اعتبار و سازگاری مربوط به واحد انبار بوده و کمترین نمره این زیرمقیاس‌ها از آن واحد رختشورخانه می‌باشد.

جدول ۴ میزان همبستگی Pearson بین شاخص WBGT و نمره بهره‌وری و زیرمقیاس‌های آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که نتایج این جدول نشان می‌دهند بین بهره‌وری و شاخص WBGT رابطه معکوس و معناداری وجود دارد (P=۰/۰۴، r=-۰/۲۰۵). بدین‌معنا که با افزایش نمره شاخص WBGT، مقدار بهره‌وری افراد به‌طور معناداری کاهش می‌یابد. علاوه‌براین، بین شاخص WBGT و زیرمقیاس‌های توانایی (P=۰/۰۰۳) و درک و شناخت (P=۰/۰۴) رابطه معکوس و معناداری برقرار می‌باشد؛ بیشترین میزان همبستگی بین WBGT و زیرمقیاس توانایی (r=-۰/۳۲) وجود دارد.

جدول ۵ نیز میزان همبستگی Pearson را بین شاخص DI و نمره بهره‌وری و زیرمقیاس‌های آن نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بین بهره‌وری و شاخص DI رابطه معکوس و معناداری وجود دارد (P=۰/۰۳۹، r=-۰/۲۲۳). بدین‌معنا که با افزایش شاخص DI، مقدار بهره‌وری افراد به‌طور معناداری کاهش می‌یابد. بین شاخص DI و زیرمقیاس‌های توانایی (P=۰/۰۰۸) و درک و شناخت (P=۰/۰۲۸) نیز رابطه معنادار

جدول ۳: نتایج میانگین و انحراف معیار نمره بهره‌وری نیروی انسانی و ریزمقیاس‌های آن برای واحدهای مختلف

واحد	تعداد	توانایی	درک و شناخت	حمایت سازمانی	انگیزش	ارزیابی	اعتبار	سازگاری	بهره‌وری
آشپزخانه	۸	۶/۳۷ (۱/۱۸)	۱۱/۷۵ (۱/۴)	۹ (۴/۴)	۶ (۱/۹)	۱۱/۷۵ (۲/۴)	۹ (۲/۵)	۷/۳۷ (۴/۷)	۶۱/۲۵ (۶/۹)
استریلیزاسیون	۲	۸	۱۱/۵ (۳/۵)	۸/۵ (۳/۵)	۷ (۱/۴)	۱۳ (۱/۴)	۹/۵ (۴/۹)	۷ (۴/۲)	۶۴/۵ (۱۰/۶)
رختشورخانه	۲	۹/۵ (۲/۱۲)	۹/۵ (۲/۱۲)	۵ (۱/۴)	۵/۵ (۲/۱)	۱۰ (۲/۸)	۶/۵ (۳/۵)	۶ (۴/۲)	۵۲ (۵/۶)
تأسیسات	۱۸	۱۰/۹۴ (۳/۱۳)	۱۰/۷۶ (۲/۹)	۱۰/۱۷ (۲/۶)	۸/۷ (۵/۳)	۱۰/۵ (۲/۸)	۱۰/۴۵ (۵/۱)	۱۱/۷ (۰/۹)	۷۳/۳۵ (۱۶/۱)
اداری	۲۲	۸/۸۱ (۲/۱۳)	۱۲/۴۳ (۲/۵)	۱۲/۲۵ (۳/۹)	۹/۸۱ (۳/۸)	۱۲/۹۳ (۳/۵)	۱۱/۳۱ (۴/۱)	۱۱ (۳/۱)	۷۸/۵۶ (۱۸/۴)
داروخانه	۵	۱۱ (۲/۱۲)	۱۴ (۲/۵)	۱۳/۶ (۱/۱)	۱۲/۴ (۲/۰۲)	۱۴ (۲/۷)	۱۲/۶ (۲/۱)	۹ (۲/۲)	۸۶/۶ (۱۱/۱)
انبار	۱۱	۱۲/۲ (۱/۴)	۱۵/۴ (۲/۵)	۱۸/۴ (۱/۱)	۱۵/۶ (۱/۹)	۱۷/۸ (۱/۳)	۱۸/۴ (۱/۵)	۱۴ (۱/۲)	۱۱۱/۸ (۳/۸)
اطفال	۱۵	۱۱/۵ (۰/۹)	۱۳/۸۷ (۳/۱)	۱۳/۶ (۴/۵)	۱۱/۶۲ (۴/۲)	۱۴/۷۵ (۴/۶۵)	۱۴ (۲/۸)	۱۰/۶۲ (۲/۶)	۹۰ (۱۸/۲)
اتاق عمل	۲۴	۱۰/۴۳ (۱/۸)	۱۴/۱۲ (۲/۳)	۱۵/۱۲ (۴/۲)	۹/۴۳ (۳/۶)	۱۲/۶۲ (۲/۷)	۱۰/۸۷ (۲/۵)	۹/۸۱ (۲/۶)	۸۲/۴۳ (۲۰/۳)
مجموع	۱۰۷	۹/۹۷ (۲/۶)	۱۲/۶۸ (۲/۹)	۱۲/۳۹ (۷/۴)	۹/۶۴ (۴/۳)	۱۲/۷۳ (۳/۷)	۱۱/۴۴ (۴/۱)	۱۰/۳۴ (۳/۱)	۷۹/۲۱ (۱۹/۸)

جدول ۴: نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ضریب همبستگی Pearson بین بهره‌وری و ریزمقیاس‌های آن با شاخص WBGT

WBGT	توانایی	درک و شناخت	حمایت سازمانی	انگیزش	ارزیابی	اعتبار	سازگاری	بهره‌وری
ضریب همبستگی Pearson	-۰/۳۲	-۰/۲۲	-۰/۰۹۶	-۰/۲۰	-۰/۱۱۹	-۰/۰۶	-۰/۰۴۳	-۰/۲۰۵
سطح معناداری	۰/۰۰۳	۰/۰۴	۰/۴	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۵۵	۰/۷	۰/۰۴
تعداد	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]

جدول ۵: نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ضریب همبستگی Pearson بین بهره‌وری و ریزمقیاس‌های آن با شاخص DI

DI	توانایی	درک و شناخت	حمایت سازمانی	انگیزش	ارزیابی	اعتبار	سازگاری	بهره‌وری
ضریب همبستگی Pearson	-۰/۲۹۸	-۰/۲۴۷	-۰/۱۳	-۰/۱۹	-۰/۱۵	-۰/۰۷	-۰/۰۹	-۰/۲۳۳
سطح معناداری	۰/۰۰۸	۰/۰۲۸	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۵۰	۰/۳۹	۰/۰۳۹
تعداد	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹	۷۹

و معکوسی برقرار می‌باشد. شایان ذکر است که بیشترین میزان همبستگی بین DI و زیرمقیاس توانایی (r=-۰/۲۹) وجود دارد.

در مطالعه حاضر میزان همسبتگی Pearson بین WBGT و DI معادل (P=۰/۰۰۱، r=۰/۹۵) به‌دست آمد.

بحث

در مطالعه حاضر به بررسی ارتباط بین تنش گرمایی و ناراحتی حرارتی با میزان بهره‌وری افراد پرداخته شد. از جمله مهم‌ترین دستاوردهای این پژوهش می‌توان به نوع کاری که افراد انجام می‌دهند، شرایط تنش حرارتی بخش‌های مختلف و ارتباط آن با میزان بهره‌وری افراد اشاره کرد. از دیدگاه اقتصاد کلان، یکی از مهم‌ترین روابط در میان رابطه انسان- انسان، رابطه سیستم- انسان و رابطه سازمان- انسان در محیط کار، رابطه محیط و انسان است. فراهم نمودن پارامترهای محیط کاری مانند سروصدا، روشنایی، گرما، وضعیت ارگونومیکی و .... در سطوح استاندارد برای تامین سلامت کارگران، افزایش بهره‌وری و بهبود عملکرد آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های پژوهش اکبری و همکاران که در آن گزارش نمودند که بین صدا به‌عنوان یک پارامتر محیطی و بهره‌وری رابطه معکوس و معناداری وجود دارد، همسو می‌باشد [۳۲].

دلیل استفاده از دو شاخص WBGT و DI این است که در مناطق جغرافیایی مختلفی شاخص DI همزمان با شاخص WBGT به کار برده می‌شود و در کشورهای اروپایی این شاخص به‌عنوان مکملی برای شاخص WBGT به شمار می‌رود؛ زیرا همبستگی بالایی با شاخص WBGT دارد [۱۷،۲۵]. از سوی دیگر، سازمان ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) نیز برای ارزیابی استرس گرمایی در محیط کار از شاخص WBGT استفاده می‌کند که بیشتر به دلیل ساده‌بودن آن و امکان اندازه‌گیری آن با حداقل وسایل است [۳۳]. در مطالعه حاضر همبستگی بالایی بین شاخص‌های WBGT و DI مشاهده شد که می‌توان آن را به شباهت محاسباتی و پارامترهای محیطی مورد استفاده در محاسبه شاخص‌های مذکور نسبت داد.

یافته‌های حاصل از این مطالعه نشان دادند که در ساعت ۹ صبح واحد استریلیزاسیون مقدار DI=۲۲/۸۸ بود که نشان می‌دهد افراد احتمالاً احساس تنش گرمایی خفیف داشته‌اند؛ اما واحدهایی از قبیل استریلیزاسیون، رختشورخانه و تأسیسات (واحدهای ژنراتور و موتورخانه) دارای بار گرمایی نسبتاً سنگینی بودند (DI=۲۴-۲۹) که ممکن است انجام کار فیزیکی با برخی از مشکلات همراه بوده باشد. لازم به ذکر است که کمترین مقدار شاخص مذکور در این ساعت متعلق به واحد اداری بود (DI=۲۰/۸۸) که به مفهوم عدم وجود تنش گرمایی در این محیط می‌باشد. همچنین در ساعت ۱۲ ظهر واحدهای تأسیسات (بخش ژنراتورها و موتورخانه ۲) و آشپزخانه دارای بالاترین مقادیر شاخص ناراحتی حرارتی بودند و بار گرمایی در این محیط‌ها بسیار شدید بود (DI>۲۹). به این معنا که افراد مشغول به کار فیزیکی در معرض خطر بیماری‌های ناشی از گرما قرار داشته‌اند؛ اما واحدهای رختشورخانه، استریلیزاسیون و تأسیسات (واحد موتورخانه ۱) دارای بار گرمایی نسبتاً سنگینی بودند. در همین ساعت واحدهای داروخانه و بخش زنان بدون تنش گرمایی بودند و شاخص ناراحتی حرارتی کمترین مقدار را داشت (DI<۲۲).

بر مبنای نتایج، میزان تنش گرمایی (WBGT) در ساعت نه صبح برای تمامی واحدها کمتر از حد مجاز بود (براساس استاندارد کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران و ACGIH). لازم به ذکر است که حد مطلوب دمای خشک و گویسان معادل ۱۷ تا ۱۹ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۲۷]؛ اما مقدار آن در ساعت ۱۲ ظهر در واحدهای تأسیسات (موتورخانه و ژنراتور) و آشپزخانه بیشتر از حد مجاز بود. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که شرایط آسایش حرارتی کارکنان با توجه به نوع، بخش و شرایط کاری، عوامل فردی و غیره با یکدیگر متفاوت می‌باشد و این مهم که گروه‌های مختلفی از کارکنان بیمارستان که دارای تنوع گسترده‌ای از نیازهای آسایش حرارتی هستند در یک فضا یا مکان خو بگیرند، امری دشوار می‌باشد [۳۴-۳۷].

مدل بهره‌وری Hersey و Goldsmith به‌گونه‌ای تنظیم شده است که علاوه بر تعیین عوامل کلیدی اثرگذار بر عملکرد و بهره‌وری افراد، این عوامل را در جهت به‌کارگیری مدیران مورد استفاده قرار می‌دهد و طوری طراحی شده است که جنبه‌های ذهنی و جسمانی فرد و جنبه‌های سازمانی و محیطی را در نظر می‌گیرد و بر پایه ذهنیت افراد و باوری که نسبت به وظیفه خود دارند، تعیین می‌شود؛ بنابراین همان‌طور که در این مطالعه مشخص گردید، به‌منظور بررسی رابطه آن با تنش گرمایی و ناراحتی حرارتی افراد به‌ترتیب از شاخص‌های WBGT و DI استفاده شد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادند که با افزایش شاخص‌های WBGT و DI میزان بهره‌وری کاهش یافته است. این نتایج با یافته‌های حاصل از مطالعات دیگر همسو می‌باشد.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]

Baizhan و Clements-Croome شرایط دمایی محیط کار را به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین فاکتورهای اثرگذار بر بهره‌وری گزارش نمودند و بیان کردند که با اصلاح شرایط محیطی در دفاتر اداری می‌توان مقدار بهره‌وری را بین ۴ تا ۱۰ درصد افزایش داد [۳۸]. از سوی دیگر، Niemelä و همکاران گزارش نمودند که در شرایط دمایی بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد، به ازای افزایش هر درجه سانتی‌گراد، میزان بهره‌وری افراد به مقدار ۲/۲ درصد کاهش می‌یابد. از سوی دیگر با اصلاح شرایط محیطی اعم از شرایط حرارتی، کیفیت هوا و شرایط روشنایی، میزان بهره‌وری ۱۰ درصد افزایش یافت [۳۹]. Lan و همکاران نیز در مطالعه‌ای گزارش نمودند که ناراحتی‌های حرارتی ناشی از افزایش دمای هوا، تأثیر منفی بر عملکرد دارد [۴۰]. از سوی دیگر، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعه Kjellstrom و همکاران همسویی داشت. پژوهشگران فوق به این نتیجه رسیدند که ظرفیت کاری و بهره‌وری افراد با افزایش میزان WBGT در محدوده ۳۰-۲۶ درجه سانتی‌گراد به‌طور معناداری کاهش می‌یابد [۵]

در حقیقت، تغییر مثبت در بهره‌وری ممکن است در اثر عواملی غیر از محیط کار مانند اتوماسیون، تغییرات سازمانی، آموزش و عوامل روانی- اجتماعی رخ بدهد؛ اما دلایل متعددی وجود دارد که نشان می‌دهند، کاهش یا افزایش بهره‌وری به احتمال زیاد به دلیل تغییر در شرایط محیط کار صورت می‌گیرد [۴۱].

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج می‌توان گفت که در بیمارستان مذکور، میزان تنش حرارتی بالا بوده و منجر به کاهش بهره‌وری افراد شده است؛ از این رو این بیمارستان نیازمند طراحی صحیح و اصلاح سیستم تهویه به‌منظور تأمین شرایط حرارتی مناسب و مطابق با استانداردهای بین‌المللی در جهت کاهش استرس حرارتی و افزایش بهره‌وری و کارایی کارکنان خود می‌باشد. از بررسی نتایج این مطالعه نتیجه گرفته می‌شود که بهبود شرایط آسایش حرارتی کارکنان در بخش‌های مختلف بیمارستان نیاز به بررسی و تحقیقات فراوانی دارد. مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که تهویه طبیعی نقش به‌سزایی در فراهم‌نمودن شرایط آسایش حرارتی کارکنان دارد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشکده علوم پزشکی ایرانشهر به شماره ۵-۹۶۱۳ می‌باشد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی کارکنان بیمارستان ایران شهرستان ایرانشهر بـه دلیل حمایت و همکاری در راستای انجام این مطالعه تقدیر و تشکر نمایند.

REFERENCES

1. Zhang G, Zheng C, Yang W, Zhang Q, Moschandreas DJ. Thermal comfort investigation of naturally ventilated classrooms in a subtropical region. *Indoor Built Environ*. 2007;**16**(2):148-58. DOI: 10.1177/1420326X06076792
2. Singh J. Health, comfort and productivity in the indoor environment. *Indoor Built Environ*. 1996;**5**(1):22-33. DOI: 10.1177/1420326X9600500105
3. Stern N. The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models. *J Econ Literat*. 2013;**51**(3):838-59. DOI: 10.1257/jel.51.3.838
4. Mohebian Z, Farhang Dehghan S, Dehghan H. Evaluation of the combined effects of heat and lighting on the level of attention and reaction time: climate chamber experiments in Iran. *Sci World J*. 2018;**2018**:5171582. PMID: 29861665 DOI: 10.1155/2018/5171582
5. Kjellstrom T, Briggs D, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Hyatt O. Heat, human performance, and occupational health: a key issue for the assessment of global climate change impacts. *Annu Rev Public Health*. 2016;**37**:97-112. PMID: 26989826 DOI: 10.1146/annurev-publhealth-032315-021740
6. Kjellstrom T, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Briggs D. Estimating population heat exposure and impacts on working people in conjunction with climate change. *Int J Biometeorol*. 2018;**62**(3):291-306. PMID: 28766042 DOI: 10.1007/s00484-017-1407-0
7. Mohebian Z, Dehghan H, Habibi E. Studying the effect of heat stress on attention and reaction time in a laboratory setting. *Health Saf Work*. 2017;**7**(3):233-44. [Persian]
8. Morabito M, Cecchi L, Crisci A, Modesti PA, Orlandini S. Relationship between work-related accidents and hot weather conditions in Tuscany (central Italy). *Ind Health*. 2006; **44**(3):458-64. PMID: 16922190 DOI: 10.2486/indhealth.44.458
9. Tawatsupa B, Yiengprugsawan V, Kjellstrom T, Berecki-Gisolf J, Seubsman SA, Sleigh A. Association between heat stress and occupational injury among Thai workers: findings of the Thai Cohort Study. *Ind Health*. 2013;**51**(1):34-46. PMID: 23411755 DOI: 10.2486/indhealth.2012-0138
10. Tamm M, Jakobson A, Havik M, Burk A, Timpmann S, Allik J, et al. The compression of perceived time in a hot environment depends on physiological and psychological factors. *Q J Exp Psychol (Hove)*. 2014;**67**(1):197-208. PMID: 23768002 DOI: 10.1080/17470218.2013.804849
11. McMorris T, Swain J, Smith M, Corbett J, Delves S, Sale C, et al. Heat stress, plasma concentrations of adrenaline, noradrenaline, 5-hydroxytryptamine and cortisol, mood state and cognitive performance. *Int J Psychophysiol*. 2006; **61**(2):204-15. PMID: 16309771 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2005.10.002
12. Gaoua N, Racinais S, Grantham J, El Massioui F. Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. *Int J Hyperthermia*. 2011;**27**(1):1-9. PMID: 21070137 DOI: 10.3109/02656736.2010.516305
13. Field CB. Climate change 2014–Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2014.
14. Miller V, Bates G, Schneider JD, Thomsen J. Self-pacing as a protective mechanism against the effects of heat stress. *Ann Occup Hyg*. 2011;**55**(5):548-55. PMID: 21474543 DOI: 10.1093/annhyg/mer012
15. Sahu S, Sett M, Kjellstrom T. Heat exposure, cardiovascular stress and work productivity in rice harvesters in India: implications for a climate change future. *Ind Health*. 2013;**51**(4):424-31. PMID: 23685851 DOI: 10.2486/indhealth.2013-0006
16. Zander KK, Botzen WJ, Oppermann E, Kjellstrom T, Garnett ST. Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. *Nature Climate Change*. 2015;**5**(7):647. DOI: 10.1038/nclimate2623
17. Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. *Ind Health*. 2006;**44**(3):388-98. PMID: 16922182 DOI: 10.2486/indhealth.44.388
18. Heidari HR, Golbabaei F, Arsang Jang S, Shamsipour AA. Validation of humidex in evaluating heat stress in the outdoor jobs in arid and semi-arid climates of Iran. *Health Saf Work*. 2016;**6**(3):29-42. [Persian]
19. Budd GM. Wet-bulb globe temperature (WBGT)--its history

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]

and its limitations. *J Sci Med Sport*. 2008;**11**(1):20-32. PMID: 17765661 DOI: 10.1016/j.jsams.2007.07.003
20. Parsons K. Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance. Florida: CRC Press; 2014.
21. Bridger R. Introduction to ergonomics. Florida: CRC Press; 2008.
22. Yi W, Chan AP. Effects of heat stress on construction labor productivity in Hong Kong: a case study of rebar workers. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;**14**(9):E1055. PMID: 28895899 DOI: 10.3390/ijerph14091055
23. Pourshaghaghy A, Omidvari M. Examination of thermal comfort in a hospital using PMV-PPD model. *Appl Ergon*. 2012;**43**(6):1089-95. PMID: 22575492 DOI: 10.1016/j.apergo.2012.03.010
24. Grimm CT, Wagner NK. Weather effects on mason productivity. *J Construct Div*. 1974;**100**:319-35.
25. Golbabaie F, Monazam Esmaieli MR, Hemmatjou R, Yaaghoub P, Reza G, Hosseini M. Comparing the Heat Stress (DI, WBGT, SW) indices and the men physiological parameters in hot and humid environment. *Iran J Health Environ*. 2012;**5**(2):245-52. [Persian]
26. Moosazadeh M, Amiresmaili M. Study of productivity status and related factors and determining at selected hospitals of Mazandaran province-2010. *Toloo-E-Behdasht*. 2011;**10**(3): 1-13. [Persian]
27. Khodakarami J, Nasrollahi N. Thermal comfort in hospitals–a literature review. *Renewable Sustainable Energy Rev*. 2012;**16**(6):4071-7. DOI: 10.1016/j.rser.2012.03.054
28. Nasiripour AA, Raeisi P, Hedayati SP. The relationship between organizational cultures and employees productivity. *J Health Administ*. 2009;**12**(35):17-24. [Persian]
29. Olesen BW. International standards for the indoor environment. *Indoor Air*. 2004;**14**(Suppl 7):18-26. PMID: 15330767 DOI: 10.1111/j.1600-0668.2004.00268.x
30. Standard AS. 55, Thermal environmental conditions for human occupancy. New York: American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers. 1992.
31. Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Shamsipour A, Arabalibeik H, Mortezapour 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 Occup Health*. 2018;**15**(1):136-45. [Persian]
32. Akbari J, Dehghan H, Azmoon H, Forouharmajd F. Relationship between lighting and noise levels and productivity of the occupants in automotive assembly industry. *J Environ Public Health*. 2013;**2013**:527078. PMID: 24250340 DOI: 10.1155/2013/527078
33. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a Recommended Standard. Occupational Exposure to Hot Environments. New York: US Department of Health, Education, and Welfare; Health Services and Mental Health Administration; National Institute for Occupational Safety and Health; 1986.
34. Khodakarami J, Knight I. Required and current thermal conditions for occupants in Iranian hospitals. *HVAC Res*. 2008;**14**(2):175-93.
35. Khodakarami J. Achieving thermal comfort in Iranian hospitals. Cardiff: University of Wales; 2008.
36. Hwang RL, Lin TP, Chen CP, Kuo NJ. Investigating the adaptive model of thermal comfort for naturally ventilated school buildings in Taiwan. *Int J Biometeorol*. 2009; **53**(2):189-200. PMID: 19132409 DOI: 10.1007/s00484-008-0203-2
37. Khodakarami J, Knight I, Nasrollahi N. Reducing the demands of heating and cooling in Iranian hospitals. *Renewable Energy*. 2009;**34**(4):1162-8. DOI: 10.1016/j.renene.2008.06.023
38. Clements-Croome D, Baizhan L. Productivity and indoor environment. *Proc Healthy Build*. 2000;**1**:629-34.
39. Niemelä R, Rautio S, Hannula M, Reijula K. Work environment effects on labor productivity: an intervention study in a storage building. *Am J Ind Med*. 2002;**42**(4):328-35. PMID: 12271480 DOI: 10.1002/ajim.10119
40. Goldenhar LM, Schulte PA. Methodological issues for intervention research in occupational health and safety. *Am J Ind Med*. 1996;**29**(4):289-94. PMID: 8728126 DOI: 10.1002/(SICI)1097-0274(199604)29:4<289::AID-AJIM2>3.0.CO;2-K
41. Daghigh R, Sopian K .Effective ventilation parameters and thermal comfort study of air-conditioned offices. *Am J Appl Sci*. 2009;**6**(5):943.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.6.1.63]