Iran Occupational Health

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health. 2025 (01 Dec);22: 23

Investigating the Effect of Heat Stress on Physiological Factors and Reduction Performance in Rice Farmers in Astara City

Farnaz Mirzanjad, MSc Student in Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, , Faculty of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

Gholamreza moradi, (*Corresponding author), Associate professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran. moradig@tbzmed.ac.ir

Jalil Nazari, Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

Arefeh Jafarzadeh, Assistant Professor, Department of Statistics and Epidemiology, School of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

Abstract

Background and aims: Heat stress is a significant occupational hazard in outdoor environments, especially for rice farmers during summer. This study aimed to investigate the impact of heat stress on physiological factors and productivity in rice farmers of Astara city.

Methods: This cross-sectional study was conducted in the summer on 107 rice farmers from seven selected villages in Astara city. Demographic information was collected using an 18-item checklist. Heat stress was measured according to ISO 7243 standards using the WBGT index between 9:00 AM and 4:00 PM during July and August. Physiological parameters were measured before and after the work shift in three time periods. The "work capacity" chart was used to predict heat-induced productivity decline in rice farmers. Data were analyzed using SPSS version 26 at a significance level of 0.05.

Results: The mean (± standard deviation) age, work experience, and body mass index were 40.51 ± 9.3 years, 9.81 ± 8.8 years, and 27.38 ± 2.4 kg/m^2, respectively. The mean WBGT index was 25.85 ± 4.46. The average productivity during the day was reported to be 68.57%. The highest productivity (76%) was observed at the end of the work shift, and the lowest (62.64%) was observed between 10:00 and 12:00, which was associated with the highest relative humidity and radiant temperature. Results showed that productivity had a significant inverse correlation with the WBGT index ($P = 0.004$), while no significant correlation was found with physiological parameters ($P > 0.05$). Furthermore, the WBGT index at noon showed a significant correlation with physiological parameters ($P < 0.05$).

Conclusion: The results showed that an increase in the WBGT index, especially during the hot hours of the day, has a significant effect on the decline in rice farmers' productivity. Although physiological parameters were generally unaffected, they reached their highest values during the noon shift. The reduction in productivity from 76% to 62% due to increased temperature and humidity necessitates the implementation of preventive measures such as reducing activity time during peak heat, ensuring adequate rest, and providing drinking water.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Heat Stress

Physiological Factors

Productivity

Rice Farmers

Received: 2025/05/22

Accepted : 2025/11/8

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

Agriculture is one of the oldest occupations for human livelihood and is also considered one of the most hazardous occupations in the world. Heat stress is one of the most common occupational hazards in the workplace. Heat strain in humans in hot environments and physical stress in work environments can cause physiological changes in the human body.

Studies have shown that exposure to heat stress can lead to decreased concentration, reduced performance, and increased work errors. Various indices have been proposed to measure heat stress, one of the most common of which is the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) index. This index evaluates environmental conditions by considering dry bulb temperature, wet bulb temperature, and radiant temperature, and is very useful for work environments.

In Iran, the level of exposure to heat stress among farmers often exceeds permissible limits. Despite these alarming statistics, agricultural hygiene has not been fully addressed in many countries, including Iran.

A large portion of the country's workforce is employed in outdoor environments, and many of these jobs are contracted and not covered by occupational health assessments. Therefore, it is essential to pay attention to the health and well-being of rice farmers and to examine the impact of heat stress on their physiological factors and productivity. Due to the lack of comprehensive studies in this field, the present study aimed to investigate the effect of heat stress on physiological factors and reduced productivity among rice farmers in Astara city.

METHODOLOGY

This cross-sectional study was conducted in the summer of 2024 among rice farmers in Astara City. Participation was based on informed consent. Farmers with a history of cardiovascular diseases, advanced age, diabetes, thyroid disorders, infectious or febrile illnesses, or those taking medications affecting heart rate, antidiuretics, antihypertensives, or antidiabetic drugs were excluded. Participants were instructed to refrain from caffeine consumption for 24 hours prior to data collection.

Cluster sampling was employed. Villages around Astara City were considered clusters, from which seven were randomly selected. Sampling in each cluster was convenience-based and proportional to the village population. The selected villages and sample sizes were as follows: Sibli (population 1,649 – 19 samples), Siraliva (517 – 6 samples), Khosrow Mahalleh (764 – 9 samples), Kanroud (2,640 – 31 samples), Khalilehsara (351 – 4 samples), Abbasabad (1,657 – 20 samples), and Qarasou (1,537 – 18 samples).

Demographic information was collected using an 18-item checklist. For female participants, additional data related to physiological factors—including menstrual status, pregnancy, number of children, marital status, and menopause—were recorded.

Following completion of the demographic checklist, environmental parameters were measured according to ISO 7243, and physiological parameters were recorded based on ISO 9886 standards, from 8:00 AM to 4:00 PM. Environmental parameters included dry-bulb temperature, natural wet-bulb temperature, globe temperature, air velocity, and relative humidity. A WBGT meter was used to measure dry, wet, and globe temperatures. Air velocity was measured using a Kimo VT-100 digital thermal anemometer (USA), positioned with airflow passing from back to front and held at a 20° angle.

Measurements were taken at rest (8:00 AM and 4:00 PM) and during three working intervals (8–10 AM, 10 AM–12 PM, and 12–4 PM), with three repetitions in each stage. For calculating the WBGT index, an Iutron WBGT-2010sd device (Taiwan) was used, following ISO 7243 guidelines. Considering the outdoor working conditions of rice farming, measurements were taken at waist level (1.1 meters above the ground). To ensure accuracy, a stabilization period of 10 to 30 minutes was allowed for the thermometers before recording the average of three readings.

Measured values were compared against the recommended ACGIH Threshold Limit Values (TLVs), recognized by the Iranian Occupational Health Association. The WBGT index for outdoor environments was calculated using the following formula:

Equation (1):
$WBGT = 0.7\ Tnw + 0.2\ Tg + 0.1\ Ta$

WBGT: Wet Bulb Globe Temperature Index (°C)

Tnw: Natural wet-bulb temperature (°C)

Tg: Globe temperature (°C)

Ta: Dry-bulb temperature (°C)

To calculate the daily average WBGT, the values from each time interval were entered into Equation (1), and the mean value for all intervals was obtained.

Physiological parameters—including systolic and diastolic blood pressure, heart rate, and skin temperature—were measured according to ISO 9886. Blood pressure and heart rate were recorded using a wrist sphygmomanometer (Model 6241KP COMFORT, C.R.P., China), and skin temperature was measured using a digital thermometer.

Work productivity was evaluated using the "work

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

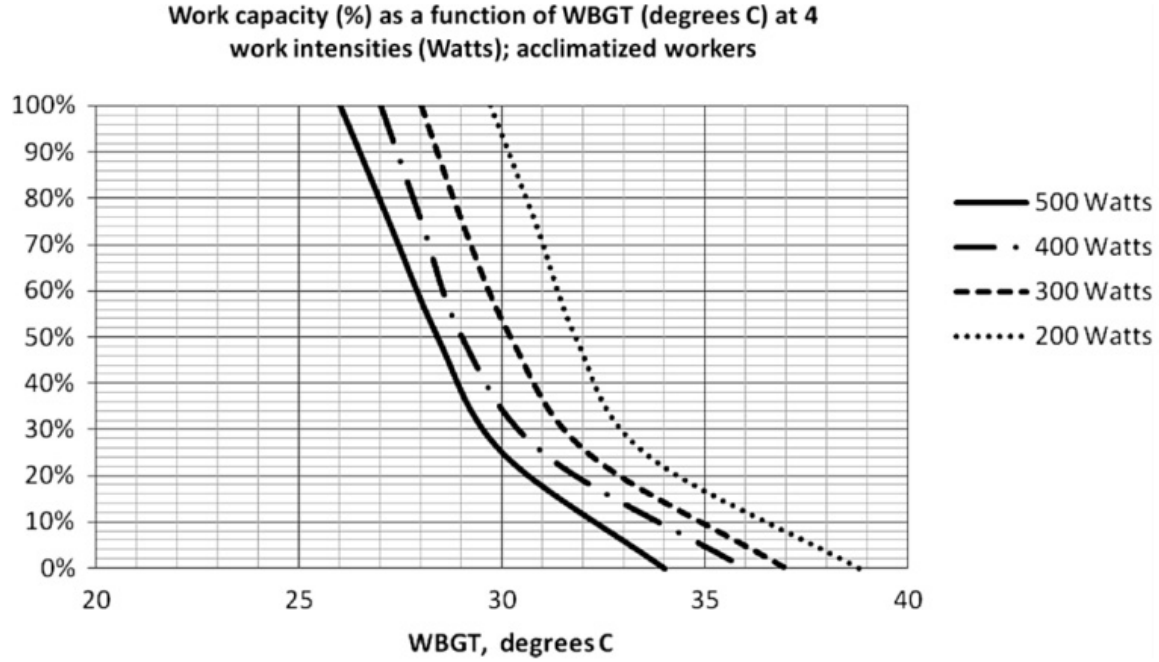


Fig. 1. Association between work capacity and WBGT for work intensities

capacity" chart based on NIOSH and ISO standards, which illustrates the relationship between work capacity and WBGT for four levels of physical activity. Given the metabolic rate of approximately 415 watts, rice farmers were categorized as performing heavy work (Fig. 1).

For statistical analysis, qualitative data were summarized using frequency tables, percentages, and relevant charts. The normality of the data distribution was assessed using the Kolmogorov–Smirnov test. Associations between variables were analyzed using Spearman's correlation and the Mann–Whitney U test. A significance level of 0.05 was adopted, and statistical analyses were performed using SPSS software, version 26.

RESULTS

The demographic and personal characteristics of the participants were examined. The mean age was 40.51 ± 9.3 years. Mean height and weight were 170.23 ± 7.6 cm and 79.36 ± 8.6 kg, respectively. The average body mass index (BMI) was 27.38 ± 2.4 kg/m^2. The mean work experience was 9.1 ± 8.8 years.

Gender distribution showed 72% male and 28% female participants. Regarding marital status, 86% were married and 14% were single. Educational levels were as follows: 19.6% illiterate, 26% high school diploma, 16.8% associate degree, 32.7% bachelor's degree, and 2.8% master's degree.

Among participants, 11.2% reported a history of illness, while 88.8% reported none. In addition, 60.7% identified farming as their primary occupation, while 39.3% had other jobs. Smoking prevalence was 22.4%, with 77.6% non-smokers.

Table 1 shows the mean and standard deviation values of physiological parameters measured during four time intervals throughout the day. The mean systolic blood pressure was 126.7 ± 6.3 mmHg, and the mean diastolic blood pressure was 80.4 ± 4.6 mmHg. The average heart rate was 89.2 ± 14.4 beats per minute, and the mean skin temperature was 37.3 ± 3.0 °C. The greatest physiological variations were observed during the noon shift (Table 2).

Table 2 presents the mean and standard deviation of environmental parameters measured during different shifts. The average dry bulb temperature was 29.02 ± 1.61 °C, radiant temperature 34.48 ± 2.96 °C, and natural wet bulb temperature 22.93 ± 1.9 °C. Relative humidity averaged 82.30 ± 4.67%, and air velocity was 2.26 ± 0.7 m/s. The mean WBGT index was 25.85 ± 1.9 °C. Dry, wet, and radiant temperatures were lower at the beginning and end of the work shift compared to other periods.

Work productivity varied across shifts alongside changing environmental conditions. The highest productivity (76%) was recorded in the fourth shift, which coincided with the lowest WBGT (23.58 ± 1.2 °C), dry-bulb temperature (27.26 ± 2.08 °C), and moderate wind speed (1.64 ± 0.95 m/s). Reduced temperature and heat stress likely created more favorable physiological conditions, leading to maximal and stable performance (SD = 0). This suggests that in the absence of heat stress, worker performance is both stable and optimized.

In contrast, the third shift showed productivity of 69.41%, despite the highest WBGT (27.31 ± 1.7 °C),

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

Table 1. Mean values and standard deviations of physiological parameters in the measured sessions

physiological parameters	n=107 measured sessions				daily average
	1	2	3	4	
pressure Systolic mmHg	12/30±0/6	12/75±0/77	12/84±1/3	12/53±0/6	126/13±7/6
Diastolic blood pressure mmHg	79/06±4/7	81/31±4/3	82/81±4/5	80/70±8/4	80/97±4/46
Heart rate (beats per minute)	87/69±2/22	90/79±3	91/77±2/7	88/72±2/24	89/74±2/14
Skin temperature c^0	36/86±0/5	37/50±0/4	37/76±0/4	37/25±0/46	37/34±0/3

Table 2. Mean values and standard deviations of environmental parameters in measured times

environmental parameters	measured sessions n=107				daily average
	1	2	3	4	
Ta c^0	28/28±2/86	30/11±1/79	30/42±1/21	27/26±2/08	29/02±1/61
Tg c^0	32/85±4/4	35/97±3/60	37/11±2/43	31/98±2/84	34/48±2/96
Tnw c^0	22/71±3/06	24/30±2/36	24/07±2/15	20/66±2/21	22/93±1/9
		67/4±30/82			RH%
Vm/s	2/26±0/7	2/48±1/07	2/6±0/92	1/64±0/95	2/26±0/7
WBGT	25/29±3/1	27/22±2/3	27/31±7/1	23/58±2/1	25/85±1/9
Productivity	67/35±14/75	62/64±20/72	69/41±17/39	76±0/0	68/57±13/4

T_a: Dry temperature (c^0) ,Tg: Goisan temperature (c^0) ,Tnw: Normal wet temperature (c^0) ,RH: Relative humidity, V: Air flow velocity m/s.

dry-bulb temperature (30.42 ± 1.21 °C), and wind speed (2.6 ± 0.92 m/s). The relatively high productivity under the highest heat stress may reflect workers' adaptation or the cooling effects of wind. However, the high standard deviation (17.39) indicates wide individual variability in heat tolerance, with some workers maintaining performance while others declined.

The second shift had the lowest productivity (62.64 ± 20.72%). This shift was characterized by high WBGT (27.22 ± 3.2 °C), dry-bulb temperature (30.11 ± 1.79 °C), wind speed (2.48 ± 1.07 m/s), high relative humidity, and elevated radiant temperature (35.97 ± 3.6 °C). The combination of high humidity and radiant heat likely caused thermal discomfort and reduced concentration, leading to unstable performance, as reflected by the large SD.

The first shift (start of the workday) showed productivity of 67.35 ± 14.75%, with relatively low WBGT (25.29 ± 1.3 °C), moderate wind speed (2.26 ± 0.7 m/s), but high humidity. Although heat stress was lower, high humidity may have negatively affected thermal comfort and limited productivity.

Overall, the data show an inverse relationship between WBGT and productivity: as WBGT decreased from 27.31 to 23.58 °C, productivity increased from 69.41% to 76%. WBGT values above 27 °C significantly reduced productivity. Air velocity partially mitigated heat effects, as seen in the third shift with higher wind speed. High relative humidity (>80%) during the first and second shifts likely impaired thermal comfort and productivity, even at moderate temperatures. Effective management of temperature, humidity, and airflow—especially maintaining WBGT below 27 °C—can positively impact workforce productivity.

Statistical analysis revealed a significant inverse correlation between WBGT and productivity (correlation coefficient = -0.314, P = 0.004), indicating that productivity decreases as environmental heat increases. No significant correlation was found between WBGT and physiological parameters (systolic blood pressure: P = 0.239, diastolic blood pressure: P = 0.925, heart rate: P = 0.561, skin temperature: P = 0.922). The highest correlations between WBGT and physiological parameters were observed during the noon shift, when skin temperature, blood pressure, and heart rate reached their peak levels.

DISCUSSION and CONCLUSION

This study examined the impact of heat stress on physiological factors and productivity among rice farmers in Astara County. The demographic profile showed a mean BMI of 27.38 ± 4.2 kg/m², indicating relative overweight, which may reduce heat tolerance. Most participants were healthy (88.8% without disease) and non-smokers (77.6%), which may help maintain productivity. The majority were male (72%) and farmers (60.7%), reflecting a workforce exposed to direct heat stress. While 32.7% held a bachelor's degree, 19.6% were illiterate, suggesting a need for simple educational programs.

A significant inverse relationship was found between WBGT and productivity (P < 0.05), but no significant correlation with physiological parameters (P > 0.05). This finding partly aligns with prior studies; some reported significant correlations between

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

WBGT and physiological markers, but differences here may be due to environmental factors or workers' adaptation to heat. Physiological parameters peaked at noon, consistent with other research.

Similar to a Thai study predicting climate change effects, this research confirmed that rising temperatures reduce productivity. Heat stress management strategies—including engineering controls, managerial interventions, and cooling protective equipment—are recommended. The significant link between farming as the main occupation and productivity ($P < 0.05$) highlights the importance of occupational health.

In conclusion, heat stress significantly lowers farmers' productivity without markedly affecting physiological parameters. These findings emphasize the need for preventive environmental measures and worker education to mitigate heat risks and improve productivity, providing guidance for better agricultural working conditions and worker safety.

CONFLICT OF INTEREST

The authors of this article declare that there are no scientific, financial, or personal conflicts of interest related to the conduct of this research.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors actively participated in the design ,implementation ,data analysis and writing of the article and accept responsibility for the accuracy of the article's content.

OPEN ACCESS

©2025 The author(s). This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ETHICAL CONSIDERATION

This study was conducted in accordance with the principles of research ethics and with the approval of the Research Ethics Committee of Tabriz university of Medical Sciences IR.TBZMED.REC.1402.877 .This study did not cause any physical, psychological ,financial or ... harm to the participants who entered the study with full knowledge and informed consent.

CODE OF ETHICS

IR.TBZMED.REC.1402.877

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

How to cite this article:
Farnaz Mirzanjad, Gholamreza moradi, Jalil Nazari, Arefeh Jafarzadeh. Investigating the Effect of Heat Stress on Physiological Factors and Reduction Performance in Rice Farmers in Astara City. Iran Occupational Health. 2025 (01 Dec);22:23.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

سلامت کار ایران
دوره ۲۰۲۲ - ۲۳/۱۴۰۴

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

بررسی تاثیر تنش حرارتی بر فاکتورهای فیزیولوژیکی و کاهش بهره وری در شالیکاران شهرستان آستارا

فرناز میرزانژاد: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای،گروه مهندسی بهداشت حرفه ای،دانشکده بهداشت،دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز،ایران.
غلامرضا مرادی: (* نویسنده مسئول) دانشیار،عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای ،دانشکده بهداشت،دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز،ایران.
moradig@tbzmed.ac.ir
جلیل نظری: استاد،عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای ،دانشکده بهداشت،دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز،ایران.
عارفه جعفرزاده: استادیار، عضو هیئت علمی گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت،دانشگاه علوم پزشکی تبریز،تبریز،ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تنش حرارتی یکی از مهم‌ترین عوامل زیان‌آور شغلی در محیطهای کاری به‌ویژه در فضاهای باز است. شالیکاران در فصل تابستان به دلیل کار در فضای باز، در معرض خطرات ناشی از تنش حرارتی قرار دارند که می‌تواند منجر به تغییرات فیزیولوژیکی و کاهش بهره‌وری شود. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تنش حرارتی بر فاکتورهای فیزیولوژیکی و بهره‌وری شالیکاران شهرستان آستارا انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه مقطعی در فصل تابستان بر روی ۱۰۷ نفر از شالیکاران ۷ روستای منتخب شهرستان آستارا انجام شد. اطلاعات دموگرافیک از طریق چک‌لیست ۱۸ سؤالی جمع‌آوری شد. اندازه‌گیری تنش حرارتی طبق استاندارد ISO7243 با استفاده از شاخص دمای تر گویسان (WBGT) در ساعات ۸ صبح تا ۱۶ عصر در ماه‌های تیر و مرداد انجام گردید. پارامترهای فیزیولوژیکی شامل فشارخون سیستولیک و دیاستولیک، ضربان قلب و دمای سطح پوست پیش و پس از شیفت کاری و در سه بازه زمانی (۸-۱۰ صبح، ۱۰-۱۲ ظهر و ۱۲-۱۶ بعدازظهر) اندازه‌گیری شد.از نمودار «ظرفیت کاری» برای پیش‌بینی کاهش بهره‌وری ناشی از گرما در شالیکاران استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و در سطح معناداری ۰,۰۵ تجزیه و تحلیل شدند

یافته ها: میانگین سن، سابقه کار و شاخص توده بدنی به ترتیب ۹/۳±۴۰/۵۱ سال، ۸/۸±۹/۱ سال و۲/۴±۲۷/۳۸ کیلوگرم برمترمربع بود. میانگین شاخص WBGT برابر ۴/۴۶±۲۵/۸۵بدست آمد.کاهش شاخص WBGT از ۳۱/۲۷به ۲۳/۵۸ درجه سانتی‌گراد با افزایش بهره‌وری از ۶۹/۵۱٪ به ۷۶٪ همراه بود. میانگین بهره‌وری در طول روز برابر با ۶۸/۵۷٪ گزارش شد. بیشترین بهره‌وری (۷۶٪) در پایان شیفت کاری، و کمترین آن (۶۲/۶۴٪) در ساعت ۱۰-۱۲ظهر مشاهده شد که با بالاترین رطوبت نسبی و دمای تابشی همراه بود. بهره‌وری با شاخص WBGT رابطه معکوس معناداری دارد (P-value =۰,۰۰۴) اما با پارامترهای فیزیولوژیکی ارتباط معناداری مشاهده نشد (P>۰,۰۵). همچنین شاخص WBGT در نوبت ظهر با پارامترهای فیزیولوژیکی همبستگی معناداری نشان داد (P<۰,۰۵).

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش شاخص WBGT، به‌ویژه در ساعات گرم روز، تأثیر معناداری بر افت بهره‌وری شالیکاران دارد. گرچه پارامترهای فیزیولوژیکی به طور کلی تحت تأثیر قرار نگرفتند، اما در نوبت ظهر به بالاترین مقادیر رسیدند. کاهش بهره‌وری از ۷۶٪ به ۶۲٪ در اثر افزایش دما و رطوبت، لزوم اجرای اقدامات پیشگیرانه مانند کاهش زمان فعالیت در اوج گرما، استراحت کافی، و تأمین آب آشامیدنی را ضروری می‌سازد.

تعارض منافع: *نویسندگان این مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تعارض منافع علمی، مالی یا شخصی در ارتباط با انجام این پژوهش وجود ندارد.*

منبع حمایت کننده: *این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شده است.*

کلیدواژه‌ها
استرس گرمایی
فاکتورهای فیزیولوژیکی
بهره وری
شالیکاران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۳/۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۸/۱۷

شیوه استناد به این مقاله:
Farnaz Mirzanjad, Gholamreza moradi, Jalil Nazari, Arefeh Jafarzadeh. Investigating the Effect of Heat Stress on Physiological Factors and Reduction Performance in Rice Farmers in Astara City. Iran Occupational Health. 2025 (01 Dec);22:23.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

مقدمه

حرفه کشاورزی یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال پرمخاطره‌ترین مشاغل در جهان محسوب می‌شود. این بخش نه‌تنها منبع اصلی تأمین نیازهای اساسی جوامع در حال توسعه است، بلکه به عنوان یکی از ارکان کلیدی رشد اقتصادی نیز شناخته می‌شود. با این حال، سلامت شاغلین این بخش به واسطه فعالیت در محیط‌های باز و مواجهه با عوامل زیان‌آور، به‌ویژه تنش حرارتی، به طور جدی در معرض تهدید قرار دارد(۱-۴).

تنش حرارتی یکی از مهم‌ترین عوامل زیان‌آور شغلی در محیط‌های گرم است که می‌تواند منجر به تغییرات فیزیولوژیکی در بدن شود (۵-۷).انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا[1] تنش حرارتی را به عنوان مجموع بار حرارتی ناشی از محیط و متابولیسم بدن تعریف می‌کند که بدن در مواجهه با آن قرار می‌گیرد(۸). مواجهه با تنش حرارتی می‌تواند باعث افزایش دمای عمقی بدن، بالا رفتن ضربان قلب، تغییرات فشار خون و دمای پوست شود(۹-۱۳). این تغییرات فیزیولوژیکی ممکن است سلامت فرد را به خطر انداخته و عملکرد شغلی او را کاهش دهد(۱۴-۱۶).برای سنجش میزان تنش حرارتی، شاخص‌های مختلفی پیشنهاد شده است که یکی از رایج‌ترین آن‌ها شاخص دمای تر گویسان (WBGT) است. این شاخص با در نظر گرفتن دمای خشک، دمای تر و دمای تابشی، شرایط محیطی را ارزیابی می‌کند و برای محیط‌های شغلی بسیار کاربردی است(۱۷). اگرچه این شاخص حساسیت خوبی به گرمای تابشی و جریان هوا دارد، اما در محیط‌هایی که تعریق محدود است، دقت کمتری نشان می‌دهد(۲).

مطالعات نشان داده‌اند که مواجهه با تنش حرارتی می‌تواند منجر به کاهش تمرکز، افت عملکرد و افزایش خطاهای شغلی شود(۱۸). همچنین، کاهش بهره‌وری، افزایش خطر بروز حوادث و افت سطح ایمنی از دیگر پیامدهای مواجهه با گرما در محیط‌های کاری است(۱۹). مشاغلی مانند صنایع فولاد، ریخته‌گری، شیشه‌سازی، نانوایی، پتروشیمی و به ویژه کشاورزی در معرض خطرات بالای تنش حرارتی قرار دارند(۲۰-۲۵).

کشاورزان، به ویژه شالیکاران، به دلیل فعالیت در محیط‌های باز و قرارگیری طولانی‌مدت در معرض نور خورشید، بیش از سایر مشاغل در معرض تنش حرارتی هستند. برداشت برنج در فصل تابستان می‌تواند خطراتی نظیر ضعف گرمایی، عرق‌سوز، گرفتگی عضلات و حتی غش را برای آنان به همراه داشته باشد(۴, ۲۶). آمارهای بین‌المللی نشان می‌دهد که صنعت کشاورزی از نظر مرگ‌ومیر ناشی از گرما در رتبه‌های بالایی قرار دارد. برای مثال، در آمریکا کشاورزی سومین رتبه در مرگ‌ومیر ناشی از گرما را دارد (۲۷) و در شمال کالیفرنیا ۴۵٪ از مرگ‌های ناشی از گرما مربوط به کشاورزان بوده است(۲۷). در استرالیا نیز ۴۸۵ مورد بیماری و آسیب مرتبط با گرما در کشاورزان گزارش شده است(۲۸). در ایران نیز میزان مواجهه با تنش حرارتی در کشاورزان اغلب فراتر از حدود مجاز است(۲, ۲۹).

با وجود این آمار نگران‌کننده، بهداشت کشاورزی در بسیاری از کشورها از جمله ایران به طور کامل مورد توجه قرار نگرفته است(۳۰, ۳۱). بخش عمده‌ای از نیروی کار کشور در محیط‌های روباز مشغول به کار هستند و بسیاری از این مشاغل به صورت پیمانکاری بوده و تحت پوشش ارزیابی‌های بهداشت حرفه‌ای قرار نمی‌گیرند.

از این‌رو، توجه به سلامت و رفاه شالیکاران و بررسی تأثیر تنش حرارتی بر فاکتورهای فیزیولوژیکی و بهره‌وری آنان امری ضروری است. با توجه به نبود مطالعات جامع در این حوزه، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تنش حرارتی بر فاکتورهای فیزیولوژیکی وکاهش بهره‌وری شالیکاران شهرستان آستارا انجام شد.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر از نوع مقطعی بوده و جمعیت مورد مطالعه شامل شالیکاران شهرستان آستارا در فصل تابستان سال ۱۴۰۳ بود. معیار ورود به مطالعه، رضایت آگاهانه کشاورزان جهت شرکت در مطالعه بود. افراد دارای سابقه مشکلات قلبی-عروقی، کهولت سن، دیابت، بیماری‌های تیروئید، بیماری‌های تب‌دار و عفونی و همچنین افرادی که داروهای مؤثر بر ضربان قلب،آنتی‌دیورتیک،کنترل فشارخون ودیابت مصرف می‌کردند، از مطالعه خارج شدند. به تمامی شرکت‌کنندگان توصیه شد که ۲۴ ساعت قبل از انجام مطالعه از مصرف کافئین خودداری کنند.روش نمونه‌گیری به‌صورت خوشه‌ای انجام شد. روستاهای اطراف آستارا به‌عنوان خوشه در نظر گرفته شدند و از میان آن‌ها ۷ خوشه به‌صورت تصادفی انتخاب شد. نمونه‌گیری در هر خوشه به‌صورت در دسترس و متناسب با جمعیت روستا انجام گرفت. از مجموع ۸۲ روستای آستارا، ۷ روستا به شرح زیر انتخاب شد: سیبلی (۱۶۴۹ نفر - ۱۹ نفر نمونه)، سیرالیوه (۵۱۷ نفر - ۶

1 ACGIH

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

نفر نمونه)، خسرومحله (۷۶۴ نفر - ۹ نفر نمونه)، کانرود (۲۶۴۰ نفر - ۳۱ نفر نمونه)، خلیله‌سرا (۳۵۱ نفر - ۴ نفر نمونه)، عباس‌آباد (۱۶۵۷ نفر - ۲۰ نفر نمونه) و قره‌سو (۱۵۳۷ نفر - ۱۸ نفر نمونه). اطلاعات دموگرافیک کشاورزان از طریق چک‌لیست حاوی ۱۸ سؤال جمع‌آوری شد.در هنگام جمع‌آوری اطلاعات دموگرافیک، برای زنان به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیکی، اطلاعاتی نظیر وضعیت قاعدگی، حاملگی، تعداد فرزندان، وضعیت تأهل و یائسگی نیز ثبت شد.پس از تکمیل چک‌لیست دموگرافیک، پارامترهای شرایط جوی طبق استاندارد ISO 7243 و پارامترهای فیزیولوژیکی مطابق استاندارد ISO9886 از ساعت ۸ صبح تا ۱۶ بعدازظهر اندازه‌گیری و ثبت گردید. پارامترهای شرایط جوی شامل دمای هوای خشک، دمای تر، سرعت جریان هوا، رطوبت نسبی و دمای تابشی بود. برای تعیین دمای خشک ، دمای تر طبیعی و تابشی ، دستگاه WBGT متر به کارگرفته شد. برای سنجش سرعت جریان هوا از آنمومتر حرارتی دیجیتالی مدل Kimo-vt100 ساخت آمریکا استفاده شد. جهت‌گیری بادسنج به‌گونه‌ای تنظیم شد که جریان باد از قسمت عقب به جلو عبور کند و دستگاه با زاویه ۲۰ درجه نگه‌داشته شد. اندازه‌گیری‌ها در زمان استراحت (۸ صبح و ۱۶ بعدازظهر) و طی سه مرحله کاری (۸-۱۰ صبح، ۱۰-۱۲ ظهر و ۱۲-۱۶ بعدازظهر) انجام شد و در هر مرحله سه بار تکرار گردید. برای محاسبه میزان شاخص WBGT از دستگاه WBGT متر مدل Iutron WBGT-2010sd ساخت کشور تایوان و طبق استاندارد ISO 7243 استفاده شد. در شالیکاران به دلیل فعالیت در محیط رو باز و با در نظر گرفتن محیط متجانس اندازه‌گیری‌ها در ناحیه کمر (۱/۱متر از سطح زمین) صورت گرفت و به‌منظور اطمینان از دقت، در هر سنجش ۱۰ تا ۳۰ دقیقه زمان برای هم‌دما شدن دماسنج‌ها در نظر گرفته شد و میانگین سه بار اندازه‌گیری ثبت گردید. نتایج اندازه گیری با مقادیر مجاز توصیه شده ACGIH که مورد پذیرش انجمن بهداشت کار ایران است نیز مقایسه شد. برای سنجش فشار گرمایی محیط کار از شاخص دمای تر گویسان و معادله (۱) این شاخص برای محیط های باز استفاده شد.

محیط باز $WBGT=0.7Tnw + 0.2Tg + 0.1\ Ta$

معادله (۱)

- WBGT: شاخص دمای تر-گویسان (c^0)
- Tnw: دمای تر طبیعی (c^0)
- Ta: دمای خشک (c^0)
- Tg: دمای تا بشی یا گویسان (c^0)

برای محاسبه میانگین شاخص WBGT روزانه، از داده‌های دمای خشک، دمای تر و دمای تابشی روزانه برای هرنوبت استفاده شد. به این صورت که مقادیر مربوط به هر نوبت درمعادله(۱) وارد شد و سپس میانگین این شاخص‌ها برای چهار نوبت به دست آمد.

پارامترهای فیزیولوژیکی شامل فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، ضربان قلب و دمای سطح پوست مطابق استاندارد ISO9886 اندازه‌گیری شد. دمای پوست بر اساس روش پیشنهادی چهار نقطه ای ISO درچهار نقطه دست چپ، کتف راست، سطح گردن و روی ساق پای راست اندازه گیری شد و در نهایت با استفاده از ضرایبی که نشان دهنده سطح ناحیه بررسی شده به کل بدن است، از معادله (۲) میانگین پوست بدن تعیین شد:

$$T_{mean} = (0.28 \times T_{rs}) + (0.28 \times T_{n}) + (0.28 \times T_{rsh}) + (0.16 \times T_{lh}) \quad (۲)$$

دراین معادله: T_{mean} میانگین دمای پوست، T_{rs} : دمای کتف راست ، : T_{n} دمای سطح گردن ، : T_{lh} میانگین دمای پوست دست چپ ، : T_{rsh} دمای روی ساق پای راست است .فشار خون و ضربان قلب با استفاده از دستگاه فشارسنج مچی مدل ۶۲۴۱KP COMFORT- ساخت شرکت C.R.P چین سنجیده شد. دمای پوست با دماسنج دیجیتال محاسبه شد. همچنین در این مطالعه برای ارزیابی بهره وری ، از نمودار «ظرفیت کاری» بر اساس استانداردهای NIOSH وISO استفاده شد که رابطه بین ظرفیت کاری و WBGT را برای چهار سطح فعالیت فیزیکی نشان می‌دهدبا توجه به میزان متابولیسم، شالیکاران در گروه کارهای سنگین با نرخ متابولیسم حدود ۴۱۵ وات قرار گرفتند(نمودار ۱).

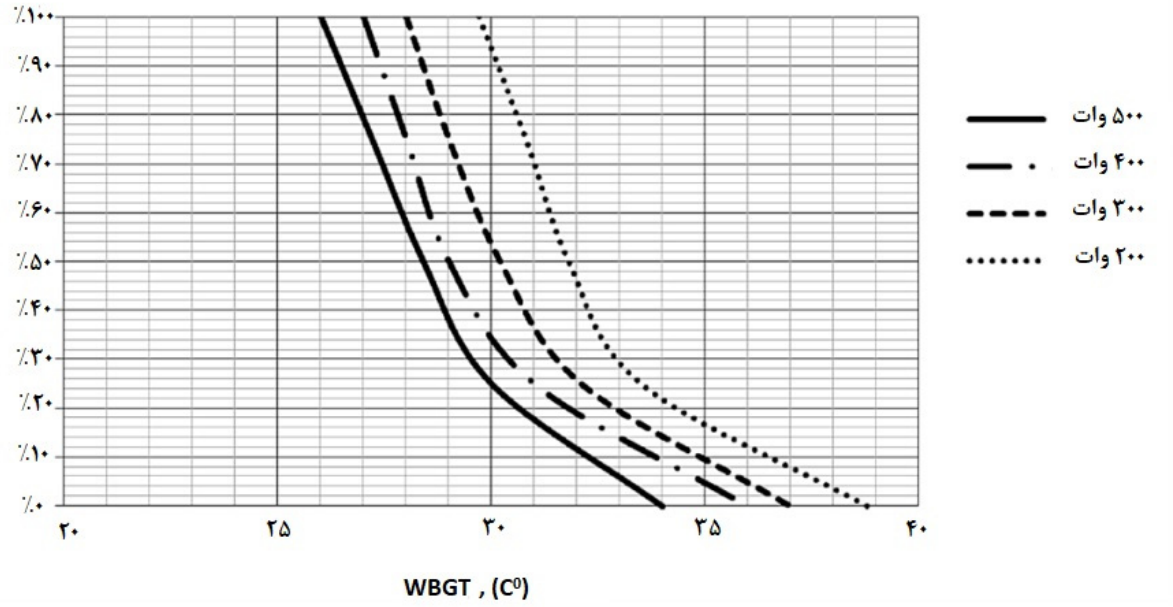
در بخش آماری، برای توصیف داده‌های کیفی از جداول فراوانی، درصد و نمودارهای مناسب استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی گردید. برای تحلیل ارتباط متغیرها از آزمون‌های ضریب همبستگی اسپیرمن و آزمون من-ویتنی استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها ۰,۰۵ در نظر گرفته شد و تحلیل‌های آماری با نرم‌افزار spss نسخه ۲۶ انجام شد

نتایج

در این مطالعه، ویژگی‌های دموگرافیک و مشخصات فردی شرکت‌کنندگان بررسی شد. میانگین سنی افراد مورد مطالعه ۹/۳±۴۰/۵۱ سال بود. میانگین

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]



نمودار۱. رابطه بین ظرفیت کاری و WBGT برای چهار سطح فعالیت فیزیکی

قد و وزن افراد به ترتیب ۱۷۰/۲۳±۷/۶ سانتیمتر و۷۹/۳۶±۸/۶کیلوگرم محاسبه شد. میانگین شاخص توده بدن (BMI) بر اساس میانگین قد و وزن افراد نیز ۲۷/۳۸±۲/۴کیلوگرم بر مترمربع رابدست آمد. میانگین سابقه کار شرکت‌کنندگان در این پژوهش ۹/۱±۸/۸سال بود.

بررسی توزیع جنسیتی نشان داد که ۷۲٪ از افراد شرکت‌کننده را مردان و ۲۸٪ را زنان تشکیل می‌دادند. همچنین، ۸۶٪ از شرکت‌کنندگان متأهل و ۱۴٪ مجرد بودند. از نظر سطح تحصیلات، ۱۹.۶٪ افراد بی‌سواد، ۲۶٪دارای مدرک دیپلم، ۱۶.۸٪ دارای مدرک فوق‌دیپلم، ۳۲.۷٪ دارای مدرک کارشناسی و ۲.۸٪ دارای مدرک کارشناسی‌ارشد بودند.

از میان شرکت‌کنندگان، ۱۱.۲٪ سابقه بیماری داشتند در حالی که ۸۸.۸٪ سابقه هیچ‌گونه بیماری گزارش نکردند. علاوه بر این، ۶۰.۷٪ از افراد کشاورزی را به عنوان شغل اصلی خود انتخاب کرده بودند، در حالی که ۳۹.۳٪ به مشاغل دیگری نیز مشغول بودند. بررسی مصرف سیگار نیز نشان داد که ۲۲.۴٪ از شرکت‌کنندگان سیگاری بودند، در حالی که ۷۷.۶٪ مصرف سیگار نداشتند (جدول ۱).

در جدول۲مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیولوژیکی در چهار نوبت اندازه‌گیری طی روز را نشان داده شده است. میانگین فشار خون سیستولیک و فشار خون دیاستولیک ۱۲۶/۱۳±۷/۶mmHg ۸۰/۹۷±۴/۴۶ mmHg شد. متوسط ضربان قلب ۸۹/۷۴±۲/۱۴ ضربه در دقیقه و متوسط دمای پوست ۳۷/۳۴±۰/۳ درجه سانتی‌گراد بود. بیشترین تغییرات فیزیولوژیکی در نوبت ظهر مشاهده شد(جدول ۲).

نمودار (۱) تغییرات بهره وی در طول شیفت کاری را نشان می دهد.میانگین بهره‌وری در طول روز برابر با ۶۸/۵۷٪ گزارش شد. بیشترین بهره‌وری (۷۶٪) در پایان شیفت کاری، و کمترین آن (۶۲/۶۴٪) در ساعت ۱۰-۱۲ظهر مشاهده شد که با بالاترین رطوبت نسبی و دمای تابشی همراه بود.

جدول۳ مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای محیطی در نوبت های اندازه گیری شده را نمایش می‌دهد. میانگین دمای خشک ۲۹/۰۲±۱/۶۱ درجه سانتی‌گراد، دمای تابشی ۳۴/۴۸±۲/۹۶ درجه سانتی‌گراد و دمای تر طبیعی ۲۲/۹۳±۱/۹ درجه سانتی‌گراد گزارش شد. رطوبت نسبی به‌طور میانگین۸۲/۳۰±۴/۶۷ و سرعت جریان هوا ۲/۲۶±۰/۷ s/m بدست آمد. میانگین شاخص WBGT ۲۵/۸۵±۱/۹ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.در شروع و پایان شیفت کاری، مقادیر دمای خشک، تر و تابشی نسبت به نوبت‌های دیگر کمتر بود.

تغییرات بهره‌وری در نوبت‌های مختلف با پارامترهای محیطی متفاوت گزارش گردید. بهره‌وری در نوبت چهارم(پایان شیفت کاری) ۷۶٪ ثبت شد که با پایین‌ترین میزان WBGT (۲۳/۵۸±۲/۱) درجه سانتی‌گراد، دمای خشک (۲۷/۲۶±۲/۰۸) درجه سانتی‌گراد و

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

جدول۱. ویژگی های دموگرافیک افراد مورد مطالعه

متغیر	واحد متغیر	درصد فراوانی n=107
سن	سال	۴۰/۵۱±۹/۳ (میانگین±انحراف معیار)
وزن	کیلوگرم	۷۹/۳۶±۸/۶ (میانگین±انحراف معیار)
قد	سانتی متر	۱۷۰/۲۳±۷/۶ (میانگین±انحراف معیار)
شاخص توده بدنی	کیلوگرم برمترمربع	۲۷/۳۸±۲/۴ (میانگین±انحراف معیار)
سابقه کار	سال	۹/۱±۸/۸ (میانگین±انحراف معیار)
جنسیت	مرد	۷۲درصد
	زن	۲۸درصد
تاهل	مجرد	۱۴درصد
	متاهل	۸۶درصد
سطح تحصیلات	بی سواد	۱۹/۶ درصد
	دیپلم	۲۶درصد
	فوق دیپلم	۱۶/۸ درصد
	لیسانس	۳۲/۷ درصد
	فوق لیسانس	۲/۸ درصد
سابقه بیماری	بله	۱۱/۲ درصد (۴/۷-۲/۸-۳/۷)
	(قلبی-دیابت-فشارخون)	۸۸/۸ درصد
	خیر	
ایا کشاورزی شغل اصلی شماست؟	بله	۶۰/۷ درصد
	خیر	۳۹/۳ درصد
سیگار	بله	۲۲/۴ درصد
	خیر	۷۷/۶ درصد

جدول۲. مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیولوژیکی در نوبت های اندازه گیری شده

پارامترهای فیزیولوژیکی	نوبت اندازه گیری				n=107
	نوبت اول(قبل از شروع شیفت کاری)	نوبت دوم (۱۰-۸ صبح)	نوبت سوم(۱۲-۱۰ ظهر)	نوبت چهارم(۱۶-۱۲ بعدازظهر)	میانگین روزانه
فشارخون سیستولmmHg	۱۲/۳۰±۰/۶	۱۲/۷۵±۰/۷۷	۱۲/۸۴±۱/۳	۱۲/۵۳±۰/۶	۱۲۶/۱۳±۷/۶
فشارخون دیاستولmmHg	۷۹/۰۶±۴/۷	۸۱/۳۱±۴/۳	۸۲/۸۱±۴/۵	۸۰/۷۰±۸/۴	۸۰/۹۷±۴/۴۶
ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	۸۷/۶۹±۲/۲۲	۹۰/۷۹±۳	۹۱/۷۷±۲/۷	۸۸/۷۲±۲/۲۴	۸۹/۷۴±۲/۱۴
دمای پوست^{0}c	۳۶/۸۶±۰/۵	۳۷/۵۰±۰/۴	۳۷/۷۶±۰/۴	۳۷/۲۵±۰/۴۶	۳۷/۳۴±۰/۳

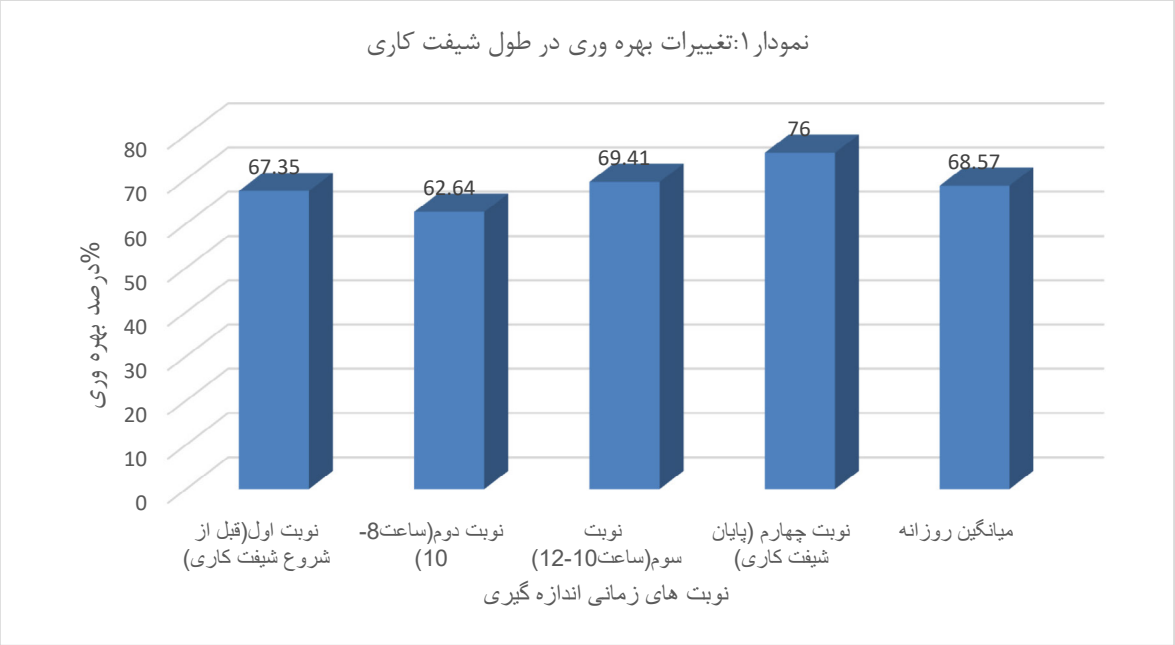
متوسط سرعت باد (۱/۶۴±۰/۹۵) متر برثانیه همراه بود. کاهش دما و تنش حرارتی در این نوبت احتمالاً شرایط فیزیولوژیکی مطلوب‌تری برای کارکنان ایجاد کرده و منجر به بهره‌وری حداکثری و پایداری عملکرد (انحراف معیار = ۰) شده است. این یافته نشان می‌دهد که در نبود تنش حرارتی، عملکرد نیروی کار پایدار و بهینه خواهد بود.

بهره‌وری در نوبت سوم(۱۰-۱۲ظهر) ۶۹/۴۱٪ بود که با بالاترین WBGT (۲۷/۳۱±۷/۱) درجه سانتی‌گراد، دمای خشک (۳۰/۴۲±۱/۲۱) درجه سانتی‌گراد و متوسط سرعت باد (۲/۶±۰/۹۲) m/s همراه بود. در نوبت سوم بهره‌وری بالا با بیشترین تنش حرارتی گزارش شد

با وجود بالاترین تنش حرارتی، بهره‌وری نسبتاً بالا ممکن است ناشی از تطابق‌پذیری کارکنان با شرایط یا تأثیر خنک‌کنندگی باد باشد. انحراف معیار ۱۷/۳۹ نشان‌دهنده تفاوت فردی گسترده در تحمل تنش حرارتی است، به طوری که برخی کارکنان عملکرد خود را حفظ کرده و برخی کاهش چشمگیری داشته‌اند.

نوبت دوم(۸-۱۰صبح)کمترین بهره‌وری را با مقدار (۶۲/۶۴±۲۰/۷۲٪) نشان داد. در این نوبت، WBGT

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]



جدول۳. مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای محیطی در نوبت های اندازه گیری شده

پارامترهای محیطی	نوبت اندازه گیری				n=107
	نوبت اول(قبل از شروع کار)	نوبت دوم (۸-۱۰ صبح)	نوبت سوم(۱۰-۱۲ ظهر)	نوبت چهارم(۱۲-۱۶ بعدازظهر)	میانگین روزانه
Ta c^0	۲۸/۲۸±۲/۸۶	۳۰/۱۱±۱/۷۹	۳۰/۴۲±۱/۲۱	۲۷/۲۶±۲/۰۸	۲۹/۰۲±۱/۶۱
Tg c^0	۳۲/۸۵±۴/۴	۳۵/۹۷±۳/۶۰	۳۷/۱۱±۲/۴۳	۳۱/۹۸±۲/۸۴	۳۴/۴۸±۲/۹۶
Tnw c^0	۲۲/۷۱±۳/۰۶	۲۴/۳۰±۲/۳۶	۲۴/۰۷±۲/۱۵	۲۰/۶۶±۲/۲۱	۲۲/۹۳±۱/۹
٪RH			۸۲/۳۰±۴/۶۷		
Vm/s	۲/۲۶±۰/۷	۲/۴۸±۱/۰۷	۲/۶±۰/۹۲	۱/۶۴±۰/۹۵	۲/۲۶±۰/۷
WBGT	۲۵/۲۹±۳/۱	۲۷/۲۲±۲/۳	۲۷/۳۱±۷/۱	۲۳/۵۸±۲/۱	۲۵/۸۵±۱/۹
بهره وری	۶۷/۳۵±۱۴/۷۵	۶۲/۶۴±۲۰/۷۲	۶۹/۴۱±۱۷/۳۹	۷۶±۰/۰	۶۸/۵۷±۱۳/۴

T_a: دمای خشک (c^0) ، T_g: دمای تا بشی یا گویسان (c^0)، T_{nw}: دمای تر طبیعی(c^0)،RH: رطوبت نسبی٪ ، V: سرعت جریان هوا m/s .

(۲۷/۲۲±۲/۳) درجه سانتی‌گراد، دمای خشک (۳۰/۱۱±۱/۷۹) درجه سانتی‌گراد و متوسط سرعت باد (۲/۴۸±۱/۰۷) m/s همراه با رطوبت نسبی بالا اندازه‌گیری شد. همچنین، دمای گویسان(Tg) ۳۵/۹۷±۳/۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. ترکیب رطوبت بالا و دمای تابشی زیاد، احتمالاً منجر به احساس خفگی حرارتی و کاهش تمرکز کارکنان شده است. انحراف معیار ۲۰/۷۲± نشان می‌دهد که این نوبت بیشترین ناپایداری در عملکرد را داشته است.

بهره‌وری در نوبت اول (شروع شیفت کاری)، (۶۷/۳۵±۱۴/۷۵٪) گزارش شد. این نوبت با پایین‌ترین میزان WBGT (۲۵/۲۹±۳/۱)درجه سانتی‌گراد و متوسط سرعت باد (۲/۲۶±۰/۷) m/s همراه با رطوبت نسبی بالا ثبت شد. اگرچه تنش حرارتی کمتر بود، اما رطوبت بالا ممکن است بر آسایش حرارتی تأثیر منفی گذاشته و مانع دستیابی به بهره‌وری بالاتر شده باشد.

همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کاهش شاخص WBGT از ۲۷/۳۱به ۲۳/۵۸ درجه سانتی‌گراد با افزایش بهره‌وری از ۶۹/۴۱٪ به ۷۶٪ همراه بوده است. این روند حاکی از وجود رابطه معکوس بین شاخص تنش حرارتی و بهره‌وری است. در واقع، WBGT بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد به طور محسوسی منجر به کاهش بهره‌وری شده است. همچنین، سرعت جریان هوا می‌تواند تا حدی اثرات منفی دمای بالا را کاهش دهد، چنانکه در نوبت سوم (ساعت۱۰-۱۲ظهر)، افزایش سرعت باد به ۲,۶ ± ۰,۹۲ متربرثانیه احتمالاً موجب تعدیل اثرات گرمایی شده است. در مقابل، در پایان شیفت کاری با دمای پایین‌تر و سرعت باد کمتر (۱,۶۴ ± ۰,۹۵) شرایط

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

جدول ۴. رابطه بین شاخص WBGT و پارامترهای فیزیولوژیک و بهره وری

متغیر	WBGT C⁰		بهره وری	
	ضریب همبستگی	p-value α=0/05	ضریب همبستگی	p-value α=0/05
فشارخون سیستولmmHg	-۰/۱۱۵	۰/۲۳۹	-۰/۱۷۴	۰/۱۱۸
فشارخون دیاستولmmHg	۰/۰۰۹	۰/۹۲۵	۰/۱۴۴	۰/۱۸۹
ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	۰/۰۵۷	۰/۵۶۱	-۰/۲۴۹	۰
دمای پوست C⁰	۰/۰۱۰	۰/۹۲۲	۰/۰۶۱	۰/۵۸۵
بهره وری	-۰/۳۱۴	۰/۰۰۴	۱/۰۰۰	۰

ایده‌آل‌تری برای کارکنان فراهم کرده است.

رطوبت نسبی بالا (بیش از ۸۰٪) در نوبت‌های اول و دوم، حتی در دماهای متوسط، احتمالاً منجر به اختلال در آسایش حرارتی و کاهش بهره‌وری شده است. به طور کلی، مدیریت هم‌زمان دما، رطوبت و جریان هوا، به‌ویژه حفظ WBGT زیر ۲۷ درجه سانتی‌گراد، می‌تواند تأثیر مثبتی بر بهره‌وری نیروی کار داشته باشد.

جدول ۴ ارتباط بین شاخص WBGT با فاکتورهای فیزیولوژیکی و بهره‌وری شالیکاران را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل آماری نشان داد که بین شاخص WBGT و بهره‌وری ارتباط معکوس معناداری وجود دارد (ضریب همبستگی = -۰,۳۱۴، P-value = ۰.۰۰۴)، که نشان‌دهنده کاهش بهره‌وری با افزایش گرمای محیط است. ارتباط معناداری بین شاخص WBGT و پارامترهای فیزیولوژیکی (فشار خون سیستولیک: P = ۰.۲۳۹، فشار خون دیاستولیک: P = ۰.۹۲۵، ضربان قلب: P = ۰.۵۶۱، دمای پوست: P = ۰.۹۲۲) مشاهده نشد. بالاترین همبستگی بین شاخص WBGT و پارامترهای فیزیولوژیکی در نوبت ظهر مشاهده شد، جایی که دمای سطح پوست، فشار خون و ضربان قلب به بیشترین میزان خود رسیدند.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تنش حرارتی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و کاهش بهره‌وری کاری شالیکاران شهرستان آستارا انجام شد. یافته‌های این تحقیق به‌روشنی نشان داد که بهره‌وری نیروی کار به‌شدت تحت تأثیر شرایط محیطی و شاخص‌های حرارتی WBGT قرار دارد، به‌طوری‌که با افزایش تنش حرارتی، کاهش قابل‌توجهی در بهره‌وری مشاهده شد.

نتایج نشان دادند که بین شاخص WBGT و میزان بهره‌وری رابطه معکوس معناداری وجود دارد (r=-۰/۳۱۴ ,P=۰/۰۰۴). به‌ویژه در نوبت دوم کاری، که هم‌زمان با بالاترین میزان دمای هوا، رطوبت نسبی و تابش خورشیدی بود، بهره‌وری به پایین‌ترین سطح خود یعنی ۶۲/۶۴درصد کاهش یافت. این افت عملکرد به‌احتمال زیاد ناشی از ترکیبی از خستگی زودهنگام، کاهش تمرکز، افزایش بار حرارتی بدن و محدودیت توان فیزیکی بوده است.در مقابل، بیشترین بهره‌وری (۷۶٪) در نوبت چهارم، یعنی ساعات خنک‌تر روز ثبت شد؛ این موضوع تأکیدی بر نقش تعیین‌کننده شرایط جوی در حفظ یا کاهش راندمان کاری دارد. همچنین، یکنواختی عملکرد در این نوبت (انحراف معیار صفر) نشان‌دهنده ثبات بهره‌وری در شرایط محیطی مساعدتر بود.در نوبت سوم، علیرغم ثبت بالاترین مقدار WBGT، افت بهره‌وری به اندازه نوبت دوم نبود (۶۹/۴۱٪)، که احتمالاً ناشی از اثر خنک‌کنندگی جریان باد یا سازگاری فیزیولوژیکی برخی از کارگران با گرما بوده است. با این حال، انحراف معیار بالای عملکرد در این نوبت نشان داد که تفاوت‌های فردی در میزان تحمل گرما منجر به کاهش بهره‌وری در برخی افراد شده است.همچنین در نوبت اول (صبح زود)، با وجود دمای پایین‌تر، بهره‌وری کمتر از حد انتظار (۶۷/۳۵٪) بود. این می‌تواند ناشی از رطوبت نسبی بالا و احساس ناخوشایند گرما در شرایط مرطوب، به‌ویژه با شروع فعالیت فیزیکی، باشد.

یافته‌ها تأکید می‌کنند که ترکیب دما، رطوبت و جریان هوا، اثر مستقیم و چشمگیری بر سطح بهره‌وری دارد. به‌ویژه، رطوبت بالا در شرایط گرم با کاهش ظرفیت تعریق و دفع حرارت از بدن، منجر به افزایش فشار حرارتی و در نهایت افت عملکرد کاری می‌شود. جریان هوای مناسب نیز به‌عنوان عاملی تعدیل‌کننده می‌تواند از افت شدید بهره‌وری جلوگیری کند.

نتایج مطالعه حاضر هم‌راستا با مطالعاتی مانند اسماعیل‌پور و همکاران (۱۳۹۳) است که افت بهره‌وری ناشی از تنش حرارتی را در مشاغل فضای باز ایران تا ۶۰ درصد برآورد کردند. همچنین، مطالعه انجام‌شده بر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

روی کارگران مکزیکی نیز کاهش چشمگیر بهره‌وری در فصل برداشت را در پی WBGT بالا گزارش کرده بود. مطالعه حاضر نیز نشان داد که حتی در نواحی با اقلیم مرطوب مانند آستارا، شاخص WBGT می‌تواند به کاهش محسوس بهره‌وری منجر شود.

برخلاف برخی پژوهش‌های صنعتی که تمرکز آن‌ها بر همبستگی فیزیولوژیکی بود، مطالعه ما نشان داد شاخص بهره‌وری می‌تواند به‌تنهایی به‌عنوان شاخصی حساس و کاربردی برای ارزیابی اثرات گرما در محیط‌های کشاورزی استفاده شود. به‌ویژه در شرایطی که تجهیزات پیشرفته اندازه‌گیری فیزیولوژیکی در دسترس نیستند.

مطالعه حاضر نشان داد که تنش حرارتی تأثیر معناداری بر کاهش بهره‌وری شالیکاران دارد، در حالی که تأثیر معناداری بر پارامترهای فیزیولوژیکی مشاهده نشد. این نتایج بر اهمیت توجه به شرایط محیطی و اتخاذ اقدامات پیشگیرانه برای کاهش خطرات ناشی از تنش حرارتی تأکید دارد.اجرای کنترل‌های مهندسی و مدیریتی، به‌کارگیری وسایل حفاظت فردی و ارتقای آگاهی کارگران می‌تواند به کاهش اثرات تنش حرارتی و افزایش بهره‌وری کمک کند. این یافته‌ها می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای بهبود شرایط کاری در محیط‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد و بر اهمیت توجه به سلامت و ایمنی کارگران تأکید دارد.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تعارض منافع علمی، مالی یا شخصی درارتباط با انجام این پژوهش وجود ندارد.

حمایت مالی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه مطابق با اصول اخلاق در پژوهش و با تایید کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز(IR.TBZMED.REC.1402.877)انجام شده است. این مطالعه هیچ گونه زیان جسمی ،روانی ، مالی یا غیره برای شرکت کنندگان نداشت.کلیه شرکت کنندگان با آگاهی کامل و رضایت نامه آگاهانه وارد مطالعه شدند.

کد اخلاق

IR.TBZMED.REC.1402.877

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی،اجرا،تحلیل داده ها و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته اند و مسئولیت صحت مطالب مقاله را می پذیرند.

دسترسی آزاد

کپی‌رایت نویسنده(ها) ©2025: این مقاله تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 اجازهٔ استفاده، اشتراک‌گذاری، اقتباس، توزیع و تکثیر را در هر رسانه یا قالبی مشروط بر درج نحوهٔ دقیق دسترسی به مجوز CC، منوط به ذکر تغییرات احتمالی بر روی مقاله می‌داند. لذا به استناد مجوز یادشده، درج هرگونه تغییرات در تصاویر، منابع و ارجاعات یا سایر مطالب از اشخاص ثالث در این مقاله باید در این مجوز گنجانده شود، مگر اینکه در راستای اعتبار مقاله به اشکال دیگری مشخص شده باشد. در صورت درج نکردن مطالب مذکور و یا استفادهٔ فراتر از مجوز بالا، نویسنده ملزم به دریافت مجوز حق نسخه‌برداری از شخص ثالث است.

به‌منظور مشاهدهٔ مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 به نشانی زیر مراجعه شود:
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل طرح مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز به شماره ثبت ۷۲۶۲۹ است.از معاونت فناوری دانشگاه علوم پزشکی تبریز برای حمایت مالی از این مطالعه قدردانی میشود.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

REFERENCES

1. Heidari A, Razavi Asl S. Agricultural Occupational Health Knowledge and Practice of Farmers in 2007 in Qom Province. Qom University of Medical Sciences Journal. 2007;1(3):51-8.
2. Vaseghi AAT. Investigating the Important Factors on Corn Import. 6th Iranian Agricultural Economics Conference, Mashhad. 2007.
3. Todaro M. Economic Development in the Third World, Translation of Farajadi, Gh, Koohsar

press. 1942.

4. Golbabaei F, Hamerezae M, Fathi A, Dibakhosravi A. Studying the effectiveness of re-hydration on productivity in a sugar beet workers among farmers in West Azarbaijan city. J-Health-Saf-Work. 2014;4(3):49-58.
5. Zamanian Z, Dehghani M, Hashemi H. Outline of changes in cortisol and melatonin circadian rhythms in the security guards of shiraz university of medical sciences. International journal of preventive medicine. 2013;4(7):825-30.
6. Habibollah D, Vajiheh M, Peymaneh H. The Effects of Heat Stress on Job Satisfaction, Job Performance and Occupational Stress in Casting Workers. Jundishapur Journal of Health Sciences. 2016;8(3):9.
7. Lucas RA, Epstein Y, Kjellstrom T. Excessive occupational heat exposure: a significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers. Extreme physiology & medicine. 2014;3:14.
8. Yang X, Li B, Li Y, Wang Y, Zheng C. A Research on Characteristics of Human Heat Stress in Dynamic Hot Environment. Procedia Engineering. 2017;205:2749-54.
9. Jafari MJ, Hoorfarasat G, Salehpour S, Khodakarim S, Haydarnezhad N, editors. Comparison Of Correlation Between Wet Bulb Globe Temperature, Physiological Strain Index And Physiological Strain Index Based On Heart Rate With Heart Rate And Tympanic Temperature On Workers In A Glass Factory2014.
10. Wilson TE, Cui J, Zhang R, Crandall CG. Heat stress reduces cerebral blood velocity and markedly impairs orthostatic tolerance in humans. American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology. 2006;291(5):R1443-8.
11. Dehghan, Mortazavi, Jafari, Maracy. Combined application of wet-bulb globe temperature and heart rate under hot climatic conditions: a guide to better estimation of the heat strain. FEYZ. 2012;16(2):112-20.
12. Baber C JD, Walker GH, Rafferty LA, Salmon PM, Stanton NA. Human factors methods: A practical guide for engineering and design: AshgatePublishing, Ltd.; 2013.
13. Ansari M, Mazloumi A, Abbassinia M, Farhang Dehghan S, hossieni SM, Golbabaei F. Heat stress and its impact on the workers' cortisol concentration: A case study in a metal melding industry. J-Health-Saf-Work. 2014;4(2):59-68.
14. Morimoto RI. The heat shock response: systems biology of proteotoxic stress in aging and disease. Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology. 2011;76:91-9.
15. Habib E, Dehqana H, Lotfi S, Hassanzadeh A. The effect of heat on the precision and speed of the work in men by the battery method under experimental condition. hums-jpm. 2016;3(1):28-36.
16. ISO. Hot environments-estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index. Geneva: International Standards Organization; 1989 Jul. Report No.: ISO 7243:1989.
17. Epstein Y MD. Thermal comfort and the heat stress indices Industrial health. 2006;44(3):388-98.
18. Hancock PA, Vasmatzidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. International journal of hyperthermia : the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group. 2003;19(3):355-72.
19. Abbasi M, Pourhossein M, Mohammadi H, Golbabaei F. A review on the effect of heat stresses on cognitive functions. J-Health-Saf-Work. 2020;10(3):251-62.
20. Chen ML, Chen CJ, Yeh WY, Huang JW, Mao IF. Heat stress evaluation and worker fatigue in a steel plant. AIHA journal : a journal for the science of occupational and environmental health and safety. 2003;64(3):352-9.
21. Hajizadeh r, Farhang Dehghan S, Mehri A, Golbabaei F, Beheshti MH, Haghighatjou h. Heat Stress Assessment in Outdoor Workplaces of a Hot Arid Climate Based on Meteorological Data: A Case Study in Qom, Iran. Journal-Mil-Med. 2015;17(2):89-95.
22. Vatani J, Golbabaei F, Dehghan SF, Yousefi A. Applicability of Universal Thermal Climate Index (UTCI) in occupational heat stress assessment: a case study in brick industries. Industrial health. 2016;54(1):14-9.
23. Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. Industrial health. 2006;44(3):388-98.
24. Wing JF. Upper thermal tolerance limits for unimpaired mental performance. Aerospace Medicine. 1965;36(10):960-4. .
25. Bell PA. Physiological, comfort, performance, and social effects of heat stress. Journal of Social Issues.1981;37(1):71-94.
26. Elliott F., (2005). Safeguarding against heat haz-ards. Occupational safety and health, 74(3): 30-33.
27. Amnuaylojaroen T, Limsakul A, Kirtsaeng S, Parasin N, Surapipith V. Effect of the Near-Future Climate Change

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]

under RCP8.5 on the Heat Stress and Associated Work Performance in Thailand. Atmosphere. 2022;13(2):325.
28. 2000; Hill-GrawMc Irwin: York New. management resource Human. L Rue, L B.
29. Golbabaie F, Monazam Esmaieli MR, Hemmatjou R, nasiri P, Pour Yaaghoub GR, Hosseini M. Comparing the Heat Stress (DI, WBGT, SW) Indices and the Men Physiological Parameters in Hot and Humid Environment. ijhe. 2012;5(2):245-52.
30. Hamerezaee M, Golbabaei F, Nasiri P, Azam K, Farhang Dehghan S, Fathi A, et al. Determination of optimum index for heat stress assessment on the basis of physiological parameters, in steel industries. J-Health-Saf-Work. 2018;8(2):163-74.
31. Afshari D, Nourollahi-Darabad M, Shirali G-A. Applicability of WBGT index in determining the allowable working time in hot climate conditions. J-Health-Saf-Work. 2021;11(4):614-26.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.66224/ioh.22.1.391]