DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 22, No. 2, Summer

Received: 23.12.2024 Accepted: 01.06.2025 Published: 06.07.2026

An Empirical Study on the Impact of Heavy Physical Activity in Hot and Humid Work Environments on Grip Strength and Psychomotor Performance of the Hand

Mohammad Javad Soleymankhani[1], Masoud Shafiee-Motlagh[2], Mohsen Aliabadi[3], Javad Faradmal[3], Neda Mahdavi[4]

Original Article

Abstract

Background: Working in hot and humid environments significantly affects employees' health and performance. This study aimed to determine the impact of physical activity in such conditions on grip strength and psychomotor performance of the hand.

Methods: A total of 110 employees from companies located in southern Iran were enrolled in this study and assigned to two groups: 55 individuals in the control group (exposed to heat and light physical activity) and 55 individuals in the case group (exposed to heat and heavy physical activity). Dry bulb temperature and relative humidity at the employees' workstations were measured using a calibrated thermal stress measurement device (TENMARS TM-188D). Grip strength and hand psychomotor performance were assessed at the beginning and end of the work shift using a hydraulic dynamometer (Jamar) and a manual dexterity assessment tool (Lafayette), respectively. Statistical analyses were conducted using R software.

Findings: The increase in temperature and humidity at the end of the shift was significant for both groups compared to the beginning of the shift ($P < 0.05$). At both the beginning and end of the work shift, grip strength and manual dexterity showed significant differences between the case and control groups ($P < 0.05$). Although changes in grip strength during the work shift were not statistically significant in either group, manual dexterity in the case group was significantly lower than in the control group ($P < 0.01$).

Conclusion: In hot and humid work environments, psychomotor performance is a more appropriate criterion for monitoring outcomes related to heavy physical tasks than grip fatigue. The findings of this study emphasize the importance of paying attention to employees working in such conditions, especially those whose job responsibilities demand higher levels of agility.

Keywords: Grip strength; Heat and humidity; Psychomotor performance; Physical activity

Citation: Soleymankhani MJ, Shafiee-Motlagh M, Aliabadi M, Faradmal J, Mahdavi N. **An Empirical Study on the Impact of Heavy Physical Activity in Hot and Humid Work Environments on Grip Strength and Psychomotor Performance of the Hand.** J Health Syst Res 2026; 22(2): 260-8.

1- Occupational Health and Safety Research Center, Institute of Health Sciences and Technology AND Center of Excellence for Occupational Health, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2- Associate Professor, Occupational Health and Safety Research Center, Institute of Health Sciences and Technology AND Center of Excellence for Occupational Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3- Professor, Occupational Health and Safety Research Center, Institute of Health Sciences and Technology AND Center of Excellence for Occupational Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
4- Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health AND Modeling of Noncommunicable Diseases Research Center, Institute of Health Sciences and Technology , Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
5- Assistant Professor, Department of Ergonomics, School of Public Health AND Occupational Health and Safety Research Center, Institute of Health Sciences and Technology, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
Corresponding Author: Neda Mahdavi; Assistant Professor, Department of Ergonomics, School of Public Health AND Occupational Health and Safety Research Center, Institute of Health Sciences and Technology, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
Email: n.mahdavi@umsha.ac.ir

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668 Published by Vesnu Publications

بررسی تجربی تأثیر فعالیت جسمانی سنگین در محیط‌های کاری گرم و مرطوب بر قدرت چنگش و عملکرد روان– حرکتی دست

محمد جواد سلیمانخانی[۱]، مسعود شفیعی مطلق[۲]، محسن علی‌آبادی[۳]، جواد فردمال[۴]، ندا مهدوی[۵]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: فعالیت در محیط گرم و مرطوب، تأثیر بسزایی بر سلامت و عملکرد کارکنان دارد. هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین تأثیر فعالیت جسمانی در محیط‌های گرم و مرطوب بر قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست بود.

روش‌ها: این مطالعه بر روی ۱۱۰ نفر از کارکنان شاغل در شرکت‌های مستقر در جنوب کشور انجام شد که ۵۵ نفر در گروه شاهد (مواجهه با گرما و فعالیت جسمانی سبک) و ۵۵ نفر در گروه تجربی (مواجهه با گرما و فعالیت جسمانی سنگین) قرار گرفتند. دمای خشک و درصد رطوبت در ایستگاه کاری کارکنان توسط دستگاه کالیبره شده سنجش استرس حرارتی اندازه‌گیری گردید. قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست به ترتیب با دینامومتر هیدرولیک جامار و ابزار سنجش چابکی کار نیز با ابزار دستی Lafayette ابتدا و انتهای شیفت کاری ارزیابی شد. داده‌های به دست آمده در نرم‌افزار R مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: افزایش دما و رطوبت در انتهای شیفت برای هر دو گروه نسبت به ابتدای شیفت معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). در ابتدا و انتهای شیفت کاری، قدرت چنگش و چابکی دست بین گروه‌های تجربی و شاهد تفاوت معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$). با وجود عدم معنی‌داری تغییرات قدرت چنگش دست طی یک شیفت کاری در هر دو گروه، چابکی کار با ابزار دستی در گروه تجربی به طور معنی‌داری ضعیف‌تر از گروه شاهد بود ($P < ۰/۰۱$).

نتیجه‌گیری: در محیط‌های کاری گرم و مرطوب، عملکرد روان- حرکتی نسبت به خستگی چنگش، معیار مناسب‌تری جهت پایش پیامدهای مرتبط با کارهای جسمانی سنگین می‌باشد. نتایج به دست آمده لزوم توجه به کارکنان شاغل در محیط‌های گرم و مرطوب به خصوص کارکنانی که وظایف کاری آنان مستلزم داشتن سرعت عمل بالاتر است را برجسته می‌کند.

واژه‌های کلیدی: قدرت چنگش؛ گرما و رطوبت؛ عملکرد روان- حرکتی؛ فعالیت جسمانی

ارجاع: سلیمانخانی محمد جواد، شفیعی مطلق مسعود، علی‌آبادی محسن، فردمال جواد، مهدوی ندا. **بررسی تجربی تأثیر فعالیت جسمانی سنگین در محیط‌های کاری گرم و مرطوب بر قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۵؛ ۲۲ (۲): ۲۶۸-۲۶۰

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۳ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۳/۱۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۴/۱۵

مقدمه

بر اساس گزارش منتشر شده توسط سازمان بین‌المللی کار در سال ۲۰۱۹، تغییرات آب و هوایی مواجهه کارگران با استرس گرمایی در محیط کار را افزایش داده و موجبات کاهش بهره‌وری، خسارت اقتصادی و از دست دادن شغل به خصوص در کشورهای کمتر توسعه یافته را فراهم کرده است (۱). بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده، دمای کره زمین تا پایان قرن حاضر، به میزان ۱/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت (۲). همچنین، برآورد می‌شود که در سال ۲۰۳۰، در سراسر جهان ۸۰ میلیون شغل تمام وقت به علت بالا رفتن درجه حرارت از دست خواهد رفت که معادل ۲/۴ تریلیون دلار خسارت اقتصادی در سال می‌باشد (۳). بنابراین، تغییرات اقلیمی و گرم شدن کره زمین ممکن است منجر به مواجهه بیشتر کارگران شاغل در محیط‌های گرم با استرس‌های گرمایی و در نتیجه، کاهش سطح سلامت آن‌ها و بهره‌وری صنایع گردد (۴). علاوه بر پیامدهای اقتصادی، افزایش دما می‌تواند جان و سلامتی کارگران را نیز تهدید نماید. در ژاپن در دوره‌ای با دما و رطوبت شدید، حداکثر و حداقل دماهای غیر معمول در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱، بیش از ۴۰۱ کارگر جان خود را از دست دادند (۵). همچنین، در آمریکا طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۱، بیش از ۱۶۶ هزار

۱- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، پژوهشکده علوم و فن‌آوری‌های بهداشت و قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲- دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، پژوهشکده علوم و فن‌آوری‌های بهداشت و قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳- استاد، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، پژوهشکده علوم و فن‌آوری‌های بهداشت و قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴- استاد، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات مدلسازی بیماری‌های غیر واگیر، پژوهشکده علوم و فن‌آوری‌های بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۵- استادیار، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، پژوهشکده علوم و فن‌آوری‌های بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
نویسنده مسؤول: ندا مهدوی؛ استادیار، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، پژوهشکده علوم و فن‌آوری‌های بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
Email: n.mahdavi@umsha.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

نفر به دلیل بیماری‌های ناشی از گرما جان خود را از دست دادند (۶). اثرات و عوارض ناشی از مواجهه با گرما و رطوبت در محیط کار شامل طیف وسیعی از اختلالات اعم از اختلالات خفیف، متوسط و شدید است (۷). در اختلالات خفیف و متوسط مانند کرامپ‌های عضلانی و خستگی ناشی از گرما، مکانیسم تنظیم حرارت بدن آسیب نمی‌بیند، اما در اختلالات شدید همچون شوک‌های گرمایی، مکانیسم تنظیم حرارت بدن مختل می‌شود و حیات به مخاطره می‌افتد (۸).

طبق آخرین آمار موجود در سال ۱۳۹۳ در ایران، نزدیک به ۸ درصد کارگاه‌ها و ۸ درصد کارگران شاغل در آن‌ها در معرض گرما و رطوبت بیش از حد مجاز در محیط‌های شغلی قرار دارند (۹). برخی کارگران علاوه بر مواجهه با دماهای بالا، فعالیت بدنی سنگینی دارند که اغلب به دلیل ریکاوری نامناسب و عدم وجود کنترل‌های مؤثر، پیامدهای مواجهه با گرما و رطوبت در بین این دسته از افراد بسیار جدی‌تر و آسیب‌رسان‌تر خواهد بود. استرس حرارتی به ویژه حین انجام کار فیزیکی سنگین، می‌تواند تأثیر منفی بر سلامت شغلی و بهره‌وری کارگران داشته باشد (۱۰). Moda و همکاران با انجام پژوهشی به این نتیجه رسیدند که با انجام کار سنگین در گرم‌ترین دوره سال، دمای بدن بین ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (۱۱). محمدیان و همکاران نیز معتقد هستند که کارگران برداشت خرما در حین انجام فعالیت جسمانی سنگین، بیش از دیگر کارگران در معرض تنش گرمایی قرار می‌گیرند (۱۲). یکی از جنبه‌های عملکردی نیروی انسانی، عملکردهای حرکتی روانی (Psychomotor function) است که به توانایی هماهنگی بین حرکات فیزیکی و فرایندهای ذهنی اشاره دارد. عملکرد روان- حرکتی شامل حرکات ظریف و دقیق دست، هماهنگی چشم و دست و سرعت واکنش آن می‌باشد و بدیهی است که نیاز به تمرکز ذهنی و هماهنگی جسمی دارد (۱۳). بررسی عملکرد روان- حرکتی به دلیل اهمیت بسیار زیاد آن در انجام صحیح و به‌موقع وظایف شغلی بسیار حایز اهمیت است (۱۴). عوامل مؤثر بر عملکرد روان- حرکتی در دو دسته عوامل درونی (عصبی، عضلانی، حسی، شناختی و...) و عوامل بیرونی (شرایط محیطی، ابزار آلات و...) قابل بررسی است (۱۵). بر هم خوردن تعادل فیزیولوژیک بدن و برانگیخته شدن پاسخ‌های فیزیولوژیک، یکی از شناخته شده‌ترین اختلالات ناشی از گرما در محیط‌های کاری است (۱۷، ۱۶). بر هم خوردن تعادل فیزیولوژیک، منجر به کاهش عملکرد عضلات خواهد شد که این کاهش عملکرد با کاهش قدرت و استقامت عضلات نمایان می‌شود (۱۷، ۱۶). نتایج مطالعه Yen و همکاران نشان داد که استرس گرمایی باعث افت بیشینه انقباض عضلانی (Maximum voluntary contraction یا MVC) و افزایش خستگی عضلانی می‌گردد (۱۸)، اما تحقیقات محدودی به تأثیر فعالیت جسمانی در محیط‌های گرم و مرطوب بر عملکرد روان- حرکتی پرداخته‌اند.

شرایط اقلیمی جنوب کشور ایران با دمای خشک بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و دمای تر بالاتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد (معادل رطوبت بالای ۴۰ درصد) شرایط اقلیمی گرم و مرطوب محسوب می‌شود (۱۹). با توجه به این‌که کارکنان محیط‌های کاری گرم و مرطوب، علاوه بر مواجهه با استرس حرارتی، اغلب دارای وظایف جسمانی سنگین نیز هستند، بررسی تأثیر انجام وظایف جسمانی توسط کارکنان شاغل در محیط‌های گرم و مرطوب بر عملکرد عضلانی موضوع حایز اهمیتی است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تجربی تأثیر فعالیت جسمانی سنگین در محیط‌های کاری گرم و مرطوب بر قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست بود.

روش‌ها

این مطالعه کارآزمایی تصادفی کنترل شده، در فصل تابستان و در بین افراد شاغل در شرکت‌های مستقر در جنوب کشور که در فصل تابستان دارای هوای گرم و مرطوب هستند، انجام شد. معیارهای اصلی ورود به تحقیق برای تمامی شرکت‌کنندگان شامل عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، عدم افت شنوایی در هر دو گوش، عدم استعمال دخانیات و مشروبات الکلی، عدم وجود اختلالات اسکلتی- عضلانی به خصوص در اندام فوقانی یا Visual analog scale (VAS) کمتر از ۳، عدم ابتلا به بیماری‌های غدد تأثیرگذار بر متابولیسم مانند تیروئید، عدم استفاده از داروهای تأثیرگذار بر معیارهای مورد سنجش در پژوهش بود. افراد دارای معیارهای فردی، شغلی و محیطی ورود به مطالعه به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده و پس از کسب رضایت‌نامه آگاهانه کتبی، در دو دسته مورد و شاهد قرار گرفتند (جدول ۱). لازم به ذکر است که نمونه‌برداری داده‌های مورد نیاز به صورت یک سو کور انجام شد؛ بدین معنی که آزمودنی‌ها از جزییات، دسته‌بندی‌ها و هدف نهایی سنجش‌های تحقیق ناآگاه بودند.

جدول ۱. دسته‌بندی مشاغل در محیط‌های گرم و مرطوب بر اساس سطح فعالیت جسمانی در دو گروه مورد و شاهد

گروه شاهد	گروه مورد
کارکنان دارای فعالیت جسمانی سبک	کارکنان دارای فعالیت جسمانی سنگین
کارشناس‌های ناظر بر تعمیر و نگهداری، ملوان نگهبان شناور، پایلوت شناور	واحد برشکاری، اپراتور انبار، تعمیرکار ماشین‌آلات، مکانیک

کلیه شرکت‌کنندگان دارای ساعت کار و الگوی کار و استراحت یکسانی بودند. علاوه بر این، رژیم و مواد غذایی مورد استفاده افراد نیز مشابه بود و همچنین، فعالیت و آمادگی جسمانی مشابهی داشتند. ۵۵ نفر در هر گروه (در مجموع ۱۱۰ نفر) در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با توان آزمون ۸۰ درصد با استفاده از رابطه ۱ در نرم‌افزار G*Power نسخه‌ی ۳,۱ تعیین گردید.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^2 \times 2 \times S^2}{d^2}$$ رابطه ۱

سطح فعالیت جسمانی آزمودنی‌ها در شرایطی که فرد اقدام به هل دادن یا کشیدن بارهای بیش از ۳۵ کیلوگرم، بلند کردن بار بیش از ۲۵ کیلوگرم در حالت ایستاده و استفاده پر قدرت و طولانی از دست‌ها و پاها داشت (۲۰)، در دسته فعالیت‌های جسمانی سنگین قرار گرفت. در شکل ۱ دسته‌بندی مشاغل مطابق انرژی مصرفی (متابولیسم شغلی) بر اساس استاندارد ISO 8996:2021 آمده است. مدت زمان انجام کار برای تمامی شاغلان مورد بررسی ساعت ۸ صبح تا ۱۷ بود و فقط یک ساعت اواسط ساعات کاری برای صرف غذا و استراحت در نظر گرفته شد.

گام اول: اندازه‌گیری شرایط جوی

پس از اطمینان از کالیبره بودن ابزارهای اندازه‌گیری شرایط محیطی، دمای خشک و درصد رطوبت در ایستگاه کاری کارکنان توسط دستگاه کالیبره شده سنجش استرس حرارتی (مدل TM-188D، شرکت TENMARS، تایوان) اندازه‌گیری گردید.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

فعالیت‌های سبک (کمتر از ۳ METs)	فعالیت‌های متوسط (METs ۳-۶)	فعالیت‌های شدید (سنگین) (بیش از ۶ METs)
مشاغلی که نشستن یا ایستادن طولانی دارند مانند: کار اداری ودفتری کار در آزمایشگاه کار با رایانه رانندگی ماشین‌های سبک مونتاژ سبک دستی قطعات	مشاغلی که نیاز به ساعات طولانی از: راه رفتن هل دادن، کشیدن اجسام کمتر از ۳۵ کیلوگرم بلند کردن اجسام کمتر از ۲۵ کیلوگرم در حالت ایستاده بالا بردن اجسام کمتراز ۱۲ کیلوگرم از پله مشاغلی که استفاده مکرر با قدرت متوسط از دستها وپاها دارند مانند: نجاری، نقاشی، بسته بندی، استفاده از دریل و مته برقی، نظافت و...	مشاغلی که نیاز به ساعات طولانی از: هل دادن، کشیدن اجسام بالای ۳۵ کیلوگرم بلند کردن اجسام بیش از ۲۵ کیلوگرم در حالت ایستاده بالا بردن اجسام سنگین‌تر از ۱۲ کیلوگرم از پله استفاده پرقدرت و طولانی از دستها و پاها و بدن مانند: آتش نشان ساختمان سازی و بنایی معدنکاران بارگیری و تخلیه بار از کامیون

شکل ۱. دسته‌بندی مشاغل بر اساس میزان انرژی مصرفی (متابولیسم شغلی) بر اساس استاندارد ISO 8996:2021

لازم به ذکر است که اندازه‌گیری شرایط جوی ایستگاه کاری کارگران در سه ارتفاع قوزک پا، شکم و سر اندازه‌گیری و در صورت متجانس بودن محیط کاری (اختلاف دمای کمتر از ۵ درصد در سه ارتفاع برای هر یک از دماها)، دماهای ناحیه شکمی معیار قرار گرفت و در صورت نامتجانس بودن محیط کاری (اختلاف دمای بیش از ۵ درصد در سه ارتفاع برای هر یک از دماها)، میانگین دماها در نظر گرفته شد.

گام دوم: اندازه‌گیری قدرت چنگش دست

از آن‌جا که دست‌ها در انجام وظایف دستی اهمیت بسزایی دارد و کارکنان این دسته از مشاغل برای اجرای پیچیده‌ترین وظایف شغلی به قدرت، ظرافت، چابکی و مهارت دست نیازمند هستند، در مطالعه حاضر عملکرد عضلانی دست مورد توجه قرار گرفت.

به منظور سنجش خستگی عضلانی، از نیروسنج هیدرولیک جامار (شرکت Lafayette Instruments، هند) که از ابزارهای بسیار پرکاربرد و سفارش شده برای اندازه‌گیری قدرت چنگش است، استفاده گردید (۲۲، ۲۱). نیروسنج جامار در دسته دینامومترهای هیدرولیک است که با دسته‌های قابل تنظیم، قابلیت اندازه‌گیری قدرت چنگش استاتیک را دارد. فواصل متفاوت تنظیم فاصله برای دسته‌های دینامومتر جامار، ۲/۵، ۳/۸، ۵/۱، ۶/۴ و ۷/۶ سانتی‌متر است (۲۲). بر اساس توصیه محققان برای ارزیابی‌های عمومی دینامومترها، فاصله دو دسته دینامومتر در موقعیت دوم (فاصله ۳/۸ سانتی‌متری بین دو دسته) قرار گرفت (۲۳). بر اساس پروتکل مصوب American Society of Hand Therapist (ASHT)، آزمودنی‌ها با پوسچری طبیعی، قامتی کشیده و شانه‌هایی که اندکی به داخل متمایل بود، بر روی صندلی نشستند. پای خود را به راحتی روی سطح زمین قرار دادند و با حفظ پوسچر استاتیک، دینامومتر را به طور عمودی و بدون استفاده از تکیه‌گاه (حفظ زاویه آرنج در حدود ۹۰ درجه) در دست گرفتند (۲۳).

آزمودنی انگشت اشاره خود را در بالاترین بخش دسته متحرک دینامومتر قرار داد و سپس به ترتیب بقیه انگشتان را روی دسته ثابت دینامومتر (دسته نزدیک بدن) قرار داد. همچنین، دست مقابل به شکلی راحت در کنار بدن قرار گرفت. سپس از آزمودنی درخواست شد که در هر بار اعمال نیرو، بیشترین میزان نیروی چنگش خود را با فشردن دسته‌های دیناموموتر اعمال و آن را حدود ۲ تا ۳ ثانیه حفظ کند. بدین منظور، از انگیزش کلامی استاندارد «فشار بده!... فشار بده!... ریلکس شو» کمک گرفته شد (۲۴).

در دو نوبت آزمون (شروع کار و پایان کار)، آزمودنی سه بار اعمال نیروی چنگشی قوی داشت و میانگین این سه بار اعمال نیروی چنگش قوی به عنوان نیروی چنگش فرد در هر نوبت ثبت گردید. فاصله زمانی توصیه شده بین سه بار فشردن دسته‌های دینامومتر در هر نوبت آزمون، حدود ۶۰ ثانیه (به عنوان زمان ریکاوری عضله و زمان ثبت نتیجه توسط محقق) در نظر گرفته شد.

گام سوم: اندازه‌گیری عملکرد روان- حرکتی دست

به منظور ارزیابی مهارت حرکتی ظریف، از آزمون سنجش چابکی کار با ابزار دستی Lafayette (مدل ۳۲۵۲۱) استفاده شد. در این آزمون، سرعت و دقت آزمودنی در برداشتن و نصب پیچها با استفاده از آچار و انگشتان اندازه‌گیری گردید. این ابزار دارای یک قاب چوبی بود که در دو سمت آن چهار ردیف حفره با اندازه‌های مختلف وجود داشت و ۱۲ پیچ و مهره روی آن‌ها محکم شده بود. پیچها باید با یک آچار متناسب باز و سپس با استفاده از دست، پیچها و مهره‌ها به طور کامل از حفره‌ها خارج شوند. در مرحله بعد، پیچها و مهره‌ها با دست روی حفره‌ها قرار گرفت و با استفاده از آچار روی حفره محکم گردید. شل کردن و باز کردن پیچ و مهره‌ها باید از بالاترین ردیف حفره‌ها شروع شود؛ در حالی‌که بستن آن‌ها را باید از پایین‌ترین ردیف حفره‌ها انجام داد (۲۵). در نهایت، زمان صرف شده جهت انجام این چهار مرحله، به عنوان شاخصی برای ارزیابی چابکی ثبت شد (۲۵). قبل از شروع ارزیابی‌ها، فرصت یادگیری و انجام تمرینی این آزمون به افراد داده شد.

برای توصیف ویژگی‌های کمی، از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. جهت مقایسه ویژگی‌های کمی در دو گروه مورد و شاهد در ابتدای مطالعه از آزمون Independent t استفاده شد. به منظور بررسی اثر فعالیت جسمانی بر ویژگی‌های کمی مانند قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست با تعدیل صفات و ویژگی‌هایی که در زمان پایه متفاوت بودند، از مقابله‌های مبتنی بر مدل خطی تعمیم یافته (Generalized linear model یا GEE) با ساختار همبستگی تبادل‌پذیر استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

جدول ۲. وضعیت شرایط جوی محیط حین اندازه‌گیری‌ها در دو گروه مورد و شاهد

گروه	شرایط جوی	ابتدای شیفت کاری (ساعت ۸:۰۰) (میانگین ± انحراف معیار)	پایان شیفت کاری (ساعت ۱۶:۳۰) (میانگین ± انحراف معیار)
شاهد (۵۵ نفر)	دمای خشک (درجه سانتی‌گراد)	۲۴/۱۰ ± ۰/۴۹	۴۶/۱۰ ± ۰/۸۱
	رطوبت (درصد)	۳۴/۱۰ ± ۰/۵۱	۴۸/۳۰ ± ۱/۱۳
مورد (۵۵ نفر)	دمای خشک (درجه سانتی‌گراد)	۲۴/۱۰ ± ۰/۵۱	۴۶/۶۰ ± ۱/۰۳
	رطوبت (درصد)	۳۴/۹۰ ± ۰/۶۴	۴۷/۲۰ ± ۱/۰۴

یافته‌ها

در مطالعه حاضر، در مجموع ۱۱۰ نفر مشارکت آگاهانه داشتند که در دو گروه مورد و شاهد (هر گروه ۵۵ نفر) مورد بررسی قرار گرفتند. شرایط جوی حین اندازه‌گیری‌ها در جدول ۲ ارایه شده است.

بر اساس تحلیل‌های آماری انجام شده، شرایط جوی محیط شامل دمای خشک و درصد رطوبت محیط در ابتدا و انتهای هر شیفت بین دو گروه مورد و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > ۰/۰۵$). بر اساس استاندارد ASHREA 55، محدوده آسایش دمایی ۲۰ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۳۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد. بر همین اساس، در شروع شیفت کاری تمام آزمودنی‌ها در هر دو گروه شاهد و مورد در شرایط آسایش دمایی قرار داشتند (جدول ۲)، اما در پایان شیفت کاری، به طور معنی‌داری تحت دما ($P < ۰/۰۰۱$) و رطوبت بالاتری ($P < ۰/۰۰۱$) قرار گرفته بودند؛ بدین ترتیب که دمای محیط در گستره ۲۲ تا ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی در گستره ۱۲/۳ تا ۱۴/۲ افزایش یافته بود. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۳ ارایه شده است.

در جدول ۴ توصیفی از میزان میانگین نیروی چنگش قدرتی و عملکرد روان- حرکتی (چابکی کار با ابزار دستی) آزمودنی‌ها در ابتدا و انتهای شیفت کاری در دو گروه شاهد و مورد ارایه شده است.

جهت بررسی تأثیر فعالیت جسمانی بر متغیرهای وابسته (میانگین نیروی چنگش و عملکرد روان- حرکتی)، متغیرهای تأثیرگذاری که به طور معنی‌دار در ابتدای شیفت کاری بین دو گروه متفاوت بودند، به عنوان تعدیل‌گر وارد مدل شدند؛ این متغیرهای مستقل اثرگذار شامل سن آزمودنی‌ها، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) آن‌ها، رطوبت نسبی و احساس گرمایی در شروع شیفت کاری بود. در جدول ۵ با در نظر گرفتن عوامل تعدیل‌گر ذکر شده در مدل، به بررسی تفاوت متغیرهای وابسته بین ابتدا و انتهای شیفت کاری در دو گروه مورد و شاهد پرداخته شد.

بر اساس داده‌های جدول ۵، تنها متغیری که در هر دو گروه مورد و شاهد در ابتدا و انتهای شیفت به طور معنی‌دار متفاوت بود، متغیر چابکی کار با ابزار دستی بود. میانگین زمان انجام کار با ابزار دستی انتهای شیفت کاری نسبت به ابتدای شیفت کاری در گروه شاهد تا حدودی به میزان ۵۶ ثانیه و در گروه مورد به میزان ۴۳ ثانیه افزایش یافته بود (جدول ۴)؛ بدین معنی که زمان انجام وظیفه تعیین شده در انتهای شیفت کاری برای هر دو گروه مورد و شاهد به طور معنی‌دار بیشتر از ابتدای شیفت کاری بود ($P = ۰/۰۱$).

تفاوت متغیرهای وابسته شامل میانگین نیروی چنگش قدرتی و چابکی کار با ابزار دستی بین گروه‌های مورد و شاهد یک بار ابتدای شیفت کاری و یک بار در انتهای شیفت کاری در جدول ۶ ارایه شده است.

بر اساس داده‌های جدول ۶، در ابتدا و انتهای شیفت کاری، قدرت چنگش و چابکی دست بین گروه‌های مورد و شاهد تفاوت معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۵$)؛ بدین ترتیب که در ابتدای شیفت کاری در گروه شاهد، نیروی میانگین چنگش ۷/۳ نیوتن کمتر از گروه مورد بود. در همین بازه، زمان صرف شده جهت انجام تست چابکی دست در گروه شاهد به میزان ۷۹ ثانیه بیشتر از گروه مورد به دست آمد. در انتهای شیفت کاری، میانگین نیروی چنگش دست در گروه شاهد، ۵/۶ نیوتن کمتر از گروه مورد گزارش گردید. زمان ثبت شده برای آزمون چابکی در گروه شاهد نیز به میزان ۹۲ ثانیه بیشتر از گروه مورد ثبت گردید.

مقایسه تفاوت بین گروه‌های مورد و شاهد در میزان تغییرات قدرت چنگش و چابکی دست در انتهای شیفت کاری نسبت به ابتدای شیفت کاری در جدول ۷ آمده است.

بر اساس نتایج گزارش شده در جدول ۷، تنها متغیری که روند آن طی یک شیفت کاری به طور معنی‌داری در دو گروه تفاوت داشت، متغیر چابکی کار با ابزار دستی بود.

جدول ۳. مشخصات دموگرافیک کمی آزمودنی‌ها

متغیر دموگرافیک کمی	گروه شاهد (۵۵ نفر)			گروه مورد (۵۵ نفر)		
	میانگین ± انحراف معیار	کمینه	بیشینه	میانگین ± انحراف معیار	کمینه	بیشینه
سن (سال)	۳۳/۹۴ ± ۳/۱۲	۲۸/۰۰	۴۰/۰۰	۳۵/۵۴ ± ۳/۵۱	۲۹/۰۰	۴۲/۰۰
سابقه کار (سال)	۱۶/۱۵ ± ۲/۹۰	۳	۲۰	۱۶/۲۷ ± ۳/۰۱	۳	۲۰
طول قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۷۴ ± ۶/۲۷	۱۶۳/۰۰	۱۹۵/۰۰	۱۷۷/۴۲ ± ۶/۶۴	۱۶۴/۰۰	۱۹۷/۰۰
وزن (کیلوگرم)	۸۵/۷۱ ± ۱۰/۱۸	۶۰/۰۰	۱۰۹/۰۰	۸۳/۶۴ ± ۱۴/۱۳	۶۰/۰۰	۱۱۵/۰۰
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۸/۱۰ ± ۳/۲۸	۱۹/۳۷	۳۷/۷۲	۲۶/۵۳ ± ۴/۰۴	۱۸/۵۲	۳۷/۱۳

BMI: Body mass index

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

جدول ۴. توصیفی از نیروی چنگش و عملکرد روان- حرکتی آزمودنی‌ها

متغیرهای وابسته	گروه	ابتدای شیفت کاری (ساعت ۸:۰۰) (میانگین ± انحراف معیار)	پایان شیفت کاری (ساعت ۱۶:۳۰) (میانگین ± انحراف معیار)
میانگین نیروی چنگش قدرتی (کیلوگرم)	شاهد	۳۱/۹۰ ± ۵/۹٤	۲۹/۳۰ ± ۵/۵۸
	مورد	۳۹/۲۰ ± ٦/۸۷	۳٤/۹۰ ± ۷/۵۰
چابکی کار با ابزار دستی (ثانیه)	شاهد	۳٤۷/۰۰ ± ۳۱/۸۰	٤۰۳/۰۰ ± ۳۳/۵۰
	مورد	۲٦۸/۰۰ ± ۲۳/۷۰	۳۱۱/۰۰ ± ۲۸/۷۰

جدول ۵. تفاوت قدرت چنگش و چابکی دست ابتدا و انتهای شیفت کاری در دو گروه مورد و شاهد

متغیرهای وابسته	Estimate	خطای استاندارد	مقدار P
گروه شاهد			
میانگین نیروی چنگش قدرتی (کیلوگرم)	-۲/۰۵	۷/۷۱	۰/۹۹
چابکی کار با ابزار دستی (ثانیه)	۹٦/۷۱	۳۲/۷۲	۰/۰۱
گروه مورد			
میانگین نیروی چنگش قدرتی (کیلوگرم)	-۳/٦۱	٦/٦۹	۰/۹۳
چابکی کار با ابزار دستی (ثانیه)	۷/۱۳	۲۷/۳۱	۰/۰۱

بحث

در پژوهش کارآزمایی تصادفی کنترل شده حاضر، به بررسی تجربی تأثیر فعالیت جسمانی بر قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست افراد شاغل در محیط گرم و مرطوب پرداخته شد. به طور کلی، با وجود معنی‌داری تفاوت بین قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی آزمودنی‌های دارای مشاغل سنگین و سبک (هم در ابتدا و هم در انتهای شیفت کاری)، فقط روند تغییر میزان عملکرد روان- حرکتی دست آزمودنی‌ها (در هر دو گروه مورد و شاهد) طی یک شیفت کاری معنی‌دار بود و روند کاهشی میزان قدرت چنگش طی یک شیفت کاری برای هیچ یک از گروه‌های مورد بررسی معنی‌دار گزارش نشد. یافته‌های مطالعه حاضر از بالا بودن معنی‌دار قدرت چنگش آزمودنی‌های گروه مورد (دارای وظایف کاری سنگین) هم در ابتدا و هم در انتهای شیفت کاری نسبت به آزمودنی‌های گروه شاهد (دارای وظایف کاری سبک) حکایت دارد. برخی محققان اعتقاد دارند که تلاش جسمانی برای انجام وظایف شغلی، تأثیر معنی‌داری بر میزان نیروی چنگش اعمال شده توسط آزمودنی‌ها دارد (۲۶) و نیروی چنگش بالا با توانایی بیشتر انجام کار در ارتباط است (۲۷). تبیین این مسأله می‌تواند با تأثیر احتمالی انجام وظایف شغلی سنگین بر سطح ورزیدگی عضلات دست و نیروی چنگش قابل توجیه باشد.

یافته جالب توجه دیگر آن است که روند تغییر قدرت چنگش دست آزمودنی‌ها طی یک شیفت کاری که انتظار می‌رفت با افزایش رطوبت و گرما و نیز انجام وظایف کاری، روند کاهشی محسوسی داشته باشد، در هر دو گروه مورد و شاهد معنی‌دار نبود و در هر دو گروه خستگی چنگش رخ نداد. نتایج پژوهش Nicolay و Walker نشان داد که در پایان شیفت کاری، نشانه‌هایی از خستگی چنگش مشاهده نشده است (۲۸) که با یافته‌های بررسی حاضر هم‌راستا می‌باشد، اما نتایج مطالعه Thompson مؤید کاهش نیروی چنگش با افزایش زمان سپری شده طی یک روز کاری بود (۲۹).

جدول ۶. تفاوت قدرت چنگش و چابکی دست بین دو گروه مورد و شاهد در ابتدا و انتهای شیفت کاری

متغیرهای وابسته	Estimate	خطای استاندارد	مقدار P
ابتدای شیف کاری			
میانگین نیروی چنگش قدرتی (کیلوگرم)	۷/۰۳	۱/۳۰	< ۰/۰۰۱
چابکی کار با ابزار دستی (ثانیه)	-۷۵/۰۷	٦/۱٤	< ۰/۰۰۱
انتهای شیفت کاری			
میانگین نیروی چنگش قدرتی (کیلوگرم)	-۷۵/۰۷	٦/۱٤	< ۰/۰۰۱
چابکی کار با ابزار دستی (ثانیه)	-۹٤/۷٦	٦/٦۱	< ۰/۰۰۱

در یک تحقیق مروری که پژوهشگران فارغ از نوع و شدت وظایف کاری به بررسی تأثیر عوامل خطر محیطی بر خستگی جسمانی پرداخته بودند، به این نتیجه رسیدند که عدم وجود آسایش حرارتی، از مهم‌ترین عوامل خطر محیطی مؤثر بر خستگی عضلات به شمار می‌رود (۳۰).

جدول ۷. تفاوت تغییرات قدرت چنگش و چابکی دست طی یک شیفت کاری در گروه‌های شاهد و مورد

متغیرهای وابسته	Estimate	خطای استاندارد	مقدار P
میانگین نیروی چنگش قدرتی (کیلوگرم)	-۱/۵۵	۱/۵۲	۰/٦٦
چابکی کار با ابزار دستی (ثانیه)	-۱۸/۵۷	٦/۵۲	۰/۰۱

در مطالعه حاضر تفاوتی بین خستگی چنگش گروه مورد و شاهد مشاهده نشد که بر خلاف یافته‌های تحقیق مهدوی و همکاران (۳۱) می‌باشد. در پژوهش مهدوی و همکاران، با بیشتر شدن نیرو/ سرعت مورد نیاز برای انجام وظایف

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

کاری و سنگین شدن مشاغل، نیروی چنگش تغییرات منفی بزرگ‌تری داشت و در نتیجه، خستگی چنگشی بیشتری مشاهده شد (۳۱). به همین ترتیب، در مطالعه Walker-Bone و همکاران که در میان ۱۴۱۸ مرد دارای مشاغل سنگین انجام شده بود، تفاوت معنی‌داری در سطح خستگی قبل و بعد از شیفت کاری گزارش شد (۳۲). علت عدم معنی‌داری روند تغییرات قدرت چنگش در آزمودنی‌های تحقیق حاضر را می‌توان بازیابی مناسب در استراحت‌های بین‌شیفتی، سازگاری عصبی- عضلانی آزمودنی‌ها با شرایط محیطی یا عوامل فردی همچون ورزشکار بودن جستجو نمود.

به منظور ارزیابی عملکرد روان- حرکتی در پژوهش حاضر، از آزمون کار با ابزار دستی استفاده شد و نتایج نشان داد که آزمودنی‌های گروه مورد (دارای وظایف کاری سنگین) حین کار با ابزار دستی (آزمون چابکی کار با ابزار دستی)، هم در ابتدا و هم در انتهای شیفت کاری، سرعت بیشتر و در نتیجه، عملکرد بهتری داشتند و این تفاوت در عملکرد در هر دو بازه اندازه‌گیری شده (ابتدا و انتهای شیفت کاری) معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد آزمودنی‌های گروه مورد به علت آشنایی و تجربه بیشتر در کار با ابزارهای دستی، مهارت و سرعت عمل بیشتری حین استفاده از ابزارهای دستی به دست آورده‌اند که روی نتایج مطالعه حاضر نیز تأثیرگذار بوده است. علاوه بر این، میزان چابکی دست حین کار با ابزار دستی در هر دو گروه در انتهای شیفت (به موازات افزایش دما و رطوبت محیط کار)، نسبت به ابتدای شیفت به طور معنی‌داری کمتر بود؛ بدین معنی که زمان عکس‌العمل به موازات گذشت زمان و افزایش معنی‌دار دما و رطوبت هوا در محیط کار، به شکل معنی‌داری برای هر دو گروه افزایش یافته بود. گلبابائی و همکاران بر این باور هستند که زمان واکنش، از جمله آزمون‌های مناسب برای ارزیابی اثر استرس حرارتی بر عملکرد شناختی می‌باشد (۳۳). نتایج تحقیق مظلومی و همکاران نیز گواهی بر تأثیر منفی استرس گرمایی بر افزایش زمان واکنش و میزان توجه انتخابی افراد است (۳۴). چابکی دست حاصل دقت، سرعت و هماهنگی ساختار اسکلتی- عضلانی بازو، دست و انگشتان با فرامین مغز و سامانه عصبی می‌باشد. افت عملکرد شناختی نیز نتیجه اختلال در فرایند شناختی (توجه، ادراک، حافظ، پردازش، تصمیم‌گیری) است که اغلب با کاهش زمان واکنش رخ‌نمایی می‌کند.

با افزایش رطوبت و گرما طی یک شیفت کاری، روند کاهشی معنی‌داری در میزان چابکی دست هر دو گروه مورد و شاهد مشاهده گردید. این روند کاهشی را می‌توان خستگی روان- حرکتی آزمودنی‌ها تعبیر نمود. این در حالی است که روند تغییرات نیروی چنگش و در نتیجه، خستگی جسمانی دست، طی یک شیفت کاری برای هر دو گروه معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد که بخشی از کاهش معنی‌دار عملکرد روان- حرکتی در هر دو گروه، ناشی از مواجهه با گرمای فراتر از حد مجاز و نیز خستگی جسمانی باشد. در پژوهش Hancock و Vasmatzidis نیز افزایش استرس گرمایی، باعث کاهش عملکرد شغلی کارکنان شده بود (۳۵) که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی داشت. نتایج برخی تحقیقات نیز نشان داده است که عملکرد مهارتی آزمودنی‌ها به طور معنی‌داری در محیط گرم کاهش می‌یابد (۳۷، ۳۶). علاوه بر این، مقایسه خستگی روان- حرکتی بین دو گروه مورد و شاهد نشان می‌دهد که با وجود مشابه بودن شرایط دمایی و رطوبتی، فعالیت جسمانی سنگین آزمودنی‌های گروه مورد (مشاغل واحد برشکاری، اپراتور انبار، تعمیرکار ماشین‌آلات، مکانیک) نسبت به گروه شاهد (کارشناس‌های ناظر بر تعمیر و نگهداری، ملوان نگهبان شناور، ملوان پایلوت شناور)، تأثیر بیشتری روی چابکی دست داشته است و با یافته‌های پژوهش Gaoua و همکاران در محیط‌های کاری گرم که در آن عملکرد افراد درگیر در مشاغل ساده به طور معنی‌داری کمتر از کارهای پیچیده تحت تأثیر قرار گرفته بود (۳۸)، همسو می‌باشد. بر خلاف آنچه انتظار می‌رفت، بالا بودن دمای محیط کار به طور مستقیم موجب برانگیخته شدن پاسخ‌های فیزیولوژیک و در نتیجه، کاهش عملکرد عضلات نشده، اما توانسته بخشی از ظرفیت شناختی آزمودنی‌ها به حلقه ادراک فرایند شناختی اختصاص یابد و به دنبال آن، سرعت واکنش و یا همان چابکی کار با ابزار دستی کاهش یافت؛ بدین معنی که گرمای نامناسب با کاهش عملکرد روان- حرکتی آزمودنی‌ها به خصوص آزمودنی‌های دارای وظایف دستی سنگین خودنمایی کرده است.

در مطالعه حاضر ترتیبی اتخاذ شد تا میزان مواجهه افراد با گرما و رطوبت در ابتدا و انتهای شیفت برای هر دو گروه مورد و شاهد یکسان باشد تا بتوان تأثیر این عوامل خطر محیطی بر قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست را برای هر دو گروه ثابت در نظر گرفت. از آن‌جا که مواجهه هر دو گروه مورد و شاهد با این عوامل خطر در وضعیت مشابهی بود، تفاوت بین میزان قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی دست را می‌توان به تفاوت در نوع شغل (سبک یا سنگین بودن وظایف کاری) منتسب کرد. در تحقیق حاضر، با در نظر گرفتن عوامل مداخله‌گری همچون سن، سابقه کاری، BMI، رطوبت نسبی و احساس گرمایی، تلاش شد تأثیر این متغیرها بر قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی به عنوان عوامل مداخله‌گر کنترل گردد تا بتوان با قدرت بیشتر پیامدهای مرتبط با کار جسمانی در محیط‌های گرم و مرطوب را تشریح نمود.

به موازات نتایج ارزشمند، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی مواجه بود. با گذر زمان، میزان مواجهه با گرما و رطوبت در پایان شیفت کاری نسبت به شروع شیفت کاری در هر دو گروه مورد بررسی به صورت معنی‌داری بیشتر بود و هر دو گروه بر اساس استاندارد ACGIH در بازه‌های پایانی کار تحت گرمایی فراتر از حد مجاز قرار داشتند. علاوه بر این، عوامل خطر روانی و اجتماعی هم می‌تواند نتایج مطالعه را تحت تاثیر قرار دهد که امکان ارزیابی آن‌ها در کارکنان مورد بررسی فراهم نبود. بدیهی است که برخی تغییرات در قدرت چنگش و عملکرد روان- حرکتی تحت تأثیر این عوامل خطر محیطی باشد که قابل تفکیک نیست. همچنین، با توجه به محدودیت‌های موجود در نمونه‌برداری در محیط‌های کاری واقعی و دارای شرایط دشوار شغلی، امکان اندازه‌گیری‌های بیشتر و پایش دقیق‌تر خستگی جسمانی و خستگی روان- حرکتی فراهم نبود. تحقیقات آینده با انجام پایش‌ها در بازه‌های کوتاه‌تر و به تعداد بیشتر، می‌توانند به خلأهای موجود در پژوهش حاضر پاسخ گویند. همچنین، بررسی سایر سنجه‌های مرتبط با ارزیابی خستگی جسمانی (الکترومایوگرافی سطحی و...) و خستگی روان- حرکتی (سنجش خطاهای عملکردی و...) توصیه می‌شود. در مطالعه حاضر به معرفی و بررسی تأثیر راهکارهای کنترلی همچون جلیقه‌های حفاظتی (۳۹) یا راهکارهای مدیریتی (۴۰) و... پرداخته نشد که می‌تواند مورد توجه تحقیقات آتی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، خستگی روان- حرکتی که با افزایش زمان واکنش آزمودنی‌ها قابل مشاهده است، می‌تواند به عنوان معیاری جهت بررسی تأثیرات ناخوشایند کار در محیط‌های گرم و مرطوب مورد توجه قرار گیرد. این یافته لزوم توجه به کارکنان شاغل در محیط‌های گرم و مرطوب به خصوص

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

کارکنانی که وظایف کاری آنان مستلزم داشتن سرعت عمل بالاتر است را یادآور می‌شود. مطالعات آینده می‌توانند با پایش دقیق‌تر تغییرات روان- حرکتی و جسمی ناشی از کار، مداخلات کاربردی‌تر و اثربخش‌تری را برای مدیریت خطرات مرتبط با سلامت و بهبود عملکرد جسمی و شناختی نیروهای شاغل در محیط‌های کاری گرم و مرطوب جستجو و پیشنهاد نمایند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۱۴۰۲۱۱۲۴۱۰۲۴۳ و کد اخلاق IR.UMSHA.REC.1402.697، مصوب دانشگاه علوم پزشکی همدان می‌باشد. بدین وسیله از کلیه کارکنان و مدیریت صنایع مستقر در جنوب کشور به خصوص شرکت پوشش لوله ماهشهر و شرکت هدایت کشتی خلیج فارس به ویژه سرکار خانم مهندس آزاد و سرکار خانم خطیبی مدیران HSE شرکت‌های مذکور که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین، از حمایت‌های مالی دانشگاه علوم پزشکی همدان سپاسگزاری می‌گردد.

References

1. Goodman J, Humphrys E, Newman F. Working in heat: Contrasting heat management approaches among outdoor employees and contractors. Safety science. 2023; 165: 106185.
2. Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H-O, Roberts D, Skea J, Shukla PR, et al. Global warming of 1.5 C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of. 2019; 1: 93-174.
3. ILO Warns of Work-Related Heat Stress Causing Job and Productivity Losses.
4. Levi M, Kjellstrom T, Baldasseroni A. Impact of climate change on occupational health and productivity: A systematic literature review focusing on workplace heat. La Medicina del lavoro. 2018; 109(3): 163.
5. Toosty NT, Hagishima A, Tanaka K-I. Heat health risk assessment analysing heatstroke patients in Fukuoka City, Japan. PLoS one. 2021; 16(6): e0253011.
6. Sarofim MC, Saha S, Hawkins MD, Mills DM, Hess J, Horton R, et al. Temperature-related death and illness. US Global Change Research Program; 2016.
7. OM. GF. Human and Thermal Stress at Work.3th ed. Tehran: Institute of tehran university. 2008.
8. Asghari M, Nassiri P, Monazzam M, Golbabaei F, Abbasinia M, Chavoshi M. Heat stress Regulations and standards: The key to preventing heat-related illness. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2017; 8(4):76-98.
9. OEL Assessment Guideline for Thermal Stress OEL-HC-9508.
10. Foster J, Hodder SG, Lloyd AB, Havenith G. Individual responses to heat stress: implications for hyperthermia and physical work capacity. Frontiers in physiology. 2020; 11: 541483.
11. Moda HM, Filho WL, Minhas A. Impacts of climate change on outdoor workers and their safety: some research priorities. International journal of environmental research and public health. 2019; 16(18): 3458.
12. Mohammadian M, Heidari H, Charkhloo E, Dehghani A. Heat stress and physiological and perceptual strains of date harvesting workers in palm groves in Jiroft. Work. 2020; 66(3): 625-36.
13. Walsh GS, Low DC, Arkesteijn M. Effect of stable and unstable load carriage on walking gait variability, dynamic stability and muscle activity of older adults. Journal of biomechanics. 2018; 73: 18-23.
14. Cianciolo AT, Ackerman PL, editors. Touchpanel assessment of psychomotor abilities. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting; 1999: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
15. Whetstone TS. Enhancing psychomotor skill development through the use of mental practice. 1995.
16. Hedley AM, Climstein M, Hansen R. The effects of acute heat exposure on muscular strength, muscular endurance, and muscular power in the euhydrated athlete. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2002; 16(3): 353-8.
17. Goto K, Oda H, Kondo H, Igaki M, Suzuki A, Tsuchiya S, et al. Responses of muscle mass, strength and gene transcripts to long-term heat stress in healthy human subjects. European journal of applied physiology. 2011; 111: 17-27.
18. Yen C-L, Petrie MA, Suneja M, Shields RK. Neuromuscular and gene signaling responses to passive whole-body heat stress in young adults. Journal of thermal biology. 2023; 118: 103730.
19. Golmohammadi R, Aliabadi M, Motlagh MS. Climate control in the workplace. edition S, editor2022.
20. Garg A, Waters T, Kapellusch J, Karwowski W. Psychophysical basis for maximum pushing and pulling forces: A review and recommendations. International journal of industrial ergonomics. 2014; 44(2): 281-91.
21. Armstrong TJ, Buckle P, Fine LJ, Hagberg M, Jonsson B, Kilbom A, et al. A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. Scandinavian journal of work, environment & health. 1993: 73-84.
22. Garg A, Hegmann K, Schwoerer B, Kapellusch J. The effect of maximum voluntary contraction on endurance times for the shoulder girdle. International journal of industrial ergonomics. 2002; 30(2): 103-13.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]

23. Rojhani-Shirazi Z, Hemmati L, Saadat Z, Shirzadi Z. The comparison of pinch strength among female typists and female non-typists. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2018; 22(3): 605-7.
24. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N .Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. The Journal of hand surgery. 1984; 9(2): 222-6.
25. Bennett GK. Bennett Hand-tool Dexterity Test: Psychological Corporation; 1965.
26. Rostamzadeh S, Saremi M, Fereshteh T. Maximum handgrip strength as a function of type of work and hand-forearm dimensions. Work. 2020; 65(3): 679-87.
27. Mendes J, Afonso C, Moreira P, Padrão P, Santos A, Borges N, et al. Association of anthropometric and nutrition status indicators with hand grip strength and gait speed in older adults. Journal of parenteral and enteral nutrition. 2019; 43(3): 347-56.
28. Nicolay CW, Walker AL. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. International journal of industrial ergonomics. 2005; 35(7): 605-18.
29. Thompson BJ. Does work-induced fatigue accumulate across three compressed 12 hour shifts in hospital nurses and aides? PLoS One. 2019; 14(2): e0211715.
30. Mahdavi N, Dianat I, Heidarimoghadam R, Khotanlou H, Faradmal J. A review of work environment risk factors influencing muscle fatigue. International journal of industrial ergonomics. 2020; 80: 103028.
31. Mahdavi N, Faradmal J, Dianat I, Haidari Moghadam R. Investigating the Relationship Between the Risk of Psychosocial Factors and Grip Fatigue of Employees with Manual Tasks. Iranian Journal of Ergonomics. 2020; 8(3): 48-58.
32. Walker-Bone K, D'Angelo S, Syddall H, Palmer K, Cooper C, Coggon D, et al. Heavy manual work throughout the working lifetime and muscle strength among men at retirement age. Occupational and environmental medicine. 2016; 73(4): 284-6.
33. Golbabaei F, Mazloumi A, Mamhood Khani S, Kazemi Z, Hosseini M, Abbasinia M, et al. The effects of heat stress on selective attention and reaction time among workers of a hot industry: application of computerized version of stroop test. Journal of Health and Safety at Work. 2015; 5(1): 1-10.
34. Mazlomi A, Golbabaei F, Farhang Dehghan S, Abbasinia M, Mahmoud Khani S, Ansari M, et al. The influence of occupational heat exposure on cognitive performance and blood level of stress hormones: A field study report. International journal of occupational safety and ergonomics. 2017; 23(3): 431-9.
35. Hancock PA, Vasmatzidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. International Journal of Hyperthermia. 2003; 19(3): 355-72.
36. Sunderland C, Nevill ME. High-intensity intermittent running and field hockey skill performance in the heat. Journal of sports sciences. 2005; 23(5): 531-40.
37. Jafari MJ, Naserpour M, Monazzam MR, Saremi M, Pouragha Shahneshin HR, Jam Bar Sang S. Evaluation of students' cognitive performance while exposed to heat using continues performance test. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(2): 1-9.
38. Gaoua N, Grantham J, Racinais S, El Massioui F. Sensory displeasure reduces complex cognitive performance in the heat. Journal of environmental psychology. 2012; 32(2): 158-63.
39. Davoodizadeh A, Aliabadi M, Habibi Mohraz M, Farhadian M, Shafiee Motlagh M. Performance of Vests based on Nanofibers and Packages of Phase Change Materials to Reduce Thermal Stress in a Hot Work Environment: An Experimental Study. Iranian Journal of Ergonomics. 2023; 11(2): 90-100.
40. sadeghian m, salahshoori a. Evaluation of the effect of educational intervention on the cognitive performance of taxi drivers exposed to heat stress in a city in southern Iran. Iranian Journal of Ergonomics. 2024; 12(3).

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i2.1668]