JEHE Alborz University of Medical Sciences Journal of Environmental Health Engineering , 2026; 13(4):475-493 Original Article

Investigating the relationship between compliance with ergonomic principles, job fatigue, and employee efficiency in the Kermanshah Stone Crusher Mine

Received: 05 February 2026, Accepted: 01 March 2026

Mohsen Nazari[1], Soheil Sobhanardakani[2*]

[1] *M.Sc. in Health, Safety & Environment, Department of the Environment, Ha.C., Islamic Azad University, Hamedan, Iran*

[2] *Ph.D. in Environmental Science, Professor in Environmental Science, Department of the Environment, Ha.C., Islamic Azad University, Hamedan, Iran*

***Corresponding Author:**
s_sobhan@iau.ac.ir

How to Cite This Article:

Nazari M, Sobhanardakani S. Investigating the relationship between compliance with ergonomic principles, job fatigue, and employee efficiency in the Kermanshah Stone Crusher Mine. Journal of Environmental Health Engineering. 2026;13(4): 475-93.

DOI:
10.66224/jehe.13.4.475

ABSTRACT

Background: The working environment in mines is one of the most dangerous of its kind, which has negative effects on the physical and mental health of workers due to excessive physical workload. Working in such environments is often associated with occupational fatigue, musculoskeletal disorders, and reduced productivity. Therefore, this study was conducted to investigate the relationship between compliance with ergonomic principles, job fatigue, and employee efficiency in the Kermanshah Stone Crusher Mine in 2025.

Materials and Methods: In this descriptive study, data were collected using standardized questionnaires on ergonomics, occupational fatigue, and productivity. To analyze the data, Pearson correlation coefficient (PCC), Multiple Linear Regression (MLR) analysis, and structural equation modeling (SEM) were utilized. Also, data analyses were carried out using SPSS version 26 and AMOS Graphics version 24.

Results: Based on the results obtained, a significant negative correlation was found between adherence to ergonomic principles and occupational fatigue ($r = -0.423$, $p < 0.05$), as well as a significant positive correlation between ergonomics and employee efficiency ($r = 0.386$, $p < 0.05$). Furthermore, occupational fatigue was significantly associated with decreased productivity ($r=-0.512$, $p<0.05$).The results of the regression analysis also showed that 37.7% of the variance in employee efficiency was influenced by variables related to ergonomic compliance and occupational fatigue. Additionally, structural equation modeling revealed that occupational fatigue plays a mediating role in the relationship between ergonomics and productivity. Ultimately, while confirming all proposed hypotheses, the study highlighted that improving working conditions through the implementation of ergonomic principles can significantly reduce occupational fatigue and increase employee efficiency.

Conclusion: The results of the study showed that improving working conditions through the implementation of ergonomic principles significantly reduced job fatigue and increased employee efficiency, which in turn recommends efforts to improve the work environment from the perspective of worker occupational safety and health as a basis for management decisions in the extractive industries.

Keywords: Ergonomics, Employee efficiency, Occupational Fatigue, Structural Equation Modeling, Kermanshah Stone Crusher Mine

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

Copyright © 2026 The Authors.
Published by Alborz University of Medical Sciences
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License. (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).Non-commercial uses of the work are permitted,provided the original work is properly cited.

JEHE
Alborz University of Medical Sciences
مجله مهندسی بهداشت محیط، دوره ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۴، صفحات ۴۷۵ تا۴۹۳
مقاله پژوهشی

بررسی رابطه بین رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان در معدن سنگ شکن کرمانشاه

تاریخ دریافت : ۱۴۰۴/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۰

محسن نظری[۱]، سهیل سبحان اردکانی[۲]*

[۱]کارشناس ارشد مهندسی ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

[۲] دکترای تخصصی علوم محیط‌زیست، استاد گروه محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

***پست الکترونیکی نویسنده مسئول:**
s_sobhan@iau.ac.ir

نحوه استناد به این مقاله:

Nazari M, Sobhanardakani S. Investigating the relationship between compliance with ergonomic principles, job fatigue, and employee efficiency in the Kermanshah Stone Crusher Mine. Journal of Environmental Health Engineering. 2026;13(4): 475-93.

DOI:
10.66224/jehe.13.4.475

چکیده

زمینه و هدف: محیط کار در معادن یکی از خطرناک‌ترین محیط‌ها در نوع خود است که به‌دلیل وجود شرایط سخت و انجام فعالیت‌های جسمی شدید، تأثیرات منفی بر سلامت جسمی و روحی کارکنان می‌گذارد و کار در چنین محیط‌هایی، اغلب با خستگی شغلی، ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی و همچنین کاهش بهره‌وری همراه است. لذا، این پژوهش با هدف بررسی رابطه بین رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان در محیط کاری سخت و پرخطر معدن سنگ‌شکن کرمانشاه در سال ۱۴۰۴ انجام یافت.

مواد و روش ها: در این پژوهش توصیفی، جامعه آماری شامل ۲۰۰ نفر از کارکنان معدن سنگ‌شکن کرمانشاه با سابقه کار حداقل یک سال بود که به‌روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه‌های استاندارد شامل ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری جمع‌آوری شدند. از طرفی، به‌منظور تحلیل داده‌ها، از ضریب همبستگی پیرسون (PCC)، تحلیل رگرسیون خطی چندگانه (MLR) و همچنین مدل معادلات ساختاری (SEM) با استفاده از نسخه ۲۴ نرم‌افزار AMOS Graphics استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان دادند که رعایت اصول ارگونومیک با خستگی شغلی رابطه منفی معنادار داشته است ($p < ۰/۰۵$ و $r = -۰/۴۲۳$). همچنین، مشخص شد که بین ارگونومی و بهره‌وری کارکنان رابطه مثبت معنادار وجود داشته است ($p < ۰/۰۵$ و $r = ۰/۳۸۶$). علاوه بر این، نتایج نشان داد که خستگی شغلی با کاهش بهره‌وری همبستگی معنادار داشته است ($p < ۰/۰۵$ و $r = -۰/۵۱۲$). نتایج تحلیل رگرسیونی نیز نشان داد که ۳۷/۷ درصد از تغییرات بهره‌وری کارکنان تحت تأثیر متغیرهای رعایت ارگونومی و خستگی شغلی قرار داشته است. از طرفی، تحلیل مدل معادلات ساختاری نشان داد که خستگی شغلی نقش میانجی در رابطه بین ارگونومی و بهره‌وری ایفا کرده است.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد بهبود شرایط کاری از طریق اجرای اصول ارگونومیک به‌طور چشم‌گیر خستگی شغلی را کاهش و بهره‌وری کارکنان را افزایش داده است که این خود تلاش در راستای بهبود محیط کاری از دیدگاه ایمنی و سلامت شغلی کارکنان به‌عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در صنایع استخراجی را توصیه می‌کند.

واژه های کلیدی: ارگونومی، بهره‌وری شغلی، خستگی شغلی، مدل معادلات ساختاری، معدن سنگ‌شکن کرمانشاه

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

مقدمه

محیط کار در معادن به‌دلیل وجود شرایط سخت و انجام فعالیت‌های جسمی شدید، اغلب با خستگی شغلی، ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی، و کاهش بهره‌وری همراه است که در این میان، ارگونومی به‌عنوان یک دانش میان‌رشته‌ای می‌تواند راهکاری اساسی برای کاهش این مشکلات ارائه دهد. به‌طوری‌که طراحی محیط کار مطابق با اصول ارگونومیک، می‌تواند تأثیر مستقیمی بر افزایش ایمنی و رضایت شغلی به‌دنبال داشته باشد[1].

بهره‌وری یک مفهوم چندبعدی است که در حوزه مدیریت منابع انسانی و عملکرد سازمانی نقش برجسته‌ای دارد. ارزیابی بهره‌وری کارکنان نیز با توجه به پیچیدگی عوامل مؤثر بر آن، نیازمند استفاده از روش‌های دقیق، قابل‌اعتماد و متنوعی است که بتوانند جنبه‌های مختلف عملکرد فردی و گروهی را به‌خوبی اندازه‌گیری کنند. در محیط‌های کاری سخت و پرخطر مانند معادن، بهره‌وری تنها با توجه به خروجی تولید قابل ارزیابی نیست، بلکه باید بر اساس شرایط فیزیکی، روانی و سازمانی کارکنان نیز مورد تحلیل قرار گیرد[2].

بهره‌وری کارکنان به‌عنوان یک شاخص کلیدی در موفقیت سازمان‌ها، مستلزم فراهم آوردن شرایط کاری مناسب برای آن‌ها است. افزایش بهره‌وری فقط با بهبود تجهیزات یا فرآیندهای کاری محقق نمی‌شود، بلکه توجه به سلامت جسمی و روانی کارکنان نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌طوری‌که نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند شرایط فیزیکی و روانی کارکنان تأثیر مستقیمی بر میزان کارایی آن‌ها دارند[3].

ارگونومی (Ergonomics) یا مهندسی عوامل انسانی، شاخه‌ای از دانش است که به بررسی و طراحی سیستم‌های کاری می‌پردازد که در آن‌ها انسان نقش اصلی را ایفا می‌کند[4]. هدف اصلی این رشته، ایجاد هماهنگی بین انسان و محیط کار با توجه به ویژگی‌های فیزیولوژیکی، روان‌شناختی و فیزیکی فرد است تا به این وسیله ایمنی، راحتی و بهره‌وری کارکنان افزایش یابد[4]. این علم در دهه‌های اخیر به‌دلیل گسترش فناوری‌ها و پیچیدگی‌های محیط‌های کاری، به یکی از حوزه‌های کلیدی در مدیریت سلامت و ایمنی شغلی تبدیل شده است[2].

ارگونومی فقط به بهینه‌سازی فضای فیزیکی کار محدود نمی‌شود؛ بلکه، طراحی وظایف، ابزارها، تجهیزات، نرم‌افزارها و حتی فرآیندهای سازمانی را نیز شامل می‌شود. این دانش با استفاده از رویکردهای مبتنی بر شواهد، سعی در کاهش خطرات شغلی، پیشگیری از آسیب‌های ناشی از کار و افزایش رضایت شغلی دارد[1]. به‌عبارت دیگر، ارگونومی با توجه به نیازها، محدودیت‌ها و قابلیت‌های انسان، سعی می‌کند محیط کار را طوری طراحی کند که با ویژگی‌های انسان تطبیق داشته باشد و از این طریق ریسک‌های مرتبط با سلامت و ایمنی را به حداقل برساند.

یکی از اصول اساسی ارگونومی، تمرکز بر کاربر محوری (User-Centered Design) است. این اصل برجسته می‌کند که طراحی محیط کار باید بر اساس نیازها و توانایی‌های کارکنان انجام شود، نه این‌که کارکنان مجبور به تطبیق با شرایط نامناسب شوند. این رویکرد نه فقط ایمنی فردی را افزایش می‌دهد؛ بلکه، منجر به کاهش خستگی شغلی و افزایش بهره‌وری نیز می‌شود[2]. در محیط‌های صنعتی، به‌ویژه در مشاغل سخت و پرخطر مانند معادن سنگ‌شکن، اهمیت این تطبیق دوچندان می‌شود، چرا که کارکنان در این محیط‌ها به‌طور مداوم در معرض عوامل خطرآفرین فیزیکی، روانی و محیطی قرار دارند.

ارگونومی به سه دسته کلی فیزیکی، شناختی و سازمانی تقسیم می‌شود که در محیط‌های کاری سخت مانند معادن، از آن‌جا که کارکنان با ابزارها و ماشین‌آلاتی سروکار دارند که طراحی نامناسب آن‌ها می‌تواند منجر به آسیب‌های اسکلتی-عضلانی، بروز خستگی شدید و کاهش بهره‌وری شود، ارگونومی فیزیکی از اهمیت بیش‌تر برخوردار است. نتایج مطالعات نشان داده‌اند که اعمال اصول ارگونومیک در

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

طراحی محیط کار به‌ویژه معادن، ضمن آن‌که منجر به کاهش غیبت کاری و خسارات مالی و از طرفی افزایش رضایت شغلی می‌شود، می‌تواند خطرات شغلی را تا ۳۰ درصد و در عین حال حوادث صنعتی ناشی از خستگی شغلی را تا ۴۰ درصد کاهش، و به‌تبع آن بهره‌وری را نیز افزایش دهد[۵-۷].

بهره‌وری کارکنان یکی از شاخص‌های کلیدی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و موفقیت‌های مدیریتی است که خود تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل فردی (فیزیکی، روانی و انگیزشی)، محیطی، سازمانی، مدیریتی، فنی و ابزاری قرار دارد[۳]. این عوامل با تعاملات پیچیده‌ای به یکدیگر متصل هستند و هر یک در سطوح مختلفی بر عملکرد شغلی تأثیر می‌گذارند. در محیط‌های کاری سخت و پرخطر مانند معادن سنگ‌شکن، اهمیت این عوامل برجسته‌تر بوده و نیازمند رویکردی جامع در شناسایی و مدیریت آن‌ها است[۸،۹].

عوامل فیزیکی و محیطی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری هستند. شرایط محیط کار شامل سطح سر و صدا، دما، نورپردازی، کیفیت هوا و لرزش نقش عمده‌ای در میزان راحتی و تمرکز کارکنان دارند. در محیط‌هایی مانند معادن، که کارکنان به‌طور مداوم در معرض شرایط نامساعد فیزیکی قرار دارند، این عوامل می‌توانند منجر به خستگی زودرس، کاهش تمرکز و در نهایت کاهش بهره‌وری شوند[۸]. لذا، بهینه‌سازی این شرایط با رعایت اصول ارگونومی می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در کارایی فردی و گروهی ایجاد کند.

عوامل فیزیولوژیکی و سلامت عمومی نیز از دیگر مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بهره‌وری هستند. سلامت جسمی کارکنان، وضعیت بدنی آن‌ها، کیفیت خواب، وجود اختلالات اسکلتی-عضلانی و سطح استرس بدنی همه می‌توانند به‌طور مستقیم بر نحوه انجام وظایف تأثیر بگذارند. بدیهی است کارکنانی با سلامت جسمانی مناسب‌تر، به‌طور معمول از توانایی بیش‌تر در تحمل فشارهای شغلی و به‌تبع آن حفظ سطح بالایی از کارایی برخوردارند[۱۰]. در مقابل، کارکنانی که تحت فشارهای فیزیکی مداوم قرار دارند، بدون مدیریت صحیح، بهره‌وری آن‌ها به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

از طرفی، عوامل فنی و ابزاری از جمله استفاده از تجهیزات مناسب، به‌روز بودن ماشین‌آلات، طراحی منطبق با اصول ارگونومیک و بهینه‌سازی فرآیندهای کاری از جمله مواردی هستند که می‌توانند بهره‌وری را افزایش دهند. لذا، در صنایع معدنی، به‌ویژه در معادن سنگ‌شکن، بهبود در این حوزه‌ها نه تنها منجر به افزایش بهره‌وری می‌شود، بلکه از بروز حوادث شغلی و آسیب‌های فیزیکی نیز جلوگیری می‌کند[۱۱]. در صنعت معدن، رعایت اصول ارگونومیک نه فقط یک ضرورت برای افزایش بهره‌وری است، بلکه از منظر بهداشت و ایمنی نیز اهمیت بسیاری دارد. برای مثال، استفاده از تجهیزات مناسب، طراحی ابزارهایی که فشار کم‌تری بر بدن وارد می‌کنند، و بهبود وضعیت بدنی کارکنان، می‌تواند میزان آسیب‌های ناشی از کار را به حداقل برساند. این اقدامات به‌ویژه در معادن سنگ‌شکن، که فعالیت‌های فیزیکی شدیدتری دارند، ضرورت بیش‌تری پیدا می‌کند[۲]. لذا، با وجود تأکید بر مزایای ارگونومی، بسیاری از کارفرمایان در محیط‌های معدنی هنوز به این اصول توجه کافی ندارند که این موضوع می‌تواند ناشی از عدم آگاهی کارفرما از تأثیرات طولانی‌مدت شرایط نامناسب کاری بر سلامت و بهره‌وری کارکنان باشد[۱۲].

در خصوص رابطه سلامت و ایمنی کار با بهره‌وری می‌توان اذعان داشت که سلامت و ایمنی شغلی یکی از ارکان اساسی در حفظ و افزایش بهره‌وری کارکنان به‌ویژه در محیط‌های کاری پرخطر مانند معادن سنگ‌شکن است. به‌طور کلی، سلامت جسمی و روانی کارکنان و وجود شرایط ایمن در محیط کار، نه تنها منجر به کاهش آسیب‌ها و حوادث شغلی می‌شود؛ بلکه، تأثیر مستقیمی بر عملکرد فردی و گروهی داشته و بهره‌وری سازمانی را افزایش می‌دهد[۲]. در محیط‌های کاری سخت، عدم توجه به این عوامل می‌تواند منجر به بروز خستگی شغلی، کاهش تمرکز، افزایش خطاهای عملیاتی و در نهایت کاهش قابل‌توجه بهره‌وری شود[۱۳].

یکی از مهم‌ترین مسیرهایی که از طریق آن سلامت و ایمنی شغلی بر بهره‌وری تأثیر می‌گذارد، کاهش غیبت کاری است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

کارکنانی که در محیط‌هایی با شرایط ایمن و سالم کار می‌کنند، تعداد ایام غیبت آن‌ها کم‌تر بوده و به‌طور معمول در ساعات کاری خود حضوری فعال و پایدار دارند. در مقابل، شرایط نامساعد کاری و وجود خطرات فیزیکی یا روانی می‌تواند ضمن ایجاد آسیب‌های جسمی، بیماری‌های حرفه‌ای یا حتی صدمات جبران‌ناپذیر، افزایش روزهای مرخصی ناشی از بروز بیماری، و کاهش زمان فعالیت تولیدی را به‌دنبال داشته باشد[۱۴].

یکی دیگر از موارد مؤثر بر بهره‌وری، کاهش استرس و خستگی شغلی است. در محیط‌هایی که سیستم مدیریت ایمنی و سلامت حرفه‌ای به‌خوبی پیاده‌سازی شده باشد، کارکنان احساس امنیت بیش‌تری نسبت به شرایط کاری خود دارند. این امنیت نه تنها از لحاظ جسمی (مانند کاهش خطرات فیزیکی)، بلکه از دیدگاه روانی (کاهش استرس و اضطراب) نیز ظاهر می‌شود. این عوامل باعث کاهش خستگی شناختی و جسمی می‌شوند و در نتیجه توانایی تمرکز، تصمیم‌گیری سریع‌تر و دقت بالاتر را فراهم می‌کنند[۱۵].

علاوه بر این، رعایت اصول ایمنی و بهداشت حرفه‌ای نقش برجسته‌ای در افزایش انگیزه و رضایت شغلی کارکنان دارند. وقتی کارکنان احساس کنند که سازمان به سلامت آن‌ها اهمیت می‌دهد، تمایل بیش‌تری به تعهد سازمانی و مشارکت فعال در فرآیندهای کاری دارند. این موضوع به‌صورت غیرمستقیم ولی قوی، بهره‌وری را افزایش داده و به بهبود فرهنگ سازمانی منجر می‌شود[۹]. بدیهی است که در صنعت معدن، به‌ویژه در معادن سنگ‌شکن، اهمیت این ارتباط دوچندان می‌شود. کارکنان این صنعت به‌طور مداوم در معرض خطرات فیزیکی مانند سقوط اجسام، لرزش‌های مداوم، حرکات تکراری و بارگذاری بیش از حد بدنی قرار دارند. در چنین شرایطی، عدم رعایت اصول ایمنی می‌تواند منجر به آسیب‌های اسکلتی-عضلانی، خستگی شدید و در نهایت کاهش چشم‌گیر بهره‌وری شود[۱۱]. اما اعمال اقدامات ایمنی مناسب، طراحی ابزارها و ماشین‌آلات متناسب با اصول ارگونومیک، و برنامه‌های مدیریت خستگی می‌تواند به‌طور چشمگیری به افزایش بهره‌وری کمک کند.

همچنین، کاهش هزینه‌های ناشی از حوادث شغلی یکی دیگر از ابعاد اقتصادی این ارتباط است. هزینه‌های مرتبط با درمان، جایگزینی کارکنان، توقف فعالیت‌های تولیدی و حقوق بیمه‌ای ناشی از حوادث شغلی، می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر عملکرد مالی سازمان تأثیر بگذارد. بنابراین، سرمایه‌گذاری در حوزه سلامت و ایمنی شغلی نه تنها از دیدگاه حفاظت از نیروی کار، بلکه از منظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه است[۶].

به‌طور کلی، ایجاد یک فرهنگ سازمانی مبتنی بر سلامت و ایمنی می‌تواند تأثیر طولانی‌مدت بر بهره‌وری داشته باشد. وقتی ایمنی به‌عنوان یک ارزش سازمانی درآید و مدیران و کارکنان به‌طور مشترک در راستای بهبود شرایط کاری تلاش کنند، این رویکرد به ایجاد محیطی امن، پویا و پربار منجر می‌شود که در آن بهره‌وری به‌صورت طبیعی افزایش می‌یابد. خستگی شغلی به‌عنوان حالتی از کاهش انرژی جسمی و ذهنی در اثر انجام فعالیت‌های طولانی‌مدت، تکراری، و یا در شرایط محیطی نامناسب حادث می‌شود. این پدیده نه تنها بر عملکرد فردی تأثیر منفی می‌گذارد، بلکه می‌تواند به کاهش دقت، کاهش تمرکز، افزایش بروز خطا و در نهایت ایجاد حوادث شغلی منجر شود[۱۳].

ایجاد خستگی شغلی به‌دلیل ساعات کاری طولانی، تکرار حرکات، و شرایط محیطی نامناسب مانند قرار گرفتن در معرض سر و صدا و دمای بالا، یکی از عوامل مهم کاهش بهره‌وری در محیط‌های کاری پرخطر است که با علائمی همچون کاهش انرژی، تمرکز، و انگیزه همراه بوده و می‌تواند به‌ویژه در محیط‌های معدنی به‌دلیل ماهیت سخت و فشرده کار، منجر به افزایش اشتباهات و کاهش کیفیت عملکرد کارکنان شود[۱۳]. علاوه بر این، خستگی شغلی ناشی از ساعات کاری طولانی و شرایط کاری دشوار، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش بهره‌وری در محیط‌های کاری سخت و خشن مانند معادن شناخته می‌شود که این خستگی،

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

ضمن تحت تأثیر قرار دادن عملکرد شغلی کارکنان، سلامت عمومی آن‌ها را نیز با مخاطره مواجه می‌کند. این در حالی است که کاهش خستگی شغلی می‌تواند تا حد زیادی با رعایت اصول ارگونومی محقق شود[۱۳]. به‌طور کلی، کاهش تمرکز و دقت، کاهش سرعت واکنش و تصمیم‌گیری، کاهش انگیزه و تعهد سازمانی، افزایش غیبت و نرخ ترک محل خدمت، کاهش کیفیت روابط کاری، تشدید آسیب‌های اسکلتی-عضلانی و افزایش هزینه‌های سازمانی از مهم‌ترین پیامدهای خستگی شغلی منجر به کاهش بهره‌وری هستند[۵،۶،۱۶،۱۷].

در محیط‌های کاری سخت مانند معادن سنگ‌شکن که ارتباطات سازمانی ضعیفی وجود دارد و کارکنان به‌طور مداوم در معرض ترکیبی از فشارهای فیزیکی، شناختی و سازمانی قرار دارند[۹]، انتخاب روش مناسب برای سنجش خستگی و بهره‌وری شغلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این موضوع نه فقط به‌دلیل دشواری دسترسی به کارکنان، بلکه به‌دلیل نیاز به انتخاب روشی مناسب با شرایط فیزیکی و شناختی کارکنان است. در چنین محیط‌هایی، ترکیب روش‌های ذهنی (پرسشنامه، مصاحبه و مقیاس‌های خود ارزیابی) و عینی (شاخص‌های فیزیولوژیکی، روش‌های عملکردی و فناوری‌های پوشیدنی) می‌تواند به بهترین نتایج برسد[۱۷].

اجرای یک برنامه منظم سنجش خستگی شغلی می‌تواند به مدیران کمک کند تا به‌طور مؤثرتری خستگی را مدیریت کرده و شرایط کاری را بهبود بخشند. از مهم‌ترین روش‌های سنجش خستگی و بهره‌وری می‌توان به "نسبت خروجی به ورودی"، "استفاده از شاخص‌های عملکرد فردی"، "استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت عملکرد"، "مصاحبه‌های عمیق و گروهی"، "پرسشنامه‌های استاندارد"، "مشاهده مستقیم و تحلیل رفتاری" و همچنین "روش‌های تلفیقی" اشاره کرد[۸،۱۱،۱۷]. هرچند لازم به‌ذکر است که انتخاب روش مناسب باید بر اساس نوع خستگی (جسمی، شناختی یا عاطفی)، شرایط محیطی، و امکانات موجود انجام شود[۹،۱۴،۱۵].

تاکنون پژوهش‌هایی بر نقش ارگونومی در کاهش آسیب‌های فیزیکی، افزایش بهره‌وری و بازدهی اقتصادی تمرکز داشته‌اند. برای مثال، نتایج پژوهشی نشان داد سازمان‌هایی که برنامه‌های ارگونومیک را اجرا می‌کنند، تا ۲۰ درصد در هزینه‌های عملیاتی صرفه‌جویی کرده‌اند[۱۶]. از دیگر پژوهش‌ها نیز می‌توان به مطالعه حاجی و همکاران (۲۰۲۲) که در آن نسبت به بررسی رابطه کاربرد اصول ارگونومی با عملکرد شغلی و بهره‌وری کارشناسان کشاورزی استان کرمان اقدام شد[۱۸]، بررسی اهمیت ارگونومی در افزایش بهره‌وری و بهبود عملکرد کارکنان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی[۱۹]، بررسی تأثیر ارگونومی بر بهره‌وری و رضایت شغلی کارکنان سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران[۲۰]، بررسی ارگونومی شناختی و تأثیر آن بر رضایت شغلی و بهره‌وری در محیط‌های پر استرس مانند مراکز پاسخ‌گویی به تماس تلفنی[۲۱]، بررسی اثربخشی آموزش ارگونومیک در کارکنان اداری[۲۲] و ارزیابی تأثیر مداخلات ارگونومیک بر کارکنان اداری[۲۳] اشاره کرد.

از آن‌جا که بررسی رابطه سه‌گانه بین ارگونومی، خستگی شغلی، و بهره‌وری کارکنان هنوز به‌طور جامع مورد توجه قرار نگرفته است و در محیط‌های معدنی، این سه عامل ارتباط نزدیکی با یکدیگر داشته و باید به‌طور هم‌زمان مورد مطالعه قرار گیرند[۱] و به‌علاوه، در محیط کاری معادن، کارگران به‌طور معمول با ریسک‌های بیش‌تری مواجه‌اند، لذا، شناخت دقیق عوامل تأثیرگذار بر خستگی شغلی و بهره‌وری می‌تواند به تدوین راهکارهای عملی از جمله: بازطراحی محیط کار، آموزش کارکنان، و بهبود شرایط کاری برای ارتقای سطح سلامت و بهره‌وری کارکنان کمک کند. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی رابطه بین رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی، و بهره‌وری کارکنان در معدن سنگ‌شکن کرمانشاه در راستای درک بهتر تعامل این سه عامل و ارائه راهکارهای عملی برای بهبود شرایط کاری انجام یافت.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

روش کار

معرفی معدن مورد مطالعه

معدن سنگ لاشه، به‌عنوان یک واحد معدنی فعال در استان کرمانشاه در منطقه‌ای به نام دشت بهشت واقع شده است. دسترسی به این معدن از مسیر جاده سراب قنبر و پس از ورود به جاده هلشی میسر است. فعالیت اصلی این معدن، استخراج سنگ لاشه از کوه‌های منطقه برای استفاده در ساختمان‌سازی و راهسازی است. این مجموعه با اشتغال‌زایی مستقیم و غیرمستقیم برای حدود ۴۰۰ نفر نیروی شاغل در بخش‌های گوناگونی از جمله استخراج، حمل‌ونقل، فرآوری، و فنی و اداری، نقش قابل توجهی در اقتصاد محلی ایفا می‌کند. ترکیب موقعیت جغرافیایی مناسب از نظر دسترسی، برخورداری از ذخایر معدنی مرغوب، فرآیند تولید تکمیلی و نیروی انسانی متعهد، این معدن را به یک قطب تأمین‌کننده مصالح ساختمانی در منطقه تبدیل کرده است.

جامعه آماری

جامعه آماری این تحقیق شامل همه کارکنان شاغل (حدود ۴۰۰ نفر) در معدن سنگ‌شکن کرمانشاه در واحدهای عملیات تولید، نگهداری و تعمیرات، حمل و نقل، کنترل کیفیت و سایر واحدهای خدماتی (راننده ماشین‌آلات سنگین، کارور خط تولید، کارگر تعمیراتی، مراقب ایمنی، کارشناس فنی و مدیریتی) با سابقه کاری از یک تا بیش‌تر از ۲۰ سال بود.

تعیین حجم نمونه

برای تعیین حجم نمونه، از فرمول کوکران (رابطه ۱) استفاده شد. با توجه به این‌که جامعه آماری این تحقیق شامل حدود ۴۰۰ نفر از کارکنان معدن سنگ‌شکن کرمانشاه بود، با درنظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، خطای مجاز پنج درصد و واریانس ۲۵ درصد و با استفاده از رابطه ۱، حجم نمونه مناسب برای این پژوهش برابر با ۲۰۰ نفر به‌دست آمد.

(رابطه ۱)

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

در رابطه ۱:

N نشان‌دهنده حجم جامعه آماری (۴۰۰ نفر)، و e بیان‌گر خطای نمونه‌گیری (۰/۰۵) است.

$$n = \frac{400}{1 + 400(0.05)^2} = \frac{400}{1+1} = 200$$

البته لازم به‌ذکر است از آن‌جا که از پرسشنامه به‌عنوان ابزار جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد، برای اطمینان از دریافت ۲۰۰ پرسشنامه تکمیل شده و قابل استفاده، جامعه آماری برابر با ۲۱۰ نفر درنظر گرفته شد.

معیارهای ورود نمونه به پژوهش به‌شرح ذیل بودند:

- به‌منظور آشنا بودن کارکنان با شرایط محیط کاری و شناخت دقیق‌تر از عوامل مؤثر بر خستگی و بهره‌وری، حداقل سابقه کار در معدن سنگ‌شکن کرمانشاه یک سال درنظر گرفته شد.
- شرکت‌کنندگان می‌بایست در یکی از شیفت‌های کاری رسمی (صبح، عصر و یا شب) مشغول به‌کار باشند.
- به‌منظور کنترل متغیرهای مداخله‌گر و افزایش دقت نتایج، عدم ابتلا به بیماری‌های شدید جسمی یا روانی که به‌طور مستقیم بر خستگی یا بهره‌وری تأثیر می‌گذارند، یکی از شروط ورود به پژوهش بود.
- تمایل و انگیزه لازم برای شرکت در پژوهش و پاسخگویی فعال به پرسش‌ها.

از طرفی، معیارهای خروج نمونه از پژوهش هم عبارت بودند از:

- سابقه کار کم‌تر از یک سال در معدن.
- عدم تکمیل کامل پرسشنامه‌ها و یا عدم همکاری در تکمیل صحیح پرسش‌ها.
- ابتلا به بیماری‌های جسمی یا روانی شدید که مستند شده باشد.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

نمونه‌گیری

روش نمونه‌گیری در این تحقیق به‌صورت تصادفی – طبقه‌ای (Stratified Random Sampling Method) بود که این رویکرد ضمن فراهم کردن امکان بررسی رابطه بین رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان، باعث شد که نتایج حاصل قابل اندازه‌گیری، مقایسه و تعمیم باشند. بدین صورت‌که با توجه به تنوع مشاغل و شرایط کاری در معدن سنگ‌شکن کرمانشاه، ابتدا جامعه آماری به چند دسته یا طبقه اصلی (مانند: رانندگان ماشین‌آلات سنگین، کارور خط تولید، کارگران تعمیراتی و سایر مشاغل خدماتی و مدیریتی) تقسیم شدند. سپس، از هر طبقه تعداد معینی از افراد به‌صورت تصادفی انتخاب شدند تا نمونه‌گیری بیان‌گر تنوع جامعه آماری و شرایط واقعی محیط کاری باشد. همچنین، استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای این امکان را فراهم کرد که همه گروه‌های شغلی اصلی، در پژوهش حاضر نماینده داشته و نتایج به‌دست‌آمده از پایایی و اعتبار بالایی برخوردار باشند.

ابزار گردآوری داده‌ها

در این پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از سه پرسشنامه استاندارد و معتبر انجام شد. بدین صورت‌که برای ارزیابی وضعیت بدنی و خطر آسیب‌های اسکلتی – عضلانی ناشی از کار با تمرکز بر بالاتنه با تاکید بر وضعیت بدن، حرکات تکراری، و شرایط کاری از پرسشنامه RULA (Rapid Upper Limb Assessment) که واجد ۱۵ گویه در مقیاس فاصله‌ای بود[۲۴]، برای سنجش سطح خستگی شغلی، یعنی حالتی از کاهش انرژی جسمی، ذهنی یا عاطفی حادث شده بر اثر فشارهای کاری و عوامل محیطی، در چهار بعد اصلی شامل: فیزیولوژیک، شناختی، عاطفی و عمومی از پرسشنامه CIS (Checklist Individual Strength) که واجد ۲۰ گویه در مقیاس رتبه‌ای بود[۲۵]، و برای ارزیابی سطح بهره‌وری و مشارکت شغلی کارکنان، یعنی توانایی آن‌ها در انجام وظایف و تولید نتایج مطلوب با حداقل منابع و زمان، در سه بعد اصلی شامل: فعالیت، تمرکز و انرژی از پرسشنامه UWES (Utrecht Work Engagement Scale) که واجد ۱۷ گویه در مقیاس فاصله‌ای بود[۲۶]، استفاده شد. از آن‌جا که هر یک از این پرسشنامه‌ها در زمینه موضوعات مربوطه به‌صورت گسترده مورد استفاده و بررسی استادان و متخصصان حوزه HSE و مدیریت منابع انسانی قرار گرفته‌اند، از روایی محتوایی لازم برخوردار بودند که در این خصوص نتایج استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی (Exploratory Factor Analysis; EFA) و نتایج محاسبه ضریب شاخص نمونه‌گیری کایزر–مایر–اولکین (Kaiser–Meyer–Olkin Test; KMO) برای همه پرسشنامه‌ها که بزرگ‌تر از ۰/۸۰ حاصل شد نیز نشان‌دهنده قابلیت مطلوب ابزارها برای انجام تحلیل عاملی، ثبات و سازگاری آن‌ها در جمع‌آوری داده‌های میدانی بود. همچنین، ضریب آلفای کرونباخ (Cronbach Alpha Coefficient) برای ارزیابی پایایی پرسشنامه‌ها محاسبه شد که مقادیر حاصل بزرگ‌تر از ۰/۸۰ برای همه ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها، بیان‌گر پایایی قابل قبول پرسشنامه‌ها بود. در پرسشنامه RULA، هر گویه دارای امتیاز مناسب بود و نمره کلی از یک تا هفت تعیین شد. بر این اساس، نمره بیش‌تر، نشان‌دهنده خطر آسیب بیش‌تر و رعایت اصول ارگونومی کم‌تر بود. در پرسشنامه CIS، هر گویه در مقیاس هفت درجه‌ای از "همه‌وقت" تا "هیچ‌گاه" پاسخ داده شد. نمره کلی پرسشنامه از ۲۰ تا ۱۴۰ متغیر و نمره‌های بزرگ‌تر نشان‌دهنده خستگی بیش‌تر بود. در پرسشنامه UWES نیز هر گویه در مقیاس هفت درجه‌ای از "هیچ‌گاه" تا "همه‌وقت" پاسخ داده شد. نمره کلی این پرسشنامه از ۱۷ تا ۱۱۹ متغیر و نمره‌های بزرگ‌تر نشان‌دهنده بهره‌وری بیش‌تر بود.

نحوه توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها

جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش به‌روش میدانی و حضوری انجام شد که امکان کسب اطلاعات دقیق‌تر و بهتر از شرکت‌کنندگان و در عین حال اطمینان از درک صحیح

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

سوالات توسط آن‌ها را فراهم کرد. بدین منظور، ابتدا یک جلسه آموزشی با گروه جمع‌آوری داده برگزار و اعضاء با نحوه ارائه توضیحات به شرکت‌کنندگان، مدیریت موقعیت‌های مختلف در محل کار و نحوه تکمیل صحیح پرسشنامه‌ها آشنا شدند. سپس، توزیع پرسشنامه‌ها به‌صورت حضوری در محل کار و در محیطی بدون تنش و فشار زمانی انجام شد و شرکت‌کنندگان از فرصت کافی برای تکمیل آگاهانه پرسشنامه‌ها برخوردار بودند. بنابراین، اطمینان حاصل شد که پاسخ‌ها نماینده واقعی نظرات و شرایط واقعی شرکت‌کنندگان هستند. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها و جمع‌آوری آن‌ها، با استفاده از نسخه ۲۶ نرم‌افزار آماری SPSS، یک کنترل کیفی بر روی داده‌ها انجام و پرسشنامه‌هایی که دارای اطلاعات ناقص یا نامفهوم بودند، از مجموعه داده‌ها حذف، و بدین وسیله از دقت و کاربردپذیری داده‌های نهایی اطمینان حاصل شد.

پردازش آماری داده‌ها

در این پژوهش، برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و فرض برابری واریانس‌ها به‌ترتیب از آزمون‌های کلموگروف- اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov; K-S) و لوین (Levene Test) استفاده شد. برای بررسی همبستگی بین متغیرهای وابسته یا پاسخ (خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان) و مستقل یا توضیحی (رعایت اصول ارگونومی) از آزمون همبستگی پیرسون (Pearson Correlation Coefficient; PCC) استفاده شد. همچنین، برای مدل‌سازی رابطه خطی بین متغیرهای پاسخ و توضیحی (پیش‌بینی بهره‌وری کارکنان بر اساس عوامل ارگونومی و خستگی شغلی) آزمون رگرسیون خطی چندگانه (Multiple Linear Regression; MLR) مورد استفاده قرار گرفت. از دیگر سو، از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) برای شناسایی میزان تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته استفاده شد. به‌علاوه، برای شناسایی روابط چندگانه (مستقیم و غیرمستقیم) بین متغیرها و کمک به فراهم کردن امکان آزمون مدل مفهومی پژوهش مدل معادلات ساختاری (Structural Equation Modeling; SEM) با استفاده از نسخه ۲۴ نرم‌افزار AMOS Graphics اجرا و از معیارهایی مانند شاخص‌های برازش (Model Fit Indices) برای ارزیابی مدل استفاده شد. همه آزمون‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام یافتند.

ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش، رعایت اصول اخلاقی در همه مراحل اجرا به‌عنوان یک الزام اساسی مدنظر قرار گرفته شد. بدین منظور، قبل از توزیع پرسشنامه‌ها، به شرکت‌کنندگان اهداف کلی پژوهش، نحوه استفاده از داده‌ها و این‌که اطلاعات به‌صورت کاملاً محفوظ و محرمانه نگه داشته خواهند شد، اطلاع داده شد و همه شرکت‌کنندگان به‌صورت داوطلبانه و با رضایت کتبی و آگاهانه در پژوهش شرکت کردند و هیچ‌گونه فشاری برای مشارکت در این خصوص وجود نداشت. همچنین، همه اطلاعات شخصی شرکت‌کنندگان از جمله نام، نام خانوادگی، شماره پرسنلی و سایر مشخصات هویتی ایشان محفوظ و در تحلیل‌ها فقط از کد شناسایی استفاده شد.

یافته‌ها

آمار توصیفی

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی جامعه آماری شرکت‌کننده در این مطالعه (۲۰۰ نفر از کارکنان معدن سنگ‌شکن کرمانشاه) شامل جنس، سن، سابقه کار، سطح تحصیلات، شیفت کاری و سمت یا شغل در جدول ۱ آورده شده است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

جدول ۱. توزیع فراوانی شرکت‌کنندگان از حیث جنسیت، رده سنی، سطح تحصیلات، شیفت کاری و شغل

جنسیت		
جنس	**فراوانی**	**توزیع (درصد)**
مرد	۱۸۰	۹۰
زن	۲۰	۱۰
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**
رده سنی (سال)		
۲۰ تا ۲۹	۳۰	۱۵
۳۰ تا ۳۹	۶۰	۳۰
۴۰ تا ۴۹	۸۰	۴۰
۵۰ تا ۵۹	۲۵	۱۲/۵
۶۰ به بالا	۵	۲/۵۰
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**
سابقه کار (سال)		
۱ تا ۵	۳۵	۱۷/۵
۶ تا ۱۰	۵۰	۲۵
۱۱ تا ۱۵	۷۰	۳۵
۱۶ تا ۲۰	۳۰	۱۵
بیش‌تر از ۲۰	۱۵	۷/۵۰
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**
سطح تحصیلات		
زیر دیپلم	۲۵	۱۲/۵
دیپلم	۱۰۰	۵۰
فنی و حرفه‌ای	۵۰	۲۵
فوق‌دیپلم و بالاتر	۲۵	۱۲/۵
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**
شیفت کاری		
صبح	۷۰	۳۵
عصر	۶۰	۳۰
شب	۷۰	۳۵
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**
شغل		
راننده ماشین‌آلات سنگین	۶۰	۳۰
کارور خط تولید	۵۰	۲۵
کارگر تعمیراتی	۴۰	۲۰
کارشناس ایمنی	۲۰	۱۰
مدیر/سرپرست	۱۵	۷/۵۰
دیگر (پشتیبانی و خدماتی)	۱۵	۷/۵۰
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

با استناد به مندرجات جدول ۱، ۹۰ درصد از شرکت‌کنندگان در پژوهش مرد، و ۱۰ درصد زن بودند. همچنین، ۴۰ درصد شرکت‌کنندگان در رده سنی ۴۰ تا ۴۹ سال قرار داشتند. از طرفی، ۳۵ درصد از شرکت‌کنندگان در پژوهش ۱۱ تا ۱۵ سال سابقه کار داشتند. علاوه بر این، حدود ۹۰ درصد از شرکت‌کنندگان دارای مدرک تحصیلی بودند. این در حالی است که شرکت‌کنندگان به‌طور یکسان (هر کدام ۳۵ درصد) در شیفت‌های صبح و شب مشغول به‌کار بودند. در خصوص شغل شرکت‌کنندگان در پژوهش نیز ۵۵ درصد از آن‌ها راننده ماشین‌آلات سنگین (۳۰ درصد) و کارور خط تولید (۲۵ درصد) بودند.

آمار توصیفی متغیرهای اصلی تحقیق (رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان) در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. آمار توصیفی مربوط به نمره کلی متغیرهای اصلی تحقیق بر اساس خروجی پرسشنامه‌ها

متغیر	تعداد پاسخ‌دهندگان	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
رعایت اصول ارگونومی	۲۰۰	۶/۲۵	۱/۳۲	۳/۰	۸/۰
خستگی شغلی	۲۰۰	۳۲/۷۵	۶/۱۵	۱۱	۴۴
بهره‌وری کارکنان	۲۰۰	۸۴/۴	۹/۸۰	۵۰	۱۰۴

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۲، میانگین نمره رعایت اصول ارگونومی با استفاده از پرسشنامه RULA برابر با ۶/۲۵ و در محدوده ۳ تا ۸ متغیر بود. در خصوص خستگی شغلی کارکنان نیز نمره کلی به‌دست‌آمده از پرسشنامه CIS از ۱۱ تا ۴۴ متغیر و میانگین آن برابر با ۳۲/۷۵ بود. از طرفی، در مورد بهره‌وری کارکنان نیز نمره کلی به‌دست‌آمده از پرسشنامه UWES از ۵۰ تا ۱۰۴ متغیر و میانگین آن ۸۴/۴ بود.

نتایج بررسی توزیع فراوانی سطوح مختلف رعایت اصول ارگونومی توسط کارکنان، سطوح مختلف خستگی شغلی توسط آن‌ها و همچنین سطوح مختلف بهره‌وری کارکنان معدن سنگ شکن کرمانشاه در جدول 3 آورده شده است.

جدول ۳. توزیع فراوانی سطوح مختلف رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان

سطح رعایت اصول ارگونومی		
سطح	فراوانی	توزیع (درصد)
بسیار ضعیف (۳ تا ۴ نمره)	۲۵	۱۲/۵
ضعیف (۵ تا ۶ نمره)	۷۰	۳۵
متوسط (۷ تا ۸ نمره)	۸۰	۴۰
خوب (۹ تا ۱۰ نمره)	۲۵	۱۲/۵
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**
سطح خستگی شغلی		
بسیار کم (۱۱ تا ۱۹ نمره)	۱۰	۵/۰

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

کم (۲۰ تا ۲۹ نمره)	۳۵	۱۷/۵
متوسط (۳۰ تا ۳۹ نمره)	۱۱۰	۵۵
بالا (۴۰ تا ۴۴ نمره)	۴۵	۲۲/۵
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**
سطح بهره‌وری		
بسیار پایین (۵۰ تا ۶۰ نمره)	۵/۰	۲/۵
پایین (۶۱ تا ۷۵ نمره)	۳۰	۱۵
متوسط (۷۶ تا ۹۰ نمره)	۱۱۰	۵۵
بالا (۹۱ تا ۱۰۴ نمره)	۵۵	۲۷/۵
جمع	**۲۰۰**	**۱۰۰**

نتایج مندرج در جدول ۳ نشـــان می‌دهد که ۴۰ درصـــد پاسخ‌دهندگان اصول ارگونومی را در سطح متوسط رعایت کرده‌اند. همچنین، در خصـوص سـطوح مختلف خسـتگی شـغلی مشـخص شـد که ۵۵ درصـد از کارکنان با خسـتگی شـــغلی متوســـط مواجه بوده‌اند. از طرفی، بهره‌وری بیش‌تر کارکنان با ۵۵ درصد، در سطح متوسط بود.

آمار استنباطی

نتایج آزمون پیرسون برای بررسی همبستگی بین متغیرهای پژوهش نشـــان داد که بین رعایت اصـــول ارگونومی با خســتگی شــغلی ($p < ۰/۰۵$ و $r = -۰/۴۲۳$) و همچنین با بهره‌وری کـارکنـان ($p < ۰/۰۵$ و $r = ۰/۳۸۶$) بـه‌ترتیـب همبســتگی منفی و مثبت معنی‌دار وجود داشــته اســت. از طرفی، بین خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان ($p < ۰/۰۵$ و $r = -۰/۵۱۲$) همبســـتگی منفی معنی‌دار وجود داشـــت. خلاصـــه نتایج تحلیل رگرســـیون خطی چندگانه با هدف شـــناســـایی میزان تأثیر متغیرهای مســتقل (رعایت اصـــول ارگونومی و خســـتگی شـــغلی) بر متغیر وابســـته (بهره‌وری کارکنان) در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. خلاصه نتایج مدل رگرسیون خطی چندگانه

آمار مدل	مقدار
ضریب همبستگی (r)	۰/۶۱۴
ضریب تعیین (R^2)	۰/۳۷۷
ضریب تعیین تعدیل‌شده (Adjusted R^2)	۰/۳۶۴
خطای استاندارد برآورد (Standard Error of the Estimate)	۷/۹۲

نتایج مندرج در جدول ۴ نشان می‌دهد که ضریب همبستگی به‌دست‌آمده از تحلیل رگرسیون خطی چندگانه برابر با ۰/۶۱۴ و نشان‌دهنده وجود یک رابطه متوسط تا قوی بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته است. همچنین، ضریب تعیین برابر با ۰/۳۷۷ نشان داد که ۳۷/۷ درصد از تغییرات بهره‌وری کارکنان تحت تأثیر متغیرهای مستقل مدل قرار دارد. از طرفی، ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر با ۰/۳۶۴ و خطای استاندارد برآورد نیز برابر با ۷/۹۲ حاصل شد.

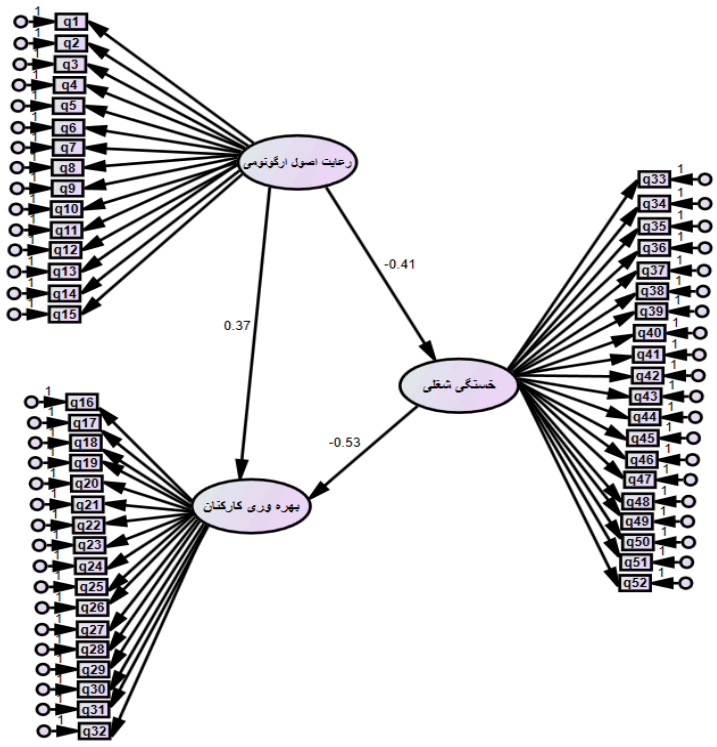
نتایج آزمون تحلیل واریانس با هدف شناسایی میزان تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته نشان داد که بر اساس مقادیر آماره F برابر با ۶۲/۴۵ و سطح معنی‌داری کوچک‌تر از ۰/۰۱، مدل رگرسیون به‌خوبی توانسته است تغییرات

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

موجود در متغیر وابسته (بهره‌وری کارکنان) را با استفاده از متغیرهای مستقل (رعایت اصول ارگونومی و خستگی شغلی) پیش‌بینی کند. از طرفی، مقادیر ضریب استاندارد شده رگرسیون چندگانه، تأثیر نسبی هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته را نشان داد. مقدار ضریب بتا (۰/۳۱۲) نیز بیان‌گر آن بود که رعایت اصول ارگونومی دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر بهره‌وری کارکنان بوده است (P < ۰/۰۵). از سوی دیگر، متغیر خستگی شغلی با مقدار ضریب بتا برابر با ۰/۴۸۷-، رابطه منفی و معنی‌دار با بهره‌وری کارکنان داشت (P < ۰/۰۵). بدین مفهوم که خستگی شغلی تأثیر قابل‌توجه بر کاهش عملکرد کاری داشته است.

نتایج تحلیل مدل معادلات ساختاری نشان داد که بر اساس مقادیر شاخص‌های نیکویی برازش (Goodness of Fit Index; GFI)، برازش مقایسه‌ای (Comparative Fit Index; CFI) و خطای جذر میانگین مربعات (Root Mean Square Error of Approximation; RMSEA) به‌ترتیب برابر با ۰/۹۳۰، ۰/۹۴۰ و ۰/۰۶۰، مدل از برازش خوبی با داده‌ها برخوردار بوده، و به‌خوبی روابط علّی بین متغیرها را تبیین کرده است. همچنین، نتایج حاصل از تحلیل مدل معادلات ساختاری نشان داد که رابطه بین متغیرهای مورد مطالعه از اهمیت آماری قابل‌توجهی برخوردار بوده است. بدین صورت‌که مقادیر ضریب مسیر برای رابطه رعایت اصول ارگونومی و خستگی شغلی برابر با ۰/۴۱۰-، از وجود یک رابطه منفی معنی‌دار بین این دو متغیر حکایت داشت (P < ۰/۰۵). از طرفی، مقادیر ضریب مسیر برای رابطه رعایت اصول ارگونومی و بهره‌وری کارکنان برابر با ۰/۳۷۰، نشان‌دهنده یک رابطه مثبت و معنی‌دار بین این دو متغیر بود. علاوه بر این، مقادیر ضریب مسیر برابر با ۰/۵۳۰- برای رابطه بین خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان نیز رابطه منفی قوی و معنی‌دار بین این دو متغیر را نمایان ساخت. خروجی نرم‌افزار AMOS Graphics (نمودار مدل معادلات ساختاری تحقیق) در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱. نمودار مدل معادلات ساختاری تحقیق

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

بحث

شرایط سخت کاری در معادن و تأثیرات منفی آن بر سلامت جسمی و روحی کارکنان، می‌تواند به بروز ناراحتی‌های اسکلتی – عضلانی، خستگی و همچنین فرسودگی شغلی منجر، و در نهایت کاهش بهره‌وری و پسرفت سازمان را به‌دنبال داشته باشد. لذا، از آن‌جا که بیش‌تر پژوهش‌های قبلی بر نقش ارگونومی در کاهش آسیب‌های فیزیکی تمرکز داشته و رابطه سه‌گانه بین ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری به‌ویژه در محیط‌های کاری سخت همچون معادن کم‌تر به‌طور هم‌زمان مورد مطالعه قرار گرفته است، این پژوهش با هدف بررسی رابطه بین رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان در معدن سنگ شکن کرمانشاه در سال ۱۴۰۴ انجام یافت.

نتایج نشان داد که ۹۰ درصد از شرکت‌کنندگان در پژوهش مرد، و فقط ۱۰ درصد از آن‌ها زن بودند (جدول ۱). این توزیع جنسیت نشان‌دهنده شرایط عمومی محیط کاری معادن است که در آن بیش‌تر کارکنان را مردها تشکیل می‌دهند. از طرفی، بیش‌ترین تعداد شرکت‌کنندگان در پژوهش در رده سنی ۴۰ تا ۴۹ سال قرار داشتند (جدول ۱) که نشان می‌دهد کارکنان معدن از سابقه کاری طولانی و سن بالا برخوردار هستند و این موضوع می‌تواند بر سطح خستگی و بهره‌وری تأثیرگذار باشد. علاوه بر این، بیش‌تر شرکت‌کنندگان در پژوهش سابقه کاری ۱۱ تا ۱۵ سال داشتند (جدول ۱). این موضوع نشان‌دهنده تجربه بالای کارکنان معدن است که می‌تواند بر نحوه تجربه خستگی و رابطه آن با بهره‌وری تأثیرگذار باشد. در خصوص مدرک تحصیلی شرکت‌کنندگان در پژوهش، ۵۰ درصد از آن‌ها دارای مدرک دیپلم و ۲۵ درصد نیز مدرک فنی و حرفه‌ای بودند (جدول ۱). این موضوع مبین آن است که بیش‌تر کارکنان از سطح متوسط تحصیلات برخوردار هستند که می‌تواند بر نحوه درک و پاسخ‌دهی به سوالات مرتبط با ارگونومی، خستگی و بهره‌وری تأثیرگذار باشد. از دیگر سو، نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان در پژوهش به‌طور یکسان در شیفت‌های صبح و شب (در هر شیفت ۳۵ درصد) و ۳۰ درصد از کارکنان نیز در شیفت عصر مشغول به‌کار بودند (جدول ۱) که این موضوع امکان مقایسه تأثیر شیفت کاری بر خستگی و بهره‌وری را فراهم می‌کند. این در حالی است که بیش‌تر شرکت‌کنندگان در پژوهش را با ۳۰ درصد، رانندگان ماشین‌آلات سنگین و به‌دنبال آن کاروران خط تولید (با ۲۵ درصد) به‌خود اختصاص دادند (جدول ۱). از آن‌جا که این گروه‌ها بیش‌ترین تماس را با شرایط فیزیکی سخت و خستگی شغلی دارند، این موضوع می‌تواند در تحلیل‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد.

خروجی پرسشنامه RULA نشان داد که میانگین نمره رعایت اصول ارگونومی برابر با ۶/۲۵ و در محدوده ۳ تا ۸ قرار داشت (جدول ۲). از طرفی، مشخص شد که سطح رعایت اصول ارگونومی در ۷۵ درصد از شرکت‌کنندگان ضعیف تا متوسط بود (جدول ۳). این موضوع بیان‌گر آن است که سطح کلی رعایت اصول ارگونومی در محیط کاری معدن سنگ‌شکن کرمانشاه در حد متوسط قرار دارد. لذا، می‌توان اذعان داشت اگرچه شرایط ارگونومیک در معدن با تأکید بر طراحی محیط کار منطبق با ویژگی‌های فیزیولوژیکی، روانشناختی و شناختی کارکنان که به‌دنبال افزایش سلامت، ایمنی و رفاه شغلی است[۲]، به‌صورت کامل رعایت نمی‌شود؛ اما، سطحی از توجه به این اصول وجود دارد که می‌تواند با اقدامات هدفمند به‌صورت چشم‌گیر بهبود یابد.

خروجی پرسشنامه CIS در خصوص خستگی شغلی کارکنان نیز مبین آن بود که میانگین نمره این متغیر با ۳۲/۷۵ در محدوده ۱۱ تا ۴۴ متغیر است (جدول ۲). همچنین، مشخص شد که ۲۲/۵ درصد افراد نیز دارای خستگی بالا بودند (جدول ۳). این موضوع نشان‌دهنده سطح بالای خستگی شغلی در میان کارکنان معدن است که می‌تواند به‌عنوان یک چالش مهم ناشی از شرایط سخت کاری، طولانی بودن ساعات کاری، و همچنین عدم رعایت کامل اصول ارگونومی در محیط کاری باشد. لذا، این یافته

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

هشداری به مدیران برای انجام اقدامات فوری در راستای کاهش عومل فرساینده شغلی در محیط کاری معدن است.

در مورد بهره‌وری کارکنان نیز خروجی پرسشنامه UWES نشان داد که میانگین این متغیر برابر با ۸۴/۴ و در محدوده ۵۰ تا ۱۰۴ متغیر بوده است (جدول ۲). به‌علاوه، نرخ بهره‌وری ۵۵ درصد از شرکت‌کنندگان در سطح متوسط بود (جدول ۳). این موضوع بیان‌گر آن است که هرچند سطح بهره‌وری کارکنان در معدن سنگ‌شکن کرمانشاه در حد متوسط تا بالا قرار دارد؛ ولی، با توجه به سطح بالای خستگی گزارش شده و از طرفی رعایت متوسط اصول ارگونومی، با بهبود شرایط محیط کار امکان افزایش سطح بهره‌وری وجود دارد.

تحلیل نتایج آزمون همبستگی بیان‌گر آن است که رعایت اصول ارگونومی با خستگی شغلی رابطه منفی معنی‌دار داشته است. بدین مفهوم که با بهبود شرایط کاری و رعایت اصول ارگونومیک، می‌توان به‌طور چشم‌گیری از خستگی شغلی کارکنان در محیط‌های کاری سخت مانند معادن کاست و در نتیجه، سلامت و رفاه شغلی آن‌ها را افزایش داد. لذا، این موضوع از اهمیت بالایی در بهبود شرایط ایمنی و کاهش خطرات شغلی برخوردار است. در پژوهش‌های مشابه نیز بر اهمیت رعایت اصول ارگونومی در کاهش خستگی شغلی تأکید شده است[۲۷،۱۹،۱۸].

همچنین، نتایج نشان داد که رعایت اصول ارگونومی با بهره‌وری کارکنان همبستگی مثبت معنی‌دار داشته است. بدین مفهوم که بهبود ارگونومی در محیط کاری معدن، از طریق بهینه‌سازی وضعیت فیزیکی کارکنان، کاهش فشارهای بدنی و روانی و ایجاد تسهیل در انجام کار، می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری و در نهایت پیشرفت سازمان شود. این موضوع مبین آن است که سرمایه‌گذاری در حوزه ارگونومیک نه تنها از لحاظ ایمنی، بلکه از دیدگاه مدیریتی و افزایش بهره‌وری سازمان نیز می‌تواند بسیار مؤثر باشد. حسنی و همکاران (۲۰۱۳) و دشتی (۲۰۱۶) نیز در پژوهش‌های خود، ارتباط مثبت بین ارگونومی و بهره‌وری کارکنان را گزارش کردند[۲۰،۱۹].

در خصوص بررسی رابطه بین خستگی شغلی ناشی از فعالیت‌های طولانی‌مدت و تکراری در شرایط نامناسب کاری که تأثیر مستقیمی بر عملکرد فردی و بهره‌وری سازمان دارد[۱۳] با بهره‌وری کارکنان، نتایج بیان‌گر آن بود که بین این دو متغیر، همبستگی منفی معنی‌دار وجود داشته است. بدین مفهوم که خستگی یکی از عوامل کلیدی کاهنده بهره‌وری است و مدیریت خستگی می‌تواند یکی از راهکارهای اصلی برای افزایش کارایی در محیط‌های کاری سخت محسوب شود. این موضوع اهمیت برنامه‌های مدیریت خستگی شغلی در صنایع معدنی را نمایان می‌نماید. در سایر پژوهش‌ها نیز تأثیر منفی قابل‌توجه خستگی شغلی بر عملکرد و بهره‌وری کارکنان گزارش شده است[۲۸،۶].

به‌طور کلی، نتایج حاکی از آن است که بین سه متغیر اصلی پژوهش رابطه‌ای قوی و معنی‌دار وجود داشته است و بنابراین، بهبود ارگونومی به‌عنوان یک عامل کلیدی در بهبود شرایط کاری می‌تواند به‌طور هم‌زمان ضمن کاهش خستگی و به‌تبع آن فرسودگی شغلی، با افزایش بهره‌وری کارکنان یعنی میزان کارایی در استفاده از منابع انسانی، مالی و فیزیکی[۳] در محیط‌های کاری سخت و پرخطر مانند معادن همراه باشد.

نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه نیز نشان داد که ۳۷/۷ درصد از تغییرات بهره‌وری کارکنان توسط متغیرهای مستقل یعنی رعایت اصول ارگونومی و خستگی شغلی تبیین می‌شود. بدین مفهوم که رعایت اصول ارگونومیک به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق کاهش خستگی شغلی، تأثیر مثبت بر بهره‌وری کارکنان داشته است و از این‌رو، بهبود شرایط کاری از طریق ارگونومی می‌تواند یک راهکار چندمنظوره برای مدیریت خستگی و افزایش بهره‌وری و به‌تبع آن پیشرفت سازمان محسوب شود. بنابراین، وجود یک رابطه متوسط تا قوی بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل به‌خوبی می‌توانند روند تغییرات بهره‌وری

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

را پیش‌بینی کنند. نتایج پژوهش که با هدف بررسی تأثیر ارگونومی بر بهره‌وری و رضایت شغلی کارکنان سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران انجام شد، نشان داد که رعایت اصول ارگونومی در طراحی محیط کار به‌واسطه افزایش رضایت شغلی از طریق کاهش استرس و خستگی جسمی و روانی کارکنان، بهره‌وری سازمان را ارتقا داده است[۲۰]. از طرفی، نتایج پژوهش حاجی و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که رعایت اصول ارگونومی و بهبود شرایط فیزیکی محیط کار تأثیر مثبت و معنی‌دار بر عملکرد شغلی و بهره‌وری کارکنان داشته و می‌تواند به کاهش خستگی، استرس و مشکلات جسمی کارکنان و به‌تبع آن افزایش کارایی و رضایت شغلی منجر شود[۱۸]. حسنی و همکاران (۲۰۱۳) نیز تاثیر رعایت اصول ارگونومی در محیط کار بر کاهش خستگی شغلی و افزایش بهره‌وری کارکنان را گزارش و عنوان داشتند که طراحی مناسب و بهینه‌سازی شرایط فیزیکی محیط کار، تأثیر چشم‌گیر در کاهش آسیب‌های شغلی و بهبود عملکرد سازمانی داشته است[۱۹]. همچنین، در سایر پژوهش‌ها نیز به اهمیت تأثیر مداخلات ارگونومیک در طراحی محیط کاری بر کاهش خستگی و فرسودگی شغلی و به‌تبع آن بهبود سلامت کارکنان، افزایش رضایت شغلی و بهره‌وری سازمان صحه گذاشته شده است[۲۳-۲۱]. از دیگر سو، هرچند فولکارد و تاکر (۲۰۰۳) گزارش کردند که تا ۴۰ درصد از حوادث صنعتی ناشی از خستگی شغلی است[۵]؛ ولی، بهبود شرایط کاری بر اساس اصول ارگونومیک می‌تواند بهره‌وری را تا ۲۵ درصد افزایش دهد[۱۴].

مقادیر ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر با ۰/۳۶۴ (جدول ۴) نشان می‌دهد که مدل پس از تطبیق با تعداد متغیرهای واردشده، همچنان دارای اعتبار مناسبی است و اضافه کردن متغیرهای دیگری به مدل، بهبود چشم‌گیری در تبیین واریانس بهره‌وری ایجاد نخواهد کرد. این موضوع اهمیت دو متغیر اصلی مدل یعنی ارگونومی و خستگی شغلی را در پیش‌بینی بهره‌وری کارکنان برجسته می‌کند. علاوه بر این، خطای استاندارد برآورد برابر با ۷/۹۲ (جدول ۴) نیز نشان‌دهنده دقت مدل در پیش‌بینی مقدار بهره‌وری است. بدین مفهوم که این مقدار از خطا بیان‌گر انحراف متوسط مقادیر پیش‌بینی‌شده از مقادیر واقعی بهره‌وری بوده و نشان می‌دهد که مدل حاضر از اعتبار قابل قبول برای تبیین رابطه بین متغیرهای مورد مطالعه در محیط کاری معدن سنگ‌شکن کرمانشاه برخوردار است.

نتایج آزمون ANOVA با توجه به مقادیر آماره F برابر با ۶۲/۴۵ و سطح معنی‌داری کوچک‌تر از ۰/۰۵، معنی‌دار بودن کلی مدل رگرسیونی را به اثبات رساند. این بدین مفهوم است که مدل رگرسیون به‌خوبی توانسته است تغییرات موجود در متغیر وابسته را با استفاده از دو متغیر مستقل پیش‌بینی کند. به بیان دیگر، متغیرهای مستقل به‌طور معنی‌دار نقش مهمی در تبیین بهره‌وری کارکنان داشته و می‌توان به رابطه آماری بین این متغیرها اعتماد کرد.

در تفسیر ضرایب معادله رگرسیونی ((خستگی شغلی × ۰/۷۲۰) − (رعایت اصول ارگونومی × ۲/۴۶) + ۱۸/۳۵ = بهره‌وری کارکنان)، می‌توان اذعان داشت که با افزایش یک واحد در سطح رعایت اصول ارگونومی، بهره‌وری کارکنان به‌طور متوسط ۲/۴۶ واحد افزایش یافته است. بدین مفهوم که بهبود شرایط ارگونومیک محیط کاری می‌تواند به‌طور مستقیم به افزایش بهره‌وری کارکنان منجر شود. نتایج حاصل از تحلیل مدل معادلات ساختاری نیز نشان داد که بین متغیرهای رعایت اصول ارگونومی و خستگی شغلی یک رابطه منفی معنی‌دار وجود دارد. یعنی، با افزایش رعایت اصول ارگونومی در محیط کاری معدن سنگ‌شکن کرمانشاه، سطح خستگی شغلی کارکنان به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که بهینه‌سازی شرایط کاری از طریق اجرای اصول و بهبود شرایط ارگونومیک می‌تواند نقش چشم‌گیری در کاهش فشارهای جسمی و روانی کارکنان به‌واسطه کاهش خستگی، افزایش راحتی کارکنان و بهبود شرایط کلی کار ایفا کرده، و در نهایت منجر به افزایش کارایی آن‌ها شود. پازوکی و صالحی (۲۰۱۷) با بررسی رابطه بین ارگونومی در محیط کار و استرس شغلی کارکنان گزارش کردند که شرایط

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

ارگونومیک و فیزیکی محیط کار تأثیری معنی‌دار بر کاهش استرس شغلی کارکنان داشته است، و هرچه محیط کاری از نظر ارگونومیک بهینه‌تر باشد، سطح استرس کارکنان کاهش، و رضایت شغلی و کارایی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد[۲۷].

از سوی دیگر، مشخص شد که با افزایش یک واحد در سطح خستگی شغلی، بهره‌وری کارکنان به‌طور متوسط ۰/۷۲۰ واحد کاهش یافته و این نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه خستگی شغلی بر کاهش عملکرد کاری است. بنابراین، مدیریت و کاهش خستگی شغلی نیز می‌تواند به‌طور چشمگیری به بهبود فرآیندهای کاری و به‌تبع آن بهره‌وری کارکنان کمک کند. مقادیر ضریب مسیر (۰/۳۷۰) نیز رابطه مثبت و معنی‌دار بین رعایت اصول ارگونومی و بهره‌وری کارکنان را تایید و نشان داد که خستگی شغلی نقش میانجی در رابطه بین ارگونومی و بهره‌وری ایفا می‌کند. به‌طوری‌که کاهش خستگی شغلی می‌تواند یک مسیر مهم برای افزایش بهره‌وری در محیط‌های کاری سخت و پرخطر مانند معادن سنگ‌شکن محسوب شود.

در مجموع، این تحلیل‌ها نشان می‌دهند که هر دو متغیر مستقل به‌طور معنی‌دار در پیش‌بینی متغیر وابسته (بهره‌وری کارکنان) نقش دارند. بدین صورت‌که رعایت اصول ارگونومی به‌عنوان یک عامل مثبت، و خستگی شغلی به‌عنوان یک عامل منفی، به‌ترتیب از نظر آماری تأثیر خود را بر بهره‌وری کارکنان اثبات می‌کنند. لذا، این یافته‌ها اهمیت اقدامات مدیریتی در راستای بهبود شرایط کاری و کاهش خستگی شغلی را در محیط‌های کاری سخت مانند معادن سنگ‌شکن برجسته کرده و به مدیران و مسئولین معدن سنگ‌شکن کرمانشاه کمک می‌کند تا با برنامه‌ریزی مناسب و اجرای اقدامات هدفمند، بهره‌وری کارکنان را افزایش داده و هم‌زمان با کاهش خستگی شغلی، رضایت شغلی و ایمنی کارکنان را نیز ارتقا بخشند.

از طرفی، نتایج تحلیل مدل معادلات ساختاری نیز تأیید کرد که خستگی شغلی نقش میانجی در رابطه بین ارگونومی و بهره‌وری ایفا کرده است. به‌طوری‌که مقادیر شاخص‌های برازش مدل (GFI، CFI، و RMSEA) مبین برازش مناسب مدل با داده‌ها و اعتماد به نتایج آن بود. بدین مفهوم که کاهش مستقیم و غیرمستقیم خستگی شغلی از طریق رعایت اصول ارگونومیک می‌تواند یک عامل مهم برای افزایش بهره‌وری محسوب شود. بنابراین، می‌توان بر اهمیت طراحی یک مدل چندمتغیره برای درک بهتر از عوامل مؤثر بر بهره‌وری کارکنان در محیط‌های کاری سخت و پرخطر مانند معادن سنگ‌شکن تاکید کرد.

نتیجه‌گیری

از آن‌جا که بهره‌وری کارکنان از جمله شاخص‌های کلیدی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و موفقیت‌های مدیریتی است و خستگی و فرسودگی شغلی ناشی از عدم رعایت اصول ارگونومی از مهم‌ترین عوامل کاهش بهره‌وری سازمان محسوب می‌شوند؛ لذا، این پژوهش با هدف بررسی رابطه بین رعایت اصول ارگونومی، خستگی شغلی و بهره‌وری کارکنان در محیط کاری سخت و پرخطر معدن سنگ‌شکن کرمانشاه در سال ۱۴۰۴ انجام یافت. نتایج نشان داد که رعایت اصول ارگونومیک نه فقط به‌طور مستقیم به کاهش خستگی شغلی منجر شده است؛ بلکه، به‌طور مثبت و معنی‌دار بر افزایش بهره‌وری کارکنان نیز تأثیر می‌گذارد. از طرفی، خستگی شغلی به‌عنوان یک عامل منفی و معنی‌دار، رابطه منفی قوی با بهره‌وری داشت، به‌طوری‌که با افزایش سطح خستگی، بهره‌وری کارکنان نیز کاهش یافت. از دیگر سو، نتایج تحلیل مدل معادلات ساختاری نشان داد که خستگی شغلی نقش میانجی در رابطه بین ارگونومی و بهره‌وری ایفا می‌کند، که این موضوع اهمیت اقدامات پیشگیرانه و مدیریتی در کاهش خستگی را دوچندان می‌کند. لذا، بهبود طراحی و شرایط محیط کاری از طریق اجرای اصول ارگونومیک و برنامه‌های مدیریت خستگی، استفاده از تجهیزات مناسب و سازگار با بدن کارکنان، تعیین شیفت‌های کاری مناسب و فراهم کردن فاصله‌های استراحت منظم در طول شیفت، حذف حرکات تکراری و بهینه‌سازی فرآیندهای کاری برای کاهش فشارهای بی‌مورد فیزیکی بر

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

کارکنان، بهبود شرایط کاری در شیفت شب که به‌طور معمول با خستگی بیش‌تر کارکنان همراه است، آموزش مستمر و نظارت مداوم بر شاخص‌های عملکرد به‌عنوان راهکارهای کلیدی و مؤثر در مدیریت سلامت شغلی، ایجاد فرهنگ سازمانی مبتنی بر سلامت و رفاه شغلی، توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده خستگی و بهره‌وری، افزایش ایمنی و همچنین بهبود عملکرد کارکنان در محیط‌های سخت و پرخطر مانند معادن پیشنهاد می‌شوند. علاوه بر این، نسبت به‌رفع محدودیت‌ها و کاستی‌های این پژوهش از جمله محدود بودن جامعه آماری به یک معدن، استفاده از روش پرسشنامه‌ای و محدودیت‌های زمانی و مکانی، نسبت به رفع این محدودیت‌ها و موانع در پژوهش‌های آتی توصیه می‌شود. در نهایت، این پژوهش بر اهمیت یکپارچه‌سازی اصول ارگونومیک در سیاست‌های مدیریت منابع انسانی و HSE در راستای ارتقای کیفیت شرایط کاری، افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های ناشی از خستگی و حوادث شغلی تأکید داشته و می‌تواند به‌عنوان مبنایی علمی و عملی توسط مدیران، مهندسان ایمنی و سیاست‌گذاران صنایع استخراجی در کشور مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مصوب واحد همدان دانشگاه آزاد اسلامی است که بدین‌وسیله نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه برای همکاری در اجرای پژوهش تشکر می‌کنند.

تعارض منافع

نویسندگان هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تاثیر بگذارد را رد می‌کنند.

حمایت مالی

این پژوهش فاقد حامی مالی بوده و با هزینه شخصی نویسندگان انجام یافته است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان همه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. این پژوهش با کد ۱۷۱۶۲۹۹۰۰۶۹۰۷۶۴۲۱۵۰۳۱۱۶۳۱۰۲۹۵۶ به تصویب واحد همدان دانشگاه آزاد اسلامی رسیده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و اجرای پژوهش: محسن نظری، سهیل سبحان اردکانی

نگارش مقاله: محسن نظری، سهیل سبحان اردکانی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]

References

1. Dul J, Weerdmeester B. Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide (3rd ed.). CRC Press. 2008;142 p.
2. Helander M. A Guide to Human Factors and Ergonomics (2nd ed.). CRC Press. 2006;400 p.
3. Prokopenko J. Productivity: A Reference Book for Managers. International Labour Organization (ILO). 1987.
4. Bridger RS. Introduction to Human Factors and Ergonomics (4th ed.). CRC Press. 2017;770 p.
5. Folkard S, Tucker P. Working time society consensus paper: Understanding the impact of shift work on health. Applied Ergonomics. 2003;34(3):271-80.
6. Hasle P. Work environment and productivity: A review of the literature. Scandinavian Journal of Work and Organizational Psychology. 2014;39(1):1-12.
7. Jaffar N, Abdul-Tharim, AH, Mohd-Kamar, IF, Lop NS. A Literature review of ergonomics risk factors in construction industry. Procedia Engineering. 2011;20:89-97.
8. Robertson J, Jayne C, Oakman J. Work-related musculoskeletal and mental health disorders: Are workplace policies and practices based on contemporary evidence? Safety Science. 2021;138: 105098.
9. Patterson M, Warr P, West MA. Organizational climate and company productivity: The role of employee affect and employee level. Journal of Occupational and Organizational Psychology. 2004; 77(2):193-216.
10. Varianou-Mikellidou C, Boustras G, Nicolaidou O, Dimopoulos C, Anyfantis I, Messios P. Work-related factors and individual characteristics affecting work ability of different age groups. Safety Science. 2020;128:104755.
11. Firescu V, Filip D. Human factors and ergonomics in sustainable manufacturing systems: A pathway to enhanced performance and wellbeing. Machines. 2025;13(7):595.
12. Yağcı M, Yıldızlar O, Yıldırım M. Reduction of work-related musculoskeletal risk factors following ergonomics training and exercise practices in a mechanised underground copper mine. WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation. 2025; 80(3):1265-77.
13. Boksem MAS, Tops M. Mental fatigue: Costs and benefits. Brain Research Reviews. 2008;59(1): 125-39.
14. Mohammadfam I, Kamalinia M, Momeni M, Golmohammadi R, Hamidi Y, Soltanian A. Evaluation of the quality of occupational health and safety management systems based on key performance indicators in certified organizations. Safety and Health at Work. 2017;8(2):156-61.
15. Mahdavi N, Tapak L, Darvishi E, Doosti-Irani A, Shafiee Motlagh A. Unraveling the interplay between mental workload, occupational fatigue, physiological responses and cognitive performance in office workers. Scientific Reports. 2024;14:17866.
16. Chen Y, Li X. Cost analysis of occupational fatigue in industrial settings. Journal of Occupational Health Economics. 2022;10(3):112-20.
17. Li Y, Chen X. Challenges in measuring productivity in harsh working environments. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20(4):3456.
18. Haji L, Karimi H, Valizadeh N. The effect of ergonomics on the occupational burnout, stress, and productivity of agricultural expert (The case of Kerman Province). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. 2022;53(2):431-46 (In Persian).
19. Hassani, SA, Mobaraki H, Moghadamifard Z. The importance of ergonomics in increasing productivity and improving the performance of employees of the Ministry of Health and Medical Education. Tibbi-i-kar. 2013;4(4):92-101 (In Persian).
20. Dashti R. The effect of ergonomics on employee productivity and job satisfaction (Case study: Tehran Crisis Prevention and Management Organization). The Second International Conference on Management and Economics in the 21st Century. 2016; 8 p.
21. Bagnara S, Marti P. Human work in call centres: A challenge for cognitive ergonomics. Theoretical Issues in Ergonomics Science. 2001;2(3):223-37.
22. Sohrabi MS, Babamiri M. Effectiveness of an ergonomics training program on musculoskeletal disorders, job stress, quality of work-life and productivity in office workers: a quasi-randomized control trial study. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2022;8(3):1664-71.
23. Chinedu OO, Henry AT, Nene JJ, Okwudili JD. Work-related Musculoskeletal Disorders among Office Workers in Higher Education Institutions: A Cross-Sectional Study. Ethiopian Journal of Health Sciences. 2020;30(5):715-24.
24. McAtamney L, Corlett EN. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics. 1993;24(2):91-9.
25. Vercoulen JHMM, Swanick CMA, Fennis JFM, Galama JMD, Van Der Meer JWM, Bleijenber G. Checklist Individual Strength (CIS-20). American Psychological Association. 1994; 21 p.
26. Schaufeli W, Bakker A. Utrecht Work Engagement Scale (Preliminary Manual). Occupational Health Psychology Unit. Utrecht University. 2004; 60 p.
27. Pazouki M, Salehi M. Investigating the relationship between ergonomics in the workplace and work-related stress. National Conference on Modern Research in Iran and the World in Psychology, Educational Sciences and Social Studies. 2017; 10 p (In Persian).
28. Macfarlane GJ, Angelo SD, Ntani G, Walker-Bone K. Impact of fatigue on work productivity and health-related job loss. Occupational Medicine. 2024;74(6):423-9.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/jehe.13.4.475]