JOHE
Journal of Occupational Hygiene Engineering
J Occup Hyg Eng, 2025; 12(1): 73-86 Doi: 10.53208/joohe.12.1.73
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

Original Article

Evaluation of Musculoskeletal Disorders in Employees and Ergonomic Design of the Workstation of the Tile Factory Separation Unit

Mostafa Vagharimoghaddam[1], Farhad Tabatabaei Ghomsheh[1], Reza Osqueizadeh[1], Parvin Ahmadinezhad[2], Alireza Khammar[3], Mohsen Poursadeghiyan[1,4,5*]

[1.] Department of Ergonomics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[2.] Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
[3.] Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Zabol University of Medical Sciences, Zabol, Iran
[4.] Social Determinants of Health Research Center, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
[5.] Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

Article history:
Received: 04 February 2025
Revised: 30 August 2025
Accepted: 21 September 2025
ePublished: 16 November 2025

***Corresponding author:** Mohsen Poursadeghiyan, Social Determinants of Health Research Center, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

E-mail: poursadeghiyan@gmail.com

Abstract

Background and Objective: One workplace hazard is poor ergonomics, which can lead to musculoskeletal disorders. The present research aims to study musculoskeletal disorders and the ergonomic design of the separation unit workstation in a tile factory.
Materials and Methods: This study used a descriptive-analytical approach. In this study, various activities that collectively constitute the job were first identified using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Using the body map questionnaire and the stress index, the pain pattern and workload focused on the employees' hands were determined. In addition, the workers' posture was assessed using the RULA method, and their RULA scores were determined. Finally, based on the results, ergonomic suggestions were developed and presented.
Results: The study showed that most people experienced pain in the lower and upper back, which significantly affected their work capacity. The final score for the RULA posture assessment was 7, indicating a serious need for corrective measures. The highest SI was in the left hand with an average of 3.67 ± 0.73.
Conclusion: Musculoskeletal disorders are aggravated by factors such as inappropriate workstations. Using the body map questionnaire, stress index, pain pattern, and RULA assessment method, the situation can be examined and suggested solutions provided.

Keywords: Ergonomic redesign, Musculoskeletal disorders, RULA, Stress index

Please cite this article as follows: Vagharimoghaddam M, Tabatabaei Ghomsheh F, Osqueizadeh R, Ahmadinezhad P, Khammar A, Poursadeghiyan M. Evaluation of Musculoskeletal Disorders in Employees and Ergonomic Design of the Workstation of the Tile Factory Separation Unit. J Occup Hyg Eng. 2025; 12(1): 73-86 DOI: 10.53208/joohe.12.1.73

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

Copyright © 2024 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

Extended Abstract

Background and Objective

Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) are among the most common occupational health issues affecting workers worldwide. They impose significant physical, psychological, and economic burdens on employees and industries, often leading to chronic pain, reduced work capacity, absenteeism, and increased compensation costs. These disorders generally result from repetitive movements, static or awkward postures, and poorly designed workstations that continuously stress muscles, joints, and tendons. In tile manufacturing industries, especially in separation units where workers spend long hours inspecting and sorting tiles, ergonomic risks are high. The repetitive nature of the job, prolonged sitting, and improper workstation dimensions cause considerable strain on the lower back, shoulders, neck, and wrists. Despite growing awareness of ergonomics, practical applications in small and medium industries remain limited. Therefore, this study aimed to evaluate musculoskeletal disorders among workers in the separation unit of a tile factory and to propose an ergonomic redesign of the workstation based on anthropometric measurements. The objective was to identify high-risk postures and motions using validated tools—Body Map Questionnaire, Strain Index (SI), and Rapid Upper Limb Assessment (RULA)—and to develop practical solutions for improving health, safety, and performance.

Materials and Methods

This descriptive-analytical study was conducted on 33 workers in the separation unit of a tile manufacturing factory. Participation was voluntary, and all workers completed informed consent forms before inclusion. The research began with a detailed analysis of job activities to understand the workflow and the physical demands placed on workers during their eight-hour shifts. Each task was observed and documented to identify repetitive movements and awkward postures. To assess the prevalence and pattern of musculoskeletal discomfort, the Body Map Questionnaire was administered. Workers were asked to report the body regions where they experienced pain or fatigue in the previous week and to indicate the frequency of this discomfort. The gathered data helped identify which body parts were most affected and in need of ergonomic attention. The Strain Index method was applied to assess the risk of upper-limb musculoskeletal disorders. Six main variables—force intensity, duration of exertion, effort frequency, wrist posture, work pace, and task duration—were analyzed. The SI was calculated separately for the right and left hands to compare the strain levels on each side. To examine the workers' posture, the RULA technique was used. Videos were recorded from three angles (front, left, and right) to capture a complete view of each worker's movements during typical work cycles. The most awkward and repetitive postures were scored, and the final RULA results were used to determine the level of ergonomic risk. In parallel, anthropometric measurements were taken to ensure that workstation redesigns were customized to the workers' physical dimensions. Seventeen body parameters—including standing and sitting heights, elbow height, knee height, thigh clearance, arm length, and shoulder height—were measured using a calibrated anthropometer and adjustable seating equipment. These data were analyzed to determine optimal seat and table dimensions for improved ergonomic compatibility. Finally, the anthropometric data and risk assessments were used to propose an ergonomic redesign of the workstation. Several industrial chairs available in the market were compared based on parameters such as height range, seat depth, width, and adjustability. The most suitable chair model was selected for the proposed workstation, and recommendations were made regarding optimal table height, work surface clearance, and general layout adjustments to minimize strain and promote neutral postures.

Results

The Body Map Questionnaire indicated that the lower back and upper back were the most frequently reported areas of pain, followed by the neck and shoulders. Over half of the workers reported discomfort in these regions several times per day. The mean pain frequency was 3.48 ± 1.44 for the lower back and 3.24 ± 1.56 for the upper back, indicating that these body areas were under the most significant strain. The results from the Strain Index revealed that the left hand experienced higher biomechanical stress than the right hand, with mean SI values of 3.67 ± 0.73 and 1.64 ± 0.17, respectively. This suggests that tasks involving the left hand, particularly placing defective tiles aside, required more frequent and forceful motions. The RULA assessment yielded a final score of 7, indicating the highest risk level and an urgent need for corrective ergonomic measures. This score reflected the sustained static postures and repetitive arm and wrist movements observed during tile inspection and handling. The anthropometric analysis showed that the optimal seat height for the workstation should be between 43 and 53 cm, the seat depth around 45 cm, and the width approximately 35 cm. The recommended table height was within the range of 95 to 130 cm, ensuring sufficient clearance for the legs and comfortable reach for upper-body movements. After comparing four different industrial chair models, one adjustable chair that best matched the workers' body dimensions was selected as the preferred option for the redesigned workstation.

Discussion

The results of this study confirmed that repetitive manual tasks and static postures significantly contribute to musculoskeletal discomfort among workers in the tile manufacturing industry. The high

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

RULA score and elevated SI values suggest that the existing workstation design fails to meet ergonomic standards, exposing workers to continuous strain, especially in the back and upper limbs. The pain pattern identified in this research is consistent with similar studies conducted in steel, petrochemical, and flour industries, where prolonged repetitive work and improper workstation setups have been strongly associated with musculoskeletal complaints. The ergonomic redesign proposed in this study offers feasible solutions to mitigate these risks. The introduction of an adjustable industrial chair, designed according to anthropometric data, allows each worker to maintain a neutral posture and reduce pressure on the spine and upper extremities. Adjustable seat height and rotation facilitate better task alignment, while positioning the defective-tile placement surface closer to the worker minimizes trunk flexion and arm extension. Additionally, incorporating a small safety barrier behind the workstation platform could prevent falls and create a greater sense of security. Continuous ergonomic training for workers is also essential to promote proper posture, safe handling techniques, and consistent use of the redesigned workstation. Although the redesign was not implemented physically in this phase, the proposed solutions provide a strong foundation for future field interventions. Implementing and evaluating these ergonomic improvements in real industrial settings can validate their effectiveness and quantify their impact on worker comfort, safety, and productivity.

Conclusion

This study assessed the prevalence of musculoskeletal disorders among tile factory workers in the separation unit and proposed an ergonomic workstation redesign based on anthropometric data. The results revealed significant discomfort in the lower back and shoulders, high strain levels in the left hand, and critical posture risks identified by the RULA method. Applying ergonomic principles and tailoring workstation dimensions to workers' body characteristics can substantially reduce musculoskeletal risks. The recommended adjustable chair and optimized workstation layout represent practical engineering controls that can enhance both health and performance. Furthermore, ongoing ergonomic monitoring and periodic training programs are vital to ensure long-term improvement and maintain safe working conditions. Overall, the study demonstrates that even modest ergonomic interventions, when based on accurate measurements and worker participation, can lead to meaningful improvements in comfort, efficiency, and occupational well-being in industrial environments such as tile manufacturing.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

JOHE
مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
دوره ۱۲، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، صفحات: ۸۶-۷۳
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

مقاله اصلی

ارزیابی اختلالات اسکلتی‌عضلانی کارکنان و طرح‌ریزی ارگونومیک ایستگاه کاری واحد جداسازی کارخانه کاشی‌سازی

مصطفی وقاری‌مقدم[۱]، فرهاد طباطبایی قمشه[۱]، رضا اسکوئی‌زاده[۱]، پروین احمدی‌نژاد[۲]، علیرضا خمر[۳]، محسن پورصادقیان[۱،۴،۵*]

۱. گروه ارگونومی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
۲. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۳. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی زابل، زابل، ایران
۴. مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
۵. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۰۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۳۰
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۴/۰۸/۲۵

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* **نویسنده مسئول:** محسن پورصادقیان، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

ایمیل: poursadeghiyan@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: از عوامل زیان‌آور محیط کار، عدم رعایت ارگونومی است که منجر به اختلالات اسکلتی‌عضلانی در محیط‌های کاری می‌شود. هدف از انجام دادن این پژوهش، ارزیابی اختلالات اسکلتی‌عضلانی و طرح‌ریزی ارگونومیک ایستگاه کاری واحد جداسازی در یک کارخانه کاشی‌سازی است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به‌صورت توصیفی‌تحلیلی انجام گرفته است. در این مطالعه، ابتدا با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل، سلسله‌مراتبی از فعالیت‌های گوناگون، که مجموع آن‌ها شغل را تشکیل می‌دهند، مشخص شد. با استفاده از پرسش‌نامه نقشه بدن و شاخص تنش، الگوی درد و بار کاری متمرکز بر دست شاغلان تعیین شد. همچنین، با استفاده از روش رولا (RULA) ارزیابی پوسچر در کارگران انجام، و نمره رولا مشخص شد. درنهایت، باتوجه‌به نتایج، طرح‌ریزی با ارائه پیشنهادهای ارگونومیکی صورت گرفت.

یافته‌ها: براساس نتایج مطالعه، مشخص شد که بیشتر افراد در قسمت تحتانی پشت و فوقانی پشت درد داشتند، که تأثیر زیادی در توان کاری افراد داشت. نمره نهایی ارزیابی پوسچر رولا ۷ شد که نشان‌دهنده بیشترین نیاز به اقدامات اصلاحی است. بیشترین میزان شاخص استرین SI مربوط به دست چپ با میانگین ۰/۷۳±۳/۶۷ بوده است.

نتیجه‌گیری: اختلالات اسکلتی‌عضلانی تحت تأثیر عواملی نظیر ایستگاه کاری نامناسب تشدید می‌شود. با استفاده از پرسش‌نامه نقشه بدن و شاخص تنش، الگوی درد و روش ارزیابی رولا می‌توان وضعیت را مورد بررسی قرار داد و راهکارهای پیشنهادی ارائه کرد.

واژگان کلیدی: اختلالات اسکلتی‌عضلانی، بازطراحی ارگونومیک، شاخص تنش، RULA

استناد: وقاری‌مقدم، مصطفی؛ طباطبایی قمشه، فرهاد؛ اسکوئی‌زاده، رضا؛ احمدی‌نژاد، پروین؛ خمر، علیرضا؛ پورصادقیان، محسن. ارزیابی اختلالات اسکلتی‌عضلانی کارکنان و طرح‌ریزی ارگونومیک ایستگاه کاری واحد جداسازی کارخانه کاشی‌سازی. مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، بهار ۱۴۰۴؛۱۲(۱): ۸۶-۷۳

مقدمه

«اختلالات اسکلتی‌عضلانی» (MSDs) ازنظر اقتصادی بسیار هزینه‌ساز است؛ به‌نحوی‌که ازنظر ایجاد درد و رنجی که

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

فرد به آن دچار می‌شود، دارای رتبه نخست است و از میان آن‌ها، کمردرد در جایگاه اول قرار دارد [۱].

اختلالات اسکلتی‌عضلانی اصطلاحی جمعی برای طیف گسترده‌ای از موقعیت‌هایی است که بر سیستم حرکتی انسان تأثیر می‌گذارند [۲]. اختلالات اسکلتی‌عضلانی مرتبط با کار، اختلالات و ناتوانی‌های شغلی شایع در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه هستند [۳].

شیوع اختلالات اسکلتی برحسب بخش، شغل و حتی منطقه متفاوت است. این اختلالات شغلی شیوع نسبتاً بالایی در چندین کشور دارند. برای جلوگیری از اختلالات اسکلتی‌عضلانی شغلی، اولویت باید به حذف خطرهای مرتبط از طریق طراحی و مدیریت شغل و محل کار داده شود. در مواردی که حذف عملی نیست، می‌توان از طریق اصلاح چیدمان محل کار، محیط کار، سیستم‌ها و ابزار کار خطرها را کاهش داد [۴]. باتوجه‌به پیامدهای اختلالات اسکلتی‌عضلانی شغلی بر اقتصاد و بهره‌وری یک کشور، درک علل زمینه‌ای اختلالات اسکلتی‌عضلانی و راه‌های مؤثر برای پیشگیری از آن ضروری است [۵].

اختلالات اسکلتی‌عضلانی بیش از ۱۵۰ نوع بیماری مختلف شامل مشکلات در مفاصل، ماهیچه‌ها، استخوان‌ها، رباط‌ها، تاندون‌ها و ستون فقرات است که بار مالی زیادی روی جامعه می‌گذارد [۶]. براساس برآورد سازمان بین‌المللی کار، در حدود ۱۶۰میلیون بیماری مرتبط با کار در هر سال در جهان اتفاق می‌افتد که اختلالات اسکلتی‌عضلانی در صدر آن قرار دارد. بیش از یک‌میلیون شاغل، انواعی از آسیب‌ها را در هر سال تجربه می‌کنند که حرکات تکراری، پوسچر نامناسب و فشار بیش‌ازحد از دلایل اصلی این آسیب‌ها هستند [۷]. این اختلالات از عوامل اصلی از دست رفتن زمان کار، افزایش هزینه‌ها، صدمات انسانی، فرسودگی شغلی و تحمیل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم به نظام سلامت هستند [۸].

اختلالات اسکلتی ممکن است به وسیله عوامل متعددی ایجاد شود که به عوامل مرتبط با فرد و عوامل مرتبط با کار طبقه‌بندی می‌شوند [۹]. عوامل مرتبط با فرد شامل اقدامات نادرست در حین کار یا بعد از آن است که با تکنیک‌های بلند کردن نامناسب، وضعیت‌های بدنی نادرست و مکانیک بدن مشخص می‌شود که بر بدن فشار وارد می‌کند. درنتیجه، خستگی را افزایش می‌دهد و بهبودی را به تأخیر می‌اندازد [۱۰].

بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی به چند عامل بستگی دارد؛ ازجمله عوامل اجتماعی که مربوط به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی افراد شامل سن، سطح تحصیلات، جنسیت و... می‌شود. عوامل مرتبط با کار که در ایجاد اختلالات اسکلتی مزمن شغلی نقش دارند، به دو دسته ۱) فیزیکی یا بیومکانیکی و۲) سازمانی و روانی‌اجتماعی طبقه‌بندی می‌شوند [۱۱] که در این میان، توجه به آنتروپومتری و اهمیت آن بر طراحی به‌منظور پیشگیری از بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی بسیار قابل توجه است [۱۲].

بررسی بیشتر ایستگاه‌های کاری برای شناسایی خطرها به‌منظور احتمال ایجاد اختلالات اسکلتی‌عضلانی، اولویت‌بندی و کنترل ریسک فاکتورهای ارگونومیک مؤثر بر اختلالات اسکلتی‌عضلانی و به‌کارگیری طراحی مجدد ضروری است. برای پیشگیری از اختلالات اسکلتی‌عضلانی شغلی، حذف یا به حداقل رساندن خطرها در محل کار لازم است [۱۳، ۱۴].

برای ارزیابی اختلالات اسکلتی‌عضلانی، روش‌های مشاهده‌ای گوناگونی وجود دارند که ازجمله می‌توان به روش‌های مشاهده‌ای قلم و کاغذی مانند REBA و OWAS اشاره کرد. همچنین، روش‌های کامپیوتری نظیر OCRA وجود دارند. در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است که چندین روش برای ارزیابی پوسچر وجود دارد که روش‌های LUBA، REBA، OWAS، RULA و QEC از روش‌های پرکاربرد و ساده هستند [۱۵].

کاربرد اصلی روش رولا (Rapid Upper Limb Assessment: RULA) در اندازه‌گیری ریسک اختلالات اسکلتی‌عضلانی، به‌عنوان بخشی از یک تحقیق گسترده ارگونومی، ارزیابی فشارهای وارده به سیستم اسکلتی‌عضلانی قبل و بعد از اجرای یک راهکار مداخله‌ای، ارزیابی ابزار و تجهیزات و آموزش به کارگران درباره خطرهای اسکلتی‌عضلانی ایجادشده به وسیله پوسچرهای کاری مختلف است. روش‌های ارزیابی پوسچر می‌تواند به‌منظور شناسایی پوسچرهای نامناسب و نشان دادن سطح اقدامات کنترلی به کار رود. از سوی دیگر، با کمک اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری و ابعاد آن می‌توان مناسب با جمعیت موردنظر طراحی‌های مناسب انجام داد و از پوسچرهای نامناسب کاست تا اختلالات اسکلتی‌عضلانی در محیط‌های کاری کنترل شود. بدین‌گونه از اختلالات اسکلتی‌عضلانی ناشی از کار، که شامل کمردرد و زانودرد است، جلوگیری می‌شود و به حفظ و ارتقای سلامت در نیروی کار می‌انجامد [۱۶، ۱۷]. شاخص استرین (Strain Index: SI) یک روش ارزیابی نیمه‌کمّی برای تعیین ریسک اختلالات اسکلتی‌عضلانی بخش‌های انتهایی اندام فوقانی در کارگران است. شاخص استرین از شش متغیر شغلی برای

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

توصیف فعالیت‌های دست استفاده می‌کند که عبارت‌اند از: شدت اعمال نیرو، مدت اعمال نیرو، تلاش در دقیقه، پوسچر مچ دست، سرعت کار و مدت‌زمان وظیفه در روز. لذا، هرچه میزان شاخص استرین برای اپراتور بالاتر باشد، احتمال آسیب‌دیدگی بیشتر خواهد شد [۱۹، ۲۰].

ارائه پیشنهادهای مربوط به کار می‌تواند در کاهش خطرهای اختلالات اسکلتی‌عضلانی یک کار مفید باشد. این پیشنهادها شامل تهیه تجهیزات یا وسایل کمکی برای کاهش بارهای فیزیکی کارگران است. همچنین، می‌تواند شامل روش‌های جدید انجام دادن یک کار یا طراحی مجدد تجهیزات با ملاحظات ارگونومیک و استفاده از تجهیزات طراحی‌شده ارگونومیک باشد [۲۱، ۲۲]. برای مدیریت و کاهش خطر اختلالات اسکلتی‌عضلانی شغلی، اجرای مداخلات ارگونومیک، ارائه آموزش مناسب و ایجاد یک محیط کار سالم بسیار مهم است [۲۳].

بنابراین، هدف این مطالعه ارزیابی اختلالات اسکلتی‌عضلانی کارکنان و طرح‌ریزی ارگونومیک ایستگاه کاری واحد جداسازی کارخانه کاشی‌سازی است که با استفاده از ابزارهای نقشه بدن، شاخص تنش و روش ارزیابی پوسچر رولا مورد بررسی قرار گرفته است.

روش کار

این مطالعه به‌صورت توصیفی‌تحلیلی در واحد جداسازی، که به‌عنوان انتهایی‌ترین قسمت خط تولید صنعت کاشی‌سازی است، انجام شده است. این پژوهش روی چندین کارگر، که در یک ایستگاه کاری نشسته استاتیک طی یک نوبت هشت‌ساعته در حال بررسی کاشی‌ها بودند، صورت گرفته است.

جامعه و نمونه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری شامل ۳۳ نفر از کارگران واحد جداسازی کارخانه کاشی‌سازی بود. روش نمونه‌گیری به‌صورت سرشماری انجام گرفت. ابتدا مراحل کار برای کارگران صنعت مربوطه و پرسنل واحد موردمطالعه توضیح داده شد. سپس افراد فرم رضایت‌نامه آگاهانه را پر کردند. مراحل انجام دادن مطالعه به این صورت بود:

الف) تجزیه‌وتحلیل وظیفه با استفاده از روش سلسله‌مراتبی

از روش تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی به‌منظور بررسی وظایف اپراتور و تجزیه‌وتحلیل وظیفه استفاده شد. منظور از تجزیه‌وتحلیل شغلی، ارائه تصویر جزءبه‌جزء فعالیت‌های کاربر در یک سیستم و تحلیل آن‌ها به‌منظور اطمینان از عملکرد صحیح کاربر در اجرای وظایفی است که بر عهده دارد.

ب) استفاده از شاخص تنش

برای ارزیابی پتانسیل خطر ایجاد اختلالات اسکلتی‌عضلانی قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی در افراد موردمطالعه، از شاخص استرین SI استفاده شد. با استفاده از روش شاخص استرین SI، بار کاری متمرکز بر دست در شاغلان ایستگاه کاری واحد جداسازی کارخانه کاشی‌سازی ارزیابی شد [۲۴]. این روش، جامع‌ترین روش ارزیابی نیمه‌کمّی برای مواجهه کارگران با عوامل خطر اختلالات اسکلتی‌عضلانی اندام‌های فوقانی است. این روش به بررسی اثر توأم یک متغیر وظیفه‌ای شامل شدت اعمال نیرو، مدت اعمال نیرو، وضعیت بدنی مچ دست، سرعت انجام دادن کار، درصد زمانی اعمال نیرو در سیکل کار، تلاش در دقیقه و مدت‌زمان انجام دادن کار در روز می‌پردازد. هدف این روش، شناسایی مشاغلی است که کارگران با انجام دادن آن مشاغل، در معرض ابتلا به اختلالات اسکلتی‌عضلانی قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی قرار می‌گیرند.

ج) استفاده از پرسش‌نامه نقشه بدن

به‌منظور تعیین میزان شیوع علائم اختلالات اسکلتی‌عضلانی در اندام‌های گوناگون بدن، پرسش‌نامه نقشه بدن به کار گرفته شد. با استفاده از پرسش‌نامه نقشه بدن، الگوی درد در شاغلان ایستگاه کاری واحد جداسازی کارخانه کاشی‌سازی مشخص شد. با استفاده از این پرسش‌نامه، میزان شدت درد در قسمت‌هایی از بدن، که دچار اختلالات اسکلتی‌عضلانی شده‌اند، از طریق درک ذهنی فرد از درد مشخص می‌شود [۲۵]. پرسش‌نامه نقشه بدن سعی در شناخت ناحیه‌های بدنی درگیر با اختلالات اسکلتی‌عضلانی و نیز شناسایی علل ایجاد درد و ناراحتی در ناحیه مزبور در پست‌های مختلف کاری دارد. این پرسش‌نامه با سؤالاتی درباره مشخصات شخصی افراد از قبیل سن، جنس و قد آغاز می‌شود و سپس به شناسایی دردهای بدنی ناشی از کار می‌پردازد و درنهایت، با پرسش‌هایی درباره علل ایجاد ناراحتی‌ها به پایان می‌رسد.

د) آنتروپومتری

با سنجش هفده بُعد از ابعاد بدنی شامل وزن، طول بازو از

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

دیوار ایستاده، قد، عمق سینه، ارتفاع آرنج ایستاده، ارتفاع رکبی نشسته، ارتفاع زانو نشسته، ارتفاع نشسته، طول زانو نشستنگاه نشسته، طول باسن رکبی، ارتفاع آرنج نشسته، عمق ران (ضخامت ران)، ارتفاع شانه نشسته، ارتفاع تکیه‌گاه آرنج نشسته، طول بازو از دیوار نشسته، پهنای عرضی آرنج‌ها و پهنای نشستنگاه نشسته آنتروپومتری انجام شد.

وسایل اندازه‌گیری شامل دو عدد پانل ایستاده عمودبرهمِ یک متر در یک متر که روی کفه افقی کار گذاشته شده‌اند، صندلی با نشستنگاه متغیر و قابل‌تنظیم، کولیس به طول یک متر و با دو فک متحرک ۳۵ سانتی‌متر که از آلومینیم ساخته شده، گونیا و ترازوی وزن‌کشی تا ۱۳۰ کیلوگرم است. آنتروپومتر ذکرشده با کولیس با دقت ۰/۰۵ میلی‌متر کالیبره شد [۲۶].

هـ) ارزیابی پوسچر با استفاده از روش رولا

برای ارزیابی ارگونومی پوسچرهای کاری، از روش رولا استفاده شد. محقق از سه نمای مختلف (سمت چپ، راست و نمای روبه‌رو) هر کارگر، مجموعاً به مدت سیزده دقیقه فیلم‌برداری کرد و سپس تک‌تک فیلم‌ها را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داد. گفتنی است در هر فیلم، بدترین پوسچر کاری وظایف استخراج شد و سپس مورد ارزیابی رولا قرار گرفت و نمره رولا به دست آمد.

و) طرح‌ریزی ارگونومیک ایستگاه کاری

در این مرحله از کار، به‌منظور طرح‌ریزی ارگونومیک ایستگاه کاری، به محاسبه ابعاد صندلی موردنیاز ایستگاه کاری براساس ابعاد آنتروپومتری کارگران این واحد از صنعت پرداخته شد که پس از بررسی ابعاد آنتروپومتری استاتیک، به‌منظور طراحی صندلی از ابعاد رکبی، طول نشیمنگاه و دیگر فاکتورهای موردنظر استفاده شد.

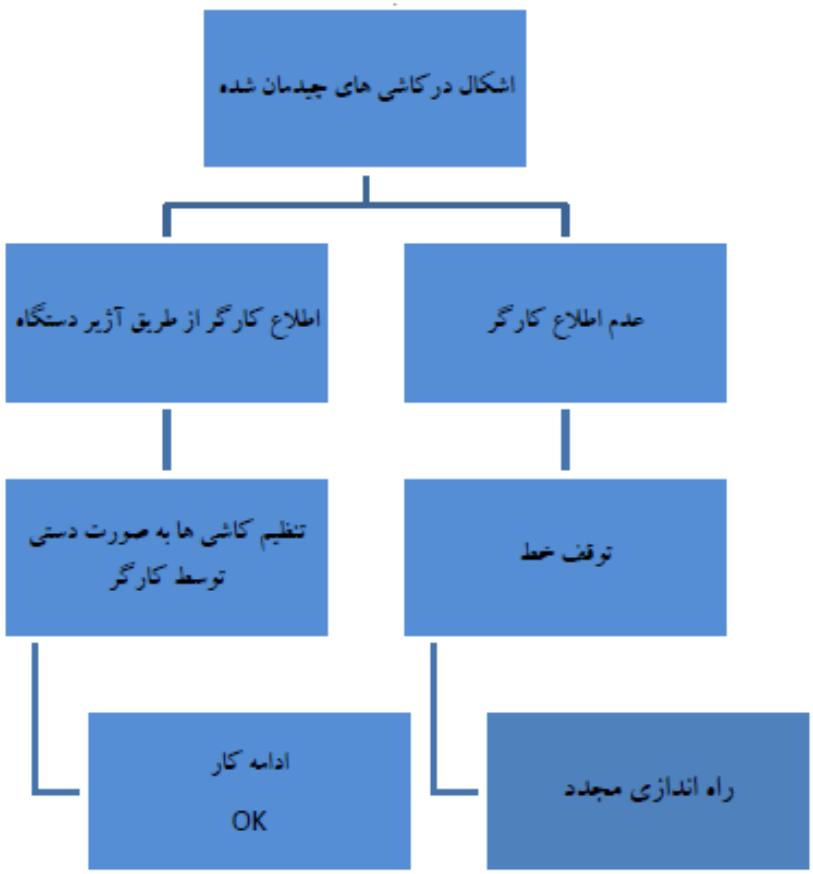
نتایج

الف) نتایج مربوط به ارزیابی فرایند کار

تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی به دو بخش تقسیم شد که در نمودار ۱ و ۲ به‌ترتیب آنالیز شغلی هنگام عدم تناسب تعداد محصول جداشده برای بسته‌بندی و آنالیز شغلی هنگام خراب شدن محصول به علت سایز نامناسب نشان داده شده است.

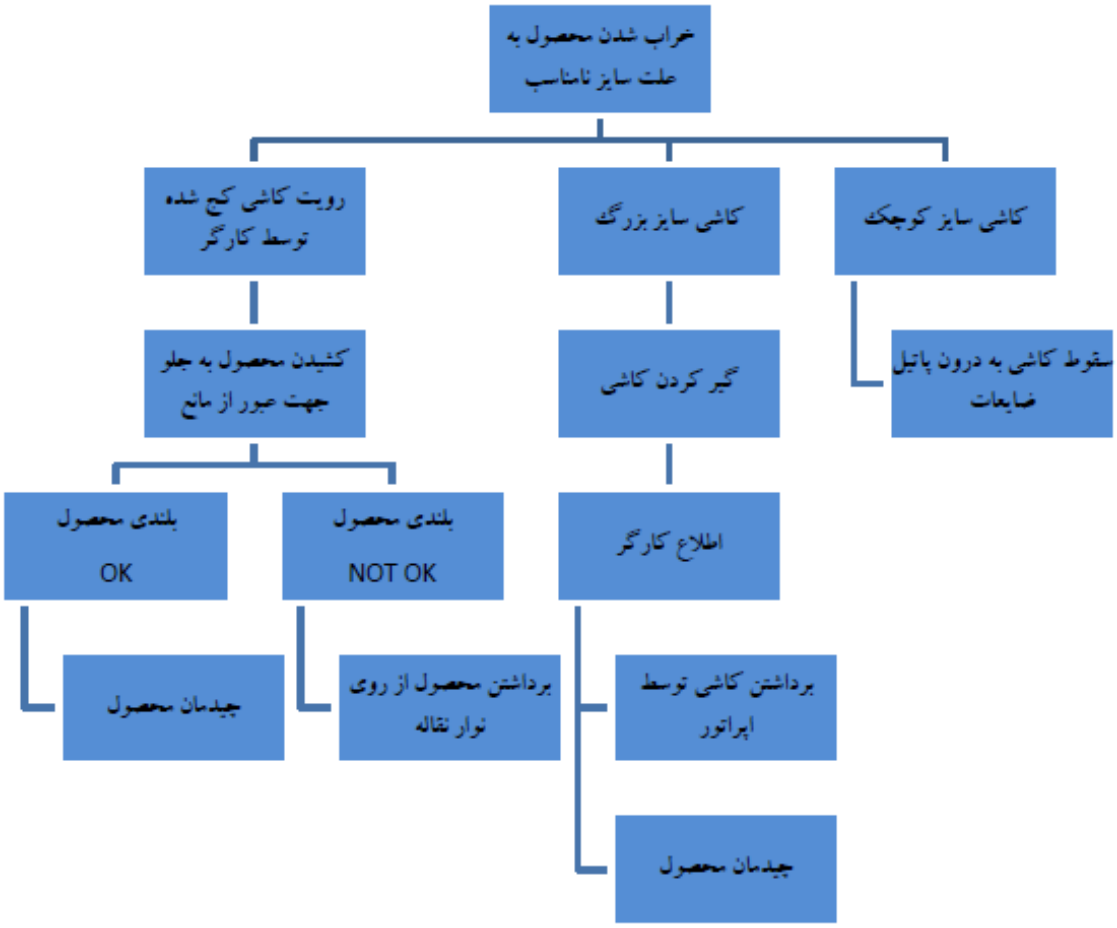
ب) استفاده از شاخص تنش

بیشتر افراد در قسمت تحتانی پشت و فوقانی پشت چندین بار در روز احساس درد داشتند. موارد حاصل از بررسی در جدول ۱ و شکل ۱ ارائه شده است.



[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

نمودار ۱: آنالیز شغلی هنگام عدم تناسب تعداد محصول جداشده

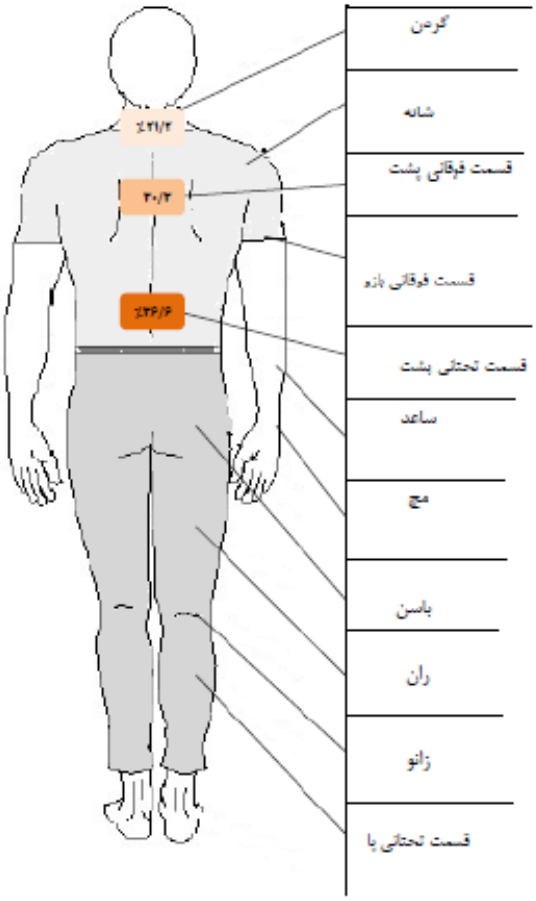


نمودار ۲: آنالیز شغلی هنگام خراب شدن محصول به علت سایز نامناسب

جدول ۱: فراوانی نسبی احساس درد و ناراحتی در اندام طی هفته کاری گذشته در افراد موردمطالعه

اندام		هرگز	۱ تا ۲ بار در هفته (درصد)	۲ تا ۴ بار در هفته (درصد)	۱ بار در روز (درصد)	چندین بار (درصد)
گردن		۲۱/۲	۱۵/۲	۲۷/۳	۱۵/۲	۲۱/۲
شانه	راست	۲۷/۳	۲۱/۲	۲۱/۲	۱۵/۲	۱۵/۲
	چپ	۳۳/۳	۱۸/۲	۲۱/۲	۱۸/۲	۹/۱
فوقانی پشت		۲۴/۲	۶/۱	۲۱/۲	۱۸/۲	۳۰/۳
فوقانی بازو	راست	۲۷/۳	۲۷/۳	۲۱/۲	۱۵/۲	۹/۱
	چپ	۳۹/۴	۱۵/۲	۲۴/۲	۹/۱	۱۲/۱
تحتانی پشت		۱۲/۱	۱۵/۲	۲۱/۲	۱۵/۲	۳۶/۴
ساعد	راست	۴۲/۴	۱۸/۲	۲۱/۲	۶/۱	۱۲/۱
	چپ	۴۵/۵	۱۸/۲	۱۸/۲	۱۲/۱	۶/۱
مچ	راست	۲۴/۲	۱۵/۲	۳۳/۳	۱۲/۱	۱۵/۲
	چپ	۲۷/۳	۱۲/۱	۳۰/۳	۱۲/۱	۱۸/۲
باسن		۶۶/۷	۱۲/۱	۹/۱	۳	۹/۱
ران	راست	۳۶/۴	۱۸/۲	۲۷/۳	۹/۱	۹/۱
	چپ	۴۲/۴	۱۲/۱	۲۱/۲	۹/۱	۱۵/۲
زانو	راست	۲۱/۲	۱۵/۲	۳۰/۳	۶/۱	۲۷/۳
	چپ	۲۱/۲	۱۲/۱	۳۳/۳	۱۵/۲	۱۸/۲
تحتانی پا	راست	۲۱/۲	۳۰/۳	۲۷/۳	۶/۱	۱۵/۲
	چپ	۲۷/۳	۲۴/۲	۳۰/۳	۶/۱	۱۲/۱

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]



شکل ۱: احساس درد در نواحی مختلف بدن

ج) نتایج حاصل از شاخص نقشه بدن

میانگین و انحراف معیار متغیر تعداد دفعات احساس درد و ناراحتی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد بیشترین تعداد دفعات احساس درد و ناراحتی، مربوط به قسمت تحتانی پشت بوده است.

میانگین نمره‌ها برای نمره نهایی شاخص استرین SI نشان داد دست چپ با میانگین ۳/۶۷ و انحراف معیار ۰/۷۳ بیشتر از دست راست در معرض تنش است. همچنین، نمره نهایی شاخص استرینSI دست راست ۱/۶۴ با انحراف معیار ۰/۱۷ ارائه شده است.

د) نتایج ارزیابی پوسچر به روش رولا

نتایج ارزیابی به روش رولا در جدول ۳ با میانگین و انحراف معیار امتیاز نهایی رولا ارائه شده است.

جدول ۲: شاخص‌های توصیفی تعداد دفعات احساس درد و ناراحتی

		میانگین	انحراف معیار
گردن		۳	۱/۴۴
شانه	راست	۲/۷۰	۱/۴۲
	چپ	۲/۵۱	۱/۳۷
قسمت فوقانی پشت		۳/۲۴	۱/۵۶
قسمت فوقانی بازو	راست	۲/۵۱	۱/۳۰
	چپ	۲/۴۰	۱/۴۱
قسمت تحتانی پشت		۳/۴۸	۱/۴۴
ساعد	راست	۲/۲۷	۱/۴۰
	چپ	۲/۱۵	۱/۳۰
مچ	راست	۲/۷۹	۱/۳۶
	چپ	۲/۸۲	۱/۴۵

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

باسن		۱/۷۶	۱/۳۰
ران	راست	۲/۳۶	۱/۳۲
	چپ	۲/۴۲	۱/۵۰
زانو	راست	۳/۰۳	۱/۴۹
	چپ	۲/۹۷	۱/۳۸
قسمت تحتانی پا	راست	۲/۶۳	۱/۳۲
	چپ	۲/۵۱	۱/۳۰

جدول ۳: شاخص‌های توصیفی برای امتیاز نهایی رولا

		قبل	
		میانگین	**انحراف معیار**
بازو-ساعد-مچ	راست	۸/۵۱	۰/۵۱
	چپ	۸	۰/۰۰۰
گردن-تنه-پاها		۷	۰/۰۰۰
نمره نهایی RULA		۷	۰/۰۰۰
سطح ریسک		۴	۰/۰۰۰

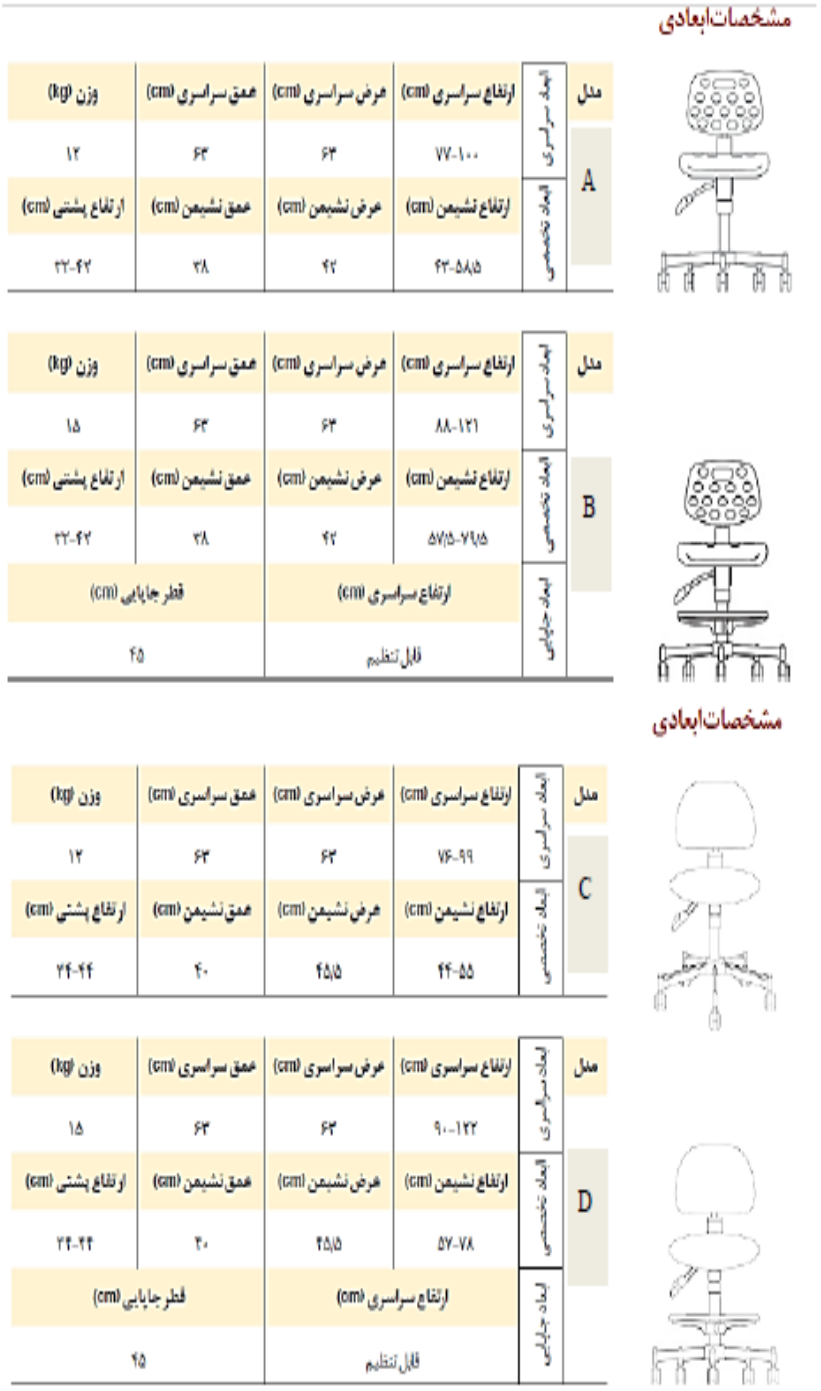
محاسبه ابعاد صندلی موردنیاز ایستگاه کاری براساس ابعاد آنتروپومتری کارگران

باتوجه‌به ابعاد به‌دست‌آمده از سنجش آنتروپومتری کارگران، حد پایین و بالای ارتفاع نشستنگاه صندلی به‌ترتیب ۴۳/۴۴ و ۵۳/۱، پهنای نشستنگاه صندلی ۳۴/۸۲، عمق نشستنگاه صندلی ۴۴/۶۸ و گستره تنظیمی ۹/۶۶ سانتی‌متر به دست آمد. براساس این ابعاد آنتروپومتری، درباره صندلی‌های صنعتی موجود در بازار، که ازلحاظ ابعاد مشابه ابعاد به‌دست‌آمده در این مطالعه باشند، جست‌وجویی به عمل آمد که درنهایت، دو مدل صندلی صنعتی انتخاب شدند. سپس علاوه‌بر نتایج حاصل از پرسش‌نامه نقشه بدن، پرسش‌نامه شاخص تنش، نمره رولا و سه بعد آنتروپومتریک موردنظر، پارامترهای جنس و نوع پایه (چرخ‌دار و بدون چرخ) نیز مدنظر قرار گرفت و درنهایت، یک صندلی انتخاب شد. در جدول ۴ مقایسه بین ابعاد آنتروپومتری کارگران و صندلی‌های انتخابی صورت گرفت و نتایج نشان داده شد. مشخصات ابعاد چهار صندلی پیشنهادی در شکل ۲ ارائه شده است.

جدول ۴: مقایسه بین ابعاد آنتروپومتری کارگران و صندلی‌های انتخابی

ابعاد به‌دست‌آمده از آنتروپومتری کارگران			**مدل‌های صندلی**			
	حد پایین (cm)	**حد بالا (cm)**	**A**	**B**	**C**	**D**
ارتفاع نشستنگاه (Seat height)	۴۳/۴۴	۵۳/۱	۴۳-۵۸	۵۸-۷۹	۴۳-۵۸	۵۸-۷۹
عمق نشستنگاه (Seat depth)	۴۴/۶۸		۳۸	۳۸	۴۰	۴۰
پهنای نشستنگاه (Seat breadth)	۳۴/۸۲		۴۲	۴۲	۴۵/۵	۴۵/۵
ارتفاع تکیه‌گاه ساعد (Armrest height)	۶۷		-	-	-	-
ارتفاع سطح میز کار (Table height)	۹۵/۲	۱۲۹/۹۲	*	*	*	*
فضای خالی برای ران‌ها در زیر سطح میز کار (Thigh clearance)	۲۷/۵۶	۱۲/۹	*	*	*	*

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]



شکل ۲: مشخصات ابعادی چهار صندلی پیشنهادی

بحث

در این مطالعه، نتایج مربوط به پرسش‌نامه نقشه بدن، نتایج شاخص تنش و نتایج ارزیابی پوسچر به روش رولا مورد بررسی قرار گرفت. باتوجه‌به اینکه تمام کارگران راست‌دست هستند، همه آن‌ها با روندی واحد با دست راست کاشی را علامت می‌زنند و با دست چپ کاشی‌هایی را که ازلحاظ کیفیت مشکل دارند برمی‌دارند و روی سطح دیگری می‌گذارند. در یافته‌های مربوط به پرسش‌نامه نقشه بدن نشان داده شد که تعداد احساس درد و ناراحتی در مچ چپ و قسمت فوقانی بازوی چپ نسبت به مچ راست و قسمت فوقانی بازوی راست بیشتر گزارش شده بود. به نظر می‌رسد نزدیک کردن سطحی که کارگران کاشی‌های معیوب را با دست چپ روی آن می‌گذاشتند به بدن، آموزش این نکته به کارگران که کمتر موقع برداشتن و گذاشتن کاشی‌ها از حرکات خمشی کمر و بازو استفاده کنند و نیز استفاده از صندلی ارگونومیک که از چندین جهت قابل تنظیم و به‌راحتی قابل چرخش است، می‌تواند در کاهش درد و اختلالات

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

اسکلتی‌عضلانی تأثیرگذار باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که بیشتر افراد در قسمت تحتانی و فوقانی پشت چندین بار در روز احساس درد داشتند. این نتایج با نتایج مطالعه مجید معتمدزاده و همکاران همخوانی دارد. در مطالعه معتمدزاده و همکاران نیز بیشترین شیوع اختلالات اسکلتی مربوط به ناحیه کمر، گردن و شانه بود [۲۷]. چوبینه و همکاران در مطالعه‌ای روی ۱۴۳۹ بافنده در اصفهان نشان دادند که شیوع این اختلالات در میان قالی‌بافان زیاد است و عمدتاً در کمر (۴۵/۲ درصد)، باسن و ران (۱/۶ درصد)، زانو (۳۴/۶ درصد) و مچ پا راست و چپ (۲۳/۷ درصد و ۳۴/۶ درصد) دیده می‌شود [۲۸].

نتایج مطالعه ارزیابی ریسک ارگونومیک و شیوع اختلالات اسکلتی‌عضلانی در بین ۹۹ نفر از شاغلان در صنعت تعمیرات خودرو نشان داد که بیشترین علائم اختلالات اسکلتی‌عضلانی در ناحیه کمر (۶۲/۶ درصد) بوده است. بیشتر شکایات مربوط به ناحیه مچ دست (۶۴/۶ درصد و ۵۵/۵ درصد) نیز در معرض خطر بالای درد و ناراحتی بود [۲۹].

در نتایج مطالعه روشنی و همکاران درباره شاخص تنش در دست راست نشان داده شد که شغل افراد در ۶۴ درصد موارد ناایمن و در ۳۶ درصد موارد ایمن است. در دست چپ نیز شغل افراد در ۴۲ درصد موارد ناایمن و ۵۸ درصد موارد ایمن تعیین شد. همچنین، در مطالعه روشنی و همکاران، که به تفکیک شغل نیز نمره شاخص تنش محاسبه شده، برای شغل مونتاژکاری، که تقریباً مشابه ایستگاه کاری "جداسازی کاشی است برابر با" ۸۴ درصد ناایمن و برای دست جداسازی کارخانه کاشی‌سازی است، نمره شاخص تنش برای دست راست ۶۴ درصد ناایمن گزارش شده است [۳۰] که با نتایج نمره تنش در این مطالعه همخوانی دارد.

مطالعه سپهر و همکاران درباره مداخله ارگونومی با طراحی صندلی و بهینه کردن ایستگاه کاری در قسمت بارگیری و بسته‌بندی پتروشیمی نشان داد می‌توان با طراحی مناسب باعث بهبود پوسچرهای نامناسب در محیط کار شد و از اختلالات اسکلتی‌عضلانی پیشگیری کرد [۳۱]. مطالعه مهرابی متین و همکاران که به منظور طراحی صندلی پرستاران با رویکرد ارگونومی انجام شده، اشاره به مشارکت کارکنان در طراحی و رفع مشکلات اسکلتی‌عضلانی آن‌ها داشته است [۳۲]. لذا، پیشنهاد طراحی صندلی ارگونومیک در این مطالعه می‌تواند راهکار مناسبی برای اقدامات کنترلی باشد.

در مطالعه دیگری، که معتمدزاده و همکاران درباره طراحی صندلی ارگونومیک مطابق با ابعاد بدنی کارکنان انجام دادند، به تفاوت معناداری بین صندلی ارگونومیک و صندلی قبلی و کارایی صندلی ارگونومیک اشاره شده است [۳۳].

همتی و همکارانش در مطالعه‌شان نشان دادند که شیوع اختلالات اسکلتی‌عضلانی در صنعت آرد در ایران زیاد است که این اختلالات به‌ترتیب در ناحیه کمر، بازوها، شانه‌ها، ساق پا، ران، زانو، گردن و مچ دست بوده است. همچنین، آن‌ها نشان دادند برنامه مداخله ارگونومیک اثرگذار است [۳۴].

نتیجه گیری

برای بهینه کردن ایستگاه کاری با رویکرد ارگونومی، باتوجه‌به ابعاد آنتروپومتری کارگران ایستگاه کاری جداسازی کاشی پیشنهادی داده شد و پس از بررسی نمونه‌های صندلی موجود در بازار، دو صندلی انتخاب شد. همچنین، آموزش‌های دوره‌ای مداوم و نظارت بر استفاده صحیح کارگران از صندلی و نحوه نشستن درست پیشنهاد می‌شود؛ زیرا برای نهادینه کردن فرهنگ ارگونومی، آموزش مداوم و نظارت‌های مستمر نیاز است.

برای جلوگیری از سقوط صندلی پیشنهاد می‌شود نرده‌ای در انتهای سکو نصب شود. این کار ازنظر روانی نیز می‌تواند تأثیرگذار باشد؛ چراکه کارگران موقع نشستن روی صندلی و برخاستن از آن، ترس از سقوط از لبه سکو دارند. ازآنجاکه صندلی‌های پیشنهادی صنعتی و فاقد تکیه‌گاه دست هستند (برای نزدیک شدن هرچه بهتر اپراتور به میز کار) پیشنهاد می‌شود تکیه‌گاه آرنج برای کارگران طراحی شود.

تشکر و قدردانی

از همه شرکت‌کنندگان برای حمایت و مشارکت در این مطالعه سپاسگزاریم.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان

نویسندگان سهم یک‌سانی در نگارش مقاله داشتند.

ملاحظات اخلاقی

از کارگرانی که درگیر این طرح تحقیقاتی بودند، رضایت‌نامه آگاهانه گرفته شد. این تحقیق متناسب با موازین دینی و فرهنگی آزمودنی‌ها و جامعه به انجام رسید. این پژوهش با کد اخلاق IR.USWR.REC.1396.185. در دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی به تصویب رسیده است.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

حمایت مالی

این مطالعه منتج از پایان‌نامه است و هیچ‌گونه حمایت مالی از آن نشده است.

REFERENCES

1. Omidianidost A, Hosseini S, Jabari M, Poursadeghiyan M, Dabirian M, et al. The relationship between individual, occupational factors and LBP (low back pain) in one of the auto parts manufacturing workshops of Tehran in 2015. *J Eng Appl Sci*. 2016;**11**(5):1074-7. DOI: 10.3923/jeasci.2016.1074.1077
2. Askari A, Babahaji M, Majdabadi HA, Nouri M, Namaki SA, Karami H, et al. Association of backpacks carriage manner (BCM) and musculoskeletal symptoms among students facilitating health promotion: ergonomics design-based qualitative content analysis study. *J Educ Health Promot*. 2025;**14**(1):372. PMID: 41098444 DOI: 10.4103/jehp.jehp_409_24
3. Raei M, Maleki Roveshti M, Babaei Pouya A, Salehi Sahlabadi A, Poursadeghiyan M, Valipour F. Musculoskeletal disorders and related risk factors in Iranian military personnel: a systematic review and meta-analysis. *Iran J Public Health*. 2024;**53**(11):2419-31. PMID: 39619905 DOI: 10.18502/ijph.v53i11.16944
4. Mosavi M, Montazeri A, Esnaaharieh M, Izadi N, Sadeghian M, Salehi Sahlabadi A. Comparison and agreement assessment of WERA, QEC, and ART methods in evaluating musculoskeletal disorders risk among urban taxi drivers in Tehran. *PTJ*. 2026;**16**(1). DOI: 10.32598/ptj.16.1.667.1
5. Jafari Kafash K, Pashapour V, Babaei Pouya A, Nouri M, Poursadeghiyan M, Hekmatfar S. Awareness of ergonomic principles and implementation of Asana practices among dental clinic professions in Iran. *PTJ*. 2025;**15**(4):375-86. DOI: 10.32598/ptj.15.4.684.1
6. Gill TK, Mittinty MM, March LM, Steinmetz JD, Culbreth GT, Cross M, et al. Global, regional, and national burden of other musculoskeletal disorders, 1990–2020, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol*. 2023;**5**(11):e670-e82. PMID: 37927903 DOI: 10.1016/s2665-9913(23)00232-1
7. Yarmohammadi H, Niksima SH, Yarmohammadi S, Khammar A, Marioryad H, Poursadeqiyan M. Evaluating the prevalence of musculoskeletal disorders in drivers systematic review and meta-analysis. *J Heal Saf Work*. 2019;**9**(3):221-30. Link
8. Parno A, Sayehmiri K, Parno M, Khandan M, Poursadeghiyan M, Maghsoudipour M, et al. The prevalence of occupational musculoskeletal disorders in Iran: a meta-analysis study. *Work*. 2017;**58**(2):203-14. PMID: 29036866 DOI: 10.3233/wor-172619
9. Khandan M, Koohpaei A, Kohansal Aghchay M, Ebrahimi MH, Khammar A, Arsang Jang S, et al. Assessing the factors predicting work-related musculoskeletal disorders among Iranian port's personnel using regression model. *Iran Rehabil J*. 2017;**15**(4):309-16. DOI: 10.29252/nrip.irj.15.4.309
10. Khandan M, Eyni Z, Ataei Manesh L, Khosravi Z, Biglari H, Koohpaei AR, Poursadeghiyan M. Relationship between musculoskeletal disorders and job performance among nurses and nursing aides in main educational hospital in Qom Province, 2014. *Res J Med Sci*. 2016;**10**(4):307-12. Link
11. Yarmohammadi H, Ziaei M, Poursadeghiyan M, Moradi M, Fathi B, Biglari H, Ebrahimi MH. Evaluation of occupational risk assessment of manual load carrying using KIM method on auto mechanics in Kermanshah city in 2015. *Res J Med Sci*. 2016;**10**(3):116-9. DOI: 10.3923/rjmsci.2016.116.119
12. Khandan M, Aligol MH, Shamsi M, Poursadeghiyan M, Biglari H, Koohpaei A. Occupational health, safety, and ergonomics challenges and opportunities based on the organizational structure analysis: a case study in selected manufacturing industries in Qom Province, Iran. *Ann Trop Med Public Health*. 2017;**10**(3):606-11. DOI: 10.4103/ATMPH.ATMPH_110_17
13. Khandan M, Ataei Manesh L, Eyni Z, Khosravi Z, Biglari H, Koohpaei AR, Poursadeghiyan M. Relationship between job content and demographic variables with musculoskeletal disorders among nurses in a university hospital, Qom Province, 2014. *Res J Appl Sci*. 2016;**11**(7):547-53. Link
14. Roveshti MM, Pouya AB, Pirposhteh EA, Khedri B, Khajehnasiri F, Poursadeqiyan M. Work-related musculoskeletal disorders and related risk factors among bakers: A systematic review. *Work (Reading, Mass)*. 2024;**77**(2):463-76. PMID: 37718825 DOI: 10.3233/wor-220165
15. Kohammadi HY, Sohrabi Y, Poursadeghiyan M, Rostami R, Rahmani Tabar A, Abdollahzadeh D, Rahmani Tabar F. Comparing the posture assessments based on RULA and QEC methods in a carpentry workshop. *Res J Med Sci*. 2016;**10**(3):80-3. DOI: 10.3923/rjmsci.2016.80.83
16. McAtamney L, Corlett N. Rapid upper limb assessment (RULA). In: *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. CRC Press; 2004. p.86-96. DOI: 10.1201/9780203489925
17. Nowara R, Holzgreve F, Golbach R, Wanke EM, Maurer-Grubinger C, Erbe C, et al. Testing the level of agreement between two methodological approaches of the rapid upper limb assessment (RULA) for occupational health practice; An exemplary application in the field of dentistry. *Bioengineering*. 2023;**10**(4):477. PMID: 37106664 DOI: 10.3390/bioengineering10040477
18. Nyman T, Rhén I, Johansson PJ, Eliasson K, Kjellberg K, Lindberg P, et al. Reliability and Validity of Six Selected Observational Methods for Risk Assessment of Hand Intensive and Repetitive Work. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;**20**(8):50-5.PMID: 37107787 DOI: 10.3390/ijerph20085505
19. Koohpaei A, Khandan M, Ataeimanesh L. Relationship between job content and demographic variables with musculoskeletal disorders among nurses in a university hospital QP. *Res J Appl Sci*. 2016;**11**(7):547-53. Link
20. Smith ML, Pickens AW, Ahn S, Ory MG, DeJoy DM, Young K, et al. Typing performance and body discomfort among overweight and obese office workers: A pilot study of keyboard modification. *Appl Ergon*. 2015;**46**:30-7. PMID: 25082778 DOI: 10.1016/j.apergo.2014.06.004
21. Tang KHD. A review of ergonomic intervention programs to reduce the prevalence of musculoskeletal disorders. *Glob Acad J Med Sci*. 2021;**3**(5):183-90. DOI: 10.36348/gajms.2021.v03i05.007
22. Bullo V, Favro F, Pavan D, Bortoletto A, Gobbo S, De Palma G, et al. The role of physical exercise in the prevention of musculoskeletal disorders in manual workers: A systematic review and meta-analysis. *Med Lav*. 2024;**115**(1):e2024008. PMID: 38411976 DOI: 10.23749/mdl.v115i1.15404
23. Siahi Ahangar A, Ghanbari S, Hajibabaei M, Saremi M, Azadi N, Jahani F, et al. Inter-rater reliability of ergonomic risk assessment. *Arch Occup Health*. 2019:**3**(1):259-67. DOI: 10.18502/aoh.v3i1.344
24. Salimi F, Mohammadi E, Ahmadi O. Status of the musculoskeletal disorders among repairmen: using quick exposure assessment method. *Int J Musculoskelet Pain Prev*. 2024;**9**(1):988-94. DOI: 10.22034/IJMPP.9.1.988
25. Pheasant S, Haslegrave CM. *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work*. *CRC Press*; 2018. DOI: 10.1201/9781315375212
26. Arefi MF, Babaei Pouya A, Poursadeqiyan M. Investigating the match between anthropometric measures and classroom furniture dimensions in Iranian students with a health approach: a systematic review. *J Educ Health Promot*. 2021;**10**:38. DOI :10.4103/jehp.jehp_516_20.
27. Mo'tamed-Zadeh M, Shafiei-Motlagh M, Darvishi E. Ergonomics intervention in unit blast furnace of a typical steel company. *Arch Rehabil*. 2013;**14**(3):80-7. Link

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]

28. Choobineh A, Lahmi M, Shahnavaz H, Khani Jazani R, Hosseini M. Musculoskeletal Symptoms as Related to Ergonomic Factors in Iranian Hand-Woven Carpet Industry and General Guidelines for Workstation Design. *Int J Occup Saf Ergon*. 2004;**10**(2):157-68. PMID: 15182472 DOI: 10.1080/10803548.2004.11076604
29. Jazani RK, Fallah H, Barkhordari A, Halvani GH, Hokmabadi RA. The prediction of the incidence rate of upper limb musculoskeletal disorders, with CTD risk index method on potters of Meybod city. *Zahedan J Res Med Sci*. 2011;**13**(9):e93733. Link
30. Rowshani Z, MSB, Khavanin A, Mirzaei R, Mohseni M. Comparing RULA and strain index methods for the assessment of the potential causes of musculoskeletal disorders in the upper extremity in an electronic company in Tehran. *Feyz Med Sci J*. 2013;**17**(1):61-70. Link
31. Sepehr P, Lashkardoost H, Naimi Ghasabiyan N, Rezapour S, Tebaki B. Assessment of posture and the impact of technical interventions on its improvement in petrochemical staff in 2018. *J North Khorasan Univ Med Sci*. 2020;**12**(1):34-9. DOI: 10.52547/nkums.12.1.34
32. Choobineh A. Selected abstracts of the 2nd international Iranian ergonomics conference and the 2nd biennial Iranian conference on ergonomics. *Shiraz E-Med J*. 2016;**17**:12. Link
33. Motamedzadeh M, HBM, Choobineh AR, Mahjoob H. Design and design of ergonomic chairs according to the physical dimensions of the staff. *J Zanjan Univ Med Sci*. 2010;**17(68)**:42-52. Link
34. Hemati K, Darbandi Z, Kabir-Mokamelkhah E, Poursadeghiyan M, Ghasemi MS, Mohseni-Ezhiye M, et al. Ergonomic intervention to reduce musculoskeletal disorders among flour factory workers. *Work*. 2020;**67**(3):611-18. PMID: 32986645 DOI: 10.3233/wor-203275

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-05-20]