

Original Article



## The Impact of Ergonomic Digital Workplace Design and Smart Tools on Musculoskeletal Disorders and Employee Productivity

Ali Afshari<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Department of Psychology, Faculty of Human Science, University of Maragheh, Maragheh, Iran

### Article History:

**Received:** 11 September 2025

**Revised:** 01 March 2026

**Accepted:** 04 March 2026

**ePublished:** 20 March 2026

### \*Corresponding author:

Ali Afshari, Department of Psychology, Faculty of Human Science, University of Maragheh, Maragheh, Iran

Email: a\_afshari@maragheh.ac.ir

### Abstract

**Objectives:** With the expansion of digital technologies and the increasing use of smart tools in workplaces, challenges, such as musculoskeletal disorders (MSDs) and reduced employee productivity, have emerged. This study aimed to examine the impact of ergonomic digital workplace design and smart tools on MSDs and employee productivity at Maragheh University.

**Methods:** This study employed a descriptive-analytical design. The statistical population included administrative employees of Maragheh University in 2024. A total of 150 people were selected as a sample from the population above according to the Morgan table and the stratified random sampling method. Data were collected using the Sprecher et al. questionnaire to assess MSDs and an organizational productivity questionnaire. The obtained data were then analyzed using Pearson's correlation and multiple regression in SPSS software (version 25).

**Results:** The findings revealed a significant negative relationship between musculoskeletal health and productivity ( $r = -0.47$ ), indicating that increased musculoskeletal problems were associated with decreased efficiency ( $r = -0.41$ ), task quality ( $r = -0.39$ ), goal commitment ( $r = -0.45$ ), and time management ( $r = -0.36$ ). Multivariate regression analysis demonstrated that digital workplace design and the use of smart tools were significantly associated with reduced musculoskeletal problems ( $\beta = -0.52$ ,  $P < 0.05$ ) and increased employee productivity ( $\beta = 0.46$ ,  $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** The results indicate that ergonomic workplace design combined with smart tools reduces musculoskeletal discomfort and enhances employee productivity. These findings emphasize the importance of ergonomic workplaces and smart tools in promoting both employee health and performance.

**Keywords:** Digital workplace, Employee productivity, Ergonomics, Musculoskeletal Health, Smart Tools



## Extended Abstract

### Background and Objective

With the rapid expansion of digital technologies and smart tools in modern workplaces, performing administrative tasks and staff interaction with the workplace have undergone substantial changes. Although these developments have accelerated and streamlined work processes, they have also introduced new challenges to physical health, particularly musculoskeletal disorders (MSDs). Prolonged computer use, improper sitting postures, non-standard desk and chair designs, inadequate lighting, and the neglect of ergonomic principles are among the factors contributing to neck, shoulder, back, and upper and lower limb pain and discomfort. These issues negatively affect not only employees' physical health but also key productivity indicators, including efficiency, task quality, goal commitment, and time management. Conversely, the emergence of smart technologies and ergonomic digital workplace design offers opportunities to reduce physical strains and enhance job performance. Tools such as adjustable chairs and desks, posture sensors, work-rest monitoring software, and smart lighting systems can significantly support employee health and increase productivity. Accordingly, this study aimed to investigate the impact of ergonomic digital workplace design and smart tools on musculoskeletal health and productivity among employees at Maragheh University, examining whether standardized digital workplaces could reduce MSDs and improve productivity.

### Materials and Methods

This study employed a descriptive–correlational design. The statistical population included all administrative employees at Maragheh University in 2024 ( $n = 250$ ). Using stratified random sampling based on Morgan's table, 150 participants were selected. Data collection tool included two standardized questionnaires: the Musculoskeletal Health Questionnaire (MSK-HQ) with 14 items, demonstrating adequate validity and reliability, for assessing musculoskeletal status; and (2) the Hoffman et al. (1996) employee productivity questionnaire, evaluating efficiency, task quality, goal commitment, and time management. The collected data were analyzed using Pearson's correlation and multiple regression in SPSS software (version 25).

### Results

The mean age of participants was 35.4 years, with an average work experience of 10.2 years. A total of 56% were female and 44% male. The results indicated a significant negative correlation between musculoskeletal health and employee productivity ( $r = -0.47$ ,  $P < 0.01$ ), suggesting that as musculoskeletal problems increase, productivity indicators decrease. Separate analyses revealed negative correlations between musculoskeletal health and efficiency ( $r = -0.41$ ), task quality ( $r = -0.39$ ), goal commitment ( $r = -0.45$ ), and time management ( $r = -0.36$ ). Multiple regression analysis showed that ergonomic digital workplace design and smart tools were significantly associated with reduced musculoskeletal problems ( $\beta =$

$-0.52$ ,  $P < 0.05$ ) and increased employee productivity ( $\beta = 0.46$ ,  $P < 0.05$ ). Comparison between employees using standardized versus non-standardized tools revealed higher musculoskeletal health and lower physical discomfort ( $77.36 \pm 10.14$  vs.  $35.45 \pm 9.81$ ), as well as higher productivity ( $83.58 \pm 11.94$  vs.  $81.47 \pm 13.9$ ) in the former group, with both differences being statistically significant ( $p < 0.05$ ).

### Discussion

The results indicated that musculoskeletal health is a key determinant of employee productivity. Employees experiencing musculoskeletal pain and discomfort are more prone to fatigue, reduced concentration, lower task quality, and diminished goal commitment. These outcomes can be explained by the job strain theory and cognitive resource limitation theory, as physical stress from improper posture depletes psychological and cognitive resources, reducing focus, accuracy, and decision-making capacity. Conversely, ergonomic digital workplace design and smart tools enhance body posture, reduce muscular strain, and enable tailoring of working conditions, improving job satisfaction and performance. These results are consistent with multiple ergonomic studies emphasizing the importance of smart technologies in reducing musculoskeletal risks and promoting employee health. Psychologically, reduced physical discomfort increases well-being, motivation, and organizational commitment, improving efficiency, task quality, and time management. Moreover, employee physical health is an individual factor and a critical organizational variable directly related to overall performance and productivity. From a managerial perspective, these findings underscore the organization's need to focus on ergonomic and smart workplace design. Investment in this area can reduce absenteeism, treatment costs, and performance decline, while enhancing job satisfaction, loyalty, and employee retention. Thus, smart workplace design is an effective strategy for improving health and productivity.

### Conclusion

Overall, this study demonstrates that ergonomic digital workplace design and smart tools are essential for enhancing physical health and productivity among administrative employees. Reducing musculoskeletal disorders through proper workspace design and modern technologies increases efficiency, task quality, goal commitment, and time management. Organizations should regard employee health as a valuable form of human capital and implement policies grounded in ergonomics and digital technologies to ensure employee well-being, satisfaction, and optimal performance. Future research should include larger, more diverse samples from multiple organizations and employ mixed-methods approaches, including direct observation and physiological assessments, to enhance validity. Examining mediating variables, such as job stress, organizational culture, or leadership style, can provide deeper insights into the relationship between physical health and productivity. Ultimately, scientific and smart workplace design is not

only a means of improving employee health but also a strategic tool for enhancing long-term productivity and organizational sustainability.

**Please cite this article as follows:** Afshari A. The Impact of Ergonomic Digital Workplace Design and Smart Tools on Musculoskeletal Disorders and Employee Productivity. *Iran J Ergon.* 2026; 13(4): 260-269 DOI:10.53208/IJE.13.4.260

## تأثیر طراحی ارگونومیک محیط کار دیجیتال و استفاده از ابزارهای هوشمند بر اختلالات اسکلتی - عضلانی و بهره‌وری کارکنان اداری

علی افشاری<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه آموزشی روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

### چکیده

**اهداف:** با گسترش فناوری‌های دیجیتال و استفاده روزافزون از ابزارهای هوشمند در محیط‌های کاری، چالش‌هایی نظیر مشکلات اسکلتی - عضلانی و کاهش بهره‌وری کارکنان به وجود آمده است. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر طراحی ارگونومیک محیط کار دیجیتال و بهره‌گیری از ابزارهای هوشمند در بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی و سطح بهره‌وری کارکنان اداری دانشگاه مراغه بود.

**روش کار:** پژوهش از نوع توصیفی - همبستگی بود. جامعه آماری شامل تمام کارکنان اداری دانشگاه مراغه در سال ۱۴۰۳ بود. از جامعه مذکور با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای و با توجه به جدول مورگان، ۱۵۰ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه اسپرنچر و همکاران برای ارزیابی اختلالات اسکلتی - عضلانی و پرسش‌نامه بهره‌وری سازمانی بود. داده‌ها با استفاده از همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون چندگانه در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که بین سلامت اسکلتی - عضلانی و بهره‌وری رابطه منفی معنادار مشاهده شد ( $r = -0/47$ )، به طوری که با افزایش مشکلات اسکلتی - عضلانی، کارایی ( $r = -0/41$ )، کیفیت انجام وظایف ( $r = -0/39$ )، تعهد به اهداف ( $r = -0/45$ ) و مدیریت زمان ( $r = -0/36$ ) کاهش یافت. رگرسیون چندمتغیره نشان داد طراحی محیط کار دیجیتال و استفاده از ابزارهای هوشمند با کاهش مشکلات اسکلتی - عضلانی ( $p < 0/05$ ) و  $\beta = -0/52$  و افزایش بهره‌وری ( $p < 0/05$  و  $\beta = 0/46$ ) همراه است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان می‌دهد که طراحی ارگونومیک محیط کار همراه با استفاده از ابزارهای هوشمند، موجب کاهش دردهای اسکلتی - عضلانی و افزایش بهره‌وری می‌شود. همچنین، این نتایج بر اهمیت محیط کار ارگونومیک و ابزارهای هوشمند برای ارتقای سلامت و عملکرد کارکنان تأکید دارد.

**کلید واژه‌ها:** ارگونومی، محیط کار دیجیتال، ابزار هوشمند، سلامت اسکلتی - عضلانی، بهره‌وری کارکنان

**استناد:** افشاری، علی. تأثیر طراحی ارگونومیک محیط کار دیجیتال و استفاده از ابزارهای هوشمند بر اختلالات اسکلتی - عضلانی و بهره‌وری کارکنان اداری. مجله ارگونومی، زمستان ۱۴۰۴؛ ۱۳(۴): ۲۶۹-۲۶۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۶/۲۰  
تاریخ داوری مقاله: ۱۴۰۴/۱۲/۱۰  
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۱۲/۱۳  
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۴/۱۲/۲۹

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

\* نویسنده مسئول: علی افشاری، گروه آموزشی روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

ایمیل: a\_afshari@maragheh.ac.ir

### مقدمه

نامناسب محیط کار است [۱]. مطالعات نشان می‌دهند کارکنانی که از محیط‌های کاری دیجیتال و ابزارهای هوشمند استفاده می‌کنند، در معرض خطر آسیب‌های مچ دست، گردن، شانه و کمر هستند [۱]. طراحی نامناسب میز و صندلی، نورپردازی نامناسب و بی‌توجهی به فاصله بین تجهیزات و بدن کارکنان، از جمله عوامل مؤثر در سلامت فیزیکی آنان است [۲]. این مشکلات نه تنها رفاه جسمانی کارکنان را تهدید می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش بهره‌وری و افزایش غیبت از

با پیشرفت فناوری‌های دیجیتال و افزایش استفاده از ابزارهای دیجیتال مانند رایانه‌ها، تبلت‌ها و همچنین ابزار هوشمند در محیط‌های کاری، شرایط و نحوه انجام فعالیت‌های اداری تغییرات چشمگیری یافته است. این تحولات ضمن ایجاد فرصت‌های جدید برای افزایش بهره‌وری، در حوزه سلامت کارکنان چالش‌هایی نیز به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین مسائل، شیوع مشکلات اسکلتی - عضلانی ناشی از استفاده طولانی‌مدت از ابزارهای دیجیتال و طراحی

کار منجر شود [۳]. همچنین، فقدان استانداردهای طراحی محیط‌های کاری دیجیتال و ابزارهای هوشمند باعث می‌شود کارکنان به‌صورت نادرست از تجهیزات استفاده کنند که خود عامل تشدیدکننده آسیب‌های اسکلتی - عضلانی است [۴].

استفاده از ابزارهای هوشمند، مانند حسگرهای پوشیدنی و صندلی‌های هوشمند، به پایش وضعیت بدن و اصلاح رفتارهای نادرست کمک می‌کند و سلامت جسمانی کارکنان را بهبود می‌بخشد [۴]. همچنین، طراحی مناسب محیط کار و استفاده از ابزارهای هوشمند به کاهش این مشکلات و افزایش بهره‌وری کمک می‌کند [۳]. با پیشرفت روزافزون فناوری و دیجیتالیزه‌شدن محیط‌های کاری، نحوه طراحی فضاهای اداری و ابزارهای مورد استفاده در آن، نقش تعیین‌کننده‌ای در سلامت جسمی، روانی و بهره‌وری کارکنان پیدا کرده است. کارکنان اداری بخش عمده‌ای از زمان روزانه خود را در محیط‌های کاری می‌گذرانند و طراحی نامناسب فضاهای کاری سبب بروز مشکلات اسکلتی - عضلانی، خستگی و کاهش بهره‌وری می‌شود [۵].

اختلالات اسکلتی - عضلانی شامل درد و ناراحتی در نواحی گردن، شانه‌ها، کمر، مچ دست و پاهاست که به‌دلایل مختلفی از جمله نشستن طولانی‌مدت، وضعیت بدنی نامناسب، استفاده از تجهیزات غیراستاندارد و فشارهای روانی ایجاد می‌شود [۶]. با ورود فناوری‌های نوین و ابزارهای هوشمند، امکان طراحی محیط‌های کاری ارگونومیک و دیجیتال فراهم شده است که می‌تواند این مشکلات را کاهش و بهره‌وری کارکنان را افزایش دهد. [۷]. در دهه‌های اخیر، محیط‌های کاری سنتی به‌دلیل طراحی غیراستاندارد و استفاده از تجهیزات قدیمی، به یکی از عوامل مهم بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی کارکنان تبدیل شده‌اند. کشورهای توسعه‌یافته با سرمایه‌گذاری در طراحی ارگونومیک و استفاده از فناوری‌های نوین، توانسته‌اند مشکلات جسمی کارکنان را کاهش دهند و بهره‌وری را بهبود بخشند [۸]. در این زمینه، ایجاد محیط‌های کاری دیجیتال و هوشمند، شامل میزها و صندلی‌های قابل تنظیم، سیستم‌های نورپردازی، تهویه هوشمند و نرم‌افزارهای مدیریت زمان، به الزامات مدیریت منابع انسانی در محیط‌های مدرن تبدیل شده است [۹]. مطالعات نشان می‌دهد که طراحی محیط کار دیجیتال در کشورهای اروپایی باعث کاهش ۳۰ تا ۴۰ درصدی اختلالات اسکلتی - عضلانی و افزایش ۱۵ تا ۲۰ درصدی بهره‌وری کارکنان شده است [۷]. این روند در ایران نیز با افزایش استفاده از فناوری‌های نوین در سازمان‌های دولتی و خصوصی در حال شکل‌گیری است، اما تحقیقات علمی جامع در این زمینه محدود است و به پژوهش‌های دقیق نیاز دارد.

اختلالات اسکلتی - عضلانی (Musculoskeletal Disorders) از مهم‌ترین چالش‌های سلامت کارکنان در محیط‌های اداری محسوب می‌شوند. این اختلالات می‌توانند ناشی از عوامل فردی، محیطی و سازمانی باشند [۱۰]. از جمله عوامل فردی می‌توان به سن، جنسیت، وضعیت جسمانی و سابقه بیماری‌های اسکلتی - عضلانی اشاره کرد [۱۱]. عوامل محیطی شامل طراحی میز و صندلی، وضعیت

نورپردازی، دما، تهویه و ابزارهای کاری هستند [۱۲]. عوامل سازمانی نیز شامل فشارهای روانی، حجم کار و ساعات طولانی کار بدون استراحت است [۵]. مطالعات داخلی نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد کارکنان اداری حداقل یک بار در طول سال دچار دردهای اسکلتی - عضلانی می‌شوند و این دردها عمدتاً در نواحی گردن، کمر و شانه مشاهده می‌شوند [۱۳]. این اختلالات می‌توانند باعث کاهش بهره‌وری، افزایش غیبت‌ها و کاهش رضایت شغلی شوند و هزینه‌های زیادی برای سازمان‌ها ایجاد کنند [۱۴].

ابزارهای هوشمند (Smart tools) به دستگاه‌ها و نرم‌افزارهایی اطلاق می‌شوند که با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، امکان کنترل و بهبود شرایط محیط کار را فراهم می‌کنند. این ابزارها شامل میزها و صندلی‌های قابل تنظیم ارتفاع و زاویه، نرم‌افزارهای مدیریت زمان و استراحت، سیستم‌های نورپردازی و تهویه هوشمند و دستگاه‌های ردیاب وضعیت بدن و حرکات کارکنان می‌شوند [۱۵]. پژوهش‌ها نشان داده است که استفاده از این ابزارها موجب کاهش فشارهای جسمی و روانی کارکنان می‌شود و راحتی و بهره‌وری آن‌ها را بهبود می‌بخشد [۱۶]. ابزارهای هوشمند نه تنها باعث کاهش اختلالات اسکلتی - عضلانی می‌شوند، بلکه با بهبود مدیریت زمان و کاهش خستگی، عملکرد کارکنان را به‌شکل قابل توجهی افزایش می‌دهند [۱۷].

سلامت جسمی و روانی کارکنان با بهره‌وری آن‌ها رابطه مستقیمی دارد. اختلالات اسکلتی - عضلانی باعث کاهش توانایی انجام وظایف، افزایش خطاهای کاری و کاهش انگیزه می‌شوند [۱۸]. در مقابل، محیط کاری ارگونومیک و استفاده از ابزارهای هوشمند باعث بهبود وضعیت جسمی، کاهش خستگی و افزایش انگیزه و افزایش بهره‌وری کارکنان می‌شود [۱۹]. تحقیقات نشان داده است سازمان‌هایی که به سلامت کارکنان اهمیت می‌دهند و محیط‌های کاری استاندارد و دیجیتال فراهم می‌کنند، بهره‌وری بیشتری دارند و نرخ غیبت و ترک کار در آن‌ها کمتر است [۲۰]. بررسی آثار محیط‌های کاری دیجیتال و ابزارهای هوشمند در سلامت اسکلتی - عضلانی کارکنان نشان دادند که استفاده از فناوری‌های نوین موجب کاهش اختلالات و افزایش بهره‌وری می‌شود. این مطالعات بیانگر اهمیت طراحی ارگونومیک و هوشمند محیط کار در حفظ سلامت کارکنان و افزایش کارایی سازمان‌هاست [۲۱].

از نظر عملی، نتایج این تحقیق می‌تواند به کاهش هزینه‌های ناشی از بیماری‌های اسکلتی - عضلانی، کاهش غیبت‌های کاری و افزایش رضایت شغلی کارکنان منجر شود؛ به‌ویژه در سازمان‌های ایرانی که طراحی محیط‌های کاری مدرن و ارگونومیک کمتر رعایت می‌شود، این تحقیق می‌تواند به بهبود شرایط کاری و افزایش بهره‌وری کمک کند. اهمیت این تحقیق از دو جنبه اصلی قابل بررسی است: سلامت جسمانی کارکنان و بهره‌وری سازمانی. سلامت جسمانی کارکنان مستقیماً با رضایت شغلی، کاهش غیبت و بهبود عملکرد آنان مرتبط است. استفاده از طراحی ارگونومیک و ابزارهای هوشمند به کاهش دردهای اسکلتی - عضلانی، خستگی و فشارهای فیزیکی کمک می‌کند و در نتیجه، بهره‌وری کارکنان را افزایش می‌دهد.

۰/۸۵ گزارش شده که نشان‌دهنده ثبات و قابلیت اعتماد ابزار در سنجش بهره‌وری کارکنان است [۲۴]. آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده در این پژوهش بین ۰/۷۲ تا ۰/۸۰ بدست آمد.

### یافته‌ها

میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۳۵/۴ سال و انحراف معیار آن ۵/۸ به دست آمد. از میان نمونه، ۵۶ درصد زن و ۴۴ درصد مرد بودند. میانگین مدت سابقه کاری کارکنان ۱۰/۲ سال با انحراف معیار ۴/۳ سال بود.

**جدول ۱.** میانگین و انحراف معیار نمرات سلامت اسکلتی - عضلانی و بهره‌وری

متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
سلامت اسکلتی	۳۶/۱۱	۹/۸۹	۱۸	۵۵
بهره‌وری	۸۲/۵۲	۱۰/۵۸	۶۰	۱۰۰
کارایی	۲۳/۱۹	۵/۲۸	۱۲	۳۵
کیفیت انجام وظایف	۲۶/۱۹	۴/۲۰	۱۵	۳۶
تعهد به اهداف	۲۹/۴۹	۴/۲۶	۱۸	۴۰
مدیریت زمان	۲۰/۴۱	۴/۴۳	۱۰	۳۰

جدول ۱ (میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش) نشان می‌دهد که کارکنان مشکلات متوسط اسکلتی - عضلانی (۳۶/۱۱ ± ۹/۸۹) و بهره‌وری نسبتاً مطلوب (۸۲/۵۲ ± ۱۰/۵۸) دارند. در ابعاد بهره‌وری، بیشترین میانگین مربوط به تعهد به اهداف (۲۹/۴۹) و کمترین مربوط به مدیریت زمان (۲۰/۴۱) است. پراکندگی داده‌ها نشان‌دهنده تفاوت نسبی بین افراد نمونه است.

**جدول ۲.** ماتریس هم‌بستگی بین متغیرهای پژوهش

ردیف	متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	سلامت اسکلتی						
۲	بهره‌وری	۰/۴۷					
۳	کارایی	۰/۴۱	۰/۸۴				
۴	کیفیت	۰/۳۹	۰/۷۹	۰/۶۹			
۵	تعهد	۰/۴۵	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۷۵		
۶	مدیریت زمان	۰/۳۶	۰/۷۱	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۷۰	

جدول ۲ هم‌بستگی بین متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد. بین سلامت اسکلتی - عضلانی و دیگر متغیرهای پژوهش رابطه منفی، معنادار وجود دارد، به طوری که با افزایش مشکلات اسکلتی - عضلانی،

همچنین، با توجه به روند روبه‌رشد دیجیتالی شدن محیط‌های کاری، ایجاد راهکارهای علمی و عملی برای بهینه‌سازی طراحی محیط کار دیجیتال و ابزارهای هوشمند ضروری است.

### روش کار

این مطالعه از نوع تحقیق میدانی و توصیفی - هم‌بستگی است. جامعه آماری شامل کارکنان اداری دانشگاه مراغه به تعداد ۲۵۰ نفر بود. از جامعه مذکور با توجه به جدول مورگان، ۱۵۰ نفر به‌عنوان نمونه براساس روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه سلامت اسکلتی - عضلانی و پرسش‌نامه بهره‌وری کارکنان بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و روش آماری آزمون‌های هم‌بستگی پیرسون و رگرسیون چندگانه تحلیل شد. با توجه به متغیرهای پژوهش از پرسش‌نامه‌های زیر استفاده شد.

### پرسش‌نامه سلامت اسکلتی-عضلانی (Musculoskeletal Health Questionnaire - MSK-HQ)

پرسش‌نامه سلامت اسکلتی - عضلانی ابزاری جامع برای ارزیابی وضعیت کلی سلامت سیستم اسکلتی - عضلانی است که Sprenger و همکاران در دانشگاه آکسفورد در سال ۲۰۱۶ طراحی کردند [۲۲]. این پرسش‌نامه شامل چهارده گویه است که ابعاد مختلفی از سلامت اسکلتی - عضلانی را مانند درد، محدودیت عملکردی، خستگی، کیفیت خواب، خلق‌وخو و توانایی انجام فعالیت‌های روزمره می‌سنجد. هر گویه براساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت از صفر (وضعیت بسیار ضعیف) تا چهار (وضعیت بسیار خوب) نمره‌گذاری می‌شود و نمره کل بین ۰ تا ۵۶ متغیر است. نمرات بالاتر بیانگر سلامت بهتر سیستم اسکلتی - عضلانی است. روایی سازه و محتوایی این پرسش‌نامه در مطالعات متعدد بین‌المللی و فارسی تأیید شده و پایایی آن با ضریب آلفای کرونباخ بین ۰/۸۵ تا ۰/۹۰ گزارش شده است [۲۲].

### پرسش‌نامه بهره‌وری کارکنان

پرسش‌نامه بهره‌وری کارکنان یکی از ابزارهای استاندارد و علمی در سنجش سطح بهره‌وری و عملکرد شغلی کارکنان است که Hoffman و Jones در سال ۱۹۹۶ طراحی کرده‌اند [۲۳]. این پرسش‌نامه شامل ۲۵ گویه است که ابعاد مختلف بهره‌وری مانند کارایی، کیفیت انجام وظایف، تعهد به اهداف سازمان و مدیریت زمان را ارزیابی می‌کند. روش نمره‌گذاری گویه‌ها براساس مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای است، به‌گونه‌ای که هر گویه از ۱ (کاملاً مخالفم) تا ۵ (کاملاً موافقم) نمره‌دهی می‌شود و جمع نمرات بیانگر سطح کلی بهره‌وری فرد است. نمرات بالاتر نشان‌دهنده عملکرد و بهره‌وری بالاتر کارکنان است. روایی این پرسش‌نامه از طریق هم‌بستگی با شاخص‌های عملکرد کاری و نظر کارشناسان مدیریت منابع انسانی تأیید شده است و پایایی آن نیز با ضریب آلفای کرونباخ بین ۰/۷۵ تا

سلامت اسکلتی - عضلانی کارکنان با بهره‌وری کلی و ابعاد آن، شامل کارایی، کیفیت انجام وظایف، تعهد به اهداف و مدیریت زمان، رابطه منفی و معناداری دارد. به عبارت دیگر، افزایش مشکلات اسکلتی - عضلانی با کاهش عملکرد کارکنان همراه است و این موضوع در شاخص‌های کلیدی بهره‌وری تأثیر مستقیم می‌گذارد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که طراحی مناسب محیط کار دیجیتال و بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند، موجب کاهش اختلالات اسکلتی - عضلانی و ارتقای سطح بهره‌وری کارکنان می‌شود. این یافته با نتایج پژوهش‌های مقدم‌نیا [۱۱]، Krishnan و همکاران [۱۴]، Ou و همکاران [۱۸] و مالکی و همکاران [۲۷] همسو است. آنان گزارش کردند که بروز ناراحتی‌های جسمانی در محیط‌های کاری غیراستاندارد موجب کاهش تمرکز، افزایش خستگی و در نهایت افت عملکرد کارکنان می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت وضعیت جسمانی مطلوب شرط اساسی برای بهره‌وری کارکنان است و بی‌توجهی به آن مستقیماً در شاخص‌های عملکردی سازمان اثر می‌گذارد.

از منظر زیست‌فیزیولوژیکی، ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی موجب فعال‌شدن پاسخ‌های التهابی و افزایش تنش عضلانی می‌شوند که در بلندمدت می‌توانند عملکرد حرکتی و توانایی انجام کارهای تکراری یا طولانی‌مدت را کاهش دهند. همچنین، از دیدگاه روان‌شناختی، درد و ناراحتی جسمانی سبب کاهش انگیزه، تمرکز و رضایت شغلی کارکنان می‌شود و آثار مستقیمی در مدیریت زمان و کیفیت انجام وظایف می‌گذارد. بنابراین، سلامت جسمانی کارکنان نه تنها یک عامل فردی، بلکه متغیری کلیدی در بهبود عملکرد سازمانی است. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت جسمانی مطلوب کارکنان شرط لازم و اساسی برای دستیابی به بهره‌وری پایدار در سازمان‌ها است. بی‌توجهی به این موضوع می‌تواند مستقیماً در شاخص‌های کلیدی عملکرد سازمانی اثر منفی بگذارد. بنابراین، برنامه‌ریزی هوشمندانه برای طراحی محیط کار و استفاده از فناوری‌های حمایت‌کننده سلامت، نه تنها سلامت و رفاه نیروی انسانی را ارتقا می‌دهد، بلکه بهبود عملکرد، کاهش خطاها و افزایش تعهد و انگیزه کارکنان را نیز به همراه دارد. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که محیط کار مدرن باید به گونه‌ای طراحی شود که تعادل میان نیازهای فیزیولوژیکی، روان‌شناختی و تکنولوژیکی کارکنان حفظ شود، تا سلامت جسمانی و بهره‌وری در سطح بهینه قرار گیرد و سازمان‌ها بتوانند از منابع انسانی خود به شکل مؤثر و پایدار بهره‌برداری کنند.

همچنین در زمینه رابطه سلامت اسکلتی - عضلانی با کارایی اختصاص، نتایج نشان داد میان این دو متغیر رابطه منفی و معناداری وجود دارد. کارکنانی که دچار مشکلات اسکلتی - عضلانی هستند، توانایی کمتری برای انجام وظایف با سرعت و دقت زیاد دارند و این موضوع در نهایت به کاهش بهره‌وری منجر می‌شود. یافته‌های این بخش با پژوهش Robertson و همکاران [۱۹]، امید [۲۸]، Karwowski [۲۹] و Bongers و همکاران [۳۱، ۳۲] همسو است که نشان داد طراحی مناسب محیط کار و کاهش فشارهای جسمانی،

بهره‌وری ( $r = -0.47$ )، کارایی ( $r = -0.41$ )، کیفیت انجام وظایف ( $r = -0.39$ )، تعهد به اهداف ( $r = -0.45$ ) و مدیریت زمان ( $r = -0.36$ ) - کاهش می‌یابد. همچنین، همبستگی بین ابعاد بهره‌وری مثبت و قوی است، به گونه‌ای که بهره‌وری با کارایی ( $r = 0.84$ )، کیفیت ( $r = 0.79$ )، تعهد ( $r = 0.86$ ) و مدیریت زمان ( $r = 0.71$ ) همبستگی دارد و نشان‌دهنده ارتباط نزدیک بین ابعاد مختلف بهره‌وری است.

**جدول ۳.** تحلیل رگرسیون چندمتغیره اثر طراحی محیط کار دیجیتال و ابزارهای هوشمند در سلامت اسکلتی - عضلانی و بهره‌وری

متغیر مستقل	متغیر وابسته	$\beta$	t	p
طراحی محیط کار دیجیتال و ابزارهای هوشمند	سلامت اسکلتی - عضلانی	-0.52	-4.25	<0.05
	بهره‌وری	0.46	0.98	<0.05

جدول ۳ ضریب منفی برای سلامت اسکلتی - عضلانی را نشان می‌دهد که طراحی ارگونومیک و استفاده از ابزارهای هوشمند موجب کاهش مشکلات اسکلتی - عضلانی می‌شود ( $r = -0.52$ ). ضریب مثبت برای بهره‌وری نشان‌دهنده افزایش عملکرد کارکنان با استفاده از ابزارهای هوشمند است ( $r = 0.46$ ).

**جدول ۴.** مقایسه میانگین سلامت اسکلتی - عضلانی و بهره‌وری بین دو گروه کارکنان

گروه کارکنان	سلامت اسکلتی - عضلانی (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	بهره‌وری (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	t	p
استفاده از ابزارهای استاندارد و هوشمند	$36/77 \pm 10/14$	$82/58 \pm 11/94$	4.32	<0.05
استفاده از ابزارهای غیراستاندارد	$35/45 \pm 9/81$	$81/47 \pm 9/13$	3.98	<0.05

مطابق با جدول ۴، میانگین سلامت اسکلتی - عضلانی در گروه استفاده‌کننده از ابزارهای استاندارد کمتر ( $36/77 \pm 10/14$ ) و میانگین بهره‌وری بیشتر ( $82/58 \pm 11/94$ ) است که تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار است.

## بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی آثار طراحی محیط کار دیجیتال و استفاده از ابزارهای هوشمند در سلامت اسکلتی - عضلانی و بهره‌وری کارکنان در محیط‌های اداری مدرن انجام شد. یافته‌ها نشان دادند که

که کارکنان سلامت جسمی و روانی مطلوبی داشته باشند. تبیین این یافته را می‌توان براساس نظریه سرمایه انسانی ارائه داد؛ کارکنانی که از نظر جسمی سالم‌ترند، احساس تعلق بیشتری به سازمان پیدا می‌کنند و تلاش مضاعفی برای تحقق اهداف سازمان به کار می‌بندند. همچنین در رابطه سلامت اسکلتی - عضلانی و مدیریت زمان، نتایج نشان داد کارکنانی که مشکلات جسمانی کمتری دارند، قادرند زمان خود را به شکل مؤثرتری مدیریت کنند و وظایف را براساس برنامه زمان‌بندی‌شده به انجام برسانند. سلامت جسمی کارکنان با مهارت‌های مدیریت زمان رابطه مستقیم دارد. تبیین این یافته چنین است که مشکلات جسمانی علاوه بر کاهش توان فیزیکی، موجب افزایش غیبت‌های کاری، خستگی زودرس و کاهش تمرکز می‌شود و در نتیجه، توانایی کارکنان برای مدیریت مؤثر زمان محدود می‌شود.

### نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر به روشنی نشان دادند که سلامت اسکلتی - عضلانی و شرایط محیط کار در سطح بهره‌وری کارکنان نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند. روابط معنادار و منفی میان مشکلات اسکلتی - عضلانی با ابعاد بهره‌وری (کارایی، کیفیت انجام وظایف، تعهد به اهداف و مدیریت زمان) حاکی از آن است که هرگونه اختلال در وضعیت جسمانی کارکنان می‌تواند کارکردهای سازمانی را به شدت تضعیف کند. از سوی دیگر، نتایج رگرسیون و مقایسه میانگین‌ها تأیید کرد که طراحی مناسب محیط کار دیجیتال و به‌کارگیری ابزارهای هوشمند، می‌تواند به‌عنوان راهکار مؤثری برای ارتقای سلامت جسمی و بهبود بهره‌وری کارکنان عمل کند. به بیان دیگر، سازمان‌ها می‌توانند با سرمایه‌گذاری در حوزه ارگونومی و فناوری‌های نوین، شرایطی فراهم کنند که هم به سلامت کارکنان کمک شود و هم بهره‌وری سازمان ارتقا یابد.

نتایج این پژوهش برای مدیران منابع انسانی و سیاست‌گذاران سازمانی اهمیت عملی فراوان دارد. نخست آنکه نشان می‌دهد سلامت جسمی کارکنان نباید به‌عنوان موضوعی فردی تلقی شود، بلکه عاملی سازمانی و مؤثر در بهره‌وری کل سازمان است. بنابراین، توجه به اصول ارگونومی در طراحی محیط‌های کار، استفاده از تجهیزات استاندارد و دیجیتال، آموزش کارکنان در زمینه پیشگیری از مشکلات اسکلتی - عضلانی و پایش مستمر وضعیت سلامت آنان می‌تواند به عنوان بخشی از استراتژی کلان منابع انسانی مدنظر قرار گیرد. دوم اینکه یافته‌ها نشان می‌دهد بهبود سلامت کارکنان نه تنها کیفیت و کارایی آنان را افزایش می‌دهد، بلکه تعهد به اهداف و مدیریت زمان را نیز تقویت می‌کند. از این‌رو، سرمایه‌گذاری در سلامت کارکنان نوعی سرمایه‌گذاری بلندمدت در بهره‌وری سازمانی است.

پژوهش حاضر نیز همانند هر تحقیق علمی دیگری با محدودیت‌هایی همراه بوده است. نخستین محدودیت مربوط به حجم نمونه است که صرفاً شامل تعداد محدودی از سازمان‌ها بوده و ممکن است تعمیم نتایج به سازمان‌های دیگر با احتیاط بیشتری صورت گیرد. دوم، ابزارهای پژوهش براساس پرسش‌نامه‌های خودگزارشی تکمیل

کارایی و بازدهی کاری را بهبود می‌بخشد. تبیین این یافته را می‌توان در چهارچوب نظریه فشار شغلی ارائه داد؛ بدین معنا که مشکلات جسمانی نوعی عامل استرس‌زا به شمار می‌رود و توانایی فرد را برای تمرکز بر وظایف شغلی کاهش می‌دهد. این یافته‌ها را می‌توان در چهارچوب نظریه فشار شغلی تبیین کرد. براساس این نظریه، فشارهای فیزیکی و جسمانی نوعی تنش شغلی به شمار می‌آیند که منابع روانی فرد را مصرف و توانایی او را برای انجام وظایف شغلی بهینه محدود می‌کنند. در نتیجه، حفظ سلامت اسکلتی - عضلانی کارکنان و طراحی محیط کار ارگونومیک، نه تنها به کاهش فشارهای جسمانی کمک می‌کند، بلکه از طریق بهبود توانایی تمرکز و دقت در انجام وظایف، کارایی اختصاص و بهره‌وری کلی سازمان را ارتقا می‌دهد. بنابراین، این نتایج تأکید می‌کنند که سلامت جسمانی کارکنان و طراحی محیط کار بهینه، عوامل کلیدی و تعیین‌کننده‌ای در دستیابی به عملکرد بالا و بهبود بازدهی کاری هستند. سازمان‌ها با سرمایه‌گذاری در محیط‌های کاری ارگونومیک و فناوری‌های حمایت‌کننده سلامت، می‌توانند هم رفاه کارکنان را افزایش دهند و هم شاخص‌های کلیدی عملکرد سازمانی را بهبود بخشند.

یافته دیگر پژوهش مبنی بر وجود رابطه سلامت اسکلتی - عضلانی با کیفیت انجام وظایف نیز تأیید شد. نتایج نشان داد افرادی که از دردها و ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی رنج می‌برند، در انجام وظایف شغلی خود کیفیت پایین‌تری ارائه می‌دهند. این یافته با تحقیق Bagga و Yang [4] و محمدجانی و همکاران [26] همسو است که بیان می‌کنند مشکلات اسکلتی - عضلانی علاوه بر کاهش توان فیزیکی، در دقت و کیفیت فعالیت‌های کاری نیز اثر منفی می‌گذارد. تبیین نظری این نتیجه آن است که کاهش سلامت جسمانی بر توانایی تمرکز و توجه کارکنان اثرگذار است و همین موضوع خطاهای کاری را افزایش و کیفیت خدمات یا محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تبیین نظری این یافته را می‌توان از طریق نظریه محدودیت منابع شناختی ارائه کرد. براساس این چارچوب، درد و ناراحتی جسمانی موجب مصرف منابع شناختی فرد می‌شوند و توانایی تمرکز و توجه را کاهش می‌دهند. کاهش تمرکز و توجه در نهایت به افزایش خطاهای کاری و کاهش کیفیت خدمات یا محصولات منجر می‌شود. به بیان دیگر، سلامت جسمانی کارکنان به‌عنوان پیش‌نیاز برای حفظ دقت، کیفیت و کارآمدی در انجام وظایف شغلی تلقی می‌شود و بی‌توجهی به آن در عملکرد سازمانی تأثیر مستقیم دارد. این یافته‌ها بر اهمیت طراحی محیط کار ارگونومیک و بهره‌گیری از ابزارهای هوشمند برای کاهش فشارهای جسمانی تأکید می‌کنند و نشان می‌دهند که بهبود وضعیت سلامت اسکلتی - عضلانی کارکنان، علاوه بر ارتقای رفاه فردی، کیفیت خروجی‌های شغلی و بهره‌وری کلی سازمان را نیز افزایش می‌دهد.

در زمینه وجود رابطه منفی بین سلامت اسکلتی - عضلانی و تعهد به اهداف سازمانی، یافته‌ها نشان داد کارکنانی که سلامت جسمانی بهتری دارند، به اهداف و وظایف سازمانی تعهد بیشتری نشان می‌دهند. بهره‌وری و تعهد سازمانی زمانی به حداکثر می‌رسد

صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

### تضاد منافع

در پژوهش حاضر هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

### ملاحظات اخلاقی

تمامی مراحل پژوهش با رعایت اصول اخلاقی انجام شد. هدف و ماهیت پژوهش برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و رضایت آگاهانه آن‌ها قبل از تکمیل پرسش‌نامه‌ها دریافت شد. اطلاعات جمع‌آوری شده به صورت محرمانه نگهداری و تنها برای اهداف پژوهش استفاده شد. همچنین پژوهش مطابق با اصول اخلاق پژوهش انسانی و دستورالعمل‌های کمیته اخلاق دانشگاه انجام شد. اختیاری بودن شرکت در پژوهش، حق خروج از پژوهش و بدون ضرر بودن پژوهش از اصول اخلاقی رعایت شده در این پژوهش بود.

### حمایت مالی

این پژوهش با هزینه شخصی نگارنده انجام شده است.

شدند و امکان وجود سوگیری پاسخ‌دهندگان وجود دارد. سوم، متغیرهای دیگری نظیر فشار روانی، سبک رهبری مدیران، یا فرهنگ سازمانی، که می‌توانند در بهروری تأثیرگذار باشند، در این پژوهش بررسی نشدند. با توجه به محدودیت‌های ذکر شده، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی جامعه آماری گسترده‌تر و متنوع‌تری، شامل کارکنان سازمان‌های دولتی و خصوصی، بررسی شود تا امکان تعمیم‌پذیری نتایج افزایش یابد. همچنین، استفاده از روش‌های ترکیبی (پرسش‌نامه، مشاهده مستقیم، داده‌های فیزیولوژیک و مصاحبه‌های عمیق) می‌تواند به افزایش اعتبار یافته‌ها کمک کند. بررسی نقش واسطه‌ای یا تعدیلگر متغیرهایی مانند استرس شغلی، رضایت شغلی یا فرهنگ سازمانی نیز می‌تواند ابعاد جدیدی از رابطه بین سلامت جسمی و بهروری را روشن کند. علاوه بر این، اجرای مداخلات عملی همچون آموزش‌های ارگونومیک، طراحی مجدد ایستگاه‌های کاری و استفاده از فناوری‌های نوین و سپس ارزیابی اثر آن‌ها در بهروری، می‌تواند مسیر کاربردی‌تری برای تحقیقات آینده فراهم آورد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی کارکنانی که در پژوهش شرکت کردند،

## REFERENCES

- Zadem A, Chettouh S, Saadi S. The role of ergonomics and workplace design in enhancing employee well-being. *J Prev Ergon*. 2024;18(2):43. [DOI: [10.1159/000540748](https://doi.org/10.1159/000540748)]
- Rupera P. Mobile workstation to put end to street cobblers' misery. *Times of India*. 2025. [Link]
- Hasiwar D, Gruber A, Dragschitz C, Ivkic I. Towards a cloud-based smart office solution for shared workplace individualization. *SciTePress*. 2024;1:367-74. [DOI: [10.5220/0012739000003711](https://doi.org/10.5220/0012739000003711)]
- Bagga E, Yang A. Real-time posture monitoring and risk assessment for manual lifting tasks using MediaPipe and LSTM. *ACM*. 2024. [DOI: [10.48550/arXiv.2408.12796](https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.12796)]
- Shuaibu H, Saleh MA. Impact of workplace design on employee well-being and productivity. *Front Manag Soc Sci*. 2025;1(1):55-63. [DOI: [10.63725/fmss.v1i1.05](https://doi.org/10.63725/fmss.v1i1.05)]
- Daneshmandi H. The effect of musculoskeletal problems on fatigue and productivity among office personnel. *J Prev Med Hyg*. 2017;59(1):1-7. [DOI: [10.1539/joh.16-0227-OA](https://doi.org/10.1539/joh.16-0227-OA)] [PMID]
- Mahmud N, Kenny DT, Md Zein R, Hassan SN. Ergonomic Training Reduces Musculoskeletal Disorders among Office Workers: Results from the 6-Month Follow-Up. *Malays J Med Sci*. 2011;18(2):16-26. [PMID]
- Mugisha KE. Innovations in ergonomic design: Enhancing workplace safety. *Res Output J Eng Sci Res*. 2025;4(2):44-51. [DOI: [10.59298/ROJESR/2025/4.2.4451](https://doi.org/10.59298/ROJESR/2025/4.2.4451)]
- Puspita RA. The influence of digital technology on human resource management practice. *Manag Stud Bus J*. 2024;1(1):108-15. [DOI: [10.62207/4d99e676](https://doi.org/10.62207/4d99e676)]
- Chinedu OO, Henry AT, Nene JJ, Okwudili JD. Work-related musculoskeletal disorders among office workers in higher education institutions: A cross-sectional study. *Ethiop J Health Sci*. 2020;30(5). [DOI: [10.4314/ejhs.v30i5.10](https://doi.org/10.4314/ejhs.v30i5.10)] [PMID]
- Moghaddamnia MT, Shahrestanaki YA, Maroufizadeh S, Ghanbari Nikoo R, Pourvakhshoori N. Musculoskeletal disorders of emergency medical services personnel and their associations with job content: A cross-sectional study. *J Health Emerg Disasters Q*. 2025;10(3):153-66. [DOI: [10.32598/hdq.10.3.55.2](https://doi.org/10.32598/hdq.10.3.55.2)]
- Milaković M, Koren H, Bradvica-Kelava K, Bubaš M, Nakić J, Jeličić P, Bucić L, Bekavac B, Čvrlićak J, Capak M. Telework-related risk factors for musculoskeletal disorders. *Front Public Health*. 2023;11:1155745. [DOI: [10.3389/fpubh.2023.1155745](https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1155745)] [PMID]
- Demissie B, Bayih ET, Demmelash AA. A systematic review of work-related musculoskeletal disorders and risk factors among computer users. *Heliyon*. 2024;10(3):e25075. [DOI: [10.1016/j.heliyon.2024.e25075](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25075)] [PMID]
- Krishnan KS, Raju G, Shawkataly O. Prevalence of work-related musculoskeletal disorders: Psychological and physical risk factors. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(17):9361. [DOI: [10.3390/ijerph18179361](https://doi.org/10.3390/ijerph18179361)] [PMID]
- Maiti A, Ye A, Schmidt M, Pedersen S. A privacy-preserving desk sensor for monitoring healthy movement breaks in smart office environments with the internet of things. *Sensors*. 2023;23(4):2229. [DOI: [10.3390/s23042229](https://doi.org/10.3390/s23042229)] [PMID]
- Indra B, Palmutra V, Setyawan FA. Effectiveness of digital interventions in reducing occupational stress: a systematic review. *Port J Public Health*. 2024;42(3):252-65. [DOI: [10.1159/000540748](https://doi.org/10.1159/000540748)] [PMID]
- Flor-Unda O, Larrea-Araujo C, Arcos-Reina R, Bohórquez N, Andino W, Rosero H, et al. Technologies for reducing musculoskeletal disorders in nursing workers: A scoping review. *Technologies*. 2025;13(9):378. [DOI: [10.3390/technologies13090378](https://doi.org/10.3390/technologies13090378)]
- Ou YK, Liu Y, Chang YP, Lee BO. Relationship between musculoskeletal disorders and work performance of nursing staff: A comparison of hospital nursing departments. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(13):7085. [DOI: [10.3390/ijerph18137085](https://doi.org/10.3390/ijerph18137085)] [PMID]
- Robertson MM, Amick BC 3rd, DeRango KA, Rooney TP, Bazzani L, Harrist R, et al. Effect of an office ergonomics training and chair intervention on worker knowledge, behavior, and musculoskeletal risk. *Appl Ergon*. 2009;40(1):124-35. [DOI: [10.1016/j.apergo.2007.12.009](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2007.12.009)] [PMID]
- Voordt Tvander, Jensen PA. The impact of healthy workplaces on employee satisfaction, productivity and costs. *J Corp Real Estate*. 2023;25(1):29-49. [DOI: [10.1108/JCRE-03-2021-0012](https://doi.org/10.1108/JCRE-03-2021-0012)]
- Weiner Santos W, Rojas C, Isidoro R, Lorente A, Dias A, Mariscal G, Benlloch M, Lorente R. Efficacy of ergonomic interventions on work-related musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*.

- 2025;14(9):3034. [DOI: [10.3390/jcm14093034](https://doi.org/10.3390/jcm14093034)] [PMID]
22. Sprenger JA, Hill JC, Dunn KM. Development and initial validation of the Musculoskeletal Health Questionnaire (MSK-HQ). *BMJ Open*. 2016;6(8), e012331.
23. Hoffman BJ, Jones C. Employee productivity scale: Development and validation. *Hum Resour Manag Rev*. 1996;6(3):173-95.
24. Hoffman M, Tadelis S. People management skills, employee attrition, and manager rewards: an empirical analysis. 2018. [DOI: [10.2139/ssrn.3094576](https://doi.org/10.2139/ssrn.3094576)]
25. Faraghati F, Asadollahzadeh M J, Hasani M. Ergonomic risk assessment and prevalence of musculoskeletal disorders among urban train operators in Mashhad, Iran: A study based on the rapid entire Body assessment (REBA) method. *Iran J Ergon*. 2025;13(1):38-47. [DOI: [10.32592/IJE.13.1.38](https://doi.org/10.32592/IJE.13.1.38)]
26. Mohammadjani Kumeleh S, Rashidi M A, Akbari A. Evaluation of musculoskeletal disorders, mental workload, general health, and occupational stress among office employees. *Iran J Ergon*. 2025;12(4):313-323. [DOI: [10.32592/IJE.12.4.313](https://doi.org/10.32592/IJE.12.4.313)]
27. Maleki Roveshti M, Raei M, Valipour F. The Impact of Musculoskeletal Disorders and Occupational Risk Factors on the Physical Status of Iranian Healthcare Workers: A Systematic Review. *Iran J Ergon*. 2023;11(2):137-147. [DOI: [10.32592/IJE.11.2.137](https://doi.org/10.32592/IJE.11.2.137)]
28. Omidi M R, Omidi N, Meftahi H, Panahi M. Determining the effect of ergonomic principles of the work environment on the burnout of employees of Ilam petrochemical company with the role of safety culture moderator. *Iran J Ergon*. 2023;10(4):259-266. [DOI: [10.32592/IJE.10.4.259](https://doi.org/10.32592/IJE.10.4.259)]
29. Karwowski W. Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*. 2005;48(5):436-63. [DOI: [10.1080/00140130400029167](https://doi.org/10.1080/00140130400029167)]
30. Nurmi N, Hinds PJ. Work design for global professionals: Connectivity demands, connectivity behaviors, and their effects on psychological and behavioral outcomes. *Organ Stud*. 2020;41(4):1697-724. [DOI: [10.1108/IITP-03-2019-0132](https://doi.org/10.1108/IITP-03-2019-0132)]
31. Bongers PM, Ijmker S, van den Heuvel S, Blatter BM. Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (part II). *J of Occup Rehabil*. 2006;16(3):272-95. [DOI: [10.1007/s10926-006-9044-1](https://doi.org/10.1007/s10926-006-9044-1)] [PMID]
32. Bongers PM, Kremer AM, Laak JT. Are psychosocial factors, risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow, or hand/wrist?: A review of the epidemiological literature. *Am J Ind Med*. 2002;41(5):315-42. [DOI: [10.1002/ajim.10050](https://doi.org/10.1002/ajim.10050)] [PMID].