Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 7, Issue 3, Autumn 2020, Pages: 64-70

Original Article

doi: 10.52547/johe.7.3.64

Simulation of Ergonomic Interventions in a Color Spray Station using CATIA Software: A Case Study

Mohamad Babamiri[1], Neda Mahdavi[2], Shiva Soury[3,*], Mohsen Yazdani Aval[3], Mohamadjavad Golhoseini[3], Majid Motamedzadeh[4]

[1] *Assistant Professor, Health Sciences Research Center, Department of Ergonomics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[2] *PhD Candidate in Ergonomy, Department of Ergonomics, Student Research Committee, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[3] *PhD Candidate in Occupational Health, Department of Occupational Health Engineering, Student Research Committee, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[4] *Professor, Department of Occupational Health Engineering, Health Sciences and Occupational Saftey Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Shiva Soury, Department of Occupational Health Engineering, Health Sciences and Occupational Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: ssoury93@gmail.com*

Received: 08/06/2020
Accepted: 29/07/2020

How to Cite this Article:
Babamiri M, Mahdavi N, Soury S, Yazdani Aval M, Golhoseini M, Motamedzadeh M. Simulation of Ergonomic Interventions in a Color Spray Station using CATIA Software: A Case Study. *J Occup Hyg Eng*. 2020; 7(3): 64-70. DOI: 10.52547/johe.7.3.64

Abstract

Background and Objective: The most logical decision to take into account when manufacturing a device is the application of the ergonomic principles in the design stage. One of the main goals of computer application in ergonomics is to develop a tool that allows the product to be evaluated at the beginning of the design process. This study aimed to evaluate the ergonomics of a powder paint spraying station and present a new design using Computer Aided Three-dimensional Interactive Application (CATIA) software.

Materials and Methods: This study was conducted on a paint spraying unit at a home appliance manufacturing factory. The digital model of the posture with the most deviation from the normal posture was simulated in the CATIA software. After evaluation by the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method, the biomechanical analysis was performed on the human model. Finally, based on the results of the RULA, ergonomic interventions were performed in the software, and the new workstation was re-evaluated in this study.

Results: The final score of evaluating the color spray posture showed that the posture was at level four. This indicated the necessity of corrective measures and immediate changes. In this posture, the position of the forearm, muscles, wrists, arms, legs, upper body, and neck was inappropriate. Proposed interventions included the change of seat design and the weight adjustment of the spray gun.

Conclusion: The results show that musculoskeletal problems can be significantly resolved by focusing on the organs that are under pressure and providing an ergonomic design prepared by CATIA software to reduce the pressure.

Keywords: CATIA; Ergonomic Interventions; RULA; Seat Design

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.3.64]

Copyright © 2020 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

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.7.3.64

شبیه‌سازی مداخلات ارگونومی در ایستگاه پاشش رنگ با نرم‌افزار کتیا (مطالعه موردی)

محمد بابامیری [۱]، ندا مهدوی [۲]، شیوا سوری [۳*]، محسن یزدانی [۳]، محمدجواد گلحسینی [۳]، مجید معتمدزاده [۴]

[۱] استادیار، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۲] دانشجوی دکتری ارگونومی، گروه ارگونومی، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۳] دانشجوی دکتری بهداشت حرفه‌ای، گروه بهداشت حرفه‌ای، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۴] استاد، گروه بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** شیوا سوری، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ایمیل: ssoury93@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۰۸

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: منطقی‌ترین تصمیم حین ساخت یک وسیله، به‌کارگیری اصول ارگونومی در مرحله طراحی است. یکی از اهداف اصلی کاربرد رایانه در ارگونومی، توسعه ابزاری است که امکان ارزیابی محصول را در ابتدای مراحل طراحی فراهم می‌کند. هدف از انجام این مطالعه بررسی ارگونومیک یک ایستگاه پاشش رنگ پودری و ارائه طراحی جدید با استفاده از نرم‌افزار CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در واحد پاشش رنگ کارخانه تولید لوازم خانگی انجام شد. مدل دیجیتالی پوسچر با بیشترین انحراف از حالت طبیعی در نرم‌افزار CATIA شبیه‌سازی شد. درنهایت با توجه به نتایج حاصل از بررسی RULA (Rapid Upper Limb Assessment) مداخلات ارگونومیک در محیط نرم‌افزار اجرا و پست کاری جدید مجدد ارزیابی شد.

یافته‌ها: امتیاز نهایی ارزیابی پوسچر پاشش رنگ نشان داد این پوسچر در سطح اقدامات اصلاحی ۴ قرار دارد و تغییرات فوری لازم است. در این پوسچر وضعیت ساعد، عضلات، مچ، بازو، پا، بالاتنه و گردن نامناسب بود. مداخلات پیشنهادی شامل طراحی صندلی و تعدیل وزن تفنگ پاشش رنگ بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد با تمرکز بر اندام‌های تحت فشار و ارائه طرحی ارگونومیک با هدف کاهش فشار با نرم‌افزار کتیا، می‌توان مشکلات اسکلتی-عضلانی را در حد قابل‌توجهی برطرف کرد.

واژگان کلیدی: رولا؛ طراحی صندلی؛ کتیا؛ مداخلات ارگونومیک

مقدمه

ارگونومی علم مطالعه تعامل بین انسان، ماشین و محیط است. هدف اصلی ارگونومی برقراری تناسب بین توانمندی‌ها و محدودیت‌های انسان و ویژگی‌های ابزار، ماشین‌آلات و محیط است [۱]. دلایل مختلفی برای معطوف‌ساختن توجه کارفرمایان به بهبود شرایط ارگونومیک در محیط کار وجود دارد که ازجمله آن‌ها می‌توان به ارتقای ایمنی، سلامتی و آسایش کارگران، بهبود ارائه خدمات به مشتریان، کاهش میزان غیبت ناشی از کار، کاهش روزهای کاری ازدست‌رفته، ارتقای کیفیت زندگی و کاهش شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی اشاره کرد [۲].

اختلالات اسکلتی-عضلانی به آسیب‌ها و اختلالات ایجادشده در عضلات، تاندون‌ها، لیگامان‌ها، مفاصل و دیسک‌های بین‌مهره‌ای اطلاق می‌شود؛ به شرطی که سرخوردن، سکندری‌خوردن، سقوط یا موارد مشابه نقشی در آن نداشته باشد.

برخی گزارش‌ها نشان می‌دهند بیش از ۵۰ درصد از کارکنان صنایع به اختلالات اسکلتی-عضلانی دچار هستند [۳، ۴]. این اختلالات در سراسر جهان بسیار شایع است و هزینه‌های مالی (مستقیم و غیرمستقیم) و اجتماعی فراوانی به کشورها وارد می‌کند [۵]؛ برای مثال این اختلالات به‌تنهایی عامل یک‌سوم از آسیب‌های شغلی سالیانه در آمریکاست [۶]. اختلالات اسکلتی-عضلانی به‌تنهایی اصلی‌ترین علت غیبت‌های شغلی در کشورهای غرب اروپاست [۷]. تبعات دیگر آن مانند کاهش بهره‌وری و هزینه‌های اجتماعی است [۸-۱۰]. ۲ درصد از هزینه‌های ناخالص ملی در کشورهای اروپایی صرف اختلالات اسکلتی-عضلانی می‌شود [۱۱].

در کره جنوبی، تعداد موارد اختلالات اسکلتی-عضلانی در سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ به ترتیب برابر با ۶۸، ۷۴ و ۷۷

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.3.64]

درصد از بیماری‌های شغلی غیرکشنده بوده است [۱۳، ۱۲]. بر اساس قوانین داخلی و بین‌المللی، میزان مواجهه کارکنان با ریسک فاکتورهای ارگونومی و اختلالات اسکلتی-عضلانی باید مدیریت شود [۱۵، ۱۴]. این در حالی است که با مداخلات ساده و کم‌هزینه ارگونومی می‌توان شیوع این اختلالات در محیط کار و پیامدهای ناشی از آن را به میزان قابل‌توجهی کاهش داد [۱۸-۱۶].

منطقی‌ترین تصمیم حین ساخت یک وسیله یا پیاده‌سازی یک مداخله بهبودی، به‌کارگیری اصول ارگونومی در مرحله طراحی است. یکی از اهداف اصلی کاربرد رایانه در ارگونومی، توسعه ابزاری است که امکان ارزیابی محصول را در ابتدای مراحل طراحی فراهم کند [۱۹]. Gonen و همکاران معتقدند یکی از مسیرهای دستیابی به مداخلات ارگونومیک اثربخش، تلفیق علم ارگونومی با علم طراحی صنعتی است [۲۰]. با استفاده از این راهکار عملکردی می‌توان به بهبود شرایط کار و افزایش راندمان تولید کمک شایانی کرد [۲۰]. در همین راستا نتایج مطالعات روی ایستگاه‌های کاری در صنایع مختلف نشان داده است طراحی مجدد و پیاده‌سازی مداخلات اصلاحی در ایستگاه‌های کاری، بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی کارگران را کاهش می‌دهد [۱۶]. رویکرد شبیه‌سازی مداخلات که با مدل‌سازی انسان در محیط کار اخیراً بسیار موردتوجه قرار گرفته است، ازجمله رویکردهای کنشی است که امکان‌پذیری یک مداخله را قبل از پیاده‌سازی بررسی می‌کند. نرم‌افزارهای شبیه‌ساز متعددی وجود دارد که با توجه به هدف مطالعه و نوع مداخله می‌توان (به‌شرط دسترسی) از آن‌ها استفاده کرد. نرم‌افزارهای 3D SSPP، JACK، Deneb/ERGO، RAMSIS، DELMIA human ازجمله این نرم‌افزارهای شبیه‌ساز هستند [۲۱]. نرم‌افزار کتیا (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) یکی از پرکاربردترین برنامه‌های شبیه‌سازی است که از ابزارهای ارگونومی نیز بهره می‌برد [۲۴-۲۲، ۲۰].

اختلالات اسکلتی-عضلانی یکی از بزرگ‌ترین مشکلات سلامتی در مشاغل فیزیکی به‌خصوص مشاغلی است که وظایف دستی دارند. در بسیاری از صنایع، رنگ‌آمیزی دستی قطعات، یک وظیفه دستی اجتناب‌ناپذیر است که فرد را در مواجهه با ریسک فاکتورهای ارگونومیک متعددی قرار می‌دهد. ریسک فاکتورهای ارگونومیک این وظیفه شامل پوسچر نامناسب در اندام فوقانی و گردن و تنه، اعمال نیروی ناشی از نگه‌داشتن وزن تفنگ اسپری رنگ در دست، زمان طولانی اجرای وظایف کاری چنگش دسته آن در طولانی‌مدت و تکراری‌بودن وظیفه است. این ریسک فاکتورهای تهدیدکننده، فشار و تنش عضلانی را به انگشتان، مچ دست و گردن افزایش می‌دهد [۲۵] و بدین ترتیب ریسک بیماری‌هایی همچون سندرم تونل کارپال را در فرد بالا می‌برد [۲۶]. آمارهای بین‌المللی بی‌شماری وجود دارند که نشان می‌دهند کارکنان درگیر در مشاغل دستی (Manual Tasks)، اختلالات اسکلتی-عضلانی زیادی را تجربه می‌کنند [۲۹-۲۷]؛ برای مثال ۴۰ درصد از شکایات کارگری در کشور استرالیا به آسیب‌های اسکلتی-عضلانی ناشی از وظایف دستی مربوط است [۳۰].

در این مطالعه با شبیه‌سازی ایستگاه کاری کارگر حین رنگ‌آمیزی، با استفاده از امکانات نرم‌افزار کتیا ارزیابی‌های ارگونومیکی انجام شد. پس از یافتن اندام‌های با ریسک زیاد، مداخلات پیشنهادی شبیه‌سازی و نواحی تحت ریسک مجدداً بررسی شد. از توانمندی‌های برجسته این نرم‌افزار می‌توان پرورش خلاقیت و نوآوری، ارتباط مستقیم بین طرح سه‌بعدی مجازی با محصول واقعی و کاهش حلقه‌های طراحی و ساخت را نام برد. این نرم‌افزار به‌تازگی وارد علم ارگونومی شده است و می‌توان اثربخشی اصلاحات انجام‌شده را قبل از ساخت نهایی پست کاری سنجید. هدف از این مطالعه بررسی توانایی‌های نرم‌افزار کتیا در ارزیابی و اصلاح شرایط ارگونومیک کارگر مسئول رنگ‌آمیزی بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در واحد پاشش رنگ یک کارخانه تولید لوازم خانگی انجام شد. در این کارخانه تجهیزات و لوازم خانگی همچون جاروبرقی، پنکه و سایر لوازم آشپزخانه تولید می‌شود. به دلیل تنوع اندازه قطعات، پوسچرهای کارگران در خط رنگ نیز متفاوت بود. بعد از بازدید از واحد خط رنگ و عکس‌برداری از پوسچرهای مختلف، مصاحبه با کارگران، پوسچر با بیشترین انحراف از حالت طبیعی انتخاب شد. ۶ کارگر با میانگین سنی ۲ ±۲۸ سال در این واحد در سه شیفت مشغول به کار بودند. سپس مدل دیجیتالی پوسچر فرد در نرم‌افزار کتیا نسخه V5R20 شبیه‌سازی شد.

کتیا یک نرم‌افزار طراحی با کامپیوتر است که در صنایع مختلف نظیر خودروسازی، هوافضا، لوازم خانگی، عمران، مکانیک دریایی و ... کاربرد فراوانی دارد [۳۴-۳۱]. با این نرم‌افزار می‌توان از چگونگی برهم‌کنش یک انسان با اشیا و محیط واقعی آگاه شد و تأثیر نحوه بلندکردن، پایین‌گذاشتن، هل‌دادن، کشیدن و حمل اشیا بر سلامتی و کارایی افراد را بررسی کرد. همچنین وضعیت‌های بدنی مختلف مانند ایستادن، نشستن و حتی حرکات پیچیده قابل شبیه‌سازی است و طراح می‌تواند متغیرهای متعددی همچون بیشترین وزن قابل‌حمل توسط فرد را مشخص کند. نتیجه این تحلیل، پیش‌بینی کارایی و اطمینان از رعایت استانداردهای ارگونومی است [۲۰].

نرم‌افزار شبیه‌ساز کتیا بخش‌های مختلفی دارد. یکی از این بخش‌ها Ergonomics Design and Analysis است. این بخش چهار زیرشاخه دارد که عبارت‌اند از: ۱) Human Measurement Editor، ۲) Human Activity Analysis و ۳) Human Posture Analysis. در زیربخش Human Posture analysis با روش‌های ارزیابی ارگونومی متنوع، امکان مقایسه شرایط موجود با مداخله پیشنهادی امکان‌پذیر است. این روش‌ها شامل روش رولا (RULA: Rapid Upper Limb Assessment)، ارزیابی بیومکانیکی و حمل بار (بر اساس روش

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.3.64]

اسنوک) است.

در تحلیل ارگونومی پوسچر با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل رولا که از قابلیت‌های این نرم‌افزار است، قابل‌قبول‌بودن وضعیت بدنی یا نیاز به تصحیح آن تعیین می‌شود. در این تحلیل، کار استاتیک عضلات، تعداد حرکات، میزان نیرو، وضعیت بدنی و زمان کار در مقدار امتیاز نهایی مؤثر است. امتیاز نهایی بین ۱ تا ۷ است. در تحلیل رولا امتیاز ۱ تا ۲ نشانگر وضعیت بدنی قابل‌قبول در طولانی‌مدت است. امتیاز ۳ تا ۴ حکایت از ضرورت تحقیقات بیشتر برای پیاده‌سازی مداخلات دارد. امتیاز ۵ تا ۶ نیاز به انجام تغییر و امتیاز ۷ نیاز فوری به اعمال تغییر را نشان می‌دهد. نتیجه این تحلیل با استفاده از کدهای رنگی روی اعضای بدن مانکن کتیا (که بر اساس مشخصات آنتروپومتریکی و جمعیت‌شناختی استفاده می‌شود) نشان داده می‌شود.

علاوه‌براین، نتایج حاصل از تحلیل‌های بیومکانیکی (بارهای واردشده بر ستون فقرات، نیرو و گشتاور واردشده بر مفاصل) قبل و بعد از مداخله نیز در نرم‌افزار کتیا قابل دسترسی است. درنهایت با درنظرگرفتن نتایج حاصل از تحلیل پوسچر به روش رولا، طراح مداخلات ارگونومیک پیشنهادی را در محیط نرم‌افزار اجرا و مجدد ارزیابی کرد. چندین مداخله پیشنهادی شبیه‌سازی شدند و تحلیل‌های پوسچری با روش رولا روی آن‌ها انجام شد. درنهایت ایستگاه کاری که پوسچر فرد در آن قابل‌قبول بود، به‌عنوان ایستگاه کاری بهینه انتخاب شد. در اجرای مداخلات به محدودیت‌های فضایی و امکانات پیاده‌سازی طرح نیز توجه شد.

یافته‌ها

این مطالعه در واحد پاشش رنگ پودری انجام شد. تجزیه‌وتحلیل پوسچری در محیط نرم‌افزار شبیه‌سازی کتیا صورت گرفت. مداخلات ارگونومی در این محیط انجام و ایستگاه کاری جدید مجدد در این محیط تجزیه‌وتحلیل شد.

در این پست کاری (شکل ۱) کارگر روی صندلی غیرارگونومیک نشسته بود و به‌وسیله تفنگ، رنگ را روی قطعات پاشش می‌کرد. در مرحله اول مدل دیجیتالی پوسچر فرد حین اجرای وظیفه دستی پاشش رنگ در ایستگاه موجود در نرم‌افزار کتیا شبیه‌سازی شد. شکل واقعی پوسچر کارگر و مدل دیجیتالی در شکل ۱ نشان داده شده است.

همان‌گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود، صندلی کارگر تکیه‌گاه مناسبی برای کمر و آرنج ندارد و وزن پیستوله (حدود ۲/۵ کیلوگرم) که باید در طولانی‌مدت در حالتی استاتیک در دست نگه داشته شود، منجر به واردآمدن تنش و فشار به نواحی بازو، شانه، گردن و درنهایت نارضایتی کارگر شده است. همچنین نبود تکیه‌گاه مناسب برای پاها نیز مزید بر علت شده است.

امتیاز نهایی ارزیابی پوسچر پاشش رنگ پیش از مداخله و به روش رولا، ۷ و قرمزرنگ بود؛ یعنی بررسی و تغییرات فوری در پوسچر مدنظر لازم است. همچنین در این پوسچر، وضعیت ساعد، عضلات، مچ و بازو، پا، بالاتنه و گردن در سمت راست و چپ بدن قرمزرنگ بود (جدول ۱)؛ بنابراین، با درنظرگرفتن اصل کاهش



شکل ۱: پوسچر واقعی کارگر و مدل دیجیتالی در نرم‌افزار کتیا

جدول ۱: نتایج ارزیابی پوسچر به روش رولا در محیط کتیا (قبل و بعد از مداخله)

امتیاز نواحی بدنی	قبل از مداخله		پس از مداخله	
	سمت چپ بدن	سمت راست بدن	سمت چپ بدن	سمت راست بدن
بازو	۲	۳	۱	۱
ساعد	۳	۳	۱	۱
مچ	۴	۳	۲	۲
چرخش مچ	۱	۱	۱	۱
گروه A	۵	۴	۲	۲
میزان فعالیت عضلانی	۱	۱	۱	۱
نیرو	۲	۲	۰	۰
مچ و بازو	۸	۷	۳	۳
گردن	۴	۴	۱	۱
تنه	۲	۲	۱	۱
پا	۲	۲	۱	۲
گروه B	۶	۶	۱	۳
گردن، تنه و پا	۹	۹	۲	۴
امتیاز کل رولا	۷	۷	۳	۴

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.3.64]



شکل ۲: شبیه‌سازی ایستگاه کاری پیشنهادی در محیط کتیا

فشار روی اندام‌هایی که وضعیت قرمز داشتند و تنش‌های واردشده به آن‌ها که زیاد بود، ایستگاه کاری جدید طراحی و در محیط کتیا شبیه‌سازی شد (شکل ۲). مداخلات پیشنهادی برای ایستگاه کاری پاشش رنگ شامل موارد زیر بود:

۱. طراحی یک صندلی که حمایت مناسبی از بالاتنه، دست‌ها و پاها داشته باشد.

۲. تعدیل وزن تفنگ پاشش رنگ با استفاده از تعبیه بالانسر بالای سر کارگر به صورتی که منجر به کاهش تنش‌های واردشده به‌دست کارگر شود.

پس از شبیه‌سازی مداخله جدید، مجدداً پوسچر ارزیابی شد (روش رولا). نتایج حاصل از ارزیابی رولا برای پوسچر شبیه‌سازی‌شده (قبل و بعد از اجرای مداخله) برای سمت راست و چپ بدن در جدول ۱ آمده است.

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی پوسچر اپراتور واحد پاشش رنگ پودری در محیط نرم‌افزار کتیا با روش رولا و ارائه مداخلات ارگونومیک بود. با توجه به اینکه ایستگاه کاری بررسی‌شده در سطح اقدام اصلاحی ۴ قرار گرفت، به‌منظور پیشگیری از اختلالات اسکلتی-عضلانی و افزایش بازده کاری و ارتقای سلامت نیروی کار، مداخله ارگونومی طراحی شد و سطح ریسک آن به‌طور اثربخشی کاهش یافت.

مداخله ارگونومی پیشنهادی ابتدا در محیط نرم‌افزار کتیا ارزیابی شد تا در صورت داشتن قابلیت‌های مناسب، به‌صورت واقعی ساخته شود. نتایج بررسی پوسچر در حالت نشسته به روش رولا نشان داد شرایط بالاتنه در وضعیت نامناسب قرار دارد و علت شکایت کارگران از درد ناحیه کمر و گردن ناشی از طراحی نامناسب صندلی است. نتایج مطالعات متعددی که شیوع مشکلات اسکلتی-عضلانی را در پست‌های کاری نشسته انجام داده‌اند مؤید این موضوع است که این پوسچرها به‌عنوان ریسک فاکتور محسوب می‌شوند [۳۶، ۳۵]. با انجام مداخلات ارگونومی می‌توان بخش زیادی از مشکلات اسکلتی-عضلانی را کاهش داد [۳۷، ۱۷]. در مطالعه‌ای، از نرم‌افزار کتیا برای کاهش مشکلات اسکلتی-عضلانی کارکنان پست استفاده شد و نتایج نشان داد با این روش می‌توان جزئیات ایستگاه کار را قبل از ساخت ارزیابی کرد [۳۸].

تغییر زاویه در مفاصل مدل شبیه‌سازی‌شده در محیط نرم‌افزار نشان داد با حفظ عملکرد و حدود دسترسی می‌توان سطح ریسک را تا حد زیادی کاهش داد [۳۹]. همچنین درخصوص اصلاح ایستگاه کاری تحقیقات مشابهی انجام شده است [۴۰-۴۲]. Swinton و همکاران در مطالعه‌ای که به‌منظور ارزیابی اثربخشی مداخله ارگونومی در طراحی صندلی انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که سطح خطر پس از مداخله به‌صورت معنی‌داری کاهش یافته است [۴۳]. در مطالعه Gonen و همکاران میز مونتاژ در نرم‌افزار کتیا طراحی شد و بعد از ساخت آن به‌جای دو مونتاژکار، به یک نفر نیاز بود. درنتیجه زمان تولید ۶۰ درصد کاهش یافت و کارگر دوم می‌توانست در میز دیگری کار کند [۲۰].

طبق نتایج درج‌شده در پرونده معاینات پزشکی، بیشترین شکایات کارگران پاشش رنگ در ناحیه گردن و شانه بود که نتایج ارزیابی رولا نیز مؤید این موضوع بود و در سطح اقدام اصلاحی فوری قرار داشت. سطح خطر بعد از طراحی ایستگاه جدید به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در مطالعه اعتمادی‌نژاد و همکاران نیز با تغییر ایستگاه کاری خیاطی، مشکلات عضلات گردن و شانه برطرف شد [۴۴].

پیش‌بینی می‌شود با ساخت طرح جدید ایستگاه کاری، مشکلات اسکلتی-عضلانی کارگران شاغل در این واحد به‌طور قابل‌توجهی کاهش یابد؛ زیرا ارزیابی رولا برای طرح جدید نشان داد سطح اقدام اصلاحی به ۲ کاهش یافته است. پیشنهاد می‌شود بعد از ساخت، ایستگاه جدید از لحاظ کاهش مشکلات اسکلتی-عضلانی بررسی شود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد با تمرکز بر اندام‌های تحت فشار و ارائه طرحی ارگونومیک با هدف کاهش فشار به‌وسیله نرم‌افزار کتیا، می‌توان مشکلات اسکلتی-عضلانی را در حد قابل‌توجهی برطرف کرد. کتیا نرم‌افزاری است که تمامی فرایندهای یک مطالعه بررسی ارگونومی را از مرحله ارزیابی تا طراحی ایستگاه کاری جدید دربر می‌گیرد. این نرم‌افزار انواع مداخلات ارگونومی را با جزئیات و به‌طور دقیق مدیریت و کنترل می‌کند. همچنین قابلیت ارزیابی به روش رولا از ویژگی‌های مفید این نرم‌افزار است که به طراح کمک می‌کند پیش از ساخت، ایستگاه کاری را از لحاظ ارگونومی ارزیابی کند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان از کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی همدان برای حمایت مالی از این پژوهش تشکر و قدردانی می‌کنند.

تضاد منافع

نویسندگان اظهار می‌دارند که در پژوهش حاضر هیچ‌گونه

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.3.64]

تضاد منافعی بین نویسندگان و سایر سازمان‌ها وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

قبل از تهیه عکس، اهداف مطالعه برای شرکت‌کنندگان تشریح شد و آنان با آگاهی کامل و به‌طور داوطلبانه در این مطالعه مشارکت کردند.

سهم نویسندگان

در مطالعه حاضر محمد بابامیری، شیوا سوری و مجید معتمدزاده در مرحله طراحی پژوهش، ندا مهدوی در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، محسن یزدانی و محمدجواد گلحسینی در جمع‌آوری داده و محمد بابامیری، ندا مهدوی و شیوا سوری در نگارش و اصلاح مقاله مشارکت داشتند.

حمایت مالی

مطالعه حاضر بخشی از یک پروژه تحقیقاتی با شماره طرح ۹۷۰۲۲۵۹۳۶ است که از سوی کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی همدان پشتیبانی شده است.

REFERENCES

1. Grandjean E, Kroemer KH. Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics. Florida: CRC Press; 1997.
2. Parkes KR, Carnell S, Farmer E. Research report on musculoskeletal disorder, mental health and work environment. Health and safety executive. Oxford: University of Oxford; 2005.
3. Silverstein B, Adams D. Work-related musculoskeletal disorders of the neck, back, and upper extremity in Washington State, 1995–2003. Safety and Health Assessment and Research for Prevention (SHARP) Program. Olympia, WA: Washington State Department of Labor and Industries; 2005.
4. Jones JR, Huxtable CS, Hodgson JT. Self-reported work-related illness in 2004/05: Results from the Labour Force Survey. Merseyside: Health and Safety Executive, National Statistics; 2006.
5. Andersson G. The burden of musculoskeletal diseases in the United States: prevalence, societal and economic cost. Illinois: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2008.
6. BLS (Bureau of Labor Statistics). Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work, 2014. Washington (DC): US Department of Labor; 2015.
7. Murray CJ, Vos T, Lozano R, Naghavi M, Flaxman AD, Michaud C, et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2013;**380**(9859):2197-223. PMID: 23245608 DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61689-4
8. Choobineh A, Movahed M, Tabatabaie SH, Kumashiro M. Perceived demands and musculoskeletal disorders in operating room nurses of Shiraz city hospitals. *Ind Health*. 2010;**48**(1):74-84. PMID: 20160411 DOI: 10.2486/indhealth.48.74
9. Podniece Z, Heuvel S, Blatter B. Work-related musculoskeletal disorders: prevention report. Brussels, Belgium: European Agency for Safety and Health at Work; 2008.
10. Punnett L, Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;**14**(1):13-23. PMID: 14759746 DOI: 10.1016/j.jelekin.2003.09.015
11. Bevan S, Quadrello T, McGee R, Mahdon M, Vavrovsky A, Barham L. Fit for work? Musculoskeletal disorders in the European workforce. London: The Work Foundation; 2009.
12. Theorell T, Karasek RA. Current issues relating to psychosocial job strain and cardiovascular disease research. *J Occup Health Psychol*. 1996;**1**(1):9-26. PMID: 9547038 DOI: 10.1037//1076-8998.1.1.9
13. Park JK, Kim DS, Seo KB. Musculoskeletal disorder symptom features and control strategies in hospital workers. *J Ergon Soc Korea*. 2008;**27**(3):81-92. DOI: 10.5143/JESK.2008.27.081
14. Dul J, De Vlaming P, Munnik M. A review of ISO and CEN standards on ergonomics. *Int J Ind Ergon*. 1996;**17**(3):291-7. DOI: 10.1016/0169-8141(95)00068-2
15. Iran Occupational Exposure Limits (OEL). Center of excellence for occupational health. Hamedan: Daneshjoo; 2016.
16. Haydarimoghadam R, Motamedzade M, Faradmal J, Babamiri M, Moradi A. Ergonomics intervention for reduction of musculoskeletal disorders: a case study in a cement company. *J Occup Hyg Eng*. 2017;**3**(2):33-9.
17. Habibi E, Soury S. The effect of three ergonomics interventions on body posture and musculoskeletal disorders among stuff of Isfahan Province Gas Company. *J Educ Health Promot*. 2015;**4**:65. PMID: 26430692 DOI: 10.4103/2277-9531.162386
18. Habibi E, Soury S, Zadeh AH. Evaluation of accuracy and precision of two-dimensional image processing anthropometry software of hand in comparison with manual method. *J Med Signals Sens*. 2013;**3**(4):256-61.
19. Feyen R, Liu Y, Chaffin D, Jimmerson G, Joseph B. Computer-aided ergonomics: a case study of incorporating ergonomics analyses into workplace design. *Appl Ergon*. 2000;**31**(3):291-300. PMID: 10855452 DOI: 10.1016/s0003-6870(99)00053-8
20. Gonen D, Oral A, Yosunlukaya M. Computer-aided ergonomic analysis for assembly unit of an agricultural device. *Hum Factors Ergon Manufactur*. 2016;**26**(5):615-26. DOI: 10.1002/hfm.20681
21. Polášek P, Bureš M, Šimon M. Comparison of digital tools for ergonomics in practice. *Proc Eng*. 2015;**100**:1277-85. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.01.494
22. Kumar DK, Kane PV. Ergonomic assessment and workstation design of shipping crane cabin in steel industry. *Int J Ind Ergon*. 2016;**52**:29-39. DOI: 10.1016/j.ergon.2015.08.003
23. Boulila A, Ayadi M, Mrabet K. Ergonomics study and analysis of workstations in Tunisian mechanical manufacturing. *Hum Factors Ergon Manufactur Serv Ind*. 2018;**28**(4):166-85. DOI: 10.1002/hfm.20732
24. Tahmasebi R, Anbarian M, Torkashvand S, Motamedzade M, Farhadian M. Ergonomic evaluation of welders posture and biomechanical analysis of loads on spine by CATIA software in Iran Gas Transmission Company. *J Occup Hyg Eng Volume*. 2017;**4**(3):17-25.
25. Andersen LL, Mortensen OS, Hansen JV, Burr H. A prospective cohort study on severe pain as a risk factor for long-term sickness absence in blue- and white-collar workers. *Occup Environ Med*. 2011;**68**(8):590-2. PMID: 21071754 DOI: 10.1136/oem.2010.056259
26. Finneran A, O'Sullivan L. Effects of grip type and wrist posture on forearm EMG activity, endurance time and movement accuracy. *Int J Ind Ergon*. 2013;**43**(1):91-9. DOI: 10.1016/j.ergon.2012.11.012
27. Dempsey PG, Hashemi L. Analysis of workers' compensation claims associated with manual materials handling. *Ergonomics*. 1999;**42**(1):183-95. PMID: 9973880 DOI: 10.1080/001401399185883
28. Muggleton J, Allen R, Chappell P. Hand and arm injuries associated with repetitive manual work in industry: a review of disorders, risk factors and preventive measures. *Ergonomics*. 1999;**42**(5):714-39. PMID: 10327893 DOI: 10.1080/001401399185405
29. Australia Worksafe. Compendium of workers' compensation statistics. Australia, Sydney: National Occupational Health and Safety Statistics; 1997.
30. Australia Worksafe. Compendium of workers' compensation statistics, 1994-95. Australia, Sydney: National Occupational Health and Safety Statistics; 1996.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.3.64]

31. Körber M, Frommel C. Automated planning and optimization of a draping processes within the CATIA environment using a python software tool. *Proc Manufactur*. 2019;**38**:808-15. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.01.113
32. Zhang Y, Zhang F, Wang W, Li Y, Wu K, Zhang T. The analysis and research of driving system based on CATIA software. IEEE 4th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), Xi'an, China; 2020. DOI: 10.2991/snce-18.2018.133
33. Liu F. 3D modeling design and simulation processing of complicated surface ashtray based on CATIA software. 8th International Conference on Social Network, Communication and Education, Chongqing, China; 2018. DOI: 10.1109/ITNEC48623.2020.9085148
34. Trinh H, Wilson T. Incorporating CAD software and statistical tolerancing to improve DC motor brush contact design in automotive heating, ventilating, and air conditioning (HVAC) applications. *J Electron Adv Electr Eng*. 2020;**1**(1):1-6. DOI: 10.47890/JEAEE/2020/HNTrinh/11120001
35. Drinkaus P, Sesek R, Bloswick D, Bernard T, Walton B, Joseph B, et al. Comparison of ergonomic risk assessment outputs from Rapid Upper Limb Assessment and the Strain Index for tasks in automotive assembly plants. *Work*. 2003;**21**(2):165-72. PMID: 14501094
36. Nishanth R, Muthukumar M, Arivanantham A. Ergonomic workplace evaluation for assessing occupational risks in multistage pump assembly. *Int J Comp Appl*. 2015;**113**(9):9-13. DOI: 10.5120/19852-1764
37. Mahdavi N, Motamedzade M, Jamshidi AA, Darvishi E, Moghimbeygi A, Heidari Moghadam R. Upper trapezius fatigue in carpet weaving: the impact of a repetitive task cycle. *Int J Occup Saf Ergon*. 2018;**24**(1):41-51. PMID: 27707416 DOI: 10.1080/10803548.2016.1234706
38. Pradanos R, Sanz JM, Gutierrez D, de la Puente N, Rojas JI, Dominguez M, et al. Ergonomic design and analysis of a post in a stall. International Conference on Innovative Methods in Product Design, Venice, Italy; 2011.
39. Massaccesi M, Pagnotta A, Soccetti A, Masali M, Masiero C, Greco F. Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Appl Ergon*. 2003;**34**(4):303-7. PMID: 12880740 DOI: 10.1016/S0003-6870(03)00052-8
40. Cervai S, Polo F. The impact of a participatory ergonomics intervention: the value of involvement. *Theor Issues Ergon Sci*. 2018;**19**(1):55-73. DOI: 10.1080/1463922X.2016.1274454
41. Sain MK, Meena M. Occupational health and ergonomic intervention in Indian small scale industries: a review. *Int J Rec Adv Mechan Engin*. 2016;**5**(1):13-24. DOI: 10.14810/ijmech.2016.5102
42. Robertson MM, Huang YH, Lee J. Improvements in musculoskeletal health and computing behaviors: Effects of a macroergonomics office workplace and training intervention. *Appl Ergon*. 2017;**62**:182-96. PMID: 28411728 DOI: 10.1016/j.apergo.2017.02.017
43. Swinton PA, Cooper K, Hancock E. Workplace interventions to improve sitting posture: a systematic review. *Prev Med*. 2017;**101**:204-12. PMID: 28647545 DOI: 10.1016/j.ypmed.2017.06.023
44. Etemadi Nejad S, Hosseininejad E, Yazdani Charati J, Ghaempanah F, Yousefi Chemazkati M, Ahmadi M, et al. Effect of workstation designed for sewing, on neck and shoulder muscles of users. *Iran J Ergon*. 2020;**7**(4):12-20. DOI: 10.30699/jergon.7.4.12

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.3.64]