Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 4, Issue 4, Winter 2018, Pages: 39-46

Original Article

doi: ------

An Ergonomic Assessment of Upper Limb Musculoskeletal Risk Factors Using Revised Strain Index and Threshold Limit Value for Hand Activity Level in Hand-swen Shoe Workers

Mohammad Aghazadeh[1], Abolfazl Ghahramani[2], Mohammad Hajaghazadeh[2,*]

[1] *MS Student of Ergonomics, Faculty of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*
[2] *Assistant Professor, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran*

***Corresponding Author:** Mohammad Hajaghazadeh, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran. Email: hajaghazadeh@gmail.com*

Received: 21/12/2017
Accepted: 07/03/2018

How to Cite this Article:
Aghazadeh M, Ghahramani A, Hajaghazadeh M. An Ergonomic Assessment of Upper Limb Musculoskeletal Risk Factors Using Revised Strain Index and Threshold Limit Value for Hand Activity Level in Hand-swen Shoe Workers. *J Occup Hyg Eng*. 2018; 4(4): 39-46. DOI: ------

Abstract

Background and Objective: Repetitive movements and overexertion during occupational activities can lead to musculoskeletal disorders in the upper limbs. Regarding this, the aim of the present study was to assess the ergonomic risk factors of the upper limb extremities using modified Revised Strain Index (RSI) and threshold limit value for hand activity level (TLV-HAL) methods in hand-swen shoe workers in Tabriz, Iran.

Materials and Methods: This cross-sectional sudy was conducted on 218 hand-swen shoe workers to assess their stergonomic exposure using the RSI and TLV-HAL methods. The assesment of the study variables was acomplished through direct observation and videotaping of the work-cycles. The data were analyzed by descriptive and analytical methods, such as one-way ANOVA, Spearman correlation, and Kappa statistics.

Results: In this study, 218 workers were recruited working in three tasks of preparation (n=69), sewing (n=63), and shoemaking (n=86). The mean scores of RSI for sewing, preparation, and shoemaking workers were 9.30, 46.10, and 95.90, respectively. Furthemore, the mean scores of TLV-HAL for these tasks were 0.27, 0.81, and 1.70, respectively. Almost all workers in preparation and shoemaking tasks were categorized in the group with hazardous level of exposure, while the sewing workers were classified in the group of safe exposure level. The TLV-HAL scores were significantly correlated with the RSI scores.

Conclusion: According to the results, the workers in preparation and shoemaking tasks were at a higher risk of upper limbs musculoskeletal disorders due to repetitive actions and overexertion. Therefore, ergonomic interventions are suggested for these tasks to reduce the level of these risk factors.

Keywords: Ergonomic Assessment; Overexertion; Repetitive Action; Shoemaking

سایت تخصصی دانشجویان بهداشت حرفه ای
WWW.ACGIH.IR

Copyright © 2018 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: ----------

ارزیابی ارگونومیکی عوامل خطر اندام‌های فوقانی با استفاده از روش‌های شاخص تنش اصلاح‌شده (RSI) و حد آستانه مجاز سطح فعالیت دست (TLV-HAL) در کارگران سازنده کفش دست‌دوز

محمد آقازاده[۱]، ابوالفضل قهرمانی[۲]، محمد حاج آقازاده[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

[۲] استادیار مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

* **نویسنده مسئول:** محمد حاج آقازاده، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

ایمیل: hajaghazadeh@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: حرکات تکراری و اعمال نیروی زیاد در فعالیت‌های شغلی می‌تواند منجر به بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های فوقانی گردد. در این راستا، هدف از مطالعه حاضر ارزیابی عوامل خطر ارگونومیکی بخش‌های انتهایی اندام فوقانی با استفاده از روش‌های شاخص تنش اصلاح‌شده (RSI: Revised Strain Index) و حد آستانه مجاز سطح فعالیت دست (TLV-HAL: Threshold Limit Value for Hand Activity Level) در کارگران سازنده کفش دست‌دوز در شهر تبریز بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی به ارزیابی مواجهه ارگونومیکی ۲۱۸ کارگر سازنده کفش دست‌دوز با استفاده از روش‌های RSI و TLV-HAL پرداخته شد. از مشاهده مستقیم و فیلمبرداری از چرخه‌های کار برای محاسبه متغیرهای پژوهش استفاده گردید. علاوه‌براین، داده‌ها با استفاده از آزمون‌های توصیفی و تحلیلی از قبیل آنالیز واریانس یک‌طرفه، همبستگی Spearman و کاپا تحلیل شدند.

یافته‌ها: ۲۱۸ کارگر شاغل در سه وظیفه پستهاسازی (۶۹ نفر)، چرخکاری (۶۳ نفر) و کفاشی (۸۶ نفر) وارد مطالعه شدند. میانگین امتیاز RSI برای کارگران چرخکار، پستهاساز و کفاش به‌ترتیب ۹/۳۰، ۴۶/۱۰ و ۹۵/۹۰ و میانگین امتیاز TLV-HAL به‌ترتیب ۰/۲۷، ۰/۸۱ و ۱/۷۰ بود. همچنین، تقریباً تمامی کارگران وظایف کفاشی و پستهاسازی در گروه مواجهه خطرناک و کارگران چرخکار در گروه مواجهه ایمن دسته‌بندی شدند. شایان ذکر است که امتیازات روش TLV-HAL با RSI همبستگی بالا و معناداری داشت.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج مشاهده شد که کارگران وظایف پستهاسازی و کفاشی به دلیل فعالیت‌های شغلی تکراری و اعمال نیروی زیاد در معرض ریسک بالای بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام فوقانی قرار دارند؛ بنابراین انجام مداخلات ارگونومیکی با هدف کاهش سطوح عوامل خطر نامبرده در این وظایف پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: ارزیابی ارگونومی؛ اعمال نیروی زیاد؛ فعالیت تکراری؛ کفش‌سازی

مقدمه

اختلالات اسکلتی- عضلانی عامل اصلی ازدست‌رفتن زمان کار، افزایش هزینه‌ها، پرداخت غرامت و آسیب منابع انسانی به شمار می‌آیند [۱]. بیش از ۵۰ درصد از غیبت‌ها در محیط کار ناشی از همین اختلالات است [۲]. این اختلالات در کشور ما شایع‌ترین بیماری و آسیب ناشی از کار می‌باشند [۳]. امروزه در بسیاری از کشورها پیشگیری از اختلالات اسکلتی- عضلانی مربوط به کار به‌صورت یک ضرورت ملی درآمده است [۴]. از دیدگاه ارگونومیکی، فعالیت‌های تکراری، اعمال نیروی زیاد، پوسچر کاری نامناسب، فشارهای تماسی و ارتعاش از مهم‌ترین عوامل خطر فیزیکی ایجادکننده اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌باشند [۵]. اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام‌های فوقانی با ظهور علائمی مانند درد، ناراحتی و بی‌حسی در نواحی گردن، شانه، آرنج، مچ دست و دست‌ها مشخص می‌شوند و ارتباط تنگاتنگی با فعالیت‌های شغلی تکراری همراه با اعمال نیروی زیاد و اتخاذ وضعیت‌های بدنی غیرطبیعی و استاتیک دارند [۶]. طبق برآوردهای به‌عمل‌آمده، تقریباً ۷۵ درصد از آسیب‌های ناشی از

وظایف تکراری مربوط به اندام‌های فوقانی می‌باشند [۷].

صنعت کفش یکی از صنایع عمده تولیدی است. شهر تبریز با تولید بخش قابل توجهی از این محصول به‌عنوان قطب تولید این کالا در کشور شناخته می‌شود. میزان مواجهه با عوامل خطر اختلالات اسکلتی- عضلانی در صنعت تولید کفش بالا بوده و کار دستی شدید با فشار روانی بالا برای بهره‌وری از مطالبات این همراه شغل می‌باشد [۸]. در کارگاه‌های کفش‌سازی، سندرم تونل کارپال دارای بیشترین میزان شیوع است و پس از آن سندرم‌های روتاتور کاف، تنش گردن و تونل کوبیتال به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند [۹]. علاوه بر عوامل زیان‌آور ارگونومیکی، کارگران تولیدکننده کفش در معرض عوامل زیان‌آور شیمیایی (بخارات ناشی از چسب‌های مصرفی) نیز می‌باشند [۱۰،۱۱].

مطالعات خارجی صورت‌گرفته در حیطه ارگونومی صنعت تولید کفش بیشتر مربوط به کارخانجات بزرگ و مدرن آن می‌باشند [۸،۹]. با توجه به اینکه فرایند تولید در این مراکز با بهره‌گیری از تکنولوژی ماشینی انجام می‌شود، شرایط محیط کار و عوامل مؤثر موجود متفاوت از تولید دستی این کالا است. از مطالعات معدود صورت‌گرفته ارگونومی در زمینه تولید کفش دست‌دوز می‌توان به پژوهش دیانت و سلیمی [۱۲] و ویسی و همکاران [۱۳] که در ارتباط با کارگران سازنده کفش گیوه انجام شده است اشاره کرد. مطالعات دیگر نیز دردها و علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی را در اپراتورهای تولید کفش شاغل در فعالیت‌های دوخت گزارش کرده‌اند [۸،۱۴].

روش‌های مختلفی از قبیل شاخص تنش (SI)، حد آستانه مجاز سطح فعالیت دست‌ها (HAL-TLV) و شاخص فعالیت‌های شغلی تکراری (OCRA: Occupational Repetitive Actions) اختصاصاً برای ارزیابی عوامل خطر اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های فوقانی مشاغل تک‌وظیفه‌ای توسعه داده شده‌اند [۱۵]. در مطالعات گذشته میزان توافق روش‌های SI، HAL-TLV و OCRA بررسی شده است؛ به‌عنوان مثال در پژوهشی گزارش شد که نتایج ارزیابی ریسک توسط روش‌های OCRA و SI در فرایند تولید پنیر مشابه می‌باشد [۱۶]. Bao و همکاران نیز توافق روش SI و TLV-HAL را متوسط تا قابل قبول دانسته‌اند [۱۷]. علاوه‌براین، در ارزیابی ریسک با روش‌های مختلف مشاهده‌ای در وظیفه سوهان‌کاری اره (در شغل چوب‌بری) مشخص گردید که شاخص ریسک میانگین حاصل از دو روش OCRA و SI با افزایش آسیب‌های اسکلتی- عضلانی افزایش می‌یابد [۱۸]. از سوی دیگر، در یک مطالعه داخلی که با سه روش OCRA، SI و TLV-HAL در چهار صنعت به انجام رسید، مشخص گردید که بین روش‌های OCRA و SI و نیز TLV-HAL و SI همبستگی قابل قبولی وجود دارد و از آنجایی که روش‌های SI و HAL-TLV نسبت به روش OCRA از پیچیدگی کمتری برخوردار می‌باشند، بر حسب نیاز می‌توان از روش‌های SI و TLV-HAL به‌جای OCRA استفاده کرد [۱۹]؛ بنابراین براساس مطالعات قبلی، روش‌های SI و TLV-HAL می‌توانند در ارزیابی عوامل خطر اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام‌های فوقانی در کارگران سازنده کفش دست‌دوز استفاده شوند؛ زیرا در این شغل کار به‌صورت تک‌وظیفه‌ای انجام می‌شود و عوامل خطر مربوط به این شغل در محتوای این روش‌ها موجود می‌باشد.

در ایران و به‌ویژه شهر تبریز اطلاعات کمتری در زمینه مواجهه ارگونومیکی کارگران سازنده کفش دست‌دوز وجود دارد. از آنجایی که بخش قابل توجهی از کارگاه‌های تولید کفش دست‌دوز کلاسیک در شهر تبریز قرار دارند و با توجه به شیوع بالای اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی در کارگران مشابه با این شغل، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی عوامل خطر اندام‌های فوقانی در این کارگران با استفاده از دو روش شاخص تنش اصلاح‌شده (RSI) و TLV-HAL در شهر تبریز انجام شد. علاوه‌براین به‌عنوان هدف فرعی، میزان همبستگی و توافق نتایج حاصل از دو روش با یکدیگر مقایسه گردیدند. انتظار می‌رود که نتایج این مطالعه بتواند در برنامه‌ریزی اقدامات کنترلی و توسعه راهنماهای بهداشت شغلی برای کارگران کفش دست‌دوز مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی که از نوع توصیفی- تحلیلی بود با مجوز کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ارومیه با کد IR.UMSU.REC.1395.195 در سال ۱۳۹۶ در کارگاه‌های کوچک تولید کفش دست‌دوز در شهر تبریز انجام شد. پیش از جمع‌آوری داده‌ها، رضایت‌نامه آگاهانه از کلیه کارگران مورد مطالعه اخذ گردید. تعداد کارگران مورد مطالعه ۲۱۸ نفر (۶۹ پستهاساز، ۸۶ کفاش و ۶۳ چرخکار) بود که از میان سه وظیفه اصلی این شغل انتخاب شدند. از آنجایی که میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی در کارگران تولیدکننده کفش در ایران گزارش نشده است، از یک مطالعه مشابه خارجی که در صنعت کفش میزان شیوع سندرم تونل کارپال (که از اختلالات اصلی ایجادشده در این کارگران می‌باشد) را به میزان ۱۸/۲ درصد گزارش کرده است، استفاده شد [۸]؛ از این رو با فرض (P=۰/۱۸۲) و با سطح اطمینان ۹۵ درصد و خطای ۵ درصد، حجم نمونه (n) با استفاده از فرمول کوکران حدود ۲۱۸ نفر تعیین گردید که به روش نمونه‌گیری تصادفی از میان ۵۰۰۰ کارگر شاغل در ۱۵۰۰ کارگاه واقع در مناطق مختلف شهر تبریز انتخاب شدند.

یک کفش معمولاً از سه قسمت اصلی تشکیل می‌شود: زیره، کفی و رویه. به‌منظور ساخت کفش دست‌دوز، ابتدا پستها یا رویه کفش طبق الگوی مورد نظر توسط کارگر پستهاساز بریده می‌شود. سپس لبه‌ها و قسمت‌های ضخیم آن چسب‌کاری و چکش‌کاری می‌گردند (شکل ۱-الف). کارگران پستهاساز کار خود را بیشتر در وضعیت ایستاده انجام می‌دهند و برای افزایش تسلط خود ساعت‌های طولانی با گردن خمیده و در حالت ایستاده

مشغول چکش‌زدن‌های مکرر می‌باشند. پس از این مرحله، کارگر چرخکار تکه‌های جدا از یکدیگر پستها را با توجه به الگوی کار به هم می‌دوزد. دوختن با استفاده از ماشین‌های دوخت مخصوص صورت می‌گیرد. به دلیل نیاز به دقت، ظرافت و تسلط بر کار، کارگر چرخکار در حالت نشسته به سمت جلو خم شده و با هر دو دست کار دوزندگی را انجام می‌دهد (شکل ۱-ب). پس از آماده‌سازی رویه کفش، آن‌ها را برای قالب‌کشی در اختیار کفاش قرار می‌دهند. کفاش قبل از قالب‌کشی مقدمات کار را که شامل چسب‌کاری و میخ‌کوبی کفی به زیر قالب کفش می‌باشد انجام می‌دهد. در قالب‌کشی، کفاش در حالت نشسته و با تنه خمیده به سمت جلو با استفاده از ابزارهای دستی و با اعمال نیروی زیاد، رویه کفش را روی قالب کفش کشیده و در قسمت کف قالب توسط چسب و میخ آن‌ها را ثابت نگه می‌دارد (شکل ۱-ج). شایان ذکر است که در حین انجام وظایف ذکرشده، کارگران در معرض عوامل خطر ارگونومیکی به‌ویژه در اندام فوقانی خود قرار دارند.

در این مطالعه به‌منظور ارزیابی عوامل خطر اندام‌های فوقانی

الف. کارگر پستهاساز ب. کارگر چرخکار ج. کارگر کفاش

شکل ۱: تصاویر کارگران حین انجام وظایف پستهاسازی (الف)، چرخکاری (ب) و کفاشی (ج)

در کارگران سازنده کفش دست‌دوز از دو روش ارزیابی مشاهده‌ای شاخص استرین اصلاح‌شده (RSI) و حد آستانه مجاز سطح فعالیت دست (HAL-TLV) استفاده شد. RSI نسخه اصلاح‌شده روش شاخص تنش (SI) می‌باشد که در سال ۱۹۹۵ توسط Moor و Garg برای ارزیابی فیزیکی اندام‌های فوقانی ارائه شد [۲۰]. این دو روش از نظر مفهومی یکسان هستند؛ اما RSI سه تفاوت کلیدی با SI ۱۹۹۵ دارد: حذف متغیر سرعت کار، توجه به مدت زمان هر اعمال نیرو به‌جای سیکل وظیفه و استفاده از حاصل‌ضرب متغیرهای پیوسته به‌جای متغیرهای گسسته؛ بنابراین پنج متغیر RSI عبارت هستند از: ۱. شدت اعمال نیرو (I): میزان تلاش عضلانی برای انجام‌دادن وظیفه مورد نظر به‌عنوان درصدی از حداکثر قدرت و توان (MVC: Maximum Voluntary Contraction) که با استفاده از مقیاس اعمال نیروی درک‌شده بورگ (Borg CR-10) به‌صورت کیفی محاسبه می‌گردد؛ ۲. تعداد تلاش‌ها در دقیقه (E): تعداد اعمال نیروهای به‌کاررفته به وسیله دست در دقیقه. این متغیر با مشاهده چرخه کامل انجام وظیفه و یا فیلم ویدئویی آن و شمارش تعداد تلاش‌ها در دوره مشاهده‌شده محاسبه می‌گردد؛ ۳. مدت زمان هر اعمال نیرو (D): میانگین زمان اعمال نیرو بر حسب ثانیه. این متغیر با تقسیم کل زمان اعمال نیرو بر تعداد اعمال نیروهای شمارش‌شده در طول دوره مشاهده محاسبه می‌گردد؛ ۴. پوسچر مچ و دست (P): تشخیص خمش و پیچش مچ دست نسبت به وضعیت آناتومی طبیعی آن. در صورتی که پوسچرهای متفاوت مچ و دست مشاهده گردند، مواردی که مرتباً مشاهده شده و نیازمند بیشترین درصد MCV باشند در ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ ۵. مدت زمان انجام وظیفه در روز (H): کل زمان صرف‌شده در روز بر حسب ساعت برای انجام وظیفه [۱۸]. پس از تعیین مقادیر متغیرهای پنج‌گانه توصیف‌شده، ضرایب مربوط به هر کدام از متغیرها محاسبه می‌گردد؛ برای مثال مقدار ضریب تلاش بسته به اینکه تعداد تلاش در دقیقه (E) در کدام گروه قرار بگیرد توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$EM = \begin{cases} 0.10 + 0.25.E\,, E \le 90/m \\ 0.00334.E^{1.96}, E > 90/m \end{cases}$$

فرمول‌های مربوط به محاسبه ضرایب دیگر در مرجع اصلی آورده شده است [۲۱]. در نهایت، حاصل‌ضرب پنج ضریب محاسبه‌شده توسط فرمول زیر منجر به محاسبه مقدار RSI خواهد شد.

$$\mathrm{RSI} = \mathrm{IM} \times \mathrm{EM} \times \mathrm{DM} \times \mathrm{PM} \times \mathrm{HM}$$

در معادله فوق IM (Intensity of (Force) Multiplier) ضریب شدت، EM (Exertions per Minute (Exertion (frequency)) Multiplier ضریب تلاش، DM (Duration per Exertion Multiplier) ضریب استمرای اعمال نیرو، PM (Hand/wrist Posture Multiplier) ضریب پوسچر و HM (Duration of Task per Day Multiplier) ضریب مدت زمان وظیفه می‌باشد. براساس مقدار RSI به‌دست‌آمده می‌توان مواجهه فرد را در یکی از دو ناحیه ایمن (≤۱۰) و خطرناک (>۱۰) طبقه‌بندی کرد [۱۸].

روش حد آستانه مجاز سطح فعالیت دست توسط انجمن متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH: American Conference of Governmental Industrial) برای ارزیابی عوامل خطر شغلی منجر به اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام‌های فوقانی در مشاغل تک‌وظیفه‌ای که حداقل برای چهار ساعت انجام می‌گیرند پیشنهاد شده است. در مطالعات صورت‌گرفته توسط Latko (۱۹۹۷) و Bao (۲۰۰۶) [۱۷،۲۲]، روایی و پایایی این روش متوسط ارزیابی شده است. این روش در سه مرحله انجام می‌شود: ۱. تعیین کیفی سطح فعالیت دست (HAL: Hand Activity Level) بر روی یک مقیاس صفر (کمترین فعالیت) تا ۱۰ (بیشترین فعالیت) که ترکیبی از تکرار و مدت فعالیت دست می‌باشد؛ ۲. تعیین حداکثر نیروی مجاز (NPF: Normalized Peak Force) که نشان‌دهنده سطح تلاش براساس اعمال نیروی زیاد در یک چرخه کاری است. مقدار این متغیر نیز کیفی بوده و در یک مقیاس صفر تا ۱۰ تعیین می‌گردد؛ ۳. تعیین سطح ریسک توسط نمودار یا فرمول. در صورت استفاده از نمودار ارائه‌شده از سوی ACGIH، براساس محل تلاقی دو متغیر HAL و NPF، مواجهه ارگونومیکی در یکی از سه ناحیه بالاتر از TLV، مابین TLV و حد عمل و پایین‌تر از حد عمل قرار می‌گیرد. همچنین مقدار عددی شاخص HAL می‌تواند از طریق فرمول NPF/(10-HAL) محاسبه گردد. در این صورت مقدار شاخص می‌تواند در یکی از گروه‌های بیشتر از حد آستانه مجاز (خطرناک) (>۰/۷۸)، حد عمل تا حد آستانه مجاز (۰/۵۶-۰/۷۸) و کمتر از حد عمل (<۰/۵۶) دسته‌بندی شود [۲۳].

روش‌های SI و TLV-HAL در چندین مطالعه کوهورت از دیدگاه توان پیش‌بینی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی مورد آزمون قرار گرفته‌اند [۲۴،۲۵]؛ به‌طور مثال در یک مطالعه کوهورت با طول مدت شش سال و ثبت ماهانه داده‌هایی از قبیل مواجهه‌های فیزیکی، تاریخچه پزشکی، عوامل روانی- اجتماعی، اختلالات اسکلتی- عضلانی و هدایت عصبی مشخص گردید که روش‌های SI و TLV-HAL معیارهای سودمندی جهت تخمین مواجهه با استرسورهای بیومکانیکی می‌باشند [۲۴].

به‌منظور آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد. همچنین آزمون‌های توصیفی جهت محاسبه مقادیر شاخص‌های RSI و HAL-TLV به کار رفت و از آزمون تحلیلی آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه میانگین نمره این شاخص‌ها در بین وظایف مختلف شغل مورد مطالعه بهره گرفته شد. به‌منظور مقایسه نتایج دو روش RSI و HAL-TLV نیز از ضریب توافق کاپا و ضریب همبستگی Spearman استفاده گردید.

یافته‌ها

از ۲۱۸ کارگر مورد مطالعه، ۲۰۵ نفر (۹۴ درصد) راست دست و ۱۳ نفر (۶ درصد) چپ دست بودند. میانگین و انحراف معیار سن و سابقه کار کارگران نیز به‌ترتیب ۸/۷۷±۴۱/۱۴ و ۷/۸۳±۲۰/۷۱ سال بود. جدول ۱ درصد توزیع نتایج ارزیابی روش‌های RSI و TLV-HAL را در کل کارگران و به تفکیک وظایف مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد براساس نتایج دو روش، تقریباً کارگران وظایف کفاشی و پستهاسازی در گروه مواجهه خطرناک و کارگران چرخکار در گروه مواجهه ایمن قرار دارند.

در جدول ۲ نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت بررسی اختلاف میانگین امتیاز RSI در بین سه وظیفه مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج آزمون تعقیبی Tukey نشان می‌دهند که میانگین امتیاز RSI در بین وظایف هنگامی که دو به دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند، اختلاف معناداری دارد (P=۰/۰۰۱).

جدول ۱: درصد توزیع نتایج ارزیابی روش‌های RSI و TLV-HAL در وظایف ساخت کفش دست‌دوز

وظایف کاری	RSI		HAL-TLV		
	مواجهه ایمن (>۱۰)	مواجهه خطرناک (>۱۰)	مواجهه ایمن (<۰/۵۶)	مواجهه حد عمل (۰/۵۶-۰/۷۸)	مواجهه خطرناک (>۰/۷۸)
پستهاسازی	۱ (۱/۴ درصد)	۶۸ (۹۸/۶ درصد)	۱ (۱/۴ درصد)	۳ (۴/۳ درصد)	۶۵ (۹۴/۲ درصد)
کفاشی	۰ (۰ درصد)	۸۶ (۱۰۰ درصد)	۰ (۰ درصد)	۰ (۰ درصد)	۸۶ (۱۰۰ درصد)
چرخکاری	۶۳ (۱۰۰ درصد)	۰ (۰ درصد)	۵۸ (۹۲/۱ درصد)	۰ (۰ درصد)	۵ (۷/۹ درصد)
کل کارگران	۶۴ (۲۹/۴ درصد)	۱۵۴ (۷۰/۶ درصد)	۵۹ (۲۷/۱ درصد)	۳ (۱/۴ درصد)	۱۵۶ (۷۱/۶ درصد)

جدول ۲: مقایسه میانگین امتیاز روش RSI در بین سه وظیفه مورد مطالعه

وظایف کاری	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	نتیجه آزمون	
					معناداری	F
پستهاسازی	۴۶/۱۰	۱۴/۹۱	۸/۹۱	۱۰۵/۶۰		
کفاشی	۹۵/۹۰	۲۰/۰۵	۳۰/۴۴	۱۵۳/۲۸	۰/۰۰۱	۶۱۲/۲۴
چرخکاری	۹/۳۰	۰/۴۰	۸/۱۸	۹/۸۶		

در جدول ۳ نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه برای بررسی اختلاف میانگین امتیاز TLV-HAL در بین سه وظیفه مورد مطالعه آورده شده است. نتایج آزمون تعقیبی Tukey حاکی از آن می‌باشد که میانگین امتیاز TLV-HAL در بین وظایف هنگامی که دو به دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند، اختلاف معناداری دارد (P=۰/۰۰۱).

در جدول ۴ نتایج توافق و همبستگی دو روش RSI و TLV-HAL برای دو دست راست و چپ در کل کارگران مورد مطالعه ارائه شده است. از آنجایی که در روش RSI نسبت به روش SI سطوح ریسک از سه سطح به دو سطح کاهش یافته است، به‌منظور بررسی توافق دو روش RSI و TLV-HAL از حالت ۲×۲ (دو سطحی) روش‌ها استفاده گردید؛ به عبارت دیگر نمرات TLV-HAL بالاتر از ۰/۷۸ به‌عنوان مواجهه خطرناک و نمرات کوچک‌تر از ۰/۷۸ به‌عنوان مواجهه ایمن در نظر گرفته شدند. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، نتایج دو روش از همبستگی بالایی برخوردار می‌باشند و در طبقه‌بندی کارگران در دو گروه خطرناک و ایمن از توافق بسیار خوبی برخوردار هستند.

جدول ۳: مقایسه میانگین امتیاز روش TLV-HAL در بین سه وظیفه مورد مطالعه

وظایف کاری	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	نتیجه آزمون	
					معناداری	F
پستهاسازی	۰/۸۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۸۳		
کفاشی	۱/۷۰	۰/۲۲	۰/۸۳	۱/۷۵	۱/۳۳	۰/۰۰۱
چرخکاری	۰/۲۷	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۸۳		

جدول ۴: مقایسه میزان توافق و همبستگی دو روش RSI و TLV-HAL برای دو دست راست و چپ

دست	توافق		همبستگی	
	ضریب کاپا	معناداری	ضریب همبستگی Spearman	معناداری
دست راست	۰/۹۱	۰/۰۰۱	۰/۹۱	۰/۰۰۱
دست چپ	۰/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۸۹	۰/۰۰۱

بحث

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی ریسک ارگونومیکی عوامل خطر اختلالات اسکلتی– عضلانی بخش‌های انتهایی اندام‌های فوقانی در کارگران سازنده کفش دست‌دوز با استفاده از روش‌های RSI و TLV-HAL بود. به‌طور کلی، نتایج حاصل از دو روش RSI و TLV-HAL نشان داد که در شغل تولید کفش دست‌دوز، کارگران وظایف کفاشی و پستهاسازی استرس ارگونومیکی را در اندام‌های فوقانی خود تجربه می‌کنند و کارگران چرخکاری مواجهه ارگونومیکی ایمنی دارند.

مطالعات ارگونومی صورت‌گرفته در صنعت کفش دست‌دوز در داخل کشور محدود می‌باشد. از میان این مطالعات می‌توان از پژوهش دیانت و سلیمی [۱۲] و ویسی و همکاران [۱۳] که در آن‌ها به عوامل خطر ارگونومیکی کارگران سازنده گیوه اشاره شده است، یاد کرد. در برخی از مطالعات خارجی مواجهه کارگران صنایع کفش‌سازی با عوامل ارگونومیکی مورد مطالعه قرار گرفته است؛ به‌طور مثال Todd و همکاران در یک مطالعه پرسشنامه‌ای در ارتباط با چهار شرکت کفش‌سازی و یک شرکت تولید تجهیزات ورزشی تایلندی دریافتند که اثرات سلامتی نامطلوب با مواجهه شغلی کارگران با عوامل شیمیایی و ارگونومیکی در ارتباط می‌باشند [۱۱]. در این پژوهش درد و کرختی در دستان، انگشتان و مچها با وظایف تکراری و استفاده از ابزارهای دستی در ارتباط بود. Vieira و همکاران نیز پژوهشی را در مورد ۳۵۷ کارگر شاغل در ۱۴ شرکت تولید کفش برزیلی انجام دادند و دریافتند که بیشترین شیوع علائم اسکلتی- عضلانی در یک سال گذشته در نواحی مچ دست، دست و انگشتان (با میزان شیوع ۳۰ درصد) بوده است [۹]؛ بنابراین می‌توان گفت که در تولید کفش با ماشین‌آلات مخصوص نیز به دلیل ماهیت تکراری کار، اندام فوقانی در این شغل تحت تأثیر استرس ارگونومیکی می‌باشد. از آنجایی که مقادیر شاخص‌های ارزیابی ریسک در این مطالعه به‌ویژه در وظایف پستهاسازی و کفاشی بالاتر از نقطه برش مواجهه خطرناک بود، می‌توان گفت که بیشتر کارگران مورد مطالعه در این پژوهش در معرض استرس بیومکانیکی وارده بر اندام فوقانی قرار داشتند.

براساس نتایج به‌دست‌آمده از روش RSI، تقریباً تمامی کارگران وظایف کفاشی و پستهاسازی در گروه مواجهه خطرناک (RSI>۱۰) قرار گرفتند و کارگران چرخکار با کسب امتیاز پایین‌تر از ۱۰ در گروه مواجهه ایمن طبقه‌بندی شدند. دلیل بالابودن امتیاز RSI برای کارگران وظایف کفاشی و پستهاسازی، بالابودن مقادیر ضرایب IM و DM برای این گروه از کارگران بود؛ به عبارت دیگر، ماهیت تکراری وظایف و نیاز به اعمال نیروی بیشتر حین انجام این وظایف منجر به افزایش سطح ریسک ارگونومیکی در این وظایف گردید. در کارگران پستهاساز تعداد تلاش‌ها به‌ویژه در حین چکش‌کاری لبه پستهاها منجر به افزایش

ریسک می‌شود. در کفاش‌ها نیز هر دو عامل تعداد تلاش و شدت اعمال نیرو از میزان بالایی برخوردار هستند؛ زیرا کفاش‌ها در حین قالب‌کشی نیروی زیادی را برای تنظیم پستها و کشیدن آن با انبر صرف می‌کنند و متعاقب آن عمل میخ‌کوبی پستها به قالب کفش را با نیروی زیاد و تکرار بالا انجام می‌دهند. این شرایط کاری منجر به افزایش امتیاز روش‌های ارزیابی ریسک در این دو وظیفه می‌شود؛ بنابراین برای کاهش آسیب‌های اسکلتی- عضلانی در اندام‌های فوقانی پستهاسازها و کفاش‌ها لازم است مداخلات ارگونومیکی بیشتر بر فعالیت‌های چکش‌کاری، تنظیم پستها بر روی قالب کفش و میخ‌کوبی بر روی قالب متمرکز گردند. نتایج به‌دست‌آمده از روش TLV-HAL نیز مشابه با نتایج حاصل از روش RSI بود و کارگران وظایف کفاشی و پستهاسازی با کسب امتیاز بالاتر از ۰/۷۸ اکثراً در گروه مواجهه خطرناک و کارگران چرخکار غالباً با کسب امتیاز کمتر از ۰/۵۶ در گروه مواجهه ایمن طبقه‌بندی شدند.

علاوه‌براین، براساس نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه مشخص گردید که امتیاز روش‌های RSI و TLV-HAL در بین سه وظیفه به‌صورت دو به دو متفاوت است. با توجه به تفاوت معنادار امتیازات میانگین و توجه به مقادیر حداقل و حداکثر شاخص‌ها (جداول ۲ و ۳) می‌توان گفت که سطوح مواجهه با عوامل خطر در سه وظیفه متفاوت بوده و بر خلاف وظیفه چرخکاری، در دو وظیفه دیگر تغییرات بین افراد گسترده است؛ بنابراین توجه به نحوه انجام کار و مشخص‌کردن دلیل تغییرات می‌تواند در انجام مداخلات ارگونومیکی و پیشنهادات مفید و مؤثر باشد.

یکی از اهداف پژوهش حاضر مقایسه نتایج دو روش RSI و TLV-HAL بود که بدین‌منظور از ضریب کاپا برای بررسی توافق دو روش در دسته‌بندی مواجهه‌ها و ضریب همبستگی Spearman برای بررسی همبستگی نمرات خام افراد استفاده گردید. براساس نتایج جدول ۴ می‌توان گفت که دو روش ارزیابی ریسک استفاده‌شده هم در گروه‌بندی مواجهه‌ها و هم در نمرات خام از توافق و همبستگی بالایی برخوردار بوده‌اند. باید یادآور شد که دلیل این توافق بالا، همبستگی بالای متغیرهای EM (در روش RSI) و HAL (در روش HAL-TLV) و نیز متغیرهای IM (در روش RSI) و NPF (در روش HAL-TLV) می‌باشد؛ به عبارت دیگر، در این پژوهش نتایج روش RSI بیشتر متأثر از مقادیر متغیرهای EM و IM بود و متغیرهای DM، PM و HM تأثیر چندانی در امتیاز RSI نداشتند؛ بنابراین همبستگی و توافق بالای دو روش شاید محدود به این مطالعه باشد و تعمیم‌پذیری آن به جوامع کاری دیگر باید با احتیاط صورت پذیرد. در مطالعات گذشته توافق و همبستگی روش‌های SI و HAL-TLV بررسی شده است؛ به‌طور مثال در یک مطالعه داخلی ضریب همبستگی Spearman بین TLV-HAL و SI برای دست راست و چپ به‌ترتیب معادل ۰/۷۳ و ۰/۷۸ و ضریب کاپای دو روش برای دست راست و چپ به‌ترتیب برابر با ۰/۴۵ و ۰/۵۱ به‌دست آمد [۱۹].

علاوه بر عوامل فیزیکی کار، عوامل روانی- اجتماعی نیز می‌توانند در بروز علائم اسکلتی- عضلانی اهمیت داشته باشند. براساس مشاهدات میدانی نویسندگان، کارگران مورد مطالعه نارضایتی شغلی خود را به دلیل عدم وجود امنیت شغلی و درآمد کم اظهار می‌نمودند که این عوامل می‌توانند در ایجاد پیامدهای اسکلتی- عضلانی نامطلوب ایفای نقش کنند. در این راستا، عوامل روانی- اجتماعی در صنعت کفش در کشور برزیل مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که بین برخی از عوامل روانی- اجتماعی از قبیل استرس و گزارش علائم درد در نواحی زانو و آرنج ارتباط معناداری وجود دارد [۲۶].

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به مقطعی‌بودن مشاهدات ارگونومیکی و عدم وجود داده‌های مربوط به پیامدهای اسکلتی- عضلانی از قبیل سندرم تونل کارپال و یا تست‌های الکترودیاگنوستیک مانند هدایت عصبی در ارتباط با کارگران مورد مطالعه اشاره کرد. در صورت وجود چنین داده‌هایی و بررسی ارتباط مواجهه‌های ارگونومیکی تعیین‌شده با پیامدها، میزان روایی نتایج روش‌ها به‌ویژه RSI می‌توانست مورد آزمون قرار گیرد؛ بنابراین انجام مطالعات طولی با هدف ثبت مواجهه‌های ارگونومیکی به همراه پیامدهای سلامتی ناشی از مواجهه‌های ارگونومیکی اندام‌های فوقانی در کارگران سازنده کفش دست‌دوز و صنایع مشابه پیشنهاد می‌گردد. چنین رویکردی در یک کارخانه تولید کفش مدرن با مشارکت ۲۵۳ کارگر با هدف پایش (Surveillance) فعال اختلالات اسکلتی- عضلانی توسط Roquelaure و همکاران مورد استفاده قرار گرفت [۸]. آن‌ها معتقد هستند که برای پیش‌بینی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌بایست ریسک‌فاکتورها به‌طور همزمان همراه با پیامدهای سلامتی پایش شوند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که کارگران سازنده کفش دست‌دوز در وظایف پستهاسازی و کفاشی مواجهه خطرناکی با عوامل خطر اختلالات اسکلتی- عضلانی (به‌ویژه فعالیت‌های تکراری و اعمال نیروی زیاد) در اندام فوقانی خود دارند. در این راستا لازم است اقدامات پیشگیرانه و مداخلات ارگونومیکی در ارتباط با این دو وظیفه مد نظر قرار گیرند که در این زمینه، کفاشی نسبت به وظیفه پستهاسازی از الویت برخوردار است. به دلیل بهبودهای صورت‌گرفته در روش شاخص تنش و ارائه روش RSI، انجام مطالعات مشابه در صنایع با ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه نویسنده اول مقاله می‌باشد که با حمایت مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه

علوم پزشکی ارومیه به انجام رسیده است. بدین‌وسیله نویسندگان از تمامی افرادی که در این مطالعه شرکت کردند؛ به‌ویژه کارگران زحمت‌کش سازنده کفش دست‌دوز تشکر و قدردانی می‌نمایند.

REFERENCES

1. Bhattacharya A. Costs of occupational musculoskeletal disorders (MSDs) in the United States. *Int J Ind Ergon*. 2014;**44**(3):448-54. DOI: 10.1016/j.ergon.2014.01.008
2. Ohlsson K, Attewell R, Skerfving S. Self-reported symptoms in the neck and upper limbs of female assembly workers: impact of length of employment, work pace, and selection. *Scand J Work Environ Health*. 1989;**15**(1):75-80. PMID: 2922592
3. Choobineh A, Lahmi M, Shahnavaz H, Jazani RK, 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
4. Spielholz P, Silverstein B, Morgan M, Checkoway H, Kaufman J. Comparison of self-report, video observation and direct measurement methods for upper extremity musculoskeletal disorder physical risk factors. *Ergonomics*. 2001;**44**(6):588-613. PMID: 11373023 DOI: 10.1080/00140130118050
5. David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med*. 2005;**55**(3):190-9. PMID: 15857898 DOI: 10.1093/occmed/kqi082
6. Larson BA, Ellexson MT. Blueprint for ergonomics. *Work*. 2000;15(2):107-12. PMID: 12441496
7. Barondess JA, Cullen MR, de Lateur BJ, Deyo RA, Donaldson KS, Drury CG. Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities. Washington, DC: National Academy of Sciences; 2001. P. 1-512.
8. Roquelaure Y, Mariel J, Fanello S, Boissiere J, Chiron H, Dano C, et al. Active epidemiological surveillance of musculoskeletal disorders in a shoe factory. *Occup Environ Med*. 2002;**59**(7):452-8. PMID: 12107293
9. Vieira ER, Serra MV, de Almeida LB, Villela WV, Scalon JD, Quemelo PR. Symptoms and risks for musculoskeletal disorders among male and female footwear industry workers. *Int J Ind Ergon*. 2015;**48**:110-6. DOI: 10.1016/j.ergon.2015.05.001
10. Seniori Costantini A, Quinn M, Consonni D, Zappa M. Exposure to benzene and risk of leukemia among shoe factory workers. *Scand J Work Environ Health*. 2003;**29**(1):51-9. PMID: 12630436
11. Todd L, Puangthongthub ST, Mottus K, Mihlan G, Wing S. Health survey of workers exposed to mixed solvent and ergonomic hazards in footwear and equipment factory workers in Thailand. *Ann Occup Hyg*. 2008;**52**(3):195-205. PMID: 18344534 DOI: 10.1093/annhyg/men003
12. Dianat I, Salimi A. Working conditions of Iranian hand-sewn shoe workers and associations with musculoskeletal symptoms. *Ergonomics*. 2014;**57**(4):602-11. PMID: 24588329 DOI: 10.1080/00140139.2014.891053
13. Veisi H, Choobineh A, Ghaem H. Musculoskeletal problems in Iranian hand-woven shoe-sole making operation and developing guidelines for workstation design. *Int J Occup Environ Med*. 2016;**7**(2):87-97. PMID: 27112717 DOI: 10.15171/ijoem.2016.725
14. Serratos-Perez JN, Mendiola-Anda C. Musculoskeletal disorders among male sewing machine operators in shoemaking. *Ergonomics*. 1993;**36**(7):793-800. PMID:16219155 DOI: 10.1080/10803548.2005.11076648
15. Drinkaus P, Sesek R, Bloswick DS, Mann C, Bernard T. Job level risk assessment using task level ACGIH hand activity level TLV scores: a pilot study. *Int J Occup Saf Ergon*. 2005;**11**(3):263-81. PMID: 16219155 DOI: 10.1080/10803548.2005.11076648
16. Rosecrance J, Paulsen R, Murgia L. Risk assessment of cheese processing tasks using the Strain Index and OCRA Checklist. *Int J Ind Ergon*. 2017;**61**:142-8. DOI: 10.1016/j.ergon.2017.05.009
17. Bao S, Howard N, Spielholz P, Silverstein B. Quantifying repetitive hand activity for epidemiological research on musculoskeletal disorders--Part II: comparison of different methods of measuring force level and repetitiveness. *Ergonomics*. 2006;**49**(4):381-92. PMID: 16690566 DOI: 10.1080/00140130600555938
18. Jones T, Kumar S. Comparison of ergonomic risk assessments in a repetitive high-risk sawmill occupation: Saw-filer. *Int J Ind Ergon*. 2007;**37**(9):744-53. DOI: 10.1016/j.ergon.2007.05.005
19. Mohammadian Mastan M, Motamedzade M, Faradmal J. Investigating the Correlations of results of three methods OCRA Index, Strain Index, ACGIH HAL to evaluate the risk of upper extremity musculoskeletal disorders. *J Ergon*. 2013;**1**(2):63-71.
20. Moore JS, Garg A. The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *Am Ind Hyg Assoc*. 1995;**56**(5):443-58. PMID: 7754975 DOI: 10.1080/15428119591016863
21. Garg A, Moore JS, Kapellusch JM. The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model. *Ergonomics*. 2017;**60**(7):912-22. PMID: 27633493 DOI: 10.1080/00140139.2016.1237678
22. Latko WA, Armstrong TJ, Foulke JA, Herrin GD, Rabourn RA, Ulin SS. Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1997;**58**(4):278-85. PMID: 9115085 DOI: 10.1080/15428119791012793
23. Armstrong T. The ACGIH TLV for hand activity level. The occupational ergonomics handbook. Florida: CRC Press; 2006. P. 41-1.
24. Garg A, Kapellusch J, Hegmann K, Wertsch J, Merryweather A, Deckow-Schaefer G, et al. The Strain Index (SI) and Threshold Limit Value (TLV) for Hand Activity Level (HAL): risk of carpal tunnelsyndrome (CTS) in a prospective cohort. *Ergonomics*. 2012;**55**(4):396-414. PMID: 22397385 DOI: 10.1080/00140139.2011.644328
25. Garg A, Kapellusch JM, Hegmann KT, Thiese MS, Merryweather AS, Wang YC, et al. The strain index and TLV for HAL: risk of lateral epicondylitis in a prospective cohort. *Am J Ind Med*. 2014;**57**(3):286-302. PMID: 24243166 DOI: 10.1002/ajim.22279
26. Silva JM, Silva LB, Gontijo LA. Relationship between psychosocial factors and musculoskeletal disorders in footwear industry workers. *Production*. 2017;**27**:e2013315. DOI: 10.1590/0103-6513.231516