Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 7, Issue 1, Spring 2020, Pages: 11-20

Original Article

doi: 10.52547/johe.7.1.11

A Comparative Study on NERPA, RULA, and LUBA Methods in Predicting the Risk of Upper Limb Musculoskeletal Disorders in Household Manufacturing Industry

Mohsen Sadeghi Yarandi[1,*], Salman Torabi Goodarzi[1], Reza Pourbabaki[1], Sajjad Samiei[1]

[1] *MSc, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

***Corresponding Author:** Mohsen Sadeghi Yarandi, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: eng.sadeghi1995@gmail.com*

Received: 14/10/2019
Accepted: 21/01/2020

How to Cite this Article:
Sadeghi Yarandi M, Torabi Goodarzi S, Pourbabaki R, Samiei S. A Comparative Study on NERPA, RULA, and LUBA Methods in Predicting the Risk of Upper Limb Musculoskeletal Disorders in Household Manufacturing Industry. *J Occup Hyg Eng*. 2020; 7(1): 11-20. DOI: 10.52547/johe.7.1.11

Abstract

Background and Objective: Work-related upper limb disorders (WRULDs) are among the main causes of disability in industrial workers. Regarding this, the present study aimed to compare novel ergonomic postural assessment (NERPA), rapid upper limb assessment (RULA), and loading upper body assessment (LUBA) methods in predicting the risk of upper limb musculoskeletal disorders in the workers of household manufacturing industry.

Materials and Methods: This cross-sectional study was conducted on 346 employees in the operational sector of a household manufacturing industry, in six occupational groups. The Nordic General Questionnaire was used to determine the prevalence of musculoskeletal disorders. Furthermore, LUBA, RULA, and NERPA methods were employed to predict the risk of upper limb musculoskeletal disorders. Finally, the values measured by the Nordic General Questionnaire and those predicted by the three mentioned methods were analyzed by the Spearman correlation coefficient and Kappa coefficient in SPSS software (version 25) at a significance level of 0.05.

Results: The mean age and work experience of the participants were 39.52±4.81 and 9.17±4.61 years, respectively. The correlation coefficients between the measured and predicted levels of musculoskeletal disorders by RULA, NERPA, and LUBA methods were obtained as 0.701, 0.691, and 0.629, respectively ($P<0.05$). Moreover, the correlation coefficients of the predicted risk levels in RULA with the obtained risk levels in NERPA and LUBA methods were 0.713 and 0.619, respectively ($P<0.05$).

Conclusion: The results of the present study revealed the RULA method as the best technique for predicting the risk of the prevalence of upper limb musculoskeletal disorders among the different examined tasks. Finally, it was determined that none of the studied methods had adequate comprehensiveness to assess all of the four risk levels. Therefore, it is suggested that newer methods be developed based on the correction and better division of angles.

Keywords: LUBA; Musculoskeletal Disorders; NERPA; RULA

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

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.7.1.11

بررسی مقایسه‌ای سه روش NERPA، RULA و LUBA در پیش‌بینی میزان ریسک بروز اختلالات اسکلتی– عضلانی اندام فوقانی در کارکنان یک صنعت تولید لوازم خانگی

محسن صادقی یارندی[۱،*]، سلمان ترابی گودرزی[۱]، رضا پوربابکی[۱]، سجاد سمیعی[۱]

[۱] کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** محسن صادقی یارندی، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. ایمیل: eng.sadeghi1995@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۲۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۰۱

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی مرتبط با کار (WRULDs: Work-Related Upper Limb Disorders) از جمله دلایل مهم از کار افتادگی در کارکنان شاغل در صنایع می‌باشد. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف بررسی مقایسه‌ای سه روش NERPA (Novel Ergonomic Postural Assessment)، RULA (Rapid Upper Limb Assessment) و LUBA (Loading Upper Body Assessment) در پیش‌بینی میزان ریسک بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی در کارکنان یک صنعت تولید لوازم خانگی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در مطالعه مقطعی حاضر تمامی افراد شاغل در بخش عملیاتی یک صنعت تولید لوازم خانگی شامل ۳۴۶ نفر در شش گروه شغلی شرکت کردند. به منظور تعیین میزان ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی از پرسشنامه اختلالات اسکلتی- عضلانی نوردیک استفاده شد. همچنین برای پیش‌بینی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی از سه روش LUBA، RULA و NERPA استفاده گردید. داده‌های مربوط به مقادیر واقعی اختلالات اسکلتی- عضلانی و مقادیر ریسک پیش‌بینی شده توسط سه روش مذکور با استفاده از آزمون‌های ضریب همبستگی Spearman و ضریب توافق کاپا در سطح معناداری ۰/۰۵ و در محیط نرم‌افزار آماری SPSS 25 تجزیه و تحلیل گردیدند.

یافته‌ها: میانگین و انحراف معیار سن و سابقه کار افراد مورد مطالعه به ترتیب ۴/۸۱±۳۹/۵۲ و ۴/۶۱±۹/۱۷ سال بود. میزان همبستگی بین سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی و سطوح ریسک پیش‌بینی شده در روش‌های RULA، NERPA و LUBA به ترتیب معادل ۰/۷۰۱، ۰/۶۹۱ و ۰/۶۲۹ محاسبه گردید (P<۰/۰۵). میزان ضریب همبستگی سطوح ریسک پیش‌بینی شده در روش RULA با سطوح ریسک متناظر آن در روش‌های NERPA و LUBA به ترتیب معادل ۰/۷۱۳ و ۰/۶۱۹ بود (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان دادند که در حالت کلی، بهترین روش جهت پیش‌بینی ریسک بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی در بین وظایف مختلف مورد بررسی، روش RULA می‌باشد. در این مطالعه مشخص گردید که هیچ‌یک از این روش‌ها برای ارزیابی هر چهار سطح ریسک جامعیت کافی را ندارند؛ از این رو پیشنهاد می‌شود روش‌های جدیدتری بر مبنای اصلاح زوایا توسعه یابند.

واژگان کلیدی: اختلالات اسکلتی- عضلانی؛ LUBA؛ NERPA؛ RULA

مقدمه

اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار (WRMSDs: Work-Related Musculoskeletal Disorders) یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها و آسیب‌های شغلی بوده و علت اصلی از کار افتادگی و آسیب کارگران، از دست رفتن زمان کار، افزایش هزینه‌ها و زیان‌های اقتصادی و همچنین کاهش بهره‌وری می‌باشد [۱،۲]. در این میان، اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی (WRULDs) ۲۰ تا ۴۵ درصد از کل اختلالات ایجاد شده را شامل می‌شود [۳]. بر این اساس، اختلالات اسکلتی- عضلانی شامل: اختلالات ماهیچه‌ها، زردپی‌ها، غلاف زردپی‌ها، اعصاب محیطی، مفصل‌ها، استخوان‌ها، رباط‌ها و رگ‌های خونی می‌باشند که در پی وارد شدن استرس تکراری در طول زمان و یا یک ترومای آنی یا حاد ایجاد شده و دارای علائمی از جمله

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

ناراحتی، درد، خستگی، خشکی، تورم، محدود شدن دامنه حرکتی، کوفتگی عضلانی، بی‌حسی و گزگز هستند [۴،۵]. مطابق با بررسی‌های انجام شده در استرالیا مشخص گردید که ۶۰ درصد از شکایات مطرح شده در زمینه بیماری‌های شغلی طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ مربوط به اختلالات اسکلتی- عضلانی ناشی از کار بوده است [۶]. براساس گزارش‌های موجود، ۴۰ درصد از هزینه‌های غرامت مرتبط با کار در جهان مربوط به اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌باشد[۷]. در کشور ایران نیز اختلالات اسکلتی- عضلانی منشأ اصلی از کار افتادگی و هزینه‌های مربوطه هستند. بر پایه آمار موجود، حدود ۴۸ درصد از بیماری‌های ناشی از کار را آسیب‌های تجمعی که در اثر عوامل فیزیکی یا مکانیکی ایجاد شده و خود نوعی از ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی محسوب می‌گردند، تشکیل می‌دهند [۸]. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که در کشورهای در حال توسعه همچون ایران، مسأله بروز و شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی بسیار جدی‌تر است؛ زیرا بر خلاف گسترش روزافزون فرایندهای مکانیزه و خودکار، هنوز هم بخش عمده‌ای از فعالیت‌ها به صورت دستی و در شرایطی غیر ارگونومیک انجام می‌شوند [۹].

یکی از صنایعی که میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در آن نسبتاً بالا می‌باشد، صنایع تولید لوازم خانگی است. به طور کلی، کارکنان شاغل در این صنعت در بخش‌های مختلفی همچون پرسکاری، سوراخ‌کاری، برشکاری، جوشکاری، مونتاژ، بسته‌بندی و غیره مشغول به کار هستند؛ به نحوی که هریک از وظایف مذکور با توجه به وجود ریسک‌فاکتورهای ارگونومیک مختلفی همچون وضعیت بدنی نامطلوب و ایستگاه‌های کاری نامناسب، مستعد ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌باشند [۱۰]. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که میزان شیوع و شدت اختلالات اسکلتی- عضلانی به ویژه در اندام‌های فوقانی در این گونه صنایع بسیار بالا است [۱۱،۱۲].

به منظور پیشگیری از این اختلالات لازم است ابتدا وضعیت بدنی افراد در وظایف و مشاغل مختلف با استفاده از روش‌های موجود مورد ارزیابی قرار گرفته و ریسک‌فاکتورهایی که می‌توانند بر بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی مؤثر واقع شوند، مشخص گردند. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی‌های ارگونومیکی انجام شده در محیط‌های کاری می‌بایست براساس سطوح ریسک تحصیل شده و ضرورت انجام اقدامات اصلاحی، اقدامات کنترلی مناسب صورت گیرد. امروزه روش‌های مختلفی به منظور پیش‌بینی و ارزیابی ریسک‌فاکتورهای مؤثر بر بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی توسعه یافته است که هریک فاکتورهای مختلفی نظیر وضعیت‌های مختلف انحراف بدن از حالت طبیعی، حرکات تکراری، اعمال نیرو، مدت زمان و سایر عوامل محیطی، فردی و غیره را در نظر می‌گیرند. این روش‌ها به طور کلی به سه گروه خودگزارشی، مشاهده‌ای و اندازه‌گیری مستقیم تقسیم می‌شوند [۱۳،۱۴]. یکی از رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده، روش‌های مشاهده‌ای هستند که از جمله دلایل استفاده از آن‌ها می‌توان به سادگی روش، انعطاف‌پذیری و هزینه کم اجرا اشاره نمود. از جمله این روش‌ها می‌توان از روش‌های LUBA، RULA و NERPA (هر سه با تمرکز بر ارزیابی اندام‌های فوقانی) یاد کرد که از روش‌های پرکاربرد در حوزه ارزیابی ارگونومیک می‌باشند. باید خاطرنشان ساخت که مطالعات کاربردی کمتری در زمینه بررسی قدرت پیش‌بینی اختلالات اسکلتی- عضلانی با استفاده از این روش‌ها برای شناسایی بهترین روش در مشاغل مختلف صورت گرفته است [۱۵]. با توجه به اهمیت پیش‌بینی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی در پیشگیری از این اختلالات و با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای برای شناسایی بهترین روش پیش‌بینی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی در صنایع تولید لوازم خانگی با شیوع بالای اختلالات اسکلتی- عضلانی در داخل کشور انجام نشده است، مطالعه حاضر با هدف بررسی مقایسه‌ای سه روش RULA، NERPA و LUBA در پیش‌بینی میزان ریسک بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی در کارکنان یک صنعت تولید لوازم خانگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

طراحی مطالعه

مطالعه مقطعی و توصیفی- تحلیلی حاضر در ارتباط با تمامی افراد شاغل در بخش عملیاتی یک صنعت تولید لوازم خانگی در ایران به تعداد ۳۴۶ نفر مرد در شش گروه شغلی مختلف شامل: برشکاری ورقه، پرسکاری، جوشکاری، سوراخ‌کاری، مونتاژ و بسته‌بندی در سال ۱۳۹۷ انجام شد. داشتن حداقل ۱۲ ماه سابقه کاری به عنوان معیار ورود به مطالعه در نظر گرفته شد. عدم تمایل فرد برای همکاری در راستای انجام مطالعه نیز معیار خروج از پژوهش بود. طی بررسی نتایج معاینات شغلی و مصاحبه با کارگران، افرادی که در اثر وقایع غیر شغلی دچار اختلالات اسکلتی- عضلانی شده بودند، وارد فرایند پژوهش نگردیدند. بر مبنای این معیارها، در نهایت ۳۰۳ نفر از افراد در مطالعه باقی ماندند. سپس مراحل اجرای پژوهش برای افراد توضیح داده شد و آن‌ها رضایت خود را برای شرکت در مطالعه اعلام نمودند. در مرحله بعد به منظور تعیین میزان شیوع ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی افراد در یک سال گذشته از پرسشنامه اختلالات اسکلتی- عضلانی نوردیک استفاده شد. بخش اول پرسشنامه حاوی سؤالات مرتبط با اطلاعات دموگرافیک بود و بخش‌های دیگر آن دربرگیرنده سؤالاتی بود که آسیب‌های اسکلتی- عضلانی افراد را به ترتیب در قسمت‌های مربوط به ناحیه گردن، ناحیه فوقانی پشت، ناحیه تحتانی پشت، ناحیه شانه‌ها و ناحیه ران و زانو (با توجه به پاسخ فرد به صورت بله یا خیر) مشخص می‌کرد [۱۶]. این پرسشنامه یک ابزار استاندارد و شناخته شده برای تعیین اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌باشد

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

که روایی و پایایی آن طی مطالعات پیشین در ایران تأیید شده است [۱۷]. در این مطالعه میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های مختلف افراد شرکت‌کننده به چهار سطح اختلالات پایین (شیوع ۰ تا ۲۵ درصد)، متوسط (شیوع ۲۵ تا ۵۰ درصد)، بالا (شیوع ۵۰ تا ۷۵ درصد) و بسیار بالا (شیوع ۷۵ تا ۱۰۰ درصد) دسته‌بندی شدند. جهت محاسبه شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در کل بدن نیز از شیوع این اختلالات در بخش‌های مختلف بدن میانگین گرفته شد و بر حسب طبقه‌بندی مذکور دسته‌بندی گردید. سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی نوردیک ارزیابی شده با استفاده از پرسشنامه نوردیک به عنوان مبنایی جهت تقسیم‌بندی سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی موجود در بین افراد مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله بعد، سیکل‌های کاری افراد در بخش‌های مختلف صنعت به صورت دقیق توسط دو متخصص مشاهده گردید، از وضعیت‌های بدنی نامطلوب افراد فیلم و عکس تهیه شد و اطلاعات شغلی مورد نیاز آن‌ها یادداشت گردید. سپس فیلم‌ها و عکس‌های مربوط به بدترین و پرتکرارترین وضعیت‌های بدنی افراد حین انجام وظیفه برای بررسی‌های بعدی انتخاب شد. طی این مطالعه ۳۰۳ نفر مورد بررسی قرار گرفتند و در مجموع ۱۲۰۰ پوسچر مختلف ارزیابی گردید. به منظور بررسی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی در حالات بدنی نامطلوب انتخاب شده برای هر فرد از سه روش LUBA، RULA و NERPA به صورت جداگانه استفاده شد. در ادامه خلاصه‌ای از این سه روش ارائه گردیده است.

روش ارزیابی سریع اندام فوقانی (RULA)

این روش نخستین بار در سال ۱۹۹۳ توسط Mc Atamney و Corlett به منظور ارزیابی فعالیت‌ها با تمرکز بر اندام فوقانی ارائه شده است. این روش وضعیت بدنی، نیروی به کار رفته و فعالیت ماهیچه‌ای استاتیک فرد را ارزیابی می‌کند. در این روش هر سمت از بدن که وضعیت بدتری داشته باشد، ارزیابی می‌شود. در این روش علاوه بر حالات بدنی حین انجام کار، نیرو و حرکات مربوطه نیز در نظر گرفته می‌شود. نمره نهایی در این روش از ۱ تا ۷ می‌باشد؛ به طوری که امتیاز ۲-۱ سطح ریسک پایین، امتیاز ۴-۳ سطح ریسک متوسط، امتیاز ۶-۵ سطح ریسک بالا و امتیاز ۷ سطح ریسک بسیار بالا را نشان می‌دهد [۱۸]. روایی و پایایی این روش در مطالعات پیشین تأیید گردیده است [۱۹].

روش ارزیابی بار وضعیتی وارد بر قسمت فوقانی بدن (LUBA)

این روش توسط Kee و Karwowski در سال ۲۰۰۱ ایجاد شده است. در این روش فشار وارد بر بدن فرد در اثر وضعیت بدنی حین انجام کار به صورت کمی ارزیابی می‌شود. در این روش وضعیت بدن براساس زوایای اندام‌های گردن، شانه، کمر، دست و آرنج در حین انجام فعالیت مورد بررسی قرار گرفته و با شاخصی به نام شاخص فشار وضعیتی (PLI: Postural Load Index) ارزیابی می‌گردد. این شاخص بیانگر بار اسکلتی- عضلانی وضعیت بدنی فرد می‌باشد. معادله (۱) نحوه محاسبه این شاخص را نشان می‌دهد.

$$PS = \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{mj} S_{ij}$$ معادله ۱

در این معادله PS امتیاز وضعیت بدنی و N تعداد مفاصلی می‌باشد که به آن‌ها امتیاز تعلق گرفته است. براساس شاخص فشار وضعیتی، سطح اقدامات اصلاحی در چهار گروه طبقه‌بندی می‌شود. وضعیت‌های بدنی با نمرات کوچک‌تر یا برابر با ۵ جزء وضعیت‌های قابل قبول بوده و وضعیت‌های با نمرات بین ۵ تا ۱۰ نیاز به مطالعات بیشتر، تغییرات و مداخلات ارگونومیکی در آینده دارند. همچنین وضعیت‌های با نمرات بین ۱۱ تا ۱۵ نیاز به اقدامات اصلاحی و مداخلات ارگونومیکی داشته و وضعیت‌های با نمرات بیشتر از ۱۵ در گروه چهارم اقدامات اصلاحی قرار گرفته و به معنای نیاز به انجام بررسی‌های فوری و اصلاحات آنی می‌باشد [۲۰]. داده‌های مورد استفاده در این روش براساس داده‌های فیزیولوژیکی هستند. یکی از مهم‌ترین مزایای این روش، کمی بودن امتیاز نهایی است که باعث سهولت در تصمیم‌گیری نسبت به روش‌های کیفی می‌شود. روایی و پایایی این روش در مطالعات پیشین تأیید گردیده است [۲۰،۲۱].

روش جدید ارزیابی وضعیت بدنی (NERPA)

این روش براساس روش RULA توسعه یافته و یکی از روش‌های ارزیابی ارگونومیک اندام‌های فوقانی می‌باشد که برای اولین بار توسط Sánchez و همکاران در سال ۲۰۱۳ ارائه شده است و یکی از جدیدترین روش‌های ارائه شده در حوزه ارزیابی وضعیت‌های بدنی می‌باشد. این روش مانند بسیاری از روش‌های ارزیابی حالات بدنی مبنی بر قلم- کاغذ از نمره برای بیان حالات و شرایط فیزیکی استفاده می‌کند و در نهایت آن‌ها را در چهار سطح اقدام اصلاحی ارائه می‌نماید. نمره نهایی در این روش همانند روش RULA از ۱ تا ۷ است؛ به طوری که امتیاز ۲-۱ سطح ریسک پایین، امتیاز ۴-۳ سطح ریسک متوسط، امتیاز ۶-۵ سطح ریسک بالا و امتیاز ۷ سطح ریسک بسیار بالا را نشان می‌دهد [۲۲]. روایی و پایایی این روش در مطالعات پیشین تأیید گردیده است [۲۳].

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در نهایت به منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی توسط سه روش مذکور، کلیه داده‌های جمع‌آوری شده وارد نرم‌افزار SPSS 25 شدند. در ادامه، با استفاده از آزمون‌های آماری ضریب همبستگی Spearman و ضریب توافق

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

کاپا در سطح معناداری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل گردیدند. به منظور بررسی نرمال بودن یا نبودن توزیع داده‌ها از آزمون آماری ناپارامتری Kolmogorov–Smirnov استفاده شد.

یافته‌ها

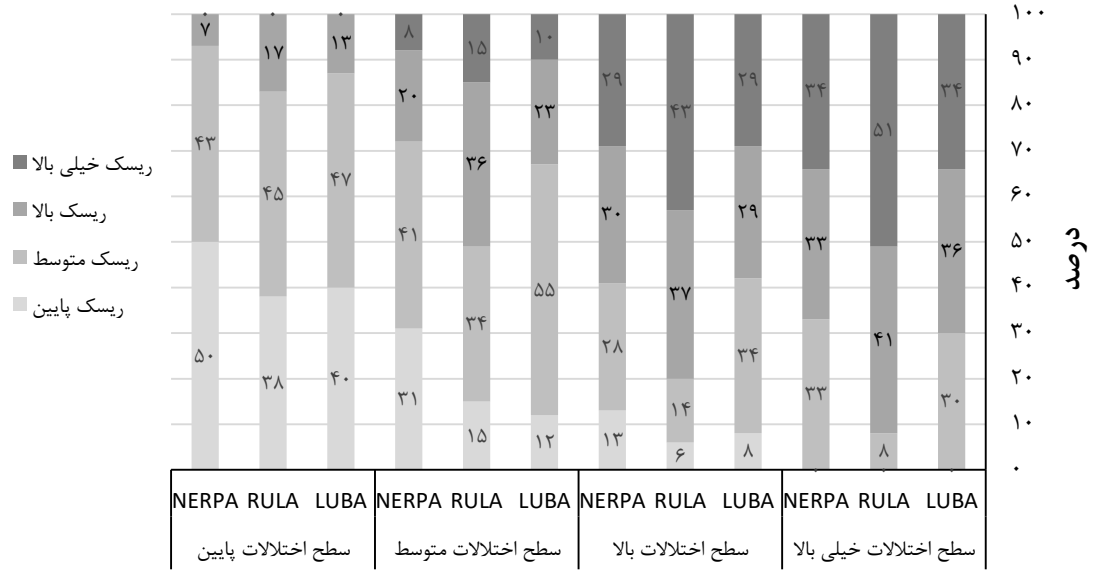
طی مطالعه حاضر ۳۰۳ نفر مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین و انحراف معیار سن و سابقه کار افراد مورد مطالعه به ترتیب ۴/۸۱±۳۹/۵۲ و ۴/۶۱±۹/۱۷ سال بود. میانگین شاخص توده بدنی افراد نیز ۱/۶۱±۲۴/۲۹ کیلوگرم بر متر مربع بود. همچنین از نظر وظایف شغلی، ۲۶ درصد از افراد در بخش پرسکاری، ۱۹ درصد در بخش برشکاری ورقه، ۱۳ درصد در بخش سوراخ‌کاری، ۹ درصد در بخش جوشکاری، ۲۰ درصد در بخش مونتاژ و ۱۳ درصد در بخش بسته‌بندی مشغول به کار بوده‌اند.

مقدار شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های مختلف افراد شرکت‌کننده بر حسب وظایف شغلی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از بررسی شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین افراد مورد مطالعه نشان می‌دهند که شیوع اختلالات مذکور در اندام‌های گردن، شانه، آرنج، دست/مچ دست، پشت، کمر، زانو، پا/مچ پا و باسن/ران به ترتیب ۵۳/۰۸، ۶۶/۲۱، ۴۷/۴۳، ۳۸/۸۵، ۳۹/۸۶، ۵۰/۳۱، ۴۳/۶، ۳۳/۹۱ و ۳۱/۵۸ درصد می‌باشد. همان طور که مشاهده می‌شود، در مجموع ۲۴ درصد از اختلالات اسکلتی- عضلانی افراد در سطح پایین، ۳۹ درصد در سطح متوسط، ۲۶ درصد در سطح بالا و ۱۱ درصد در سطح بسیار بالا قرار دارد.

نتایج حاصل از ارزیابی ریسک ارگونومیکی وظایف شغلی نشان می‌دهند که در روش LUBA، ۲۳/۹ درصد از افراد در سطح ریسک پایین، ۴۳/۶ درصد در سطح ریسک متوسط، ۲۰/۳ درصد در سطح ریسک بالا و ۱۲/۲ درصد در سطح ریسک بسیار بالا قرار دارند. در روش RULA نیز ۱۱/۴ درصد از افراد در سطح ریسک پایین، ۲۲/۶ درصد در سطح ریسک متوسط، ۴۶/۳ درصد در سطح ریسک بالا و ۱۹/۷ درصد در سطح ریسک بسیار بالا گروه‌بندی می‌شوند. بررسی وضعیت بدنی افراد با استفاده از روش NERPA نیز حاکی از آن بود که ۳۲/۲ درصد از افراد تحت مطالعه در سطح ریسک پایین، ۳۱/۳ درصد در سطح ریسک متوسط، ۲۳/۳ درصد در سطح ریسک بالا و ۱۳/۲ درصد در سطح ریسک بسیار بالا قرار دارند. درصد فراوانی سطوح ریسک حاصل شده با استفاده از سه روش LUBA، RULA و NERPA بر حسب سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی نوردیک در شکل ۱

جدول ۱: شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های مختلف افراد شرکت‌کننده بر حسب نوع وظیفه شغلی (درصد)

وظیفه	اندام									
	گردن	شانه	آرنج	دست/مچ	پشت	کمر	زانو	پا/مچ پا	باسن/ران	مجموع
پرسکاری	۵۵/۳	۷۱/۲	۴۳/۶	۳۱/۹	۴۵/۵	۴۵/۹	۳۱/۶	۲۹/۸	۳۸/۹	۴۴/۶۴
برشکاری ورقه	۴۳/۵	۵۳/۶	۴۹/۵	۳۸/۹	۳۲/۸	۵۳/۳	۲۹/۹	۳۳/۹	۳۷/۱	۴۱/۳۸
سوراخ‌کاری	۴۱/۲	۶۲/۶	۵۴/۳	۳۶/۹	۳۳/۹	۴۳/۵	۳۹/۷	۳۹/۵	۲۹	۴۲/۲۸
جوشکاری	۵۸/۵	۶۶/۹	۴۴/۸	۴۱/۳	۴۶/۳	۵۵/۸	۵۹/۳	۳۶/۳	۲۶/۳	۴۸/۳۸
مونتاژ	۷۸/۶	۷۴/۶	۴۸/۵	۴۹/۵	۴۸/۴	۵۳/۸	۶۶/۸	۳۹/۸	۲۵/۴	۵۳/۹۳
بسته‌بندی	۴۱/۴	۶۸/۴	۴۳/۹	۳۴/۶	۳۲/۳	۴۹/۶	۳۴/۳	۲۴/۳	۳۲/۸	۴۰/۱۶
میانگین	۵۳/۰۸	۶۶/۲۱	۴۷/۴۳	۳۸/۸۵	۳۹/۸۶	۵۰/۳۱	۴۳/۶	۳۳/۹۳	۳۱/۵۸	۴۵/۱۲



شکل ۱: درصد فراوانی سطوح ریسک تحصیل شده در سه روش LUBA، RULA و NERPA بر حسب سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]
[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

شکل ۲: میانگین و انحراف معیار امتیاز به دست آمده از سه روش LUBA، RULA و NERPA بر حسب بخش‌های مختلف صنعت مورد مطالعه

جدول ۲: میزان همبستگی بین سطوح ریسک پیش‌بینی شده توسط سه روش NERPA، RULA و LUBA و سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی پرسشنامه نوردیک

پارامتر	ضریب همبستگی				سطح معناداری			
	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	سطح ریسک NERPA	سطح ریسک RULA	سطح ریسک LUBA	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	سطح ریسک NERPA	سطح ریسک RULA	سطح ریسک LUBA
سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	۱/۰۰	۰/۶۹۱	۰/۷۰۱	۰/۶۲۹	-	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
سطح ریسک NERPA	۰/۶۹۱	۱/۰۰	۰/۷۱۳	۰/۶۵۵	<۰/۰۰۱	-	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
سطح ریسک RULA	۰/۷۰۱	۰/۷۱۳	۱/۰۰	۰/۶۱۹	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	-	<۰/۰۰۱
سطح ریسک LUBA	۰/۶۲۹	۰/۶۵۵	۰/۶۱۹	۱/۰۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	-

نشان داده شده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که به طور کلی روش NERPA ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی پایین را بهتر از دو روش دیگر، روش LUBA ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی متوسط را بهتر از دو روش دیگر و روش RULA ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی بالا و بسیار بالا را بهتر از دو روش دیگر پیش‌بینی می‌کند (شکل ۱).

نتایج حاصل از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون ناپارامتری Kolmogorov–Smirnov نشان دادند که توزیع داده‌ها نرمال نمی‌باشد (P<۰/۰۵). بر این اساس، از دو آزمون آماری ضریب همبستگی Spearman و ضریب توافق کاپا استفاده گردید. نتایج مربوط به میانگین امتیاز به دست آمده از هر بخش از صنعت مورد مطالعه در هر سه روش مورد استفاده در یک بازه امتیازی (۷-۰) همسان شده و در شکل ۲ مقایسه گردیده‌اند.

میزان همبستگی بین سطوح ریسک پیش‌بینی شده توسط سه روش NERPA، RULA و LUBA و سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی پرسشنامه نوردیک در جدول ۲ ارائه شده است.

میزان همبستگی بین سطوح ریسک پیش‌بینی شده توسط سه روش NERPA، RULA و LUBA و سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی پرسشنامه نوردیک در وظایف شغلی مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج حاصل از آزمون آماری Spearman در جداول ۲ و ۳ نشان می‌دهند که ضریب همبستگی بین سطوح ریسک به دست آمده در روش RULA و NERPA به طور قابل توجهی بیشتر از ضریب همبستگی بین سطوح ریسک به دست آمده در RULA و LUBA می‌باشد؛ بنابراین مقدار ضریب توافق کاپا بین نتایج حاصل از بررسی سطوح ریسک به دست آمده در دو روش NERPA و RULA در گروه‌های شغلی مختلف محاسبه شد و مشخص گردید که مقدار توافق بین سطوح ریسک به دست آمده در دو روش NERPA و RULA در بخش‌های پرسکاری، برشکاری ورقه، سوراخ‌کاری، جوشکاری، مونتاژ، بسته‌بندی و در

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]
[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

جدول ۳: میزان همبستگی بین سطوح ریسک پیش‌بینی شده توسط سه روش NERPA، RULA و LUBA و سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی پرسشنامه نوردیک در گروه‌های شغلی مختلف

وظیفه	پارامتر	ضریب همبستگی				سطح معناداری			
		سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	سطح ریسک NERPA	سطح ریسک RULA	سطح ریسک LUBA	سطح ریسک NERPA	سطح ریسک RULA	سطح ریسک LUBA
پرسکاری	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	۱	۰/۷۱۲	۰/۷۵۴	۰/۶۷۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک NERPA	۰/۷۱۲	۱	۰/۷۳۳	۰/۶۸۵	-	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک RULA	۰/۷۵۴	۰/۷۳۳	۱	۰/۶۴۵	<۰/۰۰۱	-	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک LUBA	۰/۶۷۰	۰/۶۸۵	۰/۶۴۵	۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	-
برشکاری ورقه	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	۱	۰/۷۰۲	۰/۷۲۳	۰/۴۹۹	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
	سطح ریسک NERPA	۰/۷۰۲	۱	۰/۷۳۲	۰/۴۰۱	-	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
	سطح ریسک RULA	۰/۷۲۳	۰/۷۳۲	۱	۰/۳۹۶	<۰/۰۰۱	-	۰/۰۰۸
	سطح ریسک LUBA	۰/۴۹۹	۰/۴۰۱	۰/۳۹۶	۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	-
سوراخ کاری	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	۱	۰/۶۷۳	۰/۶۹۹	۰/۶۳۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک NERPA	۰/۶۷۳	۱	۰/۶۹۳	۰/۳۹۹	-	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۸
	سطح ریسک RULA	۰/۶۹۹	۰/۶۹۳	۱	۰/۶۰۳	<۰/۰۰۱	-	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک LUBA	۰/۶۳۲	۰/۳۹۹	۰/۶۰۳	۱	۰/۰۰۸	<۰/۰۰۱	-
جوشکاری	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	۱	۰/۶۸۲	۰/۷۱۶	۰/۶۲۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک NERPA	۰/۶۸۲	۱	۰/۶۰۲	۰/۶۰۱	-	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک RULA	۰/۷۱۶	۰/۶۰۲	۱	۰/۶۱۱	<۰/۰۰۱	-	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک LUBA	۰/۶۲۳	۰/۶۰۱	۰/۶۱۱	۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	-
مونتاژ	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	۱	۰/۶۰۹	۰/۶۷۳	۰/۵۸۹	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک NERPA	۰/۶۰۹	۱	۰/۷۶۰	۰/۶۰۱	-	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک RULA	۰/۶۷۳	۰/۷۶۰	۱	۰/۵۸۶	<۰/۰۰۱	-	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک LUBA	۰/۵۸۹	۰/۶۰۱	۰/۵۸۶	۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	-
بسته‌بندی	سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی	۱	۰/۶۷۲	۰/۷۰۱	۰/۵۸۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک NERPA	۰/۶۷۲	۱	۰/۶۸۱	۰/۶۰۱	-	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک RULA	۰/۷۰۱	۰/۶۸۱	۱	۰/۵۳۲	<۰/۰۰۱	-	<۰/۰۰۱
	سطح ریسک LUBA	۰/۵۸۳	۰/۶۰۱	۰/۵۳۲	۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	-

مجموع بخش‌ها به ترتیب ۰/۶۸۵، ۰/۷۱۳، ۰/۵۹۲، ۰/۶۶۲، ۰/۷۴۱، ۰/۶۱۸ و ۰/۶۸۴ می‌باشد که در کلیه موارد معنادار است (P<۰/۰۵). نتایج حاکی از آن هستند که بیشترین ضریب همبستگی و ضریب توافق بین دو روش مذکور در وظیفه شغلی مونتاژ وجود دارد.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که شیوع دوره‌ای اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین افراد مورد مطالعه در اندام‌های گردن، شانه، آرنج، دست/مچ دست، پشت، کمر، زانو، پا/مچ پا و باسن/ران به ترتیب معادل ۵۳/۰۸، ۶۶/۲۱، ۴۷/۴۳، ۳۸/۸۵، ۳۹/۸۶، ۵۰/۳۱، ۴۳/۶، ۳۳/۹۱ و ۳۱/۵۸ درصد می‌باشد. محمدی و همکاران در مطالعه خود در یک شرکت تولید لوازم خانگی به این نتیجه دست یافتند که بیشترین میزان شیوع این اختلالات در اندام‌های فوقانی به ویژه در گردن و شانه می‌باشد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد [۲۱]. در این مطالعه سطوح اختلالات مذکور به چهار گروه تقسیم شدند و مشخص گردید که ۲۴ درصد از اختلالات اسکلتی- عضلانی افراد مورد مطالعه در سطح پایین، ۳۹ درصد در سطح متوسط، ۲۶ درصد در سطح بالا و ۱۱ درصد در سطح بسیار بالا قرار دارند. بر مبنای نتایج مشاهده گردید که اغلب وظایف شغلی موجود در صنعت مورد مطالعه دارای ریسک خطرناک در ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌باشند که این امر اهمیت لزوم توجه به این مشاغل را نشان می‌دهد. علاوه‌براین، نتایج نشان دادند که به طور کلی روش

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]
[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

NERPA، ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی پایین را بهتر از دو روش دیگر، روش LUBA ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی متوسط را بهتر از دو روش دیگر و روش RULA ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی بالا و بسیار بالا را بهتر از دو روش دیگر پیش‌بینی می‌کند (شکل ۱). نتایج تجزیه و تحلیل ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی در مشاغل مختلف نیز نشان از همین مطلب دارند. در این ارتباط، Abdol Rahman و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با هدف مقایسه روش‌های ارزیابی اندام فوقانی نشان دادند که روش RULA دقت بالایی در ارزیابی فعالیت‌های با ریسک بالای ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی دارد [۲۴]. Sanchez و همکاران نیز در سال ۲۰۱۳ گزارش نمودند که روش RULA قدرت کافی برای پیش‌بینی ریسک‌های پایین را ندارد. نتایج مطالعات این پژوهشگران نشان دادند که RULA هیچ‌یک از عملیات‌ها را در سطح ریسک پایین طبقه‌بندی نمی‌کند؛ اما NERPA ۱۶/۳۰ درصد از آن‌ها را به عنوان ریسک پایین طبقه‌بندی می‌نماید [۲۲]. نتایج مطالعه Kee و Karwowski در سال ۲۰۰۷ حاکی از آن بودند که RULA ۵۶ درصد از ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی مشاغل را در سطح متوسط و بالا پیش‌بینی می‌کند؛ در حالی که OWAS (OVAKO Working Posture Analysis System) و REBA (Rapid Entire Body Assessment) ۷۹ درصد از ریسک اختلالات اسکلتی همان مشاغل را در سطح پایین و بسیار پایین نشان می‌دهند [۲۴]. Chiasson و همکاران نیز در سال ۲۰۱۲ مطالعه‌ای را با هدف مقایسه هشت روش ارزیابی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی انجام دادند و بیان نمودند که RULA نمی‌تواند ریسک‌های پایین را شناسایی کند. این در حالی است که بر مبنای گزارش آن‌ها ۷۶ درصد از ایستگاه‌های کاری دارای ریسک بالا و ۲۴ درصد دارای ریسک متوسط بودند [۲۴]. نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که RULA می‌تواند ریسک‌های پایین را شناسایی کند؛ اما قدرت پیش‌بینی آن برای ریسک‌های پایین نسبت به دو روش LUBA و NERPA کمتر می‌باشد. شاید علت اختلاف نتایج این مهم باشد که بیشتر مشاغل مورد بررسی در مطالعات دیگر دارای ریسک‌های بالا و بسیار بالا بوده‌اند. مقایسه زوایای مورد بررسی در روش‌ها نشان می‌دهد که در روش RULA، تعداد کمی تقسیم‌بندی برای زوایای قسمت‌های مختلف بدن وجود دارد. علاوه‌براین در این روش نسبت به دو روش دیگر، نمرات ریسک بالا به محدوده‌های زاویه‌ای کوچک‌تری تعلق می‌گیرد. این عوامل باعث می‌شوند که RULA یک ریسک مشخص را بیش از حد تخمین بزند. در این راستا در مطالعه حق‌شناس و همکاران در سال ۲۰۱۶ نشان داده شد که NERPA توانایی خوبی در شناسایی ریسک‌های پایین دارد؛ به طوری که در حالات بدنی ارزیابی شده، روش QEC (Quick Exposure Check) ۵۱/۷۲ درصد از موارد را به عنوان ریسک بالا شناسایی کرد و NERPA تنها ۳۳/۳۳ درصد از موارد را به عنوان ریسک بالا نشان داد [۲۵]. بر مبنای نتایج، قدرت روش NERPA برای پیش‌بینی ریسک‌های بالا و بسیار بالا، پایین می‌باشد. روش NERPA نیز تنها براساس اصلاح زوایای روش RULA توسعه یافته است؛ اما نتایج نشان می‌دهند که این اصلاح زاویه چندان هم موفق نبوده است. اگرچه اصلاح زوایا، افزایش تعداد تقسیم‌بندی آن‌ها و در نظر گرفتن محدوده‌های زاویه‌ای بزرگتر برای ریسک بالاتر باعث افزایش پیش‌بینی ریسک‌های پایین شده است؛ اما توانایی شناسایی ریسک‌های بالا را کاهش داده است.

در روش LUBA دسته‌بندی بیشتر و دقیق‌تری در رابطه با جهات مختلف حرکت اندام‌ها همچون بازشدگی (Extension)، خم‌شدگی (Flexion)، چرخش (Rotation) و انحراف به طرفین (Lateral Deviation) در محل مفاصل وجود داشته و دقت مناسبی در ارزیابی وضعیت‌های کاری دارد. نتایج مطالعه انجام شده توسط خندان و همکاران در سال ۱۳۹۶ در یک شرکت چاپ و نشر نشان دادند که در روش LUBA تنها ۶/۹ درصد از وضعیت‌های کاری در سطح ریسک سه اقدام اصلاحی قرار گرفتند؛ این در حالی می‌باشد که در روش RULA، ۲۵/۱ درصد از وضعیت‌های بدنی در سطح سه و چهار اقدام اصلاحی قرار گرفتند که این مهم با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد [۲۶]. مقایسه نحوه امتیازدهی روش‌های مورد بررسی نشان داد که در روش LUBA، فاکتورهایی همچون نیرو و تواتر حرکات در نظر گرفته نمی‌شود [۲۴]. شاید یکی از دلایل عدم توانایی این روش در شناسایی فعالیت‌های با ریسک اختلالات بالا، همین موضوع باشد؛ بنابراین با توجه به نحوه امتیازدهی مطلوب اندام فوقانی در این روش توصیه می‌شود با در نظر گرفتن دو فاکتور مذکور در روش LUBA بتوان به روشی جدید و کارا در ارزیابی اندام فوقانی دست یافت. در مجموع می‌توان گفت که LUBA ریسک‌های بسیار بالا را کمتر از حد تخمین می‌زند؛ اما قادر به شناسایی مناسب ریسک‌های پایین نمی‌باشد. این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی دارند. نتایج حاکی از آن بودند که هیچ‌یک از این سه روش برای ارزیابی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی در وظایف مورد مطالعه جامعیت کافی را ندارند و اصلاح زوایای RULA در روش‌های LUBA و NERPA موفق نبوده است؛ بنابراین می‌بایست با اعمال تغییراتی در نمره‌دهی و زوایا به یک روش مطلوب دست یافت. یک ضعف بزرگ برای هر سه روش آن است که زوایای اکستنشن و حرکات جانبی را تقسیم‌بندی نکرده و فقط یک نمره کلی را برای آن در نظر گرفته‌اند. نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که در میان سه روش مذکور، RULA بالاترین همبستگی را با سطح اختلالات اسکلتی- عضلانی دارد که این امر نشان می‌دهد قدرت پیش‌بینی ریسک RULA هنوز هم از دو روش دیگر بالاتر می‌باشد. این در حالی است که دو روش LUBA و NERPA براساس روش RULA و برای حل مشکلات آن توسعه یافته‌اند. این مهم با

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

نتایج مطالعه یزدانی راد و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی دارد. این پژوهشگران در مطالعه خود بیان نمودند که از میان سه روش RULA، NERPA و LUBA، روش RULA بیشترین همبستگی را با سطوح اختلالات اسکلتی- عضلانی دارد [۲۷]. در پژوهش حاضر نشان داده شد که ضریب همبستگی Spearman و ضریب توافق کاپا بین روش‌های NERPA و RULA بیشتر از میزان آن بین روش‌های LUBA و RULA می‌باشد. علاوه‌براین، نتایج نشان دادند که پس از RULA، NERPA قدرت پیش‌بینی‌کنندگی اختلالات اسکلتی- عضلانی بالاتری را دارد. یافته‌های حاصل از نتایج مطالعه یزدانی راد و همکاران در سال ۲۰۱۸ نیز حاکی از آن بودند که بیشترین میزان همبستگی بین سطوح ریسک روش‌های NERPA و RULA با ضریب همبستگی ۰/۷۲ وجود دارد [۲۷]. Sanchez و همکاران نیز طی مطالعه‌ای که به منظور ایجاد یک روش ارزیابی ارگونومیکی تحت عنوان NERPA در سال ۲۰۱۳ انجام دادند، بیشترین میزان ارتباط و همبستگی را بین روش‌های NERPA و RULA گزارش نمودند [۲۲]. در هر حال، هنوز هم RULA نسبت به دو روش دیگر برتری دارد؛ اما جامعیت کافی نداشته و در این زمینه نیاز به توسعه روش‌های جدیدتر وجود دارد. از جمله مزایای مطالعه حاضر می‌توان به بررسی و مقایسه سه روش پرکاربرد در زمینه ارزیابی ارگونومیک اندام فوقانی در صنعت و مشاغل تحت مطالعه اشاره نمود که برای اولین بار در صنعت مورد بررسی، چنین رویکردی در مورد ارزیابی قدرت پیش‌بینی ریسک بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی مورد بررسی قرار گرفت. از جمله محدودیت‌های این مطالعه نیز می‌توان به عدم بررسی سایر روش‌های موجود در زمینه ارزیابی اندام فوقانی اشاره نمود؛ از این رو پیشنهاد می‌گردد پژوهشگران در آینده به مقایسه سایر روش‌های موجود در این زمینه در صنایع و مشاغل مختلف بپردازند و با توجه به مزایا و معایب هریک از روش‌ها، اقدام به توسعه روش‌های جدید و با قدرت پیش‌بینی بیشتر در زمینه ارزیابی اندام فوقانی نمایند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان دادند که در حالت کلی بهترین روش جهت پیش‌بینی بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین وظایف مختلف مورد بررسی، روش RULA می‌باشد. همچنین مشخص گردید که روش NERPA در وظایف با ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی کم، روش LUBA در وظایف با ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی متوسط و روش RULA در وظایف با ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی بالا و بسیار بالا، پیش‌بینی‌های بهتری را ارائه می‌دهند. بین سطوح ریسک حاصل از هر سه روش ارزیابی مورد استفاده نیز همبستگی و ارتباط معناداری مشاهده گردید. در هر حال با توجه به اینکه هیچ‌یک از این روش‌ها جامعیت کافی را برای ارزیابی هر چهار سطح ریسک ندارند، پیشنهاد می‌شود روش‌های جدیدتری بر مبنای موارد بیان شده در پژوهش حاضر توسعه یابند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان از تمامی افرادی که در راستای انجام این پژوهش با آن‌ها همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

تضاد منافع

پژوهش حاضر هیچ‌گونه تضاد منافعی برای نویسندگان نداشته است.

ملاحظات اخلاقی

افراد شرکت‌کننده در مطالعه حاضر با آشنایی کامل با اهداف مطالعه و همچنین با تکمیل فرم رضایت‌نامه شرکت نمودند. شرکت در مطالعه کاملاً داوطلبانه بوده و افراد در صورت عدم وجود رضایت کافی، قادر به ترک مطالعه در هر مرحله از انجام پژوهش بودند. به افراد اطمینان داده شده که اطلاعات جمع‌آوری شده کاملاً محرمانه بوده و صرفاً در راستای اهداف مطالعه استفاده می‌شود.

سهم نویسندگان

در مطالعه حاضر آقایان سلمان ترابی گودرزی و رضا پوربابکی در بخش جمع‌آوری داده‌ها، آقای سجاد سمیعی در بخش تحلیل آماری و آقای محسن صادقی یارندی در بخش طراحی پژوهش، نگارش مقاله و اعمال تصحیحات لازم مشارکت داشته‌اند.

حمایت مالی

هزینه‌های مورد نیاز جهت انجام مطالعه توسط نویسندگان تأمین شده است.

REFERENCES

1. Al-Eisa E, Buragadda S, Shaheen AA, Ibrahim A, Melam GR. Work related musculoskeletal disorders: causes, prevalence and response among egyptian and saudi physical therapists. *Middle East J Sci Res*. 2012;**12**(4):523-9. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2012.12.4.6632
2. Tsouvaltzidou T, Alexopoulos E, Fragkakis I, Jelastopulu E. Upper extremity disorders in heavy industry workers in Greece. *World J Orthop*. 2017;**8**(6):478-83. PMID: 28660140 DOI: 10.5312/wjo.v8.i6.478
3. Seidel D, Ditchen D, Hoehne-Hückstädt U, Rieger M, Steinhilber B. Quantitative measures of physical risk factors associated with work-related musculoskeletal disorders of the elbow: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;**16**(1):E130. PMID: 30621312 DOI: 10.3390/ijerph16010130
4. Sadeghi Yarandi M, Koohpaei A, Arsang Jang S, Ebrahimi A. Ergonomic evaluation of working postures and analysis of relationship between physical activities with musculoskeletal disorders among men barbers in Karaj (Iran). *Arch Hyg Sci*. 2018;**7**(2):98-105. DOI: 10.29252/ArchHygSci.7.2.98

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]

5. Choi HW, Kim YK, Kang DM, Kim JE, Jang BY. Characteristics of occupational musculoskeletal disorders of five sectors in service industry between 2004 and 2013. *Ann Occup Environ Med*. 2017;**29**(1):41. PMID: 28936358 DOI: 10.1186/s40557-017-0198-4
6. Sun LH, Zhang YM, Shang K, Wu AB. Investigation on musculoskeletal disorders of the workers in automobile production logistics. Proceeding of the 24th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore; 2019. DOI: 10.1007/978-981-13-3402-3_52
7. Haghshenas Z, Mahdavi S, Rokrok A, Almasian M. An investigation of musculoskeletal disorders using the QEC method among the welders of Khorramabad, Iran, in 2015. *Yafte*. 2018;**20**(1):23-31. [Persian]
8. Ghamari F. Mohammad Beygi A, Tajik R. Ergonomic evaluation of posture in QEC method in Bakers in Arak. *J Sch Public Health Instit Public Health Res*. 2009;**7**(1):48. [Persian]
9. Shahnavaz H. Workplace injuries in the developing countries. *Ergonomics*. 1987;**30**(2):397-404. DOI: 10.1080/00140138708969725
10. Habibi E, Poorabdian SI, Ahmadinejad PA, Hassanzadeh AK. Ergonomic risk assessment by REBA method. *Iran Occup Health*. 2007;**4**(3):35-43.
11. Ulutas BH. G3-1 assessing physical and environmental factors in a home appliance manufacturing facility. *Japan J Ergon*. 2017;**53**(Suppl 2):S454-7. DOI: 10.5100/jje.53.S454
12. Mohammadi Z, Ghanbary Sartang A, Attar Abdolabadi J. Relationship between risk and prevalence of musculoskeletal disorders in a household manufacturing company. *J Prev Med*. 2016;**3**(2):51-7. [Persian]
13. Chiasson MÈ, Imbeau D, Aubry K, Delisle A. Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *Int J Indust Ergon*. 2012;**42**(5):478-88. DOI: 10.1016/j.ergon.2012.07.003
14. Kong YK, Lee SY, Lee KS, Kim DM. Comparisons of ergonomic evaluation tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for farm work. *Int J Occup Saf Ergon*. 2018; **24**(2):218-23. PMID: 28301984 DOI: 10.1080/10803548.2017.1306960
15. Takala EP, Pehkonen I, Forsman M, Hansson GÅ, Mathiassen SE, Neumann WP, et al. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scand J Work Environ Health*. 2010;**36**(1):3-24. PMID: 19953213 DOI: 10.5271/sjweh.2876
16. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*. 1987;**18**(3):233-7. PMID: 15676628 DOI: 10.1016/0003-6870(87)90010-x
17. Mokhtarinia H, Shafiee A, Pashmdarfard M. Translation and localization of the Extended Nordic Musculoskeletal Questionnaire and the evaluation of the face validity and test-retest reliability of its Persian version. *J Ergon*. 2015;**3**(3):21-9. [Persian]
18. McAtamney L, Corlett EN. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon*. 1993;**24**(2):91-9. PMID: 15676903 DOI: 10.1016/0003-6870(93)90080-s
19. Jafari SM, Fazli B, Nurani M, Sharifpoor Z, Soltani Gerdfaramarzi R. Risk assessment of musculoskeletal disorder by RULA method, and effect evaluation of ergonomic training on tailor working conditions. *Occup Med Quart J*. 2013;**5**(2):43-50. [Persian]
20. Kamalinia M, Saraji GN, Kee D, Hosseini M, Choobineh A. Postural loading assessment in assembly workers of an Iranian telecommunication manufacturing company. *Int J Occup Saf Ergon*. 2013;**19**(2):311-9. PMID: 23759200 DOI: 10.1080/10803548.2013.11076988
21. Mohamadi Z, GhanbarySartang A, Attar-Abdolabadi J. Evaluation of musculoskeletal disorders through loading postural upper body assessment method in household appliances production companies in Tehran, Iran, in 2014. *J Occup Health Epidemiol*. 2014;**3**(3):140-4. DOI: 10.18869/acadpub.johe.3.3.140
22. Sanchez-Lite A, Garcia M, Domingo R, Sebastian MA. Novel ergonomic postural assessment method (NERPA) using product-process computer aided engineering for ergonomic workplace design. *PloS One*. 2013;**8**(8):e72703. PMID: 23977340 DOI: 10.1371/journal.pone.0072703
23. Mirmohammadi T, Mahmoodi Sharafe H, Mousavi Nasab N, Raufi Nia A. Comparison of novel ergonomic postural assessment and rapid upper limb assessment methods for evaluating the posture of employees in an agricultural equipment manufacturing company in 2017. *J Health Res Community*. 2019;**5**(1):71-8.
24. Rahman MN, Razak NS. Review on pen and paper based observational methods for assessing work-related upper limb disorders. *Indian J Sci Technol*. 2016;**9**(2):1-11.
25. Habibi E, Haghshenas B, Zare M, khakkar S. Risk of musculoskeletal disorders in a manufacturing company using NERPA and QEC methods. *J Prev Med*. 2017;**3**(4):75-67. [Persian]
26. Koohpaei A, Vosoughi S, Mobinizadeh V, Hasseli F, Mohammadbeigi A. Musculoskelatal disorders'risk factors assessment by RULA and LUBA and comparing results in a printing and publication company. *J Sabzevar Univ Med Sci*. 2017;**24**(2):129-36. [Persian]
27. Yazdanirad S, Khoshakhlagh AH, Habibi E, Zare A, Zeinodini M, Dehghani F. Comparing the effectiveness of three ergonomic risk assessment methods-RULA, LUBA, and NERPA-to predict the upper extremity musculoskeletal disorders. *Indian J Occup Environ Med*. 2018;**22**(1):17-21. PMID: 29743780 DOI: 10.4103/ijoem.IJOEM_23_18

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.1.11]