فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ششم/ شماره سوم/ پائیز ۹۳/ صفحات ۶۹-۶۰

ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی به روش MFA و بررسی همبستگی نتایج آن با نتایج حاصل از روشRULA

مجتبی ذکایی[۱]، محسن فلاحتی[۲*]، حامد جلیلیان[۳]، محمدامین فقیه[٤]، محمد نورمحمدی[۲]، سمیرا امیری[٥]

۱. پژوهشگر مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران
۲. دانشجوی دکترای تخصصی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳. دانشجوی دکترای تخصصی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی شیراز
٤. مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی در ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان
۵. کارشناس بهداشت حرفه ای، مرکز بهداشت شهرستان کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰٤/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۰۳

چکیده

مقدمه: یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌ها در خودروسازی، مونتاژکاری است. پوسچر کاری نامناسب یکی از ریسک فاکتورهای اصلی در بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌باشد، به طوری که برای ارزیابی آن روش‌های متنوعی ارائه شده است. این مطالعه با هدف ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی به روش MFA و RULA انجام شد.

روش بررسی: در این پژوهش مقطعی از جامعه‌ای با حجم معلوم، با استفاده از فرمول کوکران، ۳۷ شغل انتخاب شد که ۸۰ پوسچر را با دو روش مذکور سطح ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج حاصل از روش ارزیابی MFA نشان داد ۱۷/۵٪، ۱۱/۳٪، ۷/۵٪ از مشاغل در اندام‌های شانه، کمر، مچ و انگشتان به ترتیب در سطح "بسیار زیاد" اولویت اقدامات اصلاحی قرار داشتند و بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی RULA، از بین مشاغل مورد ارزیابی، ۳۸/۸٪ در سطح اقدامات اصلاحی ٤ قرار داشتند. نتایج آزمون آماری اسپیرمن نشان داد بین امتیازات کسب شده در روش RULA برای بازو، تنه و گردن و سطح اقدام اصلاحی که در روش ارزیابی MFA به دست آمده به ترتیب (P=۰/۰۰۱)، (P=۰/۰۰۵)، (P=۰/۰۰۳) ارتباط معناداری وجود دارد و ضرایب همبستگی نیز به ترتیب ۰/۷۸۲، ۰/۷۸۷و ۰/۸ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: این دو روش تشابه‌های زیادی را از نظر نحوه بررسی و چگونگی ارزیابی نهایی دارا هستند ولیکن یک تفاوت عمده در این است که در روش MFA نتایج مطالعه زمانی از اعتبار بالاتری برخوردار است که کل اعضای بدن به نسبت درگیر فعالیت فیزیکی باشند. از سویی در روش MFA اندام‌های جزیی‌تر بیش از روش RULA مورد بررسی قرار می‌گیرند.

کلید واژه‌ها: اختلالات اسکلتی- عضلانی، RULA، MFA

نویسنده مسئول: آدرس پستی: گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران ، تلفن: ۰۲۱-۲۲۹۲۷۱٤۵
پست الکترونیکی: falahati.mohsen64@gmail.com

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

مقدمه

علیرغم به کارگیری اصول ارگونومی در سال‌های اخیر، اختلالات اسکلتی- عضلانی یکی از مهم‌ترین مشکلات حتی در صنایع کشورهای توسعه‌یافته به حساب می‌آید(۱). در حال حاضر اهمیت و بزرگی این اختلالات بر هیچکس پوشیده نیست، به طوری که در سال ۱۹۹۵ تقریبا ۱/۲ میلیون نفر در انگلستان این بیماری را تجربه کرده‌اند و بنابراین این دسته از اختلالات بیشترین بیماری‌های مرتبط با کار را در این کشور به خود اختصاص داده است(۲). تخمین زده می‌شود که کل هزینه‌های مربوط به اختلالات اسکلتی- عضلانی در سال ۱۹۹۵ در آمریکا ۲۱۵ میلیارد دلار بوده است که از این مقدار ٤۷٪ به هزینه‌های مستقیم و ۵۲٪ به هزینه‌های غیرمستقیم و ۷٪ به مرگ‌ومیر ناشی از اختلالات اسکلتی- عضلانی مربوط می‌باشد(۳). هزینه‌های اختلالات اسکتی عضلانی در سال ۱۹۹٤ در کانادا ۱۹/۵ میلیارد دلار تخمین زده شده است(٤).

اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار شامل درگیری گروهی از اعصاب، تاندون، عضله و ساختارهای حمایتی بدن مانند دیسک بین مهره‌ای می‌باشد. این اختلالات می‌تواند سبب علائمی مانند درد، بی‌حسی، سوزن سوزن شدن، کاهش بهره‌وری در کار، از دست رفتن زمان کار و ناتوانی موقت یا دائم شود(۵). تعدادی از فاکتورهای شغلی مرتبط با اختلالات اسکلتی- عضلانی شناسایی شده‌اند که فعالیت‌های تکراری، فعالیت در پوسچرهای استاتیک، اعمال نیروی زیاد توسط بازوها و حرکت زیاد دست‌ها فاکتورهای مهم در ایجاد این دسته از اختلالات می‌باشند(٦،۷،۸). در طی مطالعات انجام شده حمل بارهای سنگین، حرکت با اعمال نیروی زیاد و خم شدن به جلو از عوامل ایجاد اختلال در ناحیه کمر هستند. فعالیت‌های کاری با سیکل کوتاه به طور قابل توجهی خطر آسیب به مچ و دست را افزایش می‌دهد(۹). همچنین شرایط روانی کار و حمایت‌های اجتماعی ضعیف در کار، فشار کار، فقدان تنوع و رضایت شغلی در ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی موثر می‌باشند. مطالعات نشان می‌دهد از طریق کاهش ریسک فاکتورهای فیزیکی و افزایش مهارت‌های کاری، مرخصی‌های استعلاجی به علت اختلالات اسکلتی- عضلانی به طور قابل ملاحظه‌ای در میان کارگران صنایع فلزی کاهش یافت(۱۰). در واقع به منظور افزایش دانش مرتبط با دلایل ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی باید به همه فاکتورهای، فردی و محیطی، توجه کرد(۱۱).

فعالیت‌های مونتاژ شامل فعالیت‌های دستی، موقعیت‌یابی قطعات و استفاده از نیروی کنترل شده جهت جفت کردن قطعات در کنار یکدیگر می‌باشد. تحت شرایط رقابتی بازار کسب و کار، صنایع مونتاژ تحت فشار زیادی قرار دارند. از طرفی نیرو جهت افزایش تعداد محصولات وجود دارد اما از طرف دیگر فشار جهت کاهش هزینه‌ها نیز وجود دارد در حالی که کیفیت باید حفظ شود. این فشار وارده بر شرکت‌ها احتمالاً بر همه کارگران و به ویژه بر اپراتورها وارد می‌شود(۱۲).

تقریباً از هر هفت شغل موجود در اروپا، یک شغل به طور مستقیم یا غیرمستقیم با کارخانجات تولید وسایل نقلیه موتوری در تماس می‌باشد. شغل مونتاژکاری یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌ها در صنایع خودروسازی‌ها به حساب می‌آید. در سال‌های اخیر مشاهده شده است که تعداد افراد متقاضی بازنشستگی به علت اختلالات اسکلتی عضلاتی به ویژه اختلالات کمر و صدمات استرین تکراری در دست و بازو و شانه رو به افزایش است. از این رو نه تنها به خاطر هزینه‌های ماکرو و میکرو ارگونومی تحمیل شده، بلکه به خاطر اثرات این بیماری و کاهش کیفیت زندگی افراد مبتلا بایستی این مشکلات حل گردند(۱۳).

با توجه به اینکه روش‌های مورد استفاده در ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی به گونه‌ای هستند که امتیاز کلی به دست آمده برای هر شغل یا زیر شغل ملاک ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی-

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

عضلانی خواهد بود. این ایراد ممکن است وارد باشد که نمره خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی در یک شغل یا زیر شغل از برآیند امتیاز کسب شده توسط پوسچر اندام‌های مختلف همچون شانه، بازو، ساعد، گردن، تنه (بسته به نوع روش مورد استفاده ممکن است اندام‌های مورد ارزیابی متفاوت باشند) و دیگر اندام به دست می‌آید. از این رو اگر شغلی تنها در یک اندام وضعیت خطرناک داشته باشد و در سایر اندام‌ها پوسچر مناسبی داشته باشد نمره حاصل از ارزیابی، ممکن است شغل مورد نظر را تا حدی ایمن جلوه دهد، در حالی که یکی از اندام‌ها دارای وضعیتی خطرناک می‌باشد. بنابراین استفاده از روشی که هر اندام را به تنهایی مورد ارزیابی قرار داده و امتیاز حاصل از ارزیابی مختص به همان عضو باشد بهتر می‌توان ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی را شناسایی و در جهت حذف ریسک مورد نظر اقدامات اصلاحی را انجام داد. به دلیل شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی و افزایش مرخصی استعلاجی ناشی از این اختلالات در صنعت خودروسازی، بررسی دقیق و انتخاب روشی مناسب جهت ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی ضرورت می‌یابد. در این مطالعه با استفاده از روش MFA سطح اولویت اقدامات اصلاحی برای نواحی مختلف بدن شامل گردن، شانه، کمر، بازو/ آرنج، مچ دست/ انگشتان، زانو، مچ پا/ پاشنه تعیین می‌گردد و همبستگی نتایج حاصله با نتایج روش ارزیابی RULA مورد سنجش قرار می‌گیرد.

روش بررسی

این مطالعه مقطعی تحلیلی در سال ۱۳۹۱ در یکی از کارخانه‌های تولید خودرو در ایران (تهران) انجام شد. حجم نمونه تعداد ۳۰۰ نفر از جامعه مونتاژکاران سالن‌های شماره یک و دو که بیشتر وظایف آنها تزئینات و مکانیکی (نصب قطعات ترمز، تجهیزات برقی، وسایل برق و ریگلاژ موتور و غیره) بود و با استفاده از فرمول کوکران $n = \frac{z^2 pq}{d^2}$ انتخاب شدند. با انجام یک مطالعه کیفی از محیط کار و غربالگری اولیه از نظر خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی در سالن مونتاژ، مصاحبه با سرپرست و بررسی پرونده‌های پزشکی کارگران، ایستگاه‌های کاری که دارای ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی بالایی هستند شناسایی شدند. از معیارهای ورود به طرح ثبت مرخصی استعلاجی ناشی از دردهای اسکلتی–عضلانی در پرونده پزشکی در سال گذشته، داشتن حداقل ۲ سال سابقه کار و سن بیشتر از ۲۰ و کمتر از ۵۰ سال بوده است. از بین ایستگاه کاری موجود سپس با حذف مشاغل مشابه، ۳۷ شغل به عنوان نمونه انتخاب گردید. بعد از انتخاب مشاغل بر اساس دستورالعمل روش‌های ارزیابی ۸۰ پوسچر به وسیله دو روش ارزیابی سریع اندام فوقانی (RULA) و ارزیابی خستگی عضلانی (MFA) مورد ارزیابی قرار گرفتند. ویژگی‌های دموگرافیک و شغلی افراد از طریق پرسشنامه جمع‌آوری گردید که شامل سن، جنس، سابقه کار، میزان تحصیلات بود. لازم به ذکر است کلیه افراد مورد مطالعه مرد بودند.

روش ارزیابی خستگی عضلانی "MFA"

این روش به عنوان تکنیک ارزشیابی عملکرد شغلی شناخته می‌شود. که توسط Rodgers and Williams در سال ۱۹۸۷ جهت توصیف خصوصیات ناراحتی کارگران خط مونتاژ اتومبیل ارائه شد. پایه و اساس این روش، مطالعه فیزیولوژی خستگی عضلانی در سطوح مختلفی از میزان نیروی اعمال شده و مدت زمان اعمال نیرو می‌باشد. تعداد دفعات اعمال نیرو توسط عضله در یک سیکل کاری، زمان استراحت مورد نیاز عضله را بین دو اعمال نیروی متوالی در یک سیکل کاری را تعیین می‌کند. از این رو می‌تواند به وسیله منحنی مدت زمان انقباض ایزومتریک/ زمان استراحت مورد نیاز، میزان خستگی تجمع یافته در عضله در مدت انجام وظیفه را تخمین زد.

روش ارزیابی خستگی- عضلانی (MFA) به منظور ارزیابی وظایف تولیدی که کمتر از ۱۲ تا ۱۵ تکرار در دقیقه دارند، بهترین روش است. بعضی از عضلات که نیروی کمتری به آنها وارد می‌شود ممکن است به علت

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

ترکیب تکرار و زمان اعمال نیروی بیشتر، نسبت به عضلات با نیروی زیاد و مدت زمان کوتاه اعمال نیرو، بیشتر در معرض خستگی و آسیب باشند. در این روش زمانی که بهبود در شرایط کار ایجاد می‌گردد مجدداً وظایف و همه قسمت‌های بدن مورد ارزیابی قرار می‌گیرند زیرا تغییرات ایجاد شده ممکن است نیروی وارده به دیگر گروه عضلات را تغییر دهد و محدودیت‌های جدیدی را ایجاد کند. مراحل ارزیابی خستگی عضلانی به شرح زیر می‌باشد:

مرحله اول: شناسایی مشاغل با ریسک بالا. مرحله دوم: انتخاب وظایف به منظور آنالیز. مرحله سوم: تعیین میزان (سطح) اعمال نیرو برای هر یک از قسمت‌های بدن. مرحله چهارم: تعیین مدت زمان اعمال نیرو. مرحله پنجم: تعیین تکرار (فرکانس) در دقیقه برای هر قسمت بدن. مرحله ششم: استفاده از عدد سه رقمی به دست آمده از مراحل سوم، چهارم و پنجم به منظور تعیین سطح "اولویت تغییر یا اقدام اصلاحی". لازم به توضیح است بعد از اجرای مراحل فوق از ارزیابی یک عدد سه رقمی به دست می آید، که عدد یکان امتیاز کسب شده تکرار اعمال نیرو، عدد دهگان امتیاز کسب شده مدت زمان اعمال نیرو و عدد صدگان میزان نیروی اعمال شده را نشان می‌دهد. مرحله هفتم: تعیین چگونگی رتبه‌بندی از زیاد تا خیلی زیاد (اولویت تغییر یا سطح اقدامات اصلاحی). مرحله هشتم: تعیین استراتژی برای یافتن علت اصلی افزایش رتبه اولویت تغییر یا اقدامات اصلاحی.

مرحله نهم: رتبه‌بندی وظایف با استفاده از کلیه قسمت‌های بدن جهت تعیین اثرات یک تغییر پیشنهاد شده در راحتی و خستگی کارگر. در این مطالعه تا مرحله هفت انجام شد و برای هر وظیفه سطح اقدامات اصلاحی برای هر عضو تعیین گردید.

به منظور استفاده بهتر از این روش و همچنین اولویت‌بندی بین مشاغل از نظر ریسک ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی، پوسچر اندام‌های مختلف در سه فاکتور مدت زمان، تکرار و میزان اعمال نیرو مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. برای هر یک از فاکتورهای ذکر شده چهار سطح به منظور کسب امتیاز وجود دارد که در جدول ۱ ارائه شده است. لازم به ذکر است که میزان (سطح) اعمال نیرو با استفاده از برگه ارزیابی خستگی عضلانی تعیین می‌شود(۱٤). بنابراین نتیجه حاصل از ارزیابی سه فاکتور مذکور یک عدد سه رقمی است که سطح اولویت تغییرات یا اقدامات اصلاحی را نشان می‌دهد.

جدول ۲ نشان می‌دهد که عدد سه رقمی حاصل از ارزیابی در کدام سطح اولویت تغییرات یا اقدام اصلاحی قرار می‌گیرد. برای مثال اگر عضوی در فاکتور تکرار اعمال نیرو امتیاز ۳، در مدت زمان اعمال نیرو امتیاز ۲ و در میزان اعمال نیرو امتیاز ۱ را کسب کرده باشد نمره نهایی عضو برابر ۳۲۱ خواهد بود که با توجه به جدول ۲ این عضو در سطح زیاد (High) اولویت تغییر یا اقدام اصلاحی قرار می‌گیرد.

جدول ۱- امتیاز مدت زمان و تکرار اعمال نیرو فاکتورهای مورد بررسی در روش MFA

فاکتورهای مورد ارزیابی	امتیازات			
	کم (امتیاز ۱)	متوسط (امتیاز ۲)	زیاد (امتیاز۳)	خیلی زیاد (امتیاز٤)
مدت زمان اعمال نیرو (ثانیه)	٦>	٦-۲۰	۲۰ -۳۰	۳۰<
تکرار (تکرار بر دقیقه)	۱>	۱ -۵	۵-۱۵	۱۵<

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

جدول ۲- تعیین سطح تغییر یا اقدامات اصلاحی در روش MFA

کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱۱۱	۱۲۳	۲۲۳	۳۲۳
۱۱۲	۱۳۲	۳۱۳	۳۳۱
۱۱۳	۲۱۳	۳۲۱	۳۳۲
۲۱۱	۲۲۲	۳۲۲	
۱۲۱	۲۳۱		*xx۴
۲۱۲	۲۳۲		*x۴X
۳۱۱	۳۱۲		*۴Xx
۱۲۲			
۱۳۱			
۲۲۱			

* اگر هر یک از سه فاکتور مورد بررسی در یک پوسچر امتیاز ٤ را کسب کنند پوسچر مورد نظر در بالاترین سطح اولویت تغییر (خیلی زیاد) قرار می‌گیرد حتی اگر در دو فاکتور دیگر در پوسچر در وضعیت ایمن قرار داشته باشند.

روش ارزیابی سریع اندام فوقانی "RULA"

در این روش، ارزیابی با استفاده از دیاگرام‌هایی از پوسچر اندام‌های گوناگون و جدول‌های برای امتیازگذاری مواجهه با ریسک فاکتورها، انجام می‌شود.

روش اجرای ارزیابی سریع اندام فوقانی:

در این روش اندام‌های گوناگون بدن مشاهده شده و بر اساس اصول خاصی امتیازگذاری می‌شود. امتیازهای بالا نشان‌دهنده فشارهای اسکلتی عضلانی فزون‌تر است. به منظور انجام این روش ابتدا اندام‌های بدن در دو گروه A و B تقسیم می‌شوند که اعضای گروه A شامل بازو، ساعد، مچ و چرخش مچ دست و گروه B شامل گردن، تنه و پاها می‌باشند.

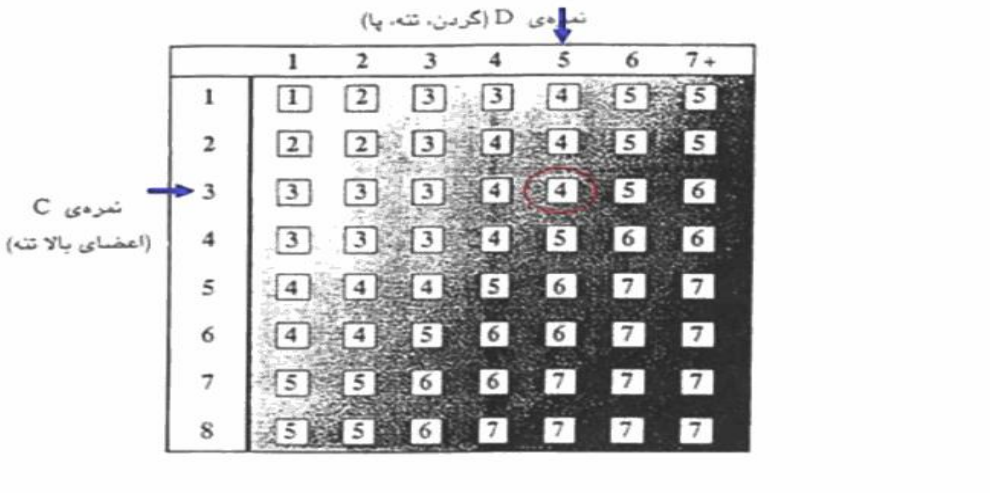
امتیاز پوسچر اندام‌های گوناگون با توجه به دامنه حرکتی آنها تعیین می‌شود به طوری که امتیاز {۱} مربوط به زمانی است که حداقل خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی وجود دارد و با افزایش فاصله اندام از حالت طبیعی خود خطر نیز افزایش می‌یابد که به مراتب امتیاز کسب شده نیز افزایش می‌یابد. برای درک بهتر از دامنه حرکتی و پوسچر به کمک دیاگرام‌های هر بخش بدن با توجه به محور آناتومیکی بدن (محور ساجیتال که بدن به دو قسمت چپ و راست تقسیم می‌شود) معرفی می‌شود و برای مواردی مثل دور شدن یک عضو از این محور و یا نزدیک شدن به آن محور امتیازبندی معینی در دیاگرام در نظر گرفته شده است. در این روش برای دخالت دادن وضعیت‌های استاتیک و دینامیک و حرکت تکراری هنگام کار که تاثیر بسزایی را بر فشار وارد بر اندام‌های بدن دارند و همچنین تاثیر دادن بار یا نیروی کاری که فرد حین انجام کار و داشتن پوسچر مورد نظر اعمال می‌کند از امتیازات عضله و امتیازات بار یا نیروی کار که در جداول مربوط به این روش آمده است بهره گرفته می‌شود.

سرانجام با در نظر گرفتن فعالیت ماهیچه‌ای و نیرو اعمال شده امتیاز نهایی که نشان‌دهنده خطر بروز آسیب است مشخص می‌گردد. پس از انتخاب پوسچر مورد نظر و مشاهده، وضعیت بازو، ساعد و مچ دست با استفاده از دیاگرام A ارزیابی می‌شوند. و امتیاز A با امتیاز فعالیت

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

عضلانی و تکرار جمع شده تا نمره C محاسبه گردد. وضعیت گردن، تنه و پاها نیز با استفاده از دیاگرام گروه B ارزیابی می‌شود و امتیاز B با امتیاز فعالیت عضلانی و تکرار جمع شده تا نمره D محاسبه گردد. سپس با استفاده از ترکیب نمره C و D عددی بین ۱ تا ۷ که بیانگر ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی است، تعیین می‌گردد. امتیاز کسب شده درجدول ۳ در ٤ سطح به منظور انجام اقدامات اصلاحی قرار می‌گیرند که این تقسیم‌بندی در جدول ٤ آمده است.

جدول ۳- محاسبه سطح ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی به روش RULA



جدول ٤- سطح اقدامات اصلاحی در روش ارزیابی RULA

امتیاز کسب شده در روش RULA	اقدامات لازم
۱-۲	پوسچر قابل قبول می‌باشد در صورتی که برای مدت زمان زیادی حفظ و تکرار نشود
۳-٤	بازرسی و بررسی بیشتری لازم بوده و تغییراتی ممکن است نیاز باشد
٥-٦	بررسی و تغییرات ارگونومیکی به زودی لازم است
۷	بررسی‌ها و رسیدگی‌ها و نیز تغییرات هر چه سریع‌تر لازم می‌باشد

پس از تعیین نمره ریسک در روش RULA و اولویت تغییر در روش ارزیابی خستگی عضلانی همبستگی آنها به وسیله نرم‌افزار SPSS۱٦ مورد آزمون آماری اسپیرمن قرار گرفت.

یافته‌ها

در این مطالعه از بین ایستگاه‌های کاری موجود در یک سالن مونتاژ کارخانه تولید خودرو، پس از مطالعه و مشاهده فرآیندهای کاری با حذف مشاغل مشابه، ۳۷ شغل به عنوان نمونه انتخاب شد. با توجه به دستورالعمل روش‌های ارزیابی خستگی عضلانی (MFA) و ارزیابی سریع اندام فوقانی RULA ۸۰ پوسچر از این مشاغل مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از ارزیابی خستگی عضلانی (MFA) نشان می‌دهد(جدول٦) که اندام‌های شانه، کمر، مچ و انگشتان به ترتیب در ۱۷/۵٪، ۱۱/۳٪، ۷/۵٪ از مشاغل در سطح "بسیار زیاد" اولویت اقدامات اصلاحی دارند که بی‌درنگ باید اقدامات اصلاحی انجام گیرد. بنابراین می‌توان گفت که وضعیت شانه در شغل مونتاژکاری نسبت به سایر اعضای بدن از ریسک بالاتری برای ابتلا به اختلالات اسکلتی برخوردار است. لازم به ذکر است که بازوها، مچ و انگشتان به ترتیب در ٤۲/۵٪ و ۵۰٪ از مشاغل در سطح "زیاد" اقدامات اصلاحی قرار دارد که باید در نزدیک‌ترین زمان نسبت به رفع شرایط ارگونومیک نامناسب اقدام گردد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

همانطور که از جدول ۵ بر می‌آید در بیش از نیمی از مشاغل در اندام‌های شانه، کمر و بازو اولویت اقدام اصلاحی متوسط را دارا می‌باشند و اندام‌های پا، قوزک و پنجه پا در ۸۸/۸٪ موارد در سطح ایمن قرار دارند.

نتایج حاصل از ارزیابی سریع اندام فوقانی نشان می‌دهد(جدول ۷) ۳۸/۸٪ مشاغل مورد بررسی دارای (سطح ریسک) ٤ می‌باشد که بر اساس این روش بررسی‌ها و رسیدگی‌ها و نیز تغییرات هر چه سریع‌تر لازم می‌باشد و ٤٦/۳٪ مشاغل مورد بررسی دارای سطح ریسک ۳ می‌باشند که بایستی بررسی و تغییرات ارگونومیکی به زودی انجام گیرد و ۱۵٪ باقیمانده سطح ریسک ۲ را دارا می‌باشند بر اساس این نتایج می‌توان بیان کرد که هیچکدام از مشاغل در سطح ایمنی نمی‌باشند.

جدول۵- سطح ریسک یا اولویت اقدامات اصلاحی در نواحی مختلف با استفاده از روش MFA

سطح ریسک یا اولویت اقدامات اصلاحی	درصد ریسک درنواحی مختلف						
	گردن	شانه	کمر	بازو	مچ و انگشتان	پا و زانو	قوزک و پنجه
کم	٦٥	٦/۳	۱/۳	۵	۲/۵	۸۸/۸	۸۸/۸
متوسط	۲۷/۵	۵۱/۳	۵۷/۵	۵۲/۵	٤۰	۱۱/۳	۱۱/۳
زیاد	۷/۵	۲۵	۳۰	٤۲/۵	۵۰	۰	۰
بسیار زیاد	۰	۱۷/۵	۱۱/۳	۰	۷/۵	۰	۰

جدول ٦- نتایج فراوانی و درصد سطح ریسک اختلالات اسکلتی - عضلانی به روش RULA

سطح ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی به روشRULA	فراوانی(درصد)
۱	**۰(۰)**
۲	**۱۲(۱۵)**
۳	**۳۷(٤٦/۳)**
٤	**۳۱(۳۸/۸)**

نتایج آزمون آماری اسپیرمن نشان می‌دهد بین نمره کسب شده در روش RULA برای بازو، تنه و گردن و سطح ریسکی که در روش ارزیابی خستگی عضلانی به دست آمده به ترتیب (value = ۰/۰۰۱)، (value = ۰/۰۰۵)، (value =۰/۰۰۳). ارتباط معناداری وجود دارد و ضرایب همبستگی نیز به ترتیب ۰/۷۸۲، ۰/۷۸۷و ۰/۸ به دست آمد.

همچنین نتایج این آزمون نشان می‌دهد بین نمره کسب شده در روش ارزیابی سریع اندام فوقانی برای مچ، پا و ساعد و سطح ریسکی که در روش ارزیابی خستگی عضلانی به دست آمده به ترتیب (P=۰/۱۳)، (P=۰/۵۹)، (P=۰/۹۳) ارتباط معناداری وجود ندارد.

جدول ۷- ویژگی‌های دموگرافیک افراد مورد مطالعه

مشخصات	وضعیت	تعداد (نفر)	درصد
سن	بیشتر از ۳۰سال	۲۰	٥٤
	کمتر از ۳۰سال	۱۷	٤٦
سابقه کار	بیشتر از ۱۰ سال	۵	۱۳/۵
	کمتر از ۱۰ سال	۳۲	۸٦/۵
میزان تحصیلات	دیپلم و کمتر از دیپلم	۲۹	۷۸

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

فوق دیپلم	٦	١٦
بالاتر از فوق دیپلم	٢	٥

بحث

همانطور که نتایج مطالعه ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی به روش MFA نشان می‌دهد(جدول ٦) در ١٧/٥٪ از پوسچرهای مورد بررسی وضعیت شانه در وضعیت خطر "بسیار زیاد" قرار دارد و کمر در ١١/٣٪ از پوسچرها چنین شرایطی را دارد. مطالعات انجام شده در ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی در این صنعت، بیشتر سطح ریسک کلی مشاغل مورد توجه قرار داده‌اند و کمتر به بررسی نواحی به صورت جداگانه پرداخته‌اند. بنابراین بر اساس نتایج این مطالعه توجه به پوسچر شانه به منظور انجام اقدامات اصلاحی در اولویت قرار می‌گیرد. نتایج مطالعه Santy و همکاران نشان داد که در بین عضلات فوقانی درگیر در فعالیت‌های تکراری مونتاژکاری، عضله دالی و ذوزنقه (عضلات مربوط به حرکت شانه) سریع‌تر از مابقی عضلات دچار خستگی می‌شوند(١٥) بر این اساس توجه به شانه در فعالیت‌های مونتاژ کاری بیش از پیش مشخص می‌گردد. مطالعه Jafari و همکاران در بررسی اختلالات اسکلتی- عضلانی در یک کارخانه خودروسازی نشان داد که ٦٨٪ صدمات وارده به ناحیه کمر مربوط می‌باشد(١٦) که با نتایج این مطالعه مغایرت دارد. به نظر می‌رسد تفاوت در روش بررسی (استفاده از روش OWAS و پرسشنامه نوردیک) و همچنین انجام مطالعه در افراد با سابقه بیش از ٨ سال باعث چنین اختلافی شده باشد. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد(جدول ٦) در نواحی شانه، بازو و کمر در بیش از ٥٠٪ پوسچرهای مورد ارزیابی سطح ریسک متوسط بوده است این بدان معناست که می‌توان با انجام اقدامات اصلاحی اندام کمر و شانه در کمتر از ٢٠٪ پوسچرهای مورد بررسی به طور قابل توجهی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی را کاهش داد. بنابراین می‌توان گفت استفاده از این روش می‌تواند در انتخاب اقدام اصلاحی برای کاهش سطح ریسک بسیار موثر باشد. نتایج حاصل از ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی به روش RULA نشان داد در ٤٦/٣٪ از پوسچرهای مورد بررسی در سطح ٣ اولویت اقدامات اصلاحی و ٣٨/٨٪ در سطح ٤ اقدامات اصلاحی قرار دارند. با توجه به اینکه سطوح اقدامات اصلاحی به دست آمده در ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی هدف اصلی روش RULA می‌باشد(١٧) بر این اساس نمی‌توان قضاوت کرد که کدام ناحیه بیشترین سهم را در کسب امتیاز در ارزیابی را داشته است، و این امر موجب می‌شود تا اقدامات اصلاحی تنها روی تعداد محدودی از مشاغل متمرکز شود. نتایج مطالعه GHasemkhani و همکارن در خط مونتاژ یک خودروساز به روش RULA نیز نشان داد که بیشتر مشاغل مورد ارزیابی سطح اقدامات ٣ و ٤ را به خود اختصاص می‌دهند(١٨)، کسب این نتایج مشابه به نظر می‌رسد به دلیل یکسان بودن محیط اجرا (سالن مونتاژ تزئینات و مکانیکی) و روش بررسی در هر دو مطالعه باشد. از سوی دیگر اگر همبستگی امتیازات کسب شده در هر دو روش را مورد آزمون قرا دهیم متوجه خواهیم شد که ناحیه گردن در روش RULA در ٥٦ ٪ موارد امتیاز کسب شده(٢) و نیاز به اصلاح خواهد داشت که در روش MFA نیز در حدود ٦٠٪ موارد بهتر است اصلاحاتی در حالت گردن اعمال گردد لذا از این منظر دو روش یاد شده مشابه هستند. ارزیابی وضعیت‌های بدنی فعالیت‌های حرفه‌ای (تخصصی) به روش RULA در این بررسی حاکی از این است که در حدود ٥٠٪ حالت‌های تنه نیاز به بازنگری و اصلاح شرایط حرفه‌ایی (تخصصی) خواهد داشت . این مورد در روش MFA نیز در همین حدود (٥٦/٧٪) به دست آمده است. در خصوص بازوان نیز نتایج مشابه هستند. در بخش مچ دست نیز نتایج با

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

بررسی توام مچ- کف دست و انگشتان در روش MFA مشابه شده است. فقط تفاوت در بررسی قوزک پاها بود که در روش RULA مورد نظر نیست. آنالیزهای آماری نیز تشابهات یاد شده را تایید کرده و همانگونه که در بخش نتایج هم اشاره گردید بین نمره کسب شده در روش RULA برای بازو، تنه و گردن و سطح ریسکی که در روش ارزیابی خستگی عضلانی به دست آمده ارتباط معناداری وجود داشته است. ولیکن در خصوص مچ و پاها ارتباط معنی‌داری بین دو روش به دست نیامد. نتایج مطالعه Nasle Seraj و همکاران در بررسی همبستگی نتایج حاصل از ارزیابی پوسچرال RULA و REBA در یک صنعت خاص نشان داد که این دو روش در نمرات کسب شده در دو روش همبستگی بالای دارند(۱۷) در حالی که در این مطالعه در نواحی نواحی بازو، تنه و گردن بین نتایج MFA و RULA همبستگی وجود دارد ولی در امتیازات مچ دست و پاها بین امتیازات کسب شده ارتباط معناداری وجود ندارد که ممکن است به دلیل تفاوت در رویکرد امتیازدهی بین روش MFA و REBA باشد.

از محدودیت‌های مطالعه می‌توان به سختی در هماهنگی سرپرستان سالن مونتاژ و مدیران برای انجام طرح اشاره کرد همچنین به دلیل اهمیت زمان انجام کار در یک زمان مشخص در فعالیت مونتاژ، پژوهشگر برای انجام مصاحبه با کارگران باید مدت زیادی را صرف می‌کرد.

نتیجه‌گیری

با عنایت به موارد عنوان شده، بسته به نوع فعالیت و هدف از ارزیابی می‌توان روش آنالیز مربوطه را انتخاب نمود. به نظر می‌رسد زمانی که ارزیابی دقیق‌تری برای شناسایی نقش نواحی مختلف در کسب سطح اقدام اصلاحی مد نظر باشد، همچنین در مواردی که بخش‌های عمده بدن در کار مکانیکی سهم قابل ملاحظه‌ایی را دارا باشند می‌توان از روش MFA به طور موثرتری بهره جست. در اموری که اندام فوقانی بیش از اندام تحتانی (به ویژه کف پاها و حرکات مچ پاها) درگیر باشد و اعمال نیرو به طور مشابه در اندام فوقانی و تحتانی توزیع نشده باشد به نظر می‌رسد که روش RULA کاربرد بهتری را به همراه خواهد داشت و طبعاً چنانچه فعالیت‌های بدنی منحصر به اندام خاصی نباشد و بخش عمده‌ای از عضلات درگیر باشند می‌توان از هر دو روش و بدون این که تمایزات فاحشی حاصل گردد استفاده نمود.

منابع

1. Fredrikson K, Bildt C, Hagga G, Kilbom A. The impact on musculoskeletal disorders of changing physical and psychosocial work environment conditions in the automobile industry. International Journal of Industrial Ergonomics. 2001: 28: 31-45.
2. Trevelyan F.C, Haslam R.A. Musculoskeletal disorders in a handmade brick manufacturing plant. International Journal of Industrial Ergonomics .2001: 27:43 -55
3. Marjorie L.B. Reducing the costs of work-related musculoskeletal disorders targeting strategies to chronic disability cases.Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004: 14: 33-41
4. Coyte P.C, Asche C.V, Croxford R, Chan r .The economic cost of musculoskeletal disorders in Canada, Arthr.Journal of Electromyography and Kinesiology. 1998:5: 315-25.
5. Ling L, Patrick G.D, Jian-guo X, Lin-na G, You x. L. Risk factors for the prevalence of musculoskeletal disorders. International Journal of Industrial Ergonomics. 2005: 35: 197-204.
6. Olsson K, Tazewell R.G. Neck and upper limb disorders in females with repetitive industrial work. American Journal of Industrial Medicine.1995: 27(5): 731-47.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

7. Punnett L, Fine L.J, Keyserling W.M, Herrin G.D, Chaffin D.B. Shoulder disorders and postural stress in automobile assembly work. Scandanavian Journal of Work and Environmental Health. 2000:26 (4): 283-91.
8. Kilbom A, Persson J, Jonsson B.G. Disorders of the cervicobrachial region among female workers in the electronics industry. International Journal of Industrial Ergonomics.1986: 11:37-47
9. Vingard E, Alfredsson L, Hagberg M, Kilbom A,Theorell T, Waldenström M, et al**.** To what extent do current and past physical and psychosocial occupational factors explain care-seeking for low back pain in a working population. Results from the Musculoskeletal Intervention Center Norrtalji Study. 2000: 25 (4): 493-500.
10. Laitinen H, Saari J, Kivisto M, Rasa P.L. Improving physical and psychosocial working conditions through a participatory ergonomic process. A before–after study at an engineering workshop.International Journal of Industrial Ergonomics. 1998:21: 35-45.
11. Coury H.J.C, Porcatti I.A, Michelle E.R, Alemb J.O. Influence of gender on work-related musculoskeletal disorders.in repetitive tasks. International Journal of Industrial Ergonomics. 2002: 29:33-9.
12. Landau K. Ergonomic demands in automotive component inspection tasks. In: Proceedings of the XIX Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference on the International Society for Occupational Ergonomics & Safety (ISOES), Las Vegas Nevada, USA, 2005: 208-13.
13. Landau K, Rademache H, Herwig M, Gabriele W, Karlheinz S, Marc G, et al. Musculoskeletal disorders in assembly jobs in the automotive industry with special reference to age management aspects. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008: 38: 561-76.
14. Stanton N, Alan H, Karel B, Eduardo S, Hendrick H. handbook of human factors and ergonomic method. 2004. 175-182.
15. Santy S, Dawal Z. Investigation on time to fatigue for upper limb muscle during a repetitive light assembly task. Proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists 2010.
16. Jafari MJ, Rahimi SH, Araste SH. Investigating complaints related to the work-related musculoskeletal disorders with stressful situations in assembly line workers. Fourth National Conference onoccupational hygine.2004:139-44.
17. Nasle Seraj G, GHafari M. Correlation between the results of two assessment methods RULA and REBA the risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Iran Occupational Health, 2010: 3-4: 25-32
18. GHasemkhani M, Azam K, Aten S. Evaluation of ergonomic postures of assembling unit workers by Rapid Upper Limb Assessment. Hakim Research Journal 2007; 10(2): 28- 33.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]