

# ارزیابی ریسک اختلالات اسکلتی - عضلانی از دیدگاه ماکروارگونومی با استفاده از شاخص فشار نسبی

مهسا جهادی نائینی<sup>۱</sup>

آرزو اسماعیل زاده<sup>۲</sup>

سیدمهدی موسوی<sup>۳\*</sup>

۱. کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۳. کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

## چکیده

**هدف:** شاخص فشار نسبی یک روش ارزیابی ریسک ماکروارگونومی است که قابلیت شناسایی و تحلیل ریسک فاکتورهای مرتبط با وقوع اختلالات اسکلتی-عضلانی را دارد. هدف مطالعه حاضر ارزیابی ریسک وقوع اختلالات اسکلتی-عضلانی از دیدگاه ماکروارگونومی در کارکنان شرکت پالایش نفت با استفاده از شاخص فشار نسبی بود.

**روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی-تحلیلی، جامعه آماری تعداد ۱۷۲ نفر از کارکنان شاغل با ۱۳ گروه شغلی مختلف در صنعت پالایش نفت بود که به روش سرشماری انتخاب شدند. داده‌ها با انجام مصاحبه و تکمیل چکلیست شاخص فشار نسبی برای همه مشاغل موجود محاسبه و سطح ریسک وقوع اختلالات اسکلتی برای آن‌ها تعیین گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های توصیفی و تحلیل واریانس یک‌طرفه انجام شد.

**نتایج:** میانگین و انحراف معیار سن افراد شرکت‌کننده  $38 \pm 7/3$  بود. نتایج شاخص RSI نشان داد که ۳ گروه شغلی جوش‌کار ( $RSI = 1/63 \pm 1/1$ ) فلزکار ( $RSI = 2/01 \pm 1/7$ ) و برش‌کار ( $RSI = 2/12 \pm 1/6$ ) در ناحیه قرمز یا ناحیه خطر، ۵ گروه شغلی در ناحیه زرد یا خطر متوسط و ۵ گروه شغلی نیز در ناحیه سبز یا کم‌خطر قرار دارند. همچنین بین میانگین نمره شاخص RSI با حیطه پوسچر، محیط و حمل دستی بار ارتباط معناداری وجود دارد ( $P\text{-Value} < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های حاصل از این مطالعه، پوسچر، محیط و حمل دستی بار به‌عنوان تأثیرگذارترین ریسک فاکتورها در بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی در بین کارکنان صنعت پالایش نفت شناخته شدند. بنابراین حفظ پوسچر مطلوب در حین انجام کار، بهسازی شرایط محیط کار و کاهش میزان حمل دستی بار توسط کارکنان می‌تواند منجر به کاهش اختلالات اسکلتی عضلانی در صنایع پالایش نفت شود.

**کلیدواژه‌ها:** اختلالات اسکلتی-عضلانی، ماکروارگونومی، شاخص فشار نسبی، ارزیابی ریسک.

نوع مقاله: پژوهشی

دریافت مقاله: ۹۸/۰۶/۱۶ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۷/۱۳

**ارجاع:** جهادی نائینی مهسا، اسماعیل زاده آرزو، موسوی سیدمهدی. ارزیابی ریسک اختلالات اسکلتی-عضلانی از دیدگاه ماکروارگونومی با استفاده از شاخص فشار نسبی: (مطالعه موردی-صنعت پالایش نفت). طب پیشگیری. ۱۳۹۹؛ ۷(۳): ۴۱-۳۱.

## مقدمه

اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با کار به دنبال تخریب بافت‌های دستگاه اسکلتی-عضلانی در نتیجه ماه‌ها و سال‌ها تماس با عوامل خطر در محیط کار ایجاد

می‌گردند (۱). از این اختلالات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشتی محیط‌های کاری در کشورهای صنعتی و همچنین کشورهای در حال توسعه نام برده می‌شود (۲). اختلالات اسکلتی-عضلانی در بسیاری از

**نویسنده مسئول:** کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

0000-0002-4767-0512 : ORCID

پست الکترونیکی: mahdi.mosavi90@yahoo.com

تلفن: ۹۸۹۳۸۹۳۷۰۳۸۷+

مشاغل شیوع نسبتاً بالایی دارند که دلیل آن می‌تواند ناشی از تنوع ریسک‌فاکتورها و عوامل مؤثر ایجادکننده این اختلالات باشد (۳). ریسک‌فاکتورهای مولد این اختلالات شامل نیازهای فیزیکی، پوسچرهای نامطلوب، تکرار، فرکانس و زمان لازم برای انجام کار، ارتعاش و همچنین ریسک‌فاکتورهای فردی مانند سن، جنس، ابعاد بدنی، قدرت عضلانی و تناسب فیزیکی می‌باشد (۴).

تاکنون مطالعات زیادی در خصوص میزان شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی در صنایع و مشاغل مختلف در ایران و سایر کشورهای جهان انجام شده است. مطالعات گذشته انجام شده در کشور ما نشان می‌دهند که در حدود ۴۸ درصد از بیماری‌های ناشی از کار در کشور از نوع اختلالات اسکلتی - عضلانی می‌باشند و این اختلالات دلیل اصلی از کارافتادگی کارکنان و هزینه‌های مربوط به آن می‌باشند (۵). ازاین‌رو شناسایی ریسک‌فاکتورها مولد اختلالات اسکلتی عضلانی و اتخاذ راهکارهای کنترلی به‌منظور کنترل و کاهش وقوع آن‌ها در مطالعات متعدد مورد توجه قرار گرفته است (۶).

روش‌های ارزیابی ریسک ارگونومی مرتبط با اختلالات اسکلتی - عضلانی در طی سال‌های اخیر در محیط‌های کاری بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این روش‌ها در دو گروه ارزیابی ریسک ماکروارگونومی و میکروارگونومی قرار می‌گیرند (۷). روش‌های ارزیابی ریسک میکرو ارگونومی اطلاعات بیشتری را درباره موارد تحلیل شده را در اختیار فرد ارزیاب قرار می‌دهند. اما ارزیابی ریسک ماکروارگونومی، یک تحلیلی عمومی در خصوص ریسک‌های برآورد شده ارائه می‌دهد (۸).

ماکروارگونومی به‌عنوان جدیدترین جزء علم ارگونومی شناخته می‌شود که یک نگرش اجتماعی فنی می‌باشد و به طراحی سازمانی، سیستم کار و نیز طراحی

تعامل‌های انسان - ماشین، انسان - محیط و انسان - شغل می‌پردازد (۹). بنا بر مطالعه Kleiner ماکروارگونومی در بهبود عملکرد ایمنی، کارکرد سازمان، رضایت شغلی، کیفیت زندگی کاری و بهره‌وری نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۰). حبیبی و همکارانش نیز نشان دادند که بین ماکروارگونومی و رضایت شغلی ارتباط مستقیم و معناداری وجود دارد (۱۱).

یکی از روش‌های ارزیابی ریسک ماکروارگونومی، شاخص فشار نسبی (Relative Stress Index: RSI) می‌باشد که قادر به شناسایی ریسک‌فاکتورهای مرتبط با بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی در محیط کار می‌باشد (۱۲). براریان و همکارانش از این شاخص برای تحلیل مشاغل از دیدگاه ماکروارگونومی در صنعت داروسازی و اکبری و همکاران نیز از این شاخص برای تحلیل مشاغل صنعت نساجی بهره برده‌اند (۱۳). این شاخص با در نظر گرفتن متغیرهای مانند بار کار، حرکات تکراری، مدت زمان، مسافت پیموده و انجام یکسری محاسبات ریاضی سطح ریسک مواجهه با فاکتورهای ایجادکننده اختلالات اسکلتی - عضلانی را به‌صورت یک عدد نمایش می‌دهد. در نهایت براساس نمره به‌دست آمده از این شاخص مشاغل در یکی از سه ناحیه سبز، زرد و قرمز قرار می‌گیرند که با توجه به هر کدام مجموعه از اقدامات اصلاحی می‌توان جهت بهبود وضعیت اتخاذ کرد (۱۴).

با توجه به این‌که ماکروارگونومی می‌تواند منجر به فهم درست از سازمان منجر شود، بنابراین با ارزیابی مشاغل می‌تواند ریسک‌فاکتورهای خطرناک موجود در آن شغل و یا سازمان را شناخت و برای کنترل آن برنامه‌ریزی انجام داد.

یکی از سازمان‌هایی که تعداد کارکنان بسیاری در آن مشغول به‌کار می‌باشند، صنعت پالایش نفت می‌باشد. معمولاً پالایشگاه‌های نفت دارای تعداد زیاد کارگر تحت

عناوین شغلی متنوع می‌باشند که در واحدهای عملیات و تعمیرات آن مشغول به کار می‌باشند. مشاغل موجود در صنعت پالایش نفت از جمله مشاغلی هستند که حمل بار دستی، ارتعاش، پوسچرهای نامطلوب و زانو زدن و ایستادن‌های طولانی مدت در این صنعت باعث شده که کارگران شاغل در پالایشگاه‌ها در معرض ابتلا به اختلالات اسکلتی-عضلانی باشند. از این رو می‌توان برای شناسایی این ریسک فاکتور و تحلیل روابط بین آن‌ها می‌توان از روش‌های ماکروارگونومی استفاده کرد (۶،۱۵،۱۶). از سوی دیگر با داشتن اطلاع از وضعیت ماکروارگونومی در صنعت پالایش نفت می‌توان وضعیت کلی وضعیت هر شغل و عوامل زیان‌آور مورد بررسی قرارداد و برای بهبود وضعیت آن اقدامات کنترلی و پیشگیرانه تعریف کرد. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی ریسک ایجادکننده اختلالات اسکلتی-عضلانی در مشاغل مختلف یک کارگاه تعمیرات یک پالایشگاه نفت از دیدگاه ماکروارگونومی و با استفاده از شاخص فشار نسبی می‌باشد.

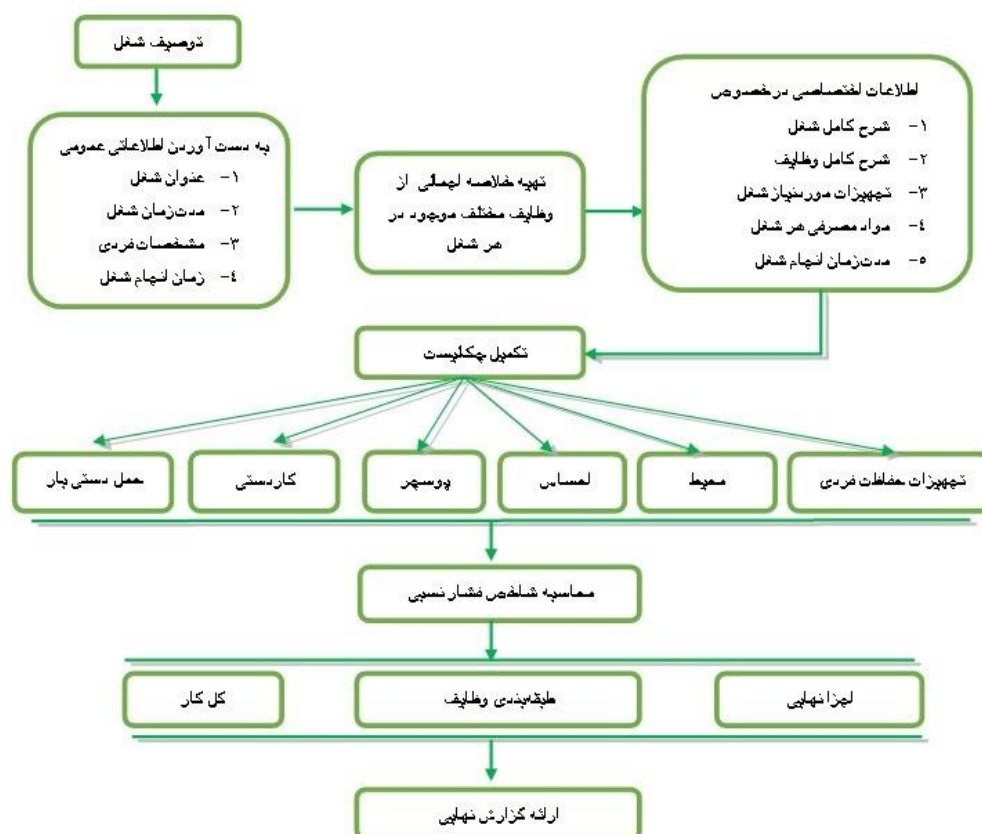
### مواد و روش‌ها

مطالعه توصیفی-تحلیلی حاضر در سال ۱۳۹۸ در کارگاه تعمیرات صنعت پالایش نفت انجام گردید. کارگاه مذکور دارای ۱۳ قسمت شامل تعمیرات مبدل، نجاری، تعمیرات لوله، تراشکاری، تعمیرات پمپ، برق، جوشکاری، فلزکاری، تعمیرات ابزار، تعمیرات

ماشین‌آلات، مکانیک و شستشوی صنعتی و سند بلاست بود که تمامی تجهیزات موجود در واحدهای عملیاتی جهت تعمیر و یا ساخت به کارگاه مرکزی ارسال می‌گردد. جمعیت مورد مطالعه شامل ۱۸۲ نفر از ۱۵ گروه شغلی مختلف بود که با استفاده از روش سرشماری انتخاب شدند. داشتن حداقل یک سال سابقه کار، نداشتن اعتیاد، بیماری‌های زمینه‌ای و سابقه عمل جراحی و تمایل حضور در مطالعه، به عنوان معیارهای ورود به مطالعه در نظر گرفته شد.

تعداد ۱۰ نفر به دلیل نداشتن شروط تعیین شده و همچنین ۲ گروه شغلی به علت عدم تمایل در حضور، از مطالعه خارج و در مجموع تعداد ۱۷۲ نفر از ۱۳ گروه شغلی مختلف در مطالعه باقی ماندند. اطلاعات فردی با استفاده از پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک جمع‌آوری شد، جهت جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مشاغل نیز با سرپرست هر شغل مصاحبه چهره به چهره از نوع نیمه‌ساختاریافته به مدت ۳۰ دقیقه انجام و اطلاعات شغلی در قالب یک چکلیست جمع‌آوری گردید. در مرحله بعد شاخص RSI به عنوان شاخص ارزیابی ریسک از دیدگاه ماکروارگونومی محاسبه گردید.

شاخص RSI: ارزیابی ریسک براساس شاخص RSI براساس شرح شغل، چکلیست و شاخص فشار نسبی می‌باشد. مراحل محاسبه روش شاخص فشار نسبی در شکل ۱ نمایش داده شده است (۱۴).



شکل ۱- مراحل ارزیابی ماکروارگونومی با استفاده روش شاخص فشار نسبی

جدول ۱- برخی از روابط ریاضی به کاررفته در محاسبه روش شاخص فشار نسبی

رابطه محاسبه اجرای وظیفه	اجزای وظیفه
$RSI = \sum_{i=1}^4 \frac{RSI_i}{4}$	بلند کردن بار به صورت دستی (اجزاء وظیفه ۱-۴)
$RSI = \sum_{i=2}^7 \frac{RSI_i}{7}$	کاردستی (اجزاء وظیفه ۵-۶)
$RSI = \sum_{i=7}^{22} \frac{RSI_i}{16}$	پوسچر (اجزاء وظیفه ۷-۲۲)
$RSI = \sum_{i=23}^{34} \frac{RSI_i}{12}$	حواس (اجزاء وظیفه ۲۳-۳۴)
$RSI = \sum_{i=35}^{59} \frac{RSI_i}{25}$	محیط (اجزاء وظیفه ۳۵-۵۹)
$RSI = \sum_{i=1}^{64} \frac{RSI_i}{4}$	وسایل حفاظت فردی (اجزاء وظیفه ۶۰-۶۴)

شرح شغل مشتمل بر سوابق مصاحبه شونده‌گان، خلاصه شغل، عنوان وظیفه، شرح وظیفه، ابزار و تجهیزات، مواد، مدت زمان و تناوب می‌باشد. چکلیست ارزیابی خطر براساس نیاز هر شغل به یک یا چند طبقه از ریزوظایف شامل کاردستی، حمل بار دستی، پوسچر، حواس، محیط، و تجهیزات حفاظت فردی می‌باشد. این شش وظیفه دسته‌بندی شده شامل ۶۴ عامل خطر می‌باشند. سومین بخش، محاسبه RSI می‌باشد. این شاخص روی یک ارزیابی کمی نیازهای شغلی که برای محاسبه چند متغیر از قبیل بار کار، تکرار مداوم، استمرار کار، مسافت و زمان انجام کار بنا شده است. از یکسری روابط ریاضی برای محاسبه این شاخص استفاده می‌شود که در جدول ۱ نمایش داده شده است.

بیشترین فراوانی مربوط به تحصیلات دیپلم با فراوانی نسبی ۲۹/۶۵ و کمترین مربوط به کارشناسی ارشد با فراوانی نسبی ۶/۳۹ بود. سایر مشخصات دموگرافیک با جزئیات بیشتر در جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول ۳- مشخصات دموگرافیک افراد مورد مطالعه (تعداد ۱۷۲ نفر)

متغیرها	فراوانی	فراوانی نسبی (درصد)
سن	۲۵ تا ۳۰	۴۲
	۳۱ تا ۴۰	۶۳
	۴۱ تا ۵۰	۴۵
	۵۱ تا ۶۰	۲۲
سابقه کار	۵ تا ۱۰	۳۶
	۱۱ تا ۱۵	۳۸
	۱۶ تا ۲۰	۴۵
	۲۱ تا ۲۵	۴۰
	۲۶ تا ۳۰	۱۳
	زیر دیپلم	۴۱
	دیپلم	۵۱
سطح تحصیلات	کاردانی	۴۴
	کارشناسی	۲۵
	کارشناسی ارشد	۱۱
	۲۳/۸۳	۲۹/۶۵
	۲۵/۱۴	۱۴/۵۳
	۶/۳۹	

در جدول ۴ فراوانی افراد شرکت‌کننده برحسب نوع شغل نمایش داده شده است. کمترین تعداد افراد شاغل براساس نوع شغل راننده لیفتراک با فراوانی نسبی ۴ نفر می‌باشد.

جدول ۴- تعداد افراد شاغل براساس نوع شغل (تعداد ۱۷۲ نفر)

متغیر	فراوانی	فراوانی نسبی
فلزکار	۵/۸۱	۱۰
تراش‌کار	۵/۸۱	۱۰
مکانیک لوله	۸/۷۲	۱۵
نجار	۵/۸۱	۱۰
برق‌کار	۱۱/۶۲	۲۰
مکانیک عمومی	۱۱/۶۲	۲۰
برشکار	۵/۸۱	۱۰
سدبلاستر زن	۴/۶۵	۸
راننده لیفتراک	۲/۳۲	۴
کمک مکانیک	۱۱/۰	۲۰
قالب‌زن	۸/۷۲	۱۵
کارمند محوطه	۸/۷۲	۱۵
جوش‌کار	۸/۷۲	۱۵

در انتها RSI هر شغل محاسبه و میانگین اجزا RSI مطابق با رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$RSI = \sum_{i=1}^{n} \frac{RSI_i}{n}$$

در رابطه فوق i معرف جز وظیفه معین می‌باشد. در نهایت سطح ریسک نهایی مشاغل براساس امتیاز RSI کسب شده تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۲- تعیین سطح خطر و الویت اقدام‌های اصلاحی در روش

شاخص فشار نسبی RSI

امتیاز شاخص RSI	سطح ریسک	تفسیر
۰ - ۲/۵	بالا (رنگ قرمز)	اقدامات فوری جهت اصلاح وضعیت موجود
۲/۶ - ۷/۵	متوسط (رنگ زرد)	نیازمند اقدام اصلاحی
بیشتر از ۷/۶	کم (رنگ سبز)	نیازمند اقدام اصلاحی نمی‌باشد

پس از محاسبه شاخص RSI برای همه مشاغل اطلاعات موجود در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ وارد گردید و از آزمون آماری ANOVA جهت مقایسه میانگین نمره RSI در بین شاخص‌های مختلف استفاده شد.

همچنین به‌منظور رعایت ضوابط اخلاق پژوهش، اطلاعات کافی در مورد هدف و نحوه اجرا و نیز استفاده از یافته‌های پژوهش در اختیار شرکت‌کنندگان قرار داده شد. ملاحظات اخلاقی نیز شامل کسب رضایت آگاهانه کتبی، اطمینان از محرمانه بودن اطلاعات و آزاد بودن در شرکت یا عدم شرکت در هر مرحله از مطالعه، بوده است.

### یافته‌ها

با توجه به نتایج جدول ۳ میانگین و انحراف معیار سن افراد شرکت‌کننده در این پژوهش به ترتیب برابر با ۲۸ و ۷/۳ و کمترین و بیشترین سن افراد به ترتیب ۲۵ و ۵۸ سال می‌باشد. میانگین سابقه کار افراد در این پژوهش ۱۰ سال و انحراف معیار ۴ و کمترین میزان سابقه کار ۵ سال و بیشترین سابقه کار ۳۰ سال بود.

در جدول ۵، کمترین و بیشترین مقدار شاخص RSI (RSI=1/63±1/1) و گروه شغلی نجاران با امتیاز در حیطه‌های شش‌گانه براساس نوع شغل نمایش داده شده است. گروه شغلی جوش‌کاران با امتیاز می‌باشند.

جدول ۵- کمترین و بیشترین مقدار شاخص RSI در حیطه‌های شش‌گانه براساس نوع شغل

حیطه شش‌گانه RSI	کمترین مقدار RSI		بیشترین RSI	
	شغل	امتیاز RSI	شغل	امتیاز RSI
حمل دستی بار	جوش‌کار	۱/۲	راننده	۱۰
کاردستی	فلزکار	۴/۳	راننده	۸/۳
حواس	جوش‌کار	۲/۴	کارمند محوطه	۷/۳
محیط	جوش‌کار	۵/۳	مکانیک	۷/۷
تجهیزات حفاظت فردی	جوش‌کار	۱/۲	نجار	۸/۶
پوسپر	فلزکار	۵/۵	راننده	۸/۹

همچنین نتایج حاصل از آزمون آماری ANOVA نشان داد که میانگین نمره شاخص RSI با حیطه پوسپر، محیط و حمل دستی بار ارتباط معناداری دارد (P=0/05). به عبارتی این حیطه‌ها بیشترین میزان تأثیر در نمره شاخص RSI داشتند و موجب افزایش سطح ریسک مشاغل شده‌اند. اما ارتباط معناداری بین میانگین نمره شاخص RSI با سه احساس، وسایل حفاظت فردی و کاردستی مشاهده نشد.

جدول ۶- میانگین و انحراف معیار حیطه‌های شاخص فشار نسبی و سطح ریسک مشاغل مختلف براساس مقدار میانگین شاخص RSI

شغل	حمل بار دستی	کاردستی	پوسپر	احساس	محیط	وسایل حفاظت فردی	RSI	سطح ریسک
فلزکار	۲/۴۱±۱/۷	۳/۱۱±۱/۷	۱/۲۱±۰/۷۷	۲/۱۲±۰/۷۲	۲/۲۲±۰/۸۱	۶/۱±۵/۴۱	۲/۰۱	بالا
تراش‌کار	۷/۲۱±۰/۸۲	۵/۳۲±۰/۷۲	۴/۲۵±۱/۶۲	۶/۵۵±۱/۴۰	۵/۵۲±۰/۷۴	۲۵/۱±۶/۲۲	۶/۳۴	متوسط
مکانیک لوله	۴/۶۴±۱/۳	۴/۲۵±۱/۷	۲/۲۳±۰/۷۷	۵/۱۲±۰/۷۲	۴/۲۲±۰/۹۶	۲۵/۲±۷/۴۱	۴/۸۲	متوسط
نجار	۸/۲۷±۱/۷	۸/۱۱±۱/۱	۷/۲۵±۱/۳۳	۷/۴۱±۰/۷۲	۷/۶۵±۲/۷۷	۴۰/۱±۹/۱۲	۸/۴۳	کم
برقکار	۹/۴۱±۱/۷	۵/۱۱±۱/۴	۵/۲۱±۰/۸۷	۷/۱۲±۰/۷۲	۸/۲۲±۰/۸۱	۳۳/۱±۸/۴۱	۸/۲۳	کم
مکانیک عمومی	۸/۵۲±۰/۸۷	۷/۱۳±۱/۷	۴/۲۱±۰/۶۴	۸/۱۵±۰/۶۴	۳/۲۹±۰/۳۲	۱۲/۱±۷/۷۵	۷/۷۴	کم
برشکار	۱/۸۷±۱/۵	۲/۱۷±۱/۱	۱/۱۱±۰/۸۱	۲/۱۲±۰/۷۲	۳/۲۲±۰/۸۱	۶/۱±۵/۴۱	۲/۱۲	بالا
سندبلاسترزن	۵/۴۳±۱/۷	۴/۱۱±۱/۷	۵/۲۱±۰/۵۱	۶/۲۴±۰/۷۲	۵/۳۱±۰/۸۱	۴۳/۱±۸/۴۱	۵/۵۲	متوسط
راننده	۹/۵۵±۲/۱	۷/۱۲±۱/۸	۸/۴۵±۰/۶۳	۷/۵۲±۰/۳۹	۸/۶۱±۰/۱۳	۵۴/۰±۹/۲۱	۸/۲۱	کم
کمک مکانیک	۴/۹۵±۱/۴	۴/۸۰±۰/۷	۴/۴۲±۰/۷۴	۴/۱۳±۰/۸۲	۵/۳۰±۲/۱	۶/۱±۶/۴۱	۴/۲۳	متوسط
قالب زن	۳/۲۵±۱/۷	۲/۳۷±۱/۷	۳/۲۱±۰/۷۷	۵/۱۶±۰/۷۲	۱/۲۵±۰/۸۱	۶/۱±۳/۴۱	۳/۴۷	متوسط

## بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش از روش شاخص فشاری نسبی (RSI) به منظور ارزیابی ریسک وقوع اختلالات اسکلتی عضلانی در بین کارکنان شاغل در کارگاه تعمیرات مرکزی یک پالایشگاه نفت استفاده شد. پس از انجام مصاحبه با سرپرستان کارگاه و تکمیل چک‌لیست‌های

مخصوص در شش حیطه، سطح ریسک وقوع اختلالات مشکلات اسکلتی عضلانی برای گروه‌های شغلی مختلف محاسبه و تعیین گردید. نتایج بررسی انجام شده بر روی ۱۳ گروه شغلی مختلف کارگاه مرکزی تعمیرات نشان داد که سه گروه شغلی فلزکار، جوش‌کار، برش‌کار در ناحیه قرمز یا سطح ریسک بالا قرار دارند. همچنین

نتایج نشان داد بین میانگین امتیاز شاخص RSI و سه حیطه پوسچر، حمل دستی بار و محیط ارتباط معناداری وجود دارد که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت این سه حیطه در تعیین سطح ریسک وقوع اختلالات اسکلتی-عضلانی در بین مشاغل مختلف این کارگاه می‌باشد. پوسچر نامناسب در مطالعات متعددی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ریسک‌فاکتور بروز اختلالات اسکلتی عضلانی بیان شده است که با مطالعه حاضر مطابقت دارد (۱۷،۱۸). همچنین در مطالعه موسوی و همکاران و مطالعه مرادی و همکاران، کارگران شاغل در پالایشگاه نفت در معرض عوامل زیان‌آوری مانند گازها و بخارهای شیمیایی، صدا، نوبت‌کاری و نامطلوب بودن ایستگاه‌های کاری می‌باشند که به این دلیل می‌توان گفت یک دلیل دیگر تأثیرگذار در افزایش اهمیت حیطه محیط در تعیین میزان امتیاز شاخص RSI نسبت به دیگر حیطه‌ها همین مواجهه با عوامل زیان‌آور ذکر شده باشد (۱۵،۱۶،۱۹).

دلیل دیگر که موجب افزایش میزان تأثیرگذاری حیطه محیط در تعیین امتیاز نهایی شاخص RSI در این مطالعه شده است، این موضوع می‌باشد که کارگاه مورد مطالعه یک محیط سربسته است، که در آن بخش‌های مختلفی وجود دارد و کارگران با تخصص مختلف در این قسمت‌ها مشغول به‌کار می‌باشند. به دلیل وجود یک محیط سربسته و نبود یک سیستم تهویه مناسب باعث می‌شود که در صورت تشکیل یک آلاینده خاص در یک قسمت از کارگاه این آلاینده به‌درستی از محیط کارگاه خارج نشود که این اتفاق باعث می‌شود که دیگر کارگران شاغل در قسمت‌های مختلف نیز تحت تأثیر آن آلاینده قرار گیرند. حسنی و همکارانش در مطالعه خود بیان کردند که بی‌توجهی و سهل‌انگاری در ایجاد یک محیط کار استاندارد و استفاده از ایستگاه‌های کاری و تجهیزات نامطلوب حین انجام کار می‌تواند باعث ایجاد و یا تشدید

اختلالات اسکلتی-عضلانی در محیط کار شود و بنابراین بهبود شرایط انجام کار با انجام مداخلات از نوع ماکروارگونومی می‌تواند به کاهش ریسک وقوع اختلالات اسکلتی-عضلانی کمک شایانی نماید (۲۰).

در بین مشاغل موجود در کارگاه جوش‌کاران دارای کم‌ترین مقدار RSI بودند که نشان می‌دهد این کارگران در معرض ریسک بالایی از مواجهه با عوامل زیان‌آور محیط کار قرار دارند. دلیل کمتر بودن نمره RSI در جوش‌کاران، ناشی از داشتن پوسچر نامطلوب و همچنین خمش و پپیش کمر به علت نداشتن یک ایستگاه کاری مناسب می‌باشد. مطالعه چوبینه و همکارانش که در مورد ارزیابی ریسک ابتلا به مشکلات اسکلتی-عضلانی در بین جوش‌کاران بود، نشان داد که ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی در بین جوش‌کاران بسیار بالا می‌باشد که نامناسب بودن پوسچر کاری به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور افزایش ریسک وقوع اختلالات اسکلتی عضلانی در بین جوش‌کاران می‌باشد که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد (۲۱).

اکبری و همکاران با استفاده از شاخص فشار نسبی به ارزیابی ریسک مشاغل از دیدگاه ماکروارگونومی در یک صنعت نساجی پرداختند، نتایج این مطالعه نشان داد که پوسچر و انجام کاردستی بیش‌ترین تأثیر و محیط دارای کم‌ترین تأثیر در بروز مخاطرات شغلی از جمله افزایش ریسک وقوع اختلالات اسکلتی عضلانی در بین کارکنان صنعت نساجی را دارد (۱۴). نتایج حاصل از مطالعه اکبری تنها در حیطه پوسچر با این مطالعه هم‌خوانی دارد اما در حیطه محیط با این مطالعه هم‌خوانی ندارد. دلیل آن می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع صنعت مورد بررسی باشد.

همچنین یک علت دیگر این تفاوت می‌تواند ناشی از تأثیرگذاری چشمگیر ریسک‌فاکتورهای محیطی در



محاسبه شاخص فشار نسبی باشد. کارگران پالایشگاه نفت به دلیل وجود عوامل محیطی نظیر صدا، رطوبت، کار در ارتفاع، ارتعاش و گرما این عوامل را گزارش کرده‌اند اما در مطالعه اکبری این عوامل توسط کارگران گزارش نشده بود (۱۴). در مطالعه دیگر باریان و همکاران در مطالعه خود به ارزیابی ریسک مشاغل در یک صنعت داروسازی با استفاده از شاخص فشار نسبی پرداختند، نتایج ارزیابی ریسک با استفاده از شاخص فشار نسبی نشان داد که حمل دستی بار مهم‌ترین حیطه در بین حیطه‌های شش‌گانه شاخص فشار نسبی می‌باشد که با مطالعه حاضر هم‌خوانی ندارد (۱۳). دلیل این موضوع ناشی از آن است که در کارگاه مورد مطالعه حمل دستی بار به‌ندرت استفاده می‌شود، زیرا بیشتر قطعاتی که برای تعمیر به این کارگاه فرستاده می‌شوند دارای وزن بسیار زیادی می‌باشند و با استفاده از وسایل کمکی مانند جرثقیل جابجا می‌شوند و حمل دستی بار در کارگاه در طول یک نوبت‌کاری بندرت انجام می‌شود.

در این مطالعه به‌منظور به دست آوردن یک درک مناسب از شرایط انجام کار از یک روش ماکروارگونومی استفاده شده و ریسک‌فاکتورهای خطرناک موجود در ۱۳ گروه شغلی موجود در کارگاه تعمیرات یک پالایشگاه نفت مورد ارزیابی قرار گرفت. از نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان جهت حذف یا به حداقل رساندن اثرات مواجهه با این ریسک‌فاکتورها، به‌منظور کاهش احتمال وقوع اختلالات اسکلتی-عضلانی و کاهش احتمال حوادث و ایجاد هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم اقدامات پیشگیرانه و کنترلی را تعریف و اجرا نمود.

این مطالعه به دلیل صرف وقت زیاد در جمع‌آوری داده‌ها، تنها بر روی تعدادی از مشاغل حساس موجود در کارگاه تعمیرات مرکزی یک صنعت پالایش نفت انجام

گردید باشد و بنابراین این مورد می‌تواند به‌عنوان محدودیت این مطالعه باشد.

پیشنهاد می‌گردد این مطالعه با حجم نمونه بیشتر در پالایشگاه‌های دیگر انجام و نتایج با این مطالعه مقایسه شود. محیط کاری و پوسچر افراد در هنگام انجام کار به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌فاکتورها در بروز اختلالات اسکلتی عضلانی در گروه‌های شغلی مختلف در کارگاه تعمیرات مرکزی پالایشگاه نفت شناخته شدند. بنابراین به‌منظور کاهش احتمال ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی-عضلانی در بین کارگران انجام اقداماتی مثل بهسازی محیط کارگاه، استقرار سیستم تهویه مطبوع در کارگاه، آموزش حفظ پوسچر مناسب در هنگام انجام کار، حذف و یا کاهش فعالیت‌های کاری و بهبود ایستگاه کاری کارگران را می‌توان پیشنهاد داد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی کارکنان کارگاه تعمیرات صنعت پالایش نفت که در انجام این پژوهش شرکت داشتند، تشکر و قدردانی نمایند.

### تأییدیه اخلاقی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی با کد اخلاق R.LUMS.REC.1397.112 می‌باشد.

### تضاد منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

### سهم نویسندگان

مهسا جهادی نائینی (نویسنده اول) نگارنده مقدمه و روش کار ۴۰ درصد؛ آرزو اسماعیل‌زاده (نویسنده دوم)



روش‌شناسی و تحلیل‌گر آماری ۲۰ درصد؛ سیدمهدی موسوی (نویسنده سوم و مسئول) نگارنده یافته‌ها و بحث و نتیجه‌گیری ۴۰ درصد.

این مقاله از طرف هیچ‌گونه نهاد یا موسسه‌ای حمایت مالی نشده و تمام منابع مالی آن از طرف نویسنده اول یا نویسندگان تأمین شده است.

### حمایت مالی

## References

- Lop NS, Kamar IF, Aziz MN, Abdullah L, Akhir NM. Work-related to musculoskeletal disorder amongst Malaysian construction trade workers: Bricklayers. InAIP conference proceedings. USA: American Institute of Physics Publishing LLC; 2017. DOI: 10.1063/1.5005420
- Das D, Kumar A, Sharma M. A systematic review of work-related musculoskeletal disorders among handicraft workers. *Int J Occup Saf Ergon*. 2018; 26(1):55-70. DOI: 10.1080/10803548.2018.1458487
- Park J-H, Park J-H. Association among work-related musculoskeletal disorders, job stress, and job attitude of occupational therapists. *Occup Ther Health Care*. 2017; 31(1):34-43. DOI: 10.1080/07380577.2016.1270482
- Zare M, Sagot J-C, Roquelaure Y. Within and between individual variability of exposure to work-related musculoskeletal disorder risk factors. *Int J Environ Res Public Health*. 2018; 15(5):1003. DOI: 10.3390/ijerph15051003
- Hassanvand D, Omidvari M, Farasaty F, Pournajaf A, Ghotbi Ravandi MR. Ergonomic evaluation of the risk factors of musculoskeletal disorders using quick exposure check (QEC) method among staff of a oil refinery in Iran. *Health Develop J*. 2018; 7(2):164-79. [Persian]
- Akbari J, Mousavikoti M, Kazemi M, Moradirad R. Ergonomics assessment of manual handling tasks using the key item method (Kim) and its relationship with prevalence of musculoskeletal disorders in Abadan Oil Refinery. *SJIMU*. 2018; 26(1):122-31. [Persian] DOI: 10.29252/sjimu.26.1.122
- Panjaitan N, Ali AY. Clasification of ergonomics levels for research. InIOP conference series: Materials science and engineering 2019 May. Bristol: IOP Publishing; 2019.
- Habibifar N, Hamid M, Nasiri M. Concurrent optimization of integrated macro-ergonomics and resilience engineering in a pharmaceutical manufacturer. *JISE*. 2019; 12(3):269-82.
- Greig MA, Village J, Dixon SM, Salustri FA, Neumann WP. Assessing human factors and ergonomics capability in organisations- the Human Factors Integration Toolset. *Ergonomics*. 2019; 62(10):1254-72. DOI: 10.1080/00140139.2019.1572228
- Holden RJ, Valdez RS, Schubert CC, Thompson MJ, Hundt AS. Macroergonomic factors in the patient work system: examining the context of patients with chronic illness. *Ergonomics*. 2017; 60(1):26-43. DOI: 10.1080/00140139.2016.1168529
- Sabaghinejad Z, Neisi A, Parvin S. Study of ergonomic conditions of university libraries and its impact on librarians' performance by mediating job satisfaction in order to provide model. *Iran J Ergon*. 2018; 6(3):75-85. [Persian] DOI: 10.30699/jergon.6.3.8
- Akbari J, Kazemi M, Safari S, Mououdi MA, Mahaki B. Macro-ergonomics and human ability indices at work: Assessment of job groups and workers by using of relative stress index (RSI) and work ability index (WAI). *JBRMS*. 2014; 1(2):43-7.
- Bararian M, Saraji G, Hosseini M, Adl J. Risk assessment in pharmaceutical industry by using relative stress index (RSI). *J Appl Sciences*. 2006; 6(13):2715-23. DOI: 10.3923/jas.2006.2715.2723

14. Kazemi M, Safari S, Akbari J, Mououdi MA, Mahaki B. Macro-ergonomic risk assessment with the relative stress index method in textile industry. *IJEHE*. 2014; 3(1):3. DOI: 10.4103/2277-9183.131803
15. Mousavi S M, Sharifiniya S, Yazdani Rad S, Esmailzadeh A, Hajizadeh R, MoradiRad R. The Relationship between shift work and its effects on the health of the operational staff in Abadan Oil Refining Company. *JPM*. 2017; 4(2):19-25. [Persian]
16. Mousavi SM, Koochpaei A, Hajizadeh R, Yazdanirad S, Moradirad R, Faghihnia Torshizi Y. Semi-quantitative risk assessment of occupational exposure area industrial wastewater Treatment unit in an oil refinery and chemical contaminants. *IOH*. 2019; 15(6):8-15. [Persian]
17. Dormohammadi A, Zarei E, Normohammadi MR, Sarsangi V, Amjad SH, Asghari M. Risk assessment of computer users' upper musculoskeletal limbs disorders in a power company by means of rula method and NMJ in 1390. *JSUMS*. 2014; 20(4):521-9. [Persian]
18. Mulimani P, Hoe VC, Hayes MJ, Idiculla JJ, Abas AB, Karanth L. Ergonomic interventions for preventing musculoskeletal disorders in dental care practitioners. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018; 10.1002/14651858.CD011261.pub2
19. Mousavi SM, Abbasi M, Yazdanirad S, Yazdanirad M, Khatooni E. Fuzzy AHP-TOPSIS method as a technique for prioritizing noise control solutions. *Noise Control Eng J*. 2019; 67(6):415-21. DOI: 10.3397/1/376738
20. Hassani SA, Mobaraki H, Moghadami Fard Z. The importance of ergonomics in increasing productivity and improving the performance of the staff of the Ministry of Health. *TKJ*. 2013; 4(4):92-101. [Persian]
21. Choobineh A, Solaymani E, Mohammad Beigi A. Musculoskeletal symptoms among workers of metal structure manufacturing industry in Shiraz, 2005. *IRJE*. 2009; 5(3):35-43. [Persian]

## Risk assessment of musculoskeletal disorders from a macro-ergonomic perspective using the relative stress index

Masha Jahdi Naeini<sup>1</sup>Arezo Esmailzadeh<sup>2</sup>Seyed Mahdi Mousavi<sup>3\*</sup>

1. MSc, Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

2. MSc, Occupational Health Engineering, Faculty of Health and Nutrition, Lorestan University of Medical Science, Lorestan, Iran.

3. MSc, Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Abstract

**Introduction:** Relative stress index (RSI) is one of the macro-ergonomic risk assessment tools which is capable to identify and analyze risk factors associated with the musculoskeletal disorders. The aim of this study was to evaluate the risk of musculoskeletal disorders from a macro-ergonomic perspective in workers of an oil refinery company using the relative stress index.

**Methods:** This descriptive-analytical study conducted on all of 172 employees working in 13 different job groups in an oil refinery company. Data were collected by interviews and completing a checklist. Then the RSI and the risk of musculoskeletal disorders were calculated for all jobs. Finally, data were analyzed using SPSS version 22 software and descriptive statistics and ANOVA test.

**Results:** The mean of participants' age was  $38 \pm 7.3$ . The results of RSI assessment showed that three occupational groups including welders ( $RSI = 1.63 \pm 1/1$ ), metalworkers ( $RSI = 2.01 \pm 1.7$ ), and cutters ( $RSI = 2.12 \pm 1.6$ ) were in the red or danger zone, five occupational groups were in the yellow or medium danger zone, and five occupational groups were in the green or low risk zone. In addition, there was a significant relationship between the average of RSI and posture, environment, and manual material handling scores ( $P\text{-Value} < 0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the findings of this study, posture, manual material handling, and the environment are the main risk factors of musculoskeletal disorders in oil refinery industries. Therefore, designing for a desired posture, promoting the work environment, and reducing the manual material handling can help to prevent musculoskeletal disorders in oil refineries industries.

**Key Words:** Musculoskeletal Disorder, Macro- Ergonomics, Relative Stress Index, Risk Assessment.

Original Article

Received: 6 Sep 2020 Accepted: 4 Oct 2020

**Citation:** Jahdi Naeini M, Esmailzadeh A, Mousavi SM. Risk assessment of musculoskeletal disorders from a macro-ergonomic perspective using the relative stress index .JPM. 2020; 7(3):31-41.

**Correspondence:** Seyed Mahdi Mousavi, MSc, Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 9389370387

Email: mahdi.Mosavi90@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-4767-0512