

## مداخله ارگونومی با اجرای همزمان تکنیک‌های مهندسی و مدیریتی به منظور کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در یک معدن سرب

محمد جهانگیری<sup>۱</sup>، حسن محمد پور<sup>۲</sup>، سعید موسوی<sup>۳</sup>، چیمین سعیدی<sup>۱</sup>، سید امیر رضا نگهبان<sup>۱</sup>

وحدت فرجی طومار کندی<sup>۱</sup>، مهدی جلالی<sup>۱\*</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. ۳. دانشجوی دکتری آمار زیستی، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.  
\* نویسنده مسؤول. تلفن: ۰۹۳۰۶۴۵۱۳۶۳ فکس: ۰۸۱۱ ۸۳۸۰۵۰۹ ایمیل: m.jalali@umsha.ac.ir

### چکیده

**زمینه و هدف:** ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی یکی از مهم‌ترین عوامل آسیب‌زای شغلی و ناتوانی بوده و در بین این ناراحتی‌ها، آسیب‌های کمر متداول‌ترین جراحات مرتبط با کار در صنایع مختلف می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه بررسی ریسک فاکتورهای ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی و مداخله ارگونومیک به منظور کاهش این ناراحتی‌ها می‌باشد.  
**روش کار:** این مطالعه توصیفی-تحلیلی به صورت مداخله‌ای و بر روی ۴۰ نفر از شاغلین یک معدن سرب انجام پذیرفت. به منظور جمع‌آوری داده‌ها در قبل و بعد مداخلات از پرسشنامه نوردیک و روش QEC استفاده شد. برنامه مداخله‌ای عبارت بود از کاهش وزن بار، تغییر در ارتفاع سطح تخلیه بار، چرخش شغلی و آموزش کارگران. در نهایت داده‌های حاصل، با استفاده از آزمون‌های آماری کوکران و مک نمار و توسط نرم افزار SPSS-16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در یک سال اخیر بیشترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی مربوط به اندام‌های کمر (۵۷.۵٪) و زانو (۵۰٪) می‌باشد. نتایج به‌دست آمده در بعد از مداخلات کاهش قابل توجهی در ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی نواحی مختلف نشان داد. طبق آزمون کوکران تفاوت معناداری بین ناراحتی‌ها در قبل، ۴ و ۹ ماه بعد از مداخلات در اندام‌های کمر و زانو مشاهده گردید ( $p < 0.001$  و  $p = 0.002$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه کاهش قابل توجه ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در ۹ ماه پس از شروع مداخلات را نشان داد. در نتیجه می‌توان استنباط نمود که استفاده از مداخلات توأم مهندسی و مدیریتی، به صورت ساده، کاربردی و کم هزینه و پایش مستمر نحوه صحیح اجرای این مداخلات در طی مدت زمان طولانی ممکن است باعث دستیابی به نتایج مطلوبی در جهت کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در صنایع کوچک و فقیر گردد.

**واژه‌های کلیدی:** مداخله ارگونومیک، ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی، کمر درد شغلی، معدن سرب

پذیرش: ۹۲/۲/۲۴

دریافت: ۹۱/۱۰/۲۷

هزینه‌های زیاد اقتصادی بر صنایع این کشورها می‌گردد. در حال حاضر، کنترل و کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در بین نیروی کار یکی از مهم‌ترین مشکلات متخصصین ارگونومی در سراسر جهان

### مقدمه

ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی یکی از مهم‌ترین عوامل آسیب‌زای شغلی و ناتوانی در صنایع کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه می‌باشد که باعث اعمال

می‌باشد. اهمیت کنترل و کاهش این ناراحتی‌ها به قدری است که بسیاری از کشورها، پیشگیری از ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی ناشی از کار را (WMSDs<sup>1</sup>) در میان نیروی کار به عنوان یکی از اولویت‌های ملی مورد توجه قرار داده اند (۳-۱). طبق بررسی انجام گرفته توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و مستندات ارائه شده از این سازمان در سال ۲۰۱۳ در بین بیماری‌های شغلی، ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی ناشی از کار پس از بیماری‌های تنفسی شغلی در رتبه دوم قرار دارد (۴). همچنین بیش از ۴۰ میلیون کارگر در اروپا تحت تأثیر این ناراحتی‌ها قرار دارند (۵). ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی دارای شیوع بالایی در کارگران معادن کشورهای اسپانیا، سوئد، هند، ایران، آمریکا و استرالیا می‌باشد (۶). همچنین طبق مطالعات انجام گرفته در داخل کشور ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی یکی از مشکلات اساسی در مشاغل مختلف بوده و اولین بیماری شغلی در کارگران معادن ایران به‌شمار می‌آید (۱۰-۱، ۷-۴، ۱۰). مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین شیوع کمر درد پس از کارگران ساختمانی در معدن کاران وجود دارد و ۴۰٪ هزینه‌های بهداشتی مرتبط با کار در مشاغل جهان به علت ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی بر کشورها و به‌ویژه کشورهای در حال توسعه تحمیل می‌گردد (۱۱، ۱۲). مهم‌ترین ریسک فاکتورهایی که در ایجاد ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی نقش دارند عبارتند از: فعالیت تکراری، اعمال نیروی زیاد، پوسچر کاری نامناسب، فشارهای تماسی، ارتعاش و خستگی فیزیکی. بر خلاف بسیاری از بیماری‌های شغلی که منشأ آنها مواجهه با یک عامل مخاطره آمیز ویژه می‌باشد، ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی به عنوان یک آسیب چند عاملی توصیف می‌شود (۱۴، ۱۳). مواجهه شغلی با این ریسک فاکتورها در محیط‌های شغلی می‌تواند باعث ناراحتی‌ها و بیماری‌های متنوعی مثل تنوسنوئیت،

کمر درد و سندرم تونل کارپال گردد که گردن، شانه‌ها، کمر و اندام‌های فوقانی را درگیر می‌سازد (۱۵). در بین این ناراحتی‌ها، آسیب‌های کمر به‌عنوان متداول‌ترین و پرهزینه‌ترین جراحات مرتبط با کار در بسیاری از صنایع معرفی گردیده است (۱۶، ۲). از بین وظایفی که باعث ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی به ویژه کمر درد می‌شوند، می‌توان به فعالیت‌هایی اشاره کرد که در آنها حمل مواد و اجسام به صورت دستی انجام می‌گیرد. حمل دستی مواد قسمت جدایی‌ناپذیر در بسیاری از مشاغل و فعالیت‌های روزمره زندگی بوده و به طور معمول شامل بلند کردن، پایین آوردن، هل دادن، کشیدن و حمل اجسام به وسیله دست‌ها می‌باشد (۱۷).

همان‌طور که مواجهه با ریسک فاکتورهای ذکر شده می‌تواند باعث ایجاد ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی از جمله کمر درد در بدن گردد، در مقابل آن راهکارهایی نیز برای کاهش مواجهه افراد با این ریسک فاکتورها و در نتیجه کاهش این ناراحتی‌ها وجود دارد (۱۷). مهم‌ترین این رویکردها شامل کنترل‌های مهندسی و کنترل‌های مدیریتی می‌باشند. کنترل‌های مهندسی اولین رویکرد مداخله‌ای برای کاهش ریسک فاکتورهای ایجاد کننده ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی بوده که از جمله روش‌های آن می‌توان به طراحی شغل، طرح‌بندی محل کار و طراحی ابزارهای مناسب برای انجام کار اشاره نمود. در رابطه با کنترل‌های مهندسی مطالعات فراوانی در سطح بین‌المللی انجام پذیرفته است. در مطالعه‌ای که توسط مایتی<sup>۲</sup> و همکاران انجام گرفت، مشخص شد که بعد از فرکانس بلند کردن بار، وزن بار دومین فاکتور موثر در ایجاد استرس فیزیکی کار در فعالیت حمل دستی بار می‌باشد و کاهش وزن بار می‌تواند به عنوان یک کنترل مهندسی باعث کاهش استرس فیزیکی و بار وارده بر کارگران گردد (۱۸). همچنین

<sup>1</sup> Work-Related Musculoskeletal Disorders

<sup>2</sup> Maiti

در مطالعه‌ای که توسط پلاموندون<sup>۱</sup> و همکاران و به منظور ارزیابی اثر ۳ فاکتور مهم بر حمل دستی بار (ارتفاع بلند کردن بار، وزن حمل شده و تخصص در حمل بار) بر روی بار خارجی وارده بر پشت، انجام پذیرفت مشخص شد که هر ۳ فاکتور دارای اهمیت می‌باشند اما برای کاهش بار خارجی وارده بر پشت، تمرکز بیشتر باید بر روی ارتفاع بلند کردن بار و وزن بار انجام گیرد (۱۹). کنترل‌های مدیریتی دومین خط دفاعی برای کاهش مواجهه با ریسک فاکتورهای WMSDs می‌باشد که از آن می‌توان به صورت مكملی در کنار کنترل‌های مهندسی استفاده نمود. از جمله روش‌های موجود در کنترل‌های مدیریتی می‌توان به آموزش شاغلین، چرخش شغل و مدیریت زمان مواجهه اشاره نمود که استفاده از روش‌های آموزش در کنار کنترل‌های مهندسی، یکی از مهم‌ترین رویکردهای مداخله‌ای برای کاهش مواجهه افراد با ریسک فاکتورهای ایجادکننده WMSDs می‌باشد (۳، ۱۷، ۲۰، ۲۱).

در زمینه کنترل‌های مدیریتی نیز مطالعاتی در سطح ملی و بین‌المللی انجام پذیرفته است. از جمله آنها می‌توان به مطالعه‌ای که هلالی در یکی از صنایع ایران انجام داد اشاره نمود. در این مطالعه نتیجه‌گیری شد که استفاده از دوره‌های آموزشی ارگونومی و اصول ارگونومی مشارکتی می‌تواند نقش بسزایی را در افزایش آگاهی شاغلین در رابطه با مسائل ارگونومیکی محیط کارشان ایفا نماید و این رویکرد می‌تواند باعث بهبود رفتارهای ارگونومیکی در افراد گردد (۲۲). در مطالعه‌ای دیگر که توسط راندلین<sup>۲</sup> و همکاران انجام پذیرفت، نتیجه‌گیری شد که می‌توان استرین فیزیکی و ذهنی کارگران را با طراحی مناسب زمان‌های استراحت در روز کاری و چرخش شغل کاهش داد (۲۳). همچنین در مطالعه‌ای که توسط

ون-زین<sup>۳</sup> و همکاران انجام شد، نتیجه‌گیری گردید که چرخش شغلی می‌تواند باعث رضایت شغلی و تعهد سازمانی در پرستاران گردد (۲۴). در مطالعه دیگری که توسط ویشل<sup>۴</sup> و همکاران در یک صنعت خودرو سازی انجام گردید مشخص شد کارگرانی که در آنان سیستم گردش شغلی انجام می‌گیرد دارای قابلیت کار بالاتر و شکایت‌های اسکلتی-عضلانی، استرین روانی و غیبت از کار کمتری می‌باشند (۲۵). در مطالعاتی نیز از کنترل‌های مهندسی و مدیریتی به صورت توأم برای بهبود وضعیت ارگونومیکی محیط‌های شغلی استفاده شده است. از جمله آنها می‌توان به مطالعه هلالی و همکاران اشاره نمود. آنها در مطالعه خود با استفاده از ترکیب کنترل‌های مهندسی و مدیریتی مانند برگزاری دوره‌های آموزش ارگونومی متعدد برای کارگران، سرپرستان و مدیران، بهبود وضعیت روشنایی و تهویه محیط کار، طراحی مناسب ایستگاه‌های کاری، استفاده از ابزارآلات و صندلی‌های مناسب و همچنین کاهش وزن بار، توانستند باعث بهبود وضعیت ارگونومیکی کارخانه مورد مطالعه گردند (۲۶). در بین این دو رویکرد کنترلی، کنترل‌های مهندسی اهمیت بیشتری نسبت به کنترل‌های مدیریتی دارا می‌باشند. زیرا این رویکرد استرسورهای فیزیکی را از طریق تغییرات بنیادی در محیط کار کاهش می‌دهد اما کنترل‌های مدیریتی تغییرات اساسی در محیط کار ایجاد نمی‌نماید و شامل تغییراتی است در سازماندهی و روش‌های انجام کار. کنترل‌های مدیریتی به قابلیت کارگر در اجرای آن و پایش و مراقبت کارگران نیازمند است که این امر یکی از مهم‌ترین معایب این رویکرد می‌باشد (۲۷).

معادن از جمله مشاغلی می‌باشند که شاغلین آن با ریسک فاکتورهای متعدد ارگونومیکی مواجه می‌باشند. از جمله این ریسک فاکتورها می‌توان به

<sup>3</sup> Wen-Hsien

<sup>4</sup> Weichel

<sup>1</sup> Plamondon

<sup>2</sup> Randelin

پوسچرهای نامناسب ارگونومیک، استفاده از ابزارآلات نامناسب و اعمال نیروهای بیش از حد در قسمت‌های مختلف بدن معدن‌کاران اشاره نمود (۶،۱۱). وجود چنین ریسک فاکتورهایی در این گروه شغلی باعث اعمال مشکلات فراوانی برای آنها گردیده است. برای مثال با توجه به مطالعات صورت گرفته بیشترین شیوع کمردرد پس از کارگران ساختمانی در کارگران معدن وجود دارد (۱۱). در نتیجه ارزیابی این مشاغل با هدف طراحی و اجرای مداخلات ارگونومیک مناسب برای بهبود وضعیت کاری آنان ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام این مطالعه ارائه و پیاده‌سازی راهکارهای کنترلی ساده، کاربردی و موثر در جهت کاهش مواجهه کارگران با ریسک فاکتورهایی ایجادکننده WMSDs در شاغلین یک معدن سرب می‌باشد.

### روش کار

این مطالعه توصیفی-تحلیلی به صورت مداخله‌ای در یک معدن سرب واقع در استان مرکزی انجام گرفت. این معدن دارای ۶۰ نفر پرسنل می‌باشد که ۲۵ نفر در سالن فلوتاسیون، ۱۵ نفر در واحد داروخانه، ۱۰ نفر در واحد تعمیرات و نگهداری و ۱۰ نفر نیز از پرسنل نگهبانی و اداری می‌باشند. در این معدن سنگ‌هایی که قبلاً به اندازه‌های کوچک در آمده‌اند از ابتدای فرآیند وارد شده و توسط دستگاه‌هایی به ابعاد کوچکتر در حدود ۱ سانتیمتر تبدیل می‌گردد. سپس این سنگ‌ریزه‌ها به سنگ شکن ۲ وارد و تبدیل به ماسه با ابعاد حدود ۵ میلیمتر شده و در مرحله بعد ورود این سنگ ریزه‌ها به واحد آسیاب، باعث پودر شدن آنها می‌گردد. این پودرها به واحد فلوتاسیون وارد و پس از ترکیب با مواد شیمیایی ارسالی از واحد داروخانه به دو گروه حوضچه مجزا وارد شده و فلز روی در یک گروه و سرب در گروه دیگر این حوضچه‌ها به صورت کف در آمده و توسط پاروهایی از سطح مایع جدا شده و وارد سیستم

جمع‌آوری می‌گردد. در نهایت پس از خشک‌شدن در خشک‌کن، به باسکول منتقل و بعد از آن در محل ویژه‌ای انبار می‌گردد. وظیفه اصلی افراد شاغل در واحد فلوتاسیون شامل نظارت بر کار دستگاه‌ها و حوضچه‌ها می‌باشد. این افراد در هنگام کار مسئول بررسی صحت کارکرد دستگاه‌ها در پارو کردن سطح حوضچه‌ها می‌باشند و ممکن است با ریسک فاکتورهایی مانند پوسچرهای نامناسب و ایستادن بیش از اندازه روبرو باشند. داروخانه نیز نام واحدی است که در آن حمل کیسه‌های دارای مواد شیمیایی لازم برای استخراج سرب و روی انجام گرفته و محتویات آن در یک حفره که ورودی میکسر می‌باشد تخلیه می‌گردد. این افراد نیز با ریسک فاکتورهایی مثل پوسچرهای نامناسب در هنگام حمل بار و همچنین اعمال نیروی زیاد مواجه می‌باشند. از وظایف شاغلین واحد تعمیرات و نگهداری نیز می‌توان به تعمیر دستگاه‌های موجود در معدن و همچنین بازرسی تأسیسات روشنایی، آب و فاضلاب و غیره اشاره نمود. در بررسی اولیه از این معدن بر اساس مصاحبه با افراد و مستندات موجود در واحد ایمنی و بهداشت مشخص شد که بیشترین شکایات در مشاغل واحد فلوتاسیون و داروخانه اعلام شده و وضعیت کاری کارمندان اداری و تعمیر و نگهداری مناسب می‌باشد. در نتیجه در این مطالعه کلیه افراد شاغل در سالن فلوتاسیون و داروخانه معدن که در یک شیفت ۸ ساعته اشتغال داشتند مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله اول مطالعه، جلسه‌ای با مدیریت کارخانه تشکیل و در رابطه با این مطالعه و مزایای آن مانند ایجاد شرایط ارگونومیک مناسب با هدف رضایت شغلی کارکنان و در نتیجه بهره‌وری بالاتر، صحبت‌هایی انجام گرفت. بعد از آگاهی مدیریت ارشد کارخانه از مزایای این طرح، مدیریت متعهد به همکاری و حمایت این مطالعه گردید. سپس تیمی شامل کارشناس بهداشت حرفه‌ای شرکت، نماینده مدیریت، سرپرست کارگاه و نماینده کارگران تشکیل

گردید و طی چند جلسه مسائل و مشکلات موجود در شرکت مورد بررسی قرار گرفت و در جهت انتخاب روش‌های مناسب ارزیابی و مداخله، تصمیم‌گیری و بحث شد. به علت فقیر بودن صنعت مورد بررسی و توصیه‌های مدیریت سعی گردید از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین (مهم‌ترین فاکتور) روش‌ها برای دستیابی به موفقیت به منظور کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی استفاده گردد. در نهایت مطالعه در ۳ فاز ارزیابی اولیه، فاز مداخله و فاز ارزیابی اثربخشی مداخلات و به صورت زیر انجام پذیرفت.

#### فاز اول- ارزیابی اولیه محیط کاری

الف) جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از پرسشنامه: در مرحله اول به منظور تعیین شیوع ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی از پرسشنامه نوردیک استفاده شد (۲۸). این پرسشنامه دارای دو بخش عمومی و اختصاصی می‌باشد که با توجه به اهداف مطالعه فقط قسمت عمومی پرسشنامه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین علت ایجاد ناراحتی‌ها (آیا ناراحتی ایجاد شده ناشی از کار است یا خیر) به صورت یک سؤال در پرسشنامه گنجانده شد. برای دستیابی به نتایج بهتر، پرسشنامه‌ها از طریق مصاحبه مستقیم با افراد تحت مطالعه تکمیل گردید و شیوع ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی آنان طی یک سال گذشته ثبت شد.

ب) ارزیابی ریسک فاکتورهای ایجاد کننده ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی و تعیین سطوح ریسک در افراد مورد مطالعه: برای این منظور از روش استاندارد «بررسی سریع مواجهه» (QEC)<sup>۱</sup> استفاده شد. این روش به صورت مشاهده‌ای بوده و با توجه به برگه راهنمای ارائه شده برای آن، وضعیت بدن کارگر در هنگام کار توسط ارزیاب مشاهده و برگه راهنما تکمیل می‌گردد. QEC دارای قابلیت استفاده و حساسیت بالایی بوده و دارای قابلیت اطمینان مناسبی برای ارزیابی ریسک فاکتورهای WMSDs می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان سطوح ریسک

وضعیت‌های مختلف کاری را تعیین و با توجه به آن اولویت‌های اقدامات اصلاحی را مشخص کرد. اولویت اقدام اصلاحی با توجه به سطوح ریسک به دست آمده می‌باشد. اگر سطح ریسک ۱ به دست آمد به این معنی است که وضعیت بدن طبیعی و بدون اثر آسیب‌زا بر دستگاه اسکلتی-عضلانی می‌باشد و در نتیجه هیچ‌گونه اقدام اصلاحی مورد نیاز نمی‌باشد. در مقابل سطح ریسک ۴ نشان می‌دهد که تحقیق و اقدامات کنترلی باید سریعاً و بی درنگ انجام گیرد. سطوح ۲ و ۳ بین این دو سطح قرار دارد (۲۹). در این مطالعه به علت اینکه روش QEC امکان ارزیابی تماس فرد با طیف وسیعی از عوامل خطرزای اسکلتی-عضلانی را فراهم می‌کند، از این روش استفاده گردید. برای این منظور عکس‌برداری و فیلم‌برداری از شاغلین در حین کار انجام پذیرفت و سپس این اطلاعات توسط محققین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از بررسی شیوع ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی و همچنین تعیین سطوح ریسک مشاغل تحت مطالعه، اقدام به ارائه و پیاده‌سازی طرح مداخله‌ای مناسب گردید.

#### فاز دوم- مداخله

پس از بررسی انجام شده با روش QEC و همچنین به این علت که مهم‌ترین ریسک فاکتورهای موجود شامل روش نامناسب بلندکردن بار، آگاهی پایین پرسنل از وضعیت‌های صحیح نحوه انجام کار، ایستادن بیش از حد به صورت استاتیکی (واحد فلوتاسیون)، بالاتر بودن وزن بار از حدود مجاز (کیسه‌های ۴۰ کیلوگرمی) و شرایط نامناسب ایستگاه کاری (ارتفاع زیاد ورودی میکسر) بود؛ در این مطالعه از روش‌های کنترل مهندسی و مدیریتی در کنار یکدیگر به منظور مداخله در مشاغل استفاده شد. پس از بررسی روش‌های مختلف، اقدامات مداخله‌ای با توجه به سادگی، کم‌هزینه بودن (به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور) و قابلیت اجرا، به صورت زیر انتخاب گردید:

<sup>۱</sup> Quick Exposure Check

گرفت. به منظور تعیین رابطه بین نتایج، از آزمون‌های مک نمار برای مقایسه شیوع ناراحتی‌ها در قبل مداخله و ۴ ماه پس از شروع مداخله و شیوع ناراحتی‌ها در قبل و ۹ ماه پس از شروع مداخلات و از آزمون کوکران برای مقایسه همزمان ۳ دوره قبل از مداخلات، ۴ و ۹ ماه پس از شروع مداخلات استفاده گردید. تمامی آزمون‌ها در سطح معناداری  $\alpha=5\%$  انجام گرفت.

### یافته‌ها

جدول ۱ خصوصیات دموگرافیکی افراد مورد مطالعه در دو واحد داروخانه، فلوتاسیون و مجموع را نشان می‌دهد. میانگین و انحراف معیار سن مجموع افراد مورد مطالعه به ترتیب برابر  $35/2$  و  $2/3$  می‌باشد. همچنین این مقادیر برای سابقه کاری به ترتیب  $5/5$  و  $1/6$  می‌باشد. نتایج ارزیابی ریسک ارگونومیکی مشاغل مورد بررسی با استفاده از روش QEC در قبل و بعد از مداخله در جدول ۲ ارائه گردیده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد در فاز قبل از مداخله بیشترین فراوانی شاغلین در سطح ریسک ۳ قرار داشت. اما پس از انجام مداخلات، سطح ریسک به عدد ۲ بهبود یافت. در جدول ۳ شیوع ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در قبل و بعد مداخله ارگونومیک (۴ و ۹ ماه پس از شروع مداخله) ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که طی یک سال اخیر بیش‌ترین شیوع ناراحتی‌ها به ترتیب در اندام‌های کمر ( $57/5\%$ )، زانو ( $50\%$ )، گردن ( $30\%$ )، شانه ( $27/5\%$ ) و مچ دست ( $25\%$ ) بوده است که تمامی افراد مورد بررسی این ناراحتی‌ها را ناشی از کار می‌دانستند. میزان ناراحتی‌ها در نواحی کمر، شانه، مچ دست و زانو در ۴ ماه بعد از شروع مداخله تا حدودی کاهش نشان داد، اما این کاهش با توجه به آزمون آماری مک نمار معنادار نبود. نتایج آنالیزهای ۹ ماه بعد از شروع مداخله نشان از کاهش بیشتری در شیوع ناراحتی‌ها در نواحی گوناگون را نشان داد. بیشترین مقدار کاهش در کمر

۱- آموزش کارگران و سرپرستان درباره پوسجرهای صحیح و نادرست کاری، نحوه صحیح بلند کردن بار و حمل صحیح آن و همچنین آموزش ورزش‌های کششی برای پیشگیری از ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی که این آموزش‌ها به صورت کارگاه‌های آموزشی ۲ ساعته در هر ماه به شیوه تئوری و عملی و همچنین آموزش چهره به چهره در حین انجام کار و به مدت یک سال به ترتیب توسط کارشناسانی از تیم تحقیق و مسئول بهداشت حرفه‌ای معدن انجام پذیرفت. ۲- چرخش شغلی کار بین شاغلین دو واحد مورد بررسی در جهت کاهش یکنواختی کار، افزایش زمان لازم برای بازیابی عضلات پس از حمل بار و جلوگیری از تجمع خستگی در عضلات با کاهش مواجهه. ۳- تغییر در اندازه اجسام حمل شده (کوچک کردن کیسه‌های حاوی مواد شیمیایی لازم برای استخراج فلزات روی و سرب). ۴- تغییر در وزن اجسام حمل شده (کاهش وزن کیسه‌های حمل شده از ۴۰ به کمتر از ۲۰ کیلوگرم با توجه به حدود توصیه‌شده در جداول سایکوفیزیکال) ( $30$ ). ۵- افزایش ارتفاع سطح تخلیه بار کیسه‌ها در حفره ورودی میکسر از ۴۰cm به ۹۰cm به صورتی که بدن در هنگام تخلیه بار در خنثی‌ترین حالت ممکن (وضعیتی که بدن کمترین انحراف را از حالت طبیعی خود دارد) قرار گیرد.

### فاز سوم- ارزیابی اثربخشی مداخلات

بعد از پیاده سازی مداخلات، ارزیابی ریسک فاکتورهای ایجاد کننده ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی و همچنین بررسی شیوع ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی، مجدداً به ترتیب توسط روش QEC و پرسشنامه نوردیک بعد از ۴ و ۹ ماه پس از شروع مداخلات در مشاغل مورد نظر انجام پذیرفت و میزان اثربخشی مداخلات ارگونومیکی در بعد از مداخلات تعیین و داده‌ها با قبل از مداخلات مقایسه شد. در پایان اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS-16 مورد تجزیه و تحلیل قرار

ماه بعد از شروع مداخله در نواحی مختلفی مانند شانه، مچ دست، کمر و زانو تفاوت معناداری را نشان داد که این میزان کاهش با توجه به آزمون آماری کوکران معنادار بود. بیشترین میزان کاهش در کمر ( $p=0/001$ ) و پس از آن در زانو ( $p=0/002$ ) مشاهده گردید.

حاصل گردید که این میزان کاهش با توجه به آزمون آماری مک-نمار معنادار بود ( $p=0/002$ ). بعد از کمر بیشترین کاهش برای زانو حاصل شد که این کاهش نیز با توجه به آزمون مک-نمار معنادار بود ( $p=0/008$ ). بررسی همزمان کاهش در ناراحتی‌های نواحی مختلف بدن در ۳ دوره، قبل مداخله، ۴ و ۹

جدول ۱. خصوصیات دموگرافیکی افراد مورد مطالعه به تفکیک شغل

گروه های شغلی	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
سن	۱۵	۳۵/۴	۲/۱	۳۲	۳۹
سابقه کار	۱۵	۴/۹	۱/۴	۳	۷
سن	۲۵	۳۵/۱	۲/۵	۳۱	۴۰
سابقه کار	۲۵	۴/۳	۱/۷	۲	۸
سن	۴۰	۳۵/۲	۲/۳	۳۱	۴۰
سابقه کار	۴۰	۴/۵	۱/۶	۲	۸

جدول ۲. نتایج ارزیابی ریسک ارگونومیکی QEC در مشاغل مورد مطالعه در قبل و بعد مداخله

سطوح QEC	گروه های شغلی		مجموع ۲ شغل
	سالن فلوتاسیون	داروخانه	
سطح ۱	-	-	-
سطح ۲	۶ (%۱۵)	-	۶ (%۱۵)
سطح ۳	۱۹ (%۴۷)	۱۱ (%۲۷)	۳۰ (%۷۵)
سطح ۴	-	۴ (%۱۰)	۴ (%۱۰)
سطح ۱	-	-	-
سطح ۲	۱۵ (%۳۷/۵)	۲۵ (%۶۲/۵)	۴۰ (%۱۰۰)
سطح ۳	-	-	-
سطح ۴	-	-	-

جدول ۳. شیوع ناراحتی های اسکلتی-عضلانی در قبل، ۴ و ۹ ماه بعد از مداخله و میزان اثربخشی مداخلات با توجه به آزمون های آماری در افراد مورد

بررسی در هر دو شغل

نواحی بدن	قبل از مداخله (درصد) تعداد	۴ ماه بعد از مداخله (درصد) تعداد	۹ ماه بعد از مداخله (درصد) تعداد	P-value*	P-value**	P-value***
شانه	۱۱ (۲۷/۵)	۹ (۲۲/۵)	۶ (۱۵)	۰/۵	۰/۰۶۲	۰/۰۲۲
آرنج	۳ (۷/۵)	۳ (۷/۵)	۲ (۵)	۱	۱	۰/۷۱۷
مچ دست	۱۰ (۲۵)	۷ (۱۷/۵)	۵ (۱۲/۵)	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۰/۰۲۲
کمر	۲۳ (۵۷/۵)	۲۱ (۵۲/۵)	۱۳ (۳۲/۵)	۰/۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
ران	۸ (۲۰)	۶ (۱۵)	۶ (۱۵)	۰/۵	۰/۵	۰/۱۳۵
زانو	۲۰ (۵۰)	۱۶ (۴۰)	۱۲ (۳۰)	۰/۱۲۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲
پا و فوژک پا	۶ (۱۵)	۶ (۱۵)	۵ (۱۲/۵)	۱	۱	۰/۳۶۸

\* آزمون مک-نمار با سطح اطمینان ۹۵٪ بین ناراحتی ها در قبل مداخله و ۴ ماه بعد از شروع مداخله

\*\* آزمون مک-نمار با سطح اطمینان ۹۵٪ بین ناراحتی ها در قبل مداخله و ۹ ماه بعد از شروع مداخله

\*\*\* آزمون کوکران با سطح اطمینان ۹۵٪ بین ناراحتی ها در ۳ دوره، قبل از مداخله، ۴ و ۹ ماه پس از شروع مداخله

**بحث**

نتایج ارزیابی ریسک فاکتورهای ایجاد کننده ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی پس از مداخلات توسط روش QEC نشان داد که سطح ریسک از سطوح ۳ و ۴ به سطح ۲ کاهش یافته است. این امر نشان‌دهنده بهبود نسبی وضعیت ارگونومیک محیط شاغلین در مطالعه حاضر می‌باشد. نتایج بررسی شیوع ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی نشان داد که ۹ ماه بعد از شروع مداخلات این ناراحتی‌ها در نواحی کمر، زانو، شانه و مچ دست به‌طور معناداری کاهش یافت. این یافته‌ها بیانگر این موضوع است که پیاده‌سازی مداخلات ارگونومیک مهندسی و مدیریتی بطور توأم می‌تواند باعث کاهش معناداری در این نواحی شود. در حالی که ارگونومی در کشورهای در حال توسعه صنعتی توان بالقوه‌ای در استفادهٔ بهینه از تکنولوژی برای صنعتی شدن دارد، توجه و علاقه به آن در میان سازمان‌ها و مدیران صنعتی این کشورها بسیار کم است. فقدان آگاهی از امتیازات نهفته آن علت عمده بهره‌گیری کم از اصول ارگونومی است و همین امر می‌تواند باعث افزایش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در شاغلین صنایع مختلف ایران (به عنوان یک کشور در حال توسعه) و همچنین شاغلین مورد بررسی در مطالعه حاضر شده باشد. با این حال، شکی نیست که کاربرد علم ارگونومی خرد و کلان برای بهبود شرایط کار، کارآیی سیستم و پیشرفت کیفیت زندگی کاری در کشورهای در حال توسعه ضروری است (۳۱). در این مطالعه عدم توجه اولیه مدیریت به مسائل ارگونومیک محیط کار و همچنین دانش ناکافی مدیریت، سرپرستان و کارگران از مسائل اولیه ارگونومی، باعث افزایش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در شاغلین گردیده بود. همان‌طور که نشان داده شد پس از انجام مداخلات، این ناراحتی‌ها تا حدودی کاهش یافت و این امر نشان می‌دهد که این مداخلات می‌تواند باعث

کاهش این ناراحتی‌ها در شاغلین شده باشد. البته این نکته را نیز باید مورد توجه قرار داد که مداخلات انجام پذیرفته در این مطالعه به علت محدودیت‌های موجود در صنعت مورد نظر مانند فقیر بودن صنعت، حداقل اقداماتی می‌باشد که می‌توان در یک محیط شغلی انجام داد و نمی‌توان این مداخلات را اقداماتی کامل در جهت کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی به شمار آورد. با توجه به اینکه در این مطالعه از روش‌های ساده و کم‌هزینه استفاده گردید، ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در برخی از اندام‌ها کاهش معناداری را نشان داد. از مهم‌ترین دلایل اثربخش بودن این مداخلات می‌توان به استفاده توأم از روش‌های مهندسی و مدیریتی در طول مدت زمان طولانی اشاره نمود. زیرا این رویکرد به‌عنوان مهم‌ترین و اثربخش‌ترین اقدامات در جهت بهبود ارگونومی در محیط‌های شغلی به شمار می‌آید (۳، ۲۰۳). همچنین تعهد مدیریت و همکاری و مشارکت کارگران و سرپرستان می‌تواند یکی دیگر از دلایل اثر بخش بودن این مداخلات باشد (۳۳). نتایج به‌دست آمده منطبق با دیگر مطالعات می‌باشد که در آنها نیز مداخله ارگونومیک باعث کاهش در ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی گردیده است. در مطالعه‌ای که توسط چوبینه و همکاران در کارکنان یک پالایشگاه نفت انجام گرفت، از مداخلات آموزشی و همچنین بهبود محیط کار از طریق خریداری صندلی‌های ارگونومیک، بهبود در وضعیت صندلی‌های موجود، تنظیم ارتفاع کیبورد و مانیتور با توجه به ویژگی‌های هر یک از افراد و استفاده از حمایت‌کننده‌های مچ برای کارکنان اداری استفاده گردید و بعد از تکرار ارزیابی‌ها، ۶ ماه پس از شروع مداخلات مشخص گردید با توجه به مداخلات انجام پذیرفته ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در قسمت‌های پشت، کمر، پا و قوزک پا در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل کاهش قابل توجهی نشان داده است



(۳۴). یکی از نتایج مهم مطالعه حاضر بررسی اثربخشی مداخلات در دو دوره متفاوت بود. در مرحله اول (۴ ماه پس از مداخله) با اینکه کاهش در شیوع بعضی از ناراحتی‌ها مشاهده گردید اما هیچکدام با توجه به آزمون آماری مک نمار معنادار به دست نیامد. اما بررسی مجدد در ۹ ماه پس از شروع مداخلات کاهش قابل توجه ناراحتی‌ها را در نواحی کمر، زانو، مچ دست و شانه نشان داد که این میزان کاهش در نواحی کمر و زانو از لحاظ آماری معنادار بود. همچنین بررسی همزمان ناراحتی‌ها در نواحی مورد بررسی در قبل از مداخلات، ۴ و ۹ ماه بعد از شروع مداخلات، کاهش قابل توجه ناراحتی‌ها را در قسمت‌هایی مانند شانه، مچ دست، کمر و زانو نشان داد که این میزان کاهش با توجه به آزمون آماری کوکران معنادار بود. علت این امر را می‌توان تا حدودی به ماهیت ایجاد این ناراحتی‌ها مربوط دانست. زیرا همان‌گونه که مشخص است در صورت وجود شرایط نامناسب ارگونومیک در محیط کار، این ناراحتی‌ها می‌تواند با گذشت زمان و به تدریج ایجاد شود و در صورت بهبود شرایط ارگونومیک محیط از طریق مداخلات مناسب و اثربخش، برگشت آن به حالت‌های اولیه نیز نیاز به گذشت زمان دارد (۳۵). در مطالعه حاضر با اینکه ارزیابی قبل از مداخلات، وضعیت نامطلوب ارگونومیکی را در محیط مورد بررسی نشان می‌داد اما با توجه به تعهد و حمایت مدیریت و همچنین مشارکت کارگران، استفاده از حداقل مداخلات مانند برگزاری دوره‌های آموزشی مداوم به عنوان ابزاری برای تغییر رفتار و همچنین پیاده‌سازی حداقل اصول ارگونومی مانند تغییر در وزن بار، تغییر در اندازه جسم حمل شده، تغییر در ارتفاع سطح تخلیه بار و گردش شغلی باعث بهبود نسبی در وضعیت ارگونومیک نسبت به قبل از مداخلات گردید و استمرار و پایش صحیح اجرای این مداخلات در مدت زمان نسبتاً طولانی، باعث گردید با اینکه پس از گذشت ۴ ماه از مداخلات کاهش

ناراحتی‌ها معنادار نبود اما این کاهش در برخی از نواحی بدن پس از ۹ ماه معنادار شود. از دیگر نقاط قابل بحث در مطالعه حاضر استفاده همزمان از مداخلات مهندسی و مدیریتی در کنار یکدیگر می‌باشد. در همین رابطه نیز مطالعاتی در سطح ملی و بین‌المللی انجام پذیرفته است که در آن استفاده همزمان از این روش‌ها برای بهبود وضعیت ارگونومیک محیط کار بکار گرفته شد. به عنوان مثال در مطالعه‌ای که هلالی و همکاران در یکی از صنایع ایران انجام دادند با کاربرد همزمان کنترل‌های مهندسی و مدیریتی مانند برگزاری دوره‌های آموزش ارگونومی متعدد برای کارگران، سرپرستان و مدیران، بهبود وضعیت روشنایی و تهویه محیط کار، طراحی مناسب ایستگاه‌های کاری، استفاده از ابزارآلات و صندلی‌های مناسب و همچنین کاهش وزن بار توانستند باعث بهبود وضعیت ارگونومیکی کارخانه مورد مطالعه گردند (۳۱). از نقاط قوت این مطالعه می‌توان به کاربرد همزمان این روش‌ها اشاره کرد. همچنین طراحی مداخلات به صورت ساده و کم هزینه و اثر بخشی نسبتاً مناسب آن نیز از نقاط قوت مطالعه حاضر می‌باشد. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها در این مطالعه جمع‌آوری اطلاعات به صورت خود گزارش‌دهی بود (پرسشنامه نوردیک). این روش ممکن است باعث اثرات منفی روی مطالعه گردد (۳۴). همچنین توجیه کارکنان و مدیریت به منظور همکاری در انجام مطالعه، محدودیت اقتصادی در طراحی و انتخاب مداخلات، مدت زمان طولانی مطالعه و پایش مستمر آن و عدم در نظر گرفتن سابقه ابتلاء قبلی به ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی به عنوان یک عامل مخدوش کننده در افراد مورد بررسی را می‌توان از دیگر محدودیت‌های مطالعه ذکر نمود. به طور کلی از نتایج این مطالعه می‌توان این‌گونه استنباط نمود که استفاده توأم از کنترل‌های مهندسی و مدیریتی رویکردی مناسب در جهت کاهش ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی می‌باشد.

اجرای این مداخلات در طی مدت زمان طولانی در سایه تعهد مدیریت و مشارکت کارکنان ممکن است باعث دستیابی به نتایج مطلوبی در جهت کاهش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در صنایع کوچک و فقیر گردد.

### تشکر و قدردانی

محققین از مدیریت محترم کارخانه به علت حمایت‌های بی دریغ مادی و معنوی و همچنین شاغلین زحمتکش معدن به علت مشارکت و همکاری مناسب در طی انجام این مطالعه تشکر صمیمانه خود را ابراز می‌نمایند.

حتی اگر اجرای آن ساده و کم هزینه باشد. همچنین باید توجه شود که برای دستیابی به نتایج مطلوب در زمینه بهبود ارگونومی، جلب مشارکت کارکنان و همچنین تعهد و حمایت مدیریت امری ضروری بوده و بدون آن دستیابی به نتایج مطلوب دور از انتظار خواهد بود.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه کاهش قابل توجه ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در ۹ ماه پس از مداخلات را نشان داد. در نتیجه می‌توان استنباط نمود که استفاده توأم از مداخلات مهندسی و مدیریتی به صورت ساده، کاربردی و کم‌هزینه و پایش مستمر نحوه صحیح

### References

- 1- Choobineh A, Tabatabaei SH, Mokhtarzadeh A, Salehi M. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian rubber factory. *J Occup health*. 2007; 49(5):418-23.
- 2- Meyers J, Miles J, Faucett J, Fathallah F, Janowitz I, Smith R, et al. Smaller loads reduce risk of back injuries during wine grape harvest. *Calif Agr*. 2006; 60(1): 25-31.
- 3- Winkelstein BA. Mechanisms for pain and Injury in musculoskeletal disorders. In: Marras WS, Karwowski W, editors. *Fundamental and assessment tools for occupational ergonomics*. 2 ed. London: Taylor & Francis, 2006: 406-7.
- 4- World Health Organization. WHO global plan of action on workers' health (2008-2017):Baseline for implementation. Geneva-Italia: WHO Press, 2013: 62-3.
- 5- Kuijer PPF, Van der Molen HF, Frings-Dresen MH. Evidence-based exposure criteria for workrelated musculoskeletal disorders as a tool to assess physical job demands. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*. 2012; 41: 3795-7.
- 6- Vingard E, Elgstrand K. Safety and health in mining (Anthology on the situation in 16 mining countries). Gothenburg: Occupational and Environmental Medicine at Sahlgrenska Academy; 2013: 9-10.
- 7- Choobineh A, Lahmi M, Shahnavaaz H, Jazani RK, Hosseini M. Musculoskeletal symptoms as related to ergonomic factors in Iranian hand-woven carpet industry and general guidelines for workstation design. *Int J Occup Saf Ergon*. 2004; 10(2): 157-68.
- 8- Choobineh A, Sani GP, Rohani MS, Pour MG, Neghab M. Perceived demands and musculoskeletal symptoms among employees of an Iranian petrochemical industry. *Int J Ind Ergon*. 2009;39(5):766-70.
- 9- Choobineh A, Tabatabaei SH, Behzadi M. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian sugar-producing factory. *Int J Occup Saf Ergon*. 2009; 15(4): 419-24.
- 10- Jazani RK, Shahnavaaz H. Musculoskeletal problems in iranian hand-woven carpet industry: guidelines for workstation design. *Appl Ergon*. 2007; 38: 617-24.
- 11- Bandyopadhyay A, Dev S, Gangopadhyay S. A study on the prevalence of musculoskeletal disorders among the coalminers of Eastern Coalfields of India. *Int J Occup Saf Health*. 2012; 2(2): 34-7.
- 12- Zalk D. Grassroots ergonomics: initiating an ergonomics program utilizing participatory techniques. *Ann Occup Hyg*. 2001; 45(4): 283-9.

- 13- Stuart Buttle C. Low back disorders: general solutions. In: Karwowski W, Marras WS, editors. *Interventions, controls, and applications in occupational ergonomics*. London: Taylor & Francis, 2006: 290-1.
- 14- David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med*. 2005; 55(3): 190-9.
- 15- Radwin RG. Design and Evaluation of Handtools. In: Marras WS, Karwowski W, editors. *Interventions, controls, and applications in occupational ergonomics*. London: Taylor & Francis, 2006:276-88.
- 16- Lavender SA. Training Lifting Techniques. In: Karwowski W, Marras WS, editors. *Interventions, controls, and applications in occupational ergonomics*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Taylor & Francis, 2006: 366-73.
- 17- Berry C. A guide to manual materials handling and back safety. USA: Commissioner of labor OSHA state plan designe, 2003: 6-25.
- 18- Maiti R, Bagchi TP. Effect of different multipliers and their interactions during manual lifting operations. *Int J Ind Ergon*. 2006; 36(11): 991-1004.
- 19- Plamondon A, Lariviere C, Delisle A, Denis D, Gagnon D. Relative importance of expertise, lifting height and weight lifted on posture and lumbar external loading during a transfer task in manual material handling [abstract]. *journal Ergonomics* 2012;55(1):Spage.
- 20- Hales T, Bertsche P. Medical management of work-related musculoskeletal disorders. In: Marras WS, Karwowski W, editors. *Interventions, controls, and applications in occupational ergonomics*. 2 ed. USA: Taylor & Francis, 2006: 522-28.
- 21- Poosanthanasarn N, Lohachit C, Fungladda W, Sriboorapa S, Pulkate C. An ergonomics intervention program to prevent worker injuries in a metal autoparts factory. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*. 2005; 36(2): 512-22.
- 22- Helali F. Using ergonomics checkpoints to support a participatory ergonomics intervention in an industrially developing country (IDC)-a case study. *Int J Occup Saf Ergon*. 2009; 15(3): 325-37.
- 23- Randelin M, Saaranen T, Naumanen P, Louhevaara V. Towards sustainable well-being in SMEs through the web-based learning program of ergonomics. *Education and information technologies*. 2013; 18(1): 95-111.
- 24- Ho WH, Chang CS, Shih YL, Liang RD. Effects of job rotation and role stress among nurses on job satisfaction and organizational commitment. *BMC Health Serv Res*. 2009; 9(1): 1-10.
- 25- Weichel J, Stanic S, Alonso Enriquez Diaz1 J, Frieling E. Job rotation – Implications for old and impaired assembly line workers [abstract]. *Occupational Ergonomics*. 2010; 9(2): 67-74.
- 26- Helali F, Lonroth E, Shahnavaaz H. Participatory ergonomics intervention in an industrially developing country-a case study. *Int J Occup Saf Ergon*. 2008; 14(2): 159.
- 27- Marklin RW. General knowledge regarding engineering controls. In: Marras WS, Karwowski W, editors. *The occupational ergonomics handbook-fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics -interventions, controls, and applications in occupational ergonomics*. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006: 266-75.
- 28- Korinka I, Jonsson B, Kilbom A, H. Vinterberg, F Biering-Sorensen, G Andersson I, et al. Standardized nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*. 1987; 25(2): 77-87.
- 29- Buckle G. Quick exposure checklist (QEC) for the assessment of workplace risks for work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) In: Stanton N, Hedge A, Brookhuis K, Salas E, Hendrick H, editors. *Handbook of human factors and ergonomics methods*. Boca Raton: CRC Press, 2005: 64-84.
- 30- Snook SH. Psychophysical tables: lifting, lowering, pushing, pulling, and carrying In: Stanton N, Hedge A, Brookhuis K, Salas E, Hendrick H, editors. *Title Page Handbook of human factors and ergonomics methods*. BocaRaton: CRC Press, 2005: 128-150.
- 31- Helali F, Shahnavaaz H. Ergonomic intervention in industries of the industrially developing countries. Case study: Glucosan-Iran. *Human factors in organizational design and management*. 1996: 141-6.

- 32- Deeb JM. Administrative controls as an ergonomic intervention In: Karwowski W, Marras WS, editors. Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics- interventions, controls, and applications in occupational ergonomics-the occupational ergonomics handbook. 2 ed. London: Taylor & Francis, 2006: 366-73.
- 33- Mijatovic D. Automotive parts industry participatory ergonomics ontario-canada: Institute for work & health; 2008: 9-15.
- 34- Choobineh A, Motamedzade M, Kazemi M, Moghimbeigi A, HeidariPahlavian A. The impact of ergonomics intervention on psychosocial factors and musculoskeletal symptoms among office workers. *Int J Ind Ergonom.* 2011; 41(6): 671-6.
- 35- Marras WS. Dynamic workplace factors in manual lifting. In: Karwowski W, Marras WS, editors. Principles and applications in engineering series-principles of work design. Boca Raton: CRC Press, 2003: 399-418.

# Concurrent Ergonomics Intervention and Implementation of Engineering and Administrative Techniques to Reduce Musculoskeletal Disorders in a Lead Mine

Jahangiri M<sup>1</sup>, Mohammadpour H<sup>2</sup>, Mosavi S<sup>3</sup>, Saeidi CH<sup>4</sup>, Negahban SAR<sup>4</sup>,  
FarrajiTomarkandi V<sup>4</sup>, Jalali M \*<sup>4</sup>

1. Department of occupational health, Health faculty, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan I.R. IRAN

2. Department of occupational health, Health faculty, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran I.R. IRAN

3. Department of Statistics and Epidemiology, Health faculty, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan I.R. IRAN

4. Department of occupational health, Health faculty, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan I.R. IRAN

\*Corresponding Author. Tel: +989306451363 Fax: +988118380509 E-mail: [m.jalali@umsha.ac.ir](mailto:m.jalali@umsha.ac.ir)

Received: 16 Jan 2013 Accepted: 13 May 2013

## ABSTRACT

**Background & Objectives:** Musculoskeletal Disorders (MSDs) are one of the most important factors for occupational injuries and disabilities with the back injuries being the most common work-related injuries in different industries. The aim of the present study was to assess risk factors related to MSDs and Ergonomics intervention to reduce these disorders.

**Methods:** This interventional study (descriptive-analytical) was conducted on 40 workers in a lead mine. The Nordic Musculoskeletal Disorders Questionnaire and QEC method were used to collect data before and after the interventions. The interventional program included reducing weight of the load, changing height of the unloading surface, job rotation, and workers' training. Data obtained from this study were analyzed by McNemar and Cochran tests using SPSS v16 software.

**Results:** The results showed that the highest prevalence of MSDs in the past year was related to lower back (57.5%) followed by knees (50%). Significant reduction in MSDs in different body regions was observed after intervention. Based on Cochran test, significant differences were found between prevalence rates of reported MSDs in lower back and knee regions before intervention and 4 and 9 months after intervention ( $p=0.002$ ,  $p<0.001$ ).

**Conclusion:** Our findings showed significant reduction in MSDs 9 months after the intervention. Therefore, it can be concluded that applying concurrent engineering and administrative interventions as a simple, practical, and inexpensive method as well as constant monitoring to ensure proper implementation of these interventions in prolonged periods of time may effectively reduce musculoskeletal disorders in small-scale and poor industries.

**Key words:** Ergonomics Intervention, Musculoskeletal Disorders, Occupational Low Back Pain, Lead Mine.