مداخله ارگونومی در جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن در یک شرکت فولاد

مجید معتمدزاده[۱] - مسعود شفیعی مطلق[۲] - ابراهیم درویشی[۲*]

darvishi.hse@gmail.com

چکیده

مقدمه: فعالیت‌های جابه‌جایی دستی بار (Manual Material Handing) چه به‌صورت بلند یا کوتاه مدت می‌تواند عوارضی مانند پارگی، شکستگی، تنش‌های سیستم قلب و عروق، خستگی ماهیچه‌ای و اختلالات اسکلتی- عضلانی به‌خصوص در مهره‌های کمر ایجاد نماید. هدف این مطالعه ارزیابی جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن توسط کارگران واحد ریخته‌گری و مداخله ارگونومیکی جهت کاهش ریسک ابتلاء به اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌باشد.

روش کار: این یک مطالعه مداخله‌ای می‌باشد که بر روی ۱۸ نفر کارگر مرد واحد ریخته‌گری یک شرکت فولاد صورت گرفته است. ارزیابی جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن با بهره‌گیری از جداول و نرم افزار اسنوک (Snook Tables) انجام شد. با طراحی و ساخت یک باکس که ۶ عدد کپسول اکسیژن درآن گنجانده شده است و توسط جرثقیل منتقل می‌شود، جابه‌جایی دستی کپسول‌ها حذف گردید.

یافته ها: بر طبق نتایج، بلند کردن و پایین آوردن کپسول‌ها در اکثر موارد و فعالیت‌های حمل، کشیدن و هل دادن کپسول‌های اکسیژن در سه مورد برای کمتر از ۱۰ درصد کارگران واحد ریخته‌گری بی‌خطر. بلند کردن کپسول نیز برای ۲۵ درصد آنان خطری در پی نداشت. بر اساس روش اسنوک طراحی نحوه جابه‌جایی بار باید به گونه‌ای باشد که برای حداقل ۷۵ درصد کارگران ضرری نداشته باشد.

نتیجه گیری: با اجرای مداخله ارگونومیکی در واحد ریخته‌گری، ریسک ابتلاء به اختلالات اسکلتی- عضلانی ناشی از جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن حذف گردید و وضعیت ایمنی کارکنان در برابر ریسک انفجار این کپسول‌ها نسبت به شرایط قبل از مداخله بهبود یافت.

کلمات کلیدی: *مداخله ارگونومی، جابه‌جایی دستی بار ، جداول اسنوک ،کپسول اکسیژن*

۱- دانشیار گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

۲- کارشناس گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان.

مقدمه

فعالیت‌های حمل و نقل و جابه‌جایی دستی بار در محیط‌های کاری متداول می‌باشند و حتی در امور غیرشغلی به دفعات زیاد جابه‌جایی دستی بار اتفاق می افتد(Industrial Accident Prevention Association, 2008 ;Sadeghi Naeeni H., 2009). این فعالیت‌ها شامل وظایفی نظیر بلند کردن، پایین آوردن، هل دادن، کشیدن، حمل کردن و نگه‌داشتن بار می‌باشد که معمولاً باعث ایجاد خستگی، اختلالات اسکلتی - عضلانی و به ویژه کمردرد و آسیب‌های کمری می‌شوند که در محیط‌های کاری شایع است (Texas Workers Compensation Commission, 2004; Ciriello V. *et al.*, 2007). این فعالیت‌ها جزء فعالیت‌های خطرناک می‌باشند و سطح خطر آنها به خصوصیات بار (شامل وزن، اندازه، شکل و جفت شدن دست با بار)، شرایط محیط کار و ایستگاه کاری (شامل لغزندگی سطح کار، انتقال بار به فواصل طولانی، وجود موانع در مسیر و تنگ و محدود بودن مسیر جابه‌جایی، دما، روشنایی، صدا و رطوبت محیط) و فاکتورهای روانی مانند استرس بستگی دارد (Industrial Accident Prevention Association, 2008). عدم توجه به این مهم نه تنها از نظر سلامت و ایمنی شغلی کارگران باعث بروز مشکلات جسمانی می‌شود، بلکه از دیدگاه اقتصادی نیز به بروز خسارت‌های مالی منجر می‌گردد. بنا بر گزارش موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی (NIOSH)، در آمریکا بیشتر از ۶۰ درصد مشکلات ستون فقرات مربوط به ناحیه کمر(کمر درد) می‌باشد و سالانه حدود نیم میلیون کارگر در آمریکا با درجات مختلف به این گونه صدمات مبتلا می‌شوند. این گزارش حاکی از این است که در حدود ۶۰ درصد غرامت‌های ناشی از صدمات جسمانی مربوط به بلند کردن دستی بار و حدود ۲۰ درصد مربوط به هل دادن و کشیدن بار می‌باشد. بنا بر گزارش کمیسیون ایمنی و بهداشت انگلستان بیش از ۲۵ درصد حوادث مربوط به جابه‌جایی دستی کالا است (Sadeghi, 2009). در جهت ارزیابی حمل و جابه‌جایی دستی بار و تعیین حد مجاز قابل قبول بار طیف وسیعی از تکنیک‌ها، مدل و جداول راهنما از سوی سازمان‌ها و مراجع معتبر ارایه شده است که از آن جمله می توان به مدل‌های تجربی و ریاضی فریدریک (Fredrick model)، گرگ (model Garg) و آسفور (model Asfore) و جداول حدود مجاز بلند و حمل کردن، هل دادن و کشیدن بار ILO، مدل راهنمای محاسبه NIOSH برای تعیین حدود مجاز حمل بار و جداول اسنوک اشاره کرد (Abdoli Ermeki, 2000). در میان این مدل‌ها و جداول، جداول اسنوک با در نظر گرفتن کلیه متغیرهای مورد نظر در جابه‌جایی بار نظیر بلند کردن، پایین آوردن، هل دادن، کشیدن، حمل کردن و مشخصات و وزن بار و نیز فرکانس (تکرار) هر یک از این فعالیت‌ها مناسب‌ترین روش جهت ارزیابی انتقال دستی بار می‌باشد. متدولوژی و بانک اطلاعات طراحی شده توسط اسنوک و همکارانش در مرکز تحقیقات لیبرتی موچال (Liberty Mutual Research Center)، طی چند دهه گذشته مورد استفاده محققین در این زمینه بوده است. این امر منجر به تولید حجم وسیعی از داده‌ها در زمینه طراحی مشاغل جابه‌جایی دستی بار شده است. جداول اسنوک با هدف کنترل هزینه‌های مرتبط با فعالیت‌های جابه‌جایی دستی بار مانند اختلالات کمری، کاهش تولید و کیفیت به دلیل طراحی نامناسب کار توسعه پیدا کرده است (Snook, 2005). جداول اسنوک تاکنون در مشاغل و مطالعات مختلف صنعتی و غیر صنعتی شامل کشاورزی، ارزیابی انتقال دستی بار در معادن،

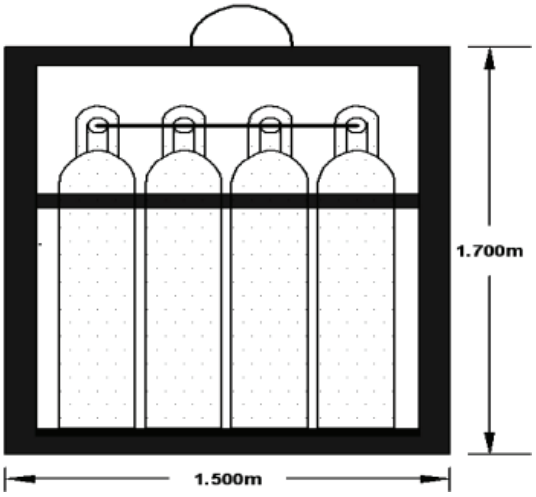
بررسی اثرات اندازه بار، فاصله عمودی و ارتفاع بار در پایین آوردن بار در کارگران زن، بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و روانی- اجتماعی در جابه‌جایی حداکثر وزن قابل قبول بار در شرایط مختلف اصطکاک بین کفش و سطح کف محیط کار، حداکثر نیروی قابل قبول فعالیت هل دادن بار در کارگران مرد و کشیدن و بلند کردن و پایین آوردن بار در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (Ciriello, 2001; 2003; 2005; 2007).

طراحی و اجرای مداخلات ارگونومیکی مناسب در فعالیت‌های جابه‌جایی دستی بار می‌تواند موجب انطباق بیشتر محیط کار با درصد بالایی از جمعیت نیروی کار شود که ممکن است مشکل خاصی نداشته باشند و یا دارای ناراحتی کمر باشند (NIOSH, 2007) حذف فعالیت‌های جابه‌جایی دستی بار یا اجرای مداخله مناسب منجر به بهبود تناسب کار و نیروی کار، کاهش جراحات، ناراحتی‌ها، غیبت‌های کاری، کاهش تلاش و اعمال نیروی مورد نیاز از جانب کارگران و کاهش ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی–عضلانی مانند نیرو و پوسچر نامناسب خواهد شد. همچنین باعث افزایش بهره‌وری در تولید و کیفیت خدمات، پایین آمدن هزینه از طریق کاهش یا از بین بردن مشکلات تولید و میزان خطا، کاهش هزینه‌های پزشکی و قانونی بودن انجام فعالیت‌های جابه‌جایی بار برطبق آیین نامه‌ها می‌گردد (NIOSH, 2007). هدف این مطالعه ارزیابی جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن توسط کارگران ریخته‌گری و سپس مداخله ارگونومیکی مناسب جهت کاهش ریسک ابتلاء به اختلالات اسکلتی-عضلانی می‌باشد.

روش کار

این یک مطالعه مداخله‌ای می‌باشد که بر روی ۱۸ نفر کارگر مرد واحد ریخته‌گری یک شرکت فولاد به روش سرشماری صورت گرفته است. در صنایع فولاد مصرف اکسیژن خالص جهت خروج مواد مذاب از کوره و انتقال آن به داخل پاتیل و قالب‌های ریخته‌گری و در نهایت تولید شمش فولاد بسیار بالا می‌باشد. در این شرکت برای تامین این میزان اکسیژن از کپسول‌های قابل شارژ استفاده می‌شود که به طور میانگین روزانه تقریباً ۴۰ عدد کپسول ۸۰ کیلوگرمی اکسیژن خالص مصرف می‌گردد. کلیه مراحل جابه‌جایی کپسول‌ها به صورت دستی انجام می‌گیرد. کپسول‌های شارژ شده به صورت افقی، توسط کامیون به شرکت حمل می‌شوند؛ کارگران ابتدا با پوسچر نامناسبی کپسول‌ها را بلند و آن‌ها را تخلیه می‌کنند، سپس با چرخاندن آنها در حالت ایستاده به محل استفاده منتقل می‌نمایند. کارگران شکایت فراوانی از سختی انجام این وظایف دارند؛ زیرا روزانه باید تعداد زیادی کپسول اکسیژن را به نقاط مختلفی به صورت دستی حمل می‌کردند و همه این وظایف فشار کاری زیادی را به آنان تحمیل می‌کند و ممکن است باعث بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی در کارگران شود. علاوه بر این چون این کپسول‌ها به صورت افقی بر روی سطح زمین قرار می‌گیرد و به تعداد زیادی بر روی هم انباشته می‌شوند و هنگام جابه‌جایی نیز ضربات متعدی به آن‌ها وارد می‌گردد، این کارگران از لحاظ ایمنی نیز در معرض ریسک بسیار بالایی بودند. با توجه به شرایط کار، جهت ارزیابی جابه‌جایی دستی کپسول‌ها بر مبنای پارامترهایی از قبیل تکرار بلند کردن، ارتفاع بلند کردن و مشخصات بار از نرم افزار و جداول اسنوک استفاده شده است. این جداول بر اساس تحقیقات دکتر Snook and Ciriello در مرکز تحقیقات لیبرتی موچال (Liberty Mutual Research Center)، در سال ۱۹۹۱ پایه ریزی شده است. رویکرد این روش در طراحی بلند کردن و جابه‌جایی دستی

بار رویکرد سایکوفیزیکی (روانی- جسمی) است. سایکوفیزیک شاخه‌ای از دانش روانشناسی است که اثرات محرک‌های خارجی بر فرآیندهای ذهنی موجودات زنده را مطالعه می‌کند. در این رویکرد اطلاعات لازم پیرامون توانایی‌ها و محدودیت‌های انسانی (جنس، مصرف اکسیژن، ضربان قلب، ابعاد آنتروپومتریک) و مشخصات بار (متغیرهای وزن یا اعمال نیرو) و مشخصات وظیفه (متغیرهای فرکانس، اندازه، ارتفاع و فاصله) جمع آوری می‌شود و با در نظر گرفتن فرضیاتی شامل جفت شدن مناسب بار با دست، جابه‌جایی دو دستی و متقارن بار، متوسط تعداد دفعات بلند کردن بار، پوسچر کاری و محیط فیزیکی مطلوب، برای طراحی انتقال دستی بار در جهت کاهش اختلالات در ناحیه کمر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ciriello *et al.*, 2007; Snook 2005; Ciriello and Snook, 2000).



شکل ۱: نقشه باکس طراحی شده

شکل ۲: نمایی از کپسول ساخته شده

این جداول شامل ۲۰ جدول در قالب ۵ فعالیت حداکثر وزن قابل قبول جهت بلند کردن، پایین آوردن، کشیدن، هل دادن و حداکثر وزن قابل قبول جهت حمل بار است که این جداول برای مردان و زنان به‌طور جداگانه ارایه شده است و استفاده از آنها بسیار ساده بوده و نتیجه به‌صورت درصدی از جمعیت زنان یا مردان که قادر به انجام وظایف جابه‌جایی دستی می‌باشند مشخص می‌شود. فعالیت‌های انتقال دستی بار باید به گونه‌ای طراحی شود که حداقل ۷۵ درصد جمعیت قادر به انجام آن باشند؛ با وجود این طراح باید سعی کند حتی الامکان محدوده پوشش طراحی را به ۹۰ درصد برساند (Ciriello *et al.,* 2007; Snook 2005 Ciriello and Snook, 2000). در استفاده از جداول ابتدا کاربر باید بر اساس نوع فعالیت و جنسیت افراد جدول مربوطه را مشخص کرده و با وارد کردن اطلاعات لازم پیرامون فعالیت آنان، درصد جمعیت تحت پوشش را که قادر به انجام آن فعالیت هستند را بهدست آورد. جدول مربوط به فعالیت‌های بلند کردن و پایین آوردن شامل متغیرهای وزن بار، فاصله دست (فاصله دست‌ها در جلوی بدن) و فاصله و فرکانس (محدوده تکرار بین ۱ بار در شیفت تا ۱۲ بار در دقیقه) بلند کردن و پایین آوردن بار میباشد. ابعاد بار در صفحه ساجیتال بدن بین ۳۴ تا ۷۵ سانتی‌متر می باشد. همچنین حدود تعیین شده برای ارتفاع عمودی بار بین ۲۵ تا ۷۶ سانتیمتر پیش بینی شده است. در این جداول با توجه به مبدا یا نقطه شروع بلند کردن، پایین آوردن و قرار دادن بار، سه سطح کف تا زانو، زانو تا شانه و بالاتر از شانه پیش بینی شده است (Ciriello *et al.,* 2007; Snook 2005; Ciriello and Snook, 2000).

جدول مربوط به فعالیت های کشیدن و هل دادن شامل نیروی مورد نیاز جهت به حرکت درآوردن یک شی (نیروی اولیه) و نیروی مورد نیاز جهت حفظ حرکت شی (نیروی پایداری) می‌باشد. در این جداول تکرار هل دادن و کشیدن مشابه بلند کردن بوده و گستره مسافت هل دادن وکشیدن بین ۲/۱ تا ۶۱ متر است. همچنین در این جداول حداکثر حدود مجاز حمل کردن بار نیز دارای فرکانسی مشابه عمل بلند کردن یا پایین آوردن می‌باشد. فواصل حمل از ۲/۱ تا ۸/۵ متر با ارتفاع عمودی ۷۹ تا ۱۱۱ سانتی‌متر برای مردان و ۷۲ تا ۱۰۵ سانتی‌متر برای زنان در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که استفاده از این جداول فقط برای طراحی جابه‌جایی دستی بار بر اساس نیازمندی‌های فیزیکی و شرایطی می‌باشد که کارگران زن یا مرد بدون این‌که در معرض ریسک آسیب رسان باشند کار را انجام دهند (Ciriello *et al.,* 2007; Snook 2005; Ciriello and Snook. 2000). مداخله‌ای که برای رفع مشکل جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن صورت گرفت بدین صورت بود که یک باکس به شکل مکعب مستطیل به ابعاد ۱۵۰×۱۵۰×۱۷۰ سانتی‌متر همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است با یک شاسی مناسب و محکم طراحی گردید و در آن ۱۶ عدد کپسول به طور عمودی و ثابت نصب شدند. کپسول‌ها در داخل این باکس توسط لوله‌های مسی به یک‌دیگر متصل گردیدند و در نهایت یک خروجی جهت مصرف اکسیژن و یک ورودی جهت شارژ کپسول‌ها تعبیه شده. در قسمت ورودی و خروجی جهت کنترل فشار رگلاتور و فشار سنج نصب شده و در قسمت بالای فریم باکس دو عدد قلاب جهت اتصال به جرثقیل سقفی تعبیه شده است.

جدول ۱: نتایج بررسی فعالیت بلندکردن کپسول‌های اکسیژن

ردیف	وزن کپسول (پوند)	فاصله دست (اینچ)	فاصله بلند کردن (اینچ)	فرکانس هر بار بلند کردن	درصد جمعیت
۱	۹۲/۶	۷	۱۰	۱ دقیقه	**۲۵ درصد**
۲	۹۲/۶	۷	۱۰	۱ دقیقه	**۲۵ درصد**
۳	۹۲/۶	۷	۱۰	۱ دقیقه	**۲۵ درصد**
۴	۹۲/۶	۷	۱۰	۱ دقیقه	**۲۵ درصد**
۵	۹۲/۶	۷	۱۰	۱ دقیقه	**۲۵ درصد**
۶	۹۲/۶	۷	۱۰	۳۰ ثانیه	**۱۱ درصد**
۷	۹۲/۶	۷	۱۰	۳۰ ثانیه	**۱۱ درصد**
۸	۹۲/۶	۷	۲۰	۱ دقیقه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۹	۹۲/۶	۱۰	۱۰	۳۰ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۰	۹۲/۶	۱۰	۱۰	۳۰ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۱	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۱ دقیقه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۲	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۱۵ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۳	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۱۵ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۴	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۱۵ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۵	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۳۰ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۶	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۳۰ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۷	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۱۵ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**
۱۸	۹۲/۶	۱۰	۲۰	۱۵ ثانیه	**کمتر از ۱۰ درصد**

کار ساخت این باکس توسط واحد مکانیک شرکت انجام گردید. در ابتدا فقط یک نوع از آن ساخته شد ولی در حال حاضر دو باکس دیگر نیز در دست ساخت می‌باشد. با توجه به این‌که در تمام سوله‌هایی که اکسیژن مصرف می‌شود جرثقیل سقفی وجود دارد؛ کلیه وظایف بلند کردن، پایین آوردن و انتقال کپسول‌های اکسیژن توسط جرثقیل صورت می‌گیرد.

یافته ها

عمل بلند کردن کپسول‌های اکسیژن در زمان تخلیه کپسول‌ها از داخل وسایل نقلیه و نیز بلند کردن از روی سطح زمین صورت می‌گرفت. برای ارزیابی عمل بلند کردن کپسول‌ها در این وظایف، چون کپسول‌ها به حالت خوابیده برروی هم چیده می‌شدند لذا فاصله دست در زمان بلند کردن کپسول‌های رویی یعنی کپسول‌هایی که در آخرین طبقه قرار داشتند، ۰/۲۵۴ متر (۱۰اینچ) بود، ولی در زمان بلند کردن کپسول‌های زیرین یعنی کپسول های قرار گرفته بر روی کف ۰/۱۷۷ متر (۷ اینچ) و فاصله بلند کردن ۰/۵۰۸ متر (۲۰ اینچ) برآورد گردید. وزن خالص کپسول‌های پر ۸۰ کیلوگرم (۱۷۶/۳۷ پوند) می‌باشد، ولی به دلیل این‌که کپسول‌ها کامل از زمین جدا نمی‌شدند و هنگام بلند کردن، ته کپسول بر روی زمین قرار داشت مقدار نیروی اعمال شده جهت بلند کردن با استفاده از نیرو سنج عقربه‌ای FG-5100 اندازه‌گیری شد. این نیروسنج قابلیت اندازگیری فشار و کشش در محدوده ۱۰۰-۰ کیلوگرم را دارد، بدین ترتیب که ابتدا با اتصال قلاب آن به سر کپسول در همان شرایط لازم برای بلند کردن میزان نیروی مشاهده شده قرائت گردید که مقدار آن ۴۲ کیلوگرم (۹۲/۶ پوند) به بود. نتایج ارزیابی این وظایف با استفاده از نرم افزار اسنوک برای ۱۸ کارگر مرد در جدول شماره یک آورده شده است.

جدول ۲: نتایج بررسی فعالیت پایین آوردن کپسول‌های اکسیژن

ردیف	وزن کپسول (پوند)	فاصله دست (اینچ)	فاصله پایین آوردن (اینچ)	فرکانس هر بار پایین آوردن	درصد جمعیت
۱	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۲	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۳	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۴	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۵	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۶	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۷	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۸	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۹	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۰	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۱	۱۷۶	۷	۳۰	۱ دقیقه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۲	۱۷۶	۷	۳۰	۳۰ ثانیه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۳	۱۷۶	۷	۳۰	۳۰ ثانیه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۴	۱۷۶	۷	۳۰	۳۰ ثانیه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۵	۱۷۶	۷	۳۰	۳۰ ثانیه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۶	۱۷۶	۷	۳۰	۳۰ ثانیه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۷	۱۷۶	۷	۳۰	۳۰ ثانیه	کمتر از ۱۰ درصد
۱۸	۱۷۶	۷	۳۰	۳۰ ثانیه	کمتر از ۱۰ درصد

عمل پایین آوردن هنگامی صورت می‌گرفت که کپسول‌ها از داخل وسیله نقلیه بر روی سطح زمین قرار داده می‌شدند، در این حالت فاصله دست ۷ اینچ و فاصله پایین آوردن ۳۰ اینچ برآورد می‌شد. در این عمل مقدار نیروی اعمال شده جهت پایین آوردن کپسول‌ها با استفاده از نیروسنج ۸۰ کیلوگرم (۱۷۶/۳۷پوند) اندازه گیری گردید. نتایج ارزیابی انجام شده بر روی ۱۸ نفر کارگر مرد در جدول شماره ۲ آورده شده است.

سه مورد از فعالیت‌های حمل، کشیدن و هل دادن کپسول‌های اکسیژن بر اساس الگوهای ارایه شده در جداول اسنوک مشاهده شد که بر اساس نتایج ارزیابی صورت گرفته این نحوه حمل بار برای کمتر از ۱۰ درصد کارگران این قسمت مناسب می‌باشد.

نتایج ارزیابی جداول اسنوک برای بلند کردن و پایین آوردن کپسول‌های اکسیژن نشان می‌دهد که این نحوه انجام کار در اکثر موارد برای کمتر از ۱۰ درصد کارگران واحد ریخته‌گری بی‌خطر می‌باشد. این در حالی است که بر اساس روش اسنوک طراحی نحوه جابه‌جایی بار باید به گونه‌ای باشد که برای حداقل ۷۵ درصد کارگران ضرری نداشته باشد. با توجه به این‌که در ۱۸ نفر کارگر واحد ریخته‌گری نتایج بلند کردن و پایین آوردن کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد در نتیجه به نوعی می‌توان گفت بیش از ۹۰ درصد آنها (تقریباً ۱۷ نفر) در معرض ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی – عضلانی بوده و کمتر از ۱۰ درصد (تقریباً یک نفر از این ۱۸ نفر کارگر) در این کار با خطری مواجه نمی‌شوند.

بحث

همان‌طوری که در بخش یافته‌ها بیان شد، فعالیت بلند کردن و پایین آوردن کپسول‌ها برای کمتر از ۱۰ درصد کارگران واحد ریخته‌گری بی‌خطر می‌باشد. انتقال

کپسول‌ها بیشتر به صورت غلتاندن کپسول به جلو یا به سمت بدن انجام می‌شد. این نحوه انتقال کپسول شبیه به هیچ‌کدام از الگوهای تعریف شده در جداول اسنوک برای حمل بار (کشیدن، هل دادن و حمل کردن) نبود. لذا امکان ارزیابی این اعمال با استفاده از نرم افزار اسنوک وجود نداشت و این یکی از محدودیت‌های روش اسنوک بود که برای ارزیابی چنین نحوه جابه‌جایی دستی بار، ابزار مناسبی در این جداول پیش بینی نشده بود. در نتیجه ممکن بود اگر فعالیت‌های انتقال کپسول‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گیرد نتیجه وضعیت بدتری را نشان دهد. با بررسی‌های صورت گرفته هیچ‌یک از روش‌های ارزیابی حمل دستی بار که در قسمت مقدمه ذکر گردید نیز قادر به ارزیابی این چنین نحوه جابه‌جایی دستی کپسول‌ها نبودند. البته ارزیابی بلند کردن و پایین آوردن کپسول‌ها اثبات کننده وجود مشکل در واحد ریخته‌گری می‌بود و به نوعی می توان گفت که بیش از ۹۰ درصد کارگران این قسمت در معرض ریسک ابتلاء به اختلالات اسکلتی عضلانی به خصوص در ناحیه کمر بودند و در نتیجه باید هر چه سریع‌تر اقدام اصلاحی مناسبی برای رفع این مشکل صورت می‌گرفت. در مطالعه‌ای برای ارزیابی نحوه جابه‌جایی دستی جعبه‌هایی توسط کارگران زن، از جداول اسنوک استفاده کردند و نتایج نشان داد که در بهترین حالت، عمل بلندکردن و پایین آوردن جعبه‌ها فقط برای ۴۷ درصد جمعیت مورد مطلعه مناسب بود و بنابراین شرایط جابه‌جایی دستی باید به گونه‌ای طراحی می‌شد که درصد بالاتری از کارگران توانایی انجام را داشته باشند (Kai W., 2009; 2007; Tiwari., 2010).

در مطالعه‌ای دیگر که برای ارزیابی فعالیت‌های هل دادن و کشیدن تجهیزات و بارهای کشاورزی در کارگران زن و مرد کشاورز هندی با استفاده از جداول اسنوک انجام شد، نتایج نشان داد که نیروی مورد نیاز برای عمل هل دادن و کشیدن، بالا است و نیاز به طراحی شرایط کاری می‌باشد تا نیروی لازم برای هل دادن و کشیدن کاهش یابد (Tiwari, 2010).

از آن‌جایی که یکی از اهداف ارگونومی این است که تا حد امکان کلیه فعالیت‌ها به‌خصوص فعالیت‌های جابه‌جایی بار به صورت مکانیزه انجام شود (Industrial Accident Prevention Association, 2008)، لذا با طراحی این باکس فعالیت انتقال کپسول‌ها کاملاً مکانیزه گردید. البته لازم به ذکر است که قرار گرفتن مجموعه ۱۶ عدد کپسول کنار یک‌دیگر به دلیل تجمع آنها خطرناک می‌باشد، ولی به دلیل مصرف بالای اکسیژن و تخلیه سریع آنها امکان این‌که در یک باکس تعداد کمتری کپسول گنجانده شود وجود نداشت که این یکی از محدودیت‌های این مداخله بود. اما حتی با وجود این، ایمنی کارکنان در مقابل ریسک انفجار نسبت به شرایط قبل از مداخله افزایش یافت. زیرا قبل از مداخله، کپسول‌ها به صورت افقی روی هم انباشته می‌شدند و در هنگام تخلیه از کامیون و حمل دستی امکان سقوط کپسول‌ها از ارتفاع و ضربه خوردن کپسول بسیار محتمل بود.

همچنین قبل از این مداخله، کپسول‌ها به صورت منفرد به دستگاه اکسیژن کاری متصل می‌شدند و با توجه به این‌که حجم بالایی از کپسول مورد استفاده قرار می‌گرفت، کارگران مجبور بودند در فواصل کوتاه کپسول‌های خالی شده را تعویض نمایند و چون اتصالات زیاد باز و بسته می‌شدند علاوه بر فرسودگی اتصالات که احتمال نشت گاز اکسیژن را بالا می‌برد، ممکن بود بر اثر خطای انسانی، کارگر با دست چرب اتصالات را باز و بسته نماید که اینها همگی ریسک انفجار کپسول‌ها را بالا می‌بردند (Department of Health Occupational Health

(Center, 2011; Sean, 2009). با توجه به اینکه در این باکس ۱۶ عدد کپسول اکسیژن به صورت عمودی در جای خود محکم و ثابت شده‌اند در نتیجه از یک سو احتمال ضربه دیدن و یا سقوط از ارتفاع کپسول‌ها بسیار کاهش یافته است و از سوی دیگر چون همه ۱۶ کپسول با هم به دستگاه اکسیژن کاری متصل می‌شوند در نتیجه دفعات باز و بسته نمودن اتصالات و خطرات مرتبط با این عمل نیز کم شده است.

نتیجه گیری

در ارزیابی اولیه جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن توسط روش اسنوک مشخص گردید که بلند کردن و پایین آوردن کپسول‌ها برای کمتر از ۱۰ درصد کارگران واحد ریخته‌گری بی‌خطر می‌باشد و در صورت ادامه کار ممکن بود اکثر کارکنان این قسمت دچار مشکل شوند. در نتیجه با طراحی و ساخت باکس برای جابه‌جایی کپسول‌ها توسط جرثقیل انتقال دستی کپسول‌های اکسیژن به طور کامل حذف شد و کلیه فرایندهای تخلیه و بارگیری و انتقال کپسول‌ها توسط جرثقیل صورت گرفت. در نتیجه ریسک ابتلاء به اختلالات اسکلتی – عضلانی ناشی از جابه‌جایی دستی کپسول‌های اکسیژن حذف گردید. علاوه بر این وضعیت ایمنی کارکنان در برابر ریسک انفجار این کپسول‌ها نسبت به شرایط قبل از مداخله بهبود یافت.

منابع

AbdoliErmeki M. Body mechanics and principles of work station design: Omidmajd; 2000. [in Persian]

Ciriello V, SNOOK. A Stady of Size, Distance, Height and Frequency Effects on Manual Handling Tasks Humans Factors. 2000;25:5.

Ciriello V. Dempsey P, Maikala R.(2007) Revisited: Comparison of two techniques to establish maximum acceptable forces of dynamic pushing for male industrial workers. International Journal of Industrial Ergonomics. 37; 877-882.

Ciriello V. The Effect of Box Size, Vertical Distance, and height on Lowering Task International Journal of Industrial Ergonomics. 2001;28:61-7.

Ciriello V. The effects of box size, vertical distance, and height on lowering tasks. International Journal of Industrial Ergonomics 2001;28 61-7.

Ciriello V. The effects of box size, vertical distance, and height on lowering tasks for female industrial workers. International Journal of Industrial Ergonomics 2005;35 857-63.

Ciriello V. The effects of box size,frequency and extended horizontal reach on maximum acceptable weights of lifting. International Journal of Industrial Ergonomics 2003; 32:115-20.

Ciriello V. The effects of container size, frequency and extended horizontal reach on maximum acceptable weights of lifting for female industrial workers. Applied Ergonomics 2007;38 1-5.

Department of Health Occupational Health Center. Hand hygiene regulations carry the load. 2011.

Industrial Accident Prevention Association Manual Materials Handling, 2008.

Kai W. Physiological and psychophysical responses in handling maximum accept-

able weights under different footwear–floor friction conditions. Applied Ergonomics2007;38 259-265.

Kai Way Li, Rui-feng Yu, Yang Gao, Rammohan V Maikala, Tsai H-H. Physiological and perceptual responses in male Chinese workers performing combined manual materials handling tasks. International Journal of Industrial Ergonomics. 2009; 39 422-7.

NIOSH. Ergonomic Guidlines for Manual Material Handling. the California Department of Industrial Relations; 2007.

SadeghiNaeeni H. Ergonomic principles in the design of transport systems for handheld products: Fanavaran; 2009. [Persian]

Sean G, Susan K, Davis KG, Mark C. External L5–S1 joint moments when lifting wire mesh screen used to prevent rock falls in underground mines. International Journal of Industrial Ergonomics 2009;39 828-34.

Snook V. Tables for Evaluation Lifting, Lowering, Pushing, Pulling, and Carring Tasks. Liberty Mutual Material Manual Handling Guidelines.2005.

Texas Workers Compensation Commission-Manual Material Handling: An Ergonomic Approach. Texas: worker health and Safety Division; 2004.

Tiwari PS, Gite LP, Majumder J, Pharade SC, Singh V. Push/pull strength of agricultural workers in central India. International Journal of Industrial Ergonomics 2010;40:1-7.

Ergonomics intervention in manual handling of oxygen cylinders in a steel industry

M. Motamedzadeh[1]; M. Shafiei Motlagh[2]; E. Darvishi[2*]

[1] Associate Professor, Department of Ergonomy, Hamedan University of Medical Sciences

[2] Department of Occupational Health Hamedan University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Manual material handling activities in long and short periods may lead to complications such as laceration, fracture, cardiovascular stress, muscle fatigue, and musculoskeletal disorders especially in the vertebrae column. The purpose of this study was to assess manual handling of oxygen cylinders by casting workers and to implement ergonomic intervention to reduce the risk of musculoskeletal disorders.

Material and Method: This is an interventional study conducted among 18 male workers of a steel casting unit. Assessment of manual handling of oxygen cylinders, was done using in order Snook tables. The manual handling of oxygen cylinders was changed to mechanical handling and making a box with the capacity of 16 oxygen cylinders which can be moved by crane.

Result: According to the results, lifting and lowering cylinders was not suitable for most of the workers. Moreover, caring, pulling and pushing was suitable for less than 10 percent of the workers. Condition of lifting cylinders by fire workers was suitable only 25 percent of them. According to the snook tables material handling activities must be suitable for at least 75 percent of workers.

Conclusion: With the implementation of ergonomic intervention is casting unit, the risk of exposure to musculoskeletal disorders caused by manual handling of oxygen cylinders was eliminated and safety of employees against the risk of explosion of the cylinders in comparison with before the intervention was improved.

Key words: *Ergonomics intervention, Manual material handling, Snook tables, oxygen cylinder*

* Corresponding Author Email: *darvishi.hse@gmail.com*