ارزیابی مقایسه‌ای حمل دستی بار با استفاده از دو روش MAC و معادله NIOSH در یک شرکت کاشی‌سازی

علی درمحمدی[۱]، مجید معتمدزاده[۲]، حسین امجد سردرودی[۳]، اسماعیل زارعی[۴]، مهدی اصغری[۵]، سعید موسوی[۶]

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۰ تاریخ ویرایش: ۹۲/۰۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۱۱

چکیده

زمینه و هدف: حمل دستی بار از جمله وظایفی است که می‌تواند سبب ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار گردد و یکی از رایج‌ترین اختلالات ناشی از حمل دستی بار، کمردردهای شغلی است. مطالعه حاضر به منظور تعیین میزان ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی، ارزیابی وظایف حمل دستی بار با دو روش MAC و معادله NIOSH و مقایسه نتایج این دو روش انجام گرفت.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی- تحلیلی در سال ۱۳۹۰ بر روی ۳۰ کارگر یک شرکت کاشی‌سازی در شهر همدان اجرا شد. برای تعیین شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی از پرسشنامه نوردیک و از دو روش MAC و NIOSH برای ارزیابی وظایف حمل دستی بار استفاده گردید. در نهایت این دو روش از لحاظ میزان توافق در ارزیابی ریسک با هم مقایسه گردیدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در ۱۲ ماه گذشته بیشترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی مربوط به نواحی کمر (۶۶/۷٪)، شانه (۴۰/۱٪) و زانو (۴۰٪) می‌باشد. وزن بلند شده توسط کارگران بیشتر از وزن مجاز بدست آمده از معادله NIOSH بود. نتایج ارزیابی هر دو روش نشان داد که سطح ریسک در واحدهای سمباده‌زنی، لعاب‌زنی، کوره و بسته بندی بالا می‌باشد. مقایسه نتایج دو روش نشان داد که هر دو روش در برآورد ریسک ۱۰۰٪ توافق دارند.

نتیجه‌گیری: میزان استرس‌های فیزیکی اعمال شده بر بدن در حین بلندکردن بار در همه واحدها زیاد بود و یکی از دلایل اصلی آن، استفاده از چرخ حمل بار با طبقات ثابت غیراستاندارد می‌باشد که شیوع ناراحتی‌های اسکلتی ـ عضلانی را در کارگران سبب شده است. این مطالعه انجام اقدامات ارگونومیکی جهت بهبود شرایط کار را توصیه می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی، حمل دستی بار، MAC ، NIOSH

مقدمه

امروزه در بیشتر صنایع کشور بخش‌های زیادی از فعالیت کارگران را حمل دستی بار چه به صورت اتفاقی و چه به صورت شغلی تشکیل می‌دهد [۱]. حمل دستی بار به بلندکردن، پایین آوردن، هل‌دادن، کشیدن و حمل اشیاء با دست اطلاق می‌گردد و می‌تواند سبب ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار گردد [۲]. در سال ۲۰۰۵ علت اصلی ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی، مربوط به بلندکردن و حمل بار سنگین بوده است [۳]. اختلالات اسکلتی- عضلانی، حیطه‌ای از شرایط فرسایشی و التهابی است که به صورت درد، رنج و ناراحتی در ماهیچه‌ها، تاندون‌ها، رباط‌ها، مفاصل، اعصاب محیطی و رگ‌های خونی بروز می‌کند [۴-۵] و اثر قابل توجهی بر روی کیفیت زندگی، از دست رفتن زمان کاری، غیبت از کار، افزایش محدودیت‌های کاری، تعویض شغل و از کار افتادگی دارد و عوارض اقتصادی فراوانی به فرد، سازمان و جامعه تحمیل می‌کند [۴]. یکی از رایج‌ترین اختلالات اسکلتی- عضلانی که در اثر ریسک فاکتورهای مختلفی از جمله حمل دستی بار ایجاد می‌شود، کمردردهای شغلی است [۶-۱۱] و به

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲- دانشیار، دکترای مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۳- (نویسنده مسئول)، کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. h.amjad65@yahoo.com

۴- مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران.

۵- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۶- دانشجوی دکتری آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

عنوان یک مشکل جدی، پر هزینه و شایع در سطح ملی و بین المللی مطرح می‌باشد [۱۲]. حمل دستی بار عامل اصلی آسیب نیروهای کار در آمریکا است و از هر ۵ آسیب اتفاق افتاده، ۴ آسیب مربوط به کمردردهای ناشی از حمل دستی بار است [۱۳]. بر اساس یافته‌های آماری، حدود ۵۰٪ از کمردردها مربوط به بلندکردن، ۱۰٪ مربوط به هل دادن و کشیدن و ۶ درصد نیز مربوط به حمل بار می‌باشد [۱۴]. آمار ACC از ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ نشان داد که تعداد آسیب‌های کمردرد محل‌های کاری تقریباً از ۵۰۰۰ به ۰۰۰ و هزینه‌های این آسیب‌ها از ۲۵ میلیون دلار به ۳۰ میلیون دلار افزایش یافته است [۱۵]. با توجه به اینکه اکثر کارها در این صنعت به دلیل سنتی بودن آن به صورت دستی انجام می‌گیرد و فعالیت حمل دستی بار در این صنعت زیاد انجام می‌شود، در نتیجه احتمال می‌رود که کارگران این بخش با عوامل آسیب زای ارگونومیکی زیادی روبرو باشند و از آنجا که درسطح ملی و بین المللی، در زمینه اختلالات اسکلتی- عضلانی کارگران این صنایع مطالعه‌ای انجام نشده است، بنابراین لزوم شناسایی و ارزیابی ریسک فاکتورهای ایجاد کننده اختلالات اسکلتی- عضلانی در این صنعت و صنایع مشابه، ضروری می‌باشد. از روش های ارزیابی حمل دستی بار می توان معادله NIOSH[1]، Arbouw[2]، MAC[3]، Man TRA[4]، BackEst[5]، ACGIH Lifting TLV[6]، New Zealand code[7] و چک لیست‌های ارگونومیک واشنگتون[8] را نام برد. هدف از این مطالعه، تعیین میزان ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی، ارزیابی وظایف حمل دستی بار (بلندکردن و حمل بار] با استفاده از دو روش چارت‌های ارزیابی حمل دستی (MAC) [۱۶] و معادله بلند کردن بار (NIOSH) [۱۷] ، مقایسه نتایج دو روش MAC و NIOSH و ارائه پیشنهادات اصلاحی می‌باشد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی- تحلیلی در سال ۱۳۹۰ در یک شرکت کاشی‌سازی شهر همدان انجام گرفت که در حال حاضر فقط چینی‌آلات بهداشتی (کاسه توالت- روشویی - پایه روشویی) تولید می‌کند. معیار ورود کارگران به مطالعه، داشتن وظایفی از قبیل بلندکردن‌بار به صورت انفرادی، تیمی و حمل بار بود. در مجموع، در این صنعت تعداد ۳۵ کارگر مرد در واحدهای تولیدی به انجام وظایف بلندکردن و حمل دستی بار مشغول بودند که از این تعداد ۳۰ نفر به مطالعه راه یافتند. لازم به توضیح است که آندسته از کارگرانی که سابقه بیماری های اثرگذار بر دستگاه اسکلتی- عضلانی داشتند و یا در حادثه‌ای آسیب اسکلتی دیده بودند، از مطالعه حذف شدند. در این مطالعه، ابتدا واحدهایی که بلندکردن و حمل دستی بار در آنها انجام می‌گرفت مشخص شد که شامل واحدهای قالب‌ریزی، ریخته‌گری، سمباده‌زنی، لعاب‌زنی، کوره و بسته‌بندی می‌باشند. سپس به بررسی ویژگی‌های دموگرافیک افراد از قبیل سن، قد، وزن، سابقه کار، سطح تحصیلات، متوسط ساعات کار روزانه، سابقه حادثه یا بیماری، با استفاده از پرسشنامه دموگرافیک پرداخته شد و در ادامه جهت تعیین میزان ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی در نواحی گوناگون بدن کارگران، از پرسشنامه نوردیک استفاده گردید. به منظور ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی در فعالیت‌های بلندکردن و حمل دستی بار، از دو روش MAC و معادله NIOSH استفاده شد. با استفاده از روش چارت‌های ارزیابی حمل دستی بار(MAC)، ریسک فاکتورهای مربوط به ۳ نوع فعالیت کاری در شرکت مورد مطالعه، از قبیل بلندکردن بار به صورت انفرادی، بلند کردن بار به صورت تیمی و حمل دستی بار مورد ارزیابی قرار گرفت. ریسک فاکتورهای مورد بررسی توسط روش MAC شامل وزن بار و تکرار بلندکردن/حمل، فاصله دست از کمر، محل بلندکردن

1. NIOSH lifting equation,1981 (revised 1991)
2. Arbouw, 1997
3. Manual handling assessment charts (MAC),2002
4. Manual tasks risk assessment (Man TRA), 2004
5. Back-Exposure Sampling Tool (BackEst),2008
6. ACGIH lifting TLV,2004
7. New Zealand code for material handling, 2001
8. Washington State ergonomic checklists, 2000

بار، چرخش تنه و خمیدگی به پهلو، فشارهای وارده به وضعیت بدنی، وضعیت دستگیره‌های روی بار، وضعیت سطح کف، فاصله حمل، وجود موانع در مسیر، نحوه ارتباط و هماهنگی هنگام بلندکردن تیمی و وضعیت فاکتورهای محیطی می‌باشند. برای هر ریسک فاکتور مربوط به سه نوع فعالیت کاری فوق، مطابق با چارت مخصوص آن فعالیت در روش MAC و با استفاده از مشاهده و عکس‌برداری از نحوه انجام فعالیت، یک کد رنگی همراه با یک امتیاز عددی به آنها اختصاص داده شد و در نهایت از جمع‌بندی امتیازات، سطح ریسک و نوع اقدامی که باید صورت گیرد، مشخص گردید. بر اساس چارت‌های ارزیابی روش MAC فعالیت‌های هر واحد ارزیابی گردید، به طوری که در واحد قالب‌سازی دو نوع فعالیت بلندکردن بار تیمی و حمل بار تیمی ارزیابی گردید و در بخش ۲ واحد ریخته‌گری فعالیت بلندکردن بار انفرادی و حمل بار انفرادی مورد ارزیابی قرار گرفت. در واحدهای سمباده زنی، لعاب‌زنی، کوره، بسته بندی و بخش ۱ریخته‌گری فقط فعالیت بلندکردن بار به صورت انفرادی ارزیابی گردید. با استفاده از روش محاسباتی NIOSH، فقط ریسک فاکتورهای مربوط به فعالیت بلندکردن بار انفرادی در واحدهای سمباده زنی، لعاب‌زنی، کوره، بخش ۱ریخته‌گری و بسته بندی مورد ارزیابی قرار گرفت و فعالیت‌های بلندکردن بار تیمی و حمل‌بار واحد قالب‌سازی و بخش ۲ واحد ریخته‌گری، به دلیل محدودیت این روش در ارزیابی این فعالیت‌ها، ارزیابی نگردیدند. در این روش، ابتدا از طریق وزن کردن بار، اندازه‌گیری فواصل افقی و عمودی بین دست‌ها، محاسبه میزان جابجایی بار در سطح قائم، محاسبه تعداد دفعات بلندکردن بار در دقیقه و همچنین مشاهده کیفیت جفت شدن دست با بار، مقدار عددی هر یک از متغیرهای مورد نیاز بدست آورده شد و سپس ضرایب متناظر با مقدار عددی متغیرها، از جداول مربوطه استخراج گردید و با قرار دادن ضرایب در معادله NIOSH حد توصیه شده وزن بار (RWL)[9] برای فعالیت بلند کردن بار انفرادی در هر واحد به دست آورده شد. پس از محاسبه RWL، برای هر کدام از آنها یک شاخص به نام شاخص بلندکردن بار (LI)[10] طبق فرمول ۱، محاسبه گردید تا بر اساس مقدار شاخص بلندکردن بار احتمال آسیب کمری و نوع اقدام کنترلی مورد نیاز مشخص گردد. در پایان نتایج دو روش MAC و معادله NIOSH مورد مقایسه قرار گرفتند تا مشخص شود که این دو روش چقدر در برآورد ریسک هم‌خوانی دارند.

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

فرمول ۱

$$LI = \frac{L(Kg)}{RWL(Kg)}$$

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک کارگران مورد مطالعه: در این مطالعه ۳۰ نفر از کارگران واحدهای گوناگون یک شرکت کاشی‌سازی مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج تجزیه و تحلیل ویژگی‌های دموگرافیک کارگران مورد مطالعه نشان داد که ۱۰۰٪ افراد متاهل هستند و میانگین سن ۸/۴۴±۳۴/۸۷ سال، میانگین سابقه کار ۲/۵۱±۵/۱۰ سال، میانگین وزن ۱۰/۳۵±۶۵/۵۰ کیلوگرم، میانگین قد ۸/۰۵±۱۷۱/۱ سانتیمتر، میانگین ساعات کار در روز ۱±۸/۲ می‌باشد. ۱۰٪ افراد مورد مطالعه بی سواد، ۱۶/۶۷٪ آنها دارای سطح تحصیلات دبستان، ۴۳/۳۳ ٪ دارای سطح تحصیلات راهنمایی، ۱۶/۶۷٪ دارای سطح تحصیلات دبیرستان و ۱۳/۳۳ دارای سطح تحصیلات دیپلم می‌باشند.

نتایج حاصل از تعیین میزان ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی با استفاده از پرسشنامه نوردیک: نتایج بیانگر آنست که در ۱۲ ماه گذشته بیشترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی به ترتیب مربوط به نواحی کمر (۶۶/۷٪)، شانه (۴۰/۱٪) و زانو (۴۰٪) بوده است. همچنین نتایج حاکی از آن است که بیشترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی طی ۷ روز

[9]. Recommended Weight Limit

[10]. Lifting Index

جدول ۱- شیوع علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی در ۱۲ ماه و ۷ روز گذشته (n =۳۰)

نواحی بدن	اختلالات اسکلتی ـ عضلانی	
	در ۱۲ ماه گذشته (n =۳۰)	در ۷ روز گذشته (n =۳۰)
	فراوانی (درصد)	فراوانی(درصد)
گردن	۴ (٪۱۳/۳)	۳ (٪۱۰)
شانه	۱۲ (٪۴۰/۱)	۱۳ (٪۴۳/۳)
آرنج	۴ (٪۱۳/۳)	۳ (٪۱۰)
دست/مچ دست	۷ (٪۱۳/۳)	۶ (٪۲۰)
پشت	۱۰ (٪۳۳/۳)	۷ (٪۲۳/۳)
کمر	۲۰ (٪۶۶/۷)	۲۱ (٪۷۰)
ران/باسن	۵ (٪۱۶/۷)	۶ (٪۲۰)
زانو	۱۲ (٪۴۰)	۱۳ (٪۴۳/۳)
پا و قوزک پا	۸ (٪۲۶/۷)	۷ (٪۲۳/۳)

جدول ۲- شیوع علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی بر حسب واحد کاری در ۱۲ ماه گذشته (n=۳۰)

نواحی بدن	واحد های کاری					
	کوره (n=۳)	ریخته گری (n=۱۰)	قالب سازی (n=۲)	لعاب زنی (n=۴)	سمباده زنی (n=۵)	بسته بندی (n =۶)
	فراوانی (درصد)	فراوانی (درصد)	فراوانی (درصد)	فراوانی (درصد)	فراوانی (درصد)	فراوانی (درصد)
گردن	۰ (٪ ۰)	۲ (٪۲۰)	۰ (٪ ۰)	۱ (٪۲۵)	۱ (٪۲۰)	۰ (٪ ۰)
شانه	۱ (٪ ۳۳/۳)	۷ (٪۷۰)	۰ (٪ ۰)	۲ (٪۵۰)	۲ (٪۴۰)	۰ (٪ ۰)
آرنج	۱ (٪ ۳۳/۳)	۱ (٪۱۰)	۰ (٪ ۰)	۰ (٪ ۰)	۰ (٪ ۰)	۲ (٪۳۳/۳)
دست/مچ دست	۰ (٪ ۰)	۴ (٪۴۰)	۰ (٪ ۰)	۱ (٪۲۵)	۲ (٪۴۰)	۰ (٪ ۰)
پشت	۰ (٪ ۰)	۵ (٪۵۰)	۲ (٪۱۰۰)	۱ (٪۲۵)	۰ (٪ ۰)	۲ (٪۳۳/۳)
کمر	۲ (٪۶۶/۷)	۷ (٪۷۰)	۲ (٪۱۰۰)	۴ (٪۱۰۰)	۳ (٪۶۰)	۲ (٪۳۳/۳)
ران	۰ (٪ ۰)	۳ (٪۳۰)	۱ (٪۵۰)	۰ (٪ ۰)	۱ (٪۲۰)	۰ (٪ ۰)
زانو	۲ (٪۶۶/۷)	۵ (٪۵۰)	۱ (٪۵۰)	۳ (٪۷۵)	۱ (٪۲۰)	۰ (٪ ۰)
پا	۱ (٪ ۳۳/۳)	۵ (٪۵۰)	۰ (٪ ۰)	۱ (٪۲۵)	۱ (٪۲۰)	۰ (٪ ۰)

گذشته به ترتیب مربوط به نواحی کمر (۷۰٪)، شانه (۴۳/۳٪) و زانو (۴۳/۳٪) می‌باشد. نتایج حاصل از پرسشنامه نوردیک در جدول ۱ نشان داده شده است.

طبق نتایج جدول ۲ که نشان دهنده توزیع فراوانی میزان ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی بر حسب محل کار می‌باشد، کمردرد در همه واحدها وجود دارد وکارگران واحد ریخته‌گری در همه نواحی بدن دچار ناراحتی اسکلتی- عضلانی هستند که بیشترین فراوانی مربوط به نواحی کمر (۷۰٪) و شانه (۷۰٪) می‌باشد.

۳.۳ نتایج حاصل از تعیین ارتباط بین ویژگی‌های دموگرافیک و میزان ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی با فرض تاثیر ویژگی‌های دموگرافیک بر ایجاد ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی در افراد، با استفاده از آزمون کای اسکوئر این ارتباط مورد آنالیز قرار گرفت و نتایج بدست آمده نشان داد که بین ویژگی‌های دموگرافیک و میزان ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی در هیچ یک از اندام‌های مورد بررسی، ارتباط معنی‌داری وجود ندارد.

نتایج حاصل از ارزیابی فعالیت بلندکردن بار در هر واحد به روش NIOSH: نتایج حاصل از ارزیابی فعالیت

جدول ۳- نتایج ارزیابی فعالیت بلندکردن بار در هر واحد با استفاده از معادله NIOSH

نوع روش ارزیابی		NIOSH		
	محدوده اقدام های اصلاحی	1 LI ≤	3 > LI > 1	LI ≥ 3
	سطح ریسک	پایین(۱)	متوسط(۲)	بالا(۳)
بدنه واحد	ریخته گری (بخش ۱)	کاسه توالت	-	۱/۵۴	-
		روشویی	-	۱/۴۰	-
		پایه روشویی	-	۱/۴۴	-
	سمباده زنی	کاسه توالت	-	-	۴/۳۴
		روشویی	-	-	۴/۰۵
		پایه روشویی	-	-	۴/۱۲
	لعاب زنی	کاسه توالت	-	-	۴/۴۱
		روشویی	-	-	۴/۰۶
		پایه روشویی	-	-	۳/۹۵
	کوره	کاسه توالت	-	-	۴/۴۸
		روشویی	-	-	۴/۱۳
		پایه روشویی	-	-	۴/۰۲
	بسته بندی	کاسه توالت	-	-	۵/۵۵
		روشویی	-	-	۵/۱۱
		پایه روشویی	-	-	۴/۹۷

بلندکردن بار، به روش NIOSH نشان داد که (جدول ۳) سطح ریسک بلندکردن هر سه نوع بار (کاسه توالت، روشویی و پایه روشویی) در واحد ریخته‌گری متوسط (سطح ریسک ۲) می‌باشد و این بیانگر این است که در این واحد احتمال آسیب کمری به کارگران وجود دارد و باید طرح‌ها و الگوهای ارگونومیکی برای کاهش فشار جسمانی انجام شود. سطح ریسک بلندکردن هر سه نوع بار در واحدهای سمباده زنی، لعاب زنی، کوره و بسته بندی بالا (سطح ریسک ۳) می‌باشد و این سطح ریسک حاکی از این است که خطر آسیب کمری در این واحدها بسیار زیاد است و باید سیستم کاری طراحی مجدد و روش‌های اتوماتیک به کار گرفته شوند.

نتایج حاصل از ارزیابی فعالیت بلندکردن و حمل بار در هر واحد به روش MAC: نتایج حاصل از ارزیابی به روش MAC نشان داد که (جدول ۴) فعالیت‌های بخش ۱ و ۲ واحد ریخته‌گری سطح ریسک متوسط (سطح ریسک ۲) را به خود اختصاص دادند و انجام اقدامات در آینده نزدی ک جهت کاهش ریسک ضروری است. سطح ریسک فعالیت‌های واحد قالب ریزی، سمباده زنی، لعاب‌زنی، کوره و بسته بندی بالا (سطح ریسک ۳) می‌باشد و انجام اقدامات ارگونومیکی به سرعت ضروری است.

مقایسه نتایج حاصل از دو روش MAC و معادله حمل بار NIOSH: برای تعیین میزان توافق بین دو روش در برآورد ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی، از آماره کاپا (Kappa) استفاده گردید و مقدار آماره کاپا برای دو روش، برابر ۱ بدست آمد ($p<۰/۰۰۱$). جدول ۵ نتایج حاصل از ارزیابی فعالیت بلندکردن بار با دو روش را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش نشان از بالا بودن شیوع ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی در کارگران مورد بررسی دارند زیرا در ۱۲ ماه گذشته، ۶۶/۷٪ کمردرد، ۴۰/۱٪ شانه درد و ۴۰٪ کارگران زانو درد بودند و نتایج ۷ روز گذشته نیز نشان داد که به طور تدریجی میزان شیوع در این سه ناحیه در حال افزایش می‌باشد. نتایج مطالعه مهران قلعه نوی و همکاران در زمینه حمل دستی بار

جدول ۴- نتایج ارزیابی وظایف بلندکردن و حمل دستی بار در هر واحد با استفاده از روش MAC

نام واحد				نوع روش ارزیابی	MAC			
				محدوده اقدام اصلاحی روش MAC	$0 \le MAC \le 4$	$5 \le MAC \le 12$	$13 \le MAC \le 20$	$21 \le MAC \le 31$
				سطح ریسک	پایین (۱)	متوسط (۲)	بالا (۳)	خیلی بالا (۴)
قالب ریزی	بخش ۱	بلند کردن	تیمی	کاسه توالت	-	-	۱۷	-
				روشویی	-	-	۱۷	-
				پایه روشویی	-	-	۲۰	-
		حمل	تیمی	کاسه توالت	-	-	۱۴	-
				روشویی	-	-	۱۴	-
				پایه روشویی	-	-	۱۴	-
ریخته گری		بلند کردن	فردی	کاسه توالت	-	۱۲	-	-
				روشویی	-	۸	-	-
				پایه روشویی	-	۸	-	-
	بخش ۲	بلند کردن	فردی	کاسه توالت	-	۸	-	-
				روشویی	-	۹	-	-
				پایه روشویی	-	۹	-	-
		حمل	فردی	کاسه توالت	-	۱۱	-	-
				روشویی	-	۱۱	-	-
				پایه روشویی	-	۱۱	-	-
سمباده زنی		بلند کردن	فردی	کاسه توالت	-	-	۱۴	-
				روشویی	-	-	۱۴	-
				پایه روشویی	-	-	۱۵	-
لعاب زنی		بلند کردن	فردی	کاسه توالت	-	-	۱۸	-
				روشویی	-	-	۱۸	-
				پایه روشویی	-	-	۱۹	-
کوره بستہ بندی		بلند کردن	فردی	کاسه توالت	-	-	۱۸	-
				روشویی	-	-	۱۸	-
				پایه روشویی	-	-	۱۹	-
		بلند کردن	فردی	کاسه توالت	-	-	۱۸	-
				روشویی	-	-	۱۸	-
				پایه روشویی	-	-	۱۹	-

نشـان داد کـه بیشـترین درصـد نـاراحتی مربـوط بـه انـدام‌هـای کمـر (۱۰۰٪)، زانـو (۱۰۰٪)، ران (۱۰۰٪) و دست (۹۰٪) کارگران صـنعت رادیاتورسـازی مـی‌باشـد [۱۸]. همچنین نتایج مطالعه دپارتمان ارگونومی صنعتی دانشگاه Lulea، در یک کارخانـه آجرپـزی در آفریقـای جنوبی هم نشان داد که همه افراد بر اثر حمل دستی بار از درد در ناحیه کمر، شانه، گردن و پشت رنـج مـی‌برنـد [۱۹]. نتایج جـدول ۲ نشـان داد کـه بیشـترین فراوانـی ناراحتی‌های اسکلتی- عضـلانی در واحـد قالـب‌سـازی مربـوط بـه انـدام هـای کمـر(۱۰۰٪) و پشـت (۱۰۰٪) می‌باشد که می‌توان دلیل اصلی این ناراحتی‌هـا را، بلنـد کردن قالب های سنگین دانست زیرا افـراد بـه صـورت تیمی (۲نفره) قالب‌هایی به وزن ۸۴ کیلـوگرم را بلنـد و جابجا می‌کنند و این کار فشار زیادی را بـر روی کمـر و پشت وارد می‌کند. کارگران واحد ریخته‌گـری بیشـتر در ناحیه کمر (۷۰٪) و شانه (۷۰٪) دچار ناراحتی هستند که علت آن بلندکردن بار به صورت نامناسب، وزن بـیش از حد مجاز و شرایط محیطی گـرم و مرطـوب ایـن واحـد می‌باشد. بیشترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی در واحد سمباده‌زنی مربوط به کمر(۶۰٪)، شانه (۴۰٪) و دست (۴۰٪) می‌باشد زیرا افراد در این قسمت علاوه بـر بلندکردن بار از روی طبقات چرخ‌های حمل بار با ارتفاع نامناسب، در وضعیت ایستاده و نسبتاً خمیـده بـه جلـو و همچنین در شرایط محیطی نسبتاً مرطوب، کار سـمباده زنی بر روی محصولات نیمه آماده را انجام مـی‌دهنـد و ناراحتی در ناحیه دست به دلیل سـمباده زدن بـا دسـت می‌باشد. کارگران واحد لعاب‌زنی و کوره بیشتر از ناحیـه کمر و زانو رنج می‌برند که علت اصـلی آن پوسـچرهای

جدول ۵ – مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی فعالیت بلندکردن بار با استفاده از دو روش معادله NIOSH و MAC

نوع روش ارزیابی			NIOSH			MAC			
		محدوده اقدام اصلاحی	LI ≤ 1	3 > LI > 1	LI ≥ 3	4 ≤ MAC ≤ 0	12 ≤ MAC ≤ 5	20 ≤ MAC ≤ 13	31 ≤ MAC ≤ 21
		میزان ریسک	پایین (۱)	متوسط (۲)	بالا (۳)	پایین (۱)	متوسط (۲)	بالا (۳)	خیلی بالا (۴)
نام واحد	بخش ۱	کاسه توالت	-	۱/۵۴	-	-	۱۲	-	-
	ریخته	روشویی	-	۱/۴۰	-	-	۸	-	-
	گری	پایه روشویی	-	۱/۴۴	-	-	۸	-	-
	سمباده	کاسه توالت	-	-	۴/۳۴	-	-	۱۴	-
	زنی	روشویی	-	-	۴/۰۵	-	-	۱۴	-
		پایه روشویی	-	-	۴/۱۲	-	-	۱۵	-
	لعاب زنی	کاسه توالت	-	-	۴/۴۱	-	-	۱۸	-
		روشویی	-	-	۴/۰۶	-	-	۱۸	-
		پایه روشویی	-	-	۳/۹۵	-	-	۱۹	-
	کوره	کاسه توالت	-	-	۴/۴۸	-	-	۱۸	-
		روشویی	-	-	۴/۱۳	-	-	۱۸	-
		پایه روشویی	-	-	۴/۰۲	-	-	۱۹	-
	بسته	کاسه توالت	-	-	۵/۵۵	-	-	۱۸	-
	بندی	روشویی	-	-	۵/۱۱	-	-	۱۸	-
		پایه روشویی	-	-	۴/۹۷	-	-	۱۹	-

نامطلوب درحین بلندکردن بار از روی طبقات چرخ‌های حمل بار با ارتفاع غیر استاندارد، پوسچرهای نامطلوب درحین چیدن بار بر روی طبقات چرخ‌ها، وزن بیش از حد مجاز و تکرار بالای وظیفه در طول روز می‌باشد. نواحی کمر (۳۳/۳٪)، آرنج (۳۳/۳٪) و پشت (۳۳/۳٪) ازجمله نواحی هستند که در واحد بسته‌بندی بیشترین فراوانی ناراحتی را به خود اختصاص داده‌اند و از دلایل تاثیرگذار در ایجاد این ناراحتی‌ها، وزن بیش از حد مجاز، پوسچرهای نامطلوب درحین بلندکردن بار از روی طبقات ثابت چرخ‌ها و عدم استراحت می‌باشد. با توجه به اینکه در همه واحدها کمردرد وجود دارد و شیوع ناراحتی در این ناحیه از بدن بالا می‌باشد، در نتیجه می‌توان نتیجه گرفت که یکی از دلایل اصلی آن، ناشی از بلندکردن بار بیش از حد مجاز می‌باشد که این یافته با مطالعه چانگ و همکاران همخوانی دارد [۲۰]. نتایج رابطه بین ویژگی‌های دموگرافیک از قبیل سن، وزن، قد، سابقه کار با ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی (جدول ۳) نشان داد که هیچ ارتباط معناداری بین آنها وجود ندارد و این یافته با یافته‌های مطالعات دیگر [۲۱-۲۲] همخوانی ندارد. دلیل این عدم معناداری را می‌توان کم بودن حجم نمونه در این مطالعه دانست. طبق نتایج ارزیابی به روش NIOSH، شاخص بلندکردن بار (LI) در همه فعالیت‌های بلندکردن بار در هر واحد، از مقدار یک بیشتر بوده و این مطلب بیانگر این است که وزن بار در همه موارد بیش از حد توصیه شده (RWL) می‌باشد و می‌توان نتیجه گرفت که میزان استرس‌های فیزیکی اعمال شده بر بدن در حین بلندکردن بار، زیاد می‌باشد. نتایج (جدول ۴) همچنین نشان داد که سطح ریسک بلندکردن هر سه نوع بار مختلف (کاسه توالت، روشویی، پایه روشویی) در بخش ۱ ریخته‌گری متوسط می‌باشد و در نتیجه باید در این قسمت، به منظور کاهش استرس‌های شغلی و نزدیک کردن LI به یک، تغییرات ارگونومیکی صورت گیرد. در این واحد بلندکردن بار از درون قالب انجام می‌شود اما در واحدهای دیگر از روی طبقات چرخ‌های حمل بار انجام می‌شود. در واحدهای سمباده‌زنی، لعاب‌زنی، کوره و بسته‌بندی سطح ریسک فعالیت‌های بلندکردن بار، بالا ارزیابی گردید و دلیل بالا بودن سطح ریسک در این فعالیت‌ها این است که افراد بار را از روی چهار طبقه ثابت چرخ ها بلند می‌کنند و چون که این چهار طبقه در

ارتفاع‌های مختلف و غیر استاندارد از سطح زمین (۲۱cm، ۶۹cm، ۱۱۵cm، ۱۶۹cm) قرار دارند در نتیجه کارگران مجبورند برای بلندکردن هر سه نوع بار از روی طبقات ثابت این چرخ، پوسچرهای نامطلوبی را بخود بگیرند، تا بتوانند بار را از ارتفاع‌های ذکر شده بردارند و یا بار را در این ارتفاع‌ها قرار دهند. با این وجود لازم است جهت کاهش ریسک در این واحدها، اقدامات ارگونومیکی (فنی و مدیریتی) مناسبی انجام گیرد. همانگونه که گفته شد، سه نوع فعالیت بلندکردن بار انفرادی، بلندکردن بار تیمی و حمل بار با روش MAC مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن در جدول ۵ نشان داد که سطح ریسک بلندکردن و حمل تیمی برای هر سه نوع قالب محصول در واحد قالب‌سازی، بالا (سطح ریسک ۳) می‌باشد و باید در این قسمت به سرعت اقدامات اصلاحی صورت گیرد. سطح ریسک در بخش ۲ واحد ریخته‌گری برای فعالیت بلندکردن و حمل انفرادی برای هر سه نوع بار، متوسط (سطح ریسک۲) ارزیابی گردید. در بخش ۱ واحد ریخته‌گری که فعالیت بلندکردن بار به صورت انفرادی انجام می‌گرفت، سطح ریسک متوسط (سطح ریسک ۲) بدست آمد و نتایج حاصل از ارزیابی به روش NIOSH نیز، همین سطح ریسک را نشان داد و لازم است که در آینده نزدیک در بخش ۱ و ۲ واحد ریخته‌گری، اقدامات اصلاحی انجام گیرد. همچنین نتایج ارزیابی نشان داد که ریسک بلندکردن انفرادی هر سه نوع بار، در واحدهای سمباده زنی، لعاب زنی، کوره و بسته بندی بالا (سطح ریسک ۳) می‌باشد که این نتایج با روش NIOSH نیز بدست آمد و این سطح ریسک بالا در این واحدها ضرورت انجام اقدامات اصلاحی را به سرعت می‌طلبد. نتایج مطالعه راحله هاشمی و همکاران نیز نشان داد که سطح ریسک هر سه فعالیت بلندکردن بار انفرادی، بلندکردن بار تیمی و حمل بار کارگران اسکله‌های بارگیری، بالا می‌باشد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد [۲۳]. دمای بالا، روشنایی کم و گردوغبار زیاد محل مورد مطالعه از جمله ریسک فاکتورهای محیطی بود، که در همه مشاهدات نامناسب ارزیابی گردید. همانگونه که از نتایج مقایسه بین دو روش در جدول ۶ مشاهده می‌شود، سطح ریسک بدست آمده از ارزیابی فعالیت بلندکردن بار در هر واحد، توسط هر دو روش یکسان می‌باشد و از نتایج آماره کاپا (Kappa) می‌توان نتیجه گرفت، که دو روش MAC و معادله NIOSH، در برآورد ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی-عضلانی ۱۰۰٪ باهم توافق دارند (مقدار آماره کاپا =۱)، (p<۰/۰۰۱). با توجه به ارزیابی‌های انجام شده، پیشنهاداتی به منظور بهبود شرایط محیط کار از لحاظ ارگونومیکی و محیطی و به دنبال آن پیشگیری از اختلالات اسکلتی- عضلانی به شرح زیر ارائه می‌شود:

۱. استفاده از روش‌های مکانیکی برای بلندکردن و جابجایی بار

۲. استفاده از جرثقیل‌های زنجیری متحرک سقفی در واحد قالب‌سازی جهت بلندکردن و جابجایی قالب‌های سنگین

۳. استفاده از سیستم‌های اتوماتیک جهت چیدمان قطعات در درون کوره

۴. طراحی چرخ حمل بار با طبقات دارای قابلیت جابجایی دینامیکی عمودی به جای چرخ‌های حمل بار با طبقات ثابت غیر استاندارد از لحاظ ارگونومیکی

۵. تعمیر چرخ‌های حمل بار به صورت منظم

۶. تعمیر ناهمواری‌های سطوح کف به منظور جلوگیری از مقاومت در برابر حرکت چرخ حمل بار و زمین خوردن کارگران

۷. افزایش نیروی کار جهت کاهش تعداد دفعات بلندکردن بار در روز برای هر نفر

۸. نصب سیستم تهویه عمومی در محیط کار

۹. افزایش روشنایی در محیط کار

۱۰. اجرای سیستم 5s در محیط کار

۱۱. چرخشی کردن افراد در واحدهای مختلف به منظور جلوگیری از فشار بر روی کارگران یک واحد

۱۲. به کارگیری افراد متناسب با وظایف محوله

۱۳. برقراری چرخه‌های مناسب کار و استراحت با توجه به فرایند کار در گروه‌های شغلی مختلف

۱۴. برنامه‌ریزی و اجرای دوره ارگونومی با تاکید بر

مباحث بلندکردن و حمل بار

۱۵. انجام معاینات اسکلتی- عضلانی جهت پیشگیری از اختلالات اسکلتی- عضلانی

بر اساس نتایج بدست آمده، چنین نتیجه گیری می‌شود که میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در کارگران کارخانه کاشی‌سازی مورد مطالعه بالاست. سطح ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی که بر اساس روش MAC و معادله NIOSH بدست آمد گویای آسیب زا بودن شرایط و محیط کار در این صنعت می‌باشد . بنابراین، انجام اقدامات کنترلی مهندسی و مدیریتی جهت بهبود شرایط کار ضروری است. بر این اساس اولویت اقدام اصلاحی در تمام واحدها بجز واحد ریخته‌گری وجود دارد. همچنین از مقایسه نتایج بین دو روش، چنین نتیجه‌گیری شد که این دو روش در برآورد سطح ریسک توافق صد در صد دارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از حمایت‌های اجرایی و مالی دانشگاه علوم پزشکی همدان از طرح پژوهشی مصوب شماره ۸۹۱۰۱۴۱۵۶۸۱۷ کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

منابع

1. Sadeghi Naeini H. The Principles of Ergonomics in Materials Handling Systems. 1 ed. Tehran: Asana; 2000.

2. CCPS. Human Factors Methods For Improving Performance In The Process Industry. New Jersey: John Wiley and Sons2007.

3. Lundholm L, Swartz H. Musculoskeletal Ergonomics in the Construction Industry. [cited 2011 18 December]; Available from: http://www.av.se/dokument/inenglish/statistics/sf_2006_05_en.pdf.

4. Tinubu B.MS, Mbada CH.E, Oyeyemi A.L, Fabunmi A.A. Work-Related Musculoskeletal Disorders among Nurses in Ibadan, South-west Nigeria: a cross-sectional survey BMC Musculoskeletal Disorders. 2010;11:12.

5. Punnett L, DH W. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004;14:13-23.

6. Kao H-W, Yu D-S, Wu C-J, Lai C-C, Lee M-S, Lo C-P, et al. Work-related Musculoskeletal Disorders among Medical Staff in a Radiology Department. J Med Sci. 2009;29(3):119-24.

7. Reid CR, McCauley Bush P, Karwowski W, Durrani SK. Occupational postural activity and lower extremity discomfort: A review. International Journal of Industrial Ergonomics. 2010;40(3):247-56.

8. Dempsey PG. Psychophysical Approach to Task Analysis. In: Marras WS, Karwowski W, editors. Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics. Second ed. London: Taylor & Francis. 2006. p. 918-48.

9. Kuiper JI, Burdorf A, Verbeek JHAM, Frings-Dresen MHW, Beek AJvd, ERA V-J. Epidemiologic evidence on manual materials handling as a risk factor for back disorders:a systematic review. International Journal of Industrial Ergonomics. 1999;24:389-404.

10. Marras WS. Managing Low Back Pain Risk in Industrially Developing Countries. In: Scott PA, ed. Ergonomics in developing regions : needs and applications. london: Taylor & Francis Group. 2009: 425-36.

11. Lei L, Dempsey PG, Xu J-g, Ge L-n, Liang Y-x. Risk factors for the prevalence of musculoskeletal disorders among chinese foundry workers. International Journal of Industrial Ergonomics. 2005; 35(3):197-204.

12. Trevelyan F.C, Legg S.J. Back pain in school children-Where to from here? Applied Ergonomics. 2006;37:45–54.

13. OSHA Technical Manual. Occupational Safety & Health Administration(OSHA); [cited 2011 17 December]; Available from: http://www. osha.gov/ dts/osta/otm/otm_vii/otm_vii_1.html.

14. Stephen B. A Guide to Manual materials Handling and Back Safety. NC Department of Labor Occupational Safety and Health Division. 2009.

15. Grimes PH. Case Study: Ambulance Paramedic Low Back Injury and Workplace Rehabilitation. New Zealand.

16. Manual handling Assessment Charts. Health and Safety Executive& Health and Safety Laboratory. 2003.

17. Waters T.R, Putz-Anderson V, Garg A. Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting

Equation: Department of Health and Human Services(NIOSH); January 1994.

18. Ghalenovi M, Akbari Taremi T, Gholi Z, Jabari K. Investigation Manual Material Handling Tasks by Revised NIOSH Lifting Equation and MAC Methods and both Comparison In a Manufacturing Company. 7th National Congress of Occupational Health & Safety. 2011.

19. Nyantumbu B. The Study Of Workrelated Musculoskeletal Disorders Amongst Workers In Brick Making Factory In South Africa. Department of Human Work Sciences ،Lule University of Technology ،Sweden. 2003.

20. Chung M.K, Kee D. Evaluation of lifting tasks frequently performed during fire brick manufacturing processes using NIOSH lifting equations. International Journal of Industrial Ergonomics. 2000; 25:423-33.

21. Burdorf A, Sorock GS. Positive and Negative Evidence of Risk Factors for Back Disorders. Scand J Work Environ Health. 1997;23:243-56.

22. Lemasters GK, Atterbury MR, Booth AD. Prevalence of Musculoskeletal Disorders in Active Union Carpenters. Occup Environ Med. 1998;55: 421-7.

23. Hashemi Habibabadi R, Mohamadi M, Mehrani E. Risk Assessment of Musculoskeletal Disorders in Charging Berth Worker by MAC Method. 7th National Congress of Occupational Health & Safety. 2011.

Comparative assessment of manual material handling using the two methods of mac and revised niosh lifting equation in a tile manufacturing company

A. Dormohammadi[1], M. Motamedzade[2], H Amjad Sardrodi[3], E. Zarei[4], M. Asghari[5]
S. Musavi[6]

Received: 2013/01/09 Revised: 2013/07/19 Accepted: 2013/09/02

Abstract

Background and aims: Manual material handling (MMH) can be lead to work-related musculoskeletal disorders and one of the most common disorders due to MMH tasks is low back pain. This study was conducted for determination of musculoskeletal disorders, assessment of MMH tasks by MAC and revised NIOSH lifting equation methods and compares the results of these two methods.

Methods: This descriptive-analytic study was conducted on 30 workers in a tile manufacturing industry in Hamadan in 2011. Nordic musculoskeletal questionnaire (NMQ) was used for determining the musculoskeletal disorders prevalence and MAC and NIOSH methods were applied for the assessment of manual material handling tasks. Finally, these two methods were compared in terms of the agreement on risk assessment outputs.

Results: Lower back, shoulder and knee symptoms were found to be the most prevalent problems among the workers studied with prevalence rate of 66.7%, 40.1% and 40% respectively in recent years. According to NIOSH equation, the loads lifted by workers were exceeding than recommended weight limit. The results showed that for both MAC and NIOSH methods risk levels were high in abrasive grinding, varnishing, furnace and packaging units. Comparison of risk assessment outputs from two applied methods showed 100% agreement.

Conclusion: Physical stress imposed on body while lifting the loads were high in all units and one of the main reasons was using fixed load handling trolley that led to high prevalence of musculoskeletal disorders in workers. This study recommends ergonomic measures for improving working conditions.

Keywords: Assessment, Manual Material Handling, MAC, NIOSH.

1. MSc of Occupational Health Eng, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
2. Associate Professor, PHD of Occupational Health Eng, Department of Occupational Health Eng, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
3. (**Corresponding author**) MSc of Occupational Health Eng, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. h.amjad65@yahoo.com
4. Educator, Department of Occupational Health Eng, Nayshabur University of Medical Sciences, Nayshabur, Iran.
5. PHD Student of Occupational Health Eng, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
6. PHD Student of Biostatistics & Epidemiology, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.