تخصیص کارهای ساختمانی میان کارگران با هدف کمینه‌سازی ریسک کاری کل بر پایه مدل دوزیس

علی محمد میثمی[۱]، حامد سلمانزاده[۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۲۳ تاریخ ویرایش: ۹۵/۰۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: برآورد میزان فشار وارد بر مهره‌های کمر در شرایط مختلف کاری همواره یکی از جنبه‌های مهم و کاربردی در مهندسی فاکتورهای انسانی در محیط‌های عمرانی و صنعتی بوده است که برآورد صحیح آن به بهبود شرایط کار و وضعیت افراد کمک فراوانی می‌کند. یکی از مسائل پیش روی کارشناسان، تخصیص بهینه نیروی انسانی به کارها و وظایف مختلف با توجه به ویژگی‌های بدنی آنهاست. هدف از پژوهش پیش رو ارائه رویکردی جهت تعیین کار مناسب برای هر کارگر ساختمانی با هدف کمینه سازی ریسک آسیب به مهره‌های کمر در کل کارها است

روش بررسی: در این مطالعه ۹ کار ساختمانی متداول انتخاب و فشار وارد بر ناحیه لومبار برای هر یک از افراد در حین انجام هر کار مورد ارزیابی قرارگرفت. بدین منشور میانگین مدت زمان قرارگیری بدن در یک پوزیشن، در طول شیفت کاری مبنای محاسبات قرار گرفت. سپس با استفاده از روش شافین و دوزیس، ریسک کاری (فشار وارد بر کمر) مرتبط با هر تخصیص محاسبه شد. در گام بعدی به منظور تخصیص بهینه کار میان افراد از یک مدل برنامه‌ریزی خطی بهره بردیم که در آن هزینه تخصیص‌ها برابر ریسک کار در نظر گرفته شده و تابع هدف مدل، کمینه سازی ریسک کل کار افراد (تخصیص‌ها) می‌باشد. در نهایت با حل مدل، توزیع کار میان افراد مشخص گردید.

یافته‌ها: از آنجا که مشخصات آنتروپومتریک افراد از صدک ۵ تا صدک ۹۵ انتخاب شده است، در این مطالعه مشخص شد که با افزایش قد و وزن، میزان ریسک اغلب کارها افزایش خواهد یافت. با این وجود با استفاده از رویکرد پیشنهاد شده، می‌توان تصمیمی اتخاذ نمود که در حین تخصیص تا حد امکان از ریسک کاری میان افراد کاسته شود.

نتیجه‌گیری: استفاده از افرادی که دارای قد و وزن بالاتری هستند، چندان در این گونه کارهای ساختمانی مناسب نبوده و تا ۲۰٪ ریسک کاری آن‌ها را افزایش خواهد داد. همچنین استفاده از روش ذکر شده برای کاهش ریسک کاری کل میان افراد می‌تواند مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: ارگونومی، ریسک کار، فشار وارد بر مهره‌های کمر، کارهای ساختمانی.

مقدمه

اهمیت بررسی و ارزیابی ارگونومیکی فشارهای فیزیکی وارده بر بدن در هنگام انجام کارهای استاتیکی بر متخصصان ارگونومی پوشیده نیست. مخصوصاً مشکلات ناحیه کمر معضل مهمی در ارتباط با سلامت کارگران در کارهای حمل و بلند کردن بارهای سنگین به شمار می‌رود [۱ و ۲]. بلند کردن بار پراسترس‌ترین فعالیت حمل دستی بار محسوب می‌شود و می‌تواند سبب ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار در کارگران گردد [۳]. دقیقاً به خاطر اهمیت این موضوع تحقیقات زیادی روی فشارهای وارد بر کمر در حین انجام کار صورت گرفته که کامل‌ترین این مقالات هر دو فاکتور شدت و مدت فشار را مورد بررسی قرار داده‌اند.

به‌عنوان مثال فرسودگی ناشی از خستگی در سواره بر آن است، توسط ویترو مورد بررسی قرار گرفته است [۴]. در مطالعات ایشان ۷۰ نمونه برای حرکات مختلف ناحیه لومبار مورد مطالعه قرار گرفته که ۳۵ مورد از آن‌ها به مطالعه مقاومت نهایی در برابر فشار پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه شامل احتمال مواجهه مهره لومبار با فرسودگی ناشی از خستگی و ارتباط آن با بزرگی فشار وارده (۲۰٪ تا ۷۰٪ حد فشار نهایی) و تعداد تکرار سیکل کار (۱ تا ۵۰۰ مرتبه) می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیقات نشان می‌دهند حد تحمل نهایی مهره ناحیه لومبار با خطای ۱ کیلو نیوتن که به تراکم استخوان ناحیه تحتانی بستگی دارد قابل‌تعیین

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.
۲- (نویسنده مسئول) استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، تهران، ایران. h.salmanzadeh@kntu.ac.ir

است.

هرچند نتایج حاصل از تحقیق فوق‌الذکر و تحقیقات مشابه بسیار ارزشمند بوده و به‌نوبه خود مورد استفاده قرار می‌گیرند لیکن روشی برای ارزیابی ریسک‌های ناشی از حمل و جابجایی بار ارائه نمی‌دهند.

در ارتباط با ارزیابی ارگونومی کارهای بدنی روش نایوش[1] به‌عنوان روشی عمومی و کاربردی به بررسی کلی و اجمالی بلند کردن و برداشتن بار می‌پردازد [۵]. همچنین روش شاخص‌های هدایت‌کننده برای ارزیابی حمل بار[2] به‌عنوان روشی پرکاربرد در زمینه ارزیابی ریسک حمل و جابجایی بار در انجام کارهای سیکلی بکار می‌رود [۶]. البته در همین راستا سلمان زاده و همکاران از این روش در ارزیابی ریسک‌های مربوط به جا به جایی و حمل بار در کارهای ساختمانی بهره برده‌اند که به دلیل ماهیت کارهای ساختمانی روش مذکور را با منطق فازی ترکیب کرده و نتایج خوبی گرفته‌اند [۷]. لازم به ذکر است که به دلیل ماهیت غیراستاندارد و همچنین غیر سیکلی بسیاری از کارهای ساختمانی استفاده از روش‌های فوق با محدودیت‌هایی مواجه می‌گردد. لذا در این مقاله سعی شده از روش شافین[3] که با دقت بالاتری شدت فشار وارده بر مهره‌های ستون فقرات را برآورد می‌کند، استفاده شود. در کنار آن با توجه به متغیر بودن مدت زمان کارهای مختلف ساختمانی در یک شیفت نیاز به راهکاری داریم تا زمان را نیز به خوبی مد نظر قرار دهد، از این رو مدل دوزیس دورتماندر و مینز[4] مورد استفاده قرار گرفته است که هر دو فاکتور شدت فشار و مدت فشار را در قالب فرمولی ریاضی لحاظ می‌کند [۸]. بدین ترتیب در تحقیق پیش رو بررسی و تعیین فشارهای بدنی کارگران با استفاده از ترکیب دو روش شافین و دوزیس مورد توجه قرار گرفته، بدین صورت که ابتدا فشار وارده به ناحیه کمر با استفاده از شبیه ساز کامپیوتری و به روش شافین محاسبه شده و در ادامه با استفاده از روش دوزیس ریسک کار در طول شیفت و در هنگام انجام مسئولیت‌های مختلف بدست آمده است [۹]. پس از آنکه با استفاده از روش دوزیس میزان ریسک کاری در هر فعالیت مشخص گردید، مدلی برای تخصیص کاری کارگران با هدف تأمین حداقل ریسک کل ارائه شده است.

روش بررسی

رویکرد برنامه‌ریزی خطی: مدل برنامه‌ریزی خطی از یک تابع هدف و تعدادی نامعادلات محدودکننده تشکیل شده است. مدل برنامه‌ریزی خطی با الگوی تخصیص منابع همزمان با تلاش برای به حداکثر (حداقل) رساندن ارزش تابع هدف، می‌تواند در کنار متغیرهای محصول، مقادیر متغیرهای نهاده را محاسبه کرده و آن‌ها را هم در تابع هدف و هم در نامعادلات محدود کننده وارد نماید [۱۰]. ارزش تابع هدف در برنامه‌ریزی اقتصادی غالباً از سود یا هزینه حاصل از ترکیب مجموعه‌ای از متغیرهاست. رابطه (۱) الگوی ساده شده تخصیص را در مدل برنامه‌ریزی خطی، با انگیزه حداقل کردن تابع هدف را نمایش می‌دهد. در این رابطه، Rij ریسک انجام کار i توسط فرد j است.

رابطه (۱) الگوی ساده شده تخصیص را در مدل برنامه‌ریزی خطی، با انگیزه حداقل کردن تابع هدف نمایش می‌دهد. در رابطه (۱)، Rij ریسک انجام کار i توسط فرد j است.

در این مدل هدف ما کاهش مجموع ریسک وارده بر گروه افراد درگیر کار است. بدین منظور از ماتریسی مربعی استفاده می‌کنیم که تعداد افراد و کارها در آن برابر است.

$$
\begin{aligned}
&\mathrm{Min} \sum \sum (R_{ij} . X_{ij}) \\
&\sum_{i} X_{ij} = 1 \qquad \forall j \qquad (۱) \\
&\sum_{j} X_{ij} = 1 \qquad \forall i \\
&X_{ij} = 0,1 \qquad \forall i, j
\end{aligned}
$$

[1] NIOSH
[2] LMM
[3] CHAFFIN
[4] DORTMUNDER-MAINZER DOSISMODELL

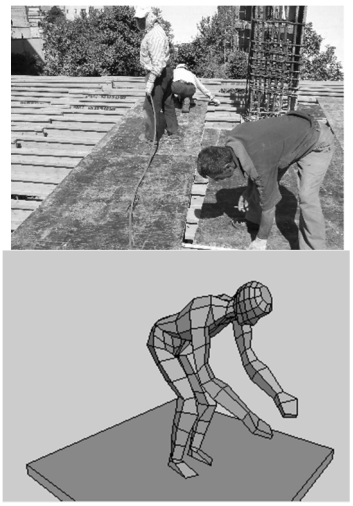
رابطه (۲) نمایانگر ماتریس مورد استفاده است که ردیف‌های آن بیان‌کننده انواع کارها و ستون‌های آن نمایانگر افراد مختلف است و درایه‌های آن نشان‌دهنده ریسک انجام کار i توسط فرد j است.

(۲)

$$\begin{bmatrix} l1 & \cdots & li & \cdots & ln \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ il & \cdots & ii & \cdots & in \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ n1 & \cdots & ni & \cdots & nn \end{bmatrix}$$

تعیین ریسک کاری مرتبط با هر فرد: برای تعیین ریسک کارهای متفاوت ابتدا به تعیین اندازه‌های آنتروپومتریکی متناسب با هر کارگر مبادرت می‌نماییم. در این پژوهش دو مقدار قد و وزن به‌عنوان مهم‌ترین عوامل آنتروپومتریکی تأثیرگذار بر فشارهای وارده به ناحیه مهره‌های L4 و L5 در نظر گرفته شده‌اند. در این مقاله ۹ کار مختلف و ۹ کارگر در نظر گرفته شده‌اند که اندازه قد و وزن این افراد در بازه صدک ۵ تا صدک ۹۵ قرار دارد. از آنجا که کارهایی که برای ساخت یک ساختمان انجام می‌شوند بسیار متنوع و گسترده‌اند در این تحقیق کارهایی که برای ساخت اسکلت بتنی یک ساختمان انجام می‌شود مدنظر قرار گرفته است. ۸ مورد از کارهای محوله به افراد، شامل انواع حالات آرماتوربندی و قالب‌بندی می‌باشد و مورد آخر شامل فشار وارده به کمر در اثر نگه‌داشتن و حمل بار به‌وسیله فرقون است.

برای محاسبه فشارهای وارده به ناحیه کمر، با استفاده از مطالعات میدانی و شبیه‌سازی موقعیت بدنی افراد به کمک نرم‌افزار ارگونومی سه‌بعدی اس اس پی پی فشار وارده به ناحیه L4 و L5 در هرکار و برای هر فرد محاسبه شد. در شکل ۱ حالت نصب پلایوود در تصویر و شبیه‌سازی آن در رایانه نمایش داده شده است.



شکل ۱- تصویر واقعی و شبیه سازی نصب پلایوود

در ادامه میزان ساعاتی از شیفت کاری که فرد در موقعیت مورد نظر قرار داشت محاسبه شد. بدین منظور با استفاده از مطالعات میدانی، میانگین قرارگیری هر فرد در یک پوزیشن در طول شیفت کاری ۸ ساعته مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. از آنجا که تنوع کارهای ساختمانی بالاست، لذا این میانگین‌گیری برای یک شیفت کاری محاسبه شده است. در جدول شماره ۱ مدت زمان انجام هر کار در طول شیفت ۸ ساعته نمایش داده شده است.

پس از محاسبه مدت زمان قرارگیری در هر موقعیت، مقدار ریسک محاسبه شده برای هر فرد با توجه به فرمول دوزیس که در رابطه ۳ آمده است محاسبه می‌گردد.

$$D = \sqrt{\frac{\sum F^2 t}{8h}} \qquad (۳)$$

در رابطه شماره ۳، F میزان فشار وارده به کمر بر

جدول ۱- مدت زمان انجام فعالیت در شیفت

کار	کار۱	کار۲	کار۳	کار۴	کار۵	کار۶	کار۷	کار۸	کار۹
مدت زمان	۴ساعت	۴ساعت	۴ساعت	۴ساعت	۴ساعت	۴ساعت	۲ساعت	۴ساعت	۴ساعت

جدول ۲- نیروی وارده به کمر افراد (برحسب نیوتن) در انجام کارهای مختلف

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
نیرو(N)	۴۰۲,۹	۳۹۹,۲	۴۲۶,۸	۴۲۵,۱	.۴۱۷۶	۴۳۷,۹	۳۹۹,۴	۴۰۰,۹	۴۰۴,۶	۴۰۸,۹	۳۹۱,۰	۴۳۳,۱	۴۲۷,۰	۳۹۵,۴	۴۲۵,۶

حسب نیوتن، t مدت زمان اعمال نیرو در طول شیفت است (که از جدول ۱ آمده) و D هم میزان ریسک کار است. در صورتی که ریسک محاسبه شده برای یک شیفت بزرگتر از ۵/۵ کیلو نیوتن باشد روش انجام کار سبب آسیب‌های جدی به فرد شده و نیاز به اتخاذ شیوه‌ای متفاوت برای انجام کار است.

یافته‌ها

ابتدا ۹ کار مد نظر قرار گرفته برای بررسی در این پژوهش که در حوزه ساختمانی‌اند به شرح زیر معرفی می‌گردند:

الف) آرماتوربندی در حالات
نشسته و رو به رو (کار ۱)
نشسته و در ارتفاع بالای شانه (کار ۲)
ایستاده و بالای سر (کار ۳)
ایستاده و در ارتفاع شانه (کار ۴)
چمباتمه و پایین (کار ۵)
ایستاده و در ارتفاع کمر (کار ۶)

ب) پلای وود گذاری سقف، کمر در حالت خم به جلو (کار ۷)

ج) نصب تیرهای H20 بر روی جک، ایستاده و در بالای سر (کار ۸)

د) حمل با فرقون (کار ۹)

در ادامه تصاویری به‌صورت نمونه از کارهای ذکر شده ارائه شده است.

محاسبه باری که در هنگام انجام کار بر فرد اعمال می‌شود توسط آزمایشات و به کمک نیروسنج اندازه‌گیری شده است. به منظور افزایش دقت محاسبات، هر اندازه‌گیری ۱۵ مرتبه انجام شد و نتایج آزمایشات مورد ارزیابی قرار گرفت و میانگین آن‌ها مبنای سایر مراحل قرار گرفت. برای نمونه نتایج ارزیابی کار ۱ برای نفر اول در جدول شماره ۲ آمده است. همچنین ۹ فردی که برای انجام این آزمایش انتخاب شده‌اند دارای ابعاد آنتروپومتری بین صدک ۵ تا صدک ۹۵ هستند که این ملاحظه هم برای بررسی اثر ابعاد آنتروپومتریک در ریسک کاری کارگران در کارهای مختلف مد نظر قرار گرفته است. فشار کاری مرتبط با هر کار و هر نفر (نیروی وارد به کمر) که از میانگین آزمایشات حاصل شده، در جدول شماره ۳ آمده است. پس از تعیین نیروی وارد بر کمر برای افراد و کارهای مختلف، می‌توان میزان ریسک کاری را در

آرماتوربندی در حالت چمباتمه و پایین

آرماتوربندی ایستاده و در ارتفاع شانه

آرماتوربندی ایستاده و در ارتفاع کمر

شکل ۲- نمونه‌هایی از کارهای ساختمانی توسط کارگران

جدول ۳- نیروی وارده به کمر افراد (برحسب نیوتن) در انجام کارهای مختلف

نفر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
قد(cm)	۱۶۷	۱۷۰	۱۷۳	۱۷۵	۱۷۷	۱۷۸	۱۸۰	۱۸۵	۱۸۸
وزن(kg)	۵۷	۶۲	۶۶	۷۰	۷۵	۸۰	۹۰	۹۵	۹۸
کار۱	۴۱۳,۰	۴۲۰,۷	۴۲۷,۸	۴۳۳,۲	۴۳۹,۰	۴۴۳,۰	۴۵۱,۰	۴۶۱,۸	۴۶۸,۲
کار۲	۱۴۰,۵	۱۴۲,۵	۱۴۴,۴	۱۴۵,۵	۱۴۶,۶	۱۴۷,۰	۱۴۷,۶	۱۵۰,۳	۱۵۱,۹
کار۳	۵۰,۷	۵۱,۶	۵۲,۴	۵۳,۰	۵۳,۵	۵۳,۹	۵۴,۵	۵۵,۳	۵۵,۸
کار۴	۸۷,۲	۹۱,۵	۹۵,۱	۹۸,۴	۱۰۲,۴	۱۰۶,۰	۱۱۳,۱	۱۱۸,۲	۱۲۱,۳
کار۵	۲۲۰,۹	۲۳۸,۵	۲۵۳,۶	۲۶۷,۷	۲۸۴,۹	۳۰۱,۰	۳۳۳,۵	۳۵۶,۸	۳۷۱,۱
کار۶	۵۱,۳	۵۴,۵	۵۷,۱	۵۹,۶	۶۲,۶	۶۵,۴	۷۱,۱	۷۴,۷	۷۶,۹
کار۷	۳۵۴,۰	۳۷۳,۷	۴۹۱,۴	۴۰۵,۹	۴۲۲,۴	۴۳۵,۶	۴۶۱,۷	۴۸۷,۹	۵۰۳,۵
کار۸	۵۰,۷	۵۱,۶	۵۲,۴	۵۳,۰	۵۳,۵	۵۳,۹	۵۴,۵	۵۵,۳	۵۵,۸
کار۹	۵۵۳,۱	۵۶۵,۸	۵۷۷,۱	۵۸۶,۰	۵۹۵,۹	۶۰۳,۵	۶۱۸,۲	۶۴۵,۷	۶۶۴,۶

طول شیفت کاری بر اساس روش دوزیس تعیین نمود. این محاسبات که مطابق با فرمول رابطه ۳ صورت پذیرفته در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. مدل بهینه‌سازی متناظر با مثال بالا توسط نرم‌افزار لینگو ۱۱[۶]حل گردیده و جواب بهینه حاصل از آن محاسبه شده است.

جواب بهینه بدست آمده در جدول ۴ با رنگ تیره نشان داده شده است. با توجه به محاسبات انجام شده، درمی‌یابیم که با افزایش ابعاد آنتروپومتریک افراد، ریسک کاری آن‌ها در فعالیت‌های انتخاب شده افزایش می‌یابد. این افزایش در کارهای مختلف متفاوت است، اما تا ۴۰٪ میان فرد صدک ۵ و فرد صدک ۹۵ تفاوت ایجاد می‌شود. علی‌رغم این موضوع، محاسبات نشان می‌دهد که ریسک هیچ‌کدام از کارها فراتر از حد ۵,۵ کیلو نیوتن نرفته و در محدوده مجاز قرار دارند که این به دلیل نسبت کم قرارگیری در یک حالت به نسبت زمان کل شیفت است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که

جدول ۴- ریسک متناسب با هر فرد و هر کار

نفر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
قد	۱۶۷	۱۷۰	۱۷۳	۱۷۵	۱۷۷	۱۷۸	۱۸۰	۱۸۵	۱۸۸
وزن	۵۷	۶۲	۶۶	۷۰	۷۵	۸۰	۹۰	۹۵	۹۸
کار۱	۲۹۲,۰	۲۹۷,۵	۳۰۲,۵	۳۰۶,۳	۳۱۰,۴	۳۱۳,۲	۳۱۸,۹	۳۲۶,۵	۳۳۱,۱
کار۲	۹۹,۳	۱۰۰,۸	۱۰۲,۱	۱۰۲,۹	۱۰۳,۷	۱۰۳,۹	۱۰۴,۴	۱۰۶,۳	۱۰۷,۴
کار۳	۲۵,۴	۲۵,۸	۲۶,۲	۲۶,۵	۲۶,۸	۲۷,۰	۲۷,۳	۲۷,۷	۲۷,۹
کار۴	۶۱,۷	۶۴,۷	۶۷,۲	۶۹,۶	۷۲,۴	۷۵,۰	۸۰,۰	۸۳,۶	۸۵,۸
کار۵	۱۹۱,۳	۲۰۶,۵	۲۱۹,۶	۲۳۱,۸	۲۴۶,۷	۲۶۰,۷	۲۸۸,۸	۳۰۹,۰	۳۲۱,۴
کار۶	۴۰,۶	۴۳,۱	۴۵,۱	۴۷,۱	۴۹,۵	۵۱,۷	۵۶,۲	۵۹,۱	۶۰,۸
کار۷	۳۱۷,۰	۳۳۲,۶	۳۴۶,۶	۳۵۸,۱	۳۷۱,۱	۳۸۱,۵	۴۰۲,۲	۴۲۲,۹	۴۳۵,۲
کار۸	۲۵,۴	۲۵,۸	۲۶,۲	۲۶,۵	۲۶,۸	۲۷,۰	۲۷,۳	۲۷,۷	۲۷,۹
کار۹	۳۳۸,۷	۳۴۶,۵	۳۵۳,۴	۳۵۸,۹	۳۶۴,۹	۳۶۹,۶	۳۷۸,۶	۳۹۵,۴	۴۰۷,۰

کمترین ریسک کاری مربوط به آرماتوربندی در حالت ایستاده و بالای سر و نصب تیر ایستاده و بالای سر توسط فرد دارای ابعاد صدک ۵ است که میزان این ریسک برابر ۲۵,۴ است. همچنین بالاترین ریسک کاری مربوط به کار پلای وود گذاری سقف در حالت خم به جلو و توسط فردی با ابعاد آنتروپومتری صدک ۹۵ است و میزان آن برابر ۴۳۵,۲ است. با توجه به اینکه در مطالعات قبلی بیشتر بر روش‌های اندازه‌گیری ریسک یک کار به‌خصوص تمرکز شده بود و توزیع چند کار میان چند نفر مد نظر قرار نگرفته بود، در مقاله حاضر تلاش نمودیم تا تلفیقی از مباحث ارگونومیک با مبحث مدیریت پروژه و تخصیص منابع را مورد مطالعه قرار دهیم. با توجه به تابع هدف مورد بررسی نتیجه حاصل شده کمترین مقدار ریسک کار را برای کل گروه افراد تعیین می‌کند حال‌آنکه ممکن است در میان این گروه فشار کار به‌صورت یکنواخت و عادلانه توزیع نشده باشد. به‌طوری‌که یک فرد کاری سبک‌تر و فرد دیگر کاری با ریسک بالا انجام دهد. برای این کار لازم است افراد مختلف کارهای مختلفی را انجام دهند که از لحاظ سازمان‌دهی می‌تواند با محدودیت‌هایی همراه باشد که سعی می‌شود در تحقیقات آتی با تغییر تابع هدف و محدودیت‌ها به پاسخ مناسب‌تری دست پیدا کرد.

منابع

1. Chan OY, Tan KA. Study of lumbar disc pathology among a group of dockworkers. Annals of the Academy of Medicine, Singapore. 1979 Jan;8(1):81-5.

2. Jäger M, Jordan C, Theilmeier A, Wortmann N, Kuhn S, Nienhaus A, Luttmann A. Lumbar-load analysis of manual patient-handling activities for biomechanical overload prevention among healthcare workers. Annals of occupational hygiene. 2013 May 1;57(4):528-44.

3. Motamedzade M, Dormohammadi A, Amjad Sardrodi H, Zarei E, Dormohammadi R. The role of ergonomic design and application of NIOSH method in improving the safety of load lifting tasks. Arak Medical University Journal. 2013 Sep 15;16(6):0.

4. Brinckmann P, Biggemann M, Hilweg D. Fatigue fracture of human lumbar vertebrae. Clinical biomechanics. 1988 Dec 31;3:i-S23.

5. Jäger M, Luttmann A. Critical survey on the biomechanical criterion in the NIOSH method for the design and evaluation of manual lifting tasks. International journal of industrial ergonomics. 1999 Mar 15;23(4):331-7.

6. Walch D, Galka S, Günthner WA. Zwei auf einen Streich–Integrative Planung von Kommissionierprozessen durch die Kombination von MTM und der Leitmerkmalmethode. Produktivität im Betrieb. Stuttgart: Ergonomia Verlag. 2009:249-53.

7. Salmanzadeh H, Rahmani M, Alaee F, Landau K. Fuzzy group decision making approach for ranking work stations based on phisical pressure. Iranian Rehabilitation Journal. 2014 Jun 15;12(20):61-70.

8. Liebers F, Caffier G. Anmerkungen zum Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) als Verfahren zur retrospektiven Beurteilung der beruflichen Exposition gegenüber Lastenhandhabung und Arbeiten in

9. Jia B, Nussbaum MA, Agnew MJ. A Stimulation Method to Assess the Contractile Status of the Lumbar Extensors in a Seated Posture. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries. 2014 May 1.

10. Asgharpour MJ. Linear programming application, 1. Tehran university; 1985, 420p.[Persian]

Assigning construction tasks among a group of workers with respect to minimizing total work risk on the base of DOISIS-MODEL

Ali Mohammad Maysami[1], Hamed Salmanzadeh[2]

Received: 2015/09/14 Revised: 2016/05/07 Accepted: 2016/08/18

Abstract

Background and aims: Evaluation of physical pressure during different working conditions is one of the important and applicable aspects of human factors engineering at industrial and construction environments. Accurate calculation of physical pressure helps to improve working condition and status of workers. One of the challenges that experts faced with is the optimal assignment of human resources to the diverse tasks with respect to physical features of them.

Methods: In this study, we chose 9 casual construction works to clarify our subject. Then we measure the pressure on lumbar area for all people during different position. In order to measuring the pressure, we assume average time that each person be in the different position in a single shift. After that we calculate work risks by means of Chaffin and Doisis model. At the next step in order to assign work to workers we use a linear programming model at which the cost of assignments is equal to work risks and the objective function is to minimize total work risk. Finally, by solving the model, best assignment is achieved.

Results: Since we choose 5th percentiles to 95th percentiles anthropometric features, we find out that by increasing height and weight, the risk of all works increases too. However, by means of proposed method, we can make a decision that minimizes person's work risk.

Conclusion: Persons that has higher anthropometric features are not suitable for these kinds of construction works and their risk increases up to 20% with respect to other ones. Also using mentioned method for decreasing total work risk among people is made benefits.

Keywords: Ergonomic, Work risk, Assignment, Lumbar pressure.

1. Department of Industrial Engineering, Khaje Nasir Toosi University, Tehran, Iran.

2. (**Corresponding author**) Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Khaje Nasir Toosi University, Tehran, Iran. h.salmanzadeh @kntu.ac.ir