مروری بر لزوم بکارگیری ماشین سنگ جمع کن در مزارع با بررسی ارگونومیکی توانایی انسان معمولی در جابجایی اجسام

مسعود آذین ، محسن شمسی، محمدعلی رستمی

ایمیل : masoud.azin@gmail.com

چکیده

تحقیق پیش رو به منظور بررسی توانایی یک فرد معمولی از لحاظ ارگونومی بدن برای حمل بار و جابجایی اجسام انجام شد. در این پژوهش با بررسی آیین نامه های بهداشتی و یکسری مقالات مربوط به این رشته و مدلسازی سنگ در نرم افزار Solidworks و داده‌گیری از یک نرم‌افزار آنلاین مربوط به ایمنی کار، اطلاعاتی بدست آمد که نشان از بحران ایمنی و بهداشت در کارهای صنعتی، عمرانی و کشاورزی بوده و حضور یک ماشین با توانایی بیشتر از انسان، در این کار ضروری شمرده شد.

کلمات کلیدی: ارگونومی – توانایی انسان – جابجایی اجسام – سنگ جمع‌کن

مقدمه

در کارگاهها صنعتی، زمینهای کشاورزی، مزارع و محل احداث ساختمانها همواره نیاز به حمل و انتقال وجمع‌آوری اشیاء و وسائل با جرم‌های مختلف بوده، که این امر همراه با محدودیتهایی از سوی کارگران، کارفرمایان، ارگانهای بهداشتی و علوم پزشکی همراه است. با نظر به آیین نامه حمل دستی بار، که در سال ۱۳۹۰ از سوی مرکز سلامت کار وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی ابلاغ شده است، یک سری معیار و قوانین برای حمل و جابجایی بار توسط اشخاص تعیین گردیده که در صورت بروز خلاف با کارفرما برخوردهای قانونی خواهد شد. نرم افزاری با نام WorkSafeBC Lift-Lower Calculator توسط محققان دانشگاه بریتیش کلمبیا[۱] و مهاوک کالج[۲] کانادا تایید گردیده که از روی ارگونومی و حالت بدن انسان و فاصله جسم در راستای عمودی و فاصله حمل و همچنین از روی جرم جسم و در نهایت با وارد کردن سیکل انجام کار و مدت زمان آن می توان احتمال ریسک و خطری که برای بدن به وجود می‌آید را پیش بینی کرد (پزشکی، ۱۳۹۰؛ طوری و مقدم، ۱۳۸۷).

یکی از معضلات بهداشتی که از دیدگاه اصول ارگونومی قابل بررسی است حمل دستی بار می‌باشد. در اکثر صنایع کشور و حتی در امور غیرشغلی به دفعات زیاد جابجایی دستی کالا و بلند کردن بار (Manual Lifting) اتفاق می‌افتد و این امر یکی از دلایل مهم برای بروز کمردرد می‌باشد. از این رو عدم توجه به این مهم نه تنها از نظر سلامت و ایمنی شغلی کارگران باعث بروز مشکلات

[۱] British Columbia

[۲] Mohawk College

جسمانی می‌شود بلکه از دیدگاه اقتصادی نیز به بروز خسارت‌های مالی منجر می‌گردد(پزشکی، ۱۳۹۰). در کارخانجات ایران مشکل جدی حمل اجسام و کمردردهای ناشی از آن وجود دارد (دهقان منشادی و همکاران، ۱۳۸۲؛ عزیزپور و همکاران، ۱۳۹۳).

به گزارش سازمان نایوش (NIOSH) در آمریکا (۱۹۸۱) بیشتر از ۶۰٪ مشکلات ستون فقرات مربوط به کمر درد می‌باشد و سالانه حدود نیم میلیون کارگر در آمریکا به درجات مختلف به اینگونه صدمات مبتلا می‌شوند. این گزارش حاکی از این حقیقت است که در حدود ۶۰٪ غرامت‌های ناشی از صدمات جسمانی در بلند کردن دستی بار و حدود ۲۰٪ در هل دادن و کشیدن بار اتفاق می‌افتد. کمیسیون ایمنی و بهداشت انگلستان گزارش کرده است که بیش از ۲۵٪ حوادث مربوط به جابجایی دستی کالا بوده است (Briger, 2008).

یکی از مسائل مهم، جمع آوری سنگهای بزرگ از رودخانه ها وبیابان برای دیوار کشی و ساختمان سازی و همچنین جمع‌آوری از سطح مزرعه است که باید جهت جلوگیری از برخورد آنها با ادوات و انجام عملیات کشاورزی، آن را به انجام رسانید (منصوری راد، ۱۳۸۵). با توجه به وسعت زیاد مزارع و همچنین جرم و جرم مخصوص زیاد برخی از این سنگها (جدول ۱) نیاز به وجود یک دستگاه برای جابجایی آنهاست. در پی بررسی نیاز یکسری عوامل و همانگونه که بدان اشاره شد، حمل بار توسط فرد معمولی بسیار مشکل و طاقت فرسا و گاهاً با عارضه های فیزیکی روی بدن همراه است. لذا در این پژوهش سعی بر آن شد که بتوان این مشکل را بررسی و راه حلی جهت جلوگیری از آن معرفی کرد.

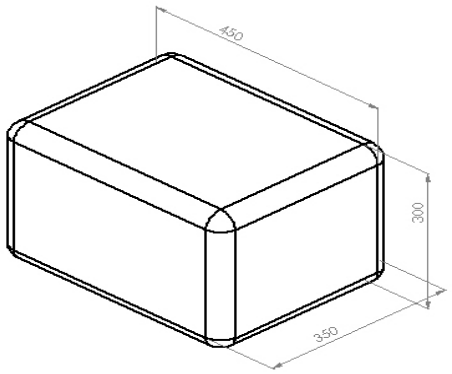
جدول ۱ – وزن مخصوص انواع سنگ

نوع سنگ	وزن مخصوص (kg/m^3)
گرانیت	۲۸۰۰
دیوریت– گابرو	۳۰۰۰
بازالت– ملافیر	۳۰۰۰
کفسنگ (توف)	۲۰۰۰
سنگهای اذرین ماگماتیک	۲۸۰۰
سنگهای آتشفشانی	۲۸۰۰
توفهای آتشفشانی	۱۶۰۰
تراورتن	۲۵۰۰
گنایس	۲۸۰۰
شیست	۲۸۰۰
ماسه سنگ	۲۷۰۰
مارل	۲۳۰۰
سنگ آهک متخلخل	۲۰۰۰
سنگ آهک آبی	۲۴۰۰

سنگ آهک سخت	۲۷۰۰
دولومیت	۲۸۰۰
سنگ مرمر	۲۷۰۰
تخته سنگ های رسی	۲۶۰۰

مواد و روش ها

شکل بدن (حالت ایستاده، نشسته، زانو زده و یا فقط کار عضلات دست)، نحوه اعمال نیرو به جسم (کشیدن، حل دادن، از جا بلند کردن)، تعداد دفعات تکرار کار در مدت زمان مشخص، تعدد سیکل انجام آن و مدت زمان استراحتهای بین آن از جمله عواملی هستند که می‌توانند خستگی و از کار افتادگی عضلات بدن را موجب شوند. در اینجا شیء مورد نظر سنگ انتخاب گردید. در ابتدا مقدار تقریبی جرم سنگهای طبیعی با بررسی چگالی سنگها و مدلسازی چند سنگ مختلف با ابعاد و اندازه های متفاوت در نرم افزار Solidworks نسخه ۲۰۱۴ انجام شد (شکل ۱). چگالی سنگها به طور متوسط از روی چگالی چندین سنگ طبیعی با رجوع به منابع زمین‌شناسی و مقررات ملی ساختمان به دست آمد (جدول ۱).



شکل ۱ – مدل شبیه سازی شده در نرم افزار Solidworks

این نمونه که چگالی متوسط برای آن برابر ۲۵۰۰ kg/m^3 در نظر گرفته شده و با ابعاد نشان داده شده در شکل ۱ جرمی معادل۱۱۶,۰۹۰ kg برای آن بدست آمد. حال آنکه جابجایی چنین سنگی با دست که نه ریسک بالا بلکه غیر ممکن می باشد. جرم یا حجم سنگ حتی اگر به مقدار ۱/۴ جرم بدست آمده در مدل فوق کاهش پیدا کند و به مقدار ۲۹,۰۲۲kg برسد باز هم غیر قابل حمل بودن سنگ توسط شخص معمولی امری بدیهی است. در ادامه با رجوع به منابع علم پزشکی و استفاده از نرم افزار محاسبه ریسک که در اکثر نقاط دنیا و علی الخصوص در بهداشت صنعت ایران نیز مورد تایید است و تحت عنوان WorkSafeBC Lift-Lower Calculator نامگذاری شده است استفاده می‌گردد (پزشکی، ۱۳۹۰). این نرم افزار بصورت آنلاین در اختیار کاربر قرار گرفته و به دو صورت عمل می کند: یکی با دریافت شرایط کار، جرم مجاز را برای حمل، کشیدن یا هل دادن محاسبه می کند (شکل ۳).

دوم اینکه مقدار جرم را به همراه شرایط کار دریافت کرده (شکل ۴) و خطر پذیری یا ریسک را اعلام می‌کند (http://www2.worksafebc.com).

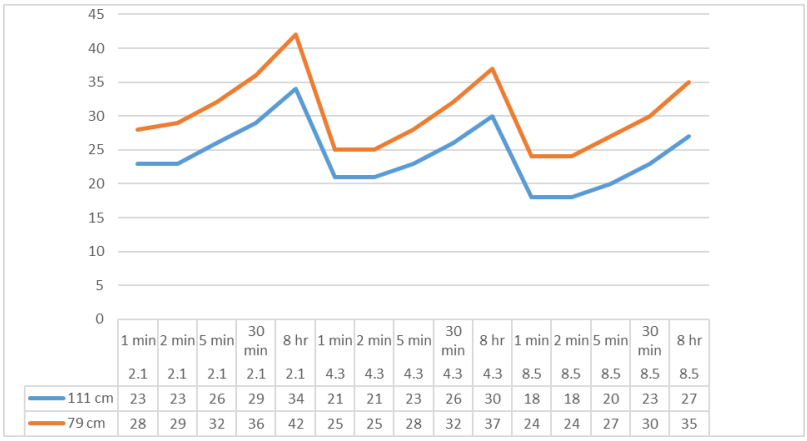
نتایج و بحث

با توجه به جرم‌های به دست آمده از نرم‌افزار آنلاین (جدول ۲) که مبنای کار قرار گرفت حداکثر جرم ۴۲kg بوده که باید در شرایط ارتفاع ۷۹cm از سطح زمین و با طول حمل ۲,۱ m و حد اقل هر ۸ hr یکبار تکرار آن را حمل کرد. این ساده ترین حالت ممکن و در بهترین شرایط است. یعنی اینکه با توجه به ورودیهای نرم افزار، هم مسافت طی شده کمترین مقدار را دارد و از طرفی

جدول ۲ – نتایج به دست آمده از نرم افزار آنلاین WorkSafeBC Lift-Lower Calculator

حداکثر جرم پیشنهادی برای حمل (kg)	فاصله بین تکرار حمل	طول مسیر حمل (m)	ارتفاع حین حمل از سطح زمین (cm)
۲۸	۱ min	۲,۱	۷۹
۲۹	۲ min	۲,۱	۷۹
۳۲	۵ min	۲,۱	۷۹
۳۶	۳۰ min	۲,۱	۷۹
۴۲	۸ hr	۲,۱	۷۹
۲۵	۱ min	۴,۳	۷۹
۲۵	۲ min	۴,۳	۷۹
۲۸	۵ min	۴,۳	۷۹
۳۲	۳۰ min	۴,۳	۷۹
۳۷	۸ hr	۴,۳	۷۹
۲۴	۱ min	۸,۵	۷۹
۲۴	۲ min	۸,۵	۷۹
۲۷	۵ min	۸,۵	۷۹
۳۰	۳۰ min	۸,۵	۷۹
۳۵	۸ hr	۸,۵	۷۹
۲۳	۱ min	۲,۱	۱۱۱
۲۳	۲ min	۲,۱	۱۱۱
۲۶	۵ min	۲,۱	۱۱۱
۲۹	۳۰ min	۲,۱	۱۱۱
۳۴	۸ hr	۲,۱	۱۱۱
۲۱	۱ min	۴,۳	۱۱۱
۲۱	۲ min	۴,۳	۱۱۱
۲۳	۵ min	۴,۳	۱۱۱
۲۶	۳۰ min	۴,۳	۱۱۱
۳۰	۸ hr	۴,۳	۱۱۱
۱۸	۱ min	۸,۵	۱۱۱
۱۸	۲ min	۸,۵	۱۱۱
۲۰	۵ min	۸,۵	۱۱۱
۲۳	۳۰ min	۸,۵	۱۱۱
۲۷	۸ hr	۸,۵	۱۱۱

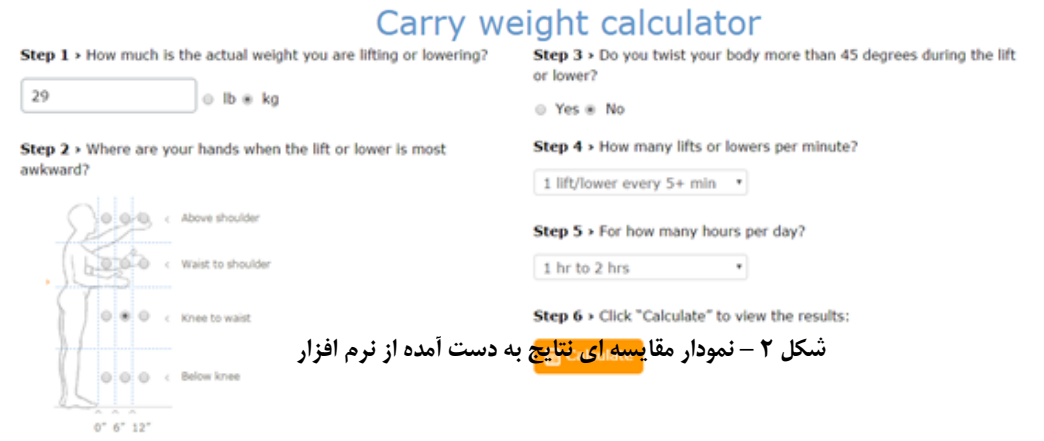
ارتفاع ۷۹cm از سطح زمین وضعیتی است که برای شخص حامل کمترین سختی را به همراه دارد و در آخر مدت زمان استراحت ۸hr است. حال آنکه اگر شرایط را برای جمع آوری از کف رودخانه در نظر بگیریم، ارتفاع حمل از سطح زمین برای راحتی کار حامل ۷۹ cm ، طول مسیر جدا از پستی و بلندی های کف رودخانه و مسیر حمل، حدود ۸,۵ m و سیکل انجام کار را ۵ min فرض کنیم با توجه به جدول و داده‌ها مقدار حداکثر جرم پیشنهادی ۲۷ kg به دست می‌آید که این مقدار از ۱/۴ جرمی به دست آمده در مدلسازی (۲۹ kg) نیز کمتر است. اگر فرض دیگری را بر مبنای جمع‌آوری سنگ در بیابان و یا سطح مزرعه در نظر بگیریم و ورودی های نرم افزار یعنی ارتفاع حمل از سطح زمین را ۷۹ cm ، طول مسیر ۴,۳ m و سیکل تکرار کار را ۵ min م، حداکثر جرم مجاز برابر با kg



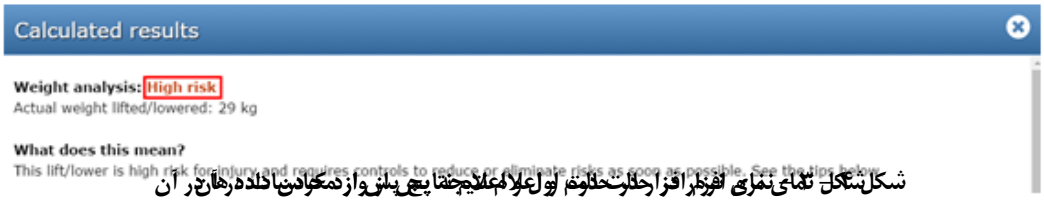
	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr
	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
111 cm	23	23	26	29	34	21	21	23	26	30	18	18	20	23	27
79 cm	28	29	32	36	42	25	25	28	32	37	24	24	27	30	35

۲۸ بدست خواهد آمد که باز هم از جرم ۲۹,۰۲۲kg کمتر می‌شود.

در حالت دوم که باید وضعیت بدن و جرم مورد نظر را در نرم‌افزار بصورت شکل ۴ وارد کرده و نتیجه را مشاهده می‌کردیم، مقدار حداکثر جرم مجاز را ۲۹ kg و با توجه به داده های جدول ۲ و اختلاف مشهود در شکل۲ و جرمهای مجاز بدست آمده در ارتفاع



شکل ۲ – نمودار مقایسه ای نتایج به دست آمده از نرم افزار



شکل۳ نمای نرم افزار حاوی خلاصه ای از اطلاعات ورودی و خروجی

۷۹cm که مقدار بیشتری داشتند، ارتفاع را روی ناحیه شکم که راحت ترین حالت در وضعیت ایستاده برای حمل و چرخش در حین حمل را "خیر" گذاشتیم چونکه در این قسمت نرم افزار برای حالتی که اگر شخص در حین حرکت به چپ و راست حرکت داشته باشد دوگزینه "بله" یا "خیر" دارد و در وضعیت خیر مسلماً کار راحت تر است. مدت زمان سیکل انجام کار را روی ۵ دقیقه و مدت زمان کار در طول روز را روی hr ۱–۲ قرار داده (شکل ۳)، نتیجه نرم‌افزار، ریسک بالا را نشان داد.

در نهایت بررسی های به عمل آمده از نظر ایمنی و بهداشت، حکایت از سختی کار داشته و جمع آوری سنگ‌ها به صورت دستی معضلی جدی برای کارهای عمرانی و کشاورزی است. مخصوصاً در جاهایی که دسترسی به ماشینهای عمرانی و راهسازی مقدور نیست. نکته دیگر اینکه در اینجا نمونه انتخابی و مدلسازی شده از تخته سنگی به شکل مکعب مستطیل بود حال آنکه سنگهای کف رودخانه، دامنه کوهها و سطح مزرعه دارای اشکال هندسی نامنظم بوده و اصطلاحاً بدبار هستند و جابجایی آنها با سختی بیشتری همراه است.

نتیجه گیری

لازم به ذکر است که کشور ایران با مشکل جدی در محیط کار برای حمل اجسام روبرو است و در بسیاری از کارگاهها میزان حمل بار توسط کارگر بیش از حد مجاز است و موجب کمردردهای مزمن شده است (دهقان منشادی و همکاران، ۱۳۸۲). از این رو و با داده های نرم افزاری که توسط وبسایتهای معتبر تهیه شده، حمل دستی بار و آنچه در اینجا ملاک کار ما بود یعنی سنگ، بطور مشخص در یک بحران سلامت قرار داریم و در مرحله تشخیص نیاز می توان طراحی یک ماشین جهت حمل آن را در دستور کار قرار داد و از آن برای حل مشکل در کارهای صنعتی، عمرانی و کشاورزی بهره جست. چرا که چنین ماشینی هم می‌تواند سختی کار را رفع کند و از طرفی سرعت انجام کار را بهبود بخشد.

منابع

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. ۱۳۹۰ راهنمای شناسایی و ارزیابی کیفی ریسک فاکتورهای محیط کار از دیدگاه ارگونومی

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. ۱۳۹۰ آیین نامه بهداشتی حمل دستی بار

دهقان منشادی ف, قاسمی م, سلطانی ا ر, پاشایی ب. ۱۳۸۲. بررسی درصد شیوع کمردرد و تعدادی از عوامل فردی و شغلی مرتبط با آن در کارگران مرد شاغل در یکی از کارخانجات خودروسازی تهران. فصلنامه دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی ۵۸–۲:۴۹.

طوری ق, مقدم ب. ۱۳۸۷. کاهش سطح ریسک در یک ایستگاه حمل بشکه با استفاده از مداخله ارگونومیک در شرکت پارس خودرو. نخستین کنفرانس بین المللی ارگونومی ایران.

عزیزپور ی, همتی ف ا, سایه میری ک. ۱۳۹۳. بررسی میزان شیوع کمردرددرطی یک سال در ایران: مطالعه مرور سیستماتیک و متاآنالیز. سلامت کار ایران ۱:۱۱-۱۲.

منصوری راد د. ۱۳۸۵. تراکتور و ماشینهای کشاورزی (جلد دوم).

۱۳۸۸ .مقررات ملی ساختمان مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان.

(http://www.mohawkcollege.ca/Page5110.aspx)

(http://www2.worksafebc.com)

Bridger R. 2008. Introduction to Ergonomics. CRC Press.