Assessing the recommended weight limit in manual carrying of loads in packaging lines of a factory in Qazvin

S. Varmazyar* HS. Sayrafi** A. Nikpay***

* Instructor of Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin and PhD student of Occupational Health in Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
** BSc. of Occupational Health
*** Assistant Professor of Occupational Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Abstract

Background: Manual carrying of loads is one of the most important causes of occupational lumbago in workplaces. The reasons for application of recommended weight limit is due to injuries frequently occur in workers while pushing or conveying objects.

Objective: The aim of this research was to assess the recommended weight limit in manual carrying of loads using NIOSH standard in Packaging lines of a factory within the industrial city of Qazvin.

Methods: This was a descriptive cross-sectional study carried out in one of the factories of industrial city of Qazvin in 2008. Three palette workers who were selected randomly included in our study. On each palette, cartons were arranged in 4 rows each containing 16 cartons. From 16 points on each row, 8 points were selected for assessment. Later, through determination of the multipliers of load lifting, the RWL (resistible weight limit), which is the final product of this equation, was obtained and the LI (lifting index) of each worker calculated. Calculations (definition of variables and coefficients as well as calculation of RWL and LI) and drawing of diagrams were performed using Excel program.

Findings: Considering the recommended RWL, the box weight used in this study (15 kg) was heavier than the recommended weight limit (9.55 kg for origin and 7.33 kg for destination) and the LI was excited in all cases.

Conclusion: By correcting the coefficients associated with load lifting height, distance of load displacement, and turning angle of the body, the LI can decrease to a great extent.

Keywords: Ergonomics, Resistible Weight Limit, Load Lifting Index

Corresponding Author: Sakineh Varmazyar, Department of Occupational Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran
Tel: +98-9126099188
Email: Sepidehvar2005@yahoo.com
Received: 8 Dec 2009
Accepted: 8Aug 2010

تعیین حدود مجاز وزن بار در حمل دستی در خطوط بسته‌بندی یکی از کارخانه‌های قزوین

سکینه ورمزیار* حدیث السادات صیرفی** دکتر احمد نیک‌پی ***

* عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قزوین و دانشجوی دکترای بهداشت حرفه‌ای دانشگاه تربیت مدرس
**کارشناس بهداشت حرفه‌ای
*** استادیار گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی قزوین

آدرس نویسنده مسئول: قزوین، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای، تلفن ۰۲۸۱-۳۳۵۵۹۵۰۱
Email: Sepidehvar2005@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱۷

چکیده

زمینه: حمل دستی بار از مهم‌ترین علل ایجاد کمردردهای شغلی محسوب می‌شود. لذا، تعیین حدود مجاز وزن بار جهت جلوگیری از آسیب‌های ناشی از جابه جا کردن و هل دادن اشیا در کارگران ضروری به نظر می‌رسد.

هدف: مطالعه به منظور تعیین حدود مجاز وزن بار در حمل دستی در خطوط بسته بندی یکی از کارخانه‌های شهر صنعتی قزوین انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مقطعی در سال ۱۳۸۷ در یکی از کارخانه‌های شهرصنعتی قزوین انجام شد. در این مطالعه سه نفر از افراد پالت گذار به صورت تصادفی انتخاب شدند. بر روی هر پالت ۴ طبقه ۱۶ تایی از کارتن‌ها چیده شد. از ۱۶ نقطه در هر طبقه، ۸ نقطه جهت ارزیابی انتخاب شدند. سپس با تعیین ضرایب بلند کردن بار و با استفاده از معادله نایوش، حد مجاز بار (RWL) به دست آمد. مقدار اندیس بلند کردن بار(LI) برای هر کارگر نیز مشخص شد. محاسبه‌ها توسط برنامه Excel انجام شد.

یافته‌ها: وزن کارتن‌های در حال جا به جایی (۱۵ کیلوگرم) نسبت به حداکثر RWL در مبدأ (۹/۵۵ کیلوگرم) و مقصد (۷/۳۳ کیلوگرم) بالاتر بود و در تمام نقاط مورد نظر، LI بیش‌تر از یک به دست آمد.

نتیجه‌گیری: با تصحیح ضرایب مربوط به ارتفاع بلند کردن بار، میزان جابه جایی کالا و زاویه چرخش تنه، می‌توان مقدار LI را تا حدود بسیار زیادی کاهش داد.

کلید واژه‌ها: تن‌سنجی، حد مجاز بار ، اندیس بلند کردن بار

مقدمه:

عوامل زیان آور مختلفی در محیط کار وجود دارند که باعث خستگی، فرسودگی و تحلیل زودرس انسان و اتلاف وقت و هزینه می‌شوند.[۱] در آغاز قرن اخیر کارگران با خطرهای ایمنی و بهداشتی بسیار قابل توجهی مواجه بوده‌اند. در این میان شرایط کار و نوع شغل کارگران نقش حیاتی در وضعیت سلامت آن‌ها ایفا می‌کنند.[۲و۳]

حمل و نقل دستی کالاها ممکن است کارگران را در معرض شرایط فیزیکی نامطلوب (اعمال نیرو، وضعیت‌های بدنی نامناسب و حرکت‌های تکراری) قرار دهد و به صدمه (کمردرد، شکستگی، ضرب دیدگی) و اتلاف انرژی و زمان منجر شود.[۴] بلندکردن بارهای سنگین نیز به عنوان یک عامل خطر مهم برای پیشرفت کمردرد است.[۵] افزایش شیوع بیماری‌های اسکلتی-عضلانی در محیط‌های کاری، با علل تن‌سنجی محیط کار ارتباط مستقیم دارند.[۶] برای رفع این گونه مشکلات، مدیریت محیط کار باید به طور مستقیم از سیستم برقراری تناسب بین نیازمندی‌های وظایف کاری و توانمندی‌های کارگران بهره گیرد.[۴]

در سال ۱۹۸۵، نایوش یک کمیته ویژه از کارشناسان را گرد هم آورد تا تحقیق‌های انجام شده در خصوص بلند کردن اجسام را مورد بازنگری قرار دهند. نتیجه این

بازنگری به روز کردن اطلاعات از جنبه‌های فیزیولوژیک، بیومکانیک، جسمی-روانی و همه‌گیر شناختی بلند کردن دستی بار و ارایه معادله بلند کردن بازنگری شده در سال ۱۹۹۱ بود.[۷] در سال ۱۹۹۴معادله‌ای از سوی سازمان نایوش با نام سیستم حمل بار با هدف کاهش میزان صدمه و عوارض ناشی از بلند کردن بار ارایه شد.[۸]

در مدل ارایه شده از سوی سازمان نایوش، متغیرهای مختلفی چون فاصله افقی، عمودی و جا به جایی بار، زاویه چرخش تنه، بسامد و جفت شدن دست بر بار (دستگیره) در تعیین میزان وزن مجاز بار استفاده قرار می‌شوند. در معادله نایوش منظور از حد توصیه شده وزنی، میزان باری است که اکثر کارگران سالم بتوانند در یک دوره زمانی معین (حداکثر ۸ ساعت) جا به جا کنند و در اثر جا به جایی آن به عوارض کمری ناشی از حمل کالا مبتلا نشوند.[۵]

در پژوهشی در سال ۲۰۰۹ وظیفه بلند کردن (قرار دادن در دستگاه برش) و پایین گذاشتن (بر روی پالت) ورقه‌های استیلی با وزن متوسط ۳۳ کیلوگرم و بسامد ۰/۲ بار در دقیقه بررسی شد و میزان وزن مجاز بار در مبدأ و مقصد با استفاده از معادله نایوش به ترتیب ۵/۷۳ و۷/۴۴ و اندیس بلند کردن بار، ۵/۸ و ۴/۴ کیلوگرم محاسبه شد.[۹]

قره گوزلو و متین نحوه بلند کردن بار و مشکلات اسکلتی-عضلانی ناشی از کار را در ۳۶ نفر از کارگران شاغل در ۱۰ معدن رو باز و صنایع وابسته کرمانشاه بررسی کردند. حد وزن توصیه شده در این مطالعه ۶/۶۹ کیلوگرم و اندیس بلند کردن بار، غیر استاندارد گزارش شد.[۱۰]

ارزیابی شاخص بلند کردن بار بر اساس حمل بار نایوش در صنایع نوشابه‌سازی اهواز نشان داد که میزان وزن توصیه شده برای هر طبقه و اندیس بلند کردن بار مستقل از بسامد به ترتیب، بیش از وزن بار و کوچک‌تر از عدد یک بود.[۸] لذا، به منظور دستیابی به تولید بیش‌تر در صنایع و رفع خسارت‌های اقتصادی ناشی از دردهای کمری بررسی نحوه عملکرد کارگران در حین بلند کردن بار و دستیابی به روش‌های اصلاحی، لازم به نظر می‌رسد. مطالعه حاضر به منظور تعیین حدود مجاز وزن بار در حمل دستی با استفاده از استاندارد نایوش در خطوط بسته‌بندی یکی از کارخانه‌های شهر صنعتی قزوین انجام شد.

* مواد و روش‌ها:

این مطالعه مقطعی در سال ۱۳۸۷ در یکی از کارخانه‌های شهر صنعتی قزوین انجام شد. در این مطالعه با توجه به این‌که سه خط تولید فعال بودند و در انتهای هر خط نیز یک نفر پالت گذار بود، بنابراین اندازه‌گیری برای هر سه نفر (هر سه پالت) انجام شد. روش تکمیل پالت‌ها به گونه‌ای بود که بر روی هر پالت ۴ طبقه ۱۶ تایی از کارتن‌ها چیده می‌شد، بنابراین هر پالت با ۶۴ کارتن که هر یک محتوی ۱۵ بطری شوینده ۱ کیلوگرمی بود، تکمیل شد. با احتساب وزن بطری‌ها و کارتن‌ها و همچنین وزن خالص ماده شوینده، وزن هر کارتن در حدود ۱۵/۲۰۰ گرم بود. سپس با تعیین ضرایب بلند کردن بار و با استفاده از معادله نایوش، حد مجاز بار(RWL) به دست آمد. مقدار اندیس بلند کردن بار (LI) برای هر کارگر نیز با فرمول زیر مشخص شد.

$$LI=L/RWL$$

LI= اندیس بلند کردن بار (بدون واحد)
L= وزن بار بر حسب کیلوگرم
RWL= حد وزن توصیه شده بر حسب کیلوگرم

حد وزن توصیه شده کالا حداکثر میزان وزن کالا تلقی می‌شود. لذا زمانی که وزن بار با RWL برابر باشد، LI برابر واحد خواهد شد و اگر LI از۱ بزرگ‌تر شود به معنای این است که وزن بار بیش از حد استاندارد است.[۷]

از آنجا که عوامل زیادی در محاسبه حد وزن توصیه شده دخالت دارند و همچنین تعداد زیادی کارتن بر روی هر پالت چیده می‌شود، به منظور اندازه‌گیری متغیرهای

یک طبقه ۱۶ تایی، ۸ نقطه به صورت پراکنده انتخاب (در گوشه‌ها و مرکز) و اندازه‌گیری می‌شوند؛ به نحوی که اختلاف‌های ایجاد شده در متغیرها با توجه به موقعیت نقاط رعایت گردند و یک برآورد کلی از هر طبقه به دست آید.

نقاط با حروف A تا H معین شدند و اندیس‌های موجود بیان‌گر هر یک از طبقه‌های اندازه‌گیری شده بودند که نمونه نقاط اندازه‌گیری شده در طبقه اول در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

C_1		B_1	A_1
	D_1		
		E_1	
H_1	G_1		F_1

شکل ۱- نمای ۸ نقطه اندازه گیری شده در طبقه اول هر سه پالت

کارگران برای چیدن ۸ کارتن اول (دو ردیف ابتدایی یعنی ردیف A_1 و D_1) بر روی پالت می‌ایستادند که اندازه پایه پالت (۱۵ سانتی‌متر) در طبقه اول حذف شد (یعنی کم کردن این مقدار از فاصله عمودی از زمین) و در طبقه‌های بالاتر نیز تنها ارتفاع کارتن‌ها (هر کارتن ۳۲ سانتی‌متر) به هر طبقه اضافه شد.

به علت فعال بودن سه خط بسته‌بندی، اندازه‌گیری متغیرها بر روی پالت‌هایی که در انتهای هر خط تکمیل می‌شدند، انجام شد.

نحوه بلندکردن کارتن‌های پر شده از محصول در انتهای خط از طریق مشاهده و با استفاده از معادله بازنگری شده نایوش به روش زیر انجام شد:

برای تعیین وزن بار، کل کارتن حاوی مواد شوینده با استفاده از ترازو وزن شد (۱۵/۲۰۰ کیلوگرم). برای تعیین فاصله افقی(H)، تصویر محل قرار گرفتن دست بر بار و راستای قوزک پا بر روی زمین مشخص و توسط متر اندازه‌گیری شد. فاصله عمودی (V) از طریق اندازه‌گیری محل قرار گرفتن دست بر بار تا کف زمین مشخص شد. جا به جایی بار در سطح قائم (D) از طریق اختلاف عمودی سطح محل برداشتن بار تا محل قرار دادن بار تعیین شد. میزان چرخش تنه (A) توسط زاویه بین نقطه وسط دو پا بر روی زمین در راستای محور ساجتیال تا نقطه حاصل از امتداد دست بر روی زمین به دست آمد. تعداد دفعه‌های بلند کردن بار (F) با شمارش حمل کارتن توسط کارگر در دقیقه مشخص شد. به علت فقدان دستگیره در بار (C) ضریب ۰/۹۵ در نظر گرفته شد.

تمامی ضرایب با استفاده از جدول شماره ۱ استاندارد برای دو موقعیت، محل بلند کردن بار (مبدأ) و گذاشتن بار (مقصد) محاسبه شدند. سپس حد وزن توصیه شده(RWL) برای هر کارگر در مبدأ و مقصد با ضرب کردن این ضرایب تعیین شدند.[۷]

جدول ۱- نحوه محاسبه ضرایب بلند کردن بار

ضرایب (بر حسب سانتی‌متر)	نحوه محاسبه
ضریب افقی (HM)	۲۵/H
ضریب عمودی (VM)	۱-(۰/۰۰۳۱۷ -۷۵|)
ضریب فاصله (DM)	۰/۸۲+(۴/۵/D)
ضریب تقارن (AM)	۱-(۰/۰۰۳۲A)
ضریب بسامد (FM)	۵-۴ بار در دقیقه
ضریب دستگیره(CM)	به علت فقدان دستگیره در بار و cm V<75 مقدار ۰/۹۵ در نظر گرفته شد
ضریب بار	۲۳ کیلوگرم

LI برای هر کارگر به منظور محاسبه خطر تن‌سنجی بلند کردن بار محاسبه شد. محاسبه‌های مربوط به RWL و LI و ترسیم نمودارها با استفاده از برنامه Excel انجام شد.

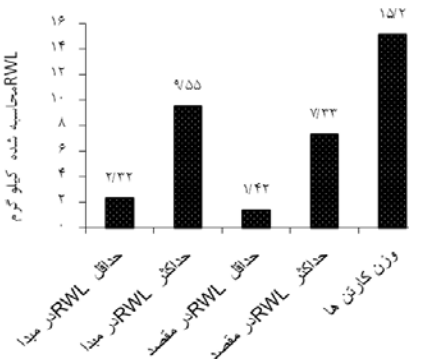
*** یافته‌ها:**

مقادیر ارتفاع بار از کف (VM) به علت برداشتن بار از روی نوار نقاله و بسامد بلند کردن بار (FM) در هر ۳ پالت یکسان بود (جدول شماره ۲).

جدول ۲- میانگین ضرایب معادله نایوش در مبدأ و مقصد هر ۳ پالت

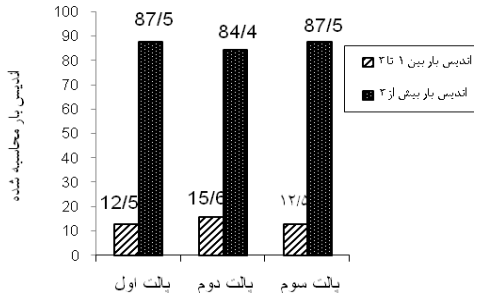
ضرایب / پالت		CM	FM	AM	DM	VM	HM
پالت اول	مبدأ	۰/۹۵	۰/۳۶	۰/۸۶	۱/۱۴	۰/۹۷	۰/۵۲
	مقصد	۰/۹۶	۰/۳۶	۰/۹۷	۱/۱۴	۰/۹۱	۰/۳۷
پالت دوم	مبدأ	۰/۹۵	۰/۳۶	۰/۸۶	۱/۱۴	۰/۹۷	۰/۵۲
	مقصد	۰/۹۶	۰/۳۶	۰/۹۶	۱/۱۴	۰/۹۱	۰/۴۰
پالت سوم	مبدأ	۰/۹۵	۰/۳۶	۰/۸۶	۱/۱۴	۰/۹۷	۰/۵۴
	مقصد	۰/۹۶	۰/۳۶	۰/۹۱	۱/۱۴	۰/۹۱	۰/۴۲

بیش‌ترین مقدار حد وزن توصیه شده (RWL) در مبدأ و مقصد هر سه پالت و وزن کارتن‌های در حال جا به جایی به ترتیب ۹/۵۵، ۷/۳۳ و ۱۵/۲۰۰ کیلوگرم به دست آمد (نمودار شماره ۱).

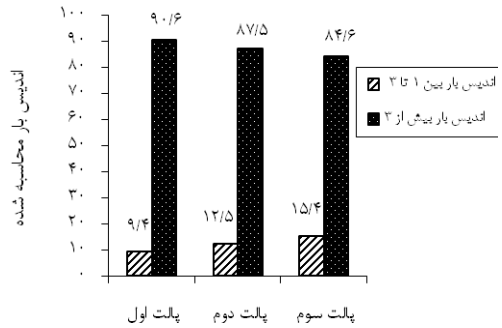


نمودار ۱- مقادیر RWL در مبدأ و مقصد هر سه پالت و مقایسه آن با وزن کارتن های در حال جا به جایی

LI در هیچ یک از نقاط اندازه‌گیری شده در مبدأ و مقصد، کم‌تر از یک نبود (نمودارهای شماره ۲ و ۳).



نمودار۲- درصد نقاط اندازه گیری شده با LI بیش از حد مجاز در مبدأ هر سه پالت



نمودار۳- درصد نقاط اندازه گیری شده با LI بیش از حد مجاز در مقصد هر سه پالت

* بحث و نتیجه گیری:

این مطالعه نشان داد وزن کارتن‌های در حال جا به جایی (۱۵ کیلوگرم) نسبت به حداکثر RWL در مبدأ (۹/۵۵ کیلوگرم) و مقصد (۷/۳۳ کیلوگرم) بالاتر بود و در تمامی نقاط مورد نظر، LI بیش‌تر از یک به دست آمد. تفسیر نتایج حاصل از RWL و LI نشان داد که حداکثر مقدار LI حتی به ۱۰ برابر حد استاندارد نیز رسیده و در هیچ نقطه‌ای از هر سه پالت استاندارد نبوده است.

با توجه به آمار به دست آمده از شاخص‌های معادله نایوش، حداکثر مقدار RWL در مبدأ (برداشتن بار از انتهای خط بسته بندی) ۹/۵۵ بود که کم‌ترین مقدار LI

(۱/۵۹) به دست آمد، زیرا هر قدر کسر فرمول بیش‌تر باشد مقدار LI محاسبه شده کاهش خواهد یافت (از میان هر سه پالت اندازه‌گیری شده این وضعیت مربوط به پالت اول بود). حالت فوق مطلوب‌ترین شکل در کل محاسبه‌ها بود. از دلایل آن می‌توان به کم بودن مقدار H (فاصله افقی میان بار و قوزک پا) اشاره کرد که ۴۲ سانتی‌متر بود. اگر چه این مقدار نسبت به استاندارد خود (۲۵ سانتی‌متر) فاصله دارد[۷]، اما جز مقدارهای پایین H نسبت به سایر نقاط است. از دیگر دلایل کم بودن مقدار LI در این حالت، کم بودن زاویه چرخش (۳۰ درجه) است که با کاهش زاویه چرخش می‌توان مقدار LI را به مقدار کم‌تری کاهش داد.

کم‌ترین مقدار RWL در مبدأ ۲/۳۲ کیلوگرم به دست آمد که LI آن ۶/۵۳ بود. بر خلاف توضیح‌های فوق، H در این حالت ۶۴ سانتی‌متر بود که از استاندارد خود فاصله زیادی داشت و بیش‌ترین مقدار H را به خود اختصاص داد. زاویه چرخشی نیز در این حالت ۴۵ درجه بود که با حالت مطلوب (صفر درجه) اختلاف زیادی داشت. با کاهش مقدار H و نزدیک کردن زاویه چرخشی به صفر می‌توان مقدار LI را به مقدار کم‌تر از ۱ کاهش داد.

در تحقیق ماریا حد وزن توصیه شده در مبدأ و مقصد به ترتیب ۵/۷۳ و ۷/۴۴ کیلوگرم محاسبه شد. به بیان دیگر اندیس بلند کردن بار اختلاف زیادی از واحد داشت و در مبدأ و مقصد به ترتیب ۵/۸ و ۴/۴ کیلوگرم گزارش شد که بیان‌گر خطر بالای ایجاد کمردرد است. از بین متغیرهای کمک کننده به این نتایج می‌توان به سنگینی بار (۳۳ کیلوگرم)، فاصله افقی (H) و متغیر زاویه (A) اشاره نمود.[۹]

حداکثر مقدار RWL در مقصد (قرار دادن بار بر روی پالت) ۷/۳۳ بود که این مقدار مربوط به پالت اول، طبقه سوم (نقطه C_3) بود. LI در این حالت کم‌ترین وضعیت و مقدار آن برابر با ۲/۰۷ بود. اگر چه مقدار H در این نقطه ۶۰ سانتی‌متر بود، ولی اختلاف ارتفاع کم میان مبدأ و مقصد (۳ سانتی‌متر) و زاویه چرخشی صفر درجه از عوامل مؤثر در مقدار کم LI در این نقطه نسبت به سایر نقاط بود. با کاهش هر چه بیش‌تر H که کاهش HM را به همراه دارد می‌توان LI را به یک نزدیک کرد.

حداقل مقدار RWL در مقصد برابر با ۱/۴۲ و مربوط به پالت اول، طبقه اول (نقطه A_1) بود. در نتیجه مقدار LI در این وضعیت حداکثر مقدار خود و برابر ۱۰/۶۶ بود که حدود ۱۰ برابر استاندارد است. از جمله عللی که می‌توان برای توضیح این قسمت بیان داشت مقدار بسیار بالای H (۹۵ سانتی‌متر) بود که خمش بالایی را به همراه خواهد داشت. اگر چه زاویه چرخشی در این حالت صفر بود، اما اختلاف زیاد بین ارتفاع مبدأ و مقصد از عوامل مهم افزایش LI در این نقطه است. در مطالعه قره گوزلو نیز مقدار LI در هیچ یک از شرایط بلند کردن بار حالت استانداردی نداشت و در بدترین حالت حتی تا ۳۰ برابر استاندارد بود. بر اساس تحقیق وی حد وزن توصیه شده در کارگران معادن برابر ۶/۶۹ کیلوگرم بود. ۱۲ نفر از کارگران با زاویه صفر درجه نسبت به صفحه ساجیتال بار را بلند می‌کردند و ۶۶/۷ درصد از حالت ایده‌ال انحراف داشتند. همچنین تعداد دفعه‌های بلند کردن بار در مورد هیچ یک از کارگران معدن حالت ایده‌آل نداشت و تمام افراد مورد مطالعه طی سال قبل از مطالعه، ناراحتی‌های اسکلتی_عضلانی داشتند. علت ناراحتی از دید اکثر کارگران (۷۲/۲درصد) بلند کردن بارهای سنگین و فشار کاری بود و سن کارگران با درجه شدت ناراحتی در زمان مصاحبه و بدترین شرایط و مدت بروز ناراحتی همبستگی مستقیم و معنی‌داری داشت. که طبق پیشنهاد این گروه با طراحی یک برنامه آموزشی تن‌سنجی در مورد نحوه صحیح حمل بار تا حد زیادی می‌توان از تنش‌های ایجاد شده در بین این کارگران پیشگیری کرد.[۱۰]

در مطالعه افشاری میزان توصیه شده وزن بار مستقل از بسامد برای هر طبقه، بیش از وزن بار (FIRWL>1) و اندیس بلند کردن بار مستقل از بسامد کوچک‌تر از عدد یک بود (FILI<1). نتایج نشان داد که با نادیده گرفتن

بسامد حمل بار به هیچ یک از کارگران تنش فیزیکی در هنگام حمل بار وارد نمی‌شود.[۸]

از جمله پیشنهادهای تن‌سنجی تحقیق حاضر جهت اصلاح اندیس بلند کردن بار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

یکم، تصحیح ضریب مربوط به ارتفاع بلند کردن بار (VM). با افزایش ارتفاع محل برداشتن بار و رساندن آن تا ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر می‌توان از خمش‌های اولیه در برداشتن بار جلوگیری کرد. دوم، تصحیح ضریب مربوط به میزان جابه جایی کالا (DM). بدیهی است زمانی که ارتفاع محل برداشتن بار از ۶۶ به ۸۰ سانتی‌متر برسد مقدار D که حد فاصل بین محل قرار دادن بار و محل برداشتن بار است تغییر می‌کند، لذا از آنجا که بهترین شرایط، شرایطی است که هیچ گونه اختلاف قابل توجهی بین محل برداشتن و قرار دادن وجود نداشته باشد باید ارتفاع پالت همزمان با افزایش ارتفاع کارتن‌ها، کاهش یا با توجه به ارتفاع مبدأ حفظ شود. برای این منظور می‌توان از پالت تراک یا صفحه دوار سوار بر جک فنردار که پالت بر روی آن بچرخد و همزمان ارتفاع نیز قابل تنظیم باشد، استفاده کرد. سوم تصحیح زاویه چرخشی تنه، در این مطالعه کارگران در حین جا به جایی در حد فاصل بین محل قرار گرفتن و محل برداشتن بار می‌ایستادند و با چرخش تنه در محور ساجیتال و خم شدن، کارتن‌ها را از روی نوار نقاله بر می‌داشتند و روی پالت قرار می‌دادند. این عمل باعث وارد آمدن فشار بسیار زیادی بر دیسک‌های بین مهره‌ها می‌شود. یکی از مشکلات اندازه‌گیری زاویه چرخش تنه، تعیین محور ساجیتال پاهای کارگران است که به طور مداوم تغییر می‌کند و عدم تقارن در مبدأ و مقصد وجود دارد. این مشکل زمانی شدیدتر می‌شود که نتوان کارگران را در حین اندازه‌گیری متوقف کرد و اندازه‌ها دقیق نباشد.[۱۱] با افزایش ارتفاع، مشکل خم شدن تا حد زیادی رفع می‌شود و آموزش‌های چهره به چهره جهت حمل درست بار به کارگران نیز مؤثر است.

❋ مراجع:

1. Eramaki A. Body mechanics and principles of work station design. 1st ed. Theran: Omid Majd Publisher; 19991378. [In Persian]
2. Improvements in workplace safety United States, 1900-1999. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). 1999 Jun 11; 48(22): 461-469
3. Burgess W. Recognition of health hazards in industry: a review of materials and processes. 2nd ed. New York: John wiley & sons;1995
4. Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. Available at: http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131/
5. Steven J, Lori W, Janice E, et al. Comparing the results of five lifting analysis tools. Applied Ergonomics 2007; 38: 91-7
6. Determine of prevalence musculoskeletal disorders in Arak petrochemical workers in 2004. [In Persian] Available at: http://www.arpcergo.blogfa.com/post-15.aspx
7. National Technical Information Service. Scientific support documentation for the revised 1991 NIOSH lifting equation. Technical Contract Reports, NTIS NO.PB-91, 1991 May 8; 226-74
8. Afshari D, Hafezi M, Amozadeh M. Complex evaluation index based on lifting equation NIOSH Lifting beverage industries making Ahvaz. Iran University of Medical Sciences Bulletin 1(2): [In Persian]
9. Maria L, Eliana R. Proposed procedures for measuring the lifting task variables required by the revised NIOSH lifting equation – A case study. International Journal of Industrial ergonomics 2009; 39: 15-22
10. Gharehgozlo F, Karami Matin B. Investigatrion of lifting ergonomics method and work-related musculoskeletal disorders in

workers of kermansha surface quarry in 2001.Quarterly of Kermanshah University of Medical Sciences 2001, 6(1) 29-40 [In Persian]

11- Dempsey. PG. A survey of lifting and lowering tasks. International Journal of Industrial Ergonomics. 2003; 31:11-6