

ارزیابی پوسچر کارکنان یک صنعت خودرو سازی با استفاده از روش ISO11228-3 استاندارد (۲۰۰۷)

محسن مشکانی^{۱*} - سید ابوالفضل ذاکریان^۲ - مهدی محمدیان مستان آباد

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی تهران دانشکده بهداشت

^۲ عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان

چکیده

مقدمه: اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالا تنه در دهه های گذشته به شدت گسترش یافته و در کشورهای پیشرفته به سطح همه گیری رسیده است. این موضوع از عوامل اصلی ناتوانی، زمان از دست رفتن کار و توجه به سلامت کارگران در این جوامع به شمار می رود.

روش کار: برای ارزیابی خطرات جزییات شغل در فعالیتهای تکراری، روشیبر طبق اهداف استاندارد ISO11228-3 (۲۰۰۷) پیشنهاد شده است که در آن تمام اطلاعات لازم برای عوامل خطرزا مربوطه (نیرو، پوسچر، حرکات و...) ملاحظه گردیده است. این روش پیشنهادی به استاندارد ISO11228-3 (۲۰۰۷) قابل کاربرد در فعالیتهای چند وظیفه ای است و معیار پایه ای را بر اساس اطلاعات وسیع اپیدمیولوژی برای پیش بینی وقوع اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در مواجهه جمعی کارگری پیشنهاد کرده است. در این مطالعه از چک لیست و شاخص پیشنهادی توسط استاندارد ISO11228-3 (۲۰۰۷) استفاده شده است. شاخص پیشنهادی نسبتی است بین عدد ATA و عدد RTA که برای ارزیابی اندام بالاتنه کاربرد دارد و نحوه ارزیابی آن شامل سه مرحله اساسی است. ۱- محاسبه تعداد فعالیتها در دقیقه، عدد ATA، ۲- محاسبه عدد RTA، ۳- محاسبه شاخص پیشنهادی و انجام ارزیابی خطر (طبقه بندی در سه ناحیه سبز، زرد و قرمز که نشان دهنده سطح خطر به ترتیب بدون خطر، خطر پایین و خطر بالا می باشد).

یافته ها: این روش در ۴ ایستگاه کاری که شامل ۳۵ وظیفه بود و در یکی از صنایع خودروسازی پیاده سازی گردید که یک ایستگاه در ناحیه قرمز و بقیه در ناحیه سبز قرار گرفتند و نیازی به اقدامات اصلاحی نداشتند.

نتیجه گیری: روش انتخابی در این مطالعه، ابزار مناسب، دقیق، سریع و کم هزینه برای ارزیابی شرایط ارگونومیک محیط کار می باشد.

کلمات کلیدی: اختلالات اسکلتی عضلانی، فعالیتهای تکراری، ارزیابی پوسچر، استاندارد ISO

مقدمه

کرد و در همه ی کشورهای صنعتی پیشرفته به یک سطح همه گیری رسید. (Herman, 2000) این موضوع از عوامل اصلی ناتوانی و زمان کاری از دست رفته بوده و نیازمند مراقبت های سلامت در این جوامع می باشد. (Hagberg, et al., 1995).

اطلاعات اماری اخیر اروپا در زمینه اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالا تنه نشان می دهد که بعد از کارخانجات، کارگران کارهای ساختمانی، ماهیگیری و کشاورزی در رتبه های بعدی مواجهه با این مساله

اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار باعث صدمات بزرگ فردی و اجتماعی، اقتصادی در بسیاری از کشورها شده است. (Herman, 2000) در نیمه اول قرن بیستم به اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار توجه کمی شد، اما در ادامه به یکی از موارد اصلی در امر پیشگیری از بیماری های شغلی تبدیل شد. (Hagberg, et al., 1995)

اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالا تنه در حدود نیم قرن گذشته به شدت گسترش پیدا

* نویسنده مسوول: پست الکترونیکی: zakerian@sina.tums.ac.ir

هستند (Colombini, *et al.*, 2001) کاربران کامپیوتر گروه ویژه ای از مبتلایان به این اختلالات می‌باشند (Zakerian and Subramaniam 2009; 2011) و بیش از ۴۵ درصد از بیماران شغلی را شامل می‌گردند. (Hagberg, *et al.*, 1995).

اداره ایمنی بهداشت شغلی امریکا گزارش داده که هر ساله حدود ۲ درصد از کل نیروی کار امریکا از اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار رنج می‌برند و این اختلالات به طور نامتجانسی باعث تحمیل هزینه های مراقبت پزشکی و دستمزدهای از دست رفته برای بیش از ۱/۳ کل کارگران می‌شود (Colombini, *et al.*, 2007).

در سال‌های اخیر گروه‌های مختلف علمی سعی در استفاده از روش‌های استاندارد برای اجرای پروژه های علمی خود نموده‌اند یکی از دلایلی که گروه‌های تخصصی با تمهیدات استاندارد جهانی ترجیحاً از روش‌های استاندارد ISO استفاده می‌کنند این است که در استانداردها همیشه به دنبال استفاده از روشی برای طراحی ماشین و کار بوده‌اند که دارای اعتبار کافی در روش‌های کمی بوده و بر مبنای معیارها و تعاریف کاملاً قابل درک حتی برای افراد غیر متخصص می‌باشد. این امر در مورد ارگونومیست‌ها خصوصاً در ارزیابی پوسچر مصداق دارد و از جمله موضوعاتی است که روش‌ها و چک لیست‌های بسیار متعددی برای آن وجود دارد و خوشبختانه در ایران نیز انواع آن‌ها توسط متخصصین ارگونومی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بر این اساس، سازمان استاندارد جهانی ISO طرح پیشنهادی روش استاندارد ISO را برای رسیدن به اهداف ویژه استاندارد توصیه کرده که دارای مزیت‌های زیر است:

- فراهم کردن تمام جزئیات آنالیز همه عوامل خطرزای اصلی مکانیکی و سازمانی برای اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالاتنه

- استفاده از زبان متداول با توجه به روش‌های سنتی آنالیز کار، این کار باعث می‌شود ارگونومیست‌ها و کارشناسان تولید بیش‌تر با روش آشنا شده و کمک

می‌کند تا رویه‌ی کار را بهبود بخشند.

- شامل شدن تمام ملاحظات و وظایف تکراری در کارهای پیچیده و چرخشی و تخمین تمام سطح خطر کارگران

- بررسی مطالعات اپیدمیولوژیکی شاخص استاندارد ISO که رابطه‌ی خود را با تاثیرات بهداشتی به خوبی نشان می‌دهد.

در این مطالعه با توجه به دلایل فوق الذکر، از آن جا که روش استاندارد ISO تنها استاندارد موجود در آنالیز کارهای تکراری طبق استاندارد ISO 11228-3 (۲۰۰۷) می‌باشد، به بررسی پیاده سازی این روش در یکی از صنایع پرداخته شده است.

روش کار

مطالعه حاضر پیاده سازی روشی منطبق بر استاندارد بین المللی ISO 11228-3 (۲۰۰۷) به منظور ارزیابی اختلالات اسکلتی عضلانی بالاتنه در کارگران یک صنعت خودرو سازی می‌باشد.

با توجه به بررسی‌های گذشته در یکی از خطوط تولید این صنعت، اختلالات اسکلتی عضلانی بالاتنه از موارد شایع بوده و همچنین در ارزیابی با روش‌های دیگر برای تعیین سطح خطر مواجهه با (WMSDS-UL) پاسخ‌های متناقضی به دست آمده که از روش پیشنهادی استاندارد ISO 11228-3 (۲۰۰۷) برای پیاده سازی در ایستگاه کاری از این خط استفاده شده است.

روند این مطالعه از دو بخش چک لیست کوتاه و شاخص استاندارد ISO 11228-3 (۲۰۰۷) تشکیل گردیده است. چک لیست مورد استفاده دارای ۵ بخش دوره‌ی ارزیابی، نیرو، فرکانس انجام کار، پوسچر و فاکتورهای اضافی بوده که به هر بخش با توجه به ویژگی‌های آن امتیاز دهی می‌شود. در نهایت مجموع این امتیازات با رجوع به جدول (۱) شاخصی برای تعیین سطح خطر اختلالات اسکلتی عضلانی بالاتنه در سه ناحیه‌ی (سبز، زرد، قرمز) خواهد بود.

t : زمان خالص بر حسب دقیقه
 R_{CM} : ضریب خطر فاکتورهای مربوط به عدم وجود دوره بازیابی
 t_M : ضریب زمان مطابق با کل زمان تمام وظیفه های
تکراری در طول شیفت

نحوه ی تعیین RTA

- به طور عملی رویه های زیر برای تعیین عدد کل n_{RTA} در طول شیفت به کار می رود.
- برای هر وظیفه تکراری ابتدا از فرکانس فعالیت شروع می شود. (۳۰ فعالیت در دقیقه)
- عدد فراوانی وزنی که بدین گونه به دست آمده، برای هر وظیفه در تعداد دقیقه های زمان واقعی (t) ضرب می شود.
- هر یک از مقادیر به دست آمده در وظیفه های مختلف جمع می گردد
- نتیجه ی مقادیر در ضریب فاکتور دوره های بازیابی ضرب می شود.
- آخرین ضریب در نظر گرفته شده یعنی زمان کل سپری شده در وظیفه های تکراری در طول کل شیفت در آن ضریب می شود.
- عددی که بدین گونه به دست می آید، بیانگر عدد کل برای شیفت در شغل مورد مطالعه می باشد (ممکن است از یک یا چند وظیفه تشکیل شده باشد).

گام سوم

شاخص ISO با استفاده از ATA برای هر طرف از بالا تنه (چپ و راست) (گام اول) و RTA (گام دوم) با استفاده از رابطه ۱- به دست می آید. سپس برای ارزیابی خطر و تعیین اقدامات اجرایی لازم از جدول (۱) استفاده می شود که در آن طبق دسته بندی شاخص ISO در سه ناحیه (سبز، زرد، قرمز) گزارش می شود.
بر مبنای مطالعات اخیر، رابطه بین شاخص ISO (متغیر مستقل) و میزان شیوع افراد مواجه (PA) با یک یا چند اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالاتنه (متغیر وابسته) را می توان خلاصه وار به صورت معادله رگرسیون

شاخص استاندارد نسبت بین عدد مربوط به ATA انجام شده در یک شیفت و عدد مربوط به فعالیت مرجع RTA برای بالا تنه می باشد. (رابطه - ۱).

$$OCRA \text{ index} = \frac{n_{ATA}}{n_{RTA}}$$

رابطه - ۱
 n_{ATA} is the overall number of ATA in the shift
 n_{RTA} is the number of RTA in the shift

برای تعیین شاخص ISO رویه ای سه مرحله ای به شرح زیر انجام می گیرد:
گام اول
تعداد فعالیت های انجام شده در دقیقه و نیز جمع کل ATA انجام شده در طول شیفت برای هر بخش از بالا تنه (چپ و راست) محاسبه می گردد.
• تعداد فعالیت انجامی در یک چرخه از هر وظیفه کار تکراری محاسبه می گردد.
• محاسبه تعداد فعالیت در دقیقه (f) با در نظر گرفتن زمان چرخه (t_c)

$$f = n_{TC} \times \frac{60}{t_c} \quad \text{رابطه - ۲}$$

• محاسبه زمان خالص (t) وظیفه تکراری در طول شیفت به دقیقه

$$n_{ATA} = f \times t \quad \text{رابطه - ۳}$$

برای محاسبه n_{RTA} از رابطه ۴- استفاده می گردد:

$$n_{RTA} = \sum_{j=1}^n [k_f (F_{Mj} \times P_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj}) \times t_j] \times (R_{CM} \times t_M) \quad \text{رابطه - ۴}$$

n : اعداد وظیفه تکراری انجام شده در طول شیفت

J : هر یک از وظایف تکراری

k_f : ضریب ثابت فراوانی فعالیت های انجامی در دقیقه (برابر ۳۰)

F_M : ضریب نیرو

P_M : ضریب پوسچر

A_M : ضریب فاکتورهای اضافی

R_{eMj} : ضریب تکرار

خطی زیر بیان کرد:

یافته ها

بررسی‌های انجام شده توسط چک لیست و شاخص استاندارد ISO نشان داد که از ۴ ایستگاه کاری، ۲ ایستگاه در ناحیه سبز و یک ایستگاه در ناحیه زرد و ۱ ایستگاه در ناحیه قرمز قرار گرفته‌اند. در جدول (۲) نتایج به دست آمده از چک لیست بیان شده است. در جدول (۳) نتایج حاصل از شاخص ISO در سه ناحیه نشان داده شده است. همان طوری که در جدول مشاهده می‌گردد ناحیه سبز ناحیه قابل قبول در ارزیابی پوسچر کارکنان است، به این معنی که کار در این ایستگاه کاری و این دوره زمانی اندازه گیری شده عاری از ریسک فاکتورهای ارگونومیکی می‌باشد. همچنین اعداد به دست آمده در یک ایستگاه نشان دهنده وضعیت قرمز با خطر بالا است که می‌بایست قطعاً مورد بررسی قرار گیرد و نسبت به رفع آن‌ها اقدام عاجل صورت پذیرد.

$$Y(PA) = 2.39 \pm 0.14 (SE) \times OCRA \quad \text{رابطه - ۵}$$

$$Y(PA) = n_{pa} \times \frac{100}{n_{ep}} \quad \text{رابطه - ۶}$$

که (PA) تعداد افراد مواجهه با یک یا چند (WMSDS-UL) × ۱۰۰ و ضرب در معکوس تعداد افراد با مواجهه‌ی شخصی بوده و (SE) (۰/۱۴)± انحراف معیار معادله رگرسیون می‌باشد.

برای تسهیل و دقت در بررسی و پیاده سازی روش ISO در ۴ ایستگاه کاری مورد نظر، ۳۵ وظیفه‌ی کاری با دوربین فیلم برداری گردید. در ادامه، فیلم هر دوره‌ی کاری کامل با نرم افزار XiliSoft Video Cutter جدا شد. با استفاده از فیلم‌ها ضرایب مورد نیاز برای تعیین شاخص ISO به دست آمده و در نرم افزار نوشته شده در Excel ۲۰۰۳ وارد شد و نتایج مورد نظر برای هر ایستگاه حاصل گردید.

جدول ۱: برابته‌ی نمره نهایی شاخص OCRA و چک لیست

Risk	Area	Ocra	Checklist
Acceptable	Green	2.2	Up to 7.5
Borderline or very low	Yellow	2.3-3.5	7.6-11
Low	Low red	3.6-4.5	11.1-14
Average	Average red	4.6-9	14.1-22.5
High	Very red or violet	9.1≤	22.6≤

جدول ۲: نتایج حاصل از چک لیست

ایستگاه	ناحیه	سبز	زرد	قرمز
۱		۴/۲		
۲			۹/۲	
۳		۷/۱		
۴				۱۲/۴

جدول ۲: نتایج حاصل از شاخص

ایستگاه	ناحیه	سبز	زرد	قرمز
۱		۱/۴		
۲			۲/۶	
۳		۲/۱		
۴				۳/۹

بحث

مطالعات صورت گرفته (Colombini and Occhi-

pinti, 2011) در استفاده از استانداردهای ISO 11228-3 نشان از کارایی بالاتر و نتایج دقیق در ارزیابی عوامل اصلی ریسک فاکتورهای ارگونومی نظیر فرکانس فعالیت، پوسچر و حرکات نامطلوب بالاتنه، اعمال نیروی زیاد، یکنواختی (عدم تنوع پوسچر) و نیز عوامل خطرزای اضافی دارد لذا کاربرد آن متخصصین را جهت نیل به ایجاد شرایط کاری امن راحت و سلامت کمک می نماید

نتیجه گیری

استاندارد ISO 11228-3 (۲۰۰۷) و چک لیست استفاده شده و شاخص های محاسبه شده براساس توصیه استاندارد در این مطالعه، به عنوان ابزاری مناسب، دقیق، سریع و کم هزینه برای ارزیابی شرایط ارگونومیک محیط کار و نیز پیشنهاد و اولویت بندی اقدامات اصلاحی جهت بهبود شرایط کار معرفی شد. نتایج مطالعه نشان داد که شرایط کاری کارگران بعضی از ایستگاه های کاری (دو ایستگاه) در صنعت خودروسازی از لحاظ ارگونومیک نامطلوب بوده و انجام اقدامات اصلاحی ضروری می باشد. عمده مشکلات ارگونومیک ناشی از سازماندهی ایستگاه کار، تکراری بودن کار و شرایط عمومی کار معین می باشد.

منابع

- 1- CHagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M., Hendrick, H., Carayon, P., PeIrusse, M., 1995. Identification, measure- ment and evaluation of

بسیاری از مقالات اخیر بر مبنای اجماع، مستنداتی است که توسط انجمن بین المللی ارگونومی (IEA) کمیسیون فنی اختلالات اسکلتی عضلانی با تاییدیه ی کمیسیون بین المللی بهداشت شغلی (ICOH) تنظیم گردیده است. (Colombini, et al., 2001) این مستندات مربوط به شغل هایی است که به طور بالقوه باعث اضافه بار مکانیکی در طی انجام حرکات تکراری یا اعمال نیرو در بالا تنه می شوند. ارزیابی خطر نیازمند شناسایی فاکتورهای اصلی می باشد که عبارتند از فرکانس فعالیت، پوسچر و حرکات نامطلوب بالا تنه، اعمال نیروی زیاد، یکنواختی (عدم تنوع پوسچر) و دوره های بازبایی ناکافی. از سویی عوامل خطرزای اضافی وجود دارد که میزان خطر را افزایش می دهد. (Colombini and Occhipinti, 2006) روش های زیادی برای تعیین و اندازه گیری افزایش خطر در مواجهه بار بیش از حد در بالا تنه وجود دارد. این روش ها رویکرد های کمی و نیمه کمی است و برای تعیین مشخصه های کار مانند وجود خطر و درجه ی آن از شاخص های ترکیبی Occupational Repetitive Action (Strain index) استفاده می شود. ([OCRA], Hal-ACGIH TLV (Colombini and Occhipinti, 2006).

در روش های دیگر از چک لیست برای ارزیابی سریع مشکلات استفاده می گردد. به عنوان مثال روش OWAS و بخشی از روش RULA اصولاً بر روی پوسچرهای کار مطالعه می کنند و توجه کمتری نسبت به عوامل خطرزای اصلی دیگر موجود در وظایف تکراری در فرکانس بالا دارند. (ISO 2007 ISO/FDIS 11228-3).

- 6 - ISO,2007. ISO/FDIS 11228-3. Ergonomics— Manual handling—Part 3: Handling of load at high frequency.
- 7- Colombini, D., Grieco, A., Occhipinti, E., 1998. Occupational musculo- skeletal disorders of the upper limbs due to mechanical overload. Ergonomics 41 (special issue).
- 8 - Occhipinti, E., Colombini, D., 2004. Metodo OCRA: aggiornamento dei valori di riferimento dei modelli di previsione dell'occorrenza di UL-WMSDs nelle popolazioni lavorative esposte a movimenti forzati ripetitivi degli arti superiori. Med. Lav. 95, 305–319.
- 9-Zakerian, S. A., Subramaniam, I.D., 2011. Examining the relationship between psychosocial work factors and musculoskeletal discomfort among computer users in Malaysia. Iranian Journal of Public Health
- 10-Zakerian, S. A., Subramaniam, I.D., 2009. The relationship between psychosocial work factors, work stress and computer-related musculoskeletal discomforts among computer users in Malaysia. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics
- 11-Colombini D., Occhipinti E., 2011. Di Leone G, La Medicina Del Lavoro [Med Lav], ISSN: 0025-7818, 2011 Jan-Feb; Vol. 102 (1), pp. 6-28; PMID: 21485483.
- risk. In: Kuorinka, I., Forcier, L. (Eds.), Work Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs): a Reference Book for Prevention. Taylor & Francis, London, 421pp.
- 2- Colombini, D., Occhipinti, E., 2006, Preventing upper limb work-related musculoskeletal disorders (UL-WMSDs): New approaches in job (re) design and current trends in standardization. Elsevier Science, Applied Ergonomics. 37, 441–450
- 3 - Colombini, D., Occhipinti, E., A. Hernandez, E. Alvarez, L. Montomoli, M. Cerbai, M. Fanti, S. Ardisson, A. Ruschioni, M. Giambartolomei, P. Sartorelli, 2007, Repetitive movements of upper limbs in agriculture: setup of annual exposure level assessment models starting from OCRA checklist via simple and practical tools. (ICAEDC)
- 4 - Herman, A., 2000. Statement by the Secretary of Labor, Alexis M., Herman: Opening of the Hearings on the Ergonomics Standard. Occupational Safety and Health Administration, Department of Labor, Washington, DC.
- 5 - Colombini, D., Occhipinti, E., Delleman, N., Fallentin, N., Kilbom, A., Grieco, A., 2001. Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a Consensus Document. In: Karwowski, W. (Ed.), International Encyclopaedia of Ergonomics and Human Factors. Taylor & Francis, London (UK).