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

[۱]محسن مشکانی - [۲]سید ابوالفضل ذاکریان - [۳]مهدی محمدیان مستان آباد*

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

[۲] عضو هیئات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، 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 می‌رود.

روش کار: : برای ارزیابی خطرات جزییات شغل در فعالیت‌های تکراری، روشیبر طبق اهداف استاندارد ISO۱۱۲۲۸-۳(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 استناد 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 مواجهه‌ی جمعیت 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 نشان‌دهنده سطح خخطر به ترتیب بدون خطر، خطر پایین و خطر بالا می‌باشد).

یافته ها: : این روش در ۴ ایستگاه کاری که شامل۳۵ وظیفه بود و در یکی از صنایع خودروسازی پیاده سازی گردید که یک ایستگاه در ناحیه قرمز و بقیه در ناحیه‌ی سبز قرار گرفتند و نیازی به اقدامات اصلاحی نداشتند.

نتیجه گیری: یروش انتخابی دراین مطالعه، ابزاریمناسب،دقیق،سریع وکم هزینه برای ارزیابی شرایط ارگونومیک محیط کارمی‌باشد.

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

مقدمه

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 بیماری‌های شغلی تبدیل شد.(Hagberg, *et al.,* 1995)

اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالا تنهدر حدود نیم قرن گذشته به شدت گسترش پیدا 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 رتبه‌های بعدی مواجهه با این مساله

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

هستند(Colombini, *et al.,* 2001)کاربران کامپیوترگروه ویژه ای از مبتلایان به این اختلالات می‌باشند (Zakerian and Subramaniam 2009; 2011)و بیش از ۴۵ درصد از بیماران شغلی را شامل می گردند. (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 می برند واین اختلالات به طور نامتجانسی باعث تحمیل هزینه های مراقبت پزشکی و دستمزد های از دست رفته برای بیش از ۳/ ۱کل کارگران می شود(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 ترجیحا از روش‌های استاندارد ISO استفاده می کنندواین است که در استانداردها همیشه به دنبال استفاده از روشی برای طراحی ماشین و کار بوده‌اند که دارای اعتبار کافی در روش های کمی بوده و بر مبنای معیارها و تعاریف کاملا قابل درک حتی برای افراد غیر متخصص می‌باشد. این امر در مورد ارگونومیست‌ها خصوصا در ارزیابی پوسچر مصداق دارد و از جمله موضوعاتی است که روش‌ها و چک لیست‌های بسیار متعددی برای ان وجود دارد و خوشبختانه در ایران نیز انواع آن‌ها توسط متخصصین ارگونومی مورد استفاده قرار می گیرد.

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

- فراهم کردن تمام جزییات آنالیز همه عوامل خطرزای اصلی مکانیکی و سازمانی برای اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالا تنه
- استفاده از زبان متداول با توجه به روش‌های سنتی آنالیز کار، این کار باعث می شود ارگونومیست ها و کارشناسان تولید بیش‌تر با روش آشنا شده و کمک می کند تا رویه ی کار را بهبود بخشند.
- شامل شدن تمام ملاحظات 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 آن‌جا که روش استاندارد ISO تنها استاندارد موجود در آنالیز کارهای تکراری طبق استاندارد ISO11228-3 (۲۰۰۷) می‌باشد. به بررسی پیاده سازی این روش در یکی از صنایع پرداخته شده است.

روش کار

مطالعه حاضرپیاده سازی روشی منطبق بر استاندارد بین المللی ISO11228-3 (۲۰۰۷) به منظور ارزیابی اختلالات اسکلتی عضلانی بالا تنه در کارگران یک صنعت خودرو سازی می باشد.

با توجه به بررسی های گذشته در یکی از خطوط تولید این صنعت، اختلالات اسکلتی عضلانی بالا تنه از موارد شایع بوده و هم‌چنین در ارزیابی با روش های دیگر برای تعیین سطح خطر مواجهه با (WMSDS-UL)پاسخ های متناقضی به‌دست آمده که از روش پیشنهادی استاندارد ISO11228-3 (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 ISO11228-3 (۲۰۰۷) تشکیل گردیده است. چک لیست مورد استفاده دارای ۵ بخش دوره ی بازیابی ، نیرو ، فرکانس انجام کار ،پوسچر و فاکتورهای اضافی بوده که به هر بخش با توجه به ویژگی های آن امتیاز دهی می شود. در نهایت مجموع این امتیازات با رجوع به جدول (۱) شاخصی برای تعیین سطح خطر اختلالات اسکلتی عضلانی بالا تنه در سه ناحیه ی (سبز، زرد، قرمز) خواهد بود.

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).

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

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 می‌گردد.
- محاسبه تعداد فعالیت در دقیقه (f) با در نظر گرفتن زمان چرخه (tc)

$$f = n_{TC} \times \frac{60}{t_C}$$

رابطه - ۲

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

$$n_{ATA} = f \times \mathrm{t}$$

رابطه - ۳

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

$$n_{RTA} = \sum_{j=1}^{n}[k_f(F_{Mj} \times P_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj}) \times t_j] \times (R_{cM} \times t_M)$$

رابطه - ۴

n: اعداد وظیفه تکراری انجام شده در طول شیفت

J: هر یک از وظایف تکراری

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

F_M: ضریب نیرو

P_M: ضریب پوسچر

A_M: ضریب فاکتورهای اضافی

R_{eMj}: ضریب تکرار

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 امده در وظیفه های مختلف جمع می گردد
- نتیجه ی مقادیر در ضریب فاکتور دوره های بازیابی ضرب می‌شود.
- 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 به‌دست می‌آید، 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 به‌دست می‌آید. 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 (متغیرمستقل) و میزان شیوع افراد مواجه (PA) با یک یا چنداختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار در بالا تنه) متغیر وابسته) را می‌توان خلاصه وار به صورت معادله رگرسیون

خطی زیر بیان کرد:

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

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

که (PA) تعداد افراد مواجه 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،۳۵وظیفه‌ی 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 به‌دست آمده و در نرم افزار نوشته شده در Excel ۲۰۰۳ وارد شد و نتایج مورد نظر برای هر ایستگاه حاصل گردید.

یافته ها

بررسی‌های انجام شده توسط چک لیست و شاخص استاندارد ISO نشان داد که از۴ ایستگاه کاری،۲ ایستگاه در ناحیه سبز و یک ایستگاه در ناحیه‌ی زرد و ۱ ایستگاه در ناحیه‌ی قرمز قرار گرفته‌اند. در جدول(۲) نتایج به‌دست 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 به‌دست آمده در یک ایستگاه نشان دهنده وضعیت قرمز با خطر بالا است که می‌بایست قطعا مورد بررسی قرار گیردو نسبت به رفع آن‌ها اقدام عاجل صورت پذیرد.

جدول ۱: برابطه‌ی نمره نهایی شاخص OCRA و چک لیست

Risk	Area	Ocra	Checklist
Acceptable	Green	2.2	Up to 7.5
Borderline oe very low	Yellow	2.3-3.5	7.6-11
Low Average	Low red Average red	3.6-4.5 4.6-9	11.1-14 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

بسیاری از مقالات اخیر بر مبنای اجماع، مستنداتی است که توسط انجمن بین‌المللی ارگونومی (IEA) کمیسیون فنی اختلالات اسکلتی عضلانی با تاییدیه ی کمیسیون بین‌المللی بهداشت شغلی(ICOH) تنظیم گردیده است. (Colombini, *et al.,* 2001) این مستندات مربوط به شغل‌هایی است که به طور بالقوه باعث اضافه بار مکانیکی در طی انجام حرکات تکراری یا اعمال نیرو در بالا تنه می‌شوند.ارزیابی خطر نیازمند شناسایی فاکتورهای اصلی می‌باشد که عبارتند از فرکانس فعالیت، پوسچر و حرکات نامطلوب بالا تنه، اعمال نیروی زیاد، یکنواختی (عدم تنوع پوسچر) و دوره‌های بازیابی ناکافی.از سویی عوامل خطرزای اضافی وجود دارد که میزان خطر را افزایش می‌دهد. (Colombini and Occhipinti, 2006) روش‌های زیادی برای تعیین و اندازه گیری افزایش خطر در مواجه بار بیش از حد در بالا تنه وجود دارد. این روش‌ها رویکرد های کمی و نیمه کمی است و برای تعیین مشخصه های کار مانند وجود خطر و درجه‌ی آن از شاخص‌های ترکیبی Strain index) Occupational Repetitive Action ([OCRA], Hal-ACGIH TLV) استفاده می‌شود. (Colombini and Occhipinti, 2006).

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

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 بالا تنه، اعمال نیروی زیاد، یکنواختی (عدم تنوع پوسچر) و نیزعوامل خطرزای اضافی دارد لذا کاربرد آن متخصصین را جهت نیل به ایجاد شرایط کاری امن راحت و سلامت کمک می‌نماید

نتیجه‌گیری

استاندارد ISO11228-3 (۲۰۰۷) و چک‌لیست استفاده شده وشاخص های محاسبه شده براساس توصیه استاندارد دراین مطالعه، به‌عنوان ابزاری مناسب، دقیق، سریع وکم هزینه برای ارزیابی شرایط ارگونومیک محیط کار ونیز پیشنهاد و اولویت بندی اقدامات اصلاحی جهت بهبود شرایط کارمعرفی شد. نتایج مطالعه نشان داد که شرایط کاری کارگران بعضی از ایستگاه‌های کاری (دو ایستگاه) در صنعت خودروسازی ازلحاظ ارگونومیک نامطلوب بوده و انجام اقدامات اصلاحی ضروری می‌باشد. عمده مشکلات ارگونومیک ناشی از سازماندهی ایستگاه کار، تکراری بودن کاروشرایط عمومی کار معین می‌باشد.

منابع

1- CHagberg,M.,Silverstein,B., Wells,R., Smith, M.,Hendrick, H.,Carayon,P.,Pe!russe,M.,1995. Identification, measure- mentandevaluationof

risk.In: Kuorinka, I., Forcier, L.(Eds.), WorkRelated Musculoskeletal Disorders (WMSDs): a Reference Book for Prevention. Taylor & Francis, London, 421pp.

2– Colombini, D., Occhipinti, E.,, 2006, Preventing upper limbwork-relatedmusculoskeletal disorders (UL-WMSDS): Newapproaches injob (re)design and currenttrends instandardization. Elsevier Science, Applied Ergonomics. 37,441–450

3 - Colombini, D., Occhipinti, E.,,A.Hernandez,E. AlvarezL.Montomoli,M.Cerbai,M. Fanti, S. Ardissone,A. Ruschioni,M.Giambartolomei,P. Sartorelli,2007, Repetitivemovementsofupperlimbsinagriculture:setupof annual exposure level assessment modelsstarting from OCRA checklist viasimple andpractical tools.(ICAEDC)

4 - Herman, A.,2000.Statement bythe Secretary ofLabor,AlexisM.,Herman: Opening of theHearings on the Ergonomics Standard. OccupationalSafetyand Health Administration, DepartmenttofLabor, Washington, DC.

5 - Colombini, D., Occhipinti, E.,Delleman, N., Fallentin, N.,Kilbom, A.,Grieco,A.,2001. Exposureassessmentofupperlimbrepetitive movements: aConsensusDocument. In:Karwowski, W.(Ed.), International Encyclopaediaof Ergonomics and Human Factors. Taylor &Francis, London (UK).

6 - ISO,2007. ISO/FDIS 11228-3. Ergonomics—Manual handeling—Part 3: Handeling of load at haigh frequency.

7- Colombini, D., Grieco, A.,Occhipinti, E.,1998. Occupationalmusculo- skeletaldisordersof the upper limbs due to mechanical overload. Ergonomics 41(specialissue).

8 - Occhipinti, E.,Colombini, D.,2004.MetodoOCRA: aggiornamentodeivaloridi riferimentoe deimodellidi previsionedell'occorrenzadi UL-WMSDsnellepopolazionilavorativeesposteamovimentiesforziripetutidegliartisuperiori. 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-ColombiniD, OcchipintiE., 2011.Di Leone G, La Medicina Del Lavoro [Med Lav], ISSN: 0025-7818, 2011 Jan-Feb; Vol. 102 (1), pp. 6-28; PMID: 21485483.