Archive of SID

Iranian Journal of Ergonomics | ISSN: 2345-5365

Original Research

Ergonomic Evaluation of Workstations in Industry with Emphasis on Economic Considerations (Case Study: Automotive Industry)

Hasan Sadeghi Nayeeni[1], Mohammad Zolfaghari [2*]

1. Associate Professor, Department of Industrial Design, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
2. MSc Student, Department of Industrial Design, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Article Info

Received: 2020/06/26;
Accepted: 2020/08/07;
ePublished: 2020/09/21

10.30699/jergon.8.3.85

Use your device to scan and read the article online

Corresponding Author
Mohammad Zolfaghari
MSc Student, Department of Industrial Design, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
Email:
Zolfaghari_m@cmps2.iust.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objectives: Annually, a percentage of the profits from the sale of goods and services by producers are spent on costs of musculoskeletal disorders due to non-compliance with ergonomic conditions. These costs are not favorable for organizations and employees and in most cases، ergonomic risk factors affect the quality of life of employees.

Methods: The present field study was conducted as a census on 193 workers with medical records in one of the domestic automotive industries on December 2018. The highest prevalence of musculoskeletal disorders belonged to 16 workers, so their workstations were analyzed. Nordic questionnaire and interviews with workers were the tools of data collection. Each of the selected workstations were analyzed with OWAS method after taking photos and videos from different jobs.

Results: The results showed that three work stations from the viewpoint of Action Categories are at the level of three, three work stations at the level of two and one station at the level of one; then the costs of incidence and treatment and related actions due to establishing ergonomic conditions were calculated.

Conclusion: Workstations analysis, preventive actions and also designing a process to reduce the musculoskeletal abnormalities of the staff, which results in ergonomic conditions, compared with the cost of incidence and treatment of musculoskeletal complications is cost-effective for this automotive industry.

Keywords: Ergonomics, Musculoskeletal Disorders, OWAS, Nordic Questionnaire, Cost

Copyright © 2020, This is an original open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute of the material just in noncommercial usages with proper citation.

How to Cite This Article:

Sadeghi Naeini H, Zolfaghari M. Ergonomic Evaluation of Workstations in Industry with Emphasis on Economic Considerations (Case Study: Automotive Industry). Iran J Ergon. 2020; 8 (3):85-93

www.SID.ir

Archive of SID

مجله ارگونومی | سال ۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹ | E-ISSN: 2345-5365

مقالهٔ پژوهشی

ارزیابی ارگونومیک ایستگاه‌های کار در صنعت با تأکید بر ملاحظات اقتصادی (مورد مطالعه: صنعت خودرو)

حسن صادقی نایینی [۱]، محمد ذوالفقاری [۲*]

۱. دانشیار، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران ایران

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۶
پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۱۷
انتشار آنلاین: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

نویسندهٔ مسئول:
محمد ذوالفقاری،
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران ایران
پست الکترونیک:
Zolfaghari_m@cmps2.iust.ac.ir

برای دانلود این مقاله، کد زیر را با موبایل خود اسکن کنید.

خلاصه

زمینه و هدف: سالانه درصدی از سود حاصل از فروش تولیدکنندگان کالا و خدمات به‌دلیل رعایت‌نشدن شرایط ارگونومیک، صرف هزینه‌های ناشی از اختلالات اسکلتی‌عضلانی می‌شود. این هزینه‌ها برای سازمان‌ها و کارکنان مطلوب نیست و در اکثر مواقع، ریسک عوامل ارگونومیک بر کیفیت زندگی کارکنان تأثیر می‌گذارد.

روش‌کار: پژوهش میدانی حاضر دی۱۳۹۷ به‌صورت سرشماری روی ۱۹۳ نفر از کارگران دارای پروندهٔ پزشکی در یکی از صنایع خودروسازی داخل کشور انجام شد. از این تعداد، بیشترین میزان شیوع اختلالات اسکلتی‌عضلانی (۱۶ نفر) به کارگران خطوط مونتاژ محصولات تعلق داشت که به‌منظور آنالیز، ایستگاه کاری بررسی شد. پرسشگری به‌کمک پرسشنامهٔ نوردیک و ازطریق مصاحبه با کارگران، ازجمله روش‌های جمع‌آوری اطلاعات پژوهش بود. به‌کمک روش OWAS و با استفاده از عکس‌برداری و فیلم‌برداری از مشاغل، هریک از ایستگاه‌های کاری منتخب تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ازنظر سطح اقدام اصلاحی، سه ایستگاه کاری در سطح سه و سه ایستگاه در سطح دو و یک ایستگاه در سطح یک قرار گرفت. سپس، هزینه‌های ناشی از بروز و درمان عوارض و ایجاد شرایط ارگونومیک محاسبه شد.

نتیجه گیری: هزینه‌های آنالیز ایستگاه‌های کاری و انجام اقدامات پیشگیرانه با هدف کاهش عوارض اسکلتی‌عضلانی کارکنان که به ایجاد شرایط ارگونومیک منجر می‌شود، درمقابل هزینه‌های ناشی از بروز و درمان عوارض اسکلتی‌عضلانی، برای این صنعت خودروسازی باصرفهٔ اقتصادی همراه است.

کلیدواژه‌ها: ارگونومی، اختلالات اسکلتی‌عضلانی، OWAS، پرسشنامهٔ نوردیک، هزینه

مقدمه

اختلالات اسکلتی‌عضلانی یکی از مشکلات عمدهٔ کارکنان و سازمان‌های تولیدکنندهٔ کالا و خدمات است که علاوه‌بر بروز مشکلات فیزیکی و روانی و اجتماعی، صرف هزینه‌های کلان اقتصادی را برای کارکنان و سازمان‌ها در پی دارد. براساس تعریف مؤسسهٔ ملی ایمنی و بهداشت شغلی (National Institute for Occupational Safety and Health)، اختلالات اسکلتی‌عضلانی از گروهی از ساختارها شامل اعصاب، تندون‌ها، ماهیچه‌ها و ساختارهای پشتیبان مانند دیسک‌های بین‌مهره‌ای تشکیل می‌شوند. گسترهٔ این اختلالات وسیع است؛ به‌صورتی‌که طیف آن از علائم خفیف تا دردهای شدید و مزمن و حتی شرایط ناتوان‌کننده را دربر می‌گیرد؛ مثلاً سندورم تونل کارپال و سندورم کشیدگی گردن و کمردرد [۱].

صنایع خودروسازی ازجمله صنایع رونق‌بخش اقتصادی است [۲]. با اینکه در خطوط تولید این صنایع از ربات‌های صنعتی به‌جای انسان استفاده می‌شود، هنوز این صنایع نیروهای زیادی به‌منظور انجام کارهای سخت فیزیکی استخدام می‌کنند [۳] که در برخی مواقع، باعث بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی می‌شود. اختلالات اسکلتی‌عضلانی به افزایش تعداد غیبت از کار کارکنان به‌علت بیماری و بازنشستگی زودتر از موعد آنان می‌انجامد [۴]. اختلالات ناشی از کار باید ازطریق طراحی شغل برطرف شود؛ ازاین‌رو، سازمان‌های پیشرو در مسیر ارائهٔ راهکارهای پیشگیرانه به‌منظور کاهش هرچه‌بیشتر این اختلالات و ایجاد شرایط ارگونومیک کاری گام برمی‌دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

ارگونومی شغلی هنر و علم طراحی شغل سازگار با نیروی کار در راستای نیازها و توانایی‌های آنان است [۵]. برای این منظور، شناخت عوامل ایجادکنندهٔ اختلالات اهمیت دارد. عوامل خطرزای فیزیکیِ مهم در بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی یا پیشرفت آن‌ها عبارت‌اند از: اِعمال نیروی زیاد، تکرار حرکت، کار تکراری، وضعیت بدنی ثابت یا نامطلوب، سرعت زیاد انجام کار، استراحت‌نکردن بین مراحل کار، نوبت کاری و عوامل فردی (سن، قد و...) [۶]. در بین این عوامل، پوسچرهای نامناسب کاری از عوامل مهمی محسوب می‌شود که به روش‌هایی برای ارزیابی و کنترل آن احتیاج است. تاکنون، در این زمینه روش‌های مختلفی ارائه شده است؛ ازجمله روش‌های Postural Targeting، RULA، ARBAN، OWAS و روش‌های دیگر.

روش OWAS مخفف Ovako Working Posture Assessment System ازجمله روش‌های پرکاربرد برای آنالیز پوسچرهای کاری است. در دههٔ ۱۹۷۰، این روش اولین‌بار در یکی از کارخانه‌های فولاد در فنلاند مطرح شد. اساس این روش برمبنای مشاهدهٔ مستقیم وضعیت بدن در فعالیت‌های مهم هنگام کار است. OWAS به شغل خاصی تعلق ندارد و به تجهیزات ویژه‌ای نیز نیازمند نیست [۷]؛ به‌همین‌دلیل، صرف هزینهٔ چندانی به‌دنبال نخواهد داشت. انجام اقدام اصلاحی مناسب که بعد از تحلیل پوسچرهای بدنی درباره‌اش تصمیم‌گیری می‌شود، در مواقع نیاز به تجهیزات یا ایجاد شرایط محیطی مناسب، مستلزم صرف هزینه است تا امکان فعالیت نیروی انسانی در محیطی ارگونومیک فراهم شود.

در بسیاری از مواقع، انجام‌ندادن اقدام اصلاحی مناسب زمینه‌ساز بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی برای نیروی انسانی و درنتیجه، صرف هزینهٔ زیاد خواهد بود. این هزینه‌ها را بسته به اینکه چه کسی مسئول آن‌هاست، می‌توان از زوایای مختلف بررسی و نمونه‌هایی از هرکدام از آن‌ها مطرح کرد. از دیدگاه بیمار، هزینهٔ خارج از جیب؛ از دیدگاه کارفرمایان، حق‌بیمهٔ جبران خسارت و ازدست‌دادن تولید؛ از دیدگاه شرکت‌های بیمه، هزینهٔ پرداخت مطالبات؛ از دیدگاه دولت‌مردان، هزینهٔ سیستم بهداشت عمومی؛ و از دیدگاه اجتماعی، شامل تمامی هزینه‌های مرتبط می‌تواند باشد. در آینده، دیدگاه کامل و جامع دیگری نیز وجود خواهد داشت و آن تمامی هزینه‌های ازدست‌رفتهٔ گفته‌شده در بالا درمقابل هزینه‌های اجتناب از بروز آن است [۸].

هزینه‌های ناشی از اختلالات اسکلتی‌عضلانی در سه بخش طبقه‌بندی می‌شود: ۱. هزینه‌های مستقیم؛ ۲. هزینه‌های غیرمستقیم؛ ۳. هزینه‌های مربوط به کیفیت زندگی یا هزینه‌های اجتماعی. در تحقیقی که با عنوان «برآورد هزینه‌های اقتصادی حوادث ناشی از کار در ایران» انجام شد، هزینه‌های مستقیم مالی ناشی از ۱۰هزار و ۵۸۳ مورد حادثهٔ شغلی رخداده در سال ۱۳۹۱ برآورد شد. در این پژوهش، سرانهٔ انسانی هر حادثهٔ شغل رخداده در کشور برابر با ۹میلیون و ۵۳هزار و ۳۹۳ تومان به‌دست آمد [۹]. در همین تحقیق، مشخص شد ازآنجاکه افراد و بیمه‌ها معمولاً پولی برای هزینه‌های غیرمستقیم ردوبدل نمی‌کردند، اندازه‌گیری این هزینه‌ها دشوار بود.

در پژوهش دیگری که سال ۲۰۰۸ در کشور آمریکا انجام شد، هزینهٔ مستقیم درمان برای هر فرد مبتلا به بیماری مزمن کمردرد ۳،۷۵۲ دلار و ۲۲درصد کل هزینه‌ها (هزینهٔ مستقیم به‌علاوهٔ هزینهٔ غیرمستقیم) تخمین زده شد [۸]. در مطالعه‌ای دیگر با عنوان «اختلالات اسکلتی‌عضلانی و محیط کاری»، کمردرد و اندام فوقانی بررسی و هزینه‌های غیرمستقیم ۲/۷ برابر هزینه‌های مستقیم عنوان شد [۱۰]. در تحقیقی با عنوان «برآورد هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم برای بیماران سالمند در شهر تهران در سال ۱۳۹۴»، هزینه‌های مستقیم غیردرمانی و هزینه‌های غیرمستقیم بیش از ۲۰درصد هزینه‌های سالمندان را تشکیل می‌دادند [۱۱]. در مطالعه‌ای دیگر به‌نام «برآورد هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم جراحات ناشی از حوادث شغلی در یکی از صنایع پالایشی در سال ۱۳۹۴»، هزینه‌های غیرمستقیم جراحات شغلی شامل هزینه‌های افت بهره‌وری و زمان ازدست‌رفتهٔ دیگر کارکنان و ارزش کار خانگی ازدست‌رفته ۵/۹ برابر هزینه‌های مستقیم تخمین زده شد [۱۲]. افزون‌براین در مقاله‌ای با عنوان «ارتباط بین هزینهٔ جراحات شغلی در صنایع داروسازی و سرمایه‌گذاری در سیستم مدیریت ایمنی»، میزان هزینه‌های غیرمستقیم چهار برابر هزینه‌های مستقیم به‌دست آمد [۱۳].

طبق بررسی‌های انجام‌شده، میزان و ارتباط بین هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از حوادث کار در مشاغل گوناگون متفاوت است. تاکنون در زمینهٔ محاسبهٔ هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از اختلالات اسکلتی‌عضلانی، تحقیقی در حوزهٔ صنایع داخلی انجام نشده است. در این پژوهش، بعد از بررسی پرونده‌های پزشکی کارکنان و استخراج بیشترین میزان شیوع اختلالات اسکلتی‌عضلانی در ایستگاه‌های کاری، آنالیز ایستگاه کاری مرتبط انجام شد و بعد از بررسی اقدامات اصلاحی، با همکاری کارشناسان هزینهٔ تخمینی ایجاد شرایط ارگونومیک درمقایسه‌با هزینهٔ کل اختلالات اسکلتی‌عضلانی (هزینهٔ مستقیم به‌علاوهٔ هزینهٔ غیرمستقیم) تحلیل شد. یکی از محدودیت‌های تحقیق تفکیک‌نشدن مبالغ پرداختی سازمان تأمین اجتماعی به‌منظور درمان اختلالات اسکلتی‌عضلانی برمبنای هر عضو بود که ازطریق ارتباط مستقیم با جمعی از کارشناسان محترم آن سازمان بررسی و مطالعه شد. برای مثال، سرانهٔ پرداختی سازمان به

www.SID.ir

Archive of SID

بیماران برای درمان اختلالات اسکلتی‌عضلانی مرتبط با درمان کمردرد تعیین‌شدنی نبود که محاسبهٔ دقیق هزینه‌ها را با مشکلاتی مواجه می‌کرد.

روش کار

پژوهش میدانی حاضر سال ۱۳۹۷ به‌صورت سرشماری روی ۱۹۳ نفر از کارگران یکی از صنایع خودروسازی داخلی کشور واقع در تهران انجام شد که پروندهٔ استعلاجی پزشکی (مربوط به سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷) داشتند. از این تعداد با حذف عوامل مخدوشگر، مانند تصادف یا حوادث خارج از سازمان، ۵۷ نفر از کارگران مبتلا به مشکل اختلالات اسکلتی‌عضلانی ناشی از شغل مرخصی استعلاجی گرفته بودند. با کنترل مشخصات کارگران با ایستگاه‌های کاری ثبت‌شده در پروندهٔ پزشکی، بیشترین میزان شیوع اختلالات اسکلتی‌عضلانی (۱۶ نفر) به کارگران خطوط مونتاژ محصولات متعلق بود که به‌منظور آنالیز، ایستگاه کاری بررسی شد.

جامعهٔ آماری مطالعه‌شدهٔ تحقیق در ۷ ایستگاه کاری فعالیت می‌کردند: نصب تایر زاپاس (وزن ۱۵ کیلوگرم)، نصب پدال کلاچ و ترمز، نصب داشبورد، نصب سپر عقب، نصب تایر (وزن ۲۳ کیلوگرم)، کنترل کیفی زیر خودرو و کنترل گشتاور پیچ‌های تایر خودرو. از جامعهٔ بررسی‌شده ۲ نفر با تصور اینکه بررسی اختلالات اسکلتی‌عضلانی درنهایت به تعدیل نیروی انسانی منجر خواهد شد، بعد از گذراندن مرحلهٔ دوم، از ادامهٔ شرکت در فرایند تحقیق انصراف دادند. ناگفته نماند به‌منظور رعایت ملاحظات اخلاقی، اطلاعات به‌دست‌آمده از این افراد استفاده نشد.

در مرحلهٔ اول پرسشگری، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و فردی شامل سن، جنس، وزن، قد، سابقهٔ کار و شاخص تودهٔ بدنی (BMI) در چهار گروه [۱۴] (کم‌وزن: کمتر از ۱۸/۵، طبیعی: ۱۸/۵ تا ۲۴/۹، اضافه‌وزن: ۲۵ تا ۲۹/۹، چاق: بیش از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع) ثبت شد که نتایج در جدول ۱ آمده است. درادامه، اطلاعات پرسشنامهٔ اسکلتی‌عضلانی نوردیک ازطریق مصاحبه با کارگران خط‌تولید ثبت شد. ازلحاظ اپیدمیولوژیک، این پرسشنامه بیشتر برای مطالعات مقطعی کاربرد دارد و می‌تواند اطلاعات مفید و مطمئنی دربارهٔ اختلالات اسکلتی‌عضلانی فراهم کند که از این اطلاعات می‌توان در زمینهٔ اقدام اصلاحی استفاده کرد [۶]. در پرسشنامهٔ اسکلتی‌عضلانی نوردیک، بدن به ۹ ناحیهٔ مجزای گردن، شانه‌ها، آرنج‌ها، مچ و دست‌ها، پشت، نشیمن و کمر، ران‌ها، زانوها و پاها تقسیم و داشتن یا نداشتن درد در آن‌ها در ۱۲ ماه گذشته پایش می‌شود [۱۵].

در مرحلهٔ دوم، به‌منظور استفاده از روش OWAS به‌عنوان شیوهٔ ارزیابی پوسچر، شغل‌های هر ایستگاه زیرنظر گرفته شد. مدت زمان مشاهده برای هر شغل بسته به نوع آن بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه و بنابر تغییر حالت بدنی کارگران، بازهٔ زمانی عکس‌برداری متفاوت بود. برای نمونه، اپراتور ۳ دقیقه در یک حالت ثابت می‌نشست یا می‌ایستاد. سیکل انجام هر شغل به‌طورکامل برای بررسی فیلم‌برداری شد. درنهایت، این کار تصویری کلی از شغل مطالعه‌شده ارائه می‌کرد [۱۶]. در اکثر مطالعات انجام‌شده در صنایع مختلف، اعتبار این روش بیش از ۹۰درصد به‌دست آمده است [۴]. مهم‌ترین بخش در ارزیابی ازطریق این روش، تعیین پوسچر برای ارزیابی است. بعد از تحلیل شغل و تعیین وظایف اصلی و زیروظایف و سپس اندازه‌گیری زمان هرکدام از این زیروظایف، آن کسی برای ارزیابی انتخاب شد که بیشترین سهم از سیکل کاری را داشت یا پوسچر بحرانی شدید بود.

بعد از تعیین اولویت انجام اقدامات اصلاحی، راهکارهای ممکن در کمیته‌های تخصصی متشکل از کارشناسان ساخت ابزار و سرپرستان خطوط مونتاژ و مسئولان بازرگانی مطرح و ارزیابی شد. در ارزیابی‌های انجام‌شده، هزینه‌ها و امکان‌سنجی دربارهٔ ساخت تجهیزات موردنیاز به‌دست کارشناسان داخل شرکت یا تأمین آن از خارج از کشور و کیفیت ساخت داخلی آن تحلیل شد. هزینه‌های ناشی از بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی را می‌توان در حالات کلی در سه بخش بررسی کرد:

- بخش اول، هزینه‌های مستقیم که تمامی تبادلات پولی را شامل می‌شوند؛ مانند هزینهٔ تعداد روزهای کاری ازدست‌رفته [۱۷]، بیمارستان، پزشک، خدمات بهداشتی، توانبخشی، پرستاری در خانه، مراقبت در خانه، تجهیزات پزشکی و هزینهٔ دفن؛
- بخش دوم، هزینه‌های غیرمستقیم که به‌بیان‌ساده هزینه‌های نبود اشتغال و بهره‌وری است؛ مانند هزینه‌های ناشی از غیبت نیروی کار مجرّب و کاهش تولید. یکی از انواع هزینه‌های غیرمستقیم که اغلب فراموش شده، هزینهٔ «حضور» کارگران است. این زمانی است که کارگران برای کار در سازمان حاضر هستند؛ ولی به‌دلیل اختلالات اسکلتی‌عضلانیِ پیش‌آمده، توان تولیدشان کاهش یافته است [۱۸]. حضور کارگران مبتلا به اختلالات اسکلتی‌عضلانی در صنایع بزرگ تولیدی از دیگر عواملی محسوب می‌شود که هزینه‌های اقتصادی زیادی دارد و شناسایی و محاسبهٔ آن به‌راحتی مقدور نیست؛
- بخش سوم، هزینه‌های مربوط به کیفیت زندگی یا هزینه‌های اجتماعی است؛ مانند تأثیر اجتماعی که عوارض بیماری بر فرد یا خانواده وی می‌گذارد و نمی‌توان آن را شامل محاسبات کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر، باتوجه‌به دسترسی داشتن یا نداشتن به تمامی اطلاعات مرتبط، تنها بخشی از هزینه‌های ذکرشدهٔ محاسبه‌کردنی بود. در بخش هزینه‌های مستقیم، هزینه‌های روزهای کاری ازدست‌رفته، بیمارستان (اقامت و بیهوشی)، پزشک (تعرفهٔ خدمات و اعمال جراحی گلوبال سال ۱۳۹۷ وزارت بهداشت، درمان و آموزش) و توانبخشی محاسبه شد. هزینهٔ تعداد روزهای کاری ازدست‌رفته براساس حداقل دستمزد روزانهٔ مشمولان تأمین اجتماعی در روز برای سال ۱۳۹۷ از وب‌سایت رسمی سازمان مبلغ ۳۷۰هزار و ۴۲۳ ریال استخراج شد [۱۹]. در بخش هزینه‌های غیرمستقیم، تعداد روز بازآموزی کارگران جایگزین مطابق استانداردهای داخلی در صنعت بررسی‌شده ۳۰ روز برای هر ایستگاه کاری و هزینهٔ حضور کارگران طبق اطلاعات ثبت‌شدهٔ واحد ایمنی و بهداشت شرکت یک تا دو هفته باتوجه‌به شدت عارضه محاسبه شد. درنهایت، کل هزینه‌های ایجاد شرایط ارگونومیک درمقایسه‌با هزینهٔ ناشی از اختلالات اسکلتی‌عضلانی بررسی شد.

یافته‌ها

بعد از بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی، کارگران یا ترک کار می‌کنند یا بدون ترک کار و با تغییر شغل در ایستگاهی دیگر، هم‌زمان روند درمان را پشت‌سر می‌گذرانند. در این پژوهش بعد از بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی، ۴ نفر مجبور شدند بیش از دو ماه ترک کار کنند و بعد از بازگشت به کار، در ایستگاه دیگر مشغول به فعالیت شوند. همچنین، ۱۰ نفر دیگر بعد از یک تا دو هفته ترک کار، با ادامهٔ فعالیت در ایستگاه‌های دیگر هم‌زمان روند درمان را گذراندند. در زمان تحقیق، برخی از پیمان‌کاران شرکت و کارگران تازه‌استخدام‌شده در ایستگاه‌های کاری منتخب مشغول به فعالیت بودند. در جداول ۲ و ۳ نتایج به‌دست‌آمده از روش OWAS ذکر شده است و جدول ۴ پیشنهاد متخصصان و هزینهٔ برآوردشده را بررسی می‌کنند. جدول ۵ محاسبهٔ هزینهٔ مستقیم و غیرمستقیم اختلالات اسکلتی‌عضلانی ایجادشده را نشان می‌دهد. در این جدول از مجموع ۱۴ نفر بررسی‌شده، ۴ نفر در یک عضو و ۷ نفر در دو عضو و ۱ نفر در سه عضو احساس درد می‌کردند که تعداد کل اختلالات ۲۱ عدد درج شده است.

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی کارگران منتخب (تعداد=۱۶ نفر)

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف‌معیار
سن	۳۳	۲۴	۴۲	۵/۸۴
تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۶/۵۵	۲۲	۳۲/۱	۲/۵۹
سابقهٔ کار (ماه)	۱۱۶/۵	۶۰	۲۱۶	۴۵/۲۵

جدول ۲. فراوانی تجمعی ناراحتی هریک از اندام‌ها و سطح اقدام اصلاحی براساس روش OWAS

اندام	وضعیت	درصد فراوانی تجمعی	اقدام اصلاحی
تنه (کمر)	ستون فقرات کشیده و مستقیم	۱۴/۲درصد	۱
	ستون فقرات خمیده	۵۷/۱درصد	۳
	کمر در حال چرخش		
	کمر خمیده و در حال چرخش	۱۴/۲درصد	۳
بازوها	هر دو باز و پایین‌تر از ارتفاع شانه	۷۱/۴درصد	۱
	یکی از بازوها در ارتفاع شانه یا بالاتر		
	هر دو بازو در ارتفاع شانه یا بالاتر	۱۴/۲درصد	۳
پاها	نشسته	۲۸/۵درصد	۲

www.SID.ir

Archive of SID

اندام	وضعیت	درصد فراوانی تجمعی	اقدام اصلاحی
	ایستاده با پاهای کشیده و مستقیم	۱۴/۲درصد	۲
	ایستاده با یک پای صاف		
	ایستاده روی دو زانوی خمیده		
	زانوزده روی یک زانوی خمیده		
	زانوزده بر یک یا هر دو زانو	۱۴/۲درصد	۳
	راه‌رفتن یا جابه‌جاشدن		

۱. اقدامات اصلاحی لازم نیست؛ ۲. اقدامات اصلاحی در آینده نزدیک انجام شود؛ ۳. اقدامات اصلاحی هرچه‌زودتر انجام شود.

جدول ۳. میزان فراوانی و درصد پوسچرهای ترکیبی و اقدامات اصلاحی آن‌ها

کد پوسچر	تعداد	درصد	سطح اقدام اصلاحی
۱۱۲۲	۱	۱۴/۲درصد	۱
۲۱۲۱ ۲۱۶۱ ۴۱۲۱	۳	۴۲/۸درصد	۲
۲۱۲۳ ۲۳۱۱	۳	۴۲/۸درصد	۳

جدول ۴. پیشنهادهای متخصصان شرکت دربارهٔ طراحی ایستگاه‌های کاری مطالعه‌شده

ایستگاه کاری	وظیفهٔ کاری	اقدام اصلاحی	تجهیزات	روش	تخمین هزینه (ریال)
نصب تایر زاپاس	جابه‌جایی تایر با وزن ۱۵ کیلوگرم از داخل پالت به داخل صندوق‌عقب خودرو	۱		گردش شغلی	۰
نصب پدال کلاچ و ترمز	اتصال مهره‌های پدال‌ها روی داشبورد فلزی	۲		گردش شغلی	۰
نصب داشبورد	اتصال پیچ‌های داشبورد روی بدنه	۲	منی‌پلیتور داشبورد		داخلی ۱،۰۵۰،۰۰۰،۰۰۰ خارجی ۴،۵۵۰،۰۰۰،۰۰۰
نصب سپر عقب	جاانداختن سپر با ضربه و بستن مهره‌ها	۲	چکش پلاستیکی		۰
نصب تایر	جابه‌جایی تایر با وزن ۲۳ کیلوگرم از داخل پالت روی خودرو و اتصال پیچ‌های آن	۳	بالانسر تایر		۱۵۰،۲۰۰،۰۰۰
کنترل زیر خودرو	کنترل اتصالات مهم و ایمنی زیر خودرو شامل لوله‌های سوخت و روغن ترمز	۳	صندلی ارگونومیک		۲۰،۰۰۰،۰۰۰
ترک رنج‌کشی پیچ‌های تایر	کنترل گشتاور تمامی پیچ‌های تایر با ابزار با گشتاور ۱۴۰ نیوتن‌متر	۳	حفر چال ترک رنج‌کشی در چپ و راست خودرو	تقسیم کار به اپراتور چپ و راست	۲۵۰،۰۰۰،۰۰۰
مجموع (درصورتی‌که منی‌پلیتور داشبورد در داخل ساخته شود)					۱،۴۷۰،۲۰۰،۰۰۰
مجموع (درصورتی‌که منی‌پلیتور داشبورد از خارج تأمین شود)					۴،۹۷۰،۲۰۰،۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم اختلالات اسکلتی‌عضلانی (ریال)

عضو	تعداد روز کاری ازدست‌رفته	تعداد اختلالات	هزینهٔ مستقیم		هزینهٔ غیرمستقیم	
			بیمارستان و توانبخشی	روز کاری ازدست‌رفته	بازآموزی کارگران جایگزین	حضور کارگران
گردن	۸۴	۶	۲۷۲،۱۸۴،۰۰۰	۳۱،۱۱۵،۲۸۰	۱۱،۱۱۲،۶۰۰	880،185،5
مچ دست	۲۸	۲	۴۷،۸۳۶،۰۰۰	۱۰،۳۷۱،۷۶۰	600،112،11	880،185،5
کمر	۳۱۰	۹	۸۱۹،۶۵۳،۳۳۰	۱۱۴،۸۳۰،۲۰۰	600،112،11	880،185،5
مچ پا	۲۸	۲	۴۷،۸۳۶،۰۰۰	۱۰،۳۷۱،۷۶۰	600،112،11	940،592،2
شانه	۷	۱	۲۳،۹۱۸،۰۰۰	۲،۵۹۲،۹۴۰	600،112،11	940،592،2
زانو	۷	۱	۲۳،۹۱۸،۰۰۰	۲،۵۹۲،۹۴۰	600،112،11	940،592،2
مجموع	۴۶۴	۲۱	۱،۲۳۵،۳۴۵،۳۳۰	۱۷۱،۸۷۴،۸۸۰	۶۶،۶۷۵،۶۰۰	۲۳،۳۳۶،۴۶۰
هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم				۱،۴۰۷،۲۲۰،۲۱۰		۹۰،۰۱۲،۰۶۰
کل هزینه‌ها				۱،۴۹۷،۲۳۲،۲۷۰		

در جدول ۴، پیشنهادهای متخصصان شرکت دربارهٔ طراحی ایستگاه‌های کاری مطالعه شده آمده است. در ایستگاه نصب تایر زاپاس (وزن ۱۵ کیلوگرم)، منی‌پلیتور جابه‌جایی تایر موجود بود و به تنظیم نیاز داشت؛ ولی در زمان مشاهدهٔ ایستگاه، قابل‌استفاده نبود و اپراتور خط‌مونتاژ با دست تایر را جابه‌جا می‌کرد. به‌دلیل اینکه زمان انجام فعالیت بسیار کوتاه و تعداد تولید نیز کم بود، در سطح اقدام اصلاحی ۱ قرار گرفت و به انجام اقدام اصلاحی نیاز نبود. این ایستگاه پیش‌تر تعداد تولید بسیار زیادی داشت.

در ایستگاه نصب پدال کلاچ و ترمز، نظر متخصصان بر این بود که تنها ازطریق گردش شغلی می‌توان در زمینهٔ کاهش ریسک اقدام کرد و ابزاری برای آن تخصیص‌دادنی نیست. اپراتورهای این ایستگاه با وجود مصرف قرص مسکّن برای کاهش عوارض ناشی از کار، از گردش شغلی رضایت نداشتند. در این پژوهش، بررسی دلیل این موضوع ممکن نبود و به تحقیق وسیع‌تر نیاز داشت. در ایستگاه نصب داشبورد، سه اپراتور باید قطعهٔ داشبورد ۴۰کیلوگرمی را بلند و مونتاژ می‌کردند. در این ایستگاه، به استفاده از منی‌پلیتور داشبورد احتیاج بود که امکان ساخت آن در داخل شرکت با هزینهٔ حدوداً یک‌سوم نمونهٔ خارجی وجود داشت. بااین‌حال، نمونهٔ خارجی به‌دلیل داشتن سازندهٔ تخصصی بسیار دقیق است و عمر بیشتری نیز دارد.

در ایستگاه نصب سپر عقب، باید از چکشی استفاده می‌شد که نرم باشد و دراثر ضربه روی بدنهٔ خودرو خط‌وخش نیندازند. به‌دلیل قیمت ارزان این ابزار درمقابل ابزار دیگر، از آوردن این گونه هزینه‌ها درمجموع هزینه‌ها صرف‌نظر شد. در ایستگاه نصب تایر (وزن ۲۳ کیلوگرم)، به استفاده از بالانسر به‌منظور بلندکردن و جابه‌جایی تایر نیاز بود که امکان تولید داخلی آن نیز وجود داشت. در ایستگاه کنترل زیر خودرو، باتوجه‌به اینکه اپراتور در حالت نشسته باید هر دو دست خود را برای طولانی‌مدت بالای شانه نگه دارد، با ساخت صندلی ارگونومیک با قابلیت تغییر زاویهٔ پشتی، ریسک‌های ارگونومیک را می‌توان کاهش داد. در ایستگاه ترک رنج‌کشی پیچ‌های تایر، اپراتور در حالت نشسته ۲۰ پیچ چرخ (هر چرخ ۵ پیچ) را با گشتاور ۱۲۰ نیوتن‌متر ترک رنج‌کشی می‌کرد که فشار بسیار زیادی روی مچ دست و کمر او بود. پیشنهاد متخصصان حفر چال در ایستگاه مرتبط و در دو طرف خودرو به‌صورتی‌که اپراتور بتواند در حالت ایستاده کار کند و نیز به‌کارگیری دو اپراتور در طرفین خودرو بود.

بحث

براساس اعلام سازمان بین‌المللی کار، کشورهای درحال‌توسعه با مشکلات مربوط به ایمنی و بهداشت بیشتری درمقایسه‌با کشورهای توسعه‌یافته دست‌وپنجه نرم می‌کنند؛ چراکه در کشورهای توسعه‌یافته مؤسسه‌هایی با سرمایه‌گذاری مالی مناسب برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ایمنی و

www.SID.ir

Archive of SID

بهداشت وجود دارد؛ ولی در کشورهای درحال‌توسعه این مؤسسه‌ها وجود ندارد. همچنین، دسترسی به اطلاعات مربوط به جراحت‌ها و بیماری‌های شغلی در کشورهای درحال‌توسعه کمتر است و این اطلاعات معمولاً صحیح نیستند و مسئلهٔ اساسی در این زمینه نقص در گزارش‌دهی است [۲۰]. این مسئله باعث می‌شود که مدیران سازمان از بار اقتصادی این حوادث دقیقاً مطلع نباشند.

در این تحقیق، باتوجه‌به محدودیت‌های ناشی از دسترسی‌نداشتن به اطلاعات مرتبط با هزینه‌ها، متغیرهای محدودی استخراج‌کردنی بود که درنتیجه، مجموع هزینه‌های محاسبه‌شده درمقایسه‌با هزینه‌های فراوانِ این اختلالات برای کارگران و خانوادهٔ آن‌ها بسیار ناچیز به‌دست آمد. متأسفانه دربارهٔ هزینه‌های ناشی از اختلالات اسکلتی‌عضلانی تحقیق داخلی انجام نشده است و تحقیقات خارجی به‌دلیل تفاوت‌های نظام‌های مالی و بیمه در آن کشورها درمقایسه‌با ایران، مقایسه‌پذیر یا استدلال‌کردنی نیستند.

با تماس با جمعی از کارشناسان محترم سازمان تأمین اجتماعی، همگی بیان کردند نبود امکان محاسبهٔ هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم، ازجمله مشکلات سیستم جمع‌آوری اطلاعات در آن سازمان است که می‌تواند موضوع بسیار چالشی برای مطالعات آینده باشد. نتایج حاصل از تحقیق گواه این موضوع بود که صرف هزینهٔ ۱میلیارد و ۴۷۰ میلیون و ۲۰۰هزار ریالی (درصورت ساخت منی‌پلیتور داشبورد در داخل شرکت) به‌منظور ایجاد شرایط ارگونومیک در ۷ ایستگاه کاری بررسی‌شده درمقابل هزینهٔ بروز اختلالات اسکلتی‌عضلانی با هزینهٔ ۱میلیاد و ۴۹۷میلیون و ۲۳۲هزار و ۲۷۰ ریال، با صرفهٔ اقتصادی همراه است.

۴۶۴ روز کاری ازدست‌رفته به‌دلیل غیبت کارگران مجرّب در ۷ ایستگاه کاری مهم به‌احتمال زیاد تأثیر منفی بر کیفیت مونتاژ محصولات و بهره‌وری می‌گذاشت که به‌دلیل ثبت‌نشدن اطلاعات مرتبط هزینهٔ آن محاسبه‌کردنی نبود. شایان ذکر است ۴ ایستگاه از ۷ ایستگاه کاری بررسی‌شده ازلحاظ کیفیت بسیار ایمن بودند. خطا در نصب پیچ‌های مربوط به تایرها و اتصالات پدال ترمز و سیستم سوخت‌رسانی، به‌غیر از احتمال ایجاد هزینه‌های هنگفت برای شرکت سازندهٔ خودرو، وقوع حوادث جانی برای استفاده‌کنندگان را نیز به‌همراه خواهد داشت. در این صورت، هزینه‌های سرسام‌آور شکایات و دیه گریبان‌گیر شرکت خواهد شد و درنهایت، افت اعتبار آن را در پی خواهد داشت. باتوجه‌به نبود امکان محاسبهٔ هزینه‌های مربوط به موارد یادشده، ۹۰میلیون و ۱۲هزار و ۶۰ ریال هزینه‌های غیرمستقیم محاسبه‌شده درمقابل هزینه‌های مستقیم بسیار ناچیز است. ناگفته نماند در تحقیقی در زمینهٔ هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از اختلالات اسکلتی‌عضلانی در سال ۲۰۰۷ در کشور آمریکا، هزینه‌های مستقیم ۱/۵بیلیون دلار و هزینه‌های غیرمستقیم ۱/۱بیلیون دلار اعلام شده است [۲۱].

نتیجه‌گیری

تاکنون، پژوهش داخلی در زمینهٔ هزینه‌های اختلالات اسکلتی‌عضلانی ناشی از شغل انجام نشده است؛ بنابراین، بررسی خسارات احتمالی ناشی از بروز و درمان این اختلالات در سازمان‌ها امکان‌پذیر نیست. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعهٔ حاضر می‌تواند راهنمایی برای تصمیم‌گیری مدیران به‌منظور لزوم سرمایه‌گذاری در زمینهٔ ایجاد شرایط ارگونومیک در محیط کاری باشد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از تمامی کسانی تشکر و قدردانی می‌کنند که آنان را در نوشتن این مقاله یاری رساندند. هزینه این مطالعه توسط نویسندگان تامین شده است.

تعارض منافع

بین نویسندگان این مقاله هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

References

1. Piedrahita H. Costs of work-related musculoskeletal disorders (MSDs) in developing countries: Colombia case. Int J Occup Saf Ergon. 2006; 12(4): 379-86. [DOI:10.1080/10803548.2006.11076696] [PMID]
2. KARPIESIUK Ł. Automotive Industry Report. Warsaw: Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, Poland, 2015.
3. Błaszczyk A, Zygmańska-Jabłońska M, Wegner-Czerniak K, Ogurkowska MB. Evaluating Progressive Overload Changes of the Musculoskeletal System in Automobile Industry Workers. Pol J Environ Stud. 2020; 29(4): 2579-586. [DOI:10.15244/pjoes/111883]
4. Mattila MA, Vilkki M. OWAS methods. In: Karwowski W, Marras WS (Eds). The Occupational

www.SID.ir

Archive of SID

Ergonomics Handbook. USA: CRC Press LLC; 1999: 447-59.

5. Grandjean E, Kroemer KH. Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics. USA: CRC Press LLC; 1997. [DOI:10.1201/b16825] [PMCID]

6. Choobineh A. Methods of posture assessment in occupational ergonomics. Hamadan: Fanavaran; 2003:79-96.

7. Mattila M, Karwowski W, Vilkki M. Analysis of working postures in hammering tasks on building construction sites using the computerized OWAS method. Appl Ergon. 1993; 24(6):405-12. [DOI:10.1016/0003-6870(93)90172-6]

8. Dagenais S, Caro J, Haldeman S. A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. Spine J. 2008; 8(1):8-20. [DOI:10.1016/j.spinee.2007.10.005] [PMID]

9. Atrkar Roshan S, Alizadeh SS. Estimate of economic costs of accidents at work in Iran: A case study of occupational accidents in 2012. Iran Occup Health. 2015; 12(1): 12-19.

10. Institute of Medicine, National Research Council, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, Panel on Musculoskeletal Disorders And the Workplace. Musculoskeletal disorders and the workplace: Low back and upper extremities. Washington (DC): National Academy Press; 2001.

11. Javan Noughabi J, Rezapour A, Setoodezadeh F, Moradpour AA. An Estimation of Direct and Indirect Costs for Elderly Patients in Tehran, 2015. Sadra Med Sci J. 2018; 6(1): 77-85.

12. Mohamadinejad A, Mortazavi SB, Jonidi Jafari A, Mofidi A. Estimation of direct and indirect costs of occupational injuries: A case study in one of the refining industries in Iran in 2015. Tibbi-i-kar J. 2020; 11(4): 57-71. [DOI:10.18502/tkj.v11i4.3651]

13. Vatani J, Razaei F. The relationship between the cost due to accidents in the drug industry and the investment in the Safety Management System. Arch Pharm Pract. 2017; 8(4): 104-08.

14. Garrouste-Orgeas M, Troché G, Azoulay E, Caubel A, de Lassence A, Cheval C, et al. Body mass index. An additional prognostic factor in ICU patients. Intensive Care Med. 2004; 30(3): 437-43. [DOI:10.1007/s00134-003-2095-2] [PMID]

15. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Appl Ergon. 1987; 18(3):233-37. [DOI:10.1016/0003-6870(87)90010-X]

16. Kivi P, Mattila M. Analysis and improvement of work postures in the building industry: application of the computerised OWAS method. Appl Ergon. 1991; 22(1): 43-48. [DOI:10.1016/0003-6870(91)90009-7]

17. Atrkar Roshan S, Alizadeh SS. Estimation of economic costs of accidents at work in Iran: A case study of occupational accidents in 2012. Iran Occup Health. 2015; 12(1): 12-19.

18. Berry L, Mirabito AM, Berwick DM. A health care agenda for business. MIT Sloan Manag Rev. 2004; 45(4): 56-64.

19. Tamin.ir. Iran: Salary tariff. 2018 April 29. https://tamin.ir/News/Item/58805/2/58805.html

20. Dorman P. Estimating the economic costs of occupational injuries and illnesses in developing countries: essential information for decision-makers. Geneva, Switzerland: International Labour Organization; 2012.

21. Anderson N, Adams D, Bonauto D, Howard N, Silverstein B. Work-related musculoskeletal disorders of the back, upper extremity, and knee in Washington State, 2002-2010. Olympia, WA: Safety and Health Assessment and Research for Prevention (SHARP) Program, Washington State Department of Labor and Industries; 2015: 345.

www.SID.ir