مروری بر ارزیابی وضعیت ارگونومیکی مشاغل مختلف و میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار

مریم محبوبی[1]*

گروه مهندسی صنایع، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

روح الله ابراهیمی گورجی[2]

گروه مهندسی صنایع، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

چکیده

آسیب های اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار از جمله بزرگترین نگرانی های شغلی در سراسر جهان می باشد. پوسچر یا وضعیت کاری نامناسب یک عامل فیزیکی مشخص در صدمات بدنی حین کار می باشد که باعث درد و ناراحتی در نواحی مختلف بدن، ایجاد بیماری های زودرس، افزایش تعداد غیبت از کار به علت بیماری و بازنشستگی پیش از موعد و یا حتی مرگ می شود. امروزه روش های بسیاری جهت ارزیابی وجود و میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین کارکنان واحدهای صنعتی، تولیدی، خدماتی و اداری مورد استفاده قرار می گیرند که مطالعه حاضر به بررسی و گردآوری مطالعات انجام شده در این زمینه در بین سالهای ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۷ با هدف بررسی وضعیت ارگونومیکی کارکنان مشاغل مختلف و ریسک ایجاد آسیب، می پردازد. به منظور انجام این تحقیق، پژوهش های انجام گرفته در طی این شش سال با تمرکز بر مساله اساسی آسیب های اسکلتی- عضلانی مورد مطالعه قرار گرفت. نتیجه اکثریت قریب به اتفاق تحقیقات نشان می دهد، تمامی واحدهایی که کار ارزیابی در آن ها انجام شده، کارکنان آنها کم یا بیش دارای اختلالات اسکلتی- عضلانی بوده اند و بسته به میزان آسیب ها و شیوع آن در مجموعه شغلی مورد نظر، اقدامات اصلاحی و مداخلات ارگونومیکی مناسب درنظر گرفته شده، ضمن آنکه راهکارهایی برای بهبود وضعیت ها ارایه شده است.

واژگان کلیدی:

ارگونومی، اختلالات اسکلتی- عضلانی، پوسچرهای کاری، آسیب های شغلی

[1]Maryam Mahboobi (*m.mahboobi@iau-tnb.ac.ir*)

[2] Rohullah Ebrahimi Gouraji

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

۱- مقدمه

امروزه با رشد صنعت و تکنولوژی در کشورهای مختلف، عوامل زیان‌آور که سلامت نیروی کار را تهدید می‌کنند نیز در حال گسترش هستند. از جمله این عوامل زیان‌آور، عوامل ریسک آسیب‌های اسکلتی-عضلانی است که هر ساله هزینه‌های هنگفتی را بر صاحبان صنایع و اقتصاد کشورهای مختلف تحمیل می‌کند(Fohol et al. 2004). همچنین ثابت شده است که اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از کار، با عوامل ریسک‌های شغلی مختلفی در ارتباط است که از جمله می‌توان به عوامل ریسکی نظیر نیرو، وضعیت بدنی، حرکات بدنی نامناسب و ارتعاش، عوامل استرس‌زای روانی، عوامل فردی و ... اشاره نمود. گرچه ایجاد اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از کار به الگوی کار بستگی دارد و متعلق به صنعت یا شغل خاصی نیست، اما هر جا که اعمال نیروی زیاد، انجام وضعیت‌های بدنی نامناسب، تکرار زیاد حرکات و زمان استراحت اندک وجود داشته باشد، این اختلالات ایجاد خواهند شد(تقی پور و محبوبی، ۱۳۹۳). در جهان صنعتی امروز، بسیاری از کارگران و کارکنان ناچارند خود را با شرایط محیط و ابزار مورد استفاده متناسب سازند، که پیامد چنین کاری ممکن است بسیار وخیم بوده و بر زندگی فردی و اجتماعی افراد اثرات نامطلوبی داشته باشد. در چنین وضعیتی، انسان از نظر جسمانی و یا روانی با نوع کار یا تجهیزاتی که مورد استفاده قرار می‌دهد و یا در محیطی که در آن زندگی کرده یا به کار می‌پردازد، تناسبی ندارد. نبود تناسب جسمی، ناراحتی‌های جسمانی را سبب می‌شود که از آن جمله می‌توان به ناراحتی‌های اسکلتی-ماهیچه‌ای که از دسته شایع‌ترین عوارض ناشی از کار در جوامع امروزی هستند اشاره کرد(چوبینه، ۱۳۷۸).

با توجه به پیشرفت صنایع و کارخانجات، نیروی انسانی بیشتری به خدمت گرفته شده که مسئولیت انجام بسیاری از کارها به عهده نیروی کار است، طوریکه اشتباهات ناشی از عملکرد نامناسب افراد می‌تواند بسیاری از فعالیت‌های صنعتی را دچار اختلال نماید. بنابراین افزایش راندمان صنایع، که به طور طبیعی بالا بردن بهره‌وری (وقت، انرژی و سرمایه) و توسعه کشور را در پی خواهد داشت، به میزان زیادی به بهبود وضعیت کاری افراد (کارگران) بستگی دارد(Mahboobi et al. 2020). آنچه بیشتر سلامت شاغلین را به مخاطره می‌اندازد، بیماری‌های شغلی است. بیماری شغلی به بیماری‌هایی گفته می‌شود که کارگر یا هر شاغل دیگری به علت اشتغال به شغلی به آن دچار می‌شود و نکته مهم آن است که اغلب این بیماری‌ها در طول زمان و به تدریج فرد را دچار ناتوانی و عوارض ناشی از بیماری می‌کنند و در بسیاری از مواقع تشخیص شغلی بودن بیماری دشوار است. اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با کار، عمده‌ترین عامل از دست رفتن زمان انجام کار، افزایش هزینه‌ها و آسیب‌های انسانی نیروی کار به شمار می‌رود که از جمله مهم‌ترین مسائلی است که ارگونومیست‌ها در سراسر جهان با آن روبرو هستند. موسسه بین‌المللی امنیت و سلامت شغلی گزارش داده است که پوسچر یا وضعیت نامناسب کاری، ارتباطی قوی در پیدایش آسیب‌های اسکلتی-عضلانی دارد (قارلی پور قرقانی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲- ارگونومی

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

حوزه پیدایش ارگونومی به انقلاب صنعتی (اواخر قرن نوزدهم و اوائل قرن بیستم) بازمی‌گردد. کوشش‌هایی که در خلال جنگ جهانی دوم در آمریکا و انگلستان به طور همزمان آغاز شد، موجب گردید تا دانش ارگونومی شروع به رشد و توسعه کند و در اغلب کشورهای اروپایی مورد توجه قرار گیرد. در دهه ۱۹۸۰ میلادی، متأسفانه فجایع تکنولوژیکی بسیاری رخ داد، اما این حوادث موجب شناخته شدن هرچه بیشتر دانش ارگونومی در میان مردم شد. کارخانه‌سازان، کارخانه‌داران، کارگران، دولتمردان و به تبع آن، عامه مردم به طراحی ارگونومیک روی آوردند (ساندرز و کورمیک، ۱۹۹۸). ارگونومی از دو بخش یونانی "Ergo"به معنای کار و "Nomos" به معنای قاعده و قانون تشکیل شده و عبارت است از اصول روابط انسان با کار. به عبارتی، ارگونومی علم به‌کارگیری بهینه از ابزار و افراد در محیط کاری است، به‌نحوی‌که حداکثر بازدهی بدست آید(کارزار جدی، ۱۳۷۹).

اهداف اساسی علم ارگونومی، بهبود نحوه انجام کار، روش‌های کار و ابزار کار، و انطباق آن‌ها با ویژگی‌های روانی و جسمی انسان است. البته باید توجه داشت که با مراعات اصول ارگونومی، فشار کاری و خستگی‌های بی‌مورد کاهش می‌یابد. همچنین، ارگونومی در پی انطباق علمی شغل، شرایط، ابزار و محیط کار با مشخصات فیزیکی و بدنی انسان و نیز تعیین نیرو و توانایی جسمی اوست. باید شغل و محیط کار چنان طراحی شود که با مشخصات فیزیکی میانگین افراد (با ملحوظ کردن انحراف معیارهای مربوطه) مطابقت داشته باشد (فروزانفر، ۱۳۷۸). امروزه تقریباً تمامی مشاغل و به ویژه صنعت ساختمان‌سازی نیازمند رعایت این اصول هستند، زیرا انجام نادرست اعمال فیزیکی کارگران ساختمانی، عامل ایجاد اختلالات اسکلتی در آن‌ها می‌شود.

در بررسی‌ای که توسط موسسه IOSH در سال ۱۹۹۷ در شمال تایوان بر روی ۵۳۱ کارگر ساختمانی انجام شد، اکثریت قریب به اتفاق آنان از بروز مشکلات اسکلتی - عضلانی و مشکلات مرتبط با شغل خود گلایه داشتند. ۹۷٪ مصاحبه‌شوندگان علائم ناراحتی اسکلتی - عضلانی را طی ۱۲ ماه گذشته تجربه کرده‌اند. نیمی از مصاحبه‌شوندگان نیز به درمان این علائم پرداخته بودند. در میان عوارض گفته‌شده، کمردرد خفیف، بیشترین شیوع را در میان کارگران داشته است که ۳۸٪ آنان با این عارضه دست و پنجه نرم می‌کردند. همچنین، درد در اندام فوقانی بسیار شایع بود. ۶۳٪ آنان اذعان داشتند که جابجایی‌های دستی بارها را نیز معمولاً یا در اغلب اوقات انجام می‌دادند که وزن تقریبی بارها معمولاً بین ۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم بوده است، که البته برخی از این جابجایی‌ها توسط دو یا تعداد بیشتری کارگر انجام می‌شده است. همچنین ۷۷٪ و ۸۳٪ از کارگران به ترتیب نیاز به چرخش بدن حین کار و یا خم کردن آن داشتند. همین‌طور ۳۰٪ مصاحبه‌شوندگان احساس کردند که محیط کارشان در کل، بسیار سطح پایین و ضعیف است. پس از این نتایج، باید گفت که مشاغل دارای مشکل و عوامل ریسک ارگونومیک نمی‌توانند به آسانی و بدون آنالیز سیستماتیک مشاغل شناسایی شوند (فروزانفر، ۱۳۷۸).

۳- پوسچرهای کاری و اختلالات اسکلتی – عضلانی

پوسچر به صورت وضعیت استقرار اعضا و اندام‌های مختلف بدن در فضا تعریف می‌شود. تمام محققان توافق دارند که بهترین

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

پوسچر، پوسچری است که در آن کمترین فشار وضعیتی بر بدن تحمیل می‌شود(چوبینه، ۱۳۸۶). در تفسیر علمی، پوسچر نامناسب کاری، وضعیتی است که شامل انحراف قابل توجهی از حالت معمول و متداول باشد. تلاش فیزیکی زیاد کارکنان در بسیاری از مشاغل با عواملی مانند حمل و نقل، استفاده از ابزار و ماشین‌آلات مرتبط، استفاده پیوسته از قسمت‌های مختلف بدن، پیچش ناگهانی در حین انجام کار، بلند کردن اجسام سنگین، ارتعاش، ایستادن‌های طولانی و حرکات مکرر می‌تواند ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی-عضلانی را افزایش دهد. اختلالات اسکلتی- عضلانی یکی از عوامل شایع آسیب‌های شغلی و ناتوانی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه است(Shahnavaz, 1987). بر پایه تحقیقات انجام‌شده، اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار عمده‌ترین عامل از دست رفتن زمان کار، افزایش هزینه‌ها و آسیب‌های انسانی نیروی کار به شمار می‌آید(چوبینه، ۱۳۸۶). ناراحتی‌های اسکلتی- ماهیچه‌ای از شایع‌ترین عوارض ناشی از کار در جوامع امروزی است که از جمله مهم‌ترین مسائلی است که ارگونومیست‌ها در سراسر جهان با آن روبرو هستند(Vanwonterghem, 1996). در جهان صنعتی امروز، بسیاری از کارگران و کارکنان ناچارند خود را با شرایط محیط و ابزار مورد استفاده متناسب سازند و پیامد چنین کاری می‌تواند بسیار وخیم باشد و بر زندگی فردی و اجتماعی افراد اثری نامطلوب بگذارد. در چنین وضعیتی، انسان از نظر جسمانی و یا روانی با نوع کار یا تجهیزاتی که مورد استفاده قرار می‌دهد و یا در محیطی که در آن زندگی کرده یا به کار می‌پردازد، تناسبی ندارد. نبود تناسب جسمی، ناراحتی‌های جسمانی را سبب می‌شود که از آن جمله می‌توان به ناراحتی‌های اسکلتی- ماهیچه‌ای اشاره کرد که از شایع‌ترین عوارض ناشی از کار در جوامع امروزی هستند(Choobineh, 2011). از آنجا که پوسچر نامناسب هنگام کار یکی از مهم‌ترین ریسک‌فاکتورهای اختلالات اسکلتی- عضلانی است، شیوه‌های بسیاری در ارزیابی خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی وجود دارد و تاکنون روش‌های مختلفی برای آنالیز وضعیت بدن در هنگام کار ارائه شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به روش نشانه‌گذاری وضعیت بدن(Postural Targeting) ، روش RULA، روشREBA ، پرسشنامه استانداردNordic ، روش سوئدی موسوم بهARBAN ، روش پروفسور Keyserling (آنالیز وضعیت بدنی) و روش OWAS اشاره کرد. در بیشتر روش‌های فوق، ارزیابی بدن به کمک عکسبرداری یا فیلم‌برداری ویدیویی انجام می‌شود. به این صورت که بعد از فیلم‌برداری، پژوهشگر فیلم را مشاهده کرده و در وضعیت‌های مختلف فیلم را متوقف کرده و اندازه‌گیری‌های لازم را انجام می‌دهد (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۰).

۴- مرور اطلاعات به دست آمده

انجام کارهای تکراری و مداوم از ویژگی های خطوط تولید

انجام کارهای تکراری و مداوم از ویژگی‌های خطوط تولید اکثر کارخانه‌ها است. حرکات تکرارشونده و قرارگیری بدن در وضعیت‌های نامناسب (پوسچرهای نامطلوب) از عوامل ریسک برجسته فیزیکی و بدنی در محیط‌های کاری به شمار می‌آید. در طی سال‌ها، قوانین مختلفی جهت استانداردسازی این محیط‌ها وضع شده است تا احتمال آسیب‌های بدنی در آنها کاهش یابد. همچنین، برای ارزیابی ریسک ارگونومیکی این محیط‌ها،

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

روش‌هایی تدوین گردیده‌اند تا از امنیت اپراتورهای شاغل و سلامت شخصی آنها اطمینان حاصل شود.

روش‌های متعددی جهت ارزیابی ریسک ارگونومیکی وجود دارد؛ با این حال، بیشتر متدها قادر به ارزیابی کارهای تکراری و دارای چرخه ثابت نبوده و برای این گونه مشاغل کارآیی لازم را ندارند. در سال ۲۰۱۷، Subhash Chaclar وCavatora طی پژوهشی، روش مشاهده‌ای جدیدی را برای ارزیابی ریسک ارگونومیکی کارهای مداوم معرفی کردند که به عنوان "Postured Ergonomic Risk Assessment (PERT)"شناخته می‌شود. این روش یک ابزار مناسب برای ارزیابی ریسک ارگونومیکی پوسچر کارهای مداوم کارکنان شاغل در بخش مونتاژ کارخانه‌ها است. نتایج این تحقیق در قالب مقاله‌ای در ژورنال بین‌المللی مهندسی صنایع الزویر منتشر شد. ویژگی کلیدی این روش، سادگی و تطابق آن با استانداردها است.

ارزش استفاده از این روش آن است که تجزیه و تحلیل دقیقی از تک‌تک کارهای موجود در چرخه‌های کاری ارائه می‌دهد تا منبع ریسک‌های بالا برای اپراتورها به سادگی شناسایی شود. در این تحقیق، ۹ چرخه کاری متشکل از ۸۸ زیرشغل با این روش ارزیابی شدند و تطابق آن با برگه سلامت مونتای اروپا(EAWS) ، که ابزاری استاندارد برای ارزیابی ریسک ارگونومیکی است، تأیید شد. سادگی و تطابق این روش با استانداردهای جهانی، امکان بررسی سریع هر یک از شغل‌های موجود در چرخه‌های کاری مونتاژ را فراهم می‌آورد.

اختلالات اسکلتی- عضلانی یکی از مشکلات اصلی سلامت در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه است که تأثیرات منفی زیادی بر روند تولید خواهد داشت؛ بنابراین، توجه ویژه‌ای به این مسأله نیاز است. تعدادی از عوامل ریسک آسیب‌شناسی، شامل عوامل فیزیکی، روانی و جنبه‌های سازمانی و اجتماعی آن‌ها، مرتبط با توسعه اختلالات اسکلتی- عضلانی در میان گروه‌های شغلی مختلف و متنوع تشخیص داده شده‌اند (بویژه رفتارهای کاری و شغلی بی‌صدا و تکرار شونده).

کار با ماشین‌های خیاطی نیز از جمله مشاغلی است که شیوع آسیب‌های اسکلتی- عضلانی در آن به دلیل نوع کار و شرایط کاری برای فرد اپراتور بسیار بالا است. در سال ۲۰۱۵، پنج محقق (Dianat et al) در مورد وابستگی عوامل ریسک فردی و مرتبط با کار به علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی در میان متصدیان کار با چرخ خیاطی (در کارگاه‌های خیاطی) تحقیق کردند و کار آنان از لحاظ ارگونومیکی مورد ارزیابی قرار گرفت. این تحقیق در مجله ارگونومی کاربردی الزویر در همان سال به چاپ رسید. این مطالعه مقطعی به ارزیابی شرایط محیط کار و وقوع گزارش‌های فردی مربوط به نشانه‌های خطر در بخش اسکلتی- عضلانی در میان ۲۵۱ متصدی چرخ خیاطی در ایران پرداخته است.

برای این منظور، پرسشنامه‌ای مناسب تهیه شد که به همراه مشاهده مستقیم (فرد، کارگاه و نحوه کار) و روش ارزیابی پوسچر کاری RULA (که روشی برای ارزیابی سریع وضعیت قسمت فوقانی بدن است) به کار گرفته شد. نتایج این ارزیابی نشان داد که شیوع بالایی از این اختلالات به ویژه در نواحی گردن، شانه، کمر، پشت دست‌ها و مچ‌ها وجود دارد. نمره (درجه) به دست آمده از روش ارزیابی RULA (5.7) نشان‌دهنده طراحی نامناسب ایستگاه کاری و عدم تناسب آن با وضعیت ارگونومیکی کارکنان است. بنابراین، اکثریت افراد این مجموعه شغلی نیازمند

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

تحقیق و بررسی بیشتر و تغییر در عادات کاری روزانه خود هستند.

عوامل مرتبط با کار شامل:

- سابقه کار متصدی با دستگاه
- کار طولانی مدت در هر شیفت
- نشستن طولانی مدت بدون وقفه
- فشار کاری و فشار حاصل از پوسچر کاری نامناسب

عوامل فردی نیز شامل سن، جنسیت، سابقه فعالیت بدنی و ورزشی و... هستند. این عوامل به وضوح نشان‌دهنده وابستگی آنها به اختلالات اسکلتی- عضلانی در مدل‌های رگرسیونی لجستیک چندگانه می‌باشد.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که توجه به محیط کاری (کارگاهی، صنعتی و...) بیشتر از پیش احساس شده است و در بسیاری از جهات نیازمند مداخلات ارگونومیک فوری برای کاهش نشانه‌های این مشکلات است که در آینده نیز به شدت ادامه خواهد یافت.

جهت آشنایی بیشتر با روش‌های ساده و کاربردی ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی، Raman و Liu در پژوهشی تحت عنوان "مقایسه مفهومی روش‌های ساده برای ارزیابی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی" در سال ۲۰۱۴ در مجله ارگونومی کاربردی الزویر به بررسی روش‌های رایج و متداول ارزیابی پوسچرهای کاری و ارزیابی خطر ابتلا به این اختلالات پرداخته‌اند. در این پژوهش، متدهایی که برای ارزیابی بارهای مختلف بدن به کار می‌روند، بررسی شده‌اند. برخی از روش‌ها به ارزیابی بار کلی بدن و قسمت‌های فوقانی و تحتانی اندام‌ها به صورت مجزا پرداخته‌اند، در حالی که روش‌های دیگر به ارزیابی کلی بدن توجه دارند. روش‌هایی مانند OWAS ، RULA، REBA و نسخه ویرایش شده RULA از جمله متدهای رایجی هستند که برای ارزیابی بار کلی بدن به کار می‌روند.

در میان مشاغل صنعتی و غیر صنعتی، کارهای ساختمانی بیش از سایر صنایع ممکن است کارگران را تحت تأثیر آسیب‌های ناشی از کار قرار دهد، چرا که کارگران این حرفه نیازمند عبور از حد مجاز توانایی فیزیکی طبیعی خود برای کنار آمدن با چالش‌ها و پیچیدگی‌های موجود در این حرفه هستند. در طولانی‌مدت، این وضعیت فیزیکی و بدنی پایدار کارگران ممکن است منجر به صدمات بدنی شدید و حتی مرگ آنها شود که می‌تواند پیامدهایی همچون خسارت‌های مالی، زمانی و کاهش بهره‌وری را به همراه داشته باشد.

سازمان‌های مختلف بهداشت و ایمنی شغلی در سراسر جهان، استانداردها و قوانین متفاوتی وضع کرده‌اند تا میزان و شدت آسیب‌های حرکتی و صدمات بدنی مرتبط با کارگران کاهش یابد. گام‌های اولیه برای اجرای چنین قوانینی و بهبود شرایط ارگونومیکی محل کار، به شناخت بهتر ریسک‌های فیزیکی مرتبط با هر شغل کمک می‌کند.

ارزیابی دستی فعالیت‌های میدانی برای شناسایی خطرات ارگونومیک اغلب بی‌اهمیت تلقی شده و نیاز به تلاش اضافی برای شناسایی و حل این مسائل دارد. در پژوهشی که در سال ۲۰۱۷ توسط NATH و همکارانش تحت عنوان "تحلیل ارگونومیکی پوسچرهای بدنی کارگران ساختمانی با استفاده از پوشش سنسور موبایل" انجام شد، یک روش کم‌هزینه و کاربردی در تمام محیط‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق، اعتبارسنجی از طریق سنسورهای داخلی گوشی‌های هوشمند انجام می‌شود

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

تا به طور غیرمستقیم بر وضعیت فیزیکی کارگران نظارت گردد. همان‌طور که پیشتر گفته شد، MSDS(مجموعه‌ای از اختلالات داخلی بدن فرد) و WMSD (گروهی از اختلالات مرتبط با کار که باعث آسیب‌های ناشی از کار می‌شود) توان حرکتی افراد را محدود می‌کند. از آنجا که پوسچرهای نامناسب یکی از عوامل اصلی ایجاد آسیب‌های اسکلتی- عضلانی است، این تحقیق به‌طور خاص به ارزیابی ریسک‌های مرتبط با پوسچر نامناسب در حین انجام وظایف دستی پرداخته است.

در ارزیابی پوسچرهای کاری نامناسب، اندازه‌گیری زاویه انحراف قسمت‌های مختلف بدن مورد توجه قرار می‌گیرد. این پژوهش به‌طور ویژه بر تنه و انحراف شانه‌های کارگران متمرکز بوده است. نتایج نشان می‌دهند که اندازه‌گیری انحرافات تنه و شانه یک کارگر با استفاده از داده‌های سنسوری گوشی‌های هوشمند، بسیار نزدیک به اندازه‌گیری‌های مشاهده‌ای و روش‌های متداول اندازه‌گیری است.

روش‌های پیشنهادی برای ارزیابی پوسچرهای نامناسب می‌توانند در مشاغل مختلفی که در معرض آسیب‌های اسکلتی- عضلانی قرار دارند، به کار روند. به عنوان مثال، این روش‌ها می‌توانند برای ارزیابی وضعیت فیزیکی افرادی مانند نجاران، جواهرسازان، کشاورزان، معلمان، دستیارهای بهداشت و کارمندان اداری استفاده شوند. با استفاده از تعداد کمی سنسور و هزینه‌ای کم، می‌توان روند فیزیکی کاری این افراد را ارزیابی کرده و از تکرار حالات فیزیکی نامناسب که ممکن است منجر به صدمات جبران‌ناپذیر شود، جلوگیری نمود. این روش همچنین می‌تواند از اتلاف هزینه‌ها و زمان اضافی جلوگیری کند.

تحقیق مشابه‌ای که در سال ۲۰۱۶ در سنپوزیوم بین‌المللی سلامت دریا و آبی ارائه شده و در الزویر به چاپ رسید، تحت عنوان "آگاهی ارگونومیکی به عنوان تلاشی برای افزایش دانش و آگاهی جهت جلوگیری از اختلالات اسکلتی و عضلانی در ماهیگیران" توسط Shdihahو همکارانش ارائه گردید. این تحقیق به‌طور خاص به ماهیگیری پرداخته است، شغلی که مانند کارهای ساختمانی از جمله مشاغل پرخطر به شمار می‌رود. ماهیگیران اغلب با خطر خستگی و آسیب‌های جسمانی ناشی از کار مواجه هستند. دلیل اصلی این آسیب‌ها، شیوه‌های کاری و رفتارهایی است که ماهیگیران در حین کار اتخاذ می‌کنند و به اصول ارگونومیکی توجه کمی به آن‌ها دارند.

این تحقیق از یک روش پیش‌آزمایشی با طراحی پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروهی استفاده کرده است. در این طراحی، یک گروه واحد با ویژگی‌های اصلی برای مقایسه با سایر گروه‌ها در نظر گرفته شد و هدف از آن، بررسی تأثیر مشاوره و آموزش ارگونومیکی بر میزان اختلالات اسکلتی-عضلانی و شکایات ماهیگیران بود. نتایج این تحقیق نشان داد که مشاوره‌های ارگونومیکی تأثیر مثبتی در کاهش اختلالات اسکلتی- عضلانی و کاهش شکایات ماهیگیران داشته است.

رویکرد مرحله تغییر (Stage of Change) به عنوان روشی برای ارتقای پیاده‌سازی اصول ارگونومیک در محیط‌های کاری معرفی شده است. علیرغم شواهدی مبنی بر اثربخشی این رویکرد، شواهد محدودی وجود دارد که نشان دهد مشاوران ارگونومی (ارگونومیست‌ها) از این روش در مشاوره‌های خود استفاده کرده‌اند.

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

در این رویکرد، آمادگی برای تغییر (صنعتی یا سازمانی) با استفاده از تعدادی سوال کوتاه شناسایی می‌شود. این سوالات به افراد یا سازمان‌هایی که خواهان تغییر هستند کمک می‌کند تا در یکی از پنج مرحله زیر قرار بگیرند:

۱. نداشتن آگاهی: زمانی که فرد یا سازمان نسبت به محیط کار و خطرات آن ناآگاه است.

۲. تفکر تغییر: زمانی که تغییرات در افراد احساس می‌شود، اما هنوز آمادگی برای اقدام وجود ندارد.

۳. آمادگی تغییر: زمانی که فرد یا سازمان قصد دارد در آینده نزدیک تغییراتی انجام دهد.

۴. اقدام: زمانی که تغییرات در شش ماه گذشته انجام شده است.

۵. نگهداری: زمانی که تغییرات انجام شده و فرد یا سازمان به دنبال دستیابی به بیشترین سود و کمترین ضرر است.

بنابراین، هر زمان که مرحله تغییر شناسایی شد، مشاوره‌ها می‌توانند متناسب با آن طراحی شوند. به عنوان مثال، برای شرکت‌هایی که در مراحل ابتدایی قرار دارند، باید اطلاعات مفیدی در مورد ریسک‌ها و خطرات مرتبط با عملکرد فعلی آنها که از نظر ارگونومیک پرخطر است، ارائه شود تا آن‌ها را برای رسیدن به مراحل بالاتر تغییر تشویق و ترغیب کنند. از سوی دیگر، سازمان‌هایی که در مراحل پیشرفته‌تری قرار دارند، می‌توانند از مشاوره‌ها برای ساخت و نگهداری تغییرات اعمال‌شده بهره‌برداری کنند.

در پژوهشی که در سال ۲۰۱۷ تحت عنوان "رویکرد مرحله تغییر جهت پیاده‌سازی مشاوره ارگونومیک: تحقیق تا عمل" توسط Rothmore در مجله ارگونومی کاربردی به چاپ رسید، پژوهشگران به موانع و تسهیل‌کننده‌های پیاده‌سازی، نظارت و اثر بخشی ارزیابی‌های ارگونومیک و تطابق رویکرد مرحله تغییر در گروه‌های مختلف هدف پرداخته‌اند. این پژوهش با انجام نظرسنجی از اعضای جامعه فاکتورهای انسانی در کشورهای استرالیا و نیوزلند به بررسی عوامل مؤثر در موفقیت پیاده‌سازی اصول ارگونومیک در مشاغل مختلف پرداخت.

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که کاربرد محدود رویکرد مرحله تغییر برای جلوگیری از صدمات اسکلتی- عضلانی توسط کارشناسان ارگونومی به دلیل کمبود تجهیزات و لوازم مناسب، نیاز به آموزش در این رویکرد و دسترسی محدود به یافته‌های تحقیقاتی مناسب است. بازگشت نهایی به ابزار ارزیابی مرحله تغییر و پیاده‌سازی آن در دنیای واقعی، به‌ویژه در صنایع مختلف، یکی از الزامات این پژوهش بود که با تلاش و همت مشاوران متخصص در این زمینه محقق خواهد شد.

در زمینه مداخلات زودهنگام (مددکاران) که به کودکان و نوجوانان خدمات ارائه می‌دهند، اغلب با فشارهای فیزیکی متعدد مواجه هستند. یکی دیگر از تحقیقات در این زمینه، پژوهش Chengو همکارانش تحت عنوان "اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار و عوامل ریسک ارگونومیکی در مددکاران کودکان" است که در سال ۲۰۱۳ در مجله ارگونومی کاربردی به چاپ رسید. این تحقیق، مشابه سایر پژوهش‌های مشابه، به بررسی ارتباط میان اختلالات اسکلتی- عضلانی و ریسک فاکتورهای ارگونومیکی در این گروه هدف می‌پردازد.

پرسشنامه‌های متناسب با موضوع تحقیق تهیه شده و به کارکنان موسسات مربوطه ارائه گردید. این پرسشنامه شامل اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های افراد، مانند سن، جنسیت، قد، وزن،

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

چگالی بدن، ساعات کاری، ساعات استراحت، نوع خدمات ارائه‌شده به کودکان و همچنین اطلاعات مربوط به اختلالات اسکلتی- عضلانی و شدت علائم آن‌ها بود. نتایج این تحقیق نشان داد که ۹۵ درصد از مربیان از اختلالات اسکلتی- عضلانی رنج می‌برند که نیاز به اقدامات اصلاحی فوری برای بهبود شیوه‌های کاری و بهبود سلامت محیط کار دارد.

ارگونومی مشارکتی نیز یکی از رویکردهای مؤثر در کاهش یا جلوگیری از آسیب‌های اسکلتی- عضلانی است. پروژه‌های ارگونومیکی مشارکتی معمولاً در درون سازمان‌ها اجرا می‌شوند. تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده، به‌ویژه مطالعه Tappin و همکارانش در سال ۲۰۱۶ تحت عنوان "کاربرد رویکرد ارگونومی مشارکتی در سطح سازمان صنعتی جهت توسعه مداخلات اسکلتی- عضلانی" در صنعت فرآورده‌های گوشتی در نیوزلند، نشان‌دهنده استفاده از این رویکرد برای کاهش آسیب‌های اسکلتی- عضلانی در صنعت است. این تحقیق به مشارکت فعال گروه‌های صنعتی کلیدی در طراحی مداخلات ارگونومیک و استفاده از سیستم‌های کاری گسترده در سطح صنعت اشاره دارد.

در صنعت تولید تلویزیون‌های LCD که از صنایع با ریسک بالای آسیب‌های اسکلتی- عضلانی است، تحقیقی که در سال ۲۰۱۶ توسط Ming Luو همکارانش تحت عنوان "ارزیابی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی در میان متصدیان تولید LCD"انجام گرفت، به بررسی این آسیب‌ها پرداخته است. در این تحقیق، از پرسشنامه استاندارد نوردیک و ابزارهای ارزیابی ارگونومیکی دیگر برای تحلیل نتایج استفاده شد. نتایج نشان داد که ۳۱٫۸ درصد از کارکنان در مناطق مختلف بدن دچار آسیب‌های اسکلتی- عضلانی هستند، که بیشترین میزان آسیب در گردن و شانه‌ها مشاهده شد. همچنین، آسیب‌ها در بانوان بیشتر از مردان گزارش شد.

برای ارزیابی بهینه و دقیق، همچنین از روش‌های مختلف ارزیابی ارگونومیک مانند OSHA، BRIEF، OWAS، 3DSSPPو MOSH استفاده شد. یافته‌ها نشان دادند که ارتفاع نامناسب ایستگاه کاری، محیط کاری محدود، حجم بار زیاد و تکرار زیاد حرکات از عوامل اصلی ریسک آسیب‌های اسکلتی- عضلانی هستند. بنابراین، اقدامات اصلاحی برای کاهش این ریسک‌ها پیشنهاد شد، از جمله طراحی مجدد ایستگاه‌های کاری، در دسترس قرار دادن کتابچه راهنمای کاربر و ارائه توصیه‌های ایمنی برای ارتقاء سلامت شغلی و ایمنی.

در تحقیق مشابه دیگری که در سال ۲۰۱۷ توسط Fumer و همکارانش انجام شد، به بررسی اختلالات اسکلتی- عضلانی و شیوع دردهای ناشی از این آسیب‌ها در میان خدمه کشتی‌ها پرداخته شده است. در این تحقیق که در مجله امنیت و سلامت در کار منتشر شد، از پرسشنامه استاندارد نوردیک برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده گردید. در این تحقیق، ۳۹۵ نفر از خدمه کشتی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند که نشان داد نیمی از آن‌ها از درد کمر رنج می‌بردند، و در میان کاپیتان‌ها، این درد شایع‌تر بود. نتایج تحقیق نشان داد که تجهیزات و تکنولوژی جهت کمک به بارگیری مواد و لوازم باید در اولویت اقدامات ایمنی قرار گیرد، چراکه نقاط بدن که به‌طور شایع دچار درد بودند، شامل پشت، مچ، دست، شانه و زانو بودند که همگی تحت تاثیر کارهای تکراری و نامناسب قرار داشتند.

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار همچنین در میان افرادی که به طور مداوم با کامپیوتر کار می‌کنند، بسیار مشاهده می‌شود. به همین منظور، تحقیقی که در سال ۲۰۱۳ در مجله ارگونومی کاربردی تحت عنوان "آموزش ارگونومی اداری و ایستگاه کاری ایستاده-نشسته: تأثیرات بر علائم بدنی، اسکلتی- عضلانی، بینایی و کارایی کارکنان اداری" توسط M. Robson و همکارانش انجام شد، به بررسی اختلالات بدنی کارکنان اداری در شرایط استفاده گسترده از کامپیوتر پرداخته است. نتیجه این تحقیق نشان داد که شیوع علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی در میان این گروه کارکنان بسیار بالا است. مشارکت‌کنندگانی که در طرح آموزشی ارگونومیکی شرکت کردند، کمترین ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی و بینایی را طی ۱۵ روز از زمان آموزش تجربه کردند. در بسیاری از افرادی که از شدت ناراحتی‌ها رنج می‌بردند، آموزش‌های ارگونومیکی نقش حیاتی در کاهش علائم، تغییر رفتار و افزایش کارایی داشت. ترکیب ایستگاه کاری ایستاده-نشسته به‌طور ویژه پیامدهای مثبتی در جلوگیری از آسیب‌ها و کاهش ناراحتی‌ها در کارمندان اداری به همراه داشت.

در تحقیق دیگری که در سال ۲۰۱۷ در مجله ارگونومی کاربردی منتشر شد، Maakip و همکارانش به بررسی تفاوت‌های فرهنگی میان کارکنان اداری دو کشور استرالیا و مالزی پرداخته و اختلالات اسکلتی- عضلانی را در این دو گروه ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که سطح ناراحتی‌ها در میان کارکنان مالزیایی بیش از کارکنان استرالیایی بود. این تفاوت‌ها عمدتاً به دلیل فقر امکانات و تسهیلات ارگونومیکی و عدم مدیریت ریسک این آسیب‌ها در مالزی بود که منجر به هدررفت منابع و کاهش سلامت کارکنان می‌شود. در این تحقیق، از روش تحلیل خوداظهاری برای جمع‌آوری داده‌ها در مورد مشکلات بدنی ناشی از کار و با استفاده از نرم‌افزارهای آماری برای تحلیل داده‌ها بهره گرفته شد.

پرستاری یکی دیگر از مشاغل مهم و حساس در جامعه است که کارکنان این حرفه علاوه بر داشتن دانش مناسب، نیازمند توان بدنی بالایی برای انجام کارهای فیزیکی هستند. در همین راستا، Abdul-Rahmanو همکارانش به بررسی آسیب‌های ناشی از کار، خستگی‌های فیزیکی و استرس در میان دو گروه پرستاران بخش اورژانس و بخش مراقبت‌های ویژه پرداختند. در این پژوهش از پرسشنامه روانی- اجتماعی کپنهاگ، مقیاس بازیابی خستگی شغلی و پرسشنامه ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که پرستاران از سرعت بالای کار، استرس، خستگی و فرسودگی شغلی رنج می‌برند. همچنین، علاوه بر شیوع مزمن و مداوم خستگی، تهدیدات خشونت و دردهای اسکلتی- عضلانی در گردن، شانه، بالا و پایین پشت و پاها گزارش شده که نیازمند اقدامات فوری ارگونومیکی از سوی سازمان‌های مربوطه است.

K. Hembeake و همکارانش در سال ۲۰۱۷ در یک شرکت تولیدی در برزیل به بررسی اختلالات اسکلتی- عضلانی و عوامل ریسک آن‌ها پرداختند. در این تحقیق از پرسشنامه نوردیک برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد و تحلیل‌های آماری از جمله آمار توصیفی و تحلیل رگرسیون برای بررسی ارتباط میان عوامل ریسک و اختلالات اسکلتی- عضلانی انجام شد. نتایج نشان داد که اندام‌های فوقانی، به ویژه مچ، دست، آرنج و شانه‌ها، بیشترین آسیب را متحمل می‌شوند. همچنین، مشکلات مرتبط با اختلالات خواب، سلامت عمومی ضعیف و وقفه‌های کاری نیز

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

به‌عنوان عوامل ریسک شناسایی شدند که نیازمند مداخلات ارگونومیک جدی هستند.

در پژوهش دیگری که هدف آن یافتن و توصیف عوامل مهم منشا فشارهای اسکلتی- عضلانی ناشی از وظایف هل دادن و کشیدن مانند هل دادن چرخ دستی، طراحی و موقعیت هندلینگ و نیروی اعمال‌شده بود، مشخص شد که ارتفاع هندل دستی چرخ می‌تواند از لگن تا شانه متغیر باشد. این مطالعه مروری که در سال ۲۰۱۷ توسط Wollensenو همکارانش انجام شد، در مجله امنیت و سلامت در کار منتشر گردید و بر لزوم بهبود وضعیت محیط‌های کاری شامل فعالیت‌های هل دادن و کشیدن تأکید کرد.

شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در میان کارگران سبزی‌فروش نشان می‌دهد که اکثریت قریب به اتفاق آن‌ها از حداقل یکی از علائم این اختلالات رنج می‌برند. تحقیقاتی که در سال ۲۰۱۶ توسط Antonو Weeksانجام شد، نشان داد که کارگران از درد و ناراحتی در نواحی مختلف بدن شکایت دارند. تعداد زیادی از آنان به دلیل این ناراحتی‌ها قادر به ادامه کار نیستند و برخی نیازمند مراقبت‌های پزشکی دائمی می‌شوند. در این تحقیق، سن و جنسیت به‌عنوان عوامل پیش‌بینی‌کننده وضعیت این اختلالات شغلی شناسایی شدند. بر اساس نتایج، پیشنهاد شد که مداخلات ارگونومیکی برای نواحی بدنی مشخص جهت فعالیت‌های پرخطر و با ریسک بالا باید به‌سرعت اعمال شوند تا از بروز آسیب‌های بیشتر جلوگیری گردد و بهره‌وری شغلی افزایش یابد.

۵- نتیجه گیری

به منظور انجام این تحقیق، پژوهش های صورت گرفته در طی شش سال با تمرکز بر مساله اساسی آسیب های اسکلتی- عضلانی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تحقیقات حاکی از آن بود که اکثر کارکنان، کارمندان، متصدیان و کارگران در مشاغل مختلف از انجام کارهای تکراری و مداوم، سرعت بالای انجام کار، کار با ابزارها، لوازم، تجهیزات و سطوح نامناسب و همچنین خستگی های ناشی از کار، صحبت به میان آورده و از وجود درد نواحی فوقانی(پشت و کمر)، گردن و شانه، دست ها و مچ دست گله و شکایت داشتند که در مواردی نیز با آسیب های بسیار جدی روبرو بوده اند. تطابق محیط های کاری با استانداردهای روز دنیا و فراهم آوردن محیطی مناسب جهت کار کارکنان می تواند به روند بهبود فضای شغلی و در نتیجه افزایش عملکرد و بهره وری کمک شایانی نماید.

مراجع

تقی پور، محمد؛ محبوبی، مریم؛ نیکویی فر،آرش؛ ۱۳۹۳، "ارزیابی وضعیت ارگونومیکی کارگران ساختمانی با روش تجزیه و تحلیل OWAS"، یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، تهران

چوبینه علیرضا، امیر زاده ف. ۱۳۷۸،کلیات بهداشت حرفه ای.شیراز.انتشارات کوشا مهر

چوبینه، علیرضا؛ فشارهای فیزیکی و روانی شغلی در پرستاران و ارتباط آن با اختلالات اسکلتی -عضلانی، مجله پژوهشی حکیم، ۱۳۸۶، صفحه ۷۱

ساندرز مارک و کورمیک ارنست ج مک؛ ارگونومی (عوامل انسانی) در طراحی مهندسی، ۱۹۹۸

قارلی پور قرقانی، ذبیح اله و همکاران؛ ارزیابی خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی-عضلانی به روش QEC در کارگران سالن غذاخوری دانشگاه علوم پزشکی تهران، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۱۳۹۱، صفحه ۲۰

کارزار جدی، رضا؛ نقش ارگونومی و تاثیر آن در مقدار تولید، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی ـ گرایش تولید، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، ۱۳۷۹

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]

فروزانفر بهزاد؛ ارگونومی چیست، مجله صنعت و ایمنی، ۱۳۷۸، شماره ۴۶. ۹

قاسمی، مهدی و همکاران؛ وضعیت ارگونومیکی کارگران کارخانه پارس سوییچ با روش تجزیه و تحلیل وضعیت های بدنی به هنگام کار، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، زنجان، ۱۳۸۰، صفحه ۳۹

Choobineh A, Haghi A, Safari M, Tabatabai SH. The Evaluation of the risk of musculoskeletal disorders in green jobs and urban services. Nation Occupat 2011;84:3-5.

Fohol MJ. Assessmet of working posture using RULA in an electeric Appliances company in 2002.4th Iranian Conference of Ooccupational Health; Ocotober 5- October 7; Hamadan 2004. [Persian]

Mahboobi, M., Taghipour, M., & Ali Azadeh, MAssessing ergonomic risk factors using combined data envelopment analysis and conventional methods for an auto parts manufacturer. Work, 2020, 67(1), 113-128.

Shahnavaz H. Workplace injuries in the developing countries. Ergonomics 1987, 30(2):397-404

Vanwonterghem K, CERGO International and Hasselt. Work-related musculoskeletal problems: some ergonomics considerations. J Hum Ergol 1996, 25:5-13

[Downloaded from iem-science.ir on 2025-08-03]