ارزیابی و طراحی ارگونومیکی باجه‌های فروش و شارژ بلیت الکترونیکی در مشهد

حمیده رضوی[1*] - امیر بهبودی[2]

h-razavi@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۵

چکیده

مقدمه: شرایط کار در باجه های حاشیه خیابان‌ها، باعث تشدید عوامل تهدیدکننده سلامتی می شود. در این تحقیق، سعی می شود تا با رتبه بندی عوامل ریسک و تحلیل آنها، راهکارهای مشخصی برای بهبود وضعیت ارگونومیکی این باجه ها ارایه گردد.

روش کار: اطلاعات دموگرافیکی، وضعیت جسمی- حرکتی، روانی و ایمنی ۴۷ باجه از طریق پرسشنامه، مصاحبه و فیلمبرداری جمع آوری شد. سپس با استفاده از یک رویه ترکیبی شامل روش‌های QEC، ابزارهای آماری برای آزمون فرض و آنالیز واریانس و شیوه‌های ابتکاری برای تعیین شاخص‌های ارگونومیک، شاخص بحرانی شناسایی شد. در ادامه، راهکارهای بهبود شاخص بحرانی با استفاده از نرم افزار CATIA V5 R20 و روش RULA تجزیه و تحلیل شده و راهکار پیشنهادی ارایه گردید.

یافته ها: اطلاعات آنتروپومتریک و شخصی فروشندگان مرد و زن در باجه ها بر اساس آزمون F و سطح معنی داری ۰/۰۵ به جز عامل وزن، تفاوت خاصی نداشته و قابل تعمیم به یکدیگر می‌باشند. مقایسه شاخص‌های ارگونومیکی ، بالاترین میزان مواجهه شغلی را برای عوامل جسمی - حرکتی (۴۵/۳۹) و شرایط محیطی (۴۱/۲۸) نشان می دهند. همچنین بالاترین ریسک با پرسشنامه نوردیک و روش QEC در نواحی بازوها و شانه و کمر به ترتیب ۳۸ و۲۶ تعیین می شود. سپس، مدل سه بعدی فروشنده در وضعیت فعلی و پیشنهادی با روش RULA تحلیل شده و سطوح ریسک فروشنده به ترتیب برای سمت راست و چپ بدن از۷و ۵ به۳و ۱ و برای مشتری از ۶ به ۱ بهبود می‌آید.

نتیجه گیری: کارکنان باجه های شارژ و فروش بلیط الکترونیکی در مشهد در معرض آسیب‌های اسکلتی-عضلانی و مخاطرات ناشی از شرایط محیطی نامناسب هستند. برخی تغییرات پیشنهادی در این مقاله مانند جابه‌جایی باجه، تنظیم گیشه و ارتفاع میز، ریسک این موارد را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: *ارزیابی ارگونومیکی باجه فروش، آنالیز RULA، چک لیست QEC، پرسشنامه نوردیک*

۱- دانشیار، گروه مهندسی صنایع ، دانشگاه فردوسی مشهد
۲-کارشناس مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبایی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

مقدمه

عدم هماهنگی و تناسب میان وسایل و تجهیزات محیط کار با ویژگی‌های جسمی و روحی سبب بروز مشکلاتی در جنبه‌های مختلف زندگی و سلامت افراد می‌گردد (Korpinen *et al.,* 2009; Grave, 1992). عوامل زیان آور متعددی در محیط های کاری وجود دارند که سبب خستگی، فرسودگی بیماری و هدر رفتن انرژی، هزینه و زمان می‌شوند (Esbati *et al.,* 2012). در این بین اختلالات اسکلتی – عضلانی از شایع ترین خطرها و صدمات شغلی ناشی از محیط های کاری به شمار می‌روند (Bongers *et al.,* 2002). شیوع و اهمیت پرداختن به اختلالات اسکلتی- عضلانی شغلی در حدی است که سازمان بهداشت جهانی دهه ۲۰۰۰ را دهه پیشگیری از اختلالات اسکلتی- عضلانی نامیده و اداره بهداشت و ایمنی انگلیس کنترل و پیشگیری از این اختلالات را یکی از اولویت های اصلی خود در بهبود و ارتقا بهداشت حرفه ای قرار داده است (Janbozorgi *et al.,* 2012).

اختلالات اسکلتی – عضلانی ناشی از شغل (WMSDs)، یکی از علل صدمات شغلی و ناتوانی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه بوده و از مشکلات عمده سلامتی نیروی کار است که سالیانه باعث از دست رفتن روزهای کاری، افزایش غیبت از کار و تحمیل هزینه های انسانی، اقتصادی و اجتماعی فراوان می شوند. (Choobineh *et al.,* 2013) این اختلالات دارای مشخصه های ایجاد ناراحتی، ناتوانی و درد مزمن در عضلات، تاندون ها، مفاصل و بافت های نرم بدن بوده و بر اثر عواملی مانند حرکات تکرار شونده، پوسچر کاری نامناسب و بد، اعمال نیروی زیاد و استرس‌های روانی – اجتماعی محیط کار تشدید می شوند. (Bhattacharya 2014; widanarko and legg, 2011) براساس گزارش سالیانه دفتر تحقیقات بهداشت شغلی آمریکا، از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ میزان آمار سالیانه WMSDs افزایش یافته است. (Bhattacharya, 2014) در سال های ۱۹۹۲-۲۰۱۰ اختلالات اسکلتی عضلانی برای ۲۹-۳۵٪ از همه آسیب های شغلی و بیماری های مربوط به روز دور از محل کار در ایالات متحده اختصاص دارد. (AFL-CIO, 2012) در ایران نیز آمار منتشرشده از سوی سازمان تأمین اجتماعی نشان می‌دهد که حوادث ناشی ازکار، افزایش پرشتابی به خود گرفته و به بیش از دو برابر رسیده است. این در حالی است که این آمار تنها شامل بیمه‌شدگان رسمی می‌شود (ISSOAS , 2013).

در برخی مطالعات اشاره شده که اختلالات اسکلتی – عضلانی منجر به شیوع درد شده که ممکن است به وضعیت ایستادن، عادات اشتباه شغلی و سایر عوامل دموگرافیکی مرتبط باشد. (Dormohammadi *et al.,* 2014) ارتباط شغل با اختلالات اسکلتی – عضلانی نظیر کمر درد در کارگران ساختمانی و درد شانه و گردن در کارگران اداری، به طور وسیعی گزارش گردیده است. (Naidoo *et al.,* 2009) رحیمیان و همکاران نیز شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی و سطح ریسک ابتلا به این اختلالات را در ۲۴۳ جوشکار یک صنعت تولید سازه های فلزی بررسی کردند و بیشترین میزان ناراحتی را در کمر (۶۰/۱ درصد) و تنه (۵۶ درصد) گزارش کردند. (Rahimian *et al.,* 2014) اختلالات اسکلتی – عضلانی اندام فوقانی به خصوص سندرم تونل کارپال به عنوان شایع ترین مشکلات در بین کارکنان صنایع و ادارات آمریکا و کشورهای توسعه یافته گزارش شده است. (Tirgar *et al.,* 2014) همچنین دردهای ناشی از کار با رایانه در کمر و اندام فوقانی به ویژه در گردن و مچ دست از سوی محققین بیان شده است (Khodabakhshi *et al.,* 2014).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

از سوی دیگر، مشاغل سخت و زیان آور طبق تعریف قانونی خود به کارهایی اطلاق می شود که در آنها عوامل فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و بیولوژیکی محیط کار غیر استاندارد بوده و در اثر اشتغال کارگر، تنشی به مراتب بالاتر از ظرفیت‌های طبیعی (جسمی و روانی) در وی ایجاد می گردد که نتیجه آن بیماری شغلی و عوارض ناشی از آن می‌باشد (Esbati *et al.*, 2012). علاوه بر گروه‌های مشمول که در آیین نامه جدید مشاغل سخت و زیان آور مصوب ۱۳۸۵ تصریح گردیده، مشاغل دیگر نیز با تشخیص شورای عالی حفاظت فنی و کمیته های استانی قابل بررسی است ولیکن مستلزم طی مراحل قانونی و ارایه ادله فراوان می باشد (IGR-DHJ, 2007). از این رو، مشاغل بسیاری در سطح جامعه علیرغم ریسک بالای مواجهه شغلی، کماکان به عنوان شغل سخت و زیان آور طبقه بندی نمی‌شوند.

یکی از این دسته مشاغل که تعداد شاغلین آن در شهرهای بزرگ به سرعت رو به افزایش است، فروشندگی در باجه‌های حاشیه خیابان‌هاست. اگر چه فروشندگی ذاتا جزو مشاغل سخت ارزیابی نمی شود، ولی شرایط خاص محل و تجهیزات می تواند ریسکهای سلامتی را در آن به شدت افزایش دهد (MHME, 2013). مطالعات گوناگونی در مورد طراحی و بهینه سازی باجه‌ها با کاربردهای مختلف انجام شده است (Rowe and Smith, 2005; Wiler *et al.*, 2010; Wishart, 1986). در اغلب این تحقیقات، یک یا چند ویژگی خاص مانند ارتباط با مشتریان و یا راحتی کارکنان به تنهایی در نظر گرفته شده است (Kihlstedt *et al.*, 2011; Lamel *et al.*, 2002). لیکن در این پژوهش، سعی می‌شود تا با در نظر گرفتن محدودیت‌های مختلف، عوامل بحرانی شناسایی شده و مورد بررسی قرار گیرند.

باجه های مورد بررسی در این تحقیق، معمولا با استفاده از سازه‌های پیش ساخته و با بدنه فلزی بوده و کف آن با فاصله کمی از زمین بر روی پایه مستقر می‌شود. فضای داخل کابین معمولا از ۱/۵ x ۱/۵ متر مربع با ارتفاع ۲/۵ تا ۳ متر تجاوز نمی‌کند. برای سهولت دیدن مشتریان و همچنین کنترل فضای درونی برای بازرسین و سرپرستان، دیواره‌ها دارای پنجره است. در سمت جلو برای ارتباط صوتی و تبادل وجه و کارت با مشتری دریچه ی باز یا قابل باز شدن (در این مقاله آن را گیشه می‌نامیم) تعبیه می‌شود. تجهیزات اصلی داخل باجه‌ها شامل میز و صندلی برای فروشنده باجه، دستگاه رومیزی شارژ الکترونیکی و همچنین صندوق نسوز برای نگهداری وجه نقد می‌باشد. همچنین از وسایل حرارتی و برودتی ساده مانند هیترها و یا کولرهای آبی برای تنظیم دمای داخل کابین استفاده می‌گردد. سایر عوامل بازدارنده بالقوه در این گونه باجه‌ها که ممکن است کیفیت کار را تحت تاثیر قرار دهند، به صورت زیر خلاصه می‌شوند:

- فضای محدود و بسته کاری که مانور حرکتی برای دسترسی های ضروری و تبادل وجه و کارت را دشوار می‌سازد.
- تجهیزات ناهماهنگ و چیدمان نامناسب داخل باجه (مانند محل گیشه، عرض میز کار و ارتفاع صندلی) به نحوی که در ساعات پرتقاضا، فروشنده باید به صورت ایستاده کار کند یا دائما وضعیت خود را از نشسته به ایستاده تغییر دهد.
- تغییرات شدید دما و رطوبت به دلیل فلزی بودن کابین، باز بودن گیشه و ناکارایی سیستم‌های حرارتی- برودتی در فضاهای محدود.
- آلودگی هوای داخل کابین به دلیل عدم تهویه مناسب و استقرار در محل‌های پرترافیک به خصوص در مجاورت ایستگاه‌های اتوبوس.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

- آلودگی صوتی به دلیل استقرار در حاشیه خیابان و به خصوص در مجاورت ایستگاه‌های اتوبوس که ارتباط کلامی با مشتریان را نیز با مشکل مواجه می‌کند.
- شتابزدگی، اشتباه در شمارش وجه و خستگی شدید به دلیل میزان نا همگن ورود مشتریان در ساعات مختلف شیفت و تعجیل مشتریان در خرید جهت سوار شدن به مترو یا اتوبوس.
- انفرادی بودن کار در محیط بسته که باعث بی‌حوصلگی وخستگی روحی فرد می‌شود (البته به ندرت باجه‌ها به صورت دو یا چند نفره اداره می‌شوند، ولی در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته اند.)
- عدم دسترسی به سرویس بهداشتی، غذاخوری و سایر امکانات رفاهی.

با در نظر گرفتن مجموعه شرایط فوق، شاغلین در باجه‌های فروش و شارژ بلیط الکترونیکی مستقر در حاشیه خیابان‌ها در شهر مشهد به عنوان جامعه هدف که در معرض آسیب می‌باشند، مورد بررسی قرارگرفته اند. برای تهیه اطلاعات آماری و مستند، پرسشنامه‌های کتبی برای ایشان ارسال گردیده و بر اساس پاسخ‌های دریافتی و تحلیلهای جانبی از میان عوارض مختلف ناشی از کار، بر اختلالات اسکلتی-عضلانی با بالاترین ریسک تمرکز گردیده است. سپس با مدل‌سازی سه بعدی در نرم افزار CATIA V5 R20 (Wiley, 2010) و استفاده از روش RULA (McAtamney and Corlett, 1993)، میزان ریسک در وضعیت‌های مختلف بدنی تحلیل شده و برترین راهکارها پیشنهاد گردیده است.

روش کار

برای نظر سنجی و جمع آوری داده‌های آماری، پرسشنامه‌ای در ۶ بخش طراحی و تهیه گردید. بخش‌های پرسشنامه به ترتیب زیر می‌باشند:

۱. اطلاعات پرسنلی و دموگرافیکی شامل سن، جنسیت، وزن و قد، سابقه کار و برنامه کاری در هفته.
۲. شرایط محیطی کار شامل دما، کیفیت هوا، نور و سروصدا.
۳. شرایط جسمی و حرکتی شامل وضعیت‌های بدنی نامناسب، ناهنجاری‌های بدنی، درد و ناراحتی در عضلات و مفاصل، سوابق بیماری و مراجعه به پزشک در رابطه با کار.
۴. استرس روانی کار شامل خستگی، اضطراب و پرخاشگری و احساس نارضایتی از کار.
۵. ارتباط با مشتری شامل رویت ، شنیدن صدا، دسترسی و تبادل مناسب وجه و کارت.
۶. ایمنی محل کار شامل حفاظت در برابر سرقت و یا تعرض مالی و هم‌چنین حریق و آسیب‌های طبیعی مانند سیل و زلزله.

این پرسشنامه توسط اساتید دانشگاه، خبرگان و کارشناسان شهرداری مورد بررسی قرار گرفت و روایی بودن آن با اعتبار محتوای ۸۰% مورد تایید قرار گرفت . هم‌چنین شاخص پایایی درونی پرسشنامه بر اساس مقادیر آلفای کرونباخ برابر۰/۷۰۶ ، ۰/۷۹۶، ۰/۷۳۱، ۰/۷۳۰، ۰/۷۸۳ و ۰/۷۲۳ به ترتیب برای ۶ تا بخش فوق، به دست آمد که حاکی از پایایی پرسشنامه است.

طبق آمار سازمان اتوبوس‌رانی مشهد در مهرماه ۱۳۹۲، تعداد ۹۲ باجه فروش و شارژ بلیت الکترونیک در سطح شهر مشهد وجود داشته است. توزیع پرسشنامه توسط بازرسان شرکت پیمانکار در بین کل باجه‌ها صورت پذیرفت که در نهایت ۴۷ پرسشنامه (N=47) تکمیل و جمع آوری گردید. پس از گردآوری پرسشنامه‌ها، اطلاعات مربوط به هر بخش به صورت جداگانه استخراج و داده‌های مربوطه، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

هر پرسشنامه مجموعا حاوی ۳۸ سوال با پاسخ بله/خیر و امکان ارایه توضیحات می‌باشد. در مورد سوالات بخش ۳ ، به منظور تطبیق با پرسشنامه نوردیک روش امتیاز دهی با مقیاس ۱۰ به‌کار گرفته می‌شود. برای تعیین شاخص‌های ارگونومیکی (Ergonomic condition) مربوط به هر بخش از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$EC_{ij}\% = (\sum_{m=1}^{N} X_m) \times 100/N$$

X_m متغیر صفرویک متناظر با پاسخ‌های مثبت یا منفی به هر سوال (بسته به نوع سوال j) است که حاکی از شرایط نامناسب کاری و ارگونومیکی می‌باشند. K_i نیز تعداد سوالات در هر بخش پرسشنامه، i=۲,۳,۴,۵,۶ است. شاخص ارگونومیکی هر بخش (Ergonomic condition index) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$ECI_i\% = \frac{\sum_{j=1}^{k_i} EC_{ij}}{k_i}, \qquad i = 2,..,6$$

در این پژوهش برای بررسی داده‌های مربوط به بخش ۳ پرسشنامه، از پرسشنامه نوردیک جهت بررسی اختلالات اسکلتی – عضلانی استفاده گردید (Dawson *et al.,* 2009; Kuorinka *et al.,* 1987). سپس با تهیه چک لیست QEC ناحیه‌های شانه و بازو، کمر، گردن و دست و مچ به تفکیک امتیازدهی شده (David *et al.,* 2008) و با جداول شدت خطرات اسکلتی – عضلانی موجود در چک لیست مقایسه گردید. در نهایت سطح شدت آسیب‌های وارده برای ناحیه‌های نامبرده در سطوح کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد مشخص می‌شود.

علاوه بر پرسشنامه و نظرسنجی، مشاهده کار با فیلم‌برداری و همچنین ضبط تصاویر در موقعیت‌های کاری مختلف انجام شده و مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به منظور بررسی دقیق آسیب‌های اسکلتی – عضلانی، وضعیت‌های بدنی مختلف در نرم‌افزار CATIA V5 R20، به طور کامل شبیه‌سازی شده و سپس مراحل کار به صورت گام به گام با روش RULA مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها

تاطلاعات جامعه آماری به تفکیک اطلاعات عمومی و شخصی حاصل از بخش ۱ پرسشنامه به تفکیک در جدول ۱ و ۲ خلاصه شده است.

با اجرای آنالیز واریانس یک‌طرفه با آزمون F و سطح معنی داری ۰/۰۵ ، مقادیر p-value برای متغیرهای سن، وزن و قد از جدول ۱ به ترتیب برابر ۰/۱۲۳ ، ۰/۰۰۸ و ۰/۷۳۶ و برای سابقه کار و ساعات کاری از جدول ۲ به ترتیب برابر ۰/۷۸۱ و ۰/۲۵۵ محاسبه می‌گردد. بنابراین فرض صفر فقط در مورد متغیر وزن در دو گروه زنان و مردان رد شده و بنابراین دو گروه فقط از نظر وزنی دارای میانگین متفاوتی هستند. در نتیجه، برای بررسی‌های این پژوهش تا

جدول ۱. اطلاعات عمومی جامعه آماری

توزیع جامعه آماری	تعداد	سن		وزن		قد		راست دستی	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	تعداد
زن	۳۲	۲۸	۵	۶۲	۲۲	۱۶۴/۳۲	۵/۲۰۷	٪۸۸,۲	۲۹
مرد	۱۵	۳۱	۸	۸۸	۴۳	۱۶۲/۵۰	۲۹/۷۲۴	٪۸۰	۹
مجموع	۴۷	۲۹	۷	۷۱	۳۲	۱۶۳/۶۱	۱۸/۴۶۷	٪۸۶,۴	۳۸

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

جدول ۲. اطلاعات شخصی جامعه آماری

توزیع جامعه آماری	سابقه کار (برحسب ماه)		ساعات کاری روزانه		تعداد روزهای کاری در هفته		برنامه کاری ثابت	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	تعداد	درصد
مرد	۱۸	۱۲	۷/۵۲	۰/۴۸	۷	۰	۴۷	٪۱۰۰
زن	۱۷	۱۰	۷/۶۸	۰/۳۵	۷	۰	۴۷	٪۱۰۰
مجموع	۱۸	۱۰	۷/۶۳	۰/۳۹	۷	۰	۴۷	٪۱۰۰

جدول ۳: مقادیر شاخص‌های ارگونومیکی جامعه آماری

i		j					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
۲	Ec_{ij}	۰/۲۳۴	۰/۶۳۸	۰/۲۱۳	۰/۶۱۷	۰/۳۶۲	------
	Ecl_i	۴۱/۲۸					
۳	Ec_{ij}	۰/۵۳۲	۰/۸۹۴	۰/۴۲۶	۰/۵۱۱	۰/۱۴۹	۰/۲۱۳
	Ecl_i	۴۵/۳۹					
۴	Ec_{ij}	۰/۲۷۷	۰/۵۷۵	۰/۲۱۳	۰/۴۸۹	۰/۳۱۹	۰/۵۷۵
	Ecl_i	۴۰/۷۸					
۵	Ec_{ij}	۰/۰۰۴	۰/۴۰۴	۰/۲۱۳	۰/۳۸۳	۰/۱۷۰	------
	Ecl_i	۲۴/۲۶					
۶	Ec_{ij}	۰/۴۸۹	۰/۱۰۶	۰/۵۷۴	------	------	------
	Ecl_i	۳۸/۹۹					

زمانی که عامل وزن موثر نباشد، می‌توان نتایج حاصل از هر گروه داده را به گروه دیگر نیز تعمیم داد.

شاخص‌های ارگونومیکی بر اساس اطلاعات حاصل از پرسشنامه در جدول ۳ خلاصه شده است.

در بین شاخص‌های تعیین شده، شاخص ۳ مربوط به شرایط جسمی و حرکتی فروشنده در باجه به میزان ۴۵/۳۹ بوده و بالاترین مقدار و در نتیجه مخاطره را نشان می‌دهد. پس از آن، شاخص ۲ مربوط به شرایط محیطی قرار می‌گیرد و نیاز به رسیدگی و توجه دارد. با توجه به نتایج جدول ۳، شاخص ۳ به طور ویژه و شاخص ۲ به طور ضمنی مورد بررسی قرار می گیرد و شاخص‌های ۴، ۵ و ۶ که در رتبه های بعدی اهمیت قرار دارند به پژوهش‌های آتی محول می گردند.

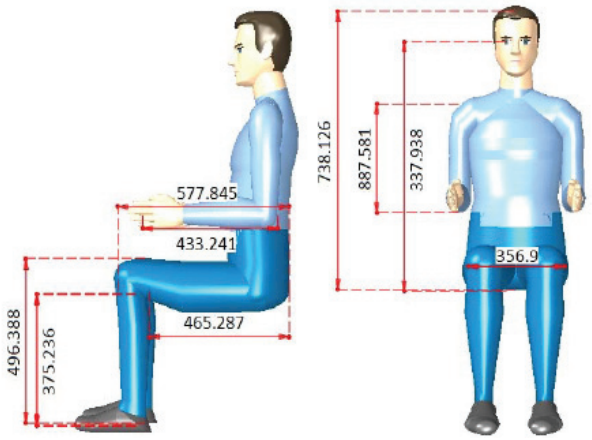
با توجه به اولویت شاخص جسمی- حرکتی و برای تحلیل بهتر آن، از تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر اساس روش مواجهه QEC استفاده شد و امتیازات بر مبنای نوردیک به شرح جدول ۴ به دست آمد. با مشاهده مستقیم و ثبت تصاویر در هنگام کار فروشندگان باجه‌ها، چک لیست QEC برای ارزیابی ریسک تهیه گردید. امتیاز حاصل از طریق چک لیست QEC برای ناحیه کمر عدد ۲۶، شانه و بازو عدد ۳۸، دست و مچ عدد ۲۲ و گردن عدد ۱۸ است. با مقایسه امتیازات داده شده با جدول شدت ریسک آسیب‌های اسکلتی – عضلانی در چک لیست QEC، ریسک نواحی مذکور به ترتیب زیاد، زیاد، متوسط و خیلی زیاد است.

بر اساس یافته‌های فوق، ارایه روشی جهت بهبود وضعیت فیزیکی کارکنان گیشه ها با تاکید بر نواحی بالاتنه، به خصوص در کمر، شانه و دست‌ها مورد توجه قرار گرفت. به دلیل لزوم مقایسه دقیق وضعیت قبلی و پیشنهادی، لازم است تا از روش استانداردی استفاده شود. از آنجایی که اعمال تغییرات در گیشه ها و سپس مطالعه مجدد از روش

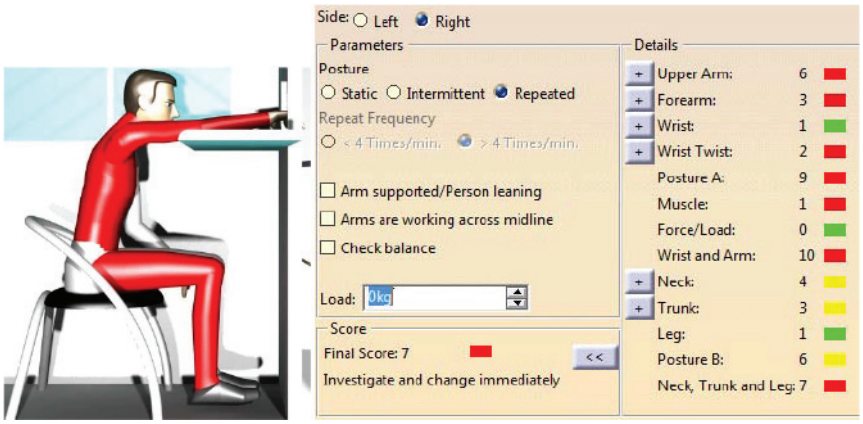
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

جدول ۴: توزیع سطح مواجهه برای نقاط مختلف بدن

توزیع سطح مواجهه	گردن	کتف و شانه	کمر	آرنج	مچ‌ها و دست‌ها	زانوها
≥۵	٪۴۶/۸۰	٪۴۴/۶۸	٪۶۸/۰۸	٪۶/۳۸	٪۲۷/۶۶	٪۳۲
≤ ۵	٪۶/۳۸	٪۱۷/۰۲	٪۱۰/۶۴	٪۲۵/۵۳	٪۲۵/۵۳	٪۱۵
احساس درد یا ناراحتی	٪۵۳/۲۰	٪۶۱/۷۰	٪۷۶/۷۲	٪۳۱/۹۲	٪۵۳/۲۰	٪۴۶/۸۱



شکل ۱. مدل سه بعدی و برخی اندازه‌های آنتروپومتریک تعریف شده

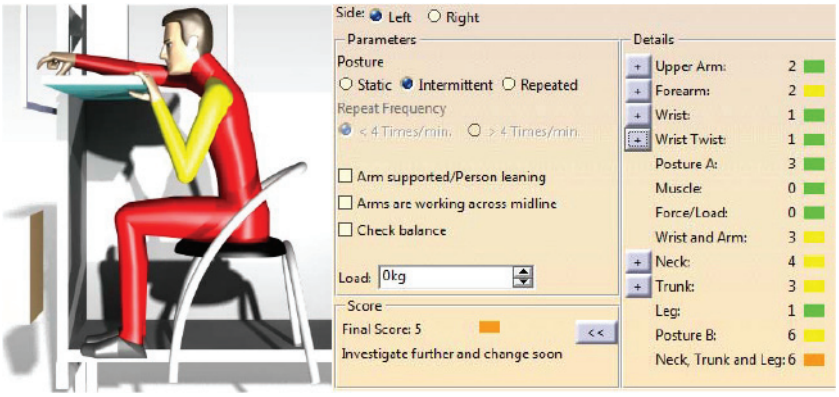


شکل ۲. تحلیل وضعیت سمت راست بدن به روش RULA برای مدل شبیه سازی شده

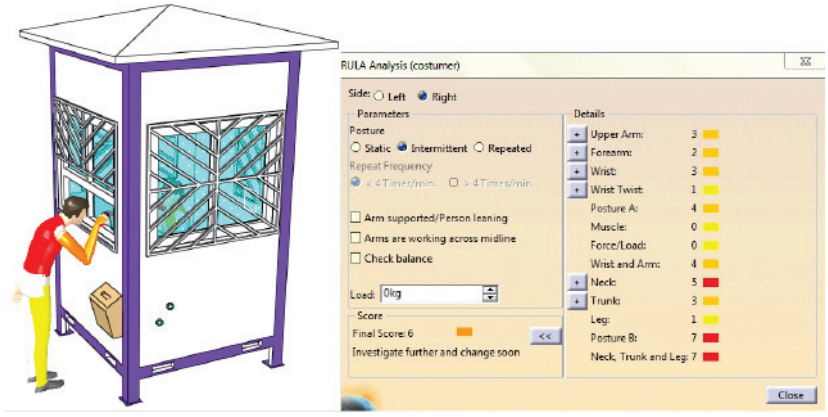
QEC امکان پذیر نمی باشد و ایجاد شرایط معادل با واقعیت در آزمایشگاه مقدور نیست، از روش شبیه سازی پوسچرهای بدنی در وضعیت فعلی و پیشنهادی استفاده می گردد.

به این ترتیب، اطلاعات آنتروپومتری لازم در نرم افزار CATIA V5 R20، وارد شد و رفتار فرد به هنگام عملیات شارژ و یا خرید "بلیت الکترونیکی" شبیه سازی و با آنالیز RULA، تحلیل گردید. اگر چه، در این بررسی ۶۸,۱% کارکنان گیشه‌ها را کارمندان زن تشکیل می‌دهند، لیکن با توجه به نتایج آزمون فرض آماری، استفاده از مدل با جنسیت مرد تغییری در نتایج نخواهد داد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]



شکل ۳. تحلیل وضعیت سمت چپ بدن به روش RULA برای مدل شبیه سازی شده



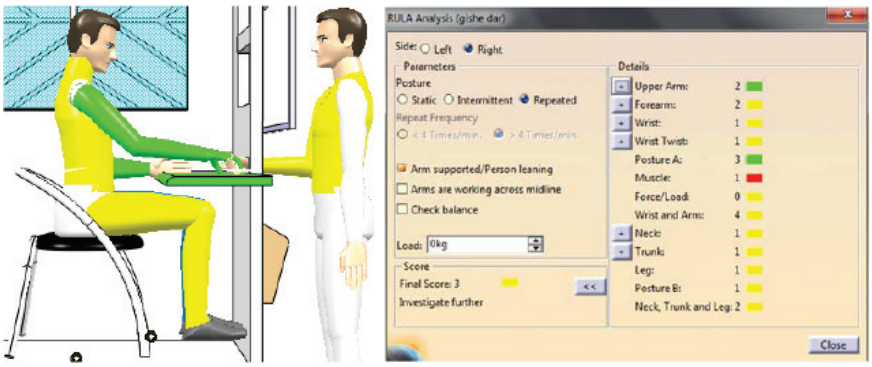
شکل ۴: تحلیل وضعیت بدن مشتری به روش RULA برای مدل شبیه سازی شده

همین طور با استفاده از داده‌های آنتروپومتری برای مشتریان گیشه‌ها جنسیت مرد با میانگین ددد۱۷/۱۴، ۱۷میلیمتر در نظر گرفته شد (Hos-seini Nasab, 2008). با توجه به این که ۸۶/۴% از افراد مورد بررسی راست دست هستند، پوسچر تبادل برای نیمه راست بدن با استفاده از مدل سه بعدی مطابق شکل ۲، مورد تحلیل RULA قرار گرفت. نتیجه حاصل از این تحلیل، عدد ۷ (به رنگ قرمز) بود که ریسک بالایی را نشان می‌داد و هر چه سریعتر باید اصلاح می‌شد.

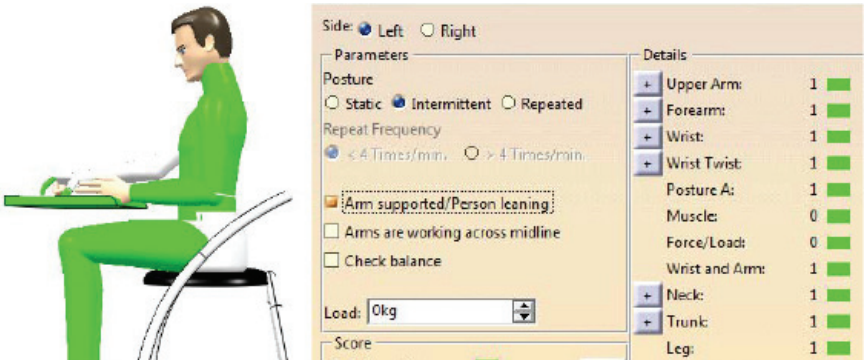
برای نیمه چپ بدن فروشنده نیز که درگیر انجام کار نیست، مطابق شکل ۳ به هنگام استراحت تحلیل RULA، اعمال شد. برای این وضعیت عدد ۵ (رنگ نارنجی) به دست آمد. این وضعیت نامطلوب و نیازمند اصلاح بود.

در همه موارد اتاقک فروش به ایستگاه اتوبوس نزدیک بوده و پنجره گیشه نیز به سمت خیابان است. به سبب تردد وسایل نقلیه و توقف و حرکت اتوبوس‌ها در ایستگاه، سر و صدای ایجاد شده مانع از شنیدن صدای مشتریان به هنگام مبادله کارت و پول با فروشنده می‌شود. علاوه بر نامطلوب بودن صدای محیط برای فروشنده، مشاهده می‌شود که مشتریان برای صحبت با کارکنان خود را به سمت سوراخ کوچک تعبیه شده در پنجره گیشه خم

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]



شکل ۵. الف: تحلیل RULA براساس پوسچر سه بعدی تغییر یافته (سمت راست بدن)



شکل ۵. ب: تحلیل **RULA** براساس پوسچر سه بعدی تغییر یافته (سمت چپ بدن)

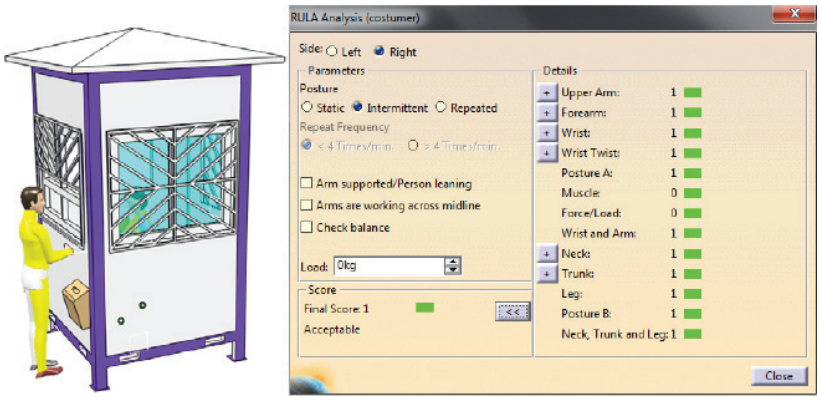
می‌کنند. این وضعیت مشتریان مطابق شکل۴ با در نظر گرفتن ابعاد آنتروپومتری استاتیک در نرم افزارCATIA V5 R20 شبیه سازی شد. ریسک به دست آمده از آنالیز RULA برای این وضعیت عدد ۶ می‌باشد.

ارتفاع میز کار نیز به گونه‌ای است که بازوی فروشنده بالاتر از شانه قرار می‌گیرد که این حالت در درازمدت، موجب درد و ناراحتی در ناحیه بازو، کتف و گردن می‌شود. همچنین این وضعیت، سبب می‌شود، فرد خود را به سمت جلو خم کندکه خود ریسک آسیب‌های وارده به کمر را افزیش می‌دهد. این ارتفاع در وضعیت فعلی نسبت به کف باجه ۱ متر و در خارج از باجه برابر با ۱۳۶۰ میلی متر از سطح خیابان یا پیاده رو است که برای مشتریان نیز نامطلوب می‌باشد.

با تغییرات ابعاد میز داخل گیشه و شبیه سازی مکرر نحوه نشستن و گرفتن کارت و پول به هنگام کار، ارتفاع بهینه بر اساس میانگین قد افراد ۷۴۰ میلی متر به دست آمد. وضعیت تصحیح شده در شکل۵- الف برای سمت راست بدن نمایش داده شده است. آنالیز RULA برای این پوسچر عدد ۳ را نشان می‌دهد که نشان دهنده بهبود شرایط کار است. نتیجه تحلیل ریسک برای سمت چپ بدن نیز در شکل ۵- ب نشان داده شده است. بنابراین دست چپ هم در وضعیت مطلوبی قرار می‌گیرد، به‌طوری که ساعد و بازو زاویه تقریبی ۹۰ درجه داشته و به راحتی بر روی میز قرار می‌گیرد. آنالیز RULA برای این پوسچر عدد ۱ می‌باشد که بیان کننده قابل قبول بودن پوسچر پیشنهادی است.

مطابق شکل ۶ محل مبادله کارت و پول

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]



شکل ۶: تحلیل RULA براساس پوسچر سه بعدی تغییر یافته برای مشتری

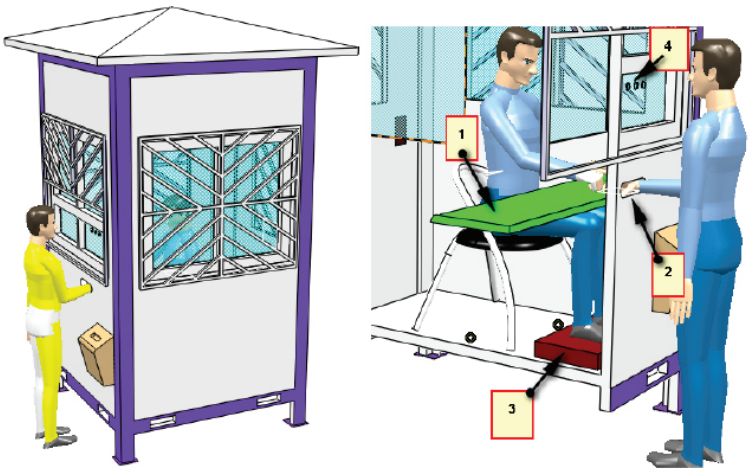
مشتری با فروشنده نیز هم ارتفاع با میز کار در نظر گرفته شده تا فرآیند انجام کار آسانتر باشد. این ارتفاع برای مشتریان نسبت به سطح زمین ۱۰۹۰ میلیمتر است. سه سوراخ کوچک نیز بر روی شیشه جلویی در نظر گرفته شده تا به هنگام صحبت با فروشنده، مشتریان ناگزیر نباشند تا خود را به سمت پایین خم کنند. ارتفاع ۱۵۳۰ میلی‌متر نسبت به زمین به عنوان ارتفاع بهینه برای سوراخ‌ها می‌باشد. آنالیز RULA برای مشتری در این حالت ، عدد ۱ را نشان می‌دهد که بازگو کننده قابل قبول بودن پوسچر جدید است.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش؛ شرایط کار در گیشه‌های فروش و شارژ بلیت الکترونیکی در سطح شهر مشهد مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا با استفاده از روش‌های مصاحبه، پرسشنامه و فیلمبرداری، اطلاعات لازم در ۶ بخش تهیه گردید. این اطلاعات شامل بخش‌های عمومی و فردی، جسمی-حرکتی، محیطی، روانی، ایمنی و همچنین ارتباطی می‌باشد. سپس با تجزیه و تحلیل شاخص‌های ارگونومیکی حاصل، مشخص گردید که بیشترین سطح مواجهه شغلی و مخاطره مربوط به وضعیت اسکلتی-عضلانی و پس از آن شرایط محیطی می‌باشد. بر اساس روش‌های QEC و پرسشنامه نوردیک نواحی کمر و شانه و بازو در معرض بیشترین ناهنجاری می‌باشند.

نتیجه تحقیق حاضر با بسیاری از نتایج تحقیقات مشابه همسو می باشد. برای نمونه در پژوهش خدابخشی و همکارانش در ارزیابی ریسک اختلالات اسکلتی- عضلانی در کاربران رایانه ادارات تویسرکان به روش RULA، میزان شیوع درد، در کاربران به ترتیب در نواحی گردن، کمر، شانه، ناحیه پشت، مچ دست، آرنج و زانوها با درصد بالایی مشاهده شده است (Khodabakhshi *et al.*, 2014). محمدی و همکاران، شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی اندام های فوقانی و ارزیابی ریسک ابتلا به را در کاربران رایانه یک شرکت برق با روش RULA، بررسی و گزارش کردند که بیشترین ناراحتی مربوط به کمر (۸۰ درصد)، گردن (۷۳ درصد)، مچ و دست (۷۳ درصد) و شانه (۴۷ درصد) بوده است (Dormohammadi *et al.*, 2014). همچنین نتایج تحقیق Schibye و همکارانش که بر روی ۳۲۷ اپراتور ماشین خیاطی، با استفاده از پرسشنامه نوردیک انجام پذیرفته است، نشان می‌دهد شیوع بالایی از علایم اسکلتی-عضلانی در شانه ها و

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]



شکل ۷. تغییرات پیشنهادی در طراحی و چیدمان باجه (شماره‌ها در جدول ۵ توضیح داده شده¬اند)

جدول ۵. تغییرات پیشنهادی برای کاهش مخاطرات شغلی

تغییرات پیشنهادی	نتایج حاصل
۱. تغییر ارتفاع میز از ۱۰۰۰ به ۷۴۰ میلی‌متر نسبت به کف باجه	تغییر عدد رولا از ۷ به ۳ و در نتیجه کاهش ریسک‌های اسکلتی-عضلانی. ساعد دست زاویه تقریبی ۹۰ درجه نسبت به بازو دارد و پایین تر از بازو قرار می‌گیرد، در نتیجه دست‌ها به هنگام استراحت در وضعیت مطلوبتری هستند.
۲. تغییر ارتفاع محل تبادل کارت و پول از ۱۳۶۰ به ۱۰۹۰ میلی‌متر نسبت به زمین	تغییر شاخص ریسک RULA از ۶ به ۱ .
۳. استفاده از زیر پایی برای فروشنده	عدم آویزان بودن پاها، کاهش درد زانوها، عدم کشیدگی مفاصل و در نتیجه کاهش آسیب‌های وارده به کمر.
۴. ایجاد ۳ سوراخ بر روی شیشه پنجره در ارتفاع ۱۵۳۰ میلی‌متری از سطح زمین	عدم خم شدن مشتریان به پایین (محل تبادل کارت و پول) و درنتیجه کاهش ریسک اسکلتی- عضلانی (کاهش آسیب‌های وارد به گردن و کمر)
۵. استقرار باجه کمی دورتر از ایستگاه اتوبوس و تغییر جهت گیشه به میزان ۱۸۰ درجه، به طوری که پنجره جلویی پشت به خیابان بوده و درب باجه به سمت خیابان باشد.	کاهش سر و صدای ناشی از وسائط نقلیه، تسهیل در شنیدن صدای مشتری و کاهش ورود دود ناشی از اتوبوس‌ها به داخل اتاقک باجه.
۶. تغییر نحوه قرار گیری کابین باجه، به طوری که اتاقک بر روی سکو و یا ارتفاع زیاد قرار نگیرد.	ارتفاع محل تبادل کارت و پول، برای مشتریان مناسب شده و برقراری ارتباط با فروشنده آسانتر است.

گردن کاربران وجود داشته است. (Schibye *et al.*, 1995) این مطابقت و گاهی تفاوت در درصد درد نواحی مختلف بدن، می تواند در تفاوت یا مطابقت نوع شغل، میزان ساعات کاری و نحوه تکرار فعالیت‌ها و موارد مشابه باشد، به‌طوری که در سایر مشاغل مشابه پوسچر کارکنان باجه های شارژ و فروش بلیت الکترونیک نیز موارد مشابهی از اختلالات در اندام فوقانی و تنه را گزارش کرده‌اند (Mahmoodi, *et al.*, 2014). در هرحال درصدهای بالای اختلالات اسکلتی – عضلانی گزارش شده نشان از نامناسب بودن وضعیت بدنی در حین کار و حفظ وضعیت استاتیکی دارد که باید ویژگی های ارگونومیکی در طراحی ایستگاه ها، تجهیزات و چیدمان قرار گیری تجهیزات کاری افراد به طور مطلوبی در نظر گرفته شود. این ناهنجاری‌ها ممکن است به دلیل نامناسب بودن ارتفاع میز و محل تبادل کارت و پول بین مشتری و فروشنده باشد. زیرا فروشنده به هنگام کار باید در مدت زمان طولانی به تکرار به جلو خم شده و در وضعیتی قرار گیرد که دست او به سمت جلو کشیده شده و بالاتر از کتف باشد. هم‌چنین به هنگام استراحت نیز ارتفاع زیاد میز

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

سبب می‌شود تا دست‌ها به راحتی بر روی میز قرار نگیرد و ایجاد ناراحتی در فروشنده کند. ازطرفی، فقدان زیر پایی وضعیت نامطلوبی برای پاها به وجود می‌آورد به گونه‌ای که با آویزان بودن پاها به مرور زمان، درد در ناحیه زانو و پاها به کمر منتقل می‌شود.

محل کابین نیز در بعضی موارد بالاتر از سطح زمین (بر روی سکو) است که ارتفاع گیشه را برای مشتریان زیاد می‌کند. به علاوه استقرار باجه‌ها در کنار ایستگاه‌های اتوبوس و رو به خیابان بودن آن‌ها علاوه بر ایجاد صداهای آزار دهنده برای فروشنده، در برقراری ارتباط با مشتریان اختلال ایجاد می‌کند. به هنگام تردد اتوبوس‌ها دود ناشی از آنها نیز کیفیت هوای داخل گیشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بر اساس اطلاعات جمع آوری شده، مدل سه بعدی برای فروشنده و مشتری در نرم افزار CATIA V5 R20 ایجاد شد و برای وضعیت فعلی تحلیل RULA انجام گردید. با توجه به ریسک بالای وضعیت‌های بدنی موجود، تغییراتی در وضعیت بدنی با تاکید بر نواحی با ریسک بالاتر، اعمال و تحلیل‌ها تکرار گردید. در وضعیت جدید سطوح ریسک فروشنده به ترتیب برای سمت راست و چپ بدن از۷ و ۵ به۳ و ۱ و برای مشتری از ۶ به ۱ بهبود یافت. برای تعمیم نتایج حاصل از این تحقیق، لازم است تا بررسی‌های تکمیلی بر روی تعداد بیشتری از باجه های فروش بلیط در سطح کشور انجام شده و سازه های مختلف، چیدمان متفاوت و کارکنان با ویژگی‌های آنتروپومتریکی متفاوت مورد مطالعه قرار گیرند.

در جدول ۵ و شکل ۷ تغییرات پیشنهادی برای کاهش آسیب‌های اسکلتی – عضلانی و مشکلات محیطی و همچنین تأثیر آن‌ها خلاصه شده است.

منابع

AFL-CIO, American Federation of Labor and Congress of Industrial Organizations, 2012. Report on 'Death on the Job, the Toll of Neglect: a National and State-bystate Profile of Worker Safety and Health in the United States'.

Bhattacharya A. 2014, Costs of occupational musculo-skeletal disorders (MSDs) in the United States. International Journal of Industrial Ergonomics. (44):448-454.

Bongers PM, Kremer AM, Ter Laak J. 2002, are psychosocial factors, risk factors foe symptoms and signs of the Shoulder, elbow, or hand/wrist? A review of the epidemiological literature. Am J Ind Med. 41(5):315-342.

Choobineh A.; Daneshmandi.; Fallah Poor A.; Rahimi Fard H. 2013, Ergonomic assessment of musculoskeletal disorders risk level among workers of a petrochemical company. Iran Occupational Health, 10(3): 78-88.[Persian]

David, G.; Woods, V.; Li G, Buckle P. 2008. The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Applied Ergonomics. 39 (1): 57-69.

Dawson A-P.; Steele E-J.; Hodges P- W.; Stewart S., 2009, Development and Test–Retest Reliability of an Extended Version of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ-E): A Screening Instrument for Musculoskeletal Pain. The Journal of Pain.10 (5): 517-526.

Dormohammadi A, Zareie E, Normohammadi M,

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

assessment of musculoskeletal disorders risk among the computer users by RULA technique and effects of an eight-week corrective exercises program on reduction of musculoskeletal pain, Journal of Ergonomics, 2(3): 44-56.[Persian]

Kihlstedt A.; Hägg G- M., 2011, Checkout cashier work and counter design Video movement analysis, musculoskeletal disorders and customer interaction. International Journal of Industrial Ergonomics. 41: 201-207.

Korpinen L.; Suuronen N.; Latva-Teikari J.; Pääkkönen R., 2009, A questionnaire on the health effects of new technical equipment. International Journal of Industrial Ergonomics. 39(1): 105-114.

Kuorinka I.; Jonsson B.; Kilbom A.; Vinterberg H.; Biering-Srensen F.; Gorgensen K., 1987, Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics. 18(3):233-237.

Lamel L.; Bennacef S.; Gauvain J-L.; Dartigues H.; Temem J-N, 2002, User evaluation of the Multimedia Service Kiosk. Speech Communication, 38:31–139.

Mahmoodi F, Sahebozamani M, Sharifian I, Sharifi H., 2014, The effect of corrective exercises on the pain and degree of uneven shoulder deformity. J Res Sport Rehabil.1(2):1-9. [Persian]

McAtamney L.; Corlett E- N., 1993, RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics.

Sarsangi V, Amjad Sardrodi H, Asghari M. 2014, Risk Assessment of Computer Users' Upper Musculoskeletal limbs Disorders in a Power Company by means of RULA Method and NMQ in 1390. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 20(4):521-529. [Persian]

Esbati M.; Khaleghian M.; Parkani A., 2012, Complex regulations difficult and hazardous jobs: Fadak Isatis; [Persian]

Grave R-J., 1992, Using ergonomics in engineering design to improve health and safety. Safety Science; 15(4-6): 327-349.

Hosseini Nasab H.; Sadra Abarghooi N. 2008, Static Anthropometry in Iran. 1st Iranian National conference on Ergonomics: 492-501. [Persian]

IGR- DHJ, Iranian Government Regulation Act for difficult and hazardous jobs, 2007, http://www.tamin.ir/News/Item/1646/2/1646.html. [Persian]

ISSOAS, Iran Social Security Organization Annual Statistical Report; 2013. [Persian]

Janbozorgi A, Karimi A, Rahnama N, Karimian R, Ghasemi GhA. 2012, An ergonomic analysis of musculoskeletal disorder risk in tutors by Quick Exposure Check (QEC) method and the effect of 8-week selective corrective exercises and ergonomic intervention on their encounter. J Res Rehabil Sci. 8(5):919-927. [Persian]

Khodabakhshi Z, Saadatmand S. A, Anbarian M, Heydari Moghadam R, 2014, An ergonomic

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

Sjogaard G., 1995, Musculoskeletal symptoms among sewing machine operators. Scand J Work Environ Health. 21(6):427-34.

Tirgar A, Aghalari Z , Salari F., 2014, Musculoskeletal disorders and ergonomic considerations in computer use among medical sciences students. Journal of Ergonomics. 1(3):55-64. [Persian]

Wiler ,J-L.; Gentle ,C.; Halfpenny ,J-M.; Heins ,A.; Mehrotra A,Mikhail M-G,Diana, F., 2010, Optimizing Emergency Department Front-End Operations. Annals of Emergency Medicine. 55(2):142-160.

Wiley, 2010, TICKOO S. CATIA V5R20: For engineers and designers.

Wishart, G-A., 1986, An improved counter design for bank tellers. A case study. In: Trends in the Ergonomics of Work. Proc 23rd ann conf Erg Soc. Australia.: 24-28.

24(2): 91-99.

MHME, Ministry of health and medical education. 2013, Threshold limits for occupational exposures.; Book 1&2. [Persian]

Naidoo S, Kromhout H, London L, Naidoo RN, Burdorf A. 2009, Musculoskeletal Disorders Pain in Women Working in Small- Scale Agriculture in South Africa. Am J Ind Med.52:202-209.

Rahimian JT, Choobineh A, Dehghan N, Rahimian RT, Kolahi H, Abbasi M, Abbaszadeh M. 2014, Ergonomic Evaluation of Exposure to Musculoskeletal Disorders Risk Factors in Welders. Journal of Ergonomics. 1(3):18-26. [Persian]

Rowe I.; Smith D., 2005, Developing a design for the new ticket offices at King's Cross Underground Station. Contemporary Ergonomics: 626-634.

Schibye B, Skov T, Ekner D, Christiansen JU,

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

Ergonomic Assessment and Design of Electronic Ticket Booths in Mashhad City

H. Razavi [1]*; A. Behbudi[2]

[1] Associate Professor, Industrial Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad

[2] Bs.c, Industrial Management, Allameh Tabatabaii University

Abstract

Introduction: Work conditions in kerbside ticket booths intensify the risk of health threats. In this research, it is aimed to introduce solutions for improving ergonomics conditions of these booths, by ranking and analysis the risk factors.

Material and Method: Demographic information as well as physical, mental, and safety conditions of 47 booths are collected through questionnaires, interview and video recording. Following, critical index was identified using a hybrid method including QEC checklist, ANOVA statistical test and innovative methods for determining ergonomic indices. Improvement strategiesfor the critical index were analysed,using CATIA V5 R20 software and RULA technique, and solutions were presented.

Result: Based on F-test at the 0.05 significance level, anthropometric characteristics and personal information-showed no difference betweenmale and female vendors, except for weight. Comparison of ergonomic indices manifested the maximum occupational exposurefor physical-motor factors (45.39) and environmental factors (41.28). Additionally, the highest risks determined by Nordic questionnaire and QEC checklists belonged to arms and shoulders (38) and wrist (26). Three dimensional model of vender with current and suggested postures were analysed using RULA and accordingly it was found that risk levels were improved for right and left side of the vendor body from 7 and 5 to 3 and 1, and for customers from 6 to 1.

Conclusion: Vendors of electronic ticket booths are exposed to musculoskeletal and environmental health threats, in Mashhad. Relocating the booths, adjustingcounterand desk height can significantly reduce the risk of mentioned hazards

Keywords: *Ergonomic assessment, Ticket booth, RULA, QEC checklist, Nordic questionnaire*

* Corresponding Author Email: *h-razavi@um.ac.ir*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]