



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی جندی شاپور اهواز

بسمه تعالی

عنوان طرح: ارگونومی و کاربردپذیری دستگاههای سنگبری تمام اتومات در کارخانه سنگبری

ماهان

(Ergonomy & Usability of fully automatic stone-cutting machines

in Mahan's stone factory)

مجری مسئول: دکتر داوود افشاری دانشیار دانشکده بهداشت علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

و خانم فاطمه اسدیان دانشجوی ارشد ارگونومی دانشکده بهداشت علوم پزشکی جندی شاپور

اهواز

از زمان اولین انقلاب صنعتی، که قدرت تولید بخار و تولیدات نیمه مکانیزه بوجود آمد، صنعت همیشه دستخوش تغییرات قابل توجهی بوده است. دومین انقلاب صنعتی خطوط مونتاژ و برق را وارد کارخانه ها کرد. ظهور اتوماسیون منجر به انقلاب صنعتی سوم در دهه ۱۹۷۰ شد؛ با وجود این تمرکز بر فناوری، و اتوماسیون بوجود آمده انسان ها هنوز نقش مهمی در عملیات تولیدی دارند؛ و صنعت سنگ در دنیا هم از این قافله عقب نمانده و پیشرفت و تکنولوژی روزافزون در آن بسیار زبازد شده است (۱). تاریخچه صنعت سنگ ایران بسیار درخشان است، و استخراج سنگ از معادن ایران تاریخچه بسیار غنی دارد. در مراحل اولیه شکل گیری تمدن ایران استفاده از سنگ ها در ابعاد مختلف امری عادی بوده است. بقایای این امر در تخت جمشید و پاسارگاد و دیگر بناهای تاریخی ایران مشاهده می شود. در دورانی که بشر هنوز آهن را کشف نکرده بود از سنگ ها برای ساختن بناهای خود استفاده می کرد. امروزه استفاده از سنگ ها شکل تازه ای به خود گرفته است و از سنگ ها در ابعاد مختلف با توجه به کاربرد و ویژگی سنگ استفاده می شود. علاوه بر تمدن ایران و سابقه آن در سازه های سنگی، صنعت سنگ ایران دارای قدمت زیادی نیست. اولین کارخانه سنگبری ایران توسط آستان قدس رضوی در سال ۱۳۳۸ در مشهد تاسیس شد. این کارخانه توسط متخصصان آلمانی ساخته و در سال ۱۳۳۸ راه اندازی و برای تامین سنگ های مورد نیاز حرم امام رضا ساخته شد. در دهه اخیر ایرانیان روش های نوین در استفاده و استخراج این منابع به کار می برند و از روش های نوین مانند استخراج غیر انفجاری و ماشین های برس سخت استفاده می کنند که مهم ترین تغییر در صنعت سنگ ایران به شمار می رود. این امر همچنین باعث گسترش پیدا کردن مصرف سنگ های ابعادی می شود. در بین کشور های فعال در صنعت سنگ، ایران ۴,۷ میلیون تن منابع سنگ را شامل می شود. ایران در رتبه چهارم تامین کنندگان سنگ طبیعی جهان قرار می گیرد. هم چنین کشور ایران دارای رتبه اول جهان از نظر تنوع رنگ و کیفیت سنگ می باشد (۲). سنگ ها بعد از استخراج از معادن به صورت خام و یکدست هستند اولین قدم این است که آن ها به شکل بلوک ها و یا قواره، به کارخانه های سنگبری منتقل می شوند. که به آنها سنگ قله می گویند. سنگ های قله به هیچ عنوان به وسیله یک تیغه برش نمی خورند. این سنگ ها باید به وسیله دستگاه انفجار یا

برش از معادن جداسازی گردند این سنگ‌های قله متناسب با کاربرد و جنسی که دارند، در کارگاه‌های سنگ توسط یک سری عملیات مکانیکی مهیا می‌گردند. سنگ‌هایی که قرار است به اصطلاح در مکان‌هایی خشن مورد استفاده قرار گیرند، توسط چکش و تیشه‌ها آماده می‌گردند. سنگ‌های تزئینی را بهتر است، اول برش داده سپس هنگام برش، شسته شوند تا تمام خاک آن از بین برود. آنگاه آن‌ها را ساب و جلا می‌دهند. برای برش سنگ‌های بی قواره از دستگاه‌های برش سیم الماسه و فولادی استفاده می‌شود. چرا که این دستگاه‌ها دارای ۳۵ الی ۳۷ دندانه الماسه از جنس تیغ‌های فولادی هستند و می‌توانند این سنگ‌های بی قواره را به سنگ‌هایی قواره‌دار تبدیل کنند. در کارخانه‌های سنگبری، برای تمامی مراحل سنگبری بخش‌های مختلفی وجود دارد. مراحل مختلف در کارخانه‌ها عبارتند از: صیقل و ساب انواع سنگ‌های ساختمانی، برش قواره‌ها در ضخامت‌های متنوع، برش ورقه‌ها در ابعاد و اشکال هندسی سفارش شده و مجموعه‌ای از ۲۴ دستگاه که همزمان کار کرده و باعث تولید سنگ بصورت اتوماتیک میشوند. حال بحث اینجا بوجود می‌آید که آیا این طراحی و مکانیزه شدن دستگاه‌ها منجر به افزایش بهره‌وری در تولید، راندمان، کارایی کارگران و کاربرپذیری به عبارتی سهولت و ایمنی حین کار افزایش می‌یابد.. در نهایت، نتیجه مهم این است که طراحی کاربر محور می‌تواند به یک شرکت کمک کند تا هویت یکپارچه‌ای را برای محصولات خود ایجاد کند. از این رو به بررسی دستگاه‌های نیمه اتومات در کارخانه سنگ ماهان از نظر کاربر به لحاظ کاربرپذیری نسبت به دستگاه‌های سنتی سابق می‌پردازیم. کاربرپذیری بطور کلی به برداشت‌ها و پاسخ‌های شخص از استفاده از محصول (سیستم یا خدمات) اشاره دارد. کاربرپذیری میزانی است که یک سیستم (محصول یا خدمات) می‌تواند برای دستیابی به اهداف با اثربخشی، کارایی و رضایت در یک زمینه مشخص مورد استفاده قرار گیرد (۳). طراحان جدید، مفهوم کاربرد پذیر^۱ (Usability) را به منظور پوشش ابعاد بیش‌تری از تعامل کاربر با محصول، گسترش داده‌اند. در طراحی، کاربرپذیری عمدتاً به ارگونومی مربوط می‌باشد تا مسون در نخستین تلاش

• چاپ اول. تهران: نشر آثار، (فرهنگ واژه‌های مصوب فرهنگستان) دفتر پنجم . گروه واژه‌گزینی^۱

برای مطرح کردن مفهوم کاربردپذیری اظهار داشت که تمام محصولات باید جذاب باشند، حس کشف را ایجاد کنند و ترس را کاهش دهند. و نورث تلکام کاربردپذیری را به عنوان سادگی، سهولت استفاده و ارزش آشکار کاربر تعریف کرده است (۴). هدف‌های اصلی در کاربردپذیری عبارتند از کارآمدی یا اثربخشی (Effectiveness) نشان می‌دهد که یک سیستم چقدر درحین استفاده، مناسب و اثربخش است. خصیصه‌ی کارآمدی، به توانایی سیستم در برآورده کردن نیازهای کاربر اشاره می‌کند. کارایی (Efficiency) نشان می‌دهد که یک محصول، چقدر به کاربران کمک می‌کند تا کار (Task) مورد نظرشان را به انجام برسانند. خصیصه‌ی کارایی، به کیفیت عملکرد سیستم در زمان استفاده، و قابلیت‌های آن برای افزایش بهره‌وری اشاره می‌کند. ایمنی (Safety) نشان می‌دهد که یک سیستم، چگونه از کاربران در مقابل شرایط خطرناک و وضعیت‌های ناخواسته، محافظت می‌کند. یک سیستم خوب، باید از کاربر در برابر عوامل خارجی خطرناک (مثل برق گرفتگی)، یا انجام اعمال ناخواسته به طور اتفاقی، محافظت کرده و در صورت امکان، به قابلیت‌های واگرد (Undo) و ترمیم (Recovery) و احیا (Restore) نیز مجهز باشد. امکانات (Utility) نشان می‌دهد که یک سیستم، چه قابلیت‌های عملیاتی مناسبی را فراهم می‌کند تا کاربران بتوانند آنچه را که می‌خواهند، انجام دهند، یا به آنچه که نیاز دارند، دست پیدا کنند. یک سیستم خوب، باید امکانات متنوعی را برای ساده کردن و تسریع انجام عملیات‌ها - به روشی که کاربر می‌پسندد - فراهم کند. مثلاً برخی نرم‌افزارها به میان‌برهایی مجهز هستند که انجام یک عملیات طولانی را ساده‌تر می‌کنند. آموزش‌پذیری (Learnability) نشان می‌دهد که آموختن نحوه استفاده از سیستم، چقدر آسان است. یادآوردپذیری (Memorability) نشان می‌دهد که به خاطر آوردن نحوه استفاده از یک دستگاه چقدر آسان است (۵). اگر یک محصول کاربردپذیر نباشد به مرور زمان توسط کاربر مورد استفاده قرار نمی‌گیرد به همین منظور تست کاربردپذیری برای سنجش مطلوبیت محصول برای کاربران و یافتن مشکلات و نواقص‌اش انجام می‌شود. هدف تست کاربردپذیری یافتن نکاتی است که استفاده از محصول را سخت یا ناممکن می‌کند و یا حس نارضایتی در کاربر ایجاد می‌نماید. رسیدن به این نکات به تیم محصول کمک می‌کند تا نواقص را سریعتر شناسایی و برطرف کنند. هر چقدر محصول کاربردپذیرتر باشد رضایت بیشتری از جانب کاربران فراهم می‌کند. اگر در طی فرآیند کاربر از شما

سوال پرسید نباید به او جواب دهید و صرفاً نقش ناظر را بازی کنید. تست کاربردپذیری می‌تواند مشکلات را به کمک کاربر برای شما نمایان سازد و روشی ساده اما اثربخش برای بهبود محصول است (۶). رای سنجش میزان کاربردپذیری یک محصول یا دستگاه، از آزمون‌های کاربردپذیری استفاده می‌کنند که با متدهای مختلفی می‌تواند انجام پذیرد. مطابق با تعریف دپارتمان خدمات سلامت آمریکا (HHS)، آزمون کاربردپذیری یا (Usability Testing) به ارزیابی یک محصول یا سرویس می‌گویند که با انجام یک آزمایش روی نمایندگانی از کاربران صورت می‌گیرد. به طور معمول در طول انجام این آزمون، شرکت‌کنندگان سعی می‌کنند تا کارهایی را که به آنها واگذار شده به انجام برسانند و به صورت همزمان مشاهده‌گران فعالیت‌های آنها را تحت نظر می‌گیرند، به آنها گوش می‌دهند و یادداشت برمی‌دارند. برای سنجش تجربه کاربری یک محصول نیازمند KPI مشخص هستیم که به ما کمک می‌کند تا میزان موفقیت رو در راستای اهداف تعریف شده اندازه گیری کنی KPI های سنجش UX دو نوع کمی و کیفی هستند. یکی از KPI های کمی سنجش UX ، همان SUS است؛ واژه SUS مخفف System Usability Scale یا قابلیت کاربردپذیری سیستم است. (SUS) توسط جان بروک در سال ۱۹۸۶ ایجاد شد؛ یک پرسش‌نامه با ۱۰ سوال در مقیاس لیکرت که به صورت سریع و موثر، قابل اعتماد برای اندازه گیری راحتی استفاده از محصول یا سیستم است. SUS ارزیابی در مورد کل سیستم است که شامل سنجش اثربخشی، کارایی، رضایت کارگراست (۷). ایستگاه کاری بخشی از زنجیره ی فرایندتولید یا ارایه ی خدمات محسوب میشود. که شامل محیط فیزیکی اطراف کارگر ابعاد و نحوه چیدمان تمام دستگاهها و تجهیزات است. که در این مطالعه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. پوسچرهم عبارتی است که برای توصیف وضعیت قرارگیری بدن افراد حین انجام کار یا فعالیت اشاره میکند. (۸) دراین مطالعه با استفاده از این تعاریف به بررسی کاربردپذیری دستگاهها مانند دستگاه برش سنگ اتومات که به تازگی توسط شرکت ماهان طراحی و مورد کاربری واقع شده است در دو وظیفه اپراتوری و تعویض سمباده های مکانیکی دستگاه در شرکت در مقایسه با دستگاه برش سنگ قدیمی پرداخته می شود.

روش کار:

این مطالعه مقطعی به صورت توصیفی- تحلیلی بر روی ۲۵ کارگرمشغول به کار در شرکت سنگبری ماهان انجام گرفت یعنی حجم نمونه متشکل از کلیه کارگران مشغول در صنعت مذکور انتخاب گردید؛ از آنجاییکه بیشتر جمعیت کارگران این صنعت را اتباع خارجی تشکیل می دهند بنابراین تشابه نژادی از معیارهای ورود به مطالعه حذف گردید همچنین از آنجاییکه خود این صنعت بیماریهای ناشی از کار و یا مرتبط با کار را ایجاد میکند و برخی از کارگران اختلالات اسکلتی عضلانی داشتند در مطالعه حق ورود داشتند؛ بنابراین هیچ محدودیتی جهت ورود به مطالعه وجود نداشت.

در ابتدا حین کار وضعیت پوسچر قرارگیری نسبت به دستگاههای اتوماسیون و سنتی قدیمی بطور جداگانه در دو وظیفه اپراتوری دستگاه و تعویض هد یا همان کله گی ساب زنها با مشاهده از طریق فیلم برداری و عکس برداری با استفاده از تکنیک آنالیز پوسچر به روش^۳ REBA (ارزیابی سریع کل بدن) بررسی گردید؛ این روش یک تجزیه و تحلیل توام از اندام فوقانی (بازو، ساعد و مچ)، تنه، گردن و پاها را انجام می باشد. همچنین در این روش عوامل دیگری مانند نیرو یا بار جابجا شده، نوع گرفتن بار (چنگش) و فعالیت عضلانی نیز در ارزیابی در نظر گرفته شد. در این روش، ارزیابی پوسچرهای استاتیک و دینامیک توامان است؛ بدین منظور ابتدا وظایف مورد سنجش با یک ارزیابی کلی از محیط کار شامل نوع چیدمان تجهیزات کار و محیط، استفاده از رفتار کارگران در ارتباط با ریسک پذیری قرار گرفت؛ سپس جمع امتیاز بدست آمده برای هر دستگاه نسبت به دو وظیفه مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت نحوه امتیاز دهی REBA همانطور که در شکل و جدول شماره ۱ در دستگاه جدید در وظیفه تعویض هد دستگاه مشخص است امتیاز ۵ بیانگر وضعیت نرمال کارگر از منظر امتیاز نهایی پوسچر می باشد خمش کمر و زاویه قرارگیری پاها و فشاری که به زانوها آمده است همینطور وضعیت گردن مچ دست و شانه ها پوسچر نامطلوب است ولی بدلیل پریود کوتاه مدت و بدلیل عدم تعداد دفعات انجام کار و غیر تکراری بودن آن در واحد زمان مربوطه درست است که وضعیت نامطلوب است و

^۳Rapid Entire Body Assessment

همچنین ماهیت دستگاه طوری است که پوسچر دیگری نمی توان اتخاذ کرد و میتوان از اقدام مدیریتی یعنی جابجایی اپراتورها در وظیفه مذکور استفاده نمود؛ یعنی در هر ساعت که هدها باید تعویض شوند افراد هربار جابه جا شوند. البته در بحث ارزیابی ریسک بدلیل موردی بودن کار قابل توجه نمی باشد و چون دفعات تکرار ندارد؛ در دستگاه سنگ زنی قدیمی همانگونه که در شکل و جدول ۲ نشان داده شده است ؛ امتیاز ربای ۹ را به خود اختصاص داده. به جهت تکرار بیش از حد در واحد زمان و پوسچر استاتیکی و نیز تعداد هدها و همچنین تحمل وزن کلگی ها در حین جابجایی ها پوسچر وظیفه بسیار نامطلوب است؛ وظیفه بعدی که مربوط به اپراتوری دستگاه است در سیستم جدید همانگونه که در شکل و جدول ۳ مشاهده می شود به ارزیابی پوسچر نهایی کد ۳ تعلق گرفته که این امتیاز در رنج کم یعنی عدم نیاز به اقدام اصلاحی قرار می گیرد؛ البته باتوجه به بررسی بیشتر بدلیل مانیتورینگ بودن کار در لحظاتی به حالت زمانبندی شده که نیاز به بررسیهای شناختی ممکن است داشته باشد؛ در این وظیفه بدلیل کوتاه بودن دوره تغییر وضعیت و اینکه اندامها در وضعیت نامناسبی قرار نگرفته اند امتیاز خوبی را به خود اختصاص داده که بیانگر بهینه بودن ایستگاه کاری به لحاظ ارگونومی فیزیکی محسوب شده است؛ لیکن در دستگاه قدیمی و سنتی امتیاز ۱۲ تعلق گرفته که نمایانگر وضعیت بسیار خطرناک و غیر ارگونومیک است و نیاز فوری به اقدامات اصلاحی دارد همانگونه که در شکل و جدول ۴ نشان داده شده گارگر در وضعیت نامناسبی از لحاظ دست و بازو که نیرویی برابر ۱۰ نیوتن که وزن هدها می باشد را بصورت افقی نیرو وارد می کند از طریق اهرمی که در شکل مشخص است و مسیر رفت و برگشتی دارد یعنی در هر بار ۲۰ نیوتون نیرو به بدن به اضافه محاسبات بیومکانیکی به بدن فرد وارد می آید؛ وضعیت سر هم بطور مداوم خارج از زاویه ۱۰ درجه می باشد بدلیل مسیر برگشت بجای جابه جا شدن اهرم توسط فرد کشیده می شود همچنین ارتعاش دستگاه هم بسیار قابل توجه است و شرایط محیطی از جمله آب و صابون و موادی که حین کار پاشش می شود و فرد در مواجه با آن است؛ رطوبت موجود در محیط و در کل از نظر ارگونومی در وضعیت نامطلوبی می باشد که این موضوعات به خودی خود فرای مسائل ایمنی و شناختی کار برتری دستگاه جدید را نسبت به دستگاه قدیمی اذعان می دارد؛ در گام بعد از

پرسشنامه کرنل^۴ (CMDQ) جهت بررسی اختلالات اسکلتی عضلانی پرسنل از دیدگاه خودشان با مقیاس لیکرت استفاده شد؛ توزیع پرسشنامه کرنل بین کل کارگران با توضیحات و آموزش اولیه چگونگی تکمیل آن انجام شد تا میزان شیوع اختلال اسکلتی عضلانی بدست آید. کارگران اظهار داشتند هنگامی که از دستگاه قدیمی استفاده می نمودند به ناراحتیهای مربوط به کمر، زانوها، پاها و دستها اشاره کردند؛ در صورتیکه نسبت به وضعیت اخیر شکایات به ندرت مشاهده گردید و آن مقدار ناچیز هم در کارگران با سابقه ای که اختلالات از زمان کار با دستگاههای سنتی قدیمی در آنها وجود داشته و ادامه پیدا کرده ظهور پیدا کرده است؛ سپس میزان کاربردپذیری دستگاههای سنگ بری سنتی و اتومات را از منظر کارگران با استفاده از پرسشنامه قابلیت کاربردپذیری سیستم^۵ (SUS) بشرح ذیل است این پرسشنامه متشکل از ۱۰ سوال اختصاصی در مقیاس لیکرت می باشد. پاسخهاش از کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم دسته بندی می شوند. بعد از انجام Usability Test یعنی پس از پایان انجام شیفت کاری این پرسشنامه میان شرکت کنندگان توزیع شد و بازخورد آنها در پاسخگویی به سوالات مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت نمونه سوالات پاسخ داده شده توسط کارگران در جداول مربوطه مشاهده می شود؛ هر کدام از سوالات دارای یک طیف جواب با امتیازهای زیر است:

- کاملاً مخالفم = ۱
 - تا حدی مخالفم = ۲
 - میانه یا نظری ندارم = ۳
 - تا حدی موافقم = ۴
 - کاملاً موافقم = ۵
- $$SUS = (X+Y).2/5$$
- فرمول محاسبه مقدار معین

^۴Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires

^۵System Usability Scale

حالا برای محاسبه SUS ابتدا باید X و Y را بدست بیاریم و مجموع X و Y را در عدد ۲,۵ ضرب کنیم با این روش امتیاز SUS از عدد ۱۰۰ محاسبه میشه. نمرات SUS در دسته‌بندی‌های زیر قرار می‌گیرند:

بسیار عالی، عالی، خوب، ضعیف و بسیار بد.

کاملاً مخالفم	تا حدی مخالفم	نظری ندارم	تا حدی موافقم	کاملاً موافقم
☐	☐	☐	☐	☐
۱	۲	۳	۴	۵

Y	X
(مجموع سوالات زوج) - 25	5 - (مجموع سوالات فرد)

System Usability Score



بیشترین امتیاز در این تست، ۱۰۰ است و هر چه عدد به دست آمده به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشه محصول و سیستم مورد نظر امتیاز بالاتری بدست آورده. اما میانگین امتیاز SUS عدد ۶۸ است و امتیاز بالاتر یا پایین‌تر از میانگین درک سریعی در مورد قابلیت استفاده از محصول یا سیستم را می‌دهد.

نمرات زیر ۶۸ به مشکلاتی در طراحی اشاره دارند که نیاز به تحقیق بیشتر و برطرف شدن هر چه سریع‌تر این مشکلات را دارند، در حالی که نمرات بالاتر از ۶۸ نشان دهنده نیاز به اصلاحات جزئی در طراحی هستند. در مراحل مختلف توسعه طرح یا محصول با انجام این تست روی ۱۵ نفر از کارگران در زمان‌های متفاوت و سنجش و مقایسه امتیاز بدست آمده، می‌توان، با جمع‌آوری بازخوردهای کاربران بدین گونه بررسی می‌شود که تولید محصول یا سیستم جدید نسبت به نوع قبلی چه میزان باعث بهبود تجربه کاربری شده و ایرادات و نقایص محصول از این طریق استخراج شود. که در این مطالعه ۹۵ درصد افراد اذعان داشتند با توجه به پاسخدهی به پرسشنامه مربوطه به اتفاق رضایتمندی بیشتری از دستگاه تمام اتومات داشتند و آن ۵ درصد باقیمانده هم ادعای راحتی از دستگاه قدیمی را داشتند که البته این موضوع هم از حیث ارگونومی شناختی و اندازه‌گیریهای روانشناختی قابل بررسی است؛ تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۲ صورت گرفت.

شکل و جدول شماره ۱

تعويض هد دستگاه جدید

[illegible]

شکل و جدول شماره ۲



تعویض هد دستگاه قدیم

برگه ارزیابی وضعیت بدنی کارکنان به روش REBA

برگه زیر را گام به گام تکمیل کرده و یک کپی از آنرا برای مراجعه بعدی در پرونده پرسنلی کارمند نگهدارید.

۱- وضعیت گردن

۱- گردن در حالت عادی (۰)

۲- گردن کمی خم شده (۱)

۳- گردن زیاد خم شده (۲)

۲- وضعیت شانه

۱- شانه در حالت عادی (۰)

۲- شانه کمی خم شده (۱)

۳- شانه زیاد خم شده (۲)

۳- وضعیت کمر

۱- کمر در حالت عادی (۰)

۲- کمر کمی خم شده (۱)

۳- کمر زیاد خم شده (۲)

۴- وضعیت مچ دست

۱- مچ دست در حالت عادی (۰)

۲- مچ دست کمی خم شده (۱)

۳- مچ دست زیاد خم شده (۲)

۵- وضعیت آرنج

۱- آرنج در حالت عادی (۰)

۲- آرنج کمی خم شده (۱)

۳- آرنج زیاد خم شده (۲)

۶- وضعیت باسن

۱- باسن در حالت عادی (۰)

۲- باسن کمی خم شده (۱)

۳- باسن زیاد خم شده (۲)

۷- وضعیت پا

۱- پا در حالت عادی (۰)

۲- پا کمی خم شده (۱)

۳- پا زیاد خم شده (۲)

۸- وضعیت سر

۱- سر در حالت عادی (۰)

۲- سر کمی خم شده (۱)

۳- سر زیاد خم شده (۲)

۹- وضعیت دست

۱- دست در حالت عادی (۰)

۲- دست کمی خم شده (۱)

۳- دست زیاد خم شده (۲)

جدول A

1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

جدول B

1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

جدول C

1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

نتیجه نهایی

اگر یک یا کمتری از این درجه‌بندی‌ها و دستورالعمل‌ها را در یک دقیقه طول بگذرد، فعالیت صورت نگرفته و روشی از ۱۲ را در دقیقه طول بگذرد، فعالیت صورت می‌گیرد. اگر فعالیت یا در وضعیت غیر پایدار باشد، فعالیت صورت می‌گیرد.

Subject/Name: _____ **Date:** ____/____/____

Company: _____ **Department:** _____ **Scorer:** _____

شکل و جدول شماره ۳



اپراتوری دستگاه جدید

برگه ارزیابی وضعیت بدنی کارکنان به روش REBA

برگه زیر را گام به گام تکمیل کرده و یک کپی از آنرا برای مراجعه بعدی در پرونده پرسنلی کارمند نگهدارید.

۱- وضعیت گردن

۱- گردن در حالت عادی (۰)

۲- گردن کمی خم شده (۱)

۳- گردن زیاد خم شده (۲)

۲- وضعیت شانه

۱- شانه در حالت عادی (۰)

۲- شانه کمی خم شده (۱)

۳- شانه زیاد خم شده (۲)

۳- وضعیت کمر

۱- کمر در حالت عادی (۰)

۲- کمر کمی خم شده (۱)

۳- کمر زیاد خم شده (۲)

۴- وضعیت مچ دست

۱- مچ دست در حالت عادی (۰)

۲- مچ دست کمی خم شده (۱)

۳- مچ دست زیاد خم شده (۲)

۵- وضعیت آرنج

۱- آرنج در حالت عادی (۰)

۲- آرنج کمی خم شده (۱)

۳- آرنج زیاد خم شده (۲)

۶- وضعیت باسن

۱- باسن در حالت عادی (۰)

۲- باسن کمی خم شده (۱)

۳- باسن زیاد خم شده (۲)

۷- وضعیت پا

۱- پا در حالت عادی (۰)

۲- پا کمی خم شده (۱)

۳- پا زیاد خم شده (۲)

۸- وضعیت سر

۱- سر در حالت عادی (۰)

۲- سر کمی خم شده (۱)

۳- سر زیاد خم شده (۲)

۹- وضعیت دست

۱- دست در حالت عادی (۰)

۲- دست کمی خم شده (۱)

۳- دست زیاد خم شده (۲)

جدول A

1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

جدول B

1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

جدول C

1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

نتیجه نهایی

اگر یک یا کمتری از این درجه‌بندی‌ها و دستورالعمل‌ها را در یک دقیقه طول بگذرد، فعالیت صورت نگرفته و روشی از ۱۲ را در دقیقه طول بگذرد، فعالیت صورت می‌گیرد. اگر فعالیت یا در وضعیت غیر پایدار باشد، فعالیت صورت می‌گیرد.

Subject/Name: _____ **Date:** ____/____/____

Company: _____ **Department:** _____ **Scorer:** _____

اپر اتوری دستگاہ قدیمی



برهه ارزایی و وضعیت بدنی کارکنان به روش REBA

برگه زیر را گام به گام تکمیل کرده و یک کپی از آنرا برای مراجعه بعدی در پرونده پرسنلی کارمند نگهدارید.

A **پوشش**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

B **مساعد**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	1	1	12	12	12	12	12	12	12	12

1 **گام برداشتن**

1. **گام برداشتن** (Step 1): **2** **گام برداشتن** (Step 2): **3** **گام برداشتن** (Step 3): **4** **گام برداشتن** (Step 4): **5** **گام برداشتن** (Step 5): **6** **گام برداشتن** (Step 6): **7** **گام برداشتن** (Step 7): **8** **گام برداشتن** (Step 8): **9** **گام برداشتن** (Step 9): **10** **گام برداشتن** (Step 10): **11** **گام برداشتن** (Step 11): **12** **گام برداشتن** (Step 12): **13** **گام برداشتن** (Step 13): **14** **گام برداشتن** (Step 14): **15** **گام برداشتن** (Step 15): **16** **گام برداشتن** (Step 16): **17** **گام برداشتن** (Step 17): **18** **گام برداشتن** (Step 18): **19** **گام برداشتن** (Step 19): **20** **گام برداشتن** (Step 20): **21** **گام برداشتن** (Step 21): **22** **گام برداشتن** (Step 22): **23** **گام برداشتن** (Step 23): **24** **گام برداشتن** (Step 24): **25** **گام برداشتن** (Step 25): **26** **گام برداشتن** (Step 26): **27** **گام برداشتن** (Step 27): **28** **گام برداشتن** (Step 28): **29** **گام برداشتن** (Step 29): **30** **گام برداشتن** (Step 30): **31** **گام برداشتن** (Step 31): **32** **گام برداشتن** (Step 32): **33** **گام برداشتن** (Step 33): **34** **گام برداشتن** (Step 34): **35** **گام برداشتن** (Step 35): **36** **گام برداشتن** (Step 36): **37** **گام برداشتن** (Step 37): **38** **گام برداشتن** (Step 38):

System Usability Scale

ردیف	سوالات	کاملاً مخالفم	مخالفم	میانه	موافقم	کاملاً موافقم
۱	من فکر میکنم که دوست دارم به طور مکرر با این دستگاه کار کنم.				✓	
۲	من دستگاه را غیر ضروری و پیچیده حس میکنم.	✓				
۳	فکر میکردم استفاده از این دستگاه آسان است.		✓			
۴	فکر میکنم برای استفاده از این دستگاه به کمک یک فرد فنی نیاز دارم.				✓	
۵	من متوجه شدم که عملکردهای مختلف در این دستگاه به خوبی یکپارچه شده اند.				✓	
۶	من فکر میکردم ناآشناگی بیش از حد در این سیستم وجود دارد.	✓				
۷	من تصور میکنم که بیشتر همکارانم کار با این سیستم را خیلی سریع یاد میگیرند.				✓	
۸	به نظر من کار با این دستگاه بسیار دشوار است.			✓		
۹	من حین کار با دستگاه احساس راحتی میکنم و به آن اعتماد دارم.				✓	
۱۰	قبل از این که بتوانم با این سیستم کار کنم، باید چیزهای زیادی یاد بگیرم	✓				

سن ۲۰ ساله وزن ۶۰ کد ۱۶۸ دستگاه جدید

تست SUS دستگاه قدیم

$$Y = 1 + 5 + 1 + 3 + 5 = 15 \quad Y = \text{مجموع سوالات زوج} - ۲۵ \quad SUS = (X + Y) \cdot 2/5$$

$$X = 4 + 2 + 3 + 4 + 4 + 4 = 18 \quad X = \text{مجموع سوالات فرد} - ۵ \quad \mathbf{57/5}$$

System Usability Scale

ردیف	سوالات	کاملاً مختلف	مختلف	میان	موافقم	کاملاً موافقم
1	من فکر می کنم که دوست دارم به طور مکرر با این دستگاه کار کنم.				☒	
2	من دستگاه را غیر ضروری و پیچیده حس میکنم.	☒				
3	فکر می کردم استفاده از این دستگاه آسان است.				☒	
4	فکر می کنم برای استفاده از این دستگاه به کمک یک فرد فنی نیاز دارم.		☒			
5	من متوجه شدم که عملکردهای مختلف در این دستگاه به خوبی یکپارچه شده اند.	☒				
6	من فکر می کردم تا هماهنگی بیش از حد در این سیستم وجود دارد.	☒				
7	من تصور می کنم که بیشتر همکارانم کار با این سیستم را خیلی سریع یاد می گیرند.				☒	
8	به نظر من کار با این دستگاه بسیار دشوار است.		☒			
9	من حین کار با دستگاه احساس راحتی میکنم و به آن اعتماد دارم.		☒			☒
10	قبل از اینکه بتوانم با این سیستم کار کنم، باید چیزهای زیادی یاد بگیرم.		☒			

ایرادر دستگاه سب جدید ۲۷ ساله وزن ۷۰
مت ۱۷۵ سب ۶ سال

$$Y = 1 + 4 + 1 + 2 + 2 = 10 \quad Y = 25 \quad \text{مجموع سوالات زوج} \quad SUS = (X + Y) \cdot 2/5$$

$$X = 5 + 5 + 4 + 4 + 4 = 22 \quad X = 5 \quad \text{مجموع سوالات فرد} \quad 80$$

تست SUS دستگاه جدید

سیستم اتومات	سیستم قدیمی	سوالات SUS
۵۵٪	۴۵٪	(۱) من فکر می کنم که می خواهم به طور مکرر از این سیستم استفاده کنم
۱۰٪	۹۰٪	(۲) من دستگاه را غیر ضروری حس میکنم.
۷۵٪	۲۵٪	(۳) فکر می کنم استفاده از سیستم آسان است.
۷۵٪	۱۵٪	(۴) فکر می کنم برای استفاده از این سیستم به حمایت یک فرد فنی نیاز دارم
۹۰٪	۱۰٪	(۵) من متوجه شدم که عملکردهای مختلف در این سیستم به خوبی یکپارچه شده اند.
۰٪	۱۰٪	(۶) من فکر می کردم ناهماهنگی بیش از حد در این سیستم وجود دارد.
۲۰٪	۷۰٪	(۷) من تصور می کنم که بیشتر مردم استفاده از این سیستم را خیلی سریع یاد می گیرند.
♦	♦	(۸) استفاده از این سیستم را بسیار دشوار می پندارم.
۸۵٪	۱۵٪	(۹) من به استفاده از سیستم بسیار مطمئن هستم.
۸۰٪	۲۰٪	(۱۰) قبل از اینکه بتوانم با این سیستم کار کنم، باید چیزهای زیادی یاد بگیرم.

پرسشنامه کاربردپذیری SUS با مقیاس درصدپذیری

نتایج و بحث

برایان و همکارانش در کشور آمریکا در سال ۲۰۲۲ با توجه به مطالعه ای که روی ۶۳ مقاله در رابطه با بررسی راه اندازی کسب و کارهای کوچک با تجهیزات اتوماسیون تولیدی که از طریق برنامه کمک هزینه مداخلات ایمنی / بهداشتی به دست آمد را انجام دادند؛ دامنه بررسی شامل فناوری‌های تجهیزات طبقه‌بندی شده به عنوان ۱۷ عدد روبات صنعتی، ۲۹ عدد ماشین CNC و ۱۷ عدد سیستم‌های اتوماسیون قابل برنامه‌ریزی بود. در این مطالعه در سیستم برش سنگ CNC توسط روبات‌های صنعتی تأثیرات بر بهره‌وری، و پذیرش مداخلات توسط کارکنان، کاهش زیاد عوامل خطر، هزینه کمتر به ازای هر کارمند آسیب دیده و افزایش بهره‌وری گزارش شد و همچنین کاهش کمی در عوامل خطر MSD را در این صنایع تولیدی متنوع گزارش کردند این بررسی نشان داد که اتوماسیون پیشرفته (قابل برنامه‌ریزی)، از جمله ربات‌های صنعتی، در کاهش عوامل خطر مرتبط با بیماری‌های اسکلتی عضلانی محل کار، و بهبود بهره‌وری در فرآیندها نقش بسزایی داشته است (۱۱).

مطالعه دیگری که توسط ویکتوریا بنک و همکارش در انگلستان در سال ۲۰۱۶ با "عنوان راننده را تحت کنترل داشته باش در اتوماسیون خودروهای آینده" صورت گرفت در این تحقیق با نصب یک برنامه هوشمند تحت عنوان اتخاذ اتوماسیون مبتنی بر راننده در خودروها اعمال گردید بر اساس پروتکل‌های راننده و مشاهدات رفتاری راننده نرم افزار هوشمند تهیه و در خودرو بکار گرفته شد راننده اغلب در نقش نظارت غیرفعال باقی می ماند تا زمانی که مجبور شود کنترل را از وسیله نقلیه پس بگیرد. هدف این تحقیق آزمایش ایده اتوماسیون مبتنی بر راننده است که در آن اتوماسیون پشتیبانی تصمیم گیری را ارائه می دهد که می تواند از طرف راننده پذیرفته یا نادیده گرفته شود. علیرغم اینکه راننده کنترل سیستم‌های خودکار را با توانمند ساختن آن‌ها برای پذیرش یا نادیده گرفتن پیشنهادات رفتاری (مثلاً سبقت گرفتن) تحت کنترل درآورد، همچنان مشکلاتی در ارتباط با افزایش حجم کار و کاهش اعتماد راننده وجود داشت. تحقیقات آینده باید رویکردهای مختلف طراحی

را مقایسه کنند. علاوه بر این، هنوز نگرانی هایی وجود دارد که پس از عدم رانندگی طولانی مدت توسط راننده وحساسیت زدایی راننده ممکن است منجر به عدم مشارکت در کار شود. راننده واقعاً با این ظرفیت توجه افزایش یافته چه خواهد کرد، به نظر منطقی می رسد که پیشنهاد شود رانندگان ممکن است تمایل بیشتری به انجام کارهای ثانویه داشته باشند و اگر این اتفاق بیفتد، کنترل دستی در رویدادهای پیش بینی نشده و غیرمنتظره دشوار خواهد بود. افزایش حجم کار و استرس و همچنین ایجاد شگفتی یا مبهوت شدن در پیشامدهای ناگهانی باعث می شود پاسخ راننده در زمان خطرات غیرمنتظره حین رانندگی ۰.۵ ثانیه در مقایسه با رانندگی دستی افزایش یابد همچنین بار شناختی، کاهش مسئولیت و هزینه انتقال کنترل خودکار و دستی اینها مسائلی هستند که ممکن است با آشنایی بیشتر رانندگان با نحوه عملکرد سیستم رایج شوند و حوزه های مهم در تحقیقات آینده به شمار آیند. اما هنوز نقش راننده تا بحال شناخته یا درست طراحی نشده است (۱۲). در این مطالعه هم بطور ۵۰ درصدی ادعا دارد در سیستم هایی که انسان بایستی به لحاظ تصمیم گیری تفکر مستمر و کنترلگر مورد استفاده قرار گیرد از آنجاییکه انسان موجود پیچیده ای است و ساختار مغزی متفاوت باعث می شود نسبت به هر موضوعی واکنشهای متفاوت غیر منتظره و پیش بینی نشده ای داشته باشد که در سیستمهای پیچیده بایستی بطور اخص مورد توجه و تمرکز قرار گیرد. ویژگیهای مربوط به کاربرپذیری دستگاهها شامل جنبه های فیزیکی طراحی شامل راحتی و قابلیت یادگیری و ایمنی و کاهش خطا با استفاده از مقیاس SUS مورد سنجش قرار گرفت. علاوه براین قضاوت در رابطه با کاربرپذیری دستگاههای سنگ تمام اتومات با توجه به معیارهای جسمانی چون پیشگیری از اختلالات اسکلتی عضلانی توسط پرسشنامه خوداظهاری نوردیک و ارزیابی پوسچر به روش REBA انجام پذیرفت. این بررسی نشان داد که اتوماسیون پیشرفته (قابل برنامه ریزی)، از جمله ربات های صنعتی، در کاهش عوامل خطر مرتبط با بیماریهای اسکلتی عضلانی محل کار، و بهبود بهره وری در فرآیند ها نقش بسزایی داشته است؛ لیکن افزایش بار شناختی در سیستمهای اتومات بیشتر و افزایش مسئولیت اپراتور و خارج از کنترل مستمر بودن دستگاه و انقطاع پیوستگی در کنترل یک سیستم اتومکانیزه بار کار ذهنی را افزایش می دهد؛ همانگونه که از نتایج پرسشنامه SUS مشخص گردید المانهای کاربرپذیری از منظر کارگران از جمله اینکه اثربخشی سیستمهای

اتومات در کارخانجات سنگ نسبت به سیستم سنتی قدیم بالاتر است چون کارگر راحتی بیشتری حین کار احساس می کند همچنین رضایتمندی بیشتری را در بر می گیرد به لحاظ اینکه ایجاد فرسودگی شغلی و جسمانی پایینتری نسبت به نوع قدیم آن دارد بطور اخص کارگران در معرض عوامل شیمیایی بسیار کمتری قرار می گیرند چون با یک سیستم بسته و دارای حفاظ متحرک سروکار دارند همچنین در معرض پرتاب قطعات شکسته سنگ و مخلوط آب و پودر سنگ قرار نمی گیرند بطور مثال ممکن است قطعه سنگ شکسته با سرعت ۸ الی ۱۰ متر بر ثانیه به فرد اصابت کرده و آسیب وارد کند و به تبع حوادث کمتری در مقایسه با نوع دستگاههای قدیمی ایجاد می کند آنهم در موارد خاص بطور مثال اگر دستگاه در حال تعمیر باشد و عدم هماهنگی بین فرد فنی کار و کارگری که پشت دستگاه ایستاده باشد و یا گزارش تعمیر داده شده باشد و فرد نا آگاه دستگاه را روشن کند منجر به آسیب له شدگی کارگر و مرگ وی شود لیکن در نوع قدیمی آسیبها بصورت تکراری و به دفعات ولی احتمال بیشتر با شدت جراحت کمتری رخ می دهد. دستگاه قدیمی دارای حفاظ نمی باشد و در همه حال خطر پرتاب قطعات وجود دارد همچنین در نوع قدیم وضعیت پوسچر نامطلوب است به همراه وارد شدن نیروی محرکه خارجی به فرد بویژه حین وظیفه اپراتوری و لی همانطور که در دستگاه جدید اشاره شد بدلیل بسته بودن سیستم کارگر به هیچ عنوان در معرض آلودگی قرار نمی گیرد. در وظیفه تعویض هدها در سیستم جدید در مقایسه با سیستم قدیمی سبکتر هستند و تعداد دفعات تعویض هدها کاهش می یابد چون در سیستم قدیمی هر تخته سنگی که ساییده میشود ۱۰ الی ۱۲ بار هدها باید تعویض گردد چون یک مدل هدها در هر سری روی دستگاه نصب است به دفعات تعویض بالا می رود ولی در مدل جدید هدها از سمباده زبر به نرم به ترتیب است و دفعات تعویض کم میگردد و چون همزمان ۵ تخته سنگ را سمباده می زند و طول دستگاه ۱۰ متر است از ورود تا خروج تعداد هدها بیشتر است برای همین تعداد تعیض کمتر. در مدل قدیمی هر ۱۰ دقیقه هدها تعویض می شوند و جزو پروسه کاری محسوب می شود ولی در دستگاه قدیمی موردی محسوب می شود از دیگر مسائل کاربردپذیری دستگاه جدید گستردگی در تعداد کنترلها و وظایفی است که به عهده کارگر گذارده می شود یعنی کارگر بطور همزمان ۳ دستگاه را تحت کنترل و پایش دارد. و در اینجا بایستی ذهن فعالتری داشته باشد و چون ابتکار و نوآوری خاصی ندارد و روند دوره

ای را بایستی تکرار کند برایش روتین می شود و سختی برایش پیدا نمی کند و چون یک مجموعه ای از کار را بدستش می دهند بخودی خود حس تسلط و کنترلی که دارد اغنای روحی می شود و به گفته خودشان این سیستم به لحاظ روانی انگیزه های بیشتری در آنها ایجاد می کند تا کار با دستگاههای قدیمی که خودشان همراه دستگاه فعالیت می نمودند و حس خوبی نداشتند و حس میکردند از آنها بیگاری کشیده می شود همچنین در مدل سنتی قدیم بدلیل فرسودگی جسمانی کمردردهای گاه و بی گاه و خیس شدگی مداوم و فشار جسمانی بالا از رضایتمندی کمتری را حس می کردند و به نظر آنها دستگاههای اتومات اثر بخش تر هستند دستگاه قدیمی علاوه بر آسیبهای آنی و حاد مثل پرتاب قطعه و برخورد با فرد آسیبهای مزمنی همچون واریس پا بدلیل ایستادن های طولانی و جابجاییهای کوتاه و مختصر همراه فشار به ستون فقرات و دست و پا ایجاد نموده آسیبهای مفصلی روماتیسم مفصلی بر اثر خیس شدگی های مداوم دارد لیکن آسیبهای دستگاه جدید موردی و نادر بوده و جزو ماهیت سیستم نمی باشد آنها ناشی از خطای انسانی است. نه جزو سیستم. همچنین خطر ایمنی و جانی دیگر که از سیستم قدیمی نشات می گیرد تعویض سنگهاست که اگر لوازم حفاظت فردی مناسب باشد و یا دو کارگری که سنگ را حمل میکنند خطر سقوط سنگ و برخورد با آنها یا حداقل یکی از آنها پیش می آید همچنین اگر سنگی حین سمباده زنی مشکل بوجود آید ممکن است ترک بردارد و حین جابجایی بشکند و آسیب برساند. یعنی در دستگاههای قدیمی هم احتمال خطر بالاست هم شدت آن. با توجه به اینکه یکی از اصول کاربرد پذیری اطمینان بخش بودن سیستم است مطابق پرسشنامه بیش از ۷۰ درصد اپراتورها به عملکرد سیستم یکپارچه اتومات اطمینان کامل دارند ؛ از دیگر المانهای کاربرد پذیری دستگاه اتومات عدم دستکاری بدون آگاهی و دانش فنی سیستم است چرا که بدلیل اختیار اجازه کارگر در تعمیرات سیستمهای قدیمی منجر به آسیب سیستم و حتی خود فرد می شود چرا که هرچقدر که فرد خود را مجرب بداند باز هم ممکن است دانشش ناکافی باشد و ابه خود و سیستم با یک عمل اشتباه آسیب جدی وارد کند لیکن در سیستمهای جدید در صورت نیاز فقط تکنسین مربوطه حق دستکاری دستگاه را دارد و این خود بار روانی و استرس ذهنی کارگر را کاهش می دهد و کارفرما هم از او انتظاری ندارد. فکر می کنم برای استفاده از این سیستم به حمایت یک فرد فنی نیاز دارم از دیگر نظرانی که کارگران درمورد

دستگاه قدیمی دارند غیر ضروری بودن آن است لیکن از دیدگاه کارفرما که بحث هزینه ها مهم است و مدنظر قرار میدهد با توجه به افزایش تقاضا و وجود بازار خوب بطورکل از دستگاههای مدرن اتومات استفاده می شود و دستگاههای قدیم به جهت انجام کارهای موردی و سفارشی که تولید آن به لحاظ اقتصادی برای کارفرما توسط دستگاههای جدید مقرون به صرفه نمیباشد و پر هزینه می باشد مورد استفاده واقع می شود. در مطالعات بعدی میتوان از استانداردهای دو سویه برای تست کاربردپذیری تجهیزات و سیستمهای طراحی شده در صنایع استفاده نمود تا هم به لحاظ هزینه های مستقیم و غیر مستقیم اقتصادی از دیدگاه کارفرما و هم بهداشت، راحتی و ایمنی کارگران مدنظر و مورد بررسی قرار گیرد؛ در واقع در راستای اهداف ارگونومی بتوان قدمی برداشت تا هم مطالبات کارگر به لحاظ سلامتی و ایمنی تامین شود و هم تمنیات کارفرماها با توجه به معیارهای استاندارد برآورده شود.

منابع

- Oztemel E, Gursev S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2020;31(1):127-82.
۲. Zanzi L, Hojat A, Ranjbar H, Karimi-Nasab S, Azadi A, Arosio D. GPR measurements to detect major discontinuities at Cheshmeh-Shiridoosh limestone quarry, Iran. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. 2019;78(2):743-52.
۳. Petrie H, Bevan N. The evaluation of accessibility, usability, and user experience. *The universal access handbook*. 2009;1:1-16.
۴. March A. Usability: The new dimension of product design. *Harvard Business Review*. 1994;72(5):144-9.
۵. Jordan PW. *An introduction to usability*: CRC Press; 2020.
۶. Jokela TM. Assessment of user-centred design processes as a basis for improvement action: An experimental study in industrial settings. 2003.
۷. Kim YM, Rhiu I, Yun MH. A systematic review of a virtual reality system from the perspective of user experience. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2020;36(10):893-910.
۸. Helander M. *A guide to human factors and ergonomics*: CRC press; 2005.
۹. علي ع, سيدابوالفضل ذ. مقايسه کاربردپذيري گوشي هاي لمسي و دكمه اي در کاربران سالمند.

.١٠ Bitkina OV, Kim HK, Park J. Usability and user experience of medical devices: An overview of the current state, analysis methodologies, and future challenges. International Journal of Industrial Ergonomics. 2020;76:102932.

.١١ Lowe BD, Hayden M, Albers J, Naber S. Case studies of robots and automation as health/safety interventions in small manufacturing enterprises. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries. 2022;33(1):69-103.

.١٢ Banks VA, Stanton NA. Keep the driver in control: Automating automobiles of the future. Applied ergonomics. 2016;53:389-95.

