

یک مطالعه کاربری تعامل افراد مبتلا به اختلال لرزش با صفحات لمسی

شادی آرازخانی

دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین ایران.
پست الکترونیکی: shadiarazkhani@gmail.com

شکوه کرمانشاهانی*

دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین ایران.
پست الکترونیکی: kermanshahani@eng.ikiu.ac.ir

حمیدرضا حمیدی

دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین ایران.
پست الکترونیکی: hamidreza.hamidi@eng.ikiu.ac.ir

چکیده

دیگر است. لذا این پژوهش با تمرکز بر آنها انجام شده است. از حرکتهای تک لمسی، دو نمونه انتخاب و ارزیابی کردیم. آزمایش‌ها روی تعداد برابری از کاربران بدون لرزش دست (گروه معیار) و کاربران دارای لرزش دست (گروه هدف)، تکرار شده است. در عملیاتی که لازم است انگشت دست جابه‌جا شود (مثل حرکت کشیدن انگشت)، مدت زمان انجام حرکت و خطای حرکت در گروه هدف به‌صورت معناداری بیشتر از گروه معیار است. در همین حال اندازه صفحه لمسی و جهت حرکت انگشت دست، تاثیر معناداری در کارایی عملیات ندارد. در عملیاتی که بدون جابه‌جایی انگشت دست انجام می‌شود (مثل انتخاب کردن با فشار دادن انگشت) تفاوت معناداری در کارایی عملیات بین گروه هدف و گروه معیار مشاهده نشده است. کلید واژه‌ها: تعامل انسان و کامپیوتر، واسط کاربر، صفحات لمسی، حرکات لمسی، مطالعه کاربری.

امروزه صفحات لمسی به عنوان یک ابزار تعاملی، به دلیل کاربرد در گوشی‌های هوشمند، استفاده همگانی دارند. با این همه هنوز گروه‌های متعددی از جامعه ممکن است در کار کردن با آنها مشکلات جدی داشته باشند. افراد مبتلا به لرزش از این جمله‌اند. تا کنون بیش از ۲۰ نوع لرزش شناخته شده است که تفاوت‌هایی با هم دارند. همچنین شدت لرزش در افراد مختلف متفاوت است. پژوهش‌هایی جهت بررسی مشکلات افراد مبتلا به لرزش دست در استفاده از صفحه‌نمایش‌های لمسی انجام شده است. با این حال با توجه به تاثیر حرکات دست در استفاده از این ابزارها، هنوز چگونگی انجام بسیاری از حرکات لمسی توسط کاربران مبتلا به لرزش نیاز به مشاهده و بررسی بیشتر و ارائه راهکارهای موثرتر دارد. لرزش در میان سالمندان شایع‌تر از گروه‌های سنی

۱. مقدمه

ویژگی‌ها و قابلیت‌های خاص صفحات لمسی، نحوه تعامل کاربران با سامانه‌ها را تغییر داده است. صفحات لمسی کاربران را قادر می‌سازند تا به‌طور مستقیم با دستگاه ارتباط برقرار کنند و رفتار و احساس طبیعی در تعامل با آن داشته باشند. استفاده از انگشت به‌جای سایر دستگاه‌های اشاره‌گر مانند موش میزان آزادی عمل کاربر را بالا می‌برد و رضایتمندی بالاتری دارد [۱۷، ۱۲].

صفحات لمسی مانند هر فناوری دیگر دارای مزایا و چالش‌هایی هستند. از مزایای آن می‌توان به افزایش سرعت اجرای دستورالعمل‌ها، استفاده آسان و زمان یادگیری پایین اشاره کرد [۱۲]. با توجه به رشد چشمگیر استفاده از صفحات لمسی، دسترسی‌پذیری این فناوری برای کاربران با توانایی‌های مختلف امری ضروری است و باید مورد بررسی قرار گیرد [۳]. قابلیت استفاده پایین واسط‌های کاربری برای گروه‌های خاص مانند سالمندان، نابینایان و افراد مبتلا به لرزش از چالش‌های این فناوری هستند [۱۰]. با توجه به این که اغلب نرم‌افزارهای صفحات لمسی برای افراد بدون لرزش و بدون مشکل حرکتی طراحی می‌شوند، افرادی که با لرزش مواجه هستند در تعامل با صفحه‌نمایش لمسی دچار مشکل می‌شوند [۹]. ثبت هرگونه تماس توسط صفحات لمسی و پاسخ به ورودی‌های ناخواسته باعث می‌شود کاربرانی که دچار لرزش دست هستند، ناخواسته یک عمل را چندین بار انجام دهند یا ورودی تکراری و لمس ناخواسته داشته باشند [۱۶].

لرزش در اندام فوقانی بر روی دقت ورودی تأثیر می‌گذارد. نوسان موازی دست (محور x و y) ممکن است باعث انحراف نقطه تماس از موقعیت در نظر گرفته شود و نتیجه‌اش از دست دادن هدف است و نوسان متعامد (محور z) بر روی صفحه‌نمایش ممکن است باعث پرش و خاموش شدن پی‌درپی صفحه‌نمایش شود و ضربه‌ای را به اشتباه وارد کند [۱۶]. با وجود این مشکلات و ناکافی بودن امکانات کمکی سیستم‌های عامل، صفحات نمایش

لمسی هنوز برای این گروه از کاربران جذاب هستند [۱۰]. لرزش عضلانی توانایی کاربران در استفاده از صفحات لمسی را کاهش می‌دهد و باعث سرخوردگی و فاصله‌گیری آن‌ها از این فناوری می‌شود. با توجه به استفاده گسترده کاربران با توانایی‌های مختلف از صفحات لمسی، فهم عوامل انسانی که بر روی عملکرد افراد در استفاده از صفحات لمسی تأثیر می‌گذارند ضروری است [۱۰]. تکان دادن ریتمیک دست‌ها، بازوها، سر و پاها، صدای ضعیف، مشکل نوشتن یا نقاشی کردن و مشکلات نگهداری و کنترل وسایل می‌توانند از علائم لرزش باشند [۱۵].

انسان در تعامل با محیط اطراف اطلاعات را از طریق حواس (بینایی، شنوایی، لامسه، چشایی، بویایی) دریافت می‌کند، اطلاعات از طریق فرآیندهای شناختی در مغز پردازش می‌شوند و سپس در حافظه (حافظه حسی، حافظه کوتاه‌مدت، حافظه بلندمدت) ذخیره می‌گردند و پس از آن از طریق رفتارهای حرکتی نسبت به محیط اطراف واکنش نشان داده می‌شود [۱]. بیماران مبتلا به لرزش در هر یک از این مراحل اختلالاتی را تجربه می‌کنند و بر اساس این علائم و نشانه‌ها فعالیت روزانه این بیماران از جمله تعامل با صفحات لمسی دچار مشکل می‌شود.

اگرچه مردم در تمام سنین می‌توانند تحت تأثیر لرزش قرار گیرند، اما با نگاهی به جدول ۱ درمی‌یابیم که لرزش در افراد سالمند شایع‌تر است. سالمندی با انواع تغییرات و اختلالات در ادراک، توانایی‌شناختی و توانایی حرکتی همراه است [۱]. از این‌رو طراحان واسط کاربری باید علاوه بر اختلالات بیماری لرزش تغییرات وابسته به سن را نیز برای بهبود تعامل کاربران مبتلا به لرزش با صفحات لمسی در نظر بگیرند. در بخش بعدی به بیان و بررسی چالش‌های سالمندان در استفاده از صفحات لمسی می‌پردازیم.

۲. مشکلات سالمندان در استفاده از صفحات لمسی

عوامل متعددی در به کارگیری ابزارهای با صفحات

که کاربران از طریق رابط بصری با صفحات لمسی در تعامل هستند، توجه به تغییرات بینایی در طراحی واسط کاربری برای سالمندان بسیار مهم است. توانایی‌های بینایی که با افزایش سن کاهش پیدا می‌کنند عبارتند از [۴، ۹، ۱۳، ۱۸]:

۱. تیزی دید^۲ (توانایی تشخیص جزئیات ریز)
 ۲. تطابق چشم^۳ (توانایی تمرکز بر اشیاء نزدیک)
 ۳. تشخیص تضادها
 ۴. دید رنگی (حساسیت کمتر نسبت به تضاد رنگها به‌ویژه محدوده آبی-سبز)
 ۵. جستجوی بصری (تمرکز بر یک شی خاص)
 ۶. سازگاری با تاریکی (توانایی تطبیق سریع با شرایط تیره‌تر و تاریک‌تر)
- شنوایی نیز از جمله توانایی‌هایی است که با افزایش سن دچار تغییر می‌شود. طبق مطالعات انجام شده افت شنوایی از ۴۰ سالگی آغاز می‌شود و پس از ۵۵ سالگی سرعت می‌گیرد. تقریباً نیمی از مردان و ۳۰ درصد از زنان بالای ۶۵ سال از مشکلات شنوایی رنج می‌برند [۷، ۱۸]. توانایی‌های شنیداری که با افزایش سن کاهش پیدا می‌کنند عبارتند از [۴]:
۱. تیزی شنوایی^۴ (توانایی تشخیص صدا)
 ۲. محلی‌سازی شنوایی^۵ (توانایی تعیین محل صدا)
 ۳. شنوایی در سروصدا^۶ (توانایی درک گفتار و صداهای پیچیده در سروصدا)
- کاهش شناخت از مهمترین موانع استفاده از فناوری در میان کاربران سالمند است [۹]. شناخت به هوش سیال^۷ و هوش متبلور^۸ تقسیم می‌شود [۱۸]. هوش سیال توانایی استدلال و حل مسائل جدید مستقل از آن چه تاکنون

جدول ۱: درصد شیوع و سن ابتلا در انواع لرزش [۱۴]

نوع لرزش	درصد شیوع
پارکینسونی	۰/۳ درصد در همه سنین ۱ درصد از افراد با سن ۶۰ یا بیشتر
اساسی	۰/۹ درصد در همه سنین ۴/۶ درصد از افراد بالای ۶۵ سال ۲۱/۷ درصد از افراد در سنین ۹۵ سال و بالاتر

لمسی توسط سالمندان موثر است که در ادامه مرور می‌کنیم.

۱-۲. مسائل انگیزشی سالمندان^۱

باورها، نگرش‌ها، اضطراب، ترس و سواد رایانه‌ای در حوزه مسائل انگیزشی قرار می‌گیرند و بعنوان مانع برای سالمندان در یادگیری فناوری عمل می‌کنند [۲، ۴]. کاربران برای استفاده از فناوری نیاز به انگیزه دارند و انگیزه برای یادگیری ضروری است [۴]. از آنجایی که ممکن است سالمندان از مزایای فناوری به‌خوبی مطلع نباشند انگیزه‌ای برای استفاده از فناوری ندارند و برخلاف جوانان، کمتر به آن جذب می‌شوند با این حال نسبت به صفحات لمسی نگرش مثبت دارند [۱۸]. اگر چه عدم اعتماد نسبت به مهارت‌های شخصی باعث کناره‌گیری افراد سالمند از این فناوری می‌شود ولی این مشکل زمانی بدتر می‌شود که بازخورد یا نتایج برنامه، قابل‌درک برای کاربر سالمند نباشد یا با پیغام خطا روبه‌رو شود. وظایف و دستورالعمل‌های پیچیده نیز سالمندان را مضطرب می‌کند [۹]. سالمندان به زمان زیادی برای جبران شکست نیاز دارند از این‌رو طراحی ساده برنامه‌ها می‌تواند به خطای کمتر و در نتیجه جذب بیشتر کاربر سالمند کمک کند.

۲-۲. مشکلات احساس و ادراک سالمندان

تغییرات بینایی و شنوایی از بارزترین مشکلاتی هستند که سالمندان در معرض آن‌ها قرار می‌گیرند [۴]. اختلال بینایی معمولاً در سالمندان دیده می‌شود [۱۸]. از آنجایی

2-Visual acuity

3-Visual accommodation

4-Auditory acuity

5-Auditory localization

6-Audition in noise Hearing abilities that decrease with age include Hearing acuity (ability to recognize sound)

Hearing localization (the ability to determine the location of sound)

Hearing in noise (the ability to understand speech and complex sounds in noise)

7-Fluid intelligence

8-Crystallized intelligence

1-Motivational Issues

و فشار طولانی^(۱۱) در میان کاربران مبتلا به لرزش مورد آزمایش قرار گرفتند.

پژوهش حاضر روی ۱۲ نفر از افراد، شامل ۶ نفر بدون لرزش و ۶ نفر دارای لرزش دست انجام شده است. لازم به ذکر است که این تعداد شرکت‌کننده در مطالعات کاربری حوزه تعامل انسان و کامپیوتر قابل استناد است [۸، ۵]. متوسط سن شرکت‌کنندگان ۶۱/۶ سال بوده است. در این کار به دلیل محدودیت در نمونه‌های در دسترس، تعداد زن‌ها و مردها متناظر نیستند و بررسی داده بر اساس جنسیت در نظر گرفته نشده است و می‌تواند از جمله کارهای آتی باشد که در ادامه این پژوهش انجام شود. به منظور آزمایش حرکات از تلفن همراه با صفحه‌نمایش ۵/۲ اینچ استفاده شده است. همچنین از تبلت با صفحه‌نمایش ۸ اینچ برای مقایسه نتایج در اندازه‌های مختلف صفحه‌نمایش استفاده کرده‌ایم. به این ترتیب هر ۱۲ شرکت‌کننده در دو وسیله موبایل و تبلت برای حرکات لمسی نمونه، مورد آزمایش قرار گرفتند.

۳-۱. متغیرهای مستقل و وابسته

هدف از این آزمایش بررسی مقایسه‌ای زمان انجام کار و نرخ خطای دو دسته کاربران (بدون لرزش و دارای لرزش دست) برای انجام حرکات لمسی در موبایل و تبلت است. بر این اساس نوع سخت‌افزار (شامل موبایل و تبلت) و گروه کاربران (شامل دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش) به عنوان متغیرهای مستقل^{۱۲} و زمان انجام کار و نرخ خطا به عنوان متغیرهای وابسته^{۱۳} در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر آن همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است برای هر حرکت لمسی به صورت مجزا متغیر مستقل در نظر گرفته شده است که در تجزیه و تحلیل اثر آن بر زمان انجام کار و نرخ خطا مورد بررسی قرار گرفتند:

● زمان انجام کار: مدت زمانی که شرکت‌کننده در هر

فراگرفته شده است و هوش متبلور به دانشی اشاره دارد که توسط آموزش و تجربه در طول دوره زندگی به دست آمده است [۱۸].

افزایش سن، کاهش هوش سیال و افزایش هوش متبلور را در پی دارد [۹]. از آنجایی که هوش سیال مرتبط با فعالیت یادگیری است و توانایی‌هایی نظیر حافظه، توجه و پردازش اطلاعات را مدیریت می‌کند نقش مهمی در استفاده از فناوری دارد و ضروری است در طراحی واسط کاربری صفحات لمسی در نظر گرفته شود [۱۸].

۴-۲. مشکلات حرکتی سالمندان

یکی از عوامل مهم در تعامل با فناوری توانایی‌های حرکتی است که با افزایش سن تغییر می‌کند و کاهش قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری و چابکی را به همراه دارد [۱، ۲، ۴]. افراد سالمند نسبت به کاربران جوان به زمان بیشتری برای انجام یک کار نیاز دارند [۹، ۱۳، ۱۸]. زمان بیشتر برای پاسخ، به علت تغییرات شناختی و زمان لازم برای فکر کردن است و زمان انجام کار تفاوت زیادی با افراد جوان ندارد [۱۳]. برنامه‌ها باید به گونه‌ای توسعه یابند که دستورالعمل‌ها به سرعت بالا و زمان پاسخگویی کم حساس نباشند [۲]. سالمندان در انتخاب اهداف کوچک دقت کمتری در حرکات‌های خود دارند، در صورتی که اندازه اهداف و فضا مناسب باشد، کاربران سالمند می‌توانند با دقت هدف را لمس کنند [۹، ۱۶].

۳. سنجش عملکرد کاربران مبتلا به لرزش

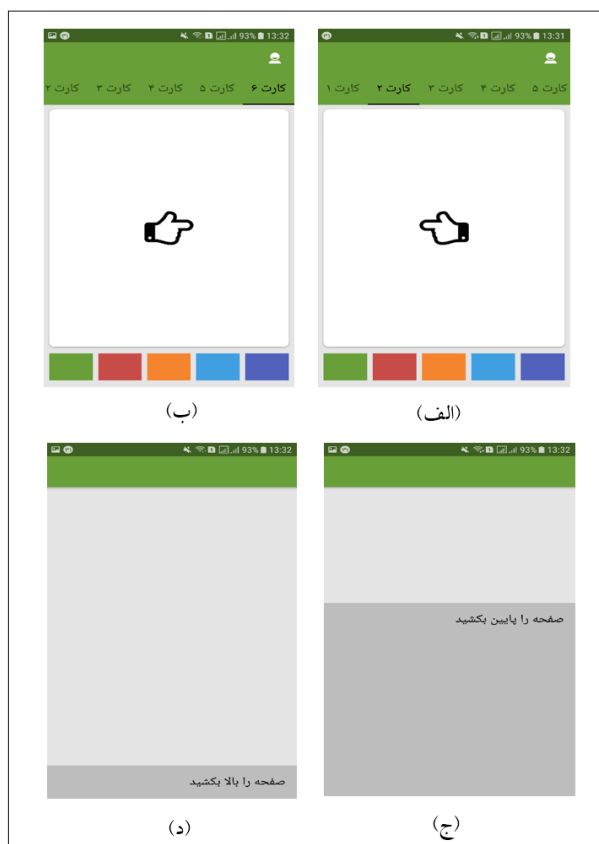
از آنجایی که تعامل با صفحات لمسی از طریق انگشت و با استفاده از حرکات دست انجام می‌شود، سنجش نحوه عملکرد کاربران در اجرای این حرکات می‌تواند به بهبود تعامل با صفحات لمسی کمک کند. در این پژوهش برنامه‌ای برای صفحات لمسی توسعه داده شد و حرکات لمسی پیاده‌سازی شده (حرکات تک‌لمسی^{۱۴} شامل کشیدن^{۱۵}

11-Long Press

۱۲-متغیر مستقل: متغیری است که به گونه‌ای مثبت یا منفی بر متغیر وابسته تأثیر می‌گذارد. این متغیر به وسیله پژوهشگر دستکاری می‌شود تا تأثیر تغییرات آن بر متغیر وابسته مشاهده و اندازه گیری شود.

۱۳-متغیر وابسته: متغیری است که تغییرات آن تحت تأثیر متغیر مستقل قرار می‌گیرد. این متغیر، مشاهده یا اندازه گیری می‌شود تا تأثیر متغیر مستقل بر آن معلوم و مشخص شود.

9-One-touch gesture
10-Swipe



شکل ۱: حرکت کشیدن: (الف) از راست به چپ (ب) از چپ به راست (ج) از بالا به پایین (د) از پایین به بالا.

نگه دارد. این آزمایش در ۳ مرحله با زمان مورد نیاز ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی ثانیه برای نگه داشتن انگشت تا تغییر رنگ دکمه، انجام شده است.

۳-۳. تجزیه و تحلیل نتایج

از میان روش‌های موجود برای تحلیل داده خام جمع‌آوری شده، ما در این پژوهش از تحلیل آماری با استفاده از طرح اندازه‌های تکراری^{۱۴} در نرم افزار اس.پی. اس. اس^{۱۵} استفاده کردیم. در این بخش نتایج تحلیل هر یک از حرکات لمسی را ارائه می‌دهیم.

نتایج آزمون حرکت کشیدن

در این آزمایش متغیر مستقل گروه کاربران (بدون لرزش و دارای لرزش) به عنوان متغیر بین‌گروهی و دو

جدول ۲: متغیرهای مستقل و وابسته برای حرکات لمسی.

حرکت لمسی	متغیر مستقل	متغیر وابسته
کشیدن	جهت کشیدن انگشت	زمان انجام کار نرخ خطا
فشار طولانی	مدت زمان نگه داشتن انگشت	نرخ خطا

مرحله از آزمایش برای تکمیل کار صرف می‌کند.

● نرخ خطا: در هر مرحله از آزمایش تعداد دفعاتی که کاربر برای تکمیل کار تلاش می‌کند و نمی‌تواند آن را به‌طور صحیح به پایان برساند، محاسبه و به عنوان خطا در نظر گرفته شده است.

۲-۳. حرکات لمسی انتخاب شده برای آزمایش

از مجموعه حرکات تک لمسی، دو حرکت کشیدن و فشار طولانی که در پژوهش‌های مشابه کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، در نظر گرفته‌ایم. در ادامه به شرح جزئیات آزمایش‌ها می‌پردازیم.

حرکت کشیدن

حرکت کشیدن عبارت است از قرار دادن انگشت روی صفحه و حرکت دادن آن از یک سو به سوی دیگر. همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، در این آزمایش از کاربر خواسته شد به منظور جابه‌جایی صفحات، انگشت خود را به چپ، راست، بالا و پایین بکشد. از آنجایی که طول مسیر کشیدن انگشت می‌تواند در نتیجه تأثیرگذار باشد این حرکت در دو صفحه نمایش با اندازه‌های مختلف (موبایل و تبلت) مورد آزمایش قرار گرفت.

حرکت فشار طولانی

فشار طولانی عبارت است از لمس طولانی مدت یک نقطه از صفحه (در حدود چند صد میلی ثانیه) تا واکنش متناسب با آن از سوی واسط کاربری مشاهده شود. همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است، در این آزمایش از کاربر خواسته شد انگشت خود را تا تغییر رنگ دکمه بر روی آن

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته در گروه‌های مورد آزمایش در حرکت کشیدن

متغیر وابسته	کاربران	سخت‌افزار	راست به چپ		چپ به راست		بالا به پایین		پایین به بالا	
			میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
زمان انجام کار	بدون لرزش	موبایل	۲۹۹/۱۷	۱۱۶/۶۶	۲۷۲/۱۷	۱۲۰/۲۴	۵۶۰/۰۰	۳۱۵/۵۶	۶۸۴/۸۳	۴۵۹/۹۹
		تبلت	۳۷۷/۸۳	۲۳۲/۵۴	۴۴۳/۵۰	۴۴۰/۳۴	۵۶۸/۵۰	۴۰۲/۸۵	۷۵۲/۵۰	۳۶۰/۱۲
	دارای لرزش	موبایل	۶۰۹/۰۰	۳۶۱/۶۷	۹۲۱/۳۳	۱۳۸۹/۵۱	۱۰۲۳/۵۰	۹۸۹/۳۰	۹۵۹/۳۳	۵۸۰/۵۰
		تبلت	۱۲۵۸/۳۳	۵۳۹/۰۷	۸۸۲/۰۰	۶۷۶/۸۵	۱۱۶۳/۶۷	۵۶۲/۹۷	۱۰۹۲/۱۷	۳۵۲/۶۳
نرخ خطا	بدون لرزش	موبایل	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۴۱	۰/۱۷	۰/۴۱	۰/۰۰	۰/۰۰
		تبلت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
	دارای لرزش	موبایل	۰/۵۰	۰/۸۴	۰/۳۳	۰/۸۲	۰/۵۰	۰/۸۴	۰/۳۳	۰/۵۲
		تبلت	۱/۰۰	۰/۶۳	۰/۵۰	۰/۸۴	۰/۳۳	۰/۵۲	۰/۰۰	۰/۰۰

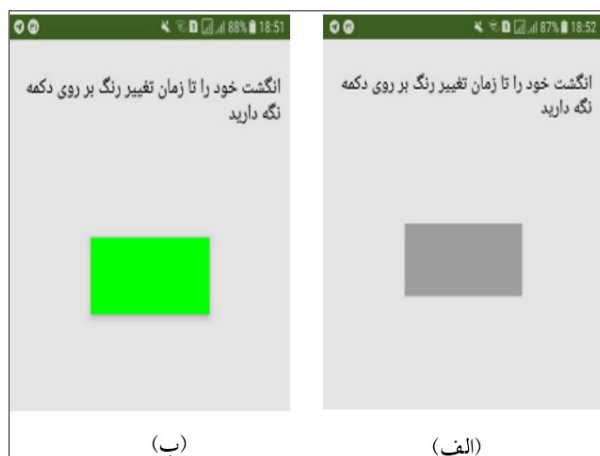
جدول ۴: مقایسه میانگین زمان حرکت کشیدن بین دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش

گروه کاربران	خطای استاندارد $\pm$ میانگین ^۰
بدون لرزش	$۱۴۴/۸۹۱ \pm ۴۹۴/۸۱۳^b$
دارای لرزش	$۱۴۴/۸۹۱ \pm ۹۸۸/۶۶۷^a$

متغیر سخت‌افزار (موبایل و تبلت) و همچنین جهت کشیدن انگشت («راست به چپ»، «چپ به راست»، «بالا به پایین» و «پایین به بالا») به صورت درون‌گروهی در نظر گرفته شدند و طرح اندازه‌های تکراری با یک متغیر بین‌گروهی و دو متغیر درون‌گروهی انجام شد.

جدول ۳ میانگین و انحراف معیار پارامترهای زمان انجام کار و نرخ خطا را در حرکت کشیدن به تفکیک گروه‌های مختلف پژوهش نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، زمان انجام کار در گروه دارای لرزش به‌طور کلی بالاتر از گروه بدون لرزش بود. همچنین نرخ خطا نیز در گروه دارای لرزش بیشتر از گروه بدون لرزش بود.

معنادار نبودن اثر (گروه کاربران $\times$ سخت‌افزار) نشان می‌دهد که اختلاف زمان انجام کار بین دو وسیله موبایل و تبلت در هر دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش مشابه است ($P > 0/05$). معنادار نبودن اثر جهت کشیدن انگشت نشان می‌دهد که زمان انجام کار بین چهار حالت مختلف جهت کشیدن انگشت اختلاف معنادار ندارد ($P > 0/05$).



شکل ۲: حرکت فشار طولانی: (الف) قبل از شروع حرکت (ب) پس از انجام حرکت.

معنادار نبودن اثر (گروه کاربران $\times$ جهت کشیدن انگشت) نشان می‌دهد که در هر دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش تفاوت زمان انجام کار بین حالات مختلف کشیدن مشابه است ($P > 0/05$). معنادار نبودن اثر (سخت‌افزار $\times$ جهت کشیدن انگشت) نشان می‌دهد که اختلاف زمان انجام کار بین حالات مختلف جهت کشیدن انگشت در هر دو وسیله موبایل و تبلت مشابه است ($P > 0/05$).

در جدول ۴ و شکل ۳، مقایسه میانگین زمان حرکت کشیدن بین دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش نیز نشان می‌دهد که در گروه دارای لرزش به‌طور متوسط $۴۹۳/۸۵$ میلی‌ثانیه بیشتر از گروه بدون لرزش است که این اختلاف

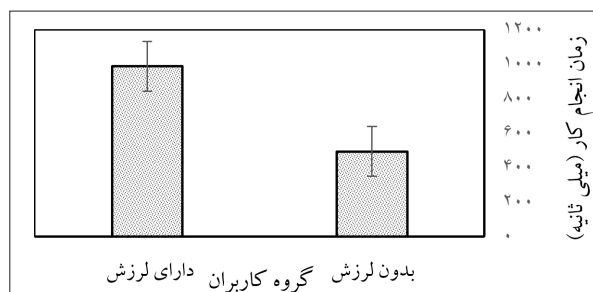
جدول ۶: میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته در گروه‌های مورد آزمایش در حرکت فشار طولانی

متغیر وابسته	نوع حرکت	تجهیز	۵۰۰ میلی ثانیه		۱۰۰۰ میلی ثانیه		۱۵۰۰ میلی ثانیه	
			میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
زمان انجام کار (میلی ثانیه)	بدون لرزش	موبایل	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۲۱
		تبلت	۰/۰۵	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۱۹
	دارای لرزش	موبایل	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۲۱
		تبلت	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۱۹

طولانی بر روی نرخ خطا را نتیجه گرفت. این نتیجه نشان می‌دهد که لرزش دست تأثیر معناداری بر عملیاتی که بدون جابه‌جایی انگشت دست انجام می‌شود، ندارد. اندازه صفحه‌نمایش به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در نتایج در نظر گرفته شد و اثر آن بر روی نرخ خطا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد اثر اندازه صفحه‌نمایش (نوع سخت‌افزار) بر نرخ خطا بین کاربران بدون لرزش و دارای لرزش در هر یک از حرکات لمسی، معنی‌دار نیست ($P > 0/05$). و بدان معنی است که اندازه صفحه‌نمایش بی‌تأثیر بر نرخ خطا در هر دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش است.

۴. جمع‌بندی

از آنجایی که تعامل با صفحات لمسی از طریق حرکات دست انجام می‌شود، در این پژوهش برای بررسی چگونگی عملکرد کاربران مبتلا به لرزش در تعامل با صفحات لمسی، نحوه انجام تعدادی از حرکات لمسی را توسط کاربران بدون لرزش و دارای لرزش دست مورد آزمایش و بررسی قرار دادیم. در ادبیات پژوهش منابعی که کار آماری روی آن‌ها انجام شده باشد بسیار اندک هستند و اکثر پژوهش‌ها به ارائه‌ی تحلیل‌های توصیفی بسنده کرده‌اند. مقایسه میانگین زمان انجام کار و نرخ خطا بین دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش نیز نشان می‌دهد که سختی انجام حرکات لمسی (کشیدن) در گروه دارای لرزش بیش‌تر از گروه بدون لرزش است. همچنین در بعضی از موارد متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده



شکل ۳: مقایسه میانگین زمان حرکت کشیدن بین افراد بدون لرزش و دارای لرزش.

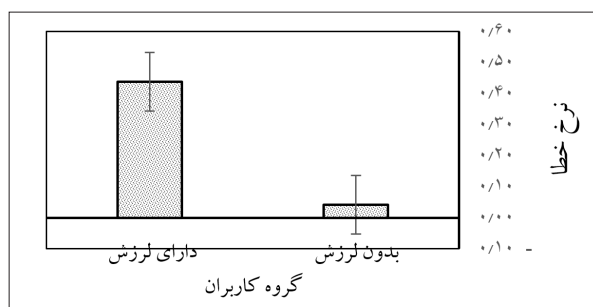
از نظر آماری معنادار است. همچنین در جدول ۵ و شکل ۴، مقایسه میانگین نرخ خطای حرکت کشیدن بین دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش نیز نشان می‌دهد که در گروه دارای لرزش بسیار بیش‌تر از گروه بدون لرزش است که این اختلاف از نظر آماری معنادار است.

نتایج آزمون حرکت فشار طولانی

در این آزمایش نرخ خطای کاربران در زمان‌های در نظر گرفته شده برای حرکت فشار طولانی در هر دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش و در هر دو وسیله گوشی همراه و تبلت، معنی‌دار نیست ($P > 0/05$). (جدول ۶). از این‌رو می‌توان بی‌تأثیری مدت‌زمان حرکت فشار

جدول ۵: مقایسه میانگین نرخ خطا بین دو گروه بدون لرزش و دارای لرزش در حرکت کشیدن.

گروه کاربران	خطای استاندارد $\pm$ میانگین [*]
بدون لرزش	$0/042^b \pm 0/095$
دارای لرزش	$0/438^a \pm 0/095$



شکل ۴: مقایسه میانگین نرخ خطا بین افراد بدون لرزش و دارای لرزش در حرکت کشیدن

for elderly users?: Towards user interface guidelines for elderly users. Ph.D. thesis, Mälardalen University, Sweden.

[10] Popa, A. (2012). Tracking hand tremor on touchscreen. Ph.D. Thesis, Computer Science Department, RWTH Aachen University.

[11] Polona Vilar. (2010). Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (5th edition). J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol. 61, 5 (May 2010), 1073–1074.

[12] Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2016). Strategies for Effective Human-Computer Interaction / 5th Edition (5th ed.).

[13] Slavíček, T. (2014). Touch screen mobile user interface for seniors. Retrieved from <https://medium.com/@tomasslavicek/designing-a-mobile-interface-for-older-people-1c9b70fd645c>

[14] Thenganatt, M. A., & Jankovic, J. (2016). The relationship between essential tremor and Parkinson's disease. Parkinsonism and Related Disorders, 22, S162–S165. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.09.032>

[15] Tremor Fact Sheet, National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2017). Retrieved January 26, 2018, from <https://www.ninds.nih.gov/Disorders/Patient-Caregiver-Education/Fact-Sheets/Tremor-Fact-Sheet>

[16] Wacharamanotham, C. (2016). Drifts, slips, and misses: input accuracy for touch surfaces. Ph.D. Thesis, Faculty of Mathematics, Computer Science and Natural Sciences, RWTH Aachen University. <https://doi.org/ht018890270>

[17] Wacharamanotham, C., Jan Hurtmanns, Alexander Mertens, Martin Kronenbuerger, Christopher Schlick, & Jan Borchers. (2011). Evaluating swabbing: a touchscreen input method for elderly users with tremor. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '11). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 623–626. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979031>

[18] Wang, P. (2014). Is a multi-touch gesture interface based on a tablet better than a smart phone for elderly users?, M.Sc. Thesis, School of Computer and Mathematical Sciences, Auckland University of Technology. 128. Retrieved from <http://aut.researchgateway.ac.nz/handle/10292/7655>

در آزمایش، اثر معناداری بر سختی انجام حرکات لمسی توسط کاربران مبتلا به لرزش دست ندارند.

همچنین در ادامه آزمایش انجام شده در این پژوهش می‌توان به‌منظور افزایش دقت نتایج به دست آمده، جامعه آماری بزرگتری را مورد آزمایش قرار داد و اطلاعات را براساس سایر مشخصات کاربران از جمله نوع لرزش تحلیل کرد. علاوه بر این استفاده از اطلاعات جانبی جمع‌آوری شده مانند جنسیت و تحصیلات می‌تواند راه را برای تحلیل کیفی یا همان چرایی مشکلات افراد و به‌ویژه اقبال یا عدم اقبال نسبت به نرم‌افزارهای طراحی شده و تاثیر این پارامترها باز کند.

مراجع

- [1] Al-Showarah, Suleyman (2015). Effects of age on smart-phone and tablet usability, based on eye-movement tracking and touch-gesture interactions. Ph.D. thesis, School of Computing, University of Buckingham. 1–186.
- [2] Caprani, N., O'Connor, N., & Gurrin, C. (2012). Touch screens for the older user. Assistive Technologies, (1), 95/118. <https://doi.org/10.5772/1089>
- [3] Chen, K. B., Savage, A. B., Chourasia, A. O., Wiegmann, D. A., & Sesto, M. E. (2013). Touch screen performance by individuals with and without motor control disabilities. Applied Ergonomics, 44(2), 297–302. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.08.004>
- [4] Holzinger, A., Searle, G., & Nischelwitzer, A. (2007). On Some Aspects of Improving Mobile Applications for the Elderly. In: Stephanidis, C. (eds) Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity. UAHCI 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4554. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73279-2_103
- [5] Hwang, W. & Salvendy, G. Number of people required for usability evaluation: The 10±2 rule. Commun. ACM 53, 5 (May 2010), 130-133.
- [6] Kapczyński, A., & Lawnik, M. (2020). Initial survey on interaction of elderly people with smartphones. Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska, 149, 303–313.
- [7] Kause, M. (2013). I just wanted a beautiful phone: Checklist-based evaluation of smartphones usability for the elderly users. M.Sc. Thesis, School of Information Sciences and Interactive Technology, University of Tampere. 1-47.
- [8] Nielsen, J. Why You Only Need to Test with 5 Users. Jakob Nielsen's Alertbox (Mar. 19, 2000); <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>
- [9] Phiriypokanon, T. (2011). Is a big button interface enough