**ناوک: تجربه نقاشی با چشم با استفاده از رهگیری حرکات چشم**

**حامده نیازمند، حنانه نیازمند، شقایق دلداده، نسیم رازی، یونس سخاوت\***

1. **حنانه نیازمند، دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شبیه‌ساز هوشمند**

Email: [ha.niazmand@tabriziau.ac.ir](mailto:ha.niazmand@tabriziau.ac.ir)

1. **شقایق دلداده، دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شبیه‌ساز هوشمند**

Email: [sh.deldade@gmail.com](mailto:sh.deldade@gmail.com)

1. **نسیم رازی، دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شبیه‌ساز هوشمند**

Email: nasim.razimh@gmail.com

1. **حامده نیازمند، کارشناس ارشد هوش مصنوعی**

Email: [Hamedeh.nyazmand@gmail.com](mailto:Hamedeh.nyazmand@gmail.com)

1. **یونس سخاوت\*، استادیار دانشگاه هنر اسلامی تبریز**

Email: [sekhavat@tabriziau.ac.ir](mailto:sekhavat@tabriziau.ac.ir)

چکیده

چشم‌ها منبع غنی برای گردآوری اطلاعات در زندگی روزمره ما هستند. استفاده از چشم، به عنوان شکلی از ورودی می‌تواند یک سیستم رایانه‌ای را قادر سازد که اطلاعات بیشتری کسب کند. با افزایش دقت و کاهش هزینه‌های سیستم‌های ردیابی چشم، به زودی این فناوری برای افراد در زمینه هنر عملی خواهد بود. کاربران می‌توانند علاوه بر صفحه‌کلید و ماوس، از نگاه به عنوان شکلی از ورودی استفاده کنند. خیره شدن از دیرباز موضوعی در تاریخ هنر بوده است که با استفاده از فناوری ردیابی چشم، چند نمونه از رفتار چشم داوطلبان در تعامل با چند نقاشی اندازه‌گیری شده است. خوانش اثر از طریق یک مسیر بصری به منظور آزمایش توانایی هنرمند انجام می‌گیرد. به لطف آخرین تحولات فناوری، محققان دریافته‌اند که ردیابی چشم به طور قابل توجهی در ادراک نقاشی نقش دارد. تکنیک نشانگر مبتنی بر نگاه به طور سنتی روی کاربران معلول متمرکز شده است اما می‌تواند به اندازه‌ی کافی مؤثر و ساده باشد تا حتی کاربرانی که دچار معلولیت هم نیستند نیز بتوانند برای کارهای محاسباتی روزمره خود از آن استفاده کنند. در این مطالعه سعی شده است تا تجربه نقاشی با چشم از طریق رهگیری چشم مورد بررسی قرار گیرد. سیستم ارائه شده برای این منظور یک نرم‌افزار نقاشی دیجیتال است که از طریق دستگاه ردیاب چشم داده‌ها را دریافت و یک خروجی گرافیکی ارائه می‌دهد. برای ارزیابی این تجربه از افرادی که سابقه طراحی به شیوه معمول داشتند دعوت به همکاری شد و از آن‌ها خواسته شد کیفیت تجربه خود را شرح دهند. از نتایج این پژوهش این بود که با وجود سختی کنترل چشم و عدم تسلط کافی برای ترسیم با این شیوه این تجربه را خوشایند و لذت‌بخش توصیف کردند و تمایل خود را برای کار در این محیط ابراز کردند.

**کلمات کليدي: هنر دیجیتال، ردیاب چشم Tobii، نقاشی، تجربه کاربری.**

**1-مقدمه**

در سال‌های اخیر هنر تعاملی و به خصوص هنر دیجیتال توانسته است جایگاه به سزایی را در هنرهای جدید به خود اختصاص دهد. توسعه سیستم‌های رایانه‌ای، موبایل و تبلت و در دسترس بودن تکنولوژی، این زمینه آفرینش هنری را در اختیار همگان قرار داده است. این همه، زمینه‌ای را فراهم کرده است که هنر نقاشی دیجیتالی به عنوان شکل جدیدی از هنرهای تجسمی، به یکی از جریان‌های هنر فعلی نقاشی تبدیل شده است و می‌تواند در زمینه‌های مختلف مورد استفاده گسترده قرار گیرد. در عین حال ، اشکال مختلف هنر نقاشی دیجیتال به عنوان یک پدیده فرهنگی جدید در سال‌های اخیر، نه تنها ویژگی‌های منحصر به فرد هنر دیجیتال را نشان می‌دهد که مهمتر از آن، دوره جدیدی در خلاقیت و نوآوری‌های هنری و فرهنگ اجتماعی است [1].

در حال حاضر، شیوه‌های انسان‌محور زیادی برای طراحی تعاملی وجود دارد. از جمله می‌توان به شناخت ناخودآگاه، آگاهی از محتوا بر پایه فعالیت وبازخورد و آموزش عادات اشاره کرد [2]. این شیوه‌ها منجر به تعریف ابزارهای مختلفی برای تعامل شده است و هر روز در حال توسعه و گسترش است.

در زمینه خلق نقاشی دیجیتال تاکنون ابزارهای گوناگونی برای تعامل طراحی و استفاده شده است که می‌توان به ماوس، انواع قلم‌های نوری، تبلت‌های طراحی و در سال‌های اخیر شیوه‌های طراحی در محیط‌های واقعیت مجازی سه‌بعدی اشاره کرد.

چشم‌ها منبع غنی از اطلاعات در طول زندگی هستند که ما با نگاه کردن به آن‌ها می‌توانیم مشخص کنیم چه کسی یا چه چیزی در کجای زندگی ما نقش دارد [3]. با توجه به اهمیت این منبع غنی اطلاعات در پژوهش پیش رو به معرفی تکنیکی برای به نمایش گذاشتن توانایی چشم پرداخته شده است تا تجربه‌ای جدید از هنر نقاشی مبتنی بر نگاه امکان‌پذیر شود. در این پروژه با استفاده از فناوری ردیابی چشم و توانایی‌هایی مانند خیره شدن و حرکت نگاه سعی شده است تجربه‌ای جدید از نقاشی از طریق یک مسیر بصری بررسی شود. در واقع ردیابی چشم به عنوان شکلی از ورودی، در درجه اول برای کاربرانی توسعه داده شده است که قادر به استفاده عادی از صفحه کلید و دستگاه اشاره‌گر نیستند اما با این حال، به زودی با افزایش دقت و کاهش هزینه می‌توان از سیستم‌های ردیابی چشم برای افراد توانا نیز به عنوان ورودی علاوه بر صفحه‌کلید و موس استفاده کرد [4].

**۲-پیشینه**

طبق مطالعات صورت‌گرفته در کارهای مشابه سه نمونه‌ از این تجربه که پیش از این پژوهش در سال‌های گذشته صورت گرفته بود به دست آمد که بعضی با هدف خلق اثر هنری به شیوه نو و برخی دیگر برای توانبخشی معلولین حرکتی و فراهم آوردن امکان ترسیم و نقاشی برای آن‌ها صورت پذیرفته است.

با این حال نتیجه پژوهش علمی از این تجربیات در قالب مقاله، رساله، کتاب و سایر فرمت‌های انتشار نتایج علمی یافت نشد. در ادامه به مرور تجربیات بدست آمده در زمینه هنر دیجیتال و همچنین بکارگیری تکنولوژی رهگیری چشم در سایر زمینه‌ها پرداخته می‌شود.

مانو کومار و دیگران(۲۰۰۷) در تحقیق خود «خیرگی، طراحی رابط کاربری پیشرفته» با استفاده از اطلاعات چشمی به عنوان شکلی از ورودی توانسته یک سیستم رایانه‌ای را برای به دست آوردن اطلاعات متنی بیشتر در مورد کار کاربر ایجاد کند که به نوبه خود می‌تواند برای طراحی رابط‌هایی که بصری‌تر و هوشمندانه‌تر هستند، به کار گرفته شود. تحقیقات آن‌ها بررسی کرده است که چگونه می‌توان علاوه بر دستگاه‌های ورودی سنتی، از اطلاعات خیرگی به عنوان یک ورودی افزودنی استفاده کرد[4].

باربارا بالبی(۲۰۱۶) در پژوهش خود «مطالعه ردیابی چشم توسط نقاشی‌های کاراواجو» با استفاده از فناوری ردیابی چشم، رفتار چشم دو نمونه از داوطلبان در تعامل با دو نقاشی کاراواجو در زمینه‌های مختلف استفاده را مشاهده و مورد سنجش قرار داده تا بتواند توانایی هنرمند را در هدایت خواننده از طریق یک مسیر بصری آزمایش کند[۵].

پیتر کورکوران (۲۰۱۲) در مقاله خود با عنوان «ردیابی چشم در زمان واقعی برای طراحی بازی و سیستم‌های الکترونیکی مصرفی» به تشخیص چهره در زمان واقعی همراه با ردیابی چشم‌ها پرداخته است به طوری که این قابلیت می‌تواند وسیله‌ای برای ورود کاربر به محیط بازی باشد. طراحان سیستم بازی می‌توانند از اطلاعات مربوط به چهره و چشمان خود به روش‌های مختلفی برای بهبود طراحی رابط کاربری استفاده کنند و حالت‌های هوشمندانه تداخل گیم پلی و روش‌های رابط کاربری را ارائه دهند که نسبت به رفتارها و خلق و خوی کاربران حساس است[3].

پرتوان کریستنسون(۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان «پتانسیل تایپ کردن توسط چشم بدون خواب در ارتباطات سریع روزانه» به یک روش تایپ کردن سریع توسط چشم پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که تایپ کردن بدون چشم دوزی امکان پذیر است زیرا می‌توانیم از افزونگی زیاد زبان‌های طبیعی سوءاستفاده کنیم تا به کاربران اجازه دهیم که به سادگی نامه‌های دلخواه خود را نگاه کنند و روی هر حرف متوقف نشوند[۶].

جوزف هوستون و دیگران (۲۰۱۵) در پژوهش خود با نام «چشم در حال مشاهده: مشاهده چشم و درک نقاشی ها» به لطف آخرین تحولات فناوری ، دریافته‌اند که ردیابی چشم به طور قابل توجهی در ادراک نقاشی نقش دارد. آن‌ها در بخش اول به تجزیه و تحلیل حرکات چشم به عنوان یک روش روانشناختی، از جمله مرور اجمالی فیزیولوژیکی و عصبی فیکسات و ساکادها در رابطه با توجه بصری و حرکات خیره کننده پرداخته‌اند و در ادامه به طور خلاصه مطالعات ردیابی چشم را در مورد ادراک نقاشی‌هایی که از دهه 1930 به پایان رسیده‌اند ، در مورد تغییرات حرکات خیره کننده در هنگام مشاهده ، و نشان دادن چگونگی تغییر آنها بسته به نقاشی ، به بینندگان ارائه می‌دهد[۷].

مانو کومار (۲۰۰۷) در مقاله خود با نام «نشانگرچشم: اشاره و انتخاب عملی با استفاده از صفحه‌کلید و خیره شدن» به یک تکنیک عملی برای نشان دادن و انتخاب با استفاده از ترکیبی از محرک‌های چشم و صفحه کلید ارائه می‌دهد. تکنیک نشانگر مبتنی بر نگاه به طور سنتی روی کاربران معلول متمرکز شده است اما می‌تواند به اندازه‌ی کافی مؤثر و ساده باشد تا حتی کاربرانی که دچار معلولیت هم نیستند نیز بتوانند برای کارهای محاسباتی روزمره خود از آن استفاده کنند[۸].

ویلیام والنتیر (2004) در تحقیق خود به رویکرد جدیدی مبتنی بر فیزیک در حوزه نقاشی دیجیتال اشاره کرده است که در آن نقاشان دیجیتالی می‌توانند با تکنیک‌های شبیه سازی تعاملی قلم‌های دیجیتالی و رنگ هایی که رفتار آنها شبیه به نمونه‌های واقعی است، کار کنند. با استفاده از این رویکرد مبتنی بر فیزیک، یک سیستم نقاشی دیجیتال می‌تواند ابزار خلاق بیانگر، در عین حال با سبک طبیعی تر و همه کاره و متنوع را در اختیار هنرمندان قرار دهد. تعامل با شبیه سازی لوازم جانبی در دنیای واقعی امکان پذیر است. چندین روش مدل سازی خاص برای نقاشی دیجیتال معرفی شده است که همه این تکنیک‌ها می‌توانند برای نمایش نقاشی دیجیتال با یک سیستم نقاشی تعاملی و مجازی و با سبک کاری شبیه به نقاشی در دنیای واقعی، ترکیب شوند[۹].

وی لو و دیگران (۲۰۱۶) به منظور استفاده کامل از فناوری دیجیتال در مقاله «روش زیبایی‌شناسی نقاشی دیجیتال مبتنی بر فناوری دیجیتال» به بررسی ارزش زیبایی‌شناسی نقاشی دیجیتال و تفاوت‌های بین نقاشی دیجیتال و نقاشی سنتی پرداخته‌اند و نتایج این تحقیق نشان داده است که نقاشی دیجیتال را نمی توان به صورت جداگانه مورد تحقیق مطلوب قرار داد بلکه تحقیقات در راستای نقاشی دیجیتالی و سنتی باید توام باشد، این دو سبک باید از یکدیگر یاد بگیرند و به طور جمعی توسعه یابند[۱۰].

ونسا لانژ (2016) در تحقیق خود با عنوان « نقاشی و نورپردازی تعاملی در نقشه‌برداری چند پروژه ای پویا» معتقد است هنر دیجیتال و طراحی بخش عمده ای از فرهنگ ما است و در حال حاضر ما شاهد افزایش برنامه‌های مختلفی در این زمینه هستیم هدف از تلفیق شیوه کار سنتی و هنر دیجیتال مبتنی بر دنیای واقعی، ترکیبی از گردش کار یک هنرمند سنتی قلم مو با قدرت رسانه‌های دیجیتال است که با استفاده از این سیستم می‌توانیم به طور کامل انعکاس لابرتنی را تغییر و توسعه بخشید[۱۱].

**۳-روش تحقیق**

ایده اولیه این پژوهش بر اساس طراحی نرم‌افزاری شکل گرفت که بتواند کار طراحی را از طریق چشم انجام دهد. برای این منظور به یک دستگاه ردیاب چشم به عنوان واسطه سخت‌افزاری نیاز بود که بتواند به عنوان گیرنده داده‌های ورودی را دریافت و به نرم‌افزار برای پردازش منتقل کند. سیستم ارائه شده در این پژوهش ناوک نام گرفت که جزییات مراحل طراحی در ادامه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

**۳-۱-سناریوهای مختلف**

در مرحله ایده‌پردازی برای نرم‌افزار سناریو‌های گوناگونی مطرح شد که نهایتا سه سناریو به‌عنوان پایه اصلی کار انتخاب شد. الگوریتم‌های پیش‌بینی شده در سناریو‌ها به شرح زیر بود.

**۳-۱-۱- سناریوی شماره ۱، برگرفته از سبک کوبیسم و آبستره**

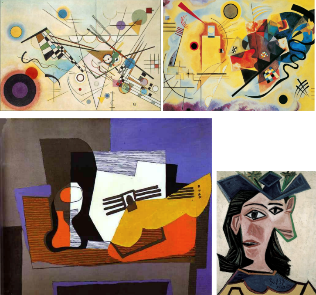
در این سناریو که از سبک کوبیسم و آبستره الهام گرفته شده است (شکل-۱)، فرضیه اصلی کار این بود که نرم‌افزار بتواند نقاط خیره شدن کاربر را تشخیص دهد و بر اساس انتخاب اولیه کاربر ترسیم خطوط و اشکال را انجام دهد. در این سناریو پیش‌بینی شده است که کاربر با خیره شدن به دو نقطه مجزا در صفحه نمایش، نقاط ابتدا و انتهای خط فرضی خود را مشخص کند و با اتصال این دو نقطه، خط در مکان و زاویه دلخواه ترسیم شود. ترسیم خطوط می‌تواند تا تشکیل یک شکل هندسی نامنظم بسته‌ ادامه یابد یا به صورت پاره‌خط‌هایی رها شود.

امکان بعدی پیش‌بینی شده در این سناریو، ترسیم اشکال هندسی اولیه (مربع، مستطیل، دایره، بیضی، مثلث) است. الگوریتم ترسیم این اشکال به این صورت فرض شده که کاربر با انتخاب شکل مورد نظر، مکان هدف برای ترسیم را بر روی صفحه کار با نگاه به آن نقطه انتخاب کند و براساس طول مدت خیره ‌شدن سایز شکل را به میزان مورد نظر خود بزرگ کند.

در همه حالت‌ها کاربر پیش از ترسیم، رنگ مورد نظر خود برای اشکال را انتخاب می‌کند و نهایتا شکل پس از ترسیم به رنگ انتخاب شده درمی‌آید.

شدت خطوط نیز پیش‌فرضی است که مبتنی بر سرعت حرکت چشم در نظر گرفته شده است به این صورت که هرچه سرعت بیشتر باشد، خطوط تیزتر و تاکید بر آن‌ها بیشتر باشد.

نقاشی حاصل از این سناریو می‌تواند در قالب نقاشی‌های انتزاعی و حاصل از ترکیب فرم‌ها و رنگ‌ها دسته‌بندی شود.



شکل- ۱- نمونه تصاویر الهام‌بخش سناریوی یک

**۳-۱-۲- سناریوی شماره ۲، برگرفته از سبک امپرسیونیسم**

در این سناریو با الهام از سبک امپرسیونیسم (شکل-۲)، فرضیه اصلی کار بر اساس همنشینی رنگ‌ها و شکل‌گیری اثر از طریق کنارهم قرارگرفتن اثر قلم‌های مختلف با رنگ‌های متفاوت بدست می‌آید. الگوریتم پیش‌بینی شده برای این سناریو به این صورت است که یک صفحه مدرج به صورت جدول در پس‌زمینه قرار بگیرد (مرئی یا نامرئی به انتخاب کاربر). مختصات نقاط دید از طریق دستگاه ردیاب چشم دریافت شود و در نرم‌افزار بر اساس رنگ و نوع اثر قلم انتخاب‌شده توسط کاربر نزدیک‌ترین خانه خالی به مختصات ثبت شده رنگ‌آمیزی شود. به این ترتیب با انتخاب رنگ‌‌ها و اثر قلم‌های مختلف خلق نقاشی کامل می‌شود.

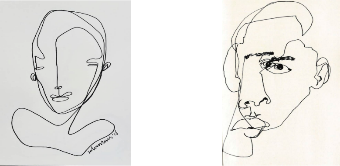
نقاشی حاصل از این سناریو می‌تواند نزدیک به آثار امپرسیونیستی تصور شود.



شکل-۲- نمونه تصاویر الهام‌بخش سناریوی دو

**۳-۱-۳- سناریوی شماره ۳، با شیوه خطوط پیوسته**

در سناریوی سوم هدف اصلی دنبال کردن مسیر دید و ترسیم خط در این مسیر است (شکل-۳)، به این صورت که کاربر با انتخاب رنگ قلم و نوع آن فقط با نگاه کردن به صفحه و تغییر مسیر دید به خلق اثر بپردازد. حاصل این سناریو نقاشی‌هایی با شیوه خطوط پیوسته است.



شکل۳- نمونه تصاویر الهام‌بخش سناریوی سه

**۳-۲- پیاده‌سازی و اجرای فنی**

پیاده‌سازی این نرم‌افزار در آزمایشگاه واقعیت افزوده شناختی دانشکده چندرسانه‌ای دانشگاه هنر اسلامی تبریز صورت گرفت. پیشبرد کار پیاده‌سازی نرم‌افزار، بر اساس سناریوهای اولیه کاملا به شکل تجربی و آزمون خطا پیش رفت چرا که کار کردن با سیستم ردیاب چشم برای پژوهشگران تجربه جدیدی بود. قابلیت‌های سخت‌افزار بارها مورد آزمون قرار گرفت تا ویژگی‌های سخت‌افزاری که بتواند مرتبط با ایده این پروژه به کار گرفته شود، بدست آید. این پروژه به مدت یک ماه به طول انجامید. شرح اجرای فنی کار در ادامه با جزییات ارائه می‌شود.

**۳-۲-۱- امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری به کاررفته در این پروژه**

در این طرح برای ردیابی چشم از دستگاه Tobii C4 متعلق به آزمایشگاه واقعیت افزوده شناختی استفاده شد. نرم‌افزار به کار رفته پیاده‌سازی، نرم‌افزار یونیتی نسخه ۲۰۱۸ است. زبان برنامه‌نویسی مورد استفاده C# می‌باشد.

**۳-۲-۲- پیاده‌سازی**

در مرحله پیاده‌سازی با توجه به شرایط و امکانات موجود و با توجه به تازه بودن این تجربه برای پژوهشگران از میان سناریوهای موجود برخی از ویژگی‌های پیش‌بینی شده حذف و خلاصه‌ای از طرح که بتواند به مرحله ارزیابی برسد بر اساس سناریوی سوم انتخاب شد.

این پروژه در فضای دو بعدی نرم‌افزار یونیتی پیاده‌سازی شد. در نسخه اولیه پنج قلم مختلف، یک پالت رنگ ۱۶ رنگی و ابزار پاک‌کن تعریف شده است. همچنین قابلیت تغییر سایز قلم در این برنامه وجود دارد. به علت محدودیت نصب دستگاه توبی بر روی سایر سیستم‌های عامل، این نرم‌افزار با هدف اجرا بر روی رایانه‌های شخصی دسکتاپ یا لپ‌تاپ که از سیستم‌عامل ویندوز ۱۰ استفاده می‌کند، طراحی شده است.

داده‌های مختصات نقاط دید از طریق ردیاب چشم توبی دریافت و به صورت زمان واقعی در برنامه پردازش می‌شود.

**۳-۲-۳- رابط کاربری**

در طراحی رابط کاربری سعی شده است تا رنگ‌ها به صورت خنثی انتخاب شوند تا آثار خلق شده تحت تاثیر محیط نرم‌افزار قرار نگیرد و به عنوان یک اثر مستقل از محیط قابل مشاهده باشد. جعبه ابزار و پالت رنگ در سمت چپ تصویر قرار گرفته و آیکون‌ها کاملا ساده و مینیمال طراحی‌شده‌اند (شکل۴). هدف از این نوع طراحی این بوده است که کاربر حین اینکه به تمام امکانات دسترسی و احاطه دارد بتواند تمرکزش را روی خلق اثر حفظ کند و محیط نرم‌افزار مانع ایجاد تمرکز نشود. محدود بودن فضای ابزارها و پالت‌ها به بخش کوچکی از محیط برنامه، بیشتر فضا را برای نقاشی در اختیار می‌گذارد.



شکل-۴- رابط کاربری

**۳-۲-۴- تعامل در محیط برنامه**

رابط‌های تعاملی کاربر در محیط برنامه از طریق ماوس، صفحه‌کلید و ردیاب چشم تعریف شده است. رسم تصاویر و ایجاد نقوش از طریق چشم به کمک دستگاه ردیاب چشم انجام می‌شود. این تنها عملیاتی است که از طریق ردیاب چشم تعریف شده است. زیرا سایر عملیات می‌توانست با خطای زیاد همراه باشد و تکرار چند باره برای رسیدن به هدف مطلوب تجربه ناخوشایندی در کاربر ایجاد کند. برای تجربه کاربری بهتر تمام انتخاب‌ها برای کاربر از طریق ماوس انجام می‌شود که شامل انتخاب نوع قلم، رنگ، و سایز قلم است. همچنین برای عمل پاک کردن با ابزار پاک‌کن نیز از عملکرد ماوس استفاده می‌شود. برای پاک کردن تصویر رسم شده پس از انتخاب آیکن پاک‌کن توسط ماوس با عبور نشانگر از روی تصاویر رسم‌شده عملیات پاک کردن انجام می‌شود. از صفحه‌کلید برای کنترل آغاز و توقف ترسیم استفاده می‌شود. با حرف s روی صفحه کلید ردیاب چشم شروع به کار می‌کند و ترسیم آغاز می‌شود. فشردن کلید فاصله عملیات ترسیم را متوقف می‌سازد و کاربر برای شروع مجدد باید از کلید s استفاده کند.

**۴-ارزیابی**

برای بررسی تجربه کاربری در این پژوهش از شیوه گروه تمرکز استفاده شد. برای انتخاب گروه نمونه، افرادی در نظر گرفته شدند که تجربه نقاشی و ترسیم با دست در سطوح نیمه‌حرفه‌ای و حرفه‌ای را داشته باشند. افراد از بین دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و اساتید گروه چندرسانه‌ای دانشگاه هنر اسلامی تبریز انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان در آزمون همگی تجربه نقاشی با دست را چه در محیط واقعی و چه طراحی در نرم‌افزارهای رایانه‌ای داشتند. تعداد شرکت کنندگان در آزمون چهار نفر بود که همگی زن بودند. سه نفر از آن‌ها به صورت نیمه‌حرفه‌ای تجربه نقاشی داشتند و یک نفر متخصص طراحی و نقاشی با گرایش شخصیت‌پردازی انیمیشن بود. هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان تا کنون تجربه نقاشی از طریق ردیاب چشم را نداشتند.

**۴-۱- روند آزمون**

هر یک از شرکت کنندگان به صورت انفرادی مورد آزمون قرار گرفتند (شکل-۵). پیش از کار با ناوک ابتدا مصاحبه‌ای با هر یک از شرکت‌کنندگان صورت گرفت و از تجربه قبلی آن‌ها در زمینه نقاشی سوالاتی پرسیده شد. سپس هر یک از افراد برای ثبت تجربه پشت دستگاه رایانه قرار گرفتند. قبل از هر چیز تنظیم چشم‌ها با دستگاه ردیاب چشم از طریق نرم‌افزار توبی صورت گرفت. سپس توضیحات لازم برای شرکت‌کننده در مورد نحوه عملکرد و محیط برنامه توسط پژوهشگران داده شد. پس از آن از شرکت‌کننده خواسته شد تا هر زمان که مایل است به تجربه در محیط نرم‌افزار بپردازد. این زمان به اختیار افراد بین ۵ تا ۲۰ دقیقه متغیر بود. پس از پایان تجربه شرکت‌کنندگان در مورد تجربه با ناوک مورد سوال قرار گرفتند و از آن‌ها خواسته شد تا تجربه خود را شرح دهند. نتایج مصاحبه‌های جمع‌آوری شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل-۵- روند تجربه محیط ناوک توسط شرکت‌کنندگان در آزمون

**۴-۲- یافته‌های پژوهش**

یافته‌های این پژوهش به شرح زیر ارائه می‌شود.

**۴-۲-۱- تجربه شرکت‌کنندگان در آزمون در مورد نقاشی یا طراحی، به روش‌های سنتی**

با توجه به نتایج به دست آمده از این مصاحبه‌ها، از نظر شرکت‌کنندگان نقاشی به روش دستی و با ابزار و رنگ‌های واقعی و بدون استفاده از نرم‌افزار بهترین گزینه برای خلق اثر می‌باشد. چرا که خلق یک اثر هنری با احساسات هنرمند رابطه مستقیمی دارد. در نقاشی دستی این احساسات بدون حضور یک وسیله ثالث و تنها با دست هنرمند به صفحه نمایش در آورده می‌شود. در بین کاربران سطح متوسط استفاده از ابزارهای روتین مانند مداد طراحی، آبرنگ، رنگ روغن محبوبیت زیادی دارند ولی برای کاربران حرفه ای، هر ابزار اثرگذاری، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به گسترش فناوری و سیر دنیا به سمت مدرنیته شدن، هنر هم از این قائده مستثنی نیست. به همین خاطر در سال‌های اخیر استفاده از نرم‌افزارهای طراحی و نقاشی هم خواهان زیادی پیدا کرده است. با توجه به نتایج بدست آمده، استفاده از قلم نوری و نرم‌افزارهای photoshop و illustrator در صدر پرکاربردترین نرم‌افزارها بوده است.

**۴-۲-۲- نتیجه ارزیابی**

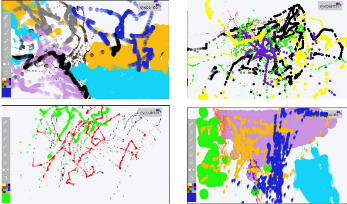
استفاده از حرکت چشم برای ترسیم و نقاشی برای کاربران، اولین تجربه بود. پس از پایان ارزیابی شرکت‌کنندگان مورد پرسش‌هایی قرار گرفتند که کیفیت تجربه در محیط نرم‌افزار را مد نظر داشت. تقریبا همه شرکت‌کنندگان اشاره کردند که برای آن‌ها تجربه خوبی بوده است. به علت تازگی از آن لذت برده‌اند و استفاده از چشم برای ترسیم را حس جالب و لذت‌بخشی عنوان کردند. و با توجه به این تجربه تازه، حس خوشایند و نو آورانه‌ای در کاربران ایجاد شده است.

با این حال شرکت‌کنندگان ایراداتی نیز به آن داشتند. سختی تمرکز در دید و کنترل ترسیم، چالش کنترل چشم در مسیر دلخواه، حس ناآشنا در تمرکز برای رسیدن به تصویر مطلوب و عدم انطباق خروجی نهایی با فرض ذهنی از ترسیم در این محیط، چالش‌هایی بود که شرکت‌کنندگان به آن اشاره کردند. اما در مجموع همگی اذعان داشتند با گذر زمان و تجربه بیشتر در این محیط تسلط بر چشم برایشان آسان‌تر شده است. قابل ذکر است که این عدم تسلط اولیه توسط یکی از شرکت‌کنندگان با اولین تجربه در نقاشی در گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها مقایسه شد که بهبود عملکرد در این ابزارها نیز به ممارست و تمرین نیازمند است.

سه تن از شرکت‌کنندگان در آزمون تمایل خود را برای تجربه دوباره در این محیط ابراز کردند و یکی از آنان بهبود و ارتقای محیط نرم‌آفزار و رفع ایرادات را شرط تجربه مجدد دانست در عین حال که خود تجربه ترسیم با چشم به تنهایی را لذت‌بخش عنوان کرد.

از شرکت‌کنندگان در آزمون خواسته شد تا مواردی را که می‌توان در نرم‌افزار قرار داد تا تجربه خوشایندتری برای آن‌ها حاصل شود، بیان کنند. حس واقعی‌تر رفتار رنگ‌ها، تنوع در قلم‌ها و شبیه‌سازی قوی‌تری از واقعیت در اثر قلم‌ها و ایجاد تسلط در دل نرم‌افزار به گونه‌ای که با کمترین دردسر کنترل بر خطوط ایجاد شود، ازجمله مواردی بود که شرکت‌کنندگان برای بهبود تجربه پیشنهاد دادند.

می‌توان نتیجه گرفت که ناوک به عنوان اولین تجربه در کاربران، حس خوشایندی خلق نموده است. نتایج حاصل نشان داده است که نوآوری در استفاده از این تکنولوژی برای نقاشی، با وجود کم‌و‌کاستی‌ها توانسته است حس تازه‌طلبی کاربران را ارضا نماید. از طرفی هر نرم‌افزاری در ابتدا دارای نواقصی می‌باشد که با توجه به نسخه اولیه بودن این نرم‌افزار این نواقص طبیعی بوده و با استفاده از تجربه کاربران سعی در رفع این نواقص خواهد شد.



شکل-۶- نتایج تجربه شرکت‌کنندگان در آزمون

**۵-نتیجه‌گیری**

یافته‌های این پژوهش نشان داد که افراد فارغ از نوع اثر حاصل از این شیوه نقاشی که بسیار متفاوت از شیوه‌های موجود است که اغلب با کنترل دست انجام می‌شود، روند تازه و نوآور را جذاب می‌بینند و مایل به ادامه این تجربه هستند، هرچند که به زعم آن‌ها چالش‌های توانمندی و قدرت کنترل در این شیوه به صرف انرژی و تمرکز بیشتری نیاز دارد. با این حال، نمی‌توان ضعف‌های موجود در نسخه فعلی نرم‌افزار را به دلیل محدودیت زمانی و تازگی تجربه برای پژوهشگران، نادیده گرفت. در کنار همه این‌ها تکمیل و بهبود قابلیت‌های این نرم‌افزار می‌تواند در بهبود تجربه کاربری نقش به سزایی داشته باشد. پژوهشگران این مطالعه را نقطه آغازی برای این شیوه می‌دانند و معتقدند که، در ادامه این مسیر با بهبود شیوه‌ها، بهره‌گیری از سایر روش‌های پیاده‌سازی و در صورت امکان به کارگیری سایر سخت‌افزارهای ردیاب چشم، این مطالعات می‌تواند توسعه یابند و گسترش دامنه ارزیابی از این تجربه نتایج دقیق‌تری به دست خواهد داد. امید است پژوهش‌های آتی بتواند افق‌های بیشتری از این شیوه بکارگیری تکنولوژی در ترسیم را حاصل کند.

**۶-مراجع**

*1. Cui, J. Research on Digital Painting Art and Its Diversified Performance. in 2017 3rd International Conference on Economics, Social Science, Arts, Education and Management Engineering (ESSAEME 2017). 2017. Atlantis Press.*

*2. Jing, S., et al., Natural User Interface Design for Digital Painting Based on User Behavior Patterns. DEStech Transactions on Computer Science and Engineering, 2016(aics).*

*3. Corcoran, P.M., et al., Real-time eye gaze tracking for gaming design and consumer electronics systems. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2012. 58(2): p. 347-355.*

*4. Kumar, M., et al., Gaze-enhanced user interface design. 2007, Stanford InfoLab.*

*5. Balbi, B., F. Protti, and R. Montanari, Driven by Caravaggio Through His Painting. 2016, Cognitive.*

*6. Kristensson, P.O. and K. Vertanen. The potential of dwell-free eye-typing for fast assistive gaze communication. in Proceedings of the symposium on eye tracking research and applications. 2012. ACM.*

*7. Rosenberg, R. and C. Klein, The moving eye of the beholder: Eye tracking and the perception of paintings. 2015.*

*8. Kumar, M., et al. EyePoint: practical pointing and selection using gaze and keyboard. in Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. 2007. ACM.*

*9. Baxter, W.V., Physically-based modeling techniques for interactive digital painting. 2004: Citeseer.*

*10. Luo, W., J. Yang, and Y. Hua. Research on the aesthetic mode of digital painting based on digital technology. in 2016 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA). 2016. IEEE.*

*11. Lange, V., et al. Interactive painting and lighting in dynamic multi-projection mapping. in International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics. 2016. Springer.*