فصلنامه علمی ـ پژوهشی عصب‌روانشناسی
سال ششم، شماره ۱ (پیاپی ۲۰)، بهار۱۳۹۹(۱۰۰_۸۳)

Neuropsychology
Vol.6, No.1, (Series 20), Spring 2020(83_100)

نبرد نورون‌ها: افزایش تمرکز با استفاده از بازی رایانه‌ای مبتنی بر بازخورد عصبی و رابط مغز–رایانه

حسام ساکیان‌محمدی[۱]، یزدان موحدی[۲*]، یونس سخاوت[۳]
۱. کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
۲. استادیار علوم اعصاب شناختی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
۳. استادیار علوم کامپیوتر، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
(تاریخ وصول: ۹۸/۰۴/۰۶ ـ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۲۰)

Neurons War: Attention Training Using Computer Game Based on Neurofeedback and Brain-Computer Interface

Hesam Sakian Mohamadi[1], Yazdan Movahedi[2], *Yoones Sekhavat[3]
1. M. A in Computer Arts, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.
2. Assistant Professor of Cognitive Neuroscience, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.
3. Assistant Professor of Computer Science, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.
(Received: Jun.27, 2019- Accepted: Jun.09, 2020)

چکیده

مقدمه: هدف این پژوهش، تعیین تأثیر استفاده از سناریوهای مجازی مبتنی بر بازخورد عصبی در قالب بازی رایانه‌ای بر افزایش تمرکز افراد سالم است. **روش**: طرح پژوهش حاضر تجربی است و جامعه آماری این پژوهش کلیه دانشجویان پسر دانشگاه هنر اسلامی تبریز در سال ۱۳۹۷ بودند. به منظور برآورد حجم نمونه از جدول کوهن استفاد شد که حجم نمونه معادل ۲۴ نفر به شکل داوطلبانه وارد پژوهش شدند و در سه گروه تقویت منفی(اعمال جریمه)، تقویت مثبت(اعمال پاداش) و تقویت رقابتی(تأثیر بر عملکرد حریف) مورد آزمون قرار گرفتند. داده‌های مربوط به میزان تمرکز هر فرد و عملکرد وی در طول بازی از طریق دستگاه مغزنگار الکتریکی و ساختار چندنخی بازی ضبط و ثبت می‌گردید. در سناریوهای طراحی شده، از آستانه تمرکز هر فرد برای تنظیم جریان بازی استفاده می‌شد تا از این طریق فرآیند آموزش تمرکز، نسبت به فعالیت مغزی همان شخص تنظیم گردد. به منظور آزمودن فرضیات این پژوهش یک مطالعه کاربری صورت پذیرفت و نتایج حاصل با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس مختلط و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. **یافته‌ها**: نتایج نشان داد روش تقویت رقابتی، تقویت منفی و تقویت مثبت در افزایش تمرکز مؤثر است. همچنین تحلیل داده‌های حاصل از پرسشنامه تجربه کاربری نشان داد که سناریوهای طراحی شده توانسته‌اند بازیکنان را در جریان بازی غوطه‌ور ساخته و جذابیت و تعامل لازم را به وجود آورند. **نتیجه‌گیری**: استفاده از بازی رایانه‌ای مبتنی بر رابط مغز– رایانه و بازخورد عصبی منجر به بالا بردن بازده آموزش تمرکز می‌شود .

واژگان–کلیدی: رابط مغز و رایانه، بازخورد عصبی، بازی‌های رایانه‌ای، یادگیری تمرکز.

Abstract

Aim: The aim of this study was to evaluate the effectiveness of neurofeedback-based virtual scenarios in form of a computer game in healthy individuals. **Method:** The design of this study was experimental and the statistical population was all male students of Tabriz Islamic Art University in 2019. The sampling estimation was based on Cohen's table and a sample of 24 volunteers was included in the study. To collect data they were tested in three groups include positive(reward), negative(punishment) and Competitive(effect on the opponent) reinforcement. The attention level of each player and his\her performance are collected through electroencephalogram(EEG) and recorded by the multithread structure of the game. In designed scenarios, the threshold of each individual's concentration is used to regulating the flow of the gameplay, thus the attention training process is adjusted to the same person's brain activity. In order to test the hypotheses of this research, a user study has been conducted; The results were analyzed by repeated measures ANOVA using SPSS 21 software. **Findings:** The results showed that competitive reinforcement, negative reinforcement and positive reinforcement are effective in increasing attention level. Also, analyzing the data from the user experience questionnaire showed that designed scenarios are capable to immerse players in the gameplay and engage them with the training flow. **Conclusion:** using BCI based game and neurofeedback result in increasing the efficiency of attention training.

Keywords: Brain-Computer Interface, Neuro-feedback, Computer Games, Attention Training

نویسنده‌مسئول: یونس سخاوت

Email: sekhavat@tabriziau.ac.ir.

مقدمه

مغز انسان یکی از قدرتمندترین قسمت‌های بدن است که کنترل و هدایت سایر ارگان‌های بدن را نیز بر عهده دارد. امروزه می‌توان قابلیت‌های مغز را درست همانند سایر اندام‌های بدن که به صورت فیزیکی به منظور افزایش توانایی‌های آن‌ها تمرین داده می‌شوند، با استفاده از روش‌های مختص مغز تمرین داد تا بتوان ظرفیت بیشتری از قابلیت‌های مغزی را به کار گرفت. این قابلیت‌ها در تمامی جوانب زندگی انسان، از کارهای عادی و روزمره گرفته تا اعمال پیچیده‌تر که توانایی مغزی بالاتری را می‌طلبند و حتی اعمال فیزیکی سایر اندام‌ها، دخیل هستند و هرچه مغز فرد از توانایی بیشتری برخوردار باشد، در مواجه با مسائل مختلف می‌تواند عملکرد بهتری از خود ارائه دهد(ایوانز[1] و همکاران، ۲۰۱۵).

یکی از روش‌های نوین تمرین مغز، بازخورد عصبی است که مبتنی بر امواج مغزی و پردازش رایانه‌ای است و اخیراً توسط متخصصان حوزه‌های مختلف از جمله روانپزشکی، روان‌شناسی، توان‌بخشی، علوم کامپیوتر و سایر حوزه‌های علم مورد توجه ویژه قرار گرفته است. بازخورد عصبی با استفاده ازآموزش به شیوه شرطی‌سازی به فرد کمک می‌کند تا بتواند امواج مغزی خود را کنترل کند(نیو[2]، ۲۰۱۳). پژوهش‌ها در این زمینه نشان داده‌اند که استفاده از روش بازخورد عصبی می‌تواند بر بهبود و افزایش توانایی‌های مغز انسان همچون قابلیت‌های شناختی، تمرکز کوتاه‌مدت و تمرکز پیوسته اثر به سزایی داشته باشد(گونسلبن[3] و همکاران، ۲۰۱۰). به عنوان نمونه، در پژوهشی که بر روی گروهی از کودکان مبتلا به اختلال نقص تمرکز انجام شده است، نتایج به دست آمده نشان داده‌اند که استفاده از روش بازخورد عصبی باعث بهبود قابل توجه و معنی‌دار سطح تمرکز و بیش‌فعالی در این کودکان شده است(آرنز، درینکنبرگ و کنمانس[4]، ۲۰۱۲). همچنین نتایج برخی دیگر مطالعات در این حوزه حاکی از اثربخشی مثبت روش بازخورد عصبی بر فرآیند برنامه‌ریزی و عملکرد افراد تحت آموزش با این شیوه است(نوابی آلاقا، نادری، حیدری، احدی و نظری[5]، ۲۰۱۳).

بازخورد عصبی یکی از روش‌های رابط مغز-رایانه است که خود زیر مجموعه‌ای از رابط انسان-رایانه است. در رابط انسان-رایانه همواره شرایط باید به گونه‌ای باشد که فرد، به عنوان بخشی از این ارتباط، دچار آسیب و یا رنجش نگردد و در همین راستا روش بازخورد عصبی شیوه‌ای غیر تهاجمی، بدون آسیب جسمی و یا درد است که طی فرآیند آن با استفاده از حسگرهایی بر روی سر افراد، امواج مغزی به

1. Evans
2. Niv
3. Gevensleben
4. Arns, Drinkenburg, & Kenemans
5. Nabavi Alagha, Naderi, Heidari, Ahadi, & Nazari

سامانه رایانه‌ای فرستاده می‌شوند و پس از پردازش داده‌ها در رایانه و استخراج اطلاعات لازم، بازخورد مناسب به کاربر انتقال می‌یابد تا وی بتواند عملکرد مغز خود را به صورت دیداری، شنیداری و یا حرکتی دریابد(گانکلمن، جانستون[1]، ۲۰۰۵). اگر این بازخوردها به گونه‌ای به کاربر انتقال یابند که کاربر نتواند ارتباط منطقی با آن‌ها برقرار کند، ممکن است نتیجه معکوس حاصل شود و خود بازخوردها باعث آشفتگی ذهنی فرد شوند؛ اما اگر بازخوردها در قالب یک سناریوی جذاب به کاربر ارائه شوند، به شکلی که کاربر بتواند با آن‌ها تعامل برقرار کند، ذهن فرد می‌تواند هرچه بیشتر خود را تطبیق داده و به دنبال آن می‌توان احتمال موفقیت فرد در کنترل مغز خود را بالاتر دانست. تحقیقات متفاوتی تأثیر مثبت بازی بر مغز انسان همانند بهبود مهارت‌های عصب‌روانشناختی(دهقان، فرامرزی، نادری و عارفی، ۱۳۹۶) و افزایش خودتنظیمی و بهبود کارکرد اجرایی(مصطفائی، اورکی و نیک‌نام) را مورد مطالعه قرار داده‌اند اما در میان انواع بازی‌ها، بازی‌های رایانه‌ای، واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و ترکیبی می‌توانند نمونه‌های مناسبی از سناریوهای تعاملی و جذاب باشند که به صورت جامع‌تر می‌توان آن‌ها را تحت عنوان سناریوهای مجازی هوشمند نام برد. در میان سناریوهای مجازی هوشمند، بازی‌های رایانه‌ای به دلیل ساختار رقابتی و پویا که نیازمند مهارت از سوی بازیکن است، سبب به کارگیری هرچه بیشتر قابلیت‌های مغزی افراد می‌شود(چن[2]، ۲۰۰۷)؛ از دیگر سو، بازی‌های رایانه‌ای از مجموعه‌ای از قوانین ساخته شده‌اند که می‌توان آن‌ها را در راستای رسیدن به اهدافی مشخص تعریف کرد و یا تغییر داد. اهداف و قوانین در بازی‌های رایانه‌ای BCI[3] بایستی تا حد امکان ساده، مشخص و قابل درک باشند تا کاربر دچار سردرگمی نشود(مرکادو، اسپینوزا-کوریل، اسکوبدو و تنتوری[4]، ۲۰۱۸). بازی‌های رایانه‌ای به کاربران امکان می‌دهند تا بازخورد عمل خود را بلافاصله دریافت کنند و این مهم در ترکیب با محیط و اتفاقات جاری در بازی سبب غوطه‌وری هرچه بهتر کاربر در جریان بازی می‌شود که یک اصل بنیادین در سناریوهای مجازی است. مطالعات نشان داده‌اند که بازی‌های رایانه‌ای به شکلی مؤثر می‌توانند در فرآیند آموزش مغز مورد استفاده قرار گیرند(هاشمیان نژاد، ویسی، شیرکوند و عاشوری، ۱۳۹۴).

بازی‌های رایانه‌ای همواره ابزاری کارآمد جهت پژوهش در زمینه ارتباط متقابل انسان و رایانه و مزایا و معایب محاسبات فیزیولوژیکی بوده‌اند(فرکلاف[5]، ۲۰۱۰). در ابتدا از BCI برای کنترل بازی‌های رایانه‌ای توسط مغز استفاده می‌شد و ساختار بازی‌ها ارتباطی با مغز کاربر

1. Gunkelman & Johnstone

2. Chen
3. Brain Computer Interface
4. Mercado, Espinosa-Curiel, Escobedo, & Tentori
5. Fairclough

نداشت و از تغییرات ایجاد شده در مغز او تأثیر نمی‌پذیرفت اما با گسترده‌تر شدن کاربرد BCI، از بازی‌های رایانه‌ای جهت کنترل و هدایت مغز به سمت یک هدف مشخص و در واقع آموزش مغز، حتی برای افراد سالم(محمدزاده و خرمی، ۱۳۹۴) و عادی نیز استفاده می‌شود(ساری، تورپینین، کویکانمی، کوسانن و رواجا[1]، ۲۰۰۹). بازی‌های رایانه‌ای ابزاری قدرتمند برای آموزش مغز به شمار می‌آیند(علی‌یاری و همکاران، ۱۳۹۶)، زیرا می‌توانند باعث بهبود حافظه کاری مرتبط با تمرکز و توجه شوند(استروباخ، فرنش و اسکوبرت[2]، ۲۰۱۲)؛ برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بازی‌های رایانه‌ای سبب افزایش سطح تمرکز کاربران و به‌ویژه حافظه کوتاه مدت دیداری و ظرفیت منطقی می‌شوند(گرین و باوالیر[3]، ۲۰۰۳). فرآیندهای شناختی وابسته به تمرکز نقشی حیاتی در عملکرد محاسباتی و منطقی افراد ایفا می‌کنند. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که بازی‌های رایانه‌ای می‌توانند نقش به سزایی در بهبود فرآیند شناختی و حل مسئله افراد ایفا کنند(علی‌یاری و همکاران، ۱۳۹۶). پژوهشگران در راستای آموزش مغز افراد و افزایش سطح تمرکز از طریق بازی‌های رایانه‌ای و بازخورد عصبی تکنیک‌های متفاوتی را آزموده‌اند. از این جمله می‌توان به تغییر خط داستانی و انطباق آن بر اساس حالات مغزی افراد اشاره نمود(ساری[4] و همکاران، ۲۰۰۹). برخی بازی‌های رایانه‌ای تلاش می‌کنند تا صرفاً بر اساس عملکرد بازیکن در بازی، سطح دشواری بازی را به صورت پویا تنظیم نمایند؛ اما از آن‌جایی که تنها مرجع برای تظیم دشواری در این گونه بازی‌ها عملکرد بازیکن است و نه حالت مغزی و عاطفی او، بازی ممکن است نتواند به درستی بازخورد مناسب را ایجاد کند و به تبع آن کاربر دچار تشویش عصبی شود. با استفاده از BCI و بازخورد عصبی می‌توان این اطمینان را حاصل کرد که با دقت بالا حالت مغزی فرد هنگام بازی کردن به درستی تشخیص داده خواهد شد(میکلاوسکا[5] و همکاران، ۲۰۱۶؛ امینی، بیات و واعظ‌قاسمی، ۱۳۹۶). پس از عرضه EEGهای تجاری به بازار، پژوهش‌های بسیاری با استفاده از این هدست‌ها و به کارگیری تمرکز به عنوان سیگنال کنترلی صورت پذیرفته است.

هنگامی که از قابلیت‌های مغزی صحبت می‌شود، تمرکز و توجه یکی از مهم‌ترین قابلیت هایی است که افراد در جوانب مختلفی از زندگی خود بدان وابسته‌اند و هرگونه کمبود و اختلال در توجه می‌تواند عواقب جبران ناپذیری به دنبال داشته باشد. از دیگر سو، تقویت این ویژگی مغز نه‌تنها می‌تواند عملکرد کلی مغز انسان همچون فرآیند یادگیری و یادداری را بهبود بخشد، بلکه می‌تواند بر کیفیت زندگی

1. Saari, Turpeinen, Kuikkaniemi, Kosunen, & Ravaja
2. Strobach, Frensch, & Schubert
3. Green & Bavelier
4. Saari
5. Mikołajewska

افـراد و و توانمندسـازی آنـان تـاثیری مثبـت بگذارد(هاینریش، گوینسلبن و استرل[1]، ۲۰۰۷).

اولین بازی رایانه‌ای BCI توسـط ویـدال در سال ۱۹۷۷ ساخته شد(ویدال[2]، ۱۹۷۷) کـه در آن کاربر می‌تواند به چهار جهت متفاوت حرکت کند؛ در این بازی که محیط آن یک هزارتو است، کابر با تمرکز بر یکی از چهار نقطه روی صـفحه نمایش می‌تواند به جهت مورد نظر خود حرکـت کند. یک شئ الماس مانند به صورت تناوبی میان چهار نقطه چشمک می‌زند که باعث برانگیختگی فعالیت عصـبی در قسـمت‌هـای مختلـف ناحیـه پـردازش بصـری مغـز مـی‌شـود. بـا اسـتفاده از تکنیک‌های طبقه‌بنـدی ایـن سـیگنال کنترلـی در دسته VEP[3] جای می‌گیرد که از آن برای حرکت در هزارتو استفاده می‌شود. از زمان سـاخت ایـن بازی تعداد قابل‌توجهی بازی با اسـتفاده از BCI ساخته شده است. رویکرد دیگـر ترکیـب امـواج مختلف مغزی مانند آلفا، بتا و گاما اسـت. بـرای مثال پیندا و همکارانش از Motor imagery بـه عنوان روشـی مکمـل بـرای ورودی‌هـای سـنتی اسـتفاده کـرده‌اند(پینـدا، سـیلورمن، وانکـف و هستنس[4]، ۲۰۰۳). آن‌ها از ریتم‌های تولیـد شـده توسط ناحیه‌ای از مغز کـه کنتـرل حرکـت را در اختیار دارد، به عنوان ورودی حرکت بـه سـمت چپ و راست یک بازی اول شـخص تیرانـدازی استفاده کرده‌اند؛ در این بازی حرکت بـه جلـو و عقب توسط کلیدهای فیزیکی انجام می‌شـود. در ایـن پـژوهش شـرکت‌کننـدگان بـه خـوبی فـرا گرفته‌اند که چگونه امواج مغـزی خـود را بـرای انجام این بازی کنترل کنند. در حالی کـه برخـی بازی‌های BCI بر پایه سامانه حرکتی بدن و مغز انسان کنترل می‌شوند، برخی دیگر از واکنش‌های مغز به تحرکات پیرامونی استفاده می‌کننـد. بـرای مثـال بـایلیس از سـیگنال کنترلـی P300 در سناریوی گشت و گذار در یک آپارتمان مجـازی اسـتفاده کـرده اسـت(بایلیس[5]، ۲۰۰۳). در ایـن پژوهش اشیاء توسط یک کره نیمه شـفاف قرمـز رنگ مشخص می‌شوند و هنگامی که کاربر قصد انتخـاب آن‌هـا را دارد P300 اتفـاق مـی‌افتـد. سیگنال‌های کنترلـی واکنشـی، نسـبت بـه سـایر سـیگنال‌هـای کنترلـی از یـک مزیـت برخـوردار هستند و آن سهولت انتخاب یک گزینـه از میـان چنـدین گزینـه مختلـف از طریـق تمرکـز روی محرک‌ها است. برای نمونه یک پژوهش در سال ۲۰۰۷ بازی دوبعدی مسابقه‌ای ماشـینی را کـه از چهار جهت متفاوت برای کنترل ماشین به روش SSVEP[6] اسـتفاده مـی‌کنـد، توسـعه داده‌اند(مارتینز، باکارجیان و چیچـوکی[7]، ۲۰۰۷). تا سال ۲۰۱۳ اغلب پژوهش‌هـا از سـیگنال‌هـای کنترلی فعال و واکنشی برای توسـعه بـازی‌هـای مبتنی بر BCI استفاده مـی‌کردنـد. در ایـن میـان حدود ۳۷ درصد بازی‌هـا از Motor imagery، ۱۱ درصـد از از P300، ۱۳ درصـد از SSVEP

1. Heinrich, Gevensleben, & Strehl
2. Vidal
3. Visual Evoked Potential
4. Pineda, Silverman, Vankov, & Hestenes
5. Bayliss
6. Steady State Visually Evoked Potentials
7. Martinez, Bakardjian, & Cichocki

استفاده کرده‌اند(آهن، لی، چوی و جون[1]، ۲۰۱۴). بر خلاف بازی‌هایی که از سیگنال‌های کنترلی فعال و واکنشی استفاده می‌کنند، دسته‌ای از بازی‌ها بر اساس بازخورد عصبی و سیگنال‌های کنترلی منفعل پیاده سازی شده‌اند. برای مثال، یک بازی چندنفره رقابتی به نام Brain Ball با استفاده از سربند EEG که روی سر دو بازیکن قرار می‌گیرد امواج مغزی آن‌ها را دریافت کرده و از میزان آرامش آن‌ها به عنوان امتیاز استفاده می‌کند؛ بازیکنان دو سوی یک میز می‌نشینند و در وسط میز یک توپ وجود دارد. به میزانی که هرکدام از بازیکنان آرامش بیشتری داشته باشد، توپ از او دورتر خواهد شد(هلم و بروال[2]، ۲۰۰۰).در پژوهشی دیگر بازیکن در نقش یک آمیب می‌تواند به وسیله صفحه کلید به چهار جهت حرکت کند و تا حد امکان باکتری بخورد. در این بازی از توان آلفای بازیکن برای سنجش میزان آرامش وی استفاده شده است. هرقدر بازیکن آرامش بیشتری داشته باشد کنترل آمیب آسان‌تر می‌شود. این پژوهش گزارش کرده است که کاربران توانسته‌اند ضمن حفظ آرامش که به عنوان یک هدف از آن‌ها خواسته شده بود، توان آلفای خود را بالا نگه دارند(موهل و همکاران[3]، ۲۰۱۰).

با توجه به نیاز مبرم برای ساده‌سازی آموزش به روش بازخورد عصبی(هاینریش، گوینسلبن و استرل، ۲۰۰۷)، محققان اقدام به تولید برنامه‌های کوچک و کاربردی قابل بازی برای آموزش بازخورد عصبی نمودند که نسبت به روش‌های سنتی از جذابیت بیشتری برخوردار هستند. به عنوان مثال به جای افزایش سایز یک میله یا صبر کردن برای یک محرک شنیداری، افراد می‌بایست عملی مانند واداشتن یک شکلک به خندیدن، بالابردن یک میمون از درخت برای غذا(بخشایش، هانس، ویشکان، رضایی و اسر[4]، ۲۰۱۱) یا کنترل یک دلفین در دریا برای جمع کردن سکه(استاینر، فرنته، رنه، برنان و پرین[5]، ۲۰۱۴) انجام دهند. هدف همه این برنامه‌ها یا بازی‌های کوچک، کمک به کاربر در راستای یافتن روشی برای تنظیم فعالیت‌های مغزی خود و حفظ یک حالت شناختی ویژه مانند آرامش و تمرکز است. این پژوهش‌ها به وضوح نشان داده‌اند که استفاده از بازی‌های رایانه‌ای در کنار بازخورد عصبی می‌توانند منجبر افزایش کارایی ابزار و روش‌های آموزش مغز شوند و از آن جایی که افراد ارتباط موفق‌تری با این بازی‌های ساده برقرار کرده‌اند و با در نظر گرفتن این حقیقت که کابران تمایلی به استفاده طولانی مدت از برنامه‌های آموزشی سنتی ندارند، محققان اقدام به توسعه و آزمایش بازی‌های رایانه‌ای بزرگ‌تر، جذاب‌تر و هدفمندتر در راستای ترکیب آموزش به روش بازخورد عصبی

1. Ahn, Lee, Choi, & Jun
2. Hjelm & Browall
3. Mühl et al
4. Bakhshayesh, Hänsch, Wyschkon, Rezai, & Esser
5. Steiner, Frenette, Rene, Brennan, & Perrin

و بازی‌های رایانه‌ای نموده‌اند(ویلکینسن، انگ و گاه[1]، ۲۰۰۸).

با توجه به مبانی اشاره شده هدف پژوهش حاضر پاسخ‌گویی به این سوال است که آیا سناریوهای هوشمند مبتنی بر بازی‌های رایانه‌ای می‌توانند برای افزایش تمرکز با استفاده از بازخورد عصبی و رابط مغز-رایانه موثر باشند؟ به صورت مشخص‌تر، سناریوهای هوشمند شامل تقویت منفی(اعمال جریمه)، تقویت مثبت(اعمال پاداش) و تقویت رقابتی(تأثیر بر عملکرد حریف) در قالب بازی‌های رایانه‌ای چه تاثیری در افزایش تمرکز دارند؟

روش

مطالعه حاضر از نوع مطالعات نیمه‌تجربی بود و جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانشجویان پسر دانشگاه هنر اسلامی تبریز در سال ۱۳۹۷ بودند. با استفاده از جدول کوهن ۲۴ نفر به عنوان حجم نمونه برآورد شد که به صورت تصادفی ساده از بین افراد واجد شرکت در پژوهش انتخاب شده و پس از کسب رضایت‌نامه اخلاقی در سه گروه تقویت منفی، تقویت مثبت و تقویت رقابتی جای‌گذاری شدند. همه شرکت‌کنندگان در آزمون مرد و در بازه سنی ۲۳ الی ۳۴ سال بودند(تعداد نمونه=۲۴، میانگین=۲۵/۷۵، انحراف معیار=۲/۱۲). بر اساس اطلاعات به دست آمده از خوداظهاری شرکت‌کنندگان در پرسشنامه جمعیت‌شناختی، هیچ یک از شرکت‌کنندگان دارای بیماری خاص یا سابقه مصرف داروی خاص نبودند. از میان شرکت‌کنندگان ۱ نفر به صورت هفته‌ای چند بار و یک نفر کمتر از یک بار درماه تجربه بازی‌های‌رایانه‌ای داشتند و ۲۲ نفر دیگر به صورت روزانه بازی می‌کردند؛ همچنین همه شرکت‌کنندگان تجربه استفاده روزانه از رایانه را داشتند. ملاک‌های ورود شامل سلامت جسمی، عدم اختلال روانشناختی، عدم اختلال عصب‌شناختی، عدم اختلال توجه و یا بیماری‌های مرتبط با تمرکز و توجه، آشنایی با رایانه و استفاده از آن حداقل یکبار در هفته، آشنایی با بازی‌های رایانه‌ای و داشتن تجربه بازی، عدم استفاده از داروی خاص که سبب اخلال در تمرکز یا خواب آلودگی شود و ملاک‌های خروج نیز عدم رضایت افراد برای شرکت در پژوهش، ایجاد بی‌قراری برای آزمون‌دهنده حین آزمون به علت استفاده از سربند مغزنگار، داشتن استرس و تشویش ذهنی به دلیل مسائل شخصی و کاری بود. در این آزمون بازخوردی که هر فرد در جریان سناریوها دریافت می‌کند نسبت به آستانه تمرکز خود او، که از مرحله پایه در بازی به دست می‌آید، تنظیم می‌شود تا بتواند به شکلی مناسب با سامانه و مکانیزم بازی ارتباط برقرار کند. در این آزمایش افراد می‌بایست سناریوهای طراحی شده را بازی کنند و پس از آن به پرشنامه‌های استاندارد در مورد تجربه کاربری و رقابت پاسخ دهند. همچنین افراد می‌بایست قبل از شروع فرآیند

1. Wilkinson, Ang, & Goh

آزمون اطلاعات مشخصی را از طریق پرسشنامه جمعیت‌شناختی در اختیار آزمون‌دهنده قرار دهند. در ابتدا رویه آزمایش به شرکت‌کنندگان در آزمون توضیح داده شد. پس از آن از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا یک رضایت‌نامه را مطالعه و در صورت موافقت با موارد ذکر شده آن را امضاء نمایند و بدین ترتیب اطمینان حاصل می‌شد که آزمون‌دهندگان برای شرکت در آزمایش رضایت کامل دارند و محقق مجاز است که نتایج به دست آمده از آزمایش آن‌ها را در تحلیل نتایج استفاده کند. از آزمون‌دهنده خواسته می‌شد روی صندلی مقابل رایانه و در فاصله ۷۰ سانتی‌متری از صفحه نمایش بنشیند و پس از آن سربند ثبت امواج مغزی را روی سر افراد قرار داده و اطمینان حاصل می‌شد که دستگاه به شکلی صحیح روی سر شرکت‌کنندگان قرار گرفته است و به درستی با رایانه و بازی در ارتباط باشد. سپس از بازیکن دیگری که جزء افراد شرکت‌کننده در آزمایش نبود خواسته می‌شد تا به عنوان حریف فرد آزمون‌دهنده مقابل رایانه‌ای دیگر بنشیند تا برای رقابت با آزمون‌دهنده آماده شود. اگر فرد مناسبی برای این منظور در محل آزمایش حضور نداشت، شخص آزمون‌گیرنده به عنوان حریف آزمون‌دهنده اقدام می‌کرد. پس از آن بازی روی رایانه اجرا می‌شد و اولین چیزی که بازیکنان می‌دیدند منو شروع بازی بود. از بازیکنان خواسته می‌شد تا ابتدا وارد مرحله پایه شوند. در این مرحله آن‌ها می‌توانستند با محیط بازی و کلیدهای کنترلی آشنا شوند، سپس آزمون‌گیرنده توضیحات لازم در مورد بازی را به آن‌ها می‌داد و پس از آن‌که اطمینان حاصل می‌شد که به درستی روال و قوانین بازی را فراگرفته‌اند و همچنین کسب اطمینان از کیفیت ارتباط دستگاه EEG با بازی، آزمون‌گیرنده دکمه ثبت اطلاعات را می‌فشرد و بازیکنان رقابت را آغاز می‌کردند. مدت زمان بازی در هر مرحله یک دقیقه است که بر اساس یک مطالعه در این زمینه انتخاب شده است؛ بر اساس این مطالعه یک دقیقه، زمانی مناسب برای تمرین ذهن خصوصاً در افراد جوان و کودکان است. این مطالعه تأکید می‌کند که این زمان سبب می‌شود تا افراد بتوانند بازی را بارها و بارها تکرار کرده و از آن لذت ببرند(سیکزنمیهایلی، ۲۰۱۴). زمان بازی پس از فشردن دکمه ثبت اطلاعات توسط آزمون‌گیرنده محاسبه می‌شود. در خلال بازی میزان تمرکز بازیکن آزمون‌دهنده جمع‌آوری و ثبت می‌شود. در این مرحله تمرکز بازیکن صرفاً ذخیره می‌شود و در جریان بازی تأثیر داده نمی‌شود. پس از اتمام مرحله، میانگین تمرکز فرد آزمون‌دهنده به عنوان آستانه تمرکز محاسبه و ذخیره می‌شود. **Error! Reference source not found.** یکی از شرکت‌کنندگان در حال انجام آزمایش و **Error! Reference source not found.** تصویر حریف بازیکن شرکت-کننده در آزمون را نشان می‌دهد. پس از انجام مرحله پایه شرکت‌کنندگان در آزمون به صورت اتفاقی در یکی از گروه‌های ۸نفره تقویت منفی،

تقویت مثبت و یا تقویت رقابتی قرار می‌گرفتند و از آن‌ها خواسته می‌شد مطابق با گروهی که در آن قرار دارند، یکی از مراحل تقویت منفی، تقویت مثبت و یا تقویت رقابتی را بازی کنند. در مرحله تقویت منفی، تمرکز به عنوان سیگنال کنترلی در جریان بازی تأثیرگذار است؛ با استفاده از تقویت منفی اگر سطح تمرکز فرد حین بازی از سطح تمرکز آستانه که در مرحله پایه به دست آمده است پایین‌تر باشد، گلوله‌ای که بازیکن شلیک می‌کند از مسیر خود منحرف می‌شود. هرچه سطح تمرکز از آستانه پایین‌تر باشد این انحراف افزایش می‌یابد. بازیکن باید تمرکز خود را بالا نگه دارد تا گلوله از مسیر خود منحرف نشود و در صورت انحراف گلوله تلاش کند تا دوباره متمرکز شود. در مرحله تقویت مثبت، مانند تقویت منفی، روند بازی متأثر از سطح تمرکز فرد است. در این مرحله اگر تمرکز فرد در جریان بازی بالاتر از حد آستانه‌ای باشد که در مرحله پایه محاسبه شده است، سرعت شلیک گلوله افزایش یافته و بازیکن می‌تواند با نرخ شلیک بالاتری بازی کند. بدین ترتیب بازیکن با بالا نگه داشتن سطح تمرکز خود پاداش دریافت کرده و ترغیب می‌شود که این حالت مغزی را حفظ کند. اگر تمرکز بازیکن از حد آستانه پایین‌تر باشد کاربر پاداشی دریافت نکرده و گلوله‌ها با نرخ شلیک و سرعت اولیه شلیک خواهند شد. مرحله تقویت رقابتی متفاوت از دو مرحله قبل است؛ در این مرحله تمرکز بازیکن به عنوان سیگنال کنترلی نه بر عملکرد خود او بلکه بر عملکرد حریف تأثیر می‌گذارد. به این صورت که هرگاه تمرکز بازیکن بالاتر از سطح آستانه محاسبه شده در مرحله پایه باشد، مسیر گلوله شلیک‌شده از اسلحه حریف دچار انحراف می‌شود. هرچه میزان تمرکز بازیکن بالاتر باشد انحراف گلوله حریف نیز بیشتر می‌شود. در پایان بازی از آزمون‌دهندگان خواسته می‌شد تا به پرسشنامه‌ای متشکل از ۶ سؤال درک رقابت و ۱۷ سؤال حضور اجتماعی که به صورت برخط[1] طراحی شده بودند، پاسخ دهند.

برای انجام این آزمایش از یک رایانه با پردازنده مرکزی Intel Core i7-7700K و کارت گرافیک NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti استفاده شده است. تصویر خروجی از کارت گرافیک این رایانه به صورت مجزا به دو صفحه نمایش ۱۷ اینچ ال سی دی با رزولوشن ۱۹۲۰ در ۱۰۸۰ فرستاده می‌شد؛ صفحه نمایش‌ها در فاصله ۷۰ سانتی متری از بازیکنان و در مرکز دید آن‌ها تنظیم می‌شد. دو صفحه کلید مجزا نیز به صورت بی‌سیم به این رایانه متصل بودند که بازیکنان می‌توانستند از طریق آن ورودی‌های خود را به رایانه منتقل و با هم به رقابت بپردازند. در این پژوهش سناریوهای مجازی در قالب یک بازی چندنفره تیراندازی دوبعدی رقابتی با نام «نبرد نورون‌ها» ارائه شده‌اند همچنین در این پژوهش از ابزار ذیل استفاده گردید:

1. Online

دستگاه مغزنگار الکتریکی: برای ثبت داده‌ها از سربند NeuroSky MindWave استفاده شده است. این دستگاه برای دریافت امواج دلتا، تتا، آلفا، بتا و گاما از یک سنسور خشک(بدون نیاز به مالیدن ژل رسانا) استفاده می‌کند که روی لوب پیشانی و در نقطه Fp1 قرار می‌گیرد؛ همچنین به منظور حذف اخلال حین دریافت سیگنال‌ها از یک سنسور کمکی در نقطه A1 استفاده می‌کند. در MindWave برای انتقال داده‌ها به سامانه پردازشی از ارتباط بلوتوث بهره می‌گیرد. این دستگاه برای ترجمه و تفسیر امواج مغزی به حالات معنادار مغزی از الگوریتم مخصوص به خود با نام eSense استفاده می‌کند که قادر است امواج خام را پس از حذف اخلال، پردازش کرده و نتیجه را به صورت تمرکز[1] و آرامش[2] نمایش دهد. هر دو مقدار تمرکز و آرامش بازه‌ای بین ۱ تا ۱۰۰ را به خود اختصاص می‌دهند که ۱ نشان دهنده پایین‌ترین سطح و ۱۰۰ نشان دهنده بالاترین سطح تمرکز یا آرامش هستند.

پرسشنامه تجربه کاربری: پرسشنامه‌ای متشکل از سوالات درک رقابت[3] و حضور اجتماعی[4] که پاسخ سؤالات بر اساس طیف ۵تایی لیکرت[5] طراحی شده بود. سوالات درک رقابت برگرفته از مطالعه سانگ و همکاران(سانگ، کیم، تنزک و لی[6]، ۲۰۱۳) و سوالات حضور اجتماعی برگرفته از مطالعه‌ای دیگر(جسلستین، دکورت و پولز[7]، ۲۰۱۳) بودند.

بازی طراحی شده: هنگامی که صحبت از طراحی بازی است، خواه بازی BCI باشد یا خیر، مهم‌ترین نکته پیاده‌سازی بازی بر اساس قواعدی است که تجربه سرگرمی را برای مخاطب تضمین می‌نماید. با در نظر گرفتن این موضوع، ضروریات طراحی بازی از نظریات مرتبط در این حوزه مانند نظریه جریان[8](سیکزنمیهایلی[9]، ۲۰۱۷) و نظریه تناقض کنترل[10](سالن، تکینباش و زیمرمن[11]، ۲۰۰۴) که برای بازی‌های BCI نیز صادق هستند، استخراج شده و در فرآیند طراحی و پیاده‌سازی بازی به کار گرفته شده‌اند. نظریه جریان، غوطه‌وری را به این شکل تعریف می‌کند که بازیکن در جریان بازی باید به شکلی فعال با بازی درگیر باشد و مهارت‌هایش متناسب با سطح چالش در بازی باشند. از طرف دیگر نظریه تناقض کنترل بیان می‌کند که بازیکن در بازی باید احساس کند که کنترل رخدادها را در اختیار دارد و به صورت همزمان احساس کند اگر خطایی از وی سر بزند احتمال از دست دادن کنترل به خاطر خطای خودش وجود دارد. در مجموع این نظریات اشاره دارند که برای غوطه‌ورسازی و درگیر نگه

1. Concentration
2. Relaxation
3. Perceived Competitiveness
4. social presence
5. Likert

6. Song, Kim, Tenzek, & Lee
7. IJsselsteijn, De Kort, & Poels
8. Flow
9. Csikszentmihalyi
10. Paradox of Control
11. Salen, Tekinbaş & Zimmerman

داشتن مخاطب، بازیکن باید احساس کند که کنترل مهارت‌هایش را در اختیار دارد و در عین حال توسط بازی به چالش کشیده می‌شود. هدف از طراحی و توسعه بازی نبرد نورون‌ها، افزایش سطح تمرکز در افراد سالم با استفاده از سناریوهای مجازی است؛ به همین علت هنگام طراحی بازی تلاش بر این بود که رابط کاربری و مکانیزم بازی برای همه بازیکنان آشنا باشد و افراد بتوانند به راحتی و به سرعت با آن ارتباط برقرار کند. رقابتی بودن بازی نیز بر اساس این حقیقت شکل گرفته است که رقابت و تصمیم‌گیری سریع سبب تحریک مغز انسان می‌شود و فرد برای پیروز شدن در چالش باید روی هدفی مشخص تمرکز کند(کوهن، الگر و فل[1]، ۲۰۰۸). طراحی مکانیزم بازی نبرد نورون‌ها بر پایه این موضوع که اکثر بازیکنان با بازی‌های ساده دوبعدی تیراندازی آشنایی دارند صورت پذیرفته است. محیط بازی یک فضای دو بعدی فانتزی ساده است که بازیکنان می‌توانند در آن حرکت کنند و پشت موانع موجود در محیط پناه بگیرند. دراین بازی، دو بازیکن در نقش یک کاراکتر دوبعدی فانتزی وارد محیط بازی می‌شوند که می‌توانند توسط اسلحه‌ای که در دست دارند به سمت حریف خود شلیک کنند. عمل حرکت کردن در محیط بازی و شلیک گلوله توسط صفحه کلید رایانه و کلیدهای مرسوم در بازی‌های رایانه‌ای انجام می‌شود.۲ هر کاراکتر میزان مشخصی سلامتی دارد که بالای سر او نمایش داده می‌شود و در اثر برخورد گلوله مقداری از سلامتی او کاسته می‌شود. پس از اصابت تعداد مشخصی گلوله، کاراکتر به درون دریاچه واقع در پایین محیط بازی سقوط می‌کند و جان خود را از دست می‌دهد و سپس در محل شروع بازی با سلامتی کامل، مجدداً به بازی بازمی‌گردد. هر بازیکنی که بتواند حریف خود را به درون آب بیاندازد و در واقع او را بکشد، یک امتیاز کسب می‌کند. اگر بازیکنی در اثر اشتباه خودش به درون آب بیافتاد، جان خود را از دست می‌دهد و حریف او یک امتیاز می‌گیرد. امتیاز بازیکنان در سمت چپ و راست بالای صفحه نمایش نشان داده شده‌اند که عدد سمت چپ صفحه نمایش مربوط به امتیاز بازیکن آزمون‌دهنده و عدد سمت راست صفحه نمایش مربوط به امتیاز بازیکن دیگر است. در سمت چپ و بالای تصویر نیز یک نشانگر برای نمایش دادن کیفیت سیگنال دریافتی از دستگاه EEG وجود دارد که تلاش شده در محلی قرار گیرد که موجب اخلال در رابط کاربری نشود. در این نشانگر، رنگ سبز به معنای ارتباط مناسب، رنگ زرد به معنای در حال برقراری ارتباط و رنگ قرمز به معنای قطع ارتباط است. به منظور جلوگیری از تحرکات بصری غیرضروری در محیط بازی از قرار دادن زمان‌سنج در رابط کاربری خودداری شده است. شکل صحنه‌ای از بازی نبرد نورون‌ها را نشان می‌دهد. برای بررسی و همچنین ادامه تحقیقات، سورس برنامه بازی نبرد نورون‌ها به صورت رایگان در تارنمای آزمایشگاه واقعیت افزوده شناختی به آدرس www.carlab.ir قابل دسترس است.

1. Cohen, Elger & Fell

شکل۳. تصویری از بازی نبرد نورون‌ها

یافته‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در هر سناریو و در مدت زمان یک دقیقه که در جدول قابل مشاهده است، شامل موارد زیر هستند:

میانگین میزان تمرکز بازیکنان در بازه عددی ۱ تا ۱۰۰(بازه خروجی دستگاه NeuroSky MindWave). این عدد نشان‌دهنده تمرکز و تلاش ذهنی افراد درطول بازی است.

برای تحلیل نتایج، از آزمون تحلیل واریانس مختلط میان داده‌های پایه و داده‌های حالت تقویت در هر سناریو و همچنین میان‌داده‌های حالت‌های تقویت منفی، مثبت و رقابتی استفاده شده است. نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها نیز پس از تبدیل به داده عددی به منظور یافتن جذاب‌ترین سناریو با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مختلط و تحلیل عددی، واکاوی شده‌اند.

همان‌طور که در جدول شماره ۱ ملاحظه می‌شود میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش درج گردیده است، به نحوی که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها تغییر پیدا کرده است. برای بررسی فرضیه پژوهش حاضر از آزمون تحلیل واریانس مختلط استفاده شد. به همین منظور ابتدا پیش‌فرض همسانی کوواریانس‌ها با استفاده از آزمون کرویت ماخلی بررسی شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ درج شده است. همان‌طور که نتایج جدول شماره ۲ نشان می‌دهد فرض همسانی کوواریانس درون‌خانه‌ای رعایت نشده است $P < ۰/۰۰۵$ بنابراین از آزمون گریس هاوس- گیسر استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۳ گزارش شده است.

جدول۱. آمار توصیفی(میانگین و انحراف معیار) متغیرهای پژوهش انحراف معیار ± میانگین

گروه	تمرکز در حالت پایه	تمرکز در حالت تقویت	امتیاز بازیکن در حالت پایه	امتیاز بازیکن در حالت تقویت	نمره حضور اجتماعی	نمره درک رقابت
تقویت منفی	۵۴/۱۳±۴/۴۱	۵۷/۸۴±۴/۹۰	۶±۱/۸۵	۷±۱/۴۸	۳/۶۳±۰/۶۳	۴/۶۵±۱/۷۸
تقویت مثبت	۵۹/۸۸±۵/۱۱	۶۲/۱۳±۳/۹۰	۵±۱/۳۸	۷±۱/۰۹	۴/۴۵±۱/۳۸	۴/۲۱±۱/۲۳
تقویت‌رقابتی	۵۵/۳۱±۴/۹۸	۶۴/۱۲±۵/۰۵	۷±۱/۱۱	۱۲±۱/۳۲	۴/۷۵±۱/۱۱	۴/۳۱±۱/۶۵

جدول۲. آزمون کرویت ماخلی

	آزمون ماخلی	مجذور کای	درجه آزادی	P	کمترین میزان		
گروه					گرین هوس گیسر	هیون-فلد	کرانه پایین
عامل	۰/۴۷۱	۷۸/۱۳	۵	۰/۰۰۱	۰/۹۲۳	۰/۲۶۷	۰/۸۱۲

همان‌طور که از نتایج جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود، اثر اصلی موقعیت ثبت معنی‌دار شده است($F=۶/۸۷, P< ۰/۰۰۱$). اثر اصلی باند فرکانسی($F=۴۱۰/۱۹, P< ۰/۰۰۱$) و اثر تعاملی باند فرکانسی در سه موقعیت ثبت نیز معنی‌دار شده است($F=۱۷/۷۷, P< ۰/۰۰۱$). به منظور شناسایی این تغییرات از آزمون مقایسه‌های زوجی بین سه موقعیت مختلف استفاده شد. تحلیل داده‌های تمرکز تقویتی هر گروه نسبت به سطح تمرکز پایه در آن گروه مشخص نمود که در گروه تقویت منفی تفاوت معنادار آماری میان تمرکز در حالت پایه و تمرکز در حالت تقویت منفی وجود دارد، که نشان می‌دهد بازیکنان در حالت تقویت منفی نسبت به حالت پایه خود، توانسته‌اند تمرکز خود را در سطح بالاتری حفظ کنند. در گروه تقویت مثبت تفاوت معنادار آماری میان تمرکز در حالت پایه و تمرکز در حالت تقویت مثبت مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد بازیکنان در حالت پایه نسبت به حالت تقویت مثبت تمرکز بهتری داشته‌اند. در گروه تقویت رقابتی تفاوت معنادار آماری میان تمرکز در حالت پایه و تمرکز در حالت تقویت رقابتی وجود دارد که نشان می‌دهد بازیکنان در حالت تقویت رقابتی نسبت به حالت پایه از تمرکز بالاتری برخوردار بوده‌اند. مقایسه آماری میان داده‌های تمرکز در هر سه حالت تقویت منفی، تقویت مثبت و تقویت رقابتی نیز حاکی از اختلاف معنادار آماری است و نشان می‌دهد که از میان این سه گروه تقویت، سطح تمرکز بازیکنان در گروه تقویت رقابتی بالاتر از سطح تمرکز در دو گروه دیگر است.

جدول۳. نتایج تاثیرات درون آزمودنی گرین هاوس- گیسر

متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور ضریب اتا
اثراصلی موقعیت ثبت	۴۲/۱۷	۲/۵۶	۳۱/۳۳	۶/۸۷	۰/۰۰۱	۰/۰۹
خطا	۶۲۳/۱۴	۶۳۴/۱۳	۴/۵۸			
اثراصلی باندفرکانسی	۶۱۴۳/۳۳	۲	۷۲۳/۵۲	۴۱۰/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۳۲
خطا	۶۲۳/۸۷	۹۳	۴/۱۲			
اثرتعاملی موقعیت ثبت و باند فرکانسی	۳۷۱/۶۵	۵/۷۵	۴۱/۵۷	۱۷/۷۷	۰/۰۰۱	۰/۴۵
خطا	۵۹۵/۱۳	۳۰۱/۷۲	۳/۳۷			

جدول۴. نتایج آزمون مقایسه زوجیP

متغیر	گروه		تفاوت میانگین	خطای استاندارد	
	تقویت منفی	تقویت مثبت	۳/۶۷	۰/۱۴	۰/۰۰۱
	تقویت منفی	تقویت رقابتی	۲/۶۹	۰/۱۳	۰/۰۰۱
	تقویت مثبت	تقویت رقابتی	۲/۷۵	۰/۷۷	۰/۰۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

همچنان که استفاده از برنامه‌های مبتنی بر رابط مغز-رایانه گسترده‌تر می‌شود، این برنامه‌ها از ابزاری تحقیقاتی صرفاً در علوم پزشکی به مکمل‌هایی با ارزش در سایر حوزه‌ها بدل می‌شوند. پژوهش‌ها در زمینه بازی‌های رایانه‌ای آموزش محور مبتنی بر رابط-مغز رایانه به شکلی پیوسته در حال رشد است. همچنین روند رو به رشد و مثبت تحقیق و توسعه در زمینه سامانه‌های BCI قابل حمل، فرصت‌های جدیدی را در اختیار پژوهشگران و توسعه‌دهندگان قرار داده است تا بتوانند با سرعت بیشتری به مطالعه و پژوهش در زمینه بازی‌های رایانه‌ای آموزشی مبتنی بر رابط مغز-رایانه بپردازند(هوانگ، کیم، چوی و ایم[1]، ۲۰۱۳). یافته‌های این مقاله نه تنها نشان داد که تغییرات ساده و اصولی در جریان و سناریو بازی رایانه‌ای می‌تواند سبب بهبود فرآیند آموزش تمرکز شود بلکه از تحلیل داده‌های کیفی حاصل از تجربه کاربری در آزمایش می‌توان دریافت که با تغییر در سناریو بازی‌های رایانه‌ای می‌توان به جذابیت و تعاملی مثبت دست یافت تا از این طریق بتوان با غوطه‌ور کردن هرچه بیشتر بازیکن در جریان بازی، حداکثر بازده از یک سامانه آموزشی را دریافت کرد. در راستای آزمودن فرضیات این پژوهش، یک مطالعه کاربری صورت پذیرفت؛ در این مطالعه یک بازی رایانه‌ای چندنفره مبتنی بر رابط مغز-رایانه ساخته شد و سناریوهای طراحی شده در این بازی شامل استفاده از تقویت منفی، تقویت مثبت و تقویت رقابتی بود تا از این طریق فرآیند آموزش تمرکز غنی‌سازی گردد. فرضیه اول در این پژوهش بیان می‌کند که آموزش تمرکز با استفاده از رابط مغز-رایانه به دلیل ایجاد بستری برای تعامل افراد با ریتم‌های ذهنی خود به صورت بازخوردهای دیداری، شنیداری و یا حرکتی، کاربران را در کنترل و هدایت توانایی‌های مغزیشان از جمله تمرکز یاری می‌رساند و سبب افزایش موثر سطح تمرکز می‌گردد؛ از تحلیل داده‌های به دست آمده در آزمایش مشخص شد که سناریو تقویت منفی مثمر به ثمر واقع شده و توانسته است موجب افزایش مؤثر سطح تمرکز در افراد شود. این امر همسو با تحقیقات راینشلوسل و مندریک است که بیان می‌کنند تقویت منفی عبارت است از هر نوع دست‌آورد یا نتیجه‌ای که انگیزه پرهیز از آن سبب افزایش تعداد دفعات تکرار یک رفتار شود(راینشلوسل و مندریک[2]، ۲۰۱۶). همچنین از تحلیل داده‌های به دست آمده در آزمایش این گونه

1. Hwang, Kim, Choi, & Im

2. Reinschluessel & Mandryk

برمی‌آید که سناریو تقویت مثبت سبب بالا رفتن سطح تمرکز در آزمون‌دهندگان شده است که تاکییدی بر نتایج مطالعات سینیاتچکین و همکارانش است. آن‌ها بیان می‌کنند که تقویت مثبت عبارت است از هر نوع پاداش یا دست‌آوردی که موجب شود دفعات تکرار یک رفتار افزایش یابد و تشویق کاربران، بخصوص هنگام کار با کودکان در ترغیب آن‌ها بسیار مهم است(سینیاتچکین، کراپ و گربر[1]، ۲۰۰۰).

انسان‌ها دائماً در حال مقایسه خود با دیگران هستند؛ این یک حقیقت و امر مسلم در ذات انسان است که نمی‌توان آن را انکار کرد. قیاس کردن راهی است برای تشخیص کیفیت انجام یک عمل و این مسئله به خوبی در بحث رقابت، نمود پیدا می‌کند. در تقویت رقابتی مشابه با تقویت مثبت، فرد به ازای انجام یک رفتار مشخص پاداش دریافت می‌کند با این تفاوت که جنس پاداش از نوع پیشی‌گرفتن از رقیب و یا به عبارت دیگر تضعیف حریف است و نه پاداش مستقیم به خود فرد. از این رو شرکت-کنندگان در گروه تقویت رقابتی به منظور به دست آوردن موفقیت بیشتر در بازی توانسته‌اند تمرکز خود را در سطح بالاتری نسبت به دو گروه دیگر و همچنین نسبت به سطح تمرکز پایه خودشان، حفظ کنند که این امر هم راستا با تحقیقات سخاوت است که بیان می‌کند استفاده از محرک‌های تقویت رقابتی می‌تواند موجب افزایش بیشتر و مؤثرتر سطح تمرکز نسبت به سایر روش‌های تقویتی در خلال بازی شود(سخاوت، ۲۰۱۹). از تحلیل داده‌های حاصل از پرسشنامه تجربه کاربری در خصوص درک رقابت و حضور اجتماعی می‌توان دریافت که سناریوها در بحث تجربه کاربری و درگیر کردن مخاطب با جریان سناریو و ایجاد تعامل، توانسته‌اند عملکرد خوبی از خود نشان دهند. این امر به خوبی نشان می‌دهد که همانند تحقیقات پیشین در این زمینه(گرین و باوالیر، ۲۰۰۳) سناریوهای مجازی مبتنی بر بازی‌های رایانه‌ای می‌توانند گزینه‌ای مناسب برای آموزش و تقویت تمرکز باشند؛ زیرا علاوه بر امکان شخصی سازی روند آموزش، می‌توان مخاطب را به صورت حداکثری در جریان آموزش یا همان بازی غوطه‌ور ساخت و بدین ترتیب بازده آموزش را بالا برد. محققان، استفاده از هر حالت تقویتی را نسبت به شخصیت افراد متفاوت دانسته‌اند؛ برای مثال، بادی و همکارانش برای شخصیت‌های برون‌گرا تقویت مثبت، و برای شخصیت‌های درون‌گرا تقویت منفی را پیشنهاد داده‌اند(بادی، کارور و رولی[2]، ۱۹۸۶) که این مسئله در کنار یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند زمینه تحقیقات بیشتر در خصوص تأثیر روش‌های تقویتی بر تیپ‌های مختلف شخصیتی باشد.

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود از جمله اینکه صرفا از آزمودنی‌های مذکر استفاده شده است و همچنین مطالعه حاضر فاقد دوره پیگیری بود. پیشنهاد می‌گردد که مطالعات آینده از آزمودنی‌های هر دو جنس نمونه‌گیری شود و در صورت امکان دوره‌های پیگیری ۳ماهه یا ۶ماهه در نظر گرفته شود.

1. Siniatchkin, Kropp & Gerber

2. Boddy, Carver, & Rowley

منابع

امینی، م؛ بیات، پ و واعظ‌قاسمی، م.(۱۳۹۶). مروری بر بازی‌های رابط مغز و رایانه: پارادایم‌های کنترلی، رویکردهای ترکیبی و روش‌های طبقه‌بندی. سومین کنفرانس ملی فناوری در مهندسی برق و کامپیوتر.

دهقان، ن؛ فرامرزی، س؛ نادی، م و عارفی، م.(۱۳۹۶) .بررسی اثربخشی بسته آموزشی بازی‌های شناختی بر عملکرد مهارت‌های عصب‌روانشناختی دانش‌آموزان نارساخوان. فصلنامه علمی-پژوهشی عصب‌روانشناسی. سال ۳، شماره ۲(پیاپی ۹).

علی‌یاری، ح؛ صحرایی، ه؛ دلیری، م؛ مینایی، ب؛ کاظمی، م؛ حسینی، س و همکاران.(۱۳۹۶). بررسی شناختی اثرات بازی رایانه‌ای Runner در بازیکنان. سومین کنفرانس ملّی و اولین کنفرانس بین‌المللی بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها. دانشگاه اصفهان.

علی‌یاری، ح؛ صحرایی، ه؛ مینایی، ب؛ دلیری، م؛ کاظمی، م؛ سیدحسینی، س و همکاران.(۱۳۹۶). بررسی شناختی تاثیرات بازی رایانه‌ای پازلی بر حل مسئله و توجه در بازیکنان. نخستین کنفرانس ملی تحقیقات بازی‌های دیجیتال؛ گرایش‌ها، فناوری‌ها و کاربردها.

محمدزاده، الف و خرمی‌بنارکی، الف.(۱۳۹۴). آموزش و توانمندسازی مغز با استفاده از بازی‌های رایانه‌ای: فرصت‌ها و چالش‌ها، واقعیت یا مجاز. اولین کنفرانس ملّی بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها. دانشگاه اصفهان.

مصطفائی، ع؛ اورکی، م و نیک‌نام، الف.(۱۳۹۶). تأثیر بازی‌های توجهی بر خودتنظیمی و کارکرد اجرایی دانش‌آموزان مضطرب. فصلنامه علمی- پژوهشی عصب‌روانشناسی. سال ۴، شماره ۳(پیاپی۱۴).

هاشمیان‌نژاد، ف؛ ویسی، ن؛ شیرکوند، ن و عاشوری، ج.(۱۳۹۴). مقایسه اثربخشی آموزش نوروفیدبک و بازی‌های رایانه‌ای بر توانایی توجه پیوسته و برنامه‌ریزی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال نقص‌توجه. مجله علمی-پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک. سال ۱۸، شماره ۸(پیاپی ۱۰۱)، ۹۲ - ۸۱.

Ahn, M., Lee, M., Choi, J., & Jun, S. C.(2014). A review of brain-computer interface games and an opinion survey from researchers, developers and users. *Sensors*, *14*(8), 14601–14633.

Arns, M., Drinkenburg, W., & Kenemans, J. L.(2012). The effects of QEEG-informed neurofeedback in ADHD: an open-label pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *37*(3), 171–180.

Bakhshayesh, A. R., Hänsch, S., Wyschkon, A., Rezai, M. J., & Esser, G.(2011). Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *20*(9), 481.

Bayliss, J. D.(2003). Use of the evoked potential P3 component for control in a virtual apartment. *IEEE Transactions on Neural Systems and*

Rehabilitation Engineering, *11*(2), 113–116.

Boddy, J., Carver, A., & Rowley, K.(1986). Effects of positive and negative verbal reinforcement on performance as a function of extraversion-introversion: Some tests of Gray's theory. *Personality and Individual Differences*, *7*(1), 81–88.

Chen, J.(2007). Flow in games(and everything else). *Communications of the ACM*, *50*(4), 31–34.

Cohen, M. X., Elger, C. E., & Fell, J.(2008). Oscillatory activity and phase–amplitude coupling in the human medial frontal cortex during decision making. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*(2), 390–402.

Csikszentmihalyi, M.(2014). Toward a psychology of optimal experience. In *Flow and the foundations of positive psychology*(pp. 209–226). Springer.

Csikszentmihalyi, M.(2017). *Finding flow*. Gildan Audio.

Evans, T. M., Kochalka, J., Ngoon, T. J., Wu, S. S., Qin, S., Battista, C., & Menon, V.(2015). Brain structural integrity and intrinsic functional connectivity forecast 6 year longitudinal growth in children's numerical abilities. *Journal of Neuroscience*, *35*(33), 11743–11750.

Fairclough, S. H.(2010). Physiological computing: interfacing with the human nervous system. In *Sensing emotions*(pp. 1–20). Springer.

Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., … Heinrich, H.(2010). Neurofeedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomised controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *19*(9), 715–724.

Green, C. S., & Bavelier, D.(2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, *423*(6939), 534.

Gunkelman, J. D., & Johnstone, J.(2005). Neurofeedback and the brain. *Journal of Adult Development*, *12*(2–3), 93–98.

Heinrich, H., Gevensleben, H., & Strehl, U.(2007). Annotation: Neurofeedback–train your brain to train behaviour. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *48*(1), 3–16.

Hjelm, S. I., & Browall, C.(2000). Brainball-using brain activity for cool competition. In *Proceedings of NordiCHI*(Vol. 7).

Hwang, H.-J., Kim, S., Choi, S., & Im, C.-H.(2013). EEG-based brain-computer interfaces: a thorough literature survey. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *29*(12), 814–826.

IJsselsteijn, W. A., De Kort, Y. A. W., & Poels, K.(2013). The game experience questionnaire.

Martinez, P., Bakardjian, H., & Cichocki, A.(2007). Fully online multicommand brain-computer interface with visual neurofeedback using SSVEP paradigm. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2007*.

Mercado, J., Espinosa-Curiel, I., Escobedo, L., & Tentori, M.(2018). Developing and evaluating a BCI video game for neurofeedback training: the case of autism. *Multimedia Tools and Applications*, 1–38.

Mikołajewska, E., Mikołajewski, D., Komendziński, T., Dreszer-Drogorób, J., Lewandowska, M., & Wolak, T.(2016). Chances for and Limitations of Brain-Computer Interface use in Elderly People. In

Human-Computer Interaction: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications(pp. 1723–1734). IGI Global.

Mühl, C., Gürkök, H., Bos, D. P.-O., Thurlings, M. E., Scherffig, L., Duvinage, M., … Heylen, D.(2010). Bacteria hunt. *Journal on Multimodal User Interfaces*, *4*(1), 11–25.

Nabavi Alagha, F., Naderi, F., Heidari, A. R., Ahadi, H., & Nazari, M. A.(2013). The effectiveness of Neurofeedback training on cognitive function. *Thou Behav Clin Psychol*, *7*(4), 27–36.

Niv, S.(2013). Clinical efficacy and potential mechanisms of neurofeedback. *Personality and Individual Differences*, *54*(6), 676–686.

Pineda, J. A., Silverman, D. S., Vankov, A., & Hestenes, J.(2003). Learning to control brain rhythms: making a brain-computer interface possible. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 11(2), 181–184.

Reinschluessel, A. V, & Mandryk, R. L.(2016). Using Positive or Negative Reinforcement in Neurofeedback Games for Training Self-Regulation. In *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*(pp. 186–198). ACM.

Saari, T., Turpeinen, M., Kuikkaniemi, K., Kosunen, I., & Ravaja, N.(2009). Emotionally adapted games–an example of a first person shooter. In *International Conference on Human-Computer Interaction*(pp. 406–415). Springer.

Salen, K., Tekinbaş, K. S., & Zimmerman, E.(2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.

Sekhavat, Y. A.(2019). Battle of minds: a new interaction approach in BCI games through competitive reinforcement. *Multimedia Tools and Applications*, 1-16.

Siniatchkin, M., Kropp, P., & Gerber, W.-D.(2000). Neurofeedback—The significance of reinforcement and the search for an appropriate strategy for the success of self-regulation. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *25*(3), 167–175.

Song, H., Kim, J., Tenzek, K. E., & Lee, K. M.(2013). The effects of competition and competitiveness upon intrinsic motivation in exergames. *Computers in Human Behavior*, *29*(4), 1702–1708.

Steiner, N. J., Frenette, E. C., Rene, K. M., Brennan, R. T., & Perrin, E. C.(2014). Neurofeedback and cognitive attention training for children with attention-deficit hyperactivity disorder in schools. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, *35*(1), 18–27.

Strobach, T., Frensch, P. A., & Schubert, T.(2012). Video game practice optimizes executive control skills in dual-task and task switching situations. *Acta Psychologica*, *140*(1), 13–24.

Vidal, J. J.(1977). Real-time detection of brain events in EEG. *Proceedings of the IEEE*, *65*(5), 633–641.

Wilkinson, N., Ang, R. P., & Goh, D. H.(2008). Online video game therapy for mental health concerns: a review. *International Journal of Social Psychiatry*, *54*(4), 370–382.