تأثیر بازی‌های رایانه ای بر الگوی امواج مغزی در افراد مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری

یزدان موحدی[1] و حسین ماجدی[2]

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر بازی‌های رایانه‌ای بر الگوی امواج مغزی در افراد مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری بود. روش پژوهش حاضر به‌صورت نیمه آزمایشی بود. جامعهٔ آماری این پژوهش کلیهٔ دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی ریاضی و خواندن مراجعه کننده به مراکز اختلالات یادگیری شهر تبریز در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۸ بود. تعداد ۳۰ دانش‌آموز مبتلا به این ناتوانی‌ها، با دامنه سنی ۱۰ تا ۱۲ سال، به عنوان نمونه، به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش ریاضی و خواندن قرار گرفتند؛ سپس هر دو گروه از نظر امواج آلفا و تتا مورد ارزیابی قرار گرفتند (پیش‌آزمون)، و بعد گروه آزمایش به مدت ۲۰ جلسه۴۵ دقیقه ای، با نسخه فارسی بازی آموزشی SOUND SMART کمپانی BRAIN TRAIN، آموزش‌های مرتبط را دریافت کردند و در پایان هم به منظور ارزیابی تفاوت‌های صورت گرفته، آزمون فوق، مجدداً روی هر دو گروه آزمایش اجرا شد (پس‌آزمون). داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Neuroguid مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل داده‌های پژوهش حاضر نشان داد که بازی‌های رایانه‌ای بر الگوی امواج مغزی بتا و تتا تأثیر معناداری دارد، به نحوی که میزان تتا را کاهش و بتا را افزایش می دهد ($P<۰/۰۱$). نتیجه گرفته می‌شود که برای ارتقای افراد با ناتوانی یادگیری ریاضی و خواندن از بازی‌های رایانه‌ای استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: بازی رایانه‌ای، الگوی امواج مغزی، ناتوانی یادگیری

---

۱ نویسنده مسئول: استادیار علوم اعصاب شناختی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز y.movahedi@tabriziau.ac.ir

۲ کارشناس ارشد طراحی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۱۱/۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۱۲/۴

DOI: 10.22098/JLD.2021.6863.1733

Vol. 10, No.4/144-159 دوره ۱۰، شماره ۱۵۹/۴-۱۴۴

مقدمه

مشکلات ویژۀ یادگیری نوعی ناتوانی مزمن است که رشد کارکردهای اساسی چندگانه شامل کارکردهای تحصیلی، روان‌شناختی و نوروسایکولوژیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نارسایی‌های نوروسایکولوژیکی مواردی چون دقت، توجه دیداری- شنیداری، هماهنگی حرکتی، کارکردهای اجرایی و حافظه غیرکلامی را در بر می‌گیرد و مشکلات تحصیلی درک خواندن، استدلال در ریاضی، حساب و نوشتن را شامل می‌شود. ناتوانی یادگیری نوعی اختلال عصبی است که یک یا چند فرآیند روانی اصلی در یادگیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ناتوانی ممکن است خودش را در یک توانایی ناقص در شنیدن، اندیشیدن، حرف زدن، خواندن، نوشتن، هجی کردن و یا محاسبات ریاضی بروز دهد (لرنر[1]، ۲۰۰۳).

یکی از شاخه‌های اصلی ناتوانی یادگیری، ناتوانی در یادگیری ریاضیات[2] است که به اشکال مختلف، برای مثال دشواری در تعیین اندازه‌ها، نام‌گذاری اعداد ریاضی، شمارش، مقایسه کردن، بازی با اشیا و محاسبات ذهنی و عملی خود را نشان می‌دهد (لیون[3]، ۲۰۰۳؛ به نقل از کوهبنانی و شریفی درآمدی، ۱۳۹۱). این کودکان در یادگیری و یادآوری اعداد مشکل دارند، نمی‌توانند واقعیات پایه مربوط به اعداد را بخاطر بسپارند و در محاسبه کند و غیردقیق هستند. در این اختلال نقایصی در چهار گروه مهارت‌های زبانی، ادراکی، ریاضی و توجهی شناسایی شده‌اند. اصطلاحات دیگری که برای این اختلال به‌کار رفته‌اند عبارتند از: سندرم گرشتمن[4]، محاسبه پریشی[5]، ناتوانی در حساب[6] و اختلال حساب مربوط به رشد[7] (کاپلان و سادوک[8]، ۲۰۰۷). در

[1] Lerner
[2]. dyscalculia
[3]. lyon
[4]. gerstmann syndrome
[5]. dyscalculia
[6]. acalculia
[7]. developmental arithmetic disorder
[8]. Kaplan & Sadock

خصوص تبیین اختلالات یادگیری به صورت عام و اختلال در ریاضیات به صورت خاص نظریه‌های مختلفی از قبیل نظریه‌های ژنتیکی، نظریه‌های زیستی، نظریه‌های رشدی و رسشی، نظریه‌های شناختی و نظریه‌های رفتاری و آموزشی مطرح شده‌اند که هر کدام بر جنبه‌ای خاص از این اختلال متمرکز شده و به تبیین آن می‌پردازند (بارلو و دوراند، ۲۰۱۴؛ مش و وولف[1]، ۲۰۰۸؛ کاپلان و سادوک[2]، ۲۰۰۷؛هالاهان وکافمن[3]، ۲۰۰۱؛ احدی و کاکاوند، ۱۳۸۸).

از طرفی، نارساخوانی بر اساس تعریف انجمن نارساخوانی انگلستان ترکیبی از ناتوانایی‌ها است که فرآیند یادگیری را در یک یا چند زمینه از جمله خواندن، نوشتن و هجی کردن تحت تأثیر قرار می‌دهد (کاسی[4]، ۲۰۱۲). این اختلال ممکن است حوزه‌های دیگری مانند حافظه کوتاه مدت، سرعت پردازش، توالی زبان گفتاری و سایر کارکردهای اجرایی را نیز در بر بگیرد (رید[5]، ۲۰۰۳). بر مبنای مدل تعادل خواندن بیکر[6] (۲۰۰۶)، نارساخوانی ناشی از اختلال در ساختار و کنش نیمکره‌های مغزی است. این رویکرد نارساخوانی را ناشی از نارسایی در یکی از نیمکره‌های مغزی چپ و راست و یا هر دو نیمکره مغزی می‌داند (بیکر، ۲۰۰۶). این مدل بر مبنای دیدگاه نوروسایکولوژیکی بیان می‌کند که مهارت خواندن از ۲ مرحله اصلی تشکیل شده است. مرحله مقدماتی توسط نیمکرهٔ راست صورت می‌گیرد؛ با توجه به کارکرد این نیمکره در تفکر فضایی در ابتدا وظیفهٔ استخراج جنبه‌های دیداری- فضایی کلمه نوشته شده را به عهده دارد. در شروع خواندن مغز باید کلمه نوشته شده را از نظر شکل فضایی تجزیه و تحلیل نماید و سپس این شکل فضایی را با معنای آن درک نماید (بیکر، ۲۰۰۶). به مرور با کسب مهارت در خواندن و خودکار شدن این فرآیند، از اهمیت مرحلهٔ اول کاسته شده، مرحلهٔ دوم خواندن که در آن نیمکرهٔ چپ اهمیت بیشتری دارد آغاز می‌شود که در این مرحله خواندن با سرعت و درک بیش‌تری انجام می

1. Mash & Wolfe
2 Kaplan & Sadouk
3. Hallahan & Kauffman
4. Casey
5. Reid
6. Bekker

Vol. 10, No.4/144-159 دوره ۱۰، شماره ۱۵۹/۴-۱۴۴

گیرد. بر مبنای این مدل مهارت خواندن فرآیند پیچیده‌ای است که لازمهٔ آن انتقال کار از نیمکرهٔ راست به نیمکرهٔ چپ است. به عبارتی گذر از مراحل خواندن ابتدایی به خواندن پیشرفته و پیچیده هم زمان با فعالیت بارز نیمکرهٔ راست به چپ است. در کودکانی که این انتقال صورت نمی‌گیرد یا سریع‌تر از زمان خود بروز می‌کند، باعث مشکلاتی در حوزهٔ یادگیری می‌شود (بوچان[1]، ۲۰۰۹). بنابراین، اختلالات ادراکی شکل ابتدایی خواندن و اختلالات زبان‌شناختی، شکل پیچیدهٔ خواندن را مخدوش می‌سازند (بیکر، ۲۰۰۴). به اعتقاد بیکر، مغز این آمادگی را دارد که از طریق تحریک‌های حاصله از محیط‌های یادگیری، تغییر یابد. لذا با تحریک نیمکرهٔ راست می‌توان عملکرد خواندن کودکان نارساخوان نوع زبان شناختی را بهبود بخشید. بر مبنای مدل تعادل خواندن، کودکان نارساخوان نوع زبان شناختی از کنش نیمکرهٔ راست بهرهٔ کمی برده‌اند (بیکر، ۲۰۰۴).

از طرف دیگر، مطالعات الکتروآنسفالوگرافی نشان می‌دهد که در کودکان مبتلا به اختلالات یادگیری تغییراتی در الگوی امواج مغزی وجود دارد، مانند افزایش در قدرت مطلق باند دلتا و تتا. کاهش فعالیت در آلفای کودکانی که در خواندن و ریاضیات مشکل دارند فعالیت دلتای بیشتری در مناطق پیشانی- آهیانه‌ای دارند. زمانی که اختلال یادگیری با عقب ماندگی ذهنی همراه باشد، تغییرات بیشتر برجسته می شوند، نسبت به زمانی که در اختلالات یادگیری عقب‌ماندگی ذهنی وجود نداشته باشد. تغییرات موجود در qEEG افراد مبتلا به اختلالات یادگیری توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (لینو[2]، ۲۰۰۶).

EEG کامپیوتری زمینه را برای پیدایش الکتروآنسفالوگرافی کمی فراهم ساخت. وقتی یک گروه از نورون‌ها همزمان با هم شلیک می‌کنند اثری موجی شکل ایجاد می‌شود که موج مغزی نامیده می‌شود. این امواج ناشی از فعالیت‌های الکتروشیمیایی مغز توسط پزشکان و سایر متخصصان به شکل qEEG اندازه‌گیری و مطالعه شده است. اگرچه هم الکتروآنسفالوگرافی و هم

[1] Buchan
[2]. Lino

الکتروآنسفالوگرافی کمی در مستند کردن دلایل اصلی نقایص نوروسایکولوژیکی در اختلالات عصبی- رشدی صددرصد نیستند، اما پژوهش‌هایی وجود دارند که استفاده از ابزار qEEG در تشخیص و افتراق انواع اختلالات حمایت می‌کنند (مک کارتی[1]، ۲۰۰۱). به علاوه در سنجش qEEG نسبت امواج خاصی در ارتباط با دیگر موج‌ها برای مشخص کردن میزان درگیر شدن کرتکس در انجام فعالیت‌های خواسته شده از آزمودنی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال نسبت تتا به بتا مقیاس اندازه‌گیری فعالیت امواج آهسته در مقایسه با امواج سریع است. از نظر تاریخی، از نسبت تتا به بتا استفاده شده است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در qEEG افراد مبتلا به اختلالات عصبی- رشدی تغییراتی دیده می‌شود و نسبت تتا به بتای آن‌ها بالاتر از افراد غیر مبتلا است (لوبار[2]، ۲۰۰۴).

در دهه‌های اخیر، علاقه‌ی روزافزون به استفاده از رایانه در زمینه مشکلات شناختی مشاهده می-شود که این امر موجب گسترش برنامه‌های آموزشی شناختی بر اساس رایانه‌ها شده است؛ به طوری‌که این برنامه‌ها قابلیت تنظیم سطح دشواری تکلیف از ساده به مشکل را بر اساس تفاوت های فردی دارند و چالش‌های شناختی مداومی را برای فرد ایجاد می‌کنند (گاتیان و گارولرا[3]، ۲۰۱۲). در واقع بازی‌های رایانه‌ای شناختی به آموزش‌هایی اطلاق می‌شوند که مبتنی بر یافته‌های علوم شناختی هستند، ولی به شکل بازی (عموما بازی‌های کامپیوتری) سعی می‌کنند عملکردهای شناختی (دقت، توجه، ادراک دیداری- فضایی، تمیز شنیداری، انواع حافظه مخصوصا حافظهٔ کاری و سایر کارکردهای اجرایی) را بهبود بخشیده یا ارتقا دهند که همهٔ این موارد بر اصل نوروپلاستیسیتی[4] یا همان انعطاف‌پذیری مغز اشاره دارد (تورل و کلینگبرگ[5]، ۲۰۰۹). اوون،هامشیر و گراهام[6] (۲۰۱۰) توانبخشی مبتنی بر بازی‌های رایانه‌ای را روشی می‌دانند که از

[1] McCarthy
[2]. Lubar
[3]. Gatian & Garolera
[4]. neuroplasticity
[5]. Thorell & Klingberg
[6]. Owen, Hamshir & Graham

Vol. 10, No.4/144-159 دوره ۱۰، شماره ۱۵۹/۴-۱۴۴

ادغام علوم اعصاب شناختی با فناوری‌های اطلاعات به‌وجود آمده و برای ارتقای توانمندی‌های مغز در زمینهٔ کارکردهای نوروسایکولوژیک از جمله ادراک، توجه، هوشیاری، حافظه و ... استفاده می‌شود (رجبیان ده زیره، درتاج، مقامی و نامور، ۱۴۰۰). علاوه بر تمام موارد ذکر شده تحقیقات زیادی ثابت کرده‌اند که یکی از مشکلات کودکان دارای انواع اختلالات یادگیری، کاهش انگیزه این کودکان برای پرداختن به تکالیف درسی و فراگیری آنها است؛ که استفاده از کامپیوتر و آموزش به کودک از طریق بازی‌های کامپیوتری می‌تواند تا حد زیادی به حل این مشکل کمک نماید. برنامه‌های آموزشی گوناگونی هم جهت بهبود این کارکردها تدوین شده و اثربخشی آنها در پژوهش‌های مختلف به تأیید رسیده است. با توجه به مبانی نظری و پیشینه ذکر شده، هدف از انجام پژوهش حاضر، پاسخ به این سؤال است که آیا به‌کارگیری بازی‌های رایانه‌ای باعث تغییر الگوی امواج مغزی آلفا و تتا در افراد مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی و خواندن می‌شود؟

روش

این پژوهش با توجه به اهداف، فرضیه‌ها و با توجه به شیوهٔ جمع‌آوری داده‌ها، از نوع نیمه‌آزمایشی با پیش‌آزمون، پس‌آزمون و گروه کنترل بود.

جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری: جامعهٔ آماری پژوهش حاضر شامل کلیهٔ دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۲ ساله‌ی دارای ناتوانی یادگیری ریاضی و خواندن مراجعه کننده به مراکز اختلالات یادگیری شهر تبریز در سال تحصیلی ۹۷- ۱۳۹۸ بودند. نمونهٔ پژوهش حاضر شامل ۴۵ دانش‌آموز دارای ناتوانی یادگیری بود که از بین جامعه ذکر شده، به صورت هدفمند انتخاب شدند. برای انتخاب نمونه، ابتدا به اداره آموزش و پرورش استثنایی شهر تبریز مراجعه نموده و از بین مراکز پنچگانه، سه مرکز (ملاصدرا، بهیاد و تلاش) انتخاب شدند و در این مراکز توسط مدیران مربوطه به اولیای دانش‌آموزان فراخوان داده شد که در صورت تمایل در این پژوهش ثبت نام نمایند، سپس بعد از

مراجعه افراد به صورت تصادفی ۴۵ نفر انتخاب انتخاب شدند؛ در گام بعدی نمونه انتخاب شده به صورت تصادفی در ۲ گروه آزمایش و ۱ گروه کنترل قرار گرفتند (هر گروه ۱۵ نفر). به نحوی که یک گروه ۱۵ نفره شامل افراد مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی و ۱۵ نفر شامل افراد مبتلا به ناتوانی یادگیری خواندن و ۱۵ نفر نیز گروه کنترل بود.

ملاک‌های ورود شامل دارا بودن ملاک‌های تشخیصی اختلال یادگیری ریاضی و خواندن، بهره هوشی در سطح طبیعی (۹۵-۱۱۰)، سن۱۰-۱۲ سال، تحصیل در پایه‌های تحصیلی سوم، چهارم و پنجم، رشد حرکتی نرمال، عدم وجود اختلالات نورولوژیکی، شنوایی نرمال، بینایی نرمال یا اصلاح شده، عدم وجود اختلالات شناختی و عدم وجود عقب ماندگی ذهنی. ملاک خروج نیز شامل داشتن اختلال‌های همبود از جمله اختلال نوشتن، اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی، سلوک و نافرمانی مقابله‌ای و عدم تمایل آزمودنی برای شرکت در پژوهش بود. جهت جمع آوری داده‌ها از ابزارهای زیر استفاده گردید:

بازی توانبخشی Sound Smart**:** نرم‌افزار آموزشی Sound Smart، یک برنامه‌ی آموزشی جذاب است که توسط کمپانی brain train تولید شده است. فضای این نرم‌افزار همانند بازی‌های کامپیوتری طراحی شده است. این نرم‌افزار از سه بخش اساسی تشکیل شده است که شامل: آموزش و تمرین توجه شنیداری، آموزش و تمرینات ذهنی ریاضی و آموزش و تمرین تمیز شنیداری می‌شود؛ هر کدام از این سه بخش هم قسمت‌های متعددی مثل سرعت، بردباری و ... دارد. به‌طورکلی نرم‌افزاری است که برای تقویت حافظه، توجه، حل مسأله، برنامه‌ریزی و سازماندهی، پردازش دیداری و شنوایی، پردازش‌های زبانی و بسیاری از مهارت‌های دیگر مناسب است (بیرامی، موحدی، عبدیان و اسماعیلی، ۱۳۹۷).

الکتروآنسفالوگرافی کمی(QEEG):امواج مغزی با استفاده از دستگاه ثبت الکتروآنسفالوگراف یا همان EEG با ۶۴ کانال و سیستم آمپلی فایر Nihon Kohden ثبت گردید. الکترودهای مرجع A1 و A2 نیز به گوش‌ها متصل بودند. الکترودها با استفاده از کلاه

Vol. 10, No.4/144-159 دوره ۱۰، شماره ۱۵۹/۴-۱۴۴

مخصوص بر اساس سیستم بین المللی ۱۰/۲۰ بر روی سر جاگذاری شدند. ثبت امواج با استفاده از sampling rate حدود ۵۰۰ هرتز و با دامنه فرکانسی ۰/۱ الی ۴۰ هرتز صورت گرفت. فعالیت مغزی هر یک از آزمودنی‌ها، به مدت ۱۰ دقیقه با چشمان باز در حالت آرامش ثبت گردید. پس از ثبت امواج، اطلاعات حاصل جهت تحلیل کمی با استفاده از نرم‌افزار Neuroguid و با استفاده از سیستم تبدیل فوریه FFT به داده‌های کمی تبدیل شدند. ابتدا آرتیفکت‌های امواج ثبت شده بر اساس قضاوت دیداری تا حد امکان حذف گردیده و تلاش شد حداقل تراسه ای حدود ۱۲۰ ثانیه امواج عاری از آرتیفکت جهت تحلیل در اختیار باشد. در نهایت بر اساس تحلیل صورت گرفته با استفاده از نرم‌افزار Neuro Guid، و با توجه به پیشینه پژوهشی بتا و تتا برای هر یک از الکترود Fz محاسبه گردید.

روش اجرا: داده‌های به‌دست آمده از پژوهش حاضر با استفاده از روش‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی شامل تحلیل کوواریانس چند متغیره با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و همچنین نرم‌افزار Neuroguid تجزیه و تحلیل شدند. همچنین در این پژوهش معیارهای ورود شامل، کسب رضایت والدین، توضیح نحوه اجرا، مدت زمان لازم برای اجرا و دلیل و چگونگی اجرای نرم‌افزار مربوطه، اطمینان دهی به والدین که این آزمون‌ها و نرم‌افزارها در عملکرد فرزندانشان هیچ گونه تأثیر منفی ندارد، اطمینان دهی به مسئولین سازمان کودکان استثنایی و مرکز اختلالات یادگیری جهت در دسترس قرار دادن نتایج حاصل از پژوهش، اجازه انصراف و ترک از شرکت در روند پژوهش در صورت تمایل خود کودک یا والدین او بود.

نتایج

اطلاعات توصیفی در جدول ۱ درج گردیده است.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی الکتروآنسفالوگرافی کمی بتا و تتا (میانگین و انحراف استاندارد) در افراد مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی وخواندن

متغیرها	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		
	گروه ریاضی M ± SD	گروه خواندن M ± SD	گروه کنترل M ± SD	گروه ریاضی M ± SD	گروه خواندن M ± SD	گروه کنترل M ± SD
FZبتا	۲۱/۸۰±۳/۱۹	۲۳/۸۳±۲/۴۵	۲۲/۴۷±۲/۷۱	۲۹/۳۰±۲/۰۹	۲۸/۹۰±۳/۱۷	۲۲/۰۹±۳/۴۵
FZتتا	۶/۱۲±۱/۸۷	۷/۵۹±۱/۳۷	۶/۰۱±۱/۷۶	۴/۶۷±۱/۹۱	۴/۲۱±۱/۸۷	۶/۹۵±۱/۴۶

همان‌گونه که مندرجات جدول ۱ نشان می‌دهد، گروه‌های مورد مطالعه در مرحلهٔ پیش‌آزمون تفاوت‌های چشمگیری با یکدیگر نداشته‌اند. چرا که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها، تقریبا به هم نزدیک بوده است، ولی در مرحله پس‌آزمون گروه‌های آزمایشی، این کمیت‌ها با واریانس بیشتری مواجه شده‌اند به نحوی که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها تغییر پیدا کرده است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش، از روش تحلیل کواریانس چند متغیره استفاده شده است. از این آزمون به منظور کنترل اثر پیش آزمون استفاده می شود؛ برای استفاده از آزمون تحلیل کواریانس چندمتغیره باید، حداقل سه پیش فرض محقق شود؛ از آنجا که مهمترین پیش فرض‌ها، پیش‌فرض همگنی ماتریس کواریانس، پیش فرض همگنی واریانس خطا و پیش‌فرض همبستگی متعارف یا کرویت بارتلت است، در ادامه به بررسی این سه پیش‌فرض پرداخته شده و جداول مربوط به هر پیش‌فرض ارائه می‌شود.

جدول ۲.آزمون ام باکس برای پیش فرض همگنی ماتریس کوواریانس

متغیر	MBox	DF1	DF2	F	P
امواج مغزی	۱/۶۱	۶	۴۸۲۳۴/۲۱	۰/۳۱۲	۰/۷۶

از آزمون باکس برای بررسی همگنی ماتریس کوواریانس استفاده شد؛ همان‌گونه که مندرجات جدول ۲ نشان می‌دهد، همبستگی موجود بین متغیرهای مورد مطالعه همگن است؛ چراکه F مشاهده شده مربوط به این آزمون در سطح $p<۰/۰۵$ از نظر آماری معنادار نیست؛

Vol. 10, No.4/144-159 دوره ۱۰، شماره ۱۵۹/۴-۱۴۴

بنابراین، پیش‌فرض همگنی ماتریس کوواریانس محقق شده است.

از آزمون لون جهت بررسی مفروضه یکسانی واریانس خطا استفاده شد که نتایج نشان داد واریانس خطای الگوی امواج مغزی در گروه‌های مورد مطالعه همگن است، چرا که F مشاهده شده مربوط به این آزمون، در متغیرهای مورد مطالعه، در سطح p<۰/۰۵ از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین، پیش فرض همگنی واریانس خطا نیز محقق شده است.

برای بررسی پیش فرض همبستگی متعارف بین متغیرهای وابسته از آزمون کرویت بارتلت استفاده شد که نتایج نشان می‌دهد بین این متغیرها همبستگی متعارف وجود دارد و این متغیرها به صورت ترکیبی یک متغیر وزنی جدید به‌وجود آورده‌اند؛ چراکه شاخص بارتلت (χ =۸۴/۲۹) محاسبه شده و در سطح p<۰/۰۵ از نظر آماری معنادار است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای اثر اصلی متغیر گروه بر الگوی امواج مغزی

نام آزمون	Value	F	P
اثر پیلایی	۰/۵۶۰	۳/۴۸	۰/۰۰۱
لامبدای ویلکز	۰/۴۴۰	۳/۴۸	۰/۰۰۱
اثر هتلینگ	۷/۲۷	۳/۴۸	۰/۰۰۱
بزرگترین ریشه ی خطا	۱۱/۲۷	۳/۴۸	۰/۰۰۱

همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می شود سطوح معناداری آزمون‌ها قابلیت استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانوا) را مجاز می‌شمارند (P< ۰/۰۰۱). به نحوی که نمره گزارش شده برای اثر پیلایی (۰/۵۶۰)، لامبدای ویلکز(۰/۴۴۰)، اثر هتلینگ (۷/۲۷)و بزرگترین ریشه روی (۱۱/۲۷) است.

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره با هدف تعیین تفاوت بین سه گروه در امواج بتا و تتا

منبع پراکندگی	Variable	SS	DF	MS	F	P
گروه	بتا	۳۷۶/۹۴	۲	۳۷۶/۹۴	۷۱/۱۹	۰/۰۰۱
	تتا	۷۳۴/۵۶	۲	۷۳۴/۵۶	۴۱/۵۶	۰/۰۰۱

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می شود بین افراد تفاوتی معناداری وجود دارد به نحوی که بازی‌های رایانه‌ای باعث افزایش بتا و کاهش تتا در افراد مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی و خواندن می‌شود و در سطح P<۰/۰۰۱ تفاوت معناداری وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین افراد مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی و خواندن از لحاظ الگوی امواج مغزی تفاوت معناداری وجود دارد. بنابراین، بازی‌های رایانه ای باعث بهبود الگوی امواج مغزی شده است که با یافته‌های راجر[1] (۱۹۹۱)،هارمونی[2] (۱۹۹۵)، سیدمن، والرا و ماکریس[3] (۲۰۰۵)، بری، کراک و جانستون[4] (۲۰۰۳)، لوبار (۲۰۰۴)، برسنهان و بری[5]، (۲۰۰۲)، آرنس، درینبرگ و کیمنز[6] (۲۰۰۸)، هیوود و بیل[7] (۲۰۰۳) همخوان است.

مطالعهٔ راجر و همکاران (۱۹۹۱) افزایش آلفا و کاهش بتا را در کودکانی که اختلال هجی دارند نشان داد. همچنین فعالیت در QEEG بین گیجگاهی و آهیانه- پس سری افزایش یافته بود. مطالعه‌هارمونی و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که افزایش دلتا در مناطق پیشانی- گیجگاهی و کاهش باند فرکانسی آلفا نشان داده شده بود. ماتس (۱۹۸۰) معتقد است که ناحیه‌هایی در لب پیشانی اغلب با تکانشوری، حواس پرتی و بیش‌فعالی رابطه دارند (به نقل از فوستر، ۱۹۸۹). برای چنین فرضیه‌هایی تدریجا از طریق مطالعات تصویرسازی مغزی حمایت‌هایی به دست آمده است (سیدمن، والرا و ماکریس، ۲۰۰۵).

مطالعاتی که از تکنیک qEEG در تشخیص ناتوانی‌های یادگیری استفاده می‌کنند اجماعا

[1] Roger
[2] Harmony
[3] Seidman, Valera & Makris
[4] Barry, Clarke & Johnstone
[5] Bresnahan & Barry
[6] Arns, Drinkenburg, Kenemans
[7] Heywood & Beale

Vol. 10, No.4/144-159 دوره ۱۰، شماره ۱۵۹/۴-۱۴۴

نیمرخی مجزا نشان داده‌اند که مشخصهٔ آن افزایش فعالیت امواج کند (تتا و دلتا) و کاهش قدرت امواج تند (بتا) است (بری و همکاران، ۲۰۰۳). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در qEEG افراد مبتلا به ADHD تغییراتی دیده می‌شود و نسبت تتا به بتای آنها بالاتر از افراد غیر مبتلا است (لوبار، ۲۰۰۴). یافته‌ها نشان داده‌اند که افزایش فعالیت تتا از کودکی تا بزرگسالی ثابت باقی می‌ماند (برسنهان و بری، ۲۰۰۲). آرنس و همکاران (۲۰۰۸) نشان داده‌اند که بیماران ADHD با افزایش امواج کند مغزی ممکن است شامل دو زیر گروه شوند: یک گروه با کاهش فعالیت آن‌ها که اشتباها به عنوان فعالیت کند دسته‌بندی می‌شوند و گروه دیگر که واقعا فعالیت تتا در آن‌ها افزایش یافته است (و دارای آلفای نرمال هستند). گرچه کاهش در فعالیت موج بتا به صورت میانگین در گروه ADHD دیده می‌شود، اما در حدود ۲۰ درصد از این بیماران قدرت بتا افزایش یافته است (آرنس و همکاران، ۲۰۰۸). در حالی که امواج کند مغزی مانند تتا با میزان عملکرد کرتکس در انجام تکلیف رابطهٔ معکوس دارد، امواج سریع مثل بتا مستقیما با عملکرد کرتکس مرتبط است. در حالت کلی، در ADHD کاهش فعالیت نواحی پیشانی مشخص شده است. افزایش امواج کند مغزی و کاهش فعالیت امواج سریع در نواحی مرکزی و پیشانی احتمالا نشان دهنده کم انگیختگی سیستم عصبی مرکزی است (بری و همکاران، ۲۰۰۳).

در تبیین تأثیر بازی‌های رایانه ای بر الگوی امواج مغزی می‌توان بر مبنای نظریهٔ ازتون[1] (۲۰۱۲) بیان کرد که تمرین رایانه‌ای شناختی موجب تغییرات نوروپلاستیسیتی مغزی می‌شود و رسیدن به توان بالفعل این تغییرات نیازمند گذشت زمان است؛ یعنی علی‌رغم مبحث توجه و برنامه‌ریزی و سازماندهی، توجه و حافظه که بازدهی آن‌ها زودتر به چشم می‌آید، الگوی امواج مغزی نیازمند گذشت زمان هستند. وی همچنین اظهار می‌دارد که بهبود عملکرد تحصیلی باید ۳ تا ۶ ماه پس از تمرین رایانه‌ای نوروسایکولوژیکی انتظار داشت؛ چرا که در طی این زمان دانش‌آموزان فرصت کافی خواهند داشت تا از تحریکات مغزی به‌عمل آمده در زمینه توانمندی‌های نوروسایکولوژیکی

1. Avzton

خود به نحو کامل استفاده کنند.

این یافتهٔ پژوهش حاضر را می‌توان بر اساس فرضیهٔ شکل‌پذیری مغزی تبیین کرد. فرضیهٔ شکل پذیری مغز انسان بیان می‌دارد که اگر مناطق مغزی که در هر اختلال کژکار هستند را به طور مناسب و مکرر تحریک کنیم، می‌توان تغییرات مناسبی را در آن مناطق ایجاد نمود؛ تغییراتی که از نظر طرفداران این دیدگاه نمی‌توانند موقتی باشند؛ چون این گونه تغییرات در ساختار نورون‌های مغزی رخ می‌دهند و پایدار باقی خواهند ماند؛ اما تغییر آنها نیاز به گذشت زمان دارد.

اولین محدودیت پژوهش حاضر این بود که فقط امواج مغزی افراد مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی و نارساخوانی بررسی شده، ولی عملکرد این افراد از نظر تحصیلی و اجتماعی مورد بررسی قرار نگرفته است، همچنین استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج تحقیق را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بالاخره اینکه در این پژوهش به بررسی تأثیرات بلندمدت این آموزش‌ها و ماندگاری این تأثیرات پرداخته نشده است، یا به عبارتی این مطالعه فاقد دوره پیگری است. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی یک مطالعهٔ پیگیرانه به فاصله ۳ تا ۶ ماه از تأثیرات این آموزش‌ها صورت بگیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود اثربخشی این روش بر بهبود سایر اختلالاتی که به نوعی کارکردهای اجرایی در آن‌ها دخیل هستند (مثل ADHD) مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

احدی، حسن؛ کاکاوند، علیرضا (۱۳۸۸). *اختلال‌های یادگیری. از نظریه تا عمل*. تهران: انتشارات ارسباران.

رجبیان ده زیره، مریم؛ درتاج، فریبا؛ مقامی، حمید رضا و نامور، کلثوم. (۱۴۰۰). تأثیر شبیه‌سازی‌های آموزشی مبتنی بر رایانه بر هدف‌گرایی تحصیلی و عملکرد یادگیری دانش‌آموزان. مجله‌ی *روان شناسی مدرسه، ۱۰(۱)، ۱۳۰-۱۰۴.*

کاپلان، بنجامین و سادوک، ویرجینیا. (۲۰۰۷). *خلاصه روان پزشکی*، ویراست ۳، تهران، انتشارات ارجمند.

مش، اریک و وولف، دیوید (۲۰۰۸). *روان‌شناسی مرضی کودک*، ترجمه محمد مظفری مکی آبادی و اصغر فروع الدین عدل (۱۳۹۱). تهران: انتشارات رشد.

کوهبنانی، سکینه و شریفی درآمدی، پرویز (۱۳۹۱). اثربخشی برنامه رایانه یار حافظه کاری بر بهبود کنش‌های اجرایی دانش‌آموزان ناشنوا. *مجله روان‌شناسی تحولی: روان‌شناسان ایرانی*، ۱۰(۳۷)، ۶۰-۵۱.

بیرامی، منصور؛ موحدی، یزدان؛ عبدیان، هاشم و اسماعیلی، سودابه (۱۳۹۷). تأثیر توانبخشی نوروسایکولوژیکی از طریق نرم‌افزار بر عملکرد توجه مستمر در دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری خواندن. عصب روان‌شناسی، ۱ (۱۲) ، ۱۵۲-۱۴۱.

Abdi, A., Arabani Dana, A., Hatami, J., Parand, A. (2014).The Effect of cognitive computer games on working memory, attention and cognitive flexibility in students with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Exceptional Children*, 14(1), 20-33.

Ahadi, H., Kakavand, A. (2009).*Learning Disabilities. From theory to practice.* Tehran: Arasbaran Publications. (Persian).

Arns, M., Drinkenburg, W., Kenemans, J. L. (2008). The effects QEEG Informed Neurofeedback in ADHD: An Open-Label Pilot Study. *Journal of Applied Psychophysiology Biofeedback*, 37(3), 171- 180.

Avzton, S. (2012). *Effect of neuroscience based cognitive skill training on growth of cognitive deficits associated with learning disabilities in children grades*. Minneapolis: College of education, Walden University.

Bakker, D. J. (2006).*Treatment of Developmental dyslexia: A Review. Pediatric Rehabilitation*, in press.

Bakker, D. J. (2004). Neurofeedback Training with Virtual Reality for Inattention and Impulsiveness, *Journal of Psychological Behavorl*, 7(5), 519-526.

Barlow, D. H., & Durand, M. V. (2014). *Abnormal Psychology: an integrative approach*, seventh edition.

Barry, R. J., Clarke, A. R., & Johnstone, S. J .(2003). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder. I . Qualitative and quantitative electroencephalography. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 114 (9),171-183.

Beyrami, M., Movahedi, Y., Abdian, H., Ismaili, S. (2018). The effect of neuropsychological rehabilitation through software on continuous attention performance in students with learning disabilities. *Psychology of the fourth year of spring*, 1 (12), 141-152.

Bresnahan, S. M., & Barry, R. J. (2002). Specificity of quantitative EEG analysis in adult's attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Psychiatry Research*, 112 (14), 133-144.

Buchan, B. D. (2009). *The classification of reading disability subtypes and the efficacy of hemisphere specific stimulation*. Indiana University of Pennsylvania.

Casey, J. (2012). A model to guide the conceptualization, assessment, and diagnosis of nonverbal learning disorder. *Canadian Journal of School Psychology*, 27 (1), 35–57.

Fuster, J. (1989). The prefrontal cortex (2nd ed.) New York: Raven Press.

Gatian, A., & Garolera, M. (2012). Efficacy of an adjunctive computer based cognitive impairment and Alzheimers disease: a single blind randomized clinical trail. *the Journal of Geriatric Psychiatry*, 15 (2), 28-35.

Gatian, A., & Garolera, M. (2012). Efficacy of an adjunctive computer based cognitive impairment and Alzheimers disease: a single blind randomized clinical trail. *the Journal of Geriatric Psychiatry*, 15 (2), 28-35.

Halahan, SP., Kofmann, S. G. (2001). The Affective Style Questionnaire: Development And Psychometric Properties. *Journal of Psychopathol Behavior Assessment*, 32 (12), 255–263.

Harmony, T., Marosi, E., Becker, J., Rodríguez, M., Reyes, A., Fernández T, Silva J, Bernal J. (1995). Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Journal of* Electroencephalogr Clinical Neurophysiology, 95(6),426-33.

Heywood, C., & Beale, I. (2003). EEG biofeedback vs. placebo treatment for attention deficit/ hyperactivity disorder: a pilot study. *Journal of Attention Disorders*, 7 (2), 41-53.

Izawa, C., Ohta, N. (2014). *Human Learning and Memory: Advances in Theory and Applications: The 4th Tsukuba international conference on memory*. New York: Psychology Press.

Kaplan, B., Zadok, V. (2007) *Summary of Psychiatry*, 3rd Edition, Tehran, Arjmand Publications.

Kelsay, L. C., & Noudoost, B. (2014). The role of prefrontal catecholamines in attention and working memory. *Frontiers in neural circuits*, 8(33), 24-35.

Koohbanani, S., Sharifi Daramadi, P. (2012). The effectiveness of a working memory computer program on improving the executive actions of deaf students. *Journal of Transformational Psychology: Iranian Psychologists*, 10 (37), 60-51. (Persian).

Lampit, A., Ebster, C., & Velenzuela M. (2014). Multi-domain computerized cognitive training program improves performance of bookkeeping tasks: a matched-sampling active-controlled trial. *Front Psychology*, 5 (1), 794-809.

Lazzaro, I., Gordon, E., & Whitmont, S. (1998). Quantified EEG activity in adolescent attention– deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Electroencephalogry*, 29 (11), 37-42.

Lerner, J. (2003). *Learning disabilities: theories, diagnosis and teaching strategies* (9 thed). Boston: MA:Houghton Mifflin.

Lineu, C., Fonseca, Glória M.A.S. Tedrus., Marcelo, G., Chiodi Jaciara, Näf Cerqueira ., Josiane M.F. Tonelotto. (2006). Quantitative EEG in children with learning disabilities: analysis of band power. *Journal of Arq Neuropsiquiatr*, 64(2), 376-381.

Loosli, S., Buschkuehl, M., Perrig, W., Jaeggi, S. (2011). Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Journal of Child Neuropsychol*, 18 (3), 62-78.

Lubar, J. F. (2004). *Quantitative Electroencephalographic Analysis (QEEG).*

McCarthy, M., Beaumont, J.G., Thompson, R., Peacock, S. (2001). Modality-specific aspects of sustained and divided attentional performance in multiple sclerosis. *Journal of Archives Clinical Neuropsychology*, 20(4), 705 – 718.

Mesh, E.,Wolf, D. (2008). *Morbid psychology of children, translated by Mohammad Mozaffari Makiabadi and Asghar Forouuddin Adl* (2012). Tehran: Roshd Publications.

Nejati, V., Aghaee Shabet, S., Khoshhalipanah, M. (2014). Social cognition in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *J Social Cognition*, 2(2),45-47. (Persian).

Owen, A. M., Hampshire, A., & Grahn, J. A. (2010). Putting brain training to the test nature. *Journal of Europe PMC Funders Group*, 10 (465),775-778.

Passolunghi, MC., Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *Br J Educ Psychol*,82 (1),42-63.

Reid, G. (2003). *Dyslexia: A practitioner,S. Handbook. Third Edition*. John wiley & sons ltd.

Rajabiyan, M., Dortaj, F., Maghami, H., Namvar, K. (2021). The effect of educational computer simulations on students' academic goal-orientation and performance. *Journal of School Psychology*, 10(1), 104-130. (Persian).

Roger, F., Byring, Tapani K., Salmi, Kimmo O., Sainio, Hajele P. Örn. (1991). EEG in children with spelling disabilities. *Journal of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 79(4), 247–255.

Seidman, L. J., Valera, E. M., & Makris, N. M. (2005). Structural brain imaging of attention- deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Biological Psychiatry*, 57(7),1263-1272.

Smith, AL., Hoza, B., Linnea, K., McQuade, J.D, Tomb, M., Vaughn, AJ., Hook, H. (2013). pilot physical activity intervention reduces severity of ADHD symptoms in young children. *Journal of Attention Disorders*,17 (11),70-82.

Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., Gabriel, F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex*,49(10),2674-88.

Thorell, L. B., Linqvist, S., Nutley, S. B., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training ana transfer effects of executive functions in preschool children. *Journal of Developmental Science*,12(1), 106-113.

Yang, J., Han, H., Chui, D., Shen, Y., Wu, J. (2012). Prominent activation of the intraparietal and somatosensory areas during angle discrimination by intra-active touch. *Hum Brain Mapp*,33(12),2957-70.

Vol. 10, No.4/160-166 دوره ۱۰، شماره ۴/۱۶۶-۱۶۰

The effect of computer games on the pattern of brain waves in people with learning disabilities

Y. Movahedi[1] & H. Majedi[2]

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of computer games on the pattern of brain waves in people with learning disabilities. This was a quasi-experimental study. The statistical population of this study was all students with mathematical and reading disabilities who referred to Tabriz Learning Disorders Centers in the academic year of 2019. Thirty students with, ranging in age from 10 to 12 years, were purposefully selected and randomly divided into two experiments groups of math and reading; then both groups were evaluated for alpha and theta waves (pre-test), and then the experimental group for twenty 45-minute sessions, received the related training with The Persian version of BRAIN TRAIN's SOUND SMART Training Game and finally to evaluate the differences the above test was repeated for both experimental groups (post-test). The data were analyzed using Neuroguid software. The analysis of the present data showed that computer games have a significant effect on beta and theta brain waves in a way that decreases theta and increases beta. $P < 0.01$. It was concluded that computer games can be used to promote people with mathematical learning and reading disabilities.

Keywords: computer game, brainwave pattern, learning disorder

[1] . Corresponding Author: Assistant Professor, PhD in Cognitive Neuroscience, Faculty of Multimedia, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. (y.movahedi@tabriziau.ac.ir)
[2] Master of Design, Faculty of Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran