

The Effect of Neurofeedback on Continuous Attention Performance and Math Anxiety in Students with Dyscalculia

*Khoshsorour S¹

Author Address

1. PhD Student of Psychology, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*Corresponding author's email: s.khoshsorour@gmail.com

Received: 2019 September 24; Accepted: 2019 December 10

Abstract

Background & Objectives: One of the most essential factors in students' educational failure is learning disabilities. The Specific Learning Disorder (SLD) of dyscalculia refers to an inability in the skills related to calculation despite the individual being endowed with normal intelligence and adequate training. Treatment interventions in children with SLDs during primary school can help reduce some of their problems. A relatively novel method that, accompanied by other therapies, provides multiple clinical confirmations is neurofeedback. Thus, the present study aimed to investigate the effect of neurofeedback on continuous attention performance and math anxiety in students with dyscalculia.

Methods: This was a quasi-experimental study with a pretest-posttest and a control group design. The statistical population consisted of all male students with dyscalculia referring to several special centers of SLDs in Tehran City, Iran, in the 2017–2018 academic year; of them, 30 students in the fourth and fifth grades of the elementary school who were eager to participate in the study were selected through convenience sampling method. Subsequently, the study subjects were randomly assigned into the experimental and control groups ($n=15/\text{group}$). The inclusion criteria of the research were studying in the fourth or fifth grade; male gender; possessing normal intelligence, and the diagnosis of an SLD, like dyscalculia by a psychiatrist and according to the criteria of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Editions (DSM–5). The exclusion criterion of the study was the presence of sensorymotor disorders. The experimental group received twenty 60-minute neurofeedback treatment twice a week; however, the control group received no training. The present study applied two treatment protocols; the first of which was alpha/theta protocol at Pz point aiming at increasing alpha and decreasing theta. The second protocol was to reinforce beta (15 to 18 Hz) and Sensorimotor Rhythm (SMR) (12–15 Hz), as well as to inhibit theta (4–7 Hz) and high beta (22–28 Hz) in C3 and C4 regions. Furthermore, both study groups were evaluated in pretest and posttest phases by the Continuous Performance Test (CPT) and the Lang Math Anxiety Scale. Data analysis was conducted in SPSS using Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA).

Results: There was a significant difference between the experimental and control groups in the continuous performance test data, including the number of correct answers ($p<0.001$), omission error ($p<0.001$), response error ($p<0.001$), and reaction time ($p<0.001$), as well as mathematical anxiety ($p<0.001$); therefore, neurofeedback could effectively improve continuous attention and reduce math anxiety in the explored students with dyscalculia. In the continuous performance test, the neurofeedback group, compared with the controls, demonstrated less omission error (mean±SD scores of the experimental group: 2.26 ± 1.09 & control group: 4.26 ± 1.03), less response error (mean±SD scores of the experimental group: 3.20 ± 0.67 & controls: 5.33 ± 1.58), and less reaction time (mean±SD scores of the experimental group: 453.26 ± 19.51 & controls: 690.26 ± 25.86). However, they obtained more correct answers (mean±SD scores of the experimental group: 139.93 ± 2.98 & controls: 127.06 ± 3.15). Besides, math anxiety decreased in the neurofeedback group, compared with the control group (mean±SD scores of the experimental group: 5.06 ± 1.09 & controls: 7.53 ± 1.84).

Conclusion: Based on the present research findings, neurofeedback can be used as a suitable treatment with very limited adverse effects for individuals with dyscalculia. Considering the significance of mathematics in the educational systems, the application of neurofeedback is suggested as a manner to reduce the failure of executive functions in schools.

Keywords: Neurofeedback, Continuous attention, Math anxiety, Dyscalculia.

اثربخشی نوروفیدبک بر عملکرد توجه پیوسته و اضطراب ریاضی در دانش‌آموزان پسر با اختلال یادگیری خاص از نوع ریاضی

*سحر خوش‌سرور^۱

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکتری روان‌شناسی، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
 *رأی‌نامه نویسنده مسئول: s.khoshsorour@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲ مهر ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۹ آذر ۱۳۹۸

چکیده

زمینه و هدف: دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی در توجه پیوسته و اضطراب ریاضی مشکلاتی دارند؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی نوروفیدبک بر عملکرد توجه پیوسته و اضطراب ریاضی در دانش‌آموزان پسر با اختلال یادگیری ریاضی انجام شد.

روش‌بررسی: این پژوهش از نوع نیمه‌آزمایشی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری را تمامی دانش‌آموزان پسر مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی، مراجعه‌کننده به چند مرکز تخصصی اختلالات یادگیری در شهر تهران در سال تحصیلی ۱۳۹۶-۹۷ تشکیل دادند. از میان آن‌ها تعداد سی دانش‌آموز در مقاطع چهارم و پنجم ابتدایی به‌روش در دسترس انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در گروه آزمایش و گروه گواه (هر گروه پانزده نفر) قرار گرفتند. برای گروه آزمایش به‌مدت بیست جلسه ۶۰ دقیقه‌ای، دو روز در هفته درمان نوروفیدبک انجام پذیرفت. گروه گواه هیچ آموزشی دریافت نکرد. هر دو گروه در موقعیت پیش‌آزمون و پس‌آزمون با آزمون رایانه‌ای عملکرد پیوسته و آزمون اضطراب ریاضی (لانگ، ۲۰۰۱) ارزیابی شدند. برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره با سطح اطمینان ۹۵ درصد ($\alpha=0/05$) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد.

یافته‌ها: بین گروه‌های آزمایش و گواه در آزمون عملکرد پیوسته (تعداد پاسخ صحیح، خطای حذف، خطای پاسخ، زمان واکنش) و اضطراب ریاضی تفاوت معناداری مشاهده شد ($p<0/001$)؛ بدین معنا که نوروفیدبک در بهبود عملکرد توجه پیوسته و کاهش اضطراب ریاضی در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی مؤثر بوده است.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های پژوهش حاضر، نوروفیدبک می‌تواند به‌عنوان روشی مناسب با عوارض جانبی بسیار محدود برای افراد با اختلال یادگیری ریاضی به‌منظور بهبود عملکرد توجه پیوسته و کاهش اضطراب ریاضی آن‌ها استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: نوروفیدبک، توجه پیوسته، اضطراب ریاضی، اختلال یادگیری ریاضی.

اختلال یادگیری خاص^۱، اختلال در یک یا چند فرایند اساسی روان‌شناختی است که در فهم یا کاربرد زبان گفتاری یا نوشتاری مشکل ایجاد می‌کند و به‌صورت توانایی ناقص در گوش دادن، درک کردن، خواندن، نوشتن، هجی کردن کلمات یا محاسبات و استدلال ریاضی، ظاهر می‌شود؛ همچنین فرد باوجود برخورداری از هوش طبیعی و آموزش کافی، در یادگیری درسی خاص ضعیف‌تر از سطح هوشی و تحصیلی یا رشدی خود عمل می‌کند (۱). در پنجمین ویراست راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی^۲، اختلال یادگیری به اختلال یادگیری خاص تغییر نام داده است و به‌عنوان طبقه‌ای گسترده با تشخیصی واحد معرفی می‌شود؛ همچنین اختلال خواندن^۳ و نوشتن^۴ ریاضی^۵ که در چهارمین ویراست راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی هریک اختلالی مستقل شناخته شده است، اکنون به‌عنوان مشخصه‌ای در اختلال یادگیری خاص قرار گرفته‌اند. شیوع اختلال یادگیری خاص در زمینه‌های خواندن و نگارش و ریاضیات ۵ تا ۱۵ درصد در کودکان دبستانی و در بزرگسالان حدوداً ۴ درصد است که در مردان شایع‌تر است (۲). میزان شیوع اختلال یادگیری در ایران ۸/۸۱ درصد گزارش شده است (۳).

یکی از مشخصه‌های اختلال یادگیری خاص، ناتوانی در ریاضیات است که خود را به‌شکل دشواری در شمارش، تعیین اندازه‌ها، نام‌گذاری اعداد و تسلط بر معنای آن‌ها، مقایسه کردن، کاربرد مفاهیم ریاضی و محاسبات ذهنی و عملی نشان می‌دهد. حدود یک درصد از کودکان دبستانی دچار اختلال در درس ریاضی هستند (۲). کودکانی که در ریاضیات ضعیف‌اند، در کارکردهای اجرایی ازجمله حفظ توجه مشکلات زیادی دارند (۴). موضوع توجه از عوامل بسیار مهم و پیچیده مؤثر در آموزش و یادگیری است. به عبارت دیگر، از مشکلات بسیار فراوان در میان کودکان فقدان توجه پیوسته^۶ است که موجب کاهش کارایی آنان در مدرسه می‌شود. منظور از توجه پیوسته، توانایی حفظ پاسخ هدف‌مند در حین فعالیتی مداوم است (۵). توجه پیوسته به فرد در کنترل تداخل‌ها کمک می‌کند و سبب می‌شود تا شخص فقط به یک محرک پاسخ دهد. کنترل تداخل یکی از کارکردهای بازداری است که در تداوم رفتار هدف‌مند نقش تعیین‌کننده دارد و این توانایی از طریق فراهم کردن فرصت برای تحریک توجه می‌تواند بهبود یابد (۶). یکی دیگر از مشکلات دانش‌آموزان با اختلال ریاضی، اضطراب ریاضی^۷ است که می‌تواند تشدیدکننده مشکلات آن‌ها نیز باشد. اضطراب ریاضی عبارت است از واکنش عاطفی منفی یک شخص به موقعیتی که در آن باید به مفاهیم عددی و محاسبات ریاضی بپردازد و احساس تنش و اضطراب که در کار با اعداد و حل مسائل ریاضی رخ می‌دهد و باعث بروز تداخل در زندگی روزمره و تحصیلی می‌شود (۷). نشانگان اضطراب ریاضی شامل علائم متعددی است که از علامت‌های مهم‌تر می‌توان به تهوع، دل‌درد، عصبانیت، احساس خالی شدن ذهن،

ناتوانی در گوش سپردن به معلم، حساسیت به صدا و خودگویی‌های منفی اشاره کرد (۸). عملکرد ریاضی همواره برای دانش‌آموزان و معلمان و والدین از اهمیت بسزایی برخوردار بوده است و این اهمیت می‌تواند مولد اضطراب ریاضی باشد. اضطراب ریاضی بر ابعاد جسمی و روان‌شناختی و رفتاری تأثیرگذار است؛ ازجمله تأثیرات اضطراب ریاضی بر بُعد جسمی می‌توان به تعریق و افزایش ضربان قلب اشاره کرد. افکار نگران‌کننده و خودگویی‌های منفی از واکنش‌های روان‌شناختی و اجتناب از موقعیت‌های مرتبط با محاسبه و پردازش عدد از واکنش‌های رفتاری اضطراب ریاضی است (۹). دانش‌آموزان با اختلال ریاضی با اینکه مشکل هوشی ندارند، اما به‌علت توجه نکردن و بی‌دقتی دچار اشتباهاتی می‌شوند که عملکرد آن‌ها را در درس ریاضی کاهش می‌دهد. این افراد نیاز به راهکارهایی دارند که امکان استفاده از توانایی‌هایشان را هموار سازد و اختلال آن‌ها را جبران کند (۱۰).

مداخلات درمانی در کودکان با اختلال یادگیری در دوران پیش‌دبستانی یا دبستان، می‌تواند مفید واقع شود (۱۱). یکی از روش‌های نسبتاً نوین که در کنار سایر روش‌های درمانی تأییدات بالینی متعددی را به خود اختصاص داده است، نوروفیدبک^۸ است (۱۲). نوروفیدبک نوعی آموزش خودتنظیمی مغز است و با پسخوراندنهایی که به فرد درباره الگوهای امواج مغزی (EEG) می‌دهد، باعث آگاهی فرد از الگوی فعالیت الکتریکی در ناحیه خاصی از مغز خود می‌شود و با تقویت مسیرهای ارتباطی بین نوروها، تحمل و انعطاف‌پذیری مغز را افزایش می‌دهد (۱۳). از آنجاکه اختلال یادگیری، اختلالی عصبی-زیستی است، امروزه به‌منظور شناسایی اختلالات یادگیری از تصویربرداری‌های مغزی و فناوری‌های الکتروفیزیولوژیک^۹ به‌منظور افزایش دقت تشخیصی و روشن شدن زمینه عصبی-زیستی آن استفاده می‌شود. نتایج حاصل از ابزارهای الکتروانسفالوگرافی (EEG)^{۱۰} و پتانسیل‌های وابسته به رویداد (ERP)^{۱۱}، بی‌نظمی‌های مغزی و عملکرد نابهنجار مغز را در افراد مبتلا به اختلالات یادگیری شناسایی کرده‌اند (۱۴) که بیشتر در دامنهٔ تتا و آلفا است (۱۵). مایر و همکاران در مطالعه‌ای تأثیر نوروفیدبک را بر بهبود توجه پیوسته در نوجوانان با اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی نشان دادند (۱۶). آرنز و همکاران در پژوهشی بر ۲۱ کودک مبتلا به اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی، اثربخشی نوروفیدبک را در بهبود توجه تأیید کردند (۱۷). فرناندز و همکاران در مطالعات خود روی کودکان با اختلال یادگیری با نسبت بیشتر تتا/آلفا مشخص کردند که نوروفیدبک موجب بهبود در رفتار و تغییرات در الگوی امواج مغزی حتی پس از پیگیری دوماهه می‌شود (۱۸). سجادی و همکاران در پژوهش خود اثربخشی نوروفیدبک را در بهبود عملکرد ریاضی در کودکان با اختلال ریاضی نشان دادند و تأثیر آن را تا یک سال پس از درمان تأیید کردند (۱۹). قاضی عسگر و همکاران دریافتند که آموزش ایمن‌سازی درمقابل استرس، میزان اضطراب ریاضی دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی را کاهش

7. Mathematics anxiety

8. Neurofeedback

9. Electrophysiologic

10. Electroencephalography

11. Event-Related potentials

1. Specific Learning Disorder (SLD)

2. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)

3. Dyslexia

4. Dysgraphia

5. Dyscalculia

6. Continuous attention

می‌دهد و عملکرد ریاضی آنان را افزایش می‌دهد (۲۰). نتایج پژوهش‌های مذکور می‌تواند نویدبخش موفقیت درمان‌های روان‌شناختی برای اختلالات یادگیری باشد.

توسعه خدمات آموزشی و درمانی برای کودکان با اختلال یادگیری، از چالش‌های مهم درمانگران و مربیان و خانواده‌ها بوده و ارائه مداخلات درمانی کارآمد، همواره از اولویت‌های پژوهشی بوده است. از آنجاکه یکی از مشکلات تحصیلی که باعث دغدغه و مراجعات مکرر والدین به مراکز بالینی می‌شود، اختلال یادگیری ریاضی است و تعداد زیادی از دانش‌آموزان در درس ریاضیات با مشکل روبه‌رو هستند، هدف از انجام این پژوهش، تعیین اثربخشی نوروفیدبک به‌عنوان درمانی روان‌شناختی بر عملکرد توجه پیوسته و اضطراب ریاضی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی بود.

۲ روش بررسی

پژوهش حاضر، مطالعه‌ای نیمه‌آزمایشی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه گواه با انتصاب تصادفی بود. جامعه آماری این پژوهش را تمامی دانش‌آموزان پسر مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی، مراجعه‌کننده به چند مرکز ویژه اختلالات یادگیری در شهر تهران در سال تحصیلی ۱۳۹۶-۹۷ تشکیل دادند. نمونه این پژوهش، تعداد سی دانش‌آموز پسر با تشخیص اختلال یادگیری ریاضی و مشغول به تحصیل در مقاطع چهارم و پنجم ابتدایی بود که داوطلب شرکت در پژوهش بودند. این افراد پس از اجرای آزمون ریاضیات ایران کی-مت^۱ و آزمون هوش ریون^۲ با تشخیص ناتوانی یادگیری و رد ناتوانی هوشی انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (پانزده نفر) و گواه (پانزده نفر)، تخصیص یافتند. حجم نمونه براساس حداقل نمونه در طرح‌های آزمایشی، برای هر گروه پانزده نفر در نظر گرفته شد (۲۱). ملاک‌های ورود دانش‌آموزان به پژوهش عبارت بود از: اشتغال به تحصیل در مقطع چهارم یا پنجم دبستان؛ جنسیت پسر؛ برخورداری از هوش نرمال و تشخیص اختلال یادگیری خاص از نوع ریاضی توسط روان‌پزشک و براساس معیارهای پنجمین ویراست راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی. معیارهای خروج دانش‌آموزان از پژوهش مبتلابودن به اختلالات حسی-حرکتی بود.

در هر دو گروه ابتدا پیش‌آزمون (آزمون رایانه‌ای توجه پیوسته و آزمون اضطراب ریاضی) اجرا شد. گروه آزمایش تحت درمان نوروفیدبک به‌مدت بیست جلسه ۶۰ دقیقه‌ای به‌صورت دو روز در هفته توسط درمانگر متخصص قرار گرفت. گروه گواه هیچ آموزشی دریافت نکرد. سپس برای هر دو گروه پس‌آزمون با ابزارهای مذکور اجرا شد. در این پژوهش، برای گردآوری داده‌ها ابزار زیر به‌کار رفت.

– آزمون ریاضی کی-مت: این آزمون توسط کونولی و همکاران در سال ۱۹۸۸ تهیه شد و اعتبار کل آن به میزان ۰/۹۰ تا ۰/۹۸ در پایه‌های مختلف برآورد شد (۲۲). این ابزار به‌منظور تعیین نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان در حیطه‌های مختلف ریاضی کاربرد دارد. از نظر محتوا و

توالی شامل سه بخش مفاهیم اساسی (شمارش، اعداد گویا، هندسه)، عملیات (جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، محاسبه ذهنی) و کاربرد (اندازه‌گیری زمان، پول، تخمین، تفسیر داده‌ها، حل مسئله) است. پس از آنکه نمرات دانش‌آموز در هریک از خرده‌آزمون‌ها محاسبه می‌شود و مجموع آن‌ها نیز به‌دست می‌آید، براساس میانگین و انحراف استاندارد گروه مرجع که قبلاً هنجاریابی شده است و برای هر پایه موجود است، نمره استاندارد هر دانش‌آموز به‌صورت نمره Z گزارش می‌شود (۲۲). محمد اسماعیل و هومن پایایی این آزمون را با استفاده از روش آلفای کرونباخ بین ۰/۸۰ تا ۰/۸۴ به‌دست آوردند؛ همچنین همبستگی آن را با آزمون WRAT^۳ (آزمون ریاضی مداد-کاغذی) سنجیدند که ضریب همبستگی حاصل از پایه‌های اول تا پنجم به‌ترتیب ۰/۵۷، ۰/۶۲، ۰/۵۶، ۰/۵۵ و ۰/۵۵ بود (۲۳).

– آزمون هوش ریون: برای اندازه‌گیری هوشبهر به‌منظور تفکیک اختلال یادگیری از ناتوانی ذهنی، از آزمون هوش ریون استفاده شد. این آزمون را ریون در سال ۱۹۳۸ ساخت و ضریب اعتبار آن در گروه‌های مختلف سنی بین ۰/۷۰ تا ۰/۹۰ به‌دست آمد (۲۴). آزمون متشکل از ماتریس‌ها یا یک‌سری تصاویر انتزاعی است که توالی منطقی را به‌وجود می‌آورند و با منطق خاصی تنظیم شده‌اند. در این پژوهش از فرم ویژه کودکان استفاده شد که به‌منظور ارزیابی هوش کودکان ۵ تا ۱۱ ساله به‌کار می‌رود. برای نمره‌گذاری، به هر پاسخ صحیح یک نمره تعلق می‌گیرد و با در نظر گرفتن جمع کل نمرات و سن آزمودنی، رتبه درصدی او براساس جدول نرم مشخص می‌شود (۲۴). در مطالعه براهنی و همکاران، ضرایب پایایی بازآزمایی این آزمون از ۰/۶۹ تا ۰/۹۱ و ضرایب پایایی تنصیف از ۰/۸۱ تا ۰/۹۳ بود. همچنین، روایی آن با آزمون بندر گشتالت ۰/۳۶ تا ۰/۶۰ به‌دست آمد (۲۵).

– آزمون رایانه‌ای عملکرد پیوسته^۴: این آزمون توسط رازولد و همکاران در سال ۱۹۵۶ طراحی شد (۲۶). مشخصه‌های آماری این آزمون به‌شیوه بازآزمایی ۰/۸۱ و به‌شیوه هم‌زمان با آزمون‌های فیزیولوژیک ۰/۷۴ به‌دست آمد (۲۷). نسخه فارسی آن آزمونی نرم‌افزاری است که با کمک رایانه اجرا می‌شود. در این آزمون فرد باید در مقابل محرک هدف در یک رشته محرک‌های ارائه‌شده (هدف و غیرهدف) از خود واکنش نشان دهد (فشار دادن کلید). شایان ذکر است که محرک هدف، تعداد و زمان ارائه آن توسط درمانگر تنظیم‌شدنی است. این آزمون نیازمند پایش مداوم پاسخ‌های هدف و کنترل پاسخ‌های ناخواسته است. خروجی‌های آزمون شامل پاسخ صحیح به محرک هدف، پاسخ غلط به محرک غیرهدف (خطای پاسخ)، پاسخ‌ندادن به محرک هدف (خطای حذف) و میانگین زمان پاسخ صحیح (زمان واکنش) است. اعتبار و روایی آزمون در ایران توسط هادیانفر و همکاران بررسی شد و ضرایب اعتبار بازآزمایی برای قسمت‌های مختلف این آزمون در دامنه‌ای بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ به‌دست آمد (۲۸).

– آزمون اضطراب ریاضی^۵: این آزمون به‌منظور سنجش اضطراب ریاضی توسط لانگ^۶ در سال ۲۰۰۱ طراحی و هنجاریابی شد و روایی

4. Continuous Performance Test (CPT)

5. Math Anxiety Test

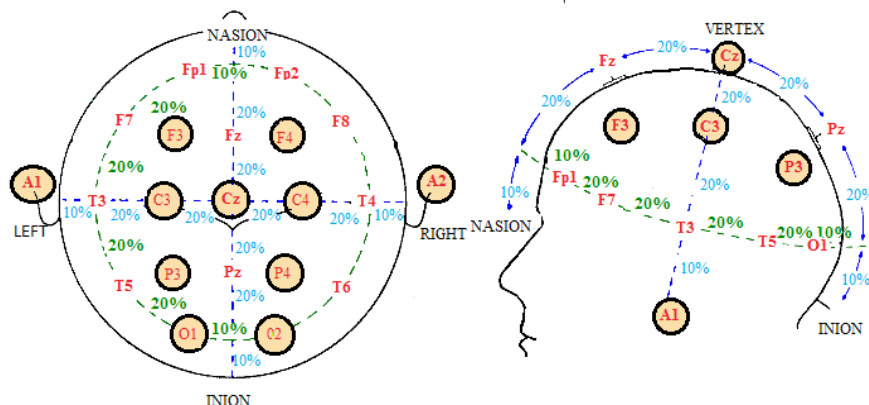
6. Lang

1. Key-Math

2. Raven IQ Test

3. Wide Range Achievement Test

۲۰-۱۰ (شکل ۱)، روی پوست سر و لاله‌های گوش بیمار قرار می‌گیرد. سپس با کمک تجهیزات رایانه‌ای و براساس دامنه امواج مغزی فرد که به میکروولت (μV) سنجیده می‌شود، یک فیدبک دیداری یا شنیداری (معمولاً در قالب یک بازی و تصویر یا صدا) به فرد ارائه می‌شود. فرد به تدریج درمی‌یابد که می‌تواند با استفاده از امواج مغزی‌اش، این بازخوردها را کنترل و تنظیم کند و تداوم این فرایند باعث بروز تغییراتی در وضعیت امواج مغزی و بهبود ناهنجاری‌های آن می‌شود (۱۳).



شکل ۱. محل قرارگیری الکترودها براساس سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ (۱۳)

در گروه آزمایش ۲۴/۳۸±۱۰ سال و در گروه گواه ۵۴/۵۱±۱۰ سال بود که از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشتند ($p=0/785$). شایان ذکر است که دو گروه از لحاظ سطح تحصیلات والدین و موقعیت اجتماعی-اقتصادی خانواده، همتا شدند. پیش از انجام تحلیل داده‌ها به روش تحلیل کواریانس چندمتغیره، پیش‌فرض‌های آن تحت ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف و آزمون ام‌باکس و آزمون لوین معنادار نبود که این یافته‌ها به ترتیب حاکی از نرمال بودن توزیع داده‌ها و برقراری فرض برابری ماتریس‌های کواریانس و فرض برابری واریانس‌ها است ($p>0/05$). همچنین، با استفاده از تحلیل کواریانس (آنکوا)^۲، اثر متقابل بین پیش‌آزمون و گروه وجود نداشت و خطوط رگرسیونی یکدیگر را قطع نکردند و شیب آن‌ها همگن بود ($p=0/451$)؛ بنابراین، از مفروضه یکسانی ماتریس‌های واریانس-کواریانس تخطی صورت نگرفت و انجام تحلیل کواریانس مجاز بود.

در جدول ۱، میانگین و انحراف معیار آزمون عملکرد پیوسته و اضطراب ریاضی در گروه‌های آزمایش و گواه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داده شده است؛ همان‌طور که در جدول ملاحظه می‌شود، دو گروه در مرحله پیش‌آزمون در متغیرهای مطالعه‌شده تفاوت چشمگیری با یکدیگر ندارند؛ اما در مرحله پس‌آزمون، تغییرات در میانگین گروه آزمایش مشاهده می‌شود؛ بدین‌صورت که در آزمون عملکرد پیوسته، دانش‌آموزان گروه نوروفیدبک در مقایسه با گروه گواه از خطای حذف (آزمایش ۱/۰۹±۲/۲۶، گواه ۱/۰۳±۴/۲۶) و خطای پاسخ (آزمایش ۰/۶۷±۳/۲۰، گواه ۱/۵۸±۵/۳۳) و زمان واکنش (آزمایش ۱۹/۵۱±۴۵۳/۲۶، گواه ۲۵/۸۶±۶۹۰/۲۶) کمتری

و پایداری آن مطلوب گزارش شد (به نقل از ۲۹). مقیاس ۲۳ سؤال دارد و حداقل نمره در آن صفر و حداکثر آن ۲۳ است (پاسخ صحیح=نمره یک و پاسخ غلط=نمره صفر). بشاورد و فرضی گلفزانی، ضریب اعتبار آزمون را با استفاده از روش آلفای کرونباخ، ۰/۸۹ و روایی محتوای آن را با استفاده از روش محاسبه همبستگی هر سؤال با کل آزمون، از ۰/۶۲ تا ۰/۲۴ برآورد کردند (۲۹).

نوروفیدبک: طرز کار دستگاه به این ترتیب است که الکترودهایی براساس پروتکل درمانی منطبق با مشکل فرد برپایه نظام بین‌المللی

در پژوهش حاضر از دو پروتکل درمانی استفاده شد: اول پروتکل آلفا/تتا در نقطه P_z با هدف افزایش آلفا و کاهش تتا بود. پروتکل آلفا/تتا از آموزش‌های بسیار رایج نوروفیدبک برای کاهش اضطراب است (۳۰)؛ پروتکل دوم، تقویت بتا (۱۵ تا ۱۸ هرتز) و SMR (۱۲ تا ۱۵ هرتز) و نیز بازدارداری تتا (۴ تا ۷ هرتز) و بتای بلند (۲۲ تا ۲۸ هرتز) در مناطق C_3 و C_4 بود. افزایش دامنه امواج مغزی یا کاهش دامنه امواج آهسته بر عملکردهای عالی ذهنی (ازجمله توجه پیوسته) نقش مؤثری دارد (۳۱).

در این پژوهش، تمامی ملاحظات اخلاقی ازجمله ارائه توضیحات درباره اهداف پژوهش، محرمانه بودن اطلاعات، آزادی آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش و رضایت آگاهانه والدین آن‌ها، غیرتجاری بودن درمان ارائه‌شده و نداشتن بار مالی برای آزمودنی‌ها رعایت گردید و قرار شد تا آزمودنی‌ها و خانواده‌هایشان از شرح نتایج پژوهش مطلع شوند. تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون آماری تحلیل کواریانس چندمتغیره^۱ در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳، با سطح اطمینان ۹۵ درصد ($\alpha=0/05$) صورت گرفت. پیش‌فرض‌های به‌کارگیری آزمون تحلیل کواریانس، با آزمون‌های کولموگوروف-اسمیرنوف، لوین و ام‌باکس به کمک نرم‌افزار تحلیل آماری SPSS نسخه ۲۳ بررسی شد.

۳ یافته‌ها

آزمودنی‌ها شامل سی دانش‌آموز پسر مقاطع چهارم و پنجم ابتدایی با تشخیص اختلال یادگیری خاص از نوع ریاضی بودند که به دو گروه آزمایش (پانزده نفر) و گواه (پانزده نفر) تقسیم شدند. میانگین سنی

۲. ANCOVA

۱. MANCOVA

برخوردار بودند و در مقابل، پاسخ‌های صحیح بیشتری را کسب کردند (آزمایش $139/93 \pm 2/98$ ، گواه $127/06 \pm 3/15$)؛ همچنین، یافت (آزمایش $5/06 \pm 1/09$ ، گواه $7/53 \pm 1/84$). برای مشخص شدن اینکه آیا تغییرات مشاهده شده معنادار است یا خیر، از تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار آزمون عملکرد پیوسته و اضطراب ریاضی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه

متغیر	پیش‌آزمون				پس‌آزمون			
	گروه آزمایش		گروه گواه		گروه آزمایش		گروه گواه	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
تعداد پاسخ صحیح	۱۲۶/۱۳	۲/۶۱	۱۲۸/۲۰	۴/۱۷	۱۳۹/۹۳	۲/۹۸	۱۲۷/۰۶	۳/۱۵
خطای حذف	۴/۷۳	۱/۲۷	۴/۳۳	۱/۲۳	۲/۲۶	۱/۰۹	۴/۲۶	۱/۰۳
خطای پاسخ	۵/۴۶	۱/۲۴	۵/۰۶	۱/۲۷	۳/۲۰	۰/۶۷	۵/۳۳	۱/۵۸
زمان واکنش	۷۰۰/۵۳	۲۷/۳۹	۶۶۹/۴۶	۲۶/۳۲	۴۵۳/۲۶	۱۹/۵۱	۶۹۰/۲۶	۲۵/۸۶
اضطراب ریاضی	۷/۸۶	۱/۷۶	۷/۴۶	۱/۷۲	۵/۰۶	۱/۰۹	۷/۵۳	۱/۸۴

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره آزمون عملکرد پیوسته و اضطراب ریاضی دو گروه در مرحله پس‌آزمون

نام آزمون	مقدار	F	مقدار احتمال
اثر پیلایی	۰/۹۳۸	۵۷/۲۷۶	<۰/۰۰۱
لامبدای ویلکز	۰/۰۶۲	۵۷/۲۷۶	<۰/۰۰۱
اثر هتینگ	۱۵/۰۷۳	۵۷/۲۷۶	<۰/۰۰۱
بزرگ‌ترین ریشه روی	۱۵/۰۷۳	۵۷/۲۷۶	<۰/۰۰۱

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بین دو گروه حداقل در یک متغیر وابسته تفاوت معناداری وجود دارد.

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره برای مقایسه آزمون عملکرد پیوسته و اضطراب ریاضی در دو گروه

منبع پراکندگی	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	F	مقدار احتمال
تعداد پاسخ صحیح	۳۹۴/۶۸۵	۳۹۴/۶۸۵	۱۱۴/۰۳۲	<۰/۰۰۱	
خطای حذف	۷/۹۲۴	۷/۹۲۴	۱۵/۲۲۰	<۰/۰۰۱	
خطای پاسخ	۱۳/۱۳۱	۱۳/۱۳۱	۱۶/۹۶۰	<۰/۰۰۱	
زمان واکنش	۵۰۱۹۰/۷۲۱	۵۰۱۹۰/۷۲۱	۲۶۸/۵۰۳	<۰/۰۰۱	
اضطراب ریاضی	۱۸/۱۶۹	۱۸/۱۶۹	۲۹/۸۵۲	<۰/۰۰۱	

جدول ۳، نشان می‌دهد که بین گروه‌های آزمایش و گواه در نتیجه‌کُل آزمون عملکرد پیوسته (تعداد پاسخ صحیح، خطای حذف، خطای پاسخ، زمان واکنش) و اضطراب ریاضی تفاوت معنادار وجود دارد ($p < 0/001$). این مطلب نشانگر اثربخشی نوروفیدبک در گروه آزمایش بوده است.

۴ بحث

هدف از پژوهش حاضر، تعیین اثربخشی نوروفیدبک بر عملکرد توجه پیوسته و اضطراب ریاضی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی بود. یافته‌ها نشان داد که بین گروه نوروفیدبک و گروه گواه در توجه پیوسته تفاوت معناداری وجود دارد که این یافته در زمینه توجه با پژوهش‌های زیر همسوست: مایر و همکاران در مطالعه‌ای، تأثیر نوروفیدبک را بر بهبود توجه پیوسته در نوجوانان با اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی نشان دادند (۱۶)؛ آرنز و همکاران در پژوهشی بر کودکان

مطلوب تغییر دهد و این امر باعث بهبود توجه پیوسته و کاهش اضطراب ریاضی می‌شود.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به روش نمونه‌گیری در دسترس و حجم کم نمونه و در نتیجه تعمیم‌پذیری محدود نتایج اشاره کرد. این پژوهش فاقد دوره پیگیری نتایج درمانی بود؛ از این رو پایداری اثرات درمانی در بلندمدت بررسی نشد که پیگیری آثار درمان در مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود. کاربرد نوروفیدبک با توجه به اهمیت ریاضیات در نظام آموزشی و ضرورت استفاده از روش‌های نوین در آموزش ریاضی و کاهش نقص کارکردهای اجرایی در مدارس، پیشنهاد می‌شود.

۵ نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر اثربخشی نوروفیدبک را بر عملکرد توجه پیوسته و اضطراب ریاضی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خاص از نوع ریاضی نشان داد؛ بدین معنا که دانش‌آموزان گروه نوروفیدبک در مقایسه با گروه گواه از خطای حذف و خطای پاسخ و زمان واکنش کمتری برخوردار بودند و در مقابل، پاسخ‌های صحیح بیشتری در آزمون عملکرد پیوسته کسب کردند؛ همچنین، اضطراب ریاضی در گروه نوروفیدبک در مقایسه با گروه گواه کاهش یافت؛ بنابراین، می‌توان از نوروفیدبک به عنوان روشی مناسب با عوارض جانبی بسیار محدود و تأثیر درمانی بلندمدت برای افراد با اختلال یادگیری استفاده کرد.

۶ تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی دانش‌آموزان و والدین محترم آن‌ها که با شکیبایی در انجام این پژوهش همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیه اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

در این پژوهش، تمامی ملاحظات اخلاقی از جمله ارائه توضیحات درباره اهداف پژوهش، محرمانه بودن اطلاعات، آزادی آزمودنی‌ها به منظور شرکت در پژوهش و رضایت آگاهانه والدین آن‌ها، غیرتهاجمی بودن درمان ارائه شده و نداشتن بار مالی برای آزمودنی‌ها رعایت شد و قرار شد آزمودنی‌ها و خانواده‌هایشان از شرح نتایج پژوهش مطلع شوند. این پژوهش به تأیید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران رسیده است و به شماره ۲۱-۱۳۹۷ ثبت شده است.

رضایت برای انتشار

این امر غیر قابل اجرا است.

منابع مالی

این پژوهش با هزینه شخصی انجام شده و حامی مالی نداشته است.

و برانگیختگی همراه است، با کاهش یا سرکوبی دامنه امواج آهسته (تتا) می‌توان شاهد تغییر رفتار به خصوص برانگیختگی و توجه در افراد بود. در واقع، نوروفیدبک به فرد می‌آموزد که چگونه توجه را از درون به محرکات بیرون منتقل کند و عملکرد خود را بهبود بخشد.

یکی دیگر از یافته‌های پژوهش حاضر، وجود تفاوت معنادار بین گروه نوروفیدبک و گروه گواه در اضطراب ریاضی بود که در ادامه به پژوهش‌های همسو اشاره می‌شود: آلینو کاستا و همکاران در مطالعه‌ای موردی، کارایی نوروفیدبک را بر کاهش اضطراب و حفظ توجه تأیید کردند (۳۳) و سجادی و همکاران در پژوهش خود نشان دادند که نوروفیدبک می‌تواند در بهبود عملکرد ریاضی کودکان با اختلال ریاضی مؤثر واقع شود (۱۹).

در تبیین این یافته نشان داده شده است که در کودکان با اختلال یادگیری، نسبت تتا بیشتر و نسبت آلفا کمتر است (۳۴). همچنین، آموزش آلفا از آموزش‌های بسیار رایج نوروفیدبک برای کاهش اضطراب عملکرد است (۳۰)؛ بنابراین، تقویت آلفا اضطراب ریاضی را در دانش‌آموزان هدف قرار می‌دهد و کاهش اضطراب نیز منجر به بهبود توجه می‌شود. فرد مضطرب می‌تواند پس از آشناسدن با تغییرات فیزیولوژیک و عصبی خود، با تمرین و تکرار آرامش خویش را افزایش دهد؛ یعنی نوروفیدبک می‌تواند به فرد کمک کند تا با روشی ایمن و غیرتهاجمی، وضعیت روان‌شناختی خود را کنترل کند و توانایی برخورد با افکار اضطرابی را در طول زندگی روزمره به دست آورد.

نوروفیدبک بر مبنای شرطی‌سازی کنشگر قرار دارد؛ به طوری که همراهی اصلاح دامنه امواج مغزی با فیدبک مطلوب (حرکت تصاویر ویدئویی یا تولید صوت) منجر به یادگیری خواهد شد. در طی این فرایند، انواع فعالیت‌های مغزی که در موقعیت معمول مشاهده‌نشده و کنترل‌ناپذیر هستند، برای فرد محسوس و مشهود می‌شود و فرد احساس کنترل بر آن‌ها را تجربه می‌کند (۱۳). این مسئله منجر به تقویت احساس خودکارآمدی او می‌شود و به وی کمک می‌کند تا احساس نماید می‌تواند کاری به نفع خودش انجام دهد. چنانچه فرد در درمان خود نقشی احساس نکند و با تغییرات بدنی ناشی از درمان بیگانه باشد، درمان به طور کامل به بار نخواهد نشست (۳۵). از آنجاکه در درمان با نوروفیدبک، فرد در درمان خود نقشی فعال دارد و با تغییرات بدنی ناشی از مداخله درمانی بیگانه نیست، می‌توان انتظار آثار درمانی پایدارتری را داشت.

نوروفیدبک می‌تواند تعادل امواج مغزی را به حالتی تنظیم نماید که دقت و یادگیری و تمرکز افزایش یابد و به بیمار آموزش دهد که خود، این امواج را به نحو مؤثری تنظیم کند (۱۳). همین تنظیم‌نبودن امواج مغزی در اختلالات بدخطی و ناتوانی ریاضی و اختلال در دیکته نیز وجود دارد که به میزان زیادی توسط نوروفیدبک اصلاح‌پذیر هستند. در نهایت، با این روش دانش‌آموز می‌آموزد تا رفتار خود را در جهت

References

1. Sadock BJ, Kaplan HI, Sadock VA. Kaplan & Sadock's synopsis of Psychiatry: Behavioral Sciences/Clinical Psychiatry. Philadelphia: Wolter Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
2. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5. 5th ed. Washington, D.C: American Psychiatric Association; 2013.
3. Behrad B. Prevalence of learning disabilities in Iranian primary students: A meta- analysis. Journal of Exceptional Children. 2006;5(4):417–36. [Persian] <http://joec.ir/article-1-420-en.pdf>
4. Geary DC. Mathematical disabilities: reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. Learn Individ Differ. 2010;20(2):130. doi: [10.1016/j.lindif.2009.10.008](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.008)
5. Khalife N, Kantomaa M, Glover V, Tammelin T, Laitinen J, Ebeling H, et al. Childhood attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms are risk factors for obesity and physical inactivity in adolescence. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2014;53(4):425–36. doi: [10.1016/j.jaac.2014.01.009](https://doi.org/10.1016/j.jaac.2014.01.009)
6. Wang S, Yang Y, Xing W, Chen J, Liu C, Luo X. Altered neural circuits related to sustained attention and executive control in children with ADHD: an event-related fMRI study. Clin Neurophysiol. 2013;124(11):2181–90. doi: [10.1016/j.clinph.2013.05.008](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.05.008)
7. Ashcraft MH, Moore AM. Cognitive processes of numerical estimation in children. Journal of Experimental Child Psychology. 2012;111(2):246–67. doi: [10.1016/j.jecp.2011.08.005](https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.08.005)
8. Jain S, Dowson M. Mathematics anxiety as a function of multidimensional self-regulation and self-efficacy. Contemporary Educational Psychology. 2009;34(3):240–9. doi: [10.1016/j.cedpsych.2009.05.004](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2009.05.004)
9. Krinzing H, Kaufmann L, Willmes K. Math anxiety and math ability in early primary school years. J Psychoeduc Assess. 2009;27(3):206–25. doi: [10.1177/0734282908330583](https://doi.org/10.1177/0734282908330583)
10. Kakavand A, Ahadi H. Ekhtelalat Yadgiri (az Nazarye ta Amal) [Learning Disorders (From Theory to Practice)]. Tehran: Arasbaran Publication; 2013. [Persian]
11. Östberg M, Hagekull B, Hagelin E. Stability and prediction of parenting stress. Inf Child Develop. 2007;16(2):207–23. doi: [10.1002/icd.516](https://doi.org/10.1002/icd.516)
12. Arns M, Conners CK, Kraemer HC. A decade of EEG Theta/Beta Ratio Research in ADHD: a meta-analysis. J Atten Disord. 2013;17(5):374–83. doi: [10.1177/1087054712460087](https://doi.org/10.1177/1087054712460087)
13. Hammond DC. What Is Neurofeedback? Journal of Neurotherapy. 2007;10(4):25–36. doi: [10.1300/J184v10n04_04](https://doi.org/10.1300/J184v10n04_04)
14. Sadeghi N, Nazari MA. Effect of neurofeedback on visual-spatial attention in male children with reading disabilities: An event-related potential study. Neuroscience and Medicine. 2015;6(2):71–9. doi: [10.4236/nm.2015.62013](https://doi.org/10.4236/nm.2015.62013)
15. Becerra J, Fernández T, Harmony T, Caballero MI, García F, Fernández-Bouzas A, et al. Follow-up study of learning-disabled children treated with neurofeedback or placebo. Clin EEG Neurosci. 2006;37(3):198–203. doi: [10.1177/155005940603700307](https://doi.org/10.1177/155005940603700307)
16. Mayer K, Blume F, Wyckoff SN, Brokmeier LL, Strehl U. Neurofeedback of slow cortical potentials as a treatment for adults with Attention Deficit-/Hyperactivity Disorder. Clin Neurophysiol. 2016;127(2):1374–86. doi: [10.1016/j.clinph.2015.11.013](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.11.013)
17. Arns M, Drinkenburg W, Leon Kenemans J. The effects of QEEG-informed neurofeedback in ADHD: an open-label pilot study. Appl Psychophysiol Biofeedback. 2012;37(3):171–80. doi: [10.1007/s10484-012-9191-4](https://doi.org/10.1007/s10484-012-9191-4)
18. Fernández T, Harmony T, Fernández-Bouzas A, Díaz-Comas L, Prado-Alcalá RA, Valdés-Sosa P, et al. Changes in EEG current sources induced by neurofeedback in learning disabled children. An exploratory study. Appl Psychophysiol Biofeedback. 2007;32(3–4):169–83. doi: [10.1007/s10484-007-9044-8](https://doi.org/10.1007/s10484-007-9044-8)
19. Sadjadi SA, Akhondpour Manteghi A, Hashemian P. Evaluation of neurofeedback therapy in children with mathematic disorder in third-grade elementary school. Med J Mashhad Uni Med Sci. 2014;57(5):719–26. [Persian] [10.22038/mjms.2014.3422](https://doi.org/10.22038/mjms.2014.3422)
20. Ghazi Asgar N, Malekpour M, Molavi H, Amiri S. Stress inoculation training on math anxiety and performance in elementary students with dyscalculia. Journal of Exceptional Children. 2010;9(4):309–20. [Persian] <http://joec.ir/article-1-301-en.pdf>
21. Delavar A. Educational and Psychological Research. Tehran: Virayesh Publication; 2013. [Persian]
22. Connolly AJ. KeyMath Revised: A Diagnostic Inventory of Essential Mathematics: Manual, Forms A and B. American Guidance Service; 1988.
23. Mohammadesmaeil E, Hooman HA. Adaptation and Standardization of the IRAN KEY-MATH Test of Mathematics. Journal of Exceptional Children. 2003;2(4):323–32. [Persian] <http://joec.ir/article-1-477-en.pdf>
24. Raven JC. Progressive Matrices: Sets A, B, C, D, and E. London; HK Lewis; 1938.
25. Baraheni MN, Asgharzadeh A, Shomali R, Razavi S, Khosroshahi A, Khamiri T. Hanjaryabi azmoon matricehaye pishravande Raven dar koodakan 5–11 sale Tehrani [Normalizing the raven colore progressive

- matrices test on 5–11 years old children of Tehran city]. In: First Congress on Psychiatry and Psychology. Tehran, Iran: Tehran Medical University; 1992. [Persian]
26. Rosvold HE, Mirsky AF, Sarason I, Bransome Jr. ED, Beck LH. A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology*. 1956;20(5):343–50. doi: [10.1037/h0043220](https://doi.org/10.1037/h0043220)
 27. Golden CJ. Stroop Color and Word Test. Chicago, IL: Stoelting; 1978.
 28. Hadianfard H, Najarian B, Shokrkon H, Mehrabizadeh Honarmand M. Construction and validation of the farsi version of the continuous performance test. *Journal of Psychology*. 2001;4(16):388–404. [Persian]
 29. Beshavard S, Farzi Golfazani M. Comparing math- anxiety in dyscalculie and normal students of primary schools of Tehran. *Journal of Exceptional Children*. 2002;2(1):57–74. [Persian] <http://joec.ir/article-1-500-en.pdf>
 30. Gruzelier J. A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. *Cogn Process*. 2009;10 Suppl 1:S101–9. doi: [10.1007/s10339-008-0248-5](https://doi.org/10.1007/s10339-008-0248-5)
 31. Wangler S, Gevensleben H, Albrecht B, Studer P, Rothenberger A, Moll GH, et al. Neurofeedback in children with ADHD: specific event-related potential findings of a randomized controlled trial. *Clin Neurophysiol*. 2011;122(5):942–50. doi: [10.1016/j.clinph.2010.06.036](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2010.06.036)
 32. Narimani M, Rajabi S, Delavar S. Effects of neurofeedback training on female students with attention deficit and hyperactivity disorder. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2013;16(2):91–103. [Persian] <http://jams.arakmu.ac.ir/article-1-1872-en.pdf>
 33. Aliño Costa M, Gadea M, Hidalgo V, Pérez V, Sanjuán J. An effective neurofeedback training, with cortisol correlates, in a clinical case of anxiety. *Univ Psychol*. 2017;15(5). doi: [10.11144/Javeriana.upsy15-5.entc](https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy15-5.entc)
 34. Clarke AR, Barry RJ, McCarthy R, Selikowitz M. EEG analysis of children with attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid reading disabilities. *J Learn Disabil*. 2002;35(3):276–85. doi: [10.1177/002221940203500309](https://doi.org/10.1177/002221940203500309)
 35. Hamidi M, Ismaili F, editors. *Chemotherapy and You*. Tehran: Andisheh Mana Publication; 2005. [Persian]