MEJDS. 2020; 10:223.

Published online 2021 March. **Research Article**

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

*Khoshsorour S[1]

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/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.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

Copyright © 2016, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۳۹۹؛ (۱۰):۲۲۳.

انتشار برخط اسفند ۱۳۹۹ مقاله پژوهشی اصیل

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، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

*رایانامهٔ نویسندهٔ 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. جامعهٔ آماری را تمامی دانش‌آموزان پسر مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی، مراجعه‌کننده به چند مرکز تخصصی اختلالات یادگیری در شهر تهران در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ تشکیل دادند. از میان آن‌ها تعداد سی دانش‌آموز در مقاطع چهارم و پنجم ابتدایی به‌روش دردسترس انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در گروه آزمایش و گروه گواه (هر گروه پانزده نفر) قرار گرفتند. برای گروه آزمایش به‌مدت بیست جلسهٔ ۶۰دقیقه‌ای، 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 ۹۵درصد (α=۰/۰۵) در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ 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<۰/۰۰۱)؛ بدین‌معنا 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.

حق انتشار محفوظ است © ۱۳۹۵، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار- غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

۱ مقدمه

اختلال یادگیری خاص[1] ، 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 گوش‌دادن، درک‌کردن، خواندن، نوشتن، هجی‌کردن 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[2] ، اختلال یادگیری به اختلال یادگیری خاص تغییر نام داده است و به‌عنوان طبقه‌ای گسترده با تشخیصی واحد معرفی می‌شود؛ همچنین اختلال خواندن[3] و نوشتن[4] و ریاضی[5] 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 ۵تا۱۵ درصد درکودکان دبستانی و در بزرگسالان حدوداً ۴ درصد است که در مردان شایع‌تر است (۲). میزان شیوع اختلال یادگیری در ایران ۸/۸۱درصد 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، مقایسه‌کردن، 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 پیچیدهٔ مؤثر در آموزش و یادگیری است. به عبارت دیگر، از مشکلات بسیار فراوان در میان کودکان فقدان توجه پیوسته[6] 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 ازطریق فراهم‌کردن فرصت برای تحریک توجه می‌تواند بهبود یابد (۶). یکی دیگر از مشکلات دانش‌آموزان با اختلال ریاضی، اضطراب ریاضی[7] است که می‌تواند تشدیدکنندهٔ 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 خالی‌شدن ذهن، ناتوانی در گوش‌سپردن 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 مولّد 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 توجه‌نکردن 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[8] است (۱۲). نوروفیدبک نوعی آموزش خودتنظیمی مغز است و با پسخوراندهایی که به فرد دربارهٔ الگوهای امواج مغزی (EEG) می‌دهد، باعث آگاهی فرد از الگوی فعالیت الکتریکی در ناحیهٔ خاصی از مغز خود می‌شود و با تقویت مسیرهای ارتباطی بین نورون‌ها، تحمل و انعطاف‌پذیری مغز را افزایش می‌دهد (۱۳). ازآنجاکه اختلال یادگیری، اختلالی عصبی‌ـ زیستی است، امروزه به‌منظور شناسایی اختلالات یادگیری از تصویربرداری‌های مغزی و فناوری‌های الکتروفیزیولوژیک[9] به‌منظور افزایش دقت تشخیصی و روشن‌شدن زمینهٔ عصبی‌ـ زیستی آن استفاده می‌شود. نتایج حاصل از ابزارهای الکتروانسفالوگرافی (EEG)[10] و پتانسیل‌های وابسته به رویداد (ERP)[11] ، 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

[1]. Specific Learning Disorder (SLD)
[2]. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)
[3]. Dyslexia
[4]. Dysgraphia
[5]. Dyscalculia
[6]. Continuous attention
[7]. Mathematics anxiety
[8]. Neurofeedback
[9]. Electrophysiologic
[10]. Electroencephalography
[11]. Event-Related potentials

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]
[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

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

توسعهٔ خدمات آموزشی و درمانی برای کودکان با اختلال یادگیری، از چالش‌های مهم درمانگران و مربیان و خانواده‌ها بوده و ارائهٔ مداخلات درمانیِ کارآمد، همواره از اولویت‌های پژوهشی بوده است. ازآنجاکه 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 روش‌بررسی

پژوهش حاضر، مطالعه‌ای نیمه‌آزمایشی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه گواه با انتصاب تصادفی بود. جامعهٔ آماری این پژوهش را تمامی دانش‌آموزان پسر مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی، مراجعه‌کننده به چند مرکز ویژهٔ اختلالات یادگیری در شهر تهران در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ تشکیل دادند. نمونهٔ 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 کی‌ـ مت[1] و آزمون هوش ریون[2] 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 درنظر 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 حسی‌ـ 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 جلسهٔ ۶۰دقیقه‌ای 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.

ـ آزمون ریاضی کی‌ـ مت: این آزمون توسط کونولی و همکاران در سال ۱۹۸۸ تهیه شد و اعتبار کُل آن به میزان ۰/۹۰تا۰/۹۸ 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، محاسبهٔ 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، نمرهٔ استاندارد هر دانش‌آموز به‌صورت نمرهٔ Z گزارش می‌شود (۲۲). محمد اسماعیل و هومن پایایی این آزمون را با استفاده از روش آلفای کرونباخ بین ۰/۸۰تا۰/۸۴ به‌دست آوردند؛ همچنین همبستگی آن را با آزمون WRAT[3] (آزمون ریاضی مداد‌ـ کاغذی) سنجیدند که ضریب همبستگی حاصل از پایه‌های اول تا پنجم به‌ترتیب ۰/۵۷، ۰/۶۷،۰/۶۲، ۰/۵۶ و ۰/۵۵ بود (۲۳).

ـ 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 ۰/۷۰تا۰/۹۰ 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 ویژهٔ کودکان استفاده شد که به‌منظور ارزیابی هوش کودکان ۵تا۱۱ساله به‌کار می‌رود. برای نمره‌گذاری، به هر پاسخ صحیح یک نمره تعلق می‌گیرد و با درنظرگرفتن جمع کُل نمرات و سن آزمودنی، رتبهٔ درصدی او براساس جدول نُرم مشخص می‌شود (۲۴). در مطالعهٔ براهنی و همکاران، ضرایب پایایی بازآزمایی این آزمون از ۰/۶۹تا۰/۹۱ و ضرایب پایایی تنصیف از ۰/۸۱تا۰/۹۳ بود. همچنین، روایی آن با آزمون بندرگشتالت ۰/۳۶تا۰/۶۰ به‌دست آمد (۲۵).

ـ آزمون رایانه‌ای عملکرد پیوسته[4]: این آزمون توسط رازولد و همکاران در سال ۱۹۵۶ طراحی شد (۲۶). مشخصه‌های آماری این آزمون به‌شیوهٔ بازآزمایی ۰/۸۱ و به‌شیوهٔ هم‌زمان با آزمون‌های فیزیولوژیک ۰/۷۴ به‌دست آمد (۲۷). نسخهٔ فارسی آن آزمونی نرم‌افزاری است که با کمک رایانه اجرا می‌شود. در این آزمون فرد باید درمقابل محرکِ هدف در یک رشته محرک‌های ارائه‌شده (هدف و غیرهدف) از خود واکنش نشان دهد (فشاردادن کلید). شایان ذکر است که محرک هدف، تعداد و زمان ارائهٔ آن توسط درمانگر تنظیم‌شدنی است. این آزمون نیازمند پایش مداوم پاسخ‌های هدف و کنترل پاسخ‌های ناخواسته است. خروجی‌های آزمون شامل پاسخ صحیح به محرکِ 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 ۰/۵۹تا۰/۹۳ به‌دست آمد (۲۸).

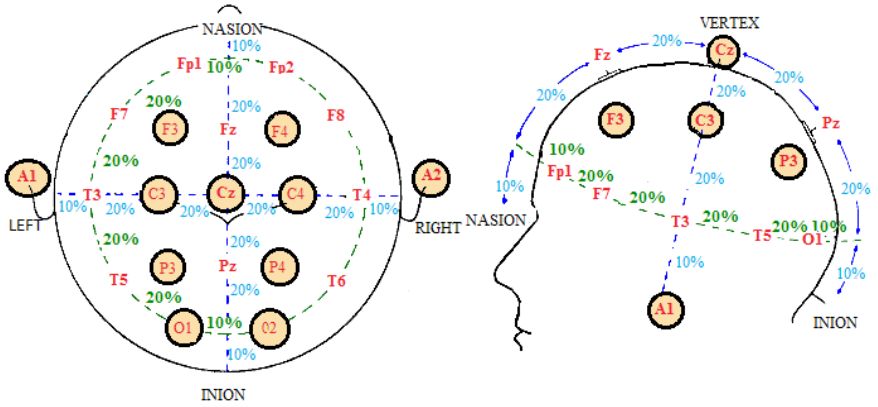
ـ آزمون اضطراب ریاضی[5]: این آزمون به‌منظور سنجش اضطراب ریاضی توسط لانگ[6] در سال ۲۰۰۱ طراحی و هنجاریابی شد و روایی

1. Key-Math
2. Raven IQ Test
3. Wide Range Achievement Test
4. Continuous Performance Test (CPT)
5. Math Anxiety Test
6. Lang

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]
[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

و پایایی آن مطلوب گزارش شد (به‌نقل از ۲۹). مقیاس ۲۳ سؤال دارد و حداقل نمره در آن صفر و حداکثر آن ۲۳ است (پاسخ صحیح=نمرهٔ یک و پاسخ غلط=نمرهٔ 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 محاسبهٔ همبستگی هر سؤال با کُل آزمون، از ۰/۲۴تا۰/۶۲ برآورد کردند (۲۹).

نوروفیدبک: طرز کار دستگاه به این ترتیب است که الکترودهایی براساس پروتکل درمانی منطبق با مشکل فرد برپایهٔ نظام بین‌المللی ۲۰ـ۱۰ (شکل ۱)، روی پوست سر و لاله‌های گوش بیمار قرار می‌گیرد. سپس با کمک تجهیزات رایانه‌ای و براساس دامنهٔ امواج مغزی فرد که به میکروولت (μV) سنجیده می‌شود، یک فیدبک دیداری یا شنیداری (معمولاً در قالب یک‌بازی و تصویر یا صدا) به فرد ارائه می‌شود. فرد به‌تدریج 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 نابهنجاری‌های آن می‌شود (۱۳).



شکل ۱. محل قرارگیری الکترودها براساس سیستم بین‌المللی ۲۰ـ۱۰ (۱۳)

در پژوهش حاضر از دو پروتکل درمانی استفاده شد: اول پروتکل آلفا/تتا در نقطهٔ 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 (۱۵تا۱۸ هرتز) و SMR (۱۲تا۱۵ هرتز) و نیز بازداری تتا (۴تا۷ هرتز) و بتای بلند (۲۲تا۲۸ هرتز) در مناطق C_3 و C_4 بود. افزایش دامنهٔ امواج مغزی یا کاهش دامنهٔ امواج آهسته بر عملکردهای عالی ذهنی (ازجمله توجه پیوسته) نقش مؤثری دارد (۳۱).

در این پژوهش، تمامی ملاحظات اخلاقی ازجمله ارائهٔ توضیحات دربارهٔ اهداف پژوهش، محرمانه‌بودن اطلاعات، آزادی آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش و رضایت آگاهانهٔ والدین آن‌ها، غیرتهاجمی‌بودن درمان ارائه‌شده و نداشتن بار مالی برای آزمودنی‌ها رعایت گردید و قرار شد تا آزمودنی‌ها و خانواده‌هایشان از شرح نتایج پژوهش مطلع شوند. تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون آماری تحلیل کوواریانس چندمتغیره[1] در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۳، با سطح اطمینان ۹۵درصد (α=۰/۰۵) صورت گرفت. پیش‌فرض‌های به‌کارگیری آزمون تحلیل کوواریانس، با آزمون‌های کولموگروف‌اسمیرنوف، لوین و امباکس به‌کمک نرم‌افزار تحلیل آماری SPSS نسخهٔ 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 در گروه آزمایش ۱۰/۳۸±۰/۲۴ سال و در گروه گواه ۱۰/۵۱±۰/۵۴ سال بود که از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشتند (p=۰/۷۸۵). شایان ذکر است که دو گروه از لحاظ سطح تحصیلات والدین و موقعیت اجتماعی‌ـاقتصادی خانواده، همتا شدند. پیش از انجام تحلیل داده‌ها به‌روش تحلیل کوواریانس چندمتغیره، پیش‌فرض‌های آن تحت ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون کولموگروف‌اسمیرنوف و آزمون ام‌باکس و آزمون لوین معنادار نبود که این یافته‌ها به‌ترتیب حاکی‌از نرمال‌بودن توزیع داده‌ها و برقراری فرض برابری ماتریس‌های کوواریانس و فرض برابری واریانس‌ها است (p>۰/۰۵). همچنین، با استفاده از تحلیل کوواریانس (آنکوا)[2]، اثر متقابل بین پیش‌آزمون و گروه وجود نداشت و خطوط رگرسیونی یکدیگر را قطع نکردند و شیب آن‌ها همگن بود (p=۰/۴۵۱)؛ بنابراین، از مفروضهٔ یکسانی ماتریس‌های واریانس‌ـ کوواریانس تخطی صورت نگرفت و انجام تحلیل کوواریانس 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؛ همان‌طورکه در جدول ملاحظه می‌شود، دو گروه در مرحلهٔ پیش‌آزمون در متغیرهای مطالعه‌شده تفاوت چشمگیری با یکدیگر ندارند؛ اما در مرحلهٔ پس‌آزمون، تغییرات در میانگین گروه آزمایش مشاهده می‌شود؛ بدین‌صورت که در آزمون عملکرد پیوسته، دانش‌آموزان گروه نوروفیدبک درمقایسه با گروه گواه از خطای حذف (آزمایش ۲/۲۶±۱/۰۹، گواه ۴/۲۶±۱/۰۳) و خطای پاسخ (آزمایش ۳/۲۰±۰/۶۷، گواه ۵/۳۳±۱/۵۸) و زمان واکنش (آزمایش ۴۵۳/۲۶±۱۹/۵۱، گواه ۶۹۰/۲۶±۲۵/۸۶) کمتری

[1]. MANCOVA

[2]. ANCOVA

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

برخوردار بودند و درمقابل، پاسخ‌های صحیح بیشتری را کسب کردند (آزمایش ۲/۹۸±۱۳۹/۹۳، گواه ۳/۱۵±۱۲۷/۰۶)؛ همچنین، اضطراب ریاضی در گروه نوروفیدبک درمقایسه با گروه گواه کاهش یافت (آزمایش ۱/۰۹±۵/۰۶، گواه ۱/۸۴±۷/۵۳). برای مشخص‌شدن اینکه آیا تغییرات مشاهده‌شده 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 چندمتغیرهٔ آزمون عملکرد پیوسته و اضطراب ریاضی دو گروه در مرحلهٔ پس‌آزمون

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

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

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره برای مقایسهٔ 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 نتیجهٔ کُل آزمون عملکرد پیوسته (تعداد پاسخ صحیح، خطای حذف، خطای پاسخ، زمان واکنش) و اضطراب ریاضی تفاوت معنادار وجود دارد (p<۰/۰۰۱). 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 زمینهٔ 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 مبتلا به اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی، اثربخشی نوروفیدبک را در بهبود توجه تأیید کردند (۱۷)؛ نریمانی و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر نوروفیدبک بر کاهش علائم بیش‌فعالی و نقص توجه در دانشجویان پرداختند و کارایی نوروفیدبک را به‌عنوان روشی درمانی در درمان مشکلات توجه پیوسته نشان دادند (۳۲).

در تبیین این یافته می‌توان به نقش کاهش امواج آهسته یا افزایش دامنهٔ امواج مغزی در عملکردهای عالی ذهنی اشاره کرد. فعالیت امواج آهسته (امواج تتا) مشخصهٔ ذهن آشفته، خیال‌بافی، حواس‌پرتی، نبود تمرکز، کُندی زمان واکنش، ضعف قضاوت، نارسایی حساب و اضطراب است و در کودکانِ دارای نقص توجه، افزایش فعالیت امواج تتا و کاهش فعالیت امواج بتا در حالت استراحت و همچنین در طی تکالیف توجه، مشاهده می‌شود (۳۱). ازآنجاکه افزایش امواج کُند مغزی در نواحی مختلف مغز با ناتوانی در کنترل تکانه و کاهش توجه

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

و برانگیختگی همراه است، با کاهش یا سرکوبی دامنهٔ امواج آهسته (تتا) می‌توان شاهد تغییر رفتار به‌خصوص برانگیختگی و توجه در افراد بود. درواقع، 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 اضطرابِ عملکرد است (۳۰)؛ بنابراین، تقویت آلفا اضطراب ریاضی را در دانش‌آموزان هدف قرار می‌دهد و کاهش اضطراب نیز منجربه بهبود توجه می‌شود. فرد مضطرب می‌تواند پس از آشناشدن 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 به‌دست آورد.

نوروفیدبک برمبنای شرطی‌سازی کنشگر قرار دارد؛ به‌طوری‌که همراهیِ اصلاح دامنهٔ امواج مغزی با فیدبک مطلوب (حرکت تصاویر ویدئویی یا تولید صوت) منجربه یادگیری خواهد شد. در طی این فرایند، انواع فعالیت‌های مغزی که در موقعیت معمول مشاهده‌نشدنی و کنترل‌ناپذیر هستند، برای فرد محسوس و مشهود می‌شود و فرد احساس کنترل بر آن‌ها را تجربه می‌کند (۱۳). این مسئله منجربه 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 ناشی‌از درمان بیگانه باشد، درمان به‌طور کامل به‌بار نخواهد نشست (۳۵). ازآنجاکه در درمان با نوروفیدبک، فرد در درمانِ خود نقشی فعال دارد و با تغییرات بدنیِ ناشی‌از مداخلهٔ درمانی بیگانه نیست، می‌توان انتظار آثار درمانیِ 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 به‌نحو 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. درنهایت، با این روش دانش‌آموز می‌آموزد تا رفتار خود را درجهت مطلوب تغییر دهد و این امر باعث بهبود توجه پیوسته و کاهش اضطراب ریاضی می‌شود.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به‌روش نمونه‌گیری دردسترس و حجم کم نمونه و درنتیجه تعمیم‌پذیری محدود نتایج اشاره کرد. این پژوهش فاقد دورهٔ پیگیری نتایج درمانی بود؛ ازاین‌رو پایداری اثرات درمانی در بلندمدت بررسی نشد که پیگیری آثار درمان در مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود. کاربرد نوروفیدبک باتوجه به اهمیت ریاضیات در نظام آموزشی و ضرورت استفاده از روش‌های نوین در آموزش ریاضی و کاهش نقصِ 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؛ بدین‌معنا که دانش‌آموزان گروه نوروفیدبک درمقایسه با گروه گواه از خطای حذف و خطای پاسخ و زمان واکنش کمتری برخوردار بودند و درمقابل، پاسخ‌های صحیح بیشتری در آزمون عملکرد پیوسته کسب کردند؛ همچنین، اضطراب ریاضی در گروه نوروفیدبک درمقایسه با گروه گواه کاهش یافت؛ بنابراین، می‌توان از نوروفیدبک به‌عنوان روشی مناسب با عوارض جانبی بسیار محدود و تأثیر درمانی بلندمدت برای افراد با اختلال یادگیری استفاده کرد.

۶ تشکر و قدردانی

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

۷ بیانیه‌ها

تأییدیهٔ اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

در این پژوهش، تمامی ملاحظات اخلاقی ازجمله ارائهٔ توضیحات دربارهٔ اهداف پژوهش، محرمانه‌بودن اطلاعات، آزادی آزمودنی‌ها به‌منظور شرکت در پژوهش و رضایت آگاهانهٔ والدین آن‌ها، غیرتهاجمی‌بودن درمانِ ارائه‌شده و نداشتن بار مالی برای آزمودنی‌ها رعایت شد و قرار شد آزمودنی‌ها و خانواده‌هایشان از شرح نتایج پژوهش مطلع شوند. این پژوهش به تأیید کمیتهٔ اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران رسیده است و به شمارهٔ ۲۱ ـ ۱۳۹۷ ثبت شده است.

رضایت برای انتشار

این امر غیر قابل اجرا است.

منابع مالی

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

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

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
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
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
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
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
9. Krinzinger 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
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
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
13. Hammond DC. What Is Neurofeedback? Journal of Neurotherapy. 2007;10(4):25–36. doi: 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
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
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
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
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
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
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 coloure progressive

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]

matrices test on 5–11 years old childern 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
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
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
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
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
35. Hamidi M, Ismaili F, editors. Chemotherapy and You. Tehran: Andisheh Mana Publication; 2005. [Persian]

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1399.10.0.129.8]