

اثربخشی آموزش نوروفیدبک بر توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص

لیلا نوشاد^۱، امیر عزیزی^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری علوم اعصاب شناختی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲. دکتری روانشناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۶

دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۶

Effectiveness of training of neurofeedback on continuous attention, working memory and visual - motor perception in primary school students with specific learning disorder

Leila Noshad¹, Amir Azizi^{2*}

1. Ph.D. Student in Cognitive Neurosciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2. Ph.D. in Psychology, Lorestan University, Khoram Abad, Iran

Received: 2022/03/17

Accepted: 2023/06/06

10.30473/clpsy.2024.68266.1708

Abstract

Background:The aim of this study was to determine the effectiveness of neurofeedback on continuous attention, working memory and visual - motor perception in primary school students with specific learning disorder. **Methods:** The current study was an experimental type with a pre-test-post-test design with a control group. The statistical population of this research included all primary school students in Tabriz city, among them, 30 people diagnosed with learning disorders in Tabriz learning disorders centers were selected by purposive sampling method and using randomly were replaced into experimental and control groups (15 people in each group). In all two groups of N-back, continuous performance test and visual perception -motor Bender-Gestalt as pretest and post-test completion. Neurofeedback was performed in the experimental group for 20 sessions of 30-45 minutes (3 times a week for seven weeks) and the control group received no interventions. Data were analyzed by using multivariate covariance analysis in SPSS.20. **Results:** There is only a significant difference between the average post-test scores of the experimental and control groups in the variables of continuous attention ($p=0.001$) and visual-motor perception ($p=0.001$). This means that neurofeedback training was effective in improving continuous attention, working memory and visual-motor perception. **Conclusion:** The use of neurofeedback is recommended in improving continuous attention and visual-motor perception in elementary school students with special learning disorders.

Keywords: Neurofeedback, Continuous attention, Work memory, Visual and motor perception, Learning disorder, Students.

چکیده

مقدمه: هدف از انجام پژوهش حاضر تعیین اثربخشی نوروفیدبک بر توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص بود. روش پژوهش: پژوهش حاضر از نوع آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی شهر تبریز بود که در این میان تعداد ۳۰ نفر با تشخیص اختلالات یادگیری در مراکز اختلالات یادگیری شهر تبریز به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و با روش تصادفی ساده در گروه‌های آزمایش و کنترل (۱۵ نفر در هر گروه) جایگزین شدند. دو گروه آزمون‌های عملکرد مداوم، ان - بک و آزمون دیداری - حرکتی بندر گشتالت را به عنوان پیش‌آزمون پس‌آزمون تکمیل کردند. نوروفیدبک طی ۲۰ جلسه ۳۰ الی ۴۵ دقیقه‌ای (۳ بار در طول هفته به مدت هفت هفته) در گروه آزمایش اعمال شد و گروه کنترل مداخله‌های دریافت نکردند. داده‌ها با استفاده از تحلیل کواریانس چندمتغیره در نرم‌افزار SPSS.20 تحلیل شدند. یافته‌ها: بین میانگین نمرات پس‌آزمون گروه آزمایش و کنترل در متغیرهای توجه مداوم ($p=0/001$) و ادراک دیداری - حرکتی ($p=0/001$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ بدین معنا که آموزش نوروفیدبک بر بهبود توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی موثر بود. نتیجه‌گیری: استفاده از نوروفیدبک در بهبود توجه مداوم و ادراک دیداری - حرکتی در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: نوروفیدبک، توجه مداوم، حافظه کاری، ادراک دیداری و حرکتی، ناتوانی یادگیری، دانش‌آموزان.

مقدمه

اختلال یادگیری خاص^۱ که شروع آن در دوره کودکی است برای پوشش دادن اختلالاتی همچون خواندن، نوشتن و ریاضیات مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر کدام یکی از عملکردهای شخص در آزمون‌های هنجار شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص بسیار کمتر از چیزی که متناسب با سن و سطح هوشی آنها انتظار می‌رود، در عملکرد تحصیلی عمل می‌کنند (انجمن روانپزشکی آمریکا، ۲۰۱۸). شیوع کلی ناتوانی‌های یادگیری در کشور ما در بین دختران و پسران در حدود ۸/۸۱ می‌باشد و پسران ۱/۱ تا ۲/۲ درصد بیشتر از دختران به ناتوانی‌های یادگیری مبتلا می‌شوند (بهراد، ۱۳۸۵؛ به نقل از عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶).

یکی از مشکلاتی که دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با آن روبرو هستند، اشکال در عملکرد توجه مداوم^۳ است (ماروزوچی^۴ و همکاران، ۲۰۰۹؛ بیرامی و همکاران، ۱۳۹۶). عملکرد توجه مداوم به صورت توانایی برای تمرکز مداوم به یک محرک خاص طی یک دوره طولانی به دور از هرگونه حواسپرتی تعریف می‌شود (مول^۵ و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعات نشان می‌دهد که کودکان مبتلا به یادگیری خواندن دچار اشکال در برخی از عملکردهای اجرایی نظیر توجه مداوم هستند (فاکوئی^۶ و همکاران، ۲۰۱۰). برای مثال، مشخص شد که کودکان مبتلا به ناتوانی خواندن دچار مشکل در حفظ و استمرار توجه به متن هستند و در معرض حواسپرتی توسط محرک‌های ناخواسته قرار دارند.

افراد مبتلا به اختلال یادگیری خاص از نقایص مرتبط با حافظه کاری^۷ نیز رنج می‌برند (میلر و شوچارت^۸، ۲۰۱۶). حافظه کاری سیستمی با ظرفیت محدود است، که اطلاعات ساده را ذخیره‌سازی و به صورت موقت و همزمان پردازش می‌کند، همچنین توانایی ذخیره‌سازی اطلاعات پیچیده شناختی و پردازش آن‌ها را دارد. حافظه کاری شامل سه جزء است: مجری مرکزی، حلقه واج‌شناختی و صفحه ثبت دیداری - فضایی (براندونبورگ^۹ و همکاران، ۲۰۱۵).

کودکان مبتلا به ناتوانی خواندن و ناتوانی در املا از نارسایی پردازش و ذخیره‌سازی واژگان و مجری مرکزی نارسا رنج می‌برند. همچنین، صفحه دیداری - فضایی و مجری مرکزی در افراد مبتلا به ناتوانی خواندن آسیب دیده است (پاسولونجی^{۱۰}، ۲۰۰۶).

نارسایی ادراک دیداری، یکی از مهم‌ترین دلایل بروز و روند اختلال یادگیری محسوب می‌شود؛ تا جایی که اصطلاح «ناتوانی ادراکی - دیداری» توسط دولت فدرال آمریکا به عنوان یکی از مشخه‌های اختلال ناتوانی یادگیری قید شده است (وبر^{۱۱}، ۲۰۰۹). ادراک دیداری - حرکتی^{۱۲}، به معنای قابلیت هماهنگی اطلاعات بصری و برنامه‌ریزی حرکتی می‌باشد. نظریه پردازان ادراکی - حرکتی، بر ادراک مختل شده (بلوتی و همکاران، ۱۳۹۲) و رشد حرکتی تأخیر یافته در اختلال یادگیری خاص متمرکز شده‌اند (وبر، ۲۰۰۹). به علاوه مطالعات حاکی از این است که ادراک دیداری - حرکتی مختل یکی از عوامل مؤثر در ناتوانی یادگیری روخوانی می‌باشد (بلوتی و همکاران، ۱۳۹۲).

در نتیجه، با توجه به مشکلات مرتبط با سه کارکرد شناختی عملکرد توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی که مطابق با یافته‌های صورت گرفته پیشین، دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص با آن‌ها روبرو هستند، لزوم ارائه مداخلات درمانی به این دسته از افراد ضروری می‌باشد (فاکوئی و همکاران، ۲۰۱۰؛ فاکوئی و مولتی، ۲۰۰۰). نوروفیدبک^{۱۳} یکی از مداخلاتی است که در سال‌های اخیر در کاهش نشانه‌ها و مشکلات ناشی از اختلال یادگیری خاص مورد استفاده قرار گرفته است. نوروفیدبک برای یادگیری کنترل آگاهانه حالت‌های مختلف امواج مغزی فرد است. طی نوروفیدبک با ارائه یک صوت یا تصویر خاص به ازای دریافت بازخورد از کاربیت‌های نورونی مغز، می‌توان امواج مغزی را به سمت فرکانس مطلوب هدایت کرده و الگوی مغزی را هدایت و آن را تغییر داد (بهرادی و همکاران، ۱۳۹۴) در خصوص تأثیر آموزش نوروفیدبک بر متغیرهای مورد بحث در پژوهش حاضر مطالعاتی انجام شده است. برای مثال، موسی‌نژاد جدی و نظری (۱۳۹۲)، تأثیر آموزش نوروفیدبک مبتنی بر پروتکل تتا-بتا را بر حافظه کاری و توجه مداوم در کودکان مبتلا به ناتوانی یادگیری خواندن

1. Specific Learning Disorder
2. American Psychiatric Association
3. Continuous Attention
4. Marzocchi
5. Moll
6. Facoetti
7. Working Memory
8. Maehler & Schuchardt
9. Brandenburg

10. Passolunghi
11. Weber
12. Visual - Motor Perception
13. Neurofeedback

دانش‌آموزان مقطع ابتدایی شهر تبریز بود. با توجه به اینکه حجم نمونه در مطالعات آزمایشی در هر گروه به دلیل افزایش روایی درونی حداقل باید ۱۵ نفر باشد (گال^۱ و همکاران، ۲۰۲۱)، تعداد ۳۰ دانش‌آموز ابتدایی با تشخیص اختلالات یادگیری از مراکز اختلالات یادگیری شهر تبریز به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و با روش تصادفی ساده در گروه‌های آزمایش و کنترل (۱۵ نفر برای هر گروه) جایگزین شدند. هر دو گروه آزمون عملکرد مداوم، آزمون ان-بک، آزمون دیداری-حرکتی بندرگشتالت را طی مراحل پیش‌آموز و پس‌آموز تکمیل کردند. به علاوه، به منظور رعایت اصول اخلاقی، رضایت دانش‌آموزان و والدین آنها برای شرکت در پژوهش جلب شد و والدین دانش‌آموزان فرم موافقت‌نامه کتبی برای شرکت کودکان در پژوهش را امضا کردند.

معیارهای ورود به پژوهش عبارت بودند از دامنه سنی بین ۷ الی ۱۱ سالگی، دریافت تشخیص اختلال یادگیری خاص؛ عدم همبودی سایر اختلالات عصبی-رشدی (نظیر اختلال کاستی توجه / بیش‌کاری، اختلال ارتباط، اختلال هماهنگی مربوط به رشد و اختلال طیف اوتیسم) و یا سایر اختلالات روانی (نظیر اختلالات اضطرابی، اختلالات افسردگی و دوقطبی) براساس اظهارات مستقیم والدین و ثبت در پرونده روانپزشکی، که ممکن است تشخیص اختلال یادگیری خاص را منتفی سازند؛ موافقت و امضای رضایت‌نامه کتبی توسط والدین دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص. معیارهای خروج از پژوهش عبارت بودند از دریافت آموزش نوروفیدبک قبل از ورود به پژوهش و عدم همکاری یا عدم حضور در ۳ جلسه پیاپی.

ابزار پژوهش

آزمون عملکرد مداوم: این آزمون در سال ۱۹۵۶ توسط رازولد^۲ و همکاران برای سنجش نگهداری توجه و زودانگیزگی در کودکان ساخته شد. در این آزمون خطای حذف و خطای ارتکاب مورد سنجش قرار می‌گیرد. بدین ترتیب که یک مجموعه از اعداد با فاصله زمانی معین ظاهر می‌شود و دو محرک به عنوان محرک هدف تعیین می‌گردد. آزمودنی باید با مشاهده اعداد مورد نظر به سرعت با فشار کلید مربوطه بر روی صفحه رایانه، پاسخ خود را ارائه دهد

نشان دادند. بهزادی و همکاران (۱۳۹۴)، تأثیر آموزش نوروفیدبک را بر ادراک بینایی دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی مورد تأیید قرار دادند. جهانی و همکاران (۲۰۱۶)، نیز کارایی آموزش نوروفیدبک را بر مهارت‌های ادراکی-حرکتی کودکان ۵ تا ۱۲ ساله مبتلا به اختلال کاستی توجه / بیش‌فعالی نشان دادند. عزیزی و همکاران (۱۳۹۶)، نیز در پژوهشی نشان دادند که آموزش نوروفیدبک بر ادراک دیداری-حرکتی در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص تأثیر دارد. پژوهش قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، نیز تأثیر نوروفیدبک بر حافظه کاری دانشجویان یک زبانه (فارسی زبان) را نشان داد؛ در حالی که شواهد متناقضی نیز مبنی بر عدم کارایی آموزش نوروفیدبک بر حافظه کاری در دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری وجود دارد (نگاه کنید به عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶).

علاوه بر این، اکثر مطالعات صورت گرفته در کشور ما بر یکی از زیرشاخه‌های ناتوانی‌های یادگیری (برای مثال، اختلال ریاضی و یا سایر اختلالات عصبی رشدی همچون کاستی توجه / بیش‌فعالی) متمرکز بوده است و مداخله مبتنی بر نوروفیدبک در افراد مبتلا به اختلال یادگیری خاص انجام نشده است. از طرف دیگر، اختلال یادگیری خاص به عنوان یکی از شایع‌ترین اختلال‌هایی که در بین اختلال‌های عصبی-رشدی دوران کودکی، تشخیص گذاشته می‌شود (مول و همکاران، ۲۰۱۴)؛ می‌تواند پیامدهای کارکردی منفی در طول عمر برای شخص در پی داشته باشد، از جمله پیشرفت تحصیلی کمتر، میزان بالاتر ترک تحصیل در دبیرستان، میزان پایین‌تر تحصیلات پس از دوره متوسطه، سطح بالای ناراحتی روانشناختی و سلامت روانی عمومی پایین‌تر، نرخ بالاتر بیکاری یا کار پاره‌وقت و درآمد کمتر و یا حتی داشتن افکار مرتبط با خودکشی (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۲۰۱۸). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی نوروفیدبک بر توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری-حرکتی در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص انجام شد.

روش تحقیق شرکت‌کنندگان

این پژوهش از نوع آزمایشی (طرح پیش‌آموز و پس‌آموز) گروه کنترل) بود. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه

1. Gall

2. Rosvold

می‌گیرد و حداقل و حداکثر نمره در این نظام به ترتیب صفر و ۳۰ می‌باشد. میزان توافق درجه‌بندی کنندگان برای این آزمون عالی (۸۸ و ۹۶٪) گزارش شده است و روایی آن مورد تایید است (پیتروسکی، ۲۰۱۶). در مطالعه موسی‌نژاد نظری و همکاران (۱۳۹۲)، ضریب پایایی آزمون با استفاده از روش بازآزمایی در دامنه‌ای از ۰/۸۱ تا ۰/۹۶ گزارش شد. در این پژوهش، پایایی کل آزمون با استفاده از روش آلفای کرونباخ ۰/۸۴ به دست آمد.

نوروفیدبک: آموزش نوروفیدبک به وسیله دستگاه نوروفیدبک با سخت‌افزار پروکامپ و نرم‌افزار بیوگراف از شرکت تات‌تکنولوژی، به گروه آزمایشی در طی ۲۰ جلسه ۳۰ الی ۴۵ دقیقه‌ای (۳ بار در طول هفته به مدت هفت هفته) ارائه شد. در جلسات نوروفیدبک دانش‌آموز بر روی یک صندلی راحت و در اتاقی ساکت نشسته و لاله هر دو گوش و نواحی از سر با استفاده از الککل سفید و ژل نیوپرپ آماده‌سازی شد و الکتروود مرجع به گوش چپ و الکتروود گراند به گوش راست با استفاده از چسب ده - بیست متصل شد. همچنین، دو الکتروود بر طبق سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ بر روی جمجمه قرار داده شد و ثبت تغییرات الکتریکی از سطح مغز به صورت مداوم صورت گرفت. آموزش نوروفیدبک برای گروه دریافت‌کننده نوروفیدبک با توجه به تحقیقات مختلف پیشین (برای مثال موحدی، ۱۳۹۵) در زمینه به‌کارگیری نوروفیدبک در اختلال‌های یادگیری دربرگیرنده پروتکل افزایش امواج بتا (۱۲-۱۵ هرتز) و کاهش امواج تتا (۴-۷ هرتز) بود.

تکمیل ۲۰ جلسه آموزش نوروفیدبک براساس دستورالعمل توصیه‌شده موناستر^۹ و همکاران (۲۰۰۵) و همکاران، انجام شد؛ بدین ترتیب که تعیین مقادیر پایه در ۳۰ ثانیه اول ابتدای هر جلسه انجام شد و پس آن در هر جلسه یک دوره ۲ الی ۵ دقیقه‌ای برای آشنایی شرکت‌کنندگان با رویکرد نوروفیدبک اختصاص یافت. اثرهای مصنوعی به صورت خودکار توسط رایانه کنترل شد. ۱۵ دقیقه اول هر جلسه از آموزش نوروفیدبک به تقویت کاربیت موج بتا در نقطه T3 که در ناحیه گیجگاهی چپ قرار دارد، اختصاص یافت و ۲۰ دقیقه بعد به سرکوب کاربیت موج تتا در نقطه Pz اختصاص یافت. دانش‌آموز در برابر کامپیوتر تصویر انیمیشن، قایق و ثبت امواج را مشاهده می‌کرد. دو نوع بازخورد دیداری و شنیداری توسط رایانه ارائه شد. در بازخورد

(رازولد و همکاران، ۱۹۵۶؛ به نقل از نجاتی، ۱۳۹۴). راز^۱ و همکاران (۲۰۱۴)، ضریب اعتبار دونیمه‌سازی این آزمون را ۰/۷۹ تا ۰/۹۶ گزارش کردند. هادیان‌فر و همکاران (۱۳۸۰)، پایایی این آزمون را با استفاده از روش بازآزمایی در فاصله ۲۰ روز در دامنه بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ گزارش کردند و روایی ملاکی آن را تأیید کردند.

آزمون ان - بک^۲: این آزمون در سال ۱۹۵۸ توسط کرچنر^۳ به منظور سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی معرفی شد. در این آزمون، تعدادی محرک دیداری و شنیداری به صورت پیاپی از طریق نمایشگر رایانه ارائه می‌شود و براساس تکلیف 1-back آزمودنی باید در صورت تشابه هر محرک با محرک قبلی، کلید شماره یک رایانه و در صورت عدم تشابه، کلید شماره دو رایانه را فشار دهد (چن^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). ون‌لیون^۵ و همکاران (۲۰۰۷)، ضریب همبستگی این آزمون را ۰/۲۰ و روایی آن را تأیید کردند. خیر و همکاران (۱۳۹۳)، به منظور تعیین روایی، از روایی همگرا استفاده کردند و آزمون فراخانی اعداد حافظه کوتاه‌مدت را بر روی یک نمونه ۶۲ نفری از دانشجویان اجرا کردند و ضریب همبستگی ۰/۴۶ را به دست آوردند. در این پژوهش، پایایی کل آزمون با استفاده از روش آلفای کرونباخ ۰/۷۳ به دست آمد.

آزمون دیداری - حرکتی: این آزمون بندر گشتالت، در سال ۱۹۸۳ توسط بندر^۶ برای شناسایی آسیب مغزی و ارزیابی توانایی‌های دیداری- ساختاری ساخته شد. آزمون دارای ۹ کارت است، کارت‌ها یکی پس از دیگری به آزمودنی ارائه و از او خواسته می‌شود که روی یک کاغذ سفید از روی طرح رسم کند (نقل از پیتروسکی^۷، ۲۰۱۶). نظام نمره‌گذاری این آزمون توسط کوپیتز^۸ (نقل از پیتروسکی، ۲۰۱۶) تدوین شده است و شامل ۳۰ ماده نمره‌گذاری و چهار نوع خطای تحریف شکل، ترکیب نادرست، چرخش و تداوم می‌باشد. نمره‌گذاری آزمون و مواد آن به صورت «یک و صفر» می‌باشد؛ بدین ترتیب که هر یک از مواد آزمون در صورت خطا نمره «یک» و در غیر این صورت نمره «صفر» تعلق

1. Raz
2. N-back
3. Kirchner
4. Chen
5. Van Leeuwen
6. Brender
7. Piotrowski
8. Kupitz

9. Monastra, Lynn, Linden, Lubar, Gruzelier & LaVaque

روش آماری

داده‌ها با استفاده از روش‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آمار استنباطی (تحلیل کواریانس چندمتغیره) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها

در این پژوهش ۳۰ دانش‌آموز مبتلا به اختلال یادگیری خاص شرکت کردند که میانگین و انحراف معیار سنی دانش‌آموزان در گروه دریافت‌کننده نوروفیدبک $۱/۷۳ \pm ۸/۴۰$ و گروه کنترل $۱/۶۳ \pm ۸/۵۳$ بود. آماره توصیفی متغیرهای توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی در گروه‌های مورد مطالعه طی مراحل ارزیابی در جدول شماره ۱ درج شده است.

دیداری، زمانی که امواج مغزی فرد به شرایط موردنظر پروتکل (آستانه پایین‌تر از ۷۰٪ تتا و بالاتر از ۲۰٪ بتا) نزدیک می‌شد، انیمیشن و یا قایق حرکت کرده و منجر به دریافت امتیاز از سوی دانش‌آموز می‌شد. در نتیجه به دنبال انجام تمرین و یادگیری مغز، امواج تتا کاهش و بتا افزایش می‌یافت. بازخورد شنوایی نیز دربرگیرنده صدای زنگ براساس میزان موفقیت فرد در کنترل امواج مغزی بالاتر از سطح آستانه تعیین شده بود.

آموزش نوروفیدبک به دانش‌آموزان توسط یک مربی آموزش دیده تحت نظارت پژوهشگران انجام شد که کاملاً مستقل از تیم پژوهش بود و یک کارگاه مقدماتی (عمومی) ۱ روزه و یک کارگاه پیشرفته (عملی) ۲ روزه اجرای نوروفیدبک را گذرانده بود.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی به تفکیک گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون میانگین \pm انحراف معیار	پس‌آزمون میانگین \pm انحراف معیار
توجه مداوم	آزمایش	$۱/۶۸ \pm ۸/۸۶$	$۱/۲۵ \pm ۵/۰۰$
	کنترل	$۱/۹۸ \pm ۸/۳۱$	$۲/۰۷ \pm ۸/۸۰$
حافظه کاری	آزمایش	$۱۰/۳۳ \pm ۵۷/۹۱$	$۱۱/۴۵ \pm ۶۶/۸۰$
	کنترل	$۱۱/۷۴ \pm ۵۶/۳۵$	$۱۱/۳۲ \pm ۶۲/۰۸$
ادراک دیداری - حرکتی	آزمایش	$۴/۴۹ \pm ۲۳/۱۵$	$۳/۹۴ \pm ۲۹/۳۳$
	کنترل	$۴/۴۷ \pm ۲۹/۰۶$	$۴/۰۵ \pm ۲۹/۸۷$

حرکتی ($P=۰/۰۶۱$) مورد تأیید قرار گرفت. نتایج تحلیل کواریانس چندمتغیره در متغیرهای توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی در گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ درج شده است.

با توجه به نتایج حاصل از جدول شماره ۲، نوروفیدبک بر متغیرهای توجه مداوم ($P=۰/۰۰۱$ ، $F=(۲۵،۱)=۹۲/۱۹$)، $F=(۲۵،۱)=۰/۷۸۷$ (مجذور اتای تفکیکی) و ادراک دیداری - حرکتی ($P=۰/۰۰۱$ ، $F=(۲۵،۱)=۲۲۴/۳۹$)، $F=(۲۵،۱)=۰/۹۰۰$ (مجذور اتای تفکیکی) در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص، تأثیر دارد. توان آزمون به دست آمده برابر با ۱، بیانگر حجم نمونه مناسب برای یک چنین نتیجه‌گیری است. اما نوروفیدبک بر متغیر حافظه کاری در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص، تأثیر ندارد: $P=۰/۲۲۷$ ، $F=(۲۵،۱)=۱/۵۳$ (مجذور اتای تفکیکی). توان آزمون به دست آمده برابر با ۰/۲۲۲ است.

با توجه به نتایج حاصل از جدول شماره ۱، میانگین متغیرهای توجه مداوم و ادراک دیداری - حرکتی در گروه‌های آزمایشی از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون کاهش یافته است. اما میانگین متغیر حافظه کاری در هر دو گروه آزمایش و کنترل از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش یافته است.

پیش‌فرض‌های تحلیل کواریانس چندمتغیره با استفاده از آزمون باکس^۱ در متغیرهای توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی با مقدار ($F=۲/۲۳۶$ ، $P=۰/۰۵۷$) و آزمون لوین^۲ در متغیرهای توجه مداوم با مقادیر ($F=۲/۲۹۸$ ، $P=۰/۱۴۱$)، حافظه کاری ($F=۰/۱۸۱$ ، $P=۰/۶۷۴$)، ادراک دیداری - حرکتی ($F=۴/۳۷۴$ ، $P=۰/۰۵۶$) و آزمون شاپیرو ویلک با مقادیر برای متغیرهای توجه مداوم با مقادیر ($P=۰/۴۰۰$)، حافظه کاری ($P=۰/۸۴۷$) و ادراک دیداری -

1. M. Box
2. Levene

جدول ۲. تحلیل کواریانس چندمتغیره در متغیرهای توجه مداوم، حافظه کاری و ادراک دیداری - حرکتی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	منابع پراکندگی	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا	توان آزمون
توجه مداوم	پیش‌آزمون	۹/۹۶	۱	۹/۹۶	۳/۶۱	۰/۰۶۹		
	گروه	۲۵۷/۰۵	۱	۲۵۴/۰۵	۹۲/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۷۸۷	۱
	خطا	۶۸/۸۸	۲۵	۲/۷۵				
حافظه کاری	پیش‌آزمون	۱۳۲۴/۴۰	۱	۱۳۲۴/۴۰	۰/۱۳	۰/۷۱۵		
	گروه	۱۴۹۲۷/۱۳	۱	۱۴۹۲۷/۱۳	۱/۵۳	۰/۲۲۷	۰/۰۵۸	۰/۲۲۲
	خطا	۲۴۳۳۳/۴۰	۲۵	۹۷۲۹/۴۱				
ادراک دیداری - حرکتی	پیش‌آزمون	۱۲/۱۱	۱	۱۲/۱۱	۰/۸۷	۰/۳۶۰		
	گروه	۳۱۱۹/۴۳	۱	۳۱۱۹/۴۳	۲۲۴/۳۹	۰/۰۰۱	۰/۹۰۰	۱
	خطا	۳۴۷/۵۳	۲۵	۱۳/۹۰				

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد، که آموزش نوروفیدبک بر توجه مداوم در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص، تأثیر دارد. این یافته با نتایج مطالعه موسی‌نژاد جدی و نظری (۱۳۹۲)، تأثیر همسو می‌باشد. این محققان در طی یک طرح تک آزمودنی با ۶ دانش‌آموز نشان دادند که پروتکل نوروفیدبک مبتنی بر افزایش بتا (۱۵-۱۸ هرتز) و کاهش دلتا (۱-۴ هرتز) و تتا (۴-۸ هرتز) باعث بهبود توجه مستمر در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال خواندن شد. همچنین، این یافته با نتایج حاصل از مطالعه موحدی و افتاده حال (۱۳۹۵)، مبنی بر اثربخشی آموزش نوروفیدبک بر بهبود عملکرد توجه مداوم در دانش‌آموزان همسو می‌باشد.

در پژوهش حاضر نیز طی نوروفیدبک یک صوت و تصویر خاص به ازای دریافت بازخورد از فعالیت‌های نورونی مغز ارائه شد و امواج مغزی دانش‌آموزان به سمت فرکانس مطلوب هدایت شد و الگوی فعالیت مغزی آن‌ها تغییر کرد. بنابراین، در طی نوروفیدبک، پس‌خورندهایی که دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص برای یادگیری کنترل آگاهانه حالت‌های مختلف فعالیت امواج مغزی خود دریافت می‌کنند، باعث می‌شود تا از الگوی فعالیت الکتریکی مغز خود در مناطق کژکار مرتبط با نارسایی توجه پیوسته آگاهی پیدا کنند و الگوی مختل آن‌ها را اصلاح نمایند.

همچنین، مطابق با یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر آموزش نوروفیدبک بر حافظه کاری در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص، تأثیر ندارد. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه عزیززی و همکاران (۱۳۹۶) همسو می‌باشد. اما با نتایج حاصل از مطالعه قلی‌زاده و همکاران

(۱۳۹۰)، در تضاد می‌باشد که نشان دادند که آموزش نوروفیدبک تأثیر معنی‌داری بر حافظه کاری دانشجویان یک زبانه (فارسی زبان) دارد.

این تضاد را می‌توان به نمونه مورد بررسی در مطالعه فوق (دانشجویان سالم) در مقابل نمونه مبتلا به اختلال یادگیری خاص در پژوهش حاضر نسبت داد. همچنین آموزش نوروفیدبک در این پژوهش بر بازخورد افزایش امواج بتا و کاهش تتا متمرکز بود. امواج تتا در ساختارهای مرتبط با سیستم لیمبیک قرار دارند و نقش مهمی در حافظه کاری بر عهده دارند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۷). برخی از محققان، اصطلاح «نوسان‌های لیمبیک تتا» را به جای ریتم هیپوکامپ معرفی کردند، که حاکی از ارتباط تتای آهیانه‌ای با رمزگذاری حافظه پراکنده و ارتباط تتای فرونتال با عملکرد بازیابی مرتبط می‌باشد. بنابراین، با توجه به گستردگی انطباق تتا در خلال رمزگذاری که عملکرد بعدی حافظه را تعیین می‌کند (کلیمش، ۱۹۹۹)، می‌توان عدم تأثیر نوروفیدبک در حافظه کاری دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص را تبیین نمود؛ لذا به نظر می‌رسد پروتکل مبتنی بر کاهش تتا مورد استفاده در این پژوهش بر ساختارهای سیستم لیمبیک همچون هیپوکامپ متمرکز بود، در حالی که ممکن است نیاز به طراحی پروتکل‌هایی با هدف تمرکز بر نوسان‌های لیمبیک تتا باشد که مشخص شدن این موضوع نیازمند انجام پژوهشی با نقشه‌برداری مغزی و استفاده از سایر روش‌های مداخله‌ای به غیر از نوروفیدبک دارد.

مبتلا به اختلال یادگیری خاص را افزایش دهد. به طور خلاصه، با توجه به نتایج حاصل از انجام این پژوهش، نوروفیدبک در ارتقای توجه مداوم و ادراک دیداری - حرکتی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص تأثیر داشت. بنابراین، به‌کارگیری این روش مداخله‌ای در بهبود توجه مداوم و ادراک دیداری - حرکتی در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص توصیه می‌شود. به علاوه مهم‌ترین محدودیت این پژوهش عدم اجرای پیگیری بود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که سایر محققان علاقمند به این حوزه از مطالعات پیگیری به منظور مقایسه نتایج حاصل از تحقیقات خود با یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر بهره بگیرند. به علاوه، بایستی ضرورت و اهمیت شرکت در دوره‌های آموزش نوروفیدبک به والدین دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص توضیح داده شود و استفاده از این روش در ارتقای توجه مداوم و ادراک دیداری - حرکتی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص به متخصصان سلامت روان نیز آموزش داده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌بینند تا از تمامی دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این پژوهش و همچنین کلیه پرسنل مراکز اختلالات یادگیری شهر تبریز که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، صمیمانه تقدیر و تشکر به عمل آورند.

علاوه بر این پژوهش حاضر نشان داد که نوروفیدبک بر متغیر ادراک دیداری - حرکتی در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص، تأثیر دارد. این یافته پژوهش حاضر با نتایج مطالعات بهزادی و همکاران (۱۳۹۴)، مبنی بر تأثیر آموزش نوروفیدبک بر ادراک بینایی دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی همسو می‌باشد. همچنین عزیزی و همکاران (۱۳۹۶)، مطابق با یافته این پژوهش، نشان دادند که آموزش نوروفیدبک بر ادراک دیداری - حرکتی در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص تأثیر دارد.

آموزش نوروفیدبک به‌واسطه تغییر در امواج مغزی در شیار افقی پاریتال، فعالیت کرتکس بینایی را افزایش می‌دهد. ادراک دیداری که به فعالیت‌های سطح کرتکس وابسته است (اسکارنوسکی و همکاران، ۲۰۱۴)، نقش مهمی در تنظیم بسیاری از رفتارهای مرتبط با جهت‌یابی، ادراک وضعیت و ادراک حرکت در محیط دارد (آلبرت و چایکس، ۲۰۱۲). ادراک دیداری - حرکتی نیز به تعامل بین فعالیت‌های خود به خودی مغز و فعالیت‌های حاصل از حضور محرک‌ها در کرتکس حسی بستگی دارد (اسکارنوسکی و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین آموزش تحریک فعالیت‌های خود به خودی مغز متناسب با نواحی مختل شده در اختلال یادگیری خاص می‌تواند باعث شکل‌گیری سیناپس‌های جدید و آغاز فعالیت بهنجار در آن‌ها شود (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶) و حساسیت ادراک دیداری - حرکتی دانش‌آموزان

منابع

- Albaret, J.M., & Chaix, Y. (2012). Neurobiological bases and neurophysiological correlates of developmental coordination disorders. *Neurophysiol Clin*, 42,11-7.
- American Psychiatric Association. (2018). DSM-5. IV: American Psychiatric Association:41-44.
- Azizi, A. (2018). Comparison of the effect of cognitive rehabilitation, neurofeedback and cognitive - behavioral play therapy on continuous attention performance, working memory and visual - motor perception in students with specific learning disorder. (dissertation). Lorestan: Lorestan University. [In Persian]
- Azizi, A., Mir Drikvand, F., & Sepahvani, M.A. (2017). Comparison of cognitive rehabilitation, neurofeedback and cognitive - behavioral play therapy on working memory in primary school students with specific learning disability. 6th the Basic and Clinical Neuroscience Congress. Tehran: Iran University of
- M.A. (2017). Comparison of cognitive rehabilitation, neurofeedback and cognitive - behavioral play therapy on visual - motor perception in primary school students with specific learning disability. *Neuropsychology*, 3(2):101-116. [In Persian]

- Medical Sciences. [In Persian]
- Azizi, A., Mir Drikvand, F., & Sepahvani, M.A. (2018). Comparison of the Effect of Cognitive Rehabilitation and Neurofeedback on Sustained Attention Among Elementary School Students with Specific Learning Disorder: A Preliminary Randomized Controlled Clinical Trial. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 43, 301–307.
- Balouti, A., Bayat, M.R., & Alimoradi, M. (2012). Relationship between visual perception and reading disability in primary students (first, second, third grade) of Ahwaz city. *Intrnational Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(10):2091-96. [In Persian]
- Behzadi, F., Rahimi, C.H., & Mohamadi, N. (2015). The Effect of Neurofeedback on Mathematical Calculation Ability in Primary School Students with Dyscalculia. *Journal of exceptional children*, 15(3):5-17. [In Persian]
- Bayrami, M., Movahedi, Y., & Ahmadi, E. (2017). The effectiveness of Cognitive Rehab on the Selective – divided attention and working memory in students with dyslexia& Dyscalculia disabilities. *Neuropsychology*.3(2):9-28. [In Persian]
- Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Fischbach, A., Schuchardt, K., Büttner, G., & Hasselhorn, M. (2015). Working memory in children with learning disabilities in reading versus spelling: searching for overlapping and specific cognitive factors. *J Learn Disabil*, 48(6):622-34.
- Facoetti, A., & Molteni, M. (2000). Is attentional focusing an inhibitory process at distractor location? *Cognitive Brain Research*, 10, 185–188.
- Facoetti, A., Trussardi, A.N., Ruffino, M., Lorusso, M.L., Cattaneo, C., Molteni, M., & Zorzi, M. (2010). Multisensory spatial attention defi- cits are predictive of phonological decoding skills in developmental dyslexia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1011-25.
- Gall, M.D., Borg, W.R., & Gall, J.P. (2021). *Educational research: an introduction*. 13nd ed. USA: Longman Publishing, 451-452.
- Gholizadeh, Z., Babapuor-kheiraldin, J., Rostami, R., Bayrami, M., & Poursharifi, H. (2011). Effects of neurofeedback on visual memory. *J Behav Sc*, 4, 285-9. [In Persian]
- Hadianfard, H., Najarian, B., Shokrkon, H., & Mehrbizade, M. (2001). Fabrication of the Persian form of continuous performance test. *Journal of Psychology*, 4, 404-388. [In Persian]
- Jahani, M., Pishyareh, E., Haghgoo, H.A., Hosseini, S.A., & Ghadamgahi Sani, S.N. (2016). Neurofeedback effect on perceptual-motor skills of children with ADHD. *Iranian Rehabilitation Journal*; 14(1):43-50.
- Khayer, Z., Nejati, V., & Fathabadi, J. (2014). The effects of stress on working memory among students with high & low academic achievement. *J Res Behave Sci*, 12, 391-405. [In Persian].
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Ressearch Reviwes*, 29, 169-95.
- Maehler, C., & Schuchardt, K. (2016). Working memory in children with specific learning disorders and/or attention deficits. *Learning and Individual Differences*, 49, 341-347.
- Marzocchi, G. M., Ornaghi, S., & Barboglio, S. (2009). What are the causes of the attention deficits observed in children with dyslexia? *Child Neuropsychology*, 15(6), 567–581.
- Moll, K., Kunze, S., Neuhoff, N., Bruder, J., & Schulte-Korne, G. (2014). Specific learning disorder: Prevalence and gender differences. *PLoS ONE*, 9(7):1–.^.
- Monastra, V.J., Lynn, S., Linden, M., Lubar, J.F., Gruzelier, J., & LaVaque, T.J. (2005). Electroencephalographic biofeedback in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 30, 95–114.
- Mosanezhad Jeddi, E., & Nazari, M.A. (2013). Effectiveness of EEG-Biofeedback on Attentiveness, Working Memory and Quantitative

- Electroencephalography on Reading Disorder. *Iran J Psychiatry Behav Sci*, 7(2):35-43.
- Movahedi, Y. (2016). The effectiveness of neuropsychological rehabilitation on improving the performance of neuropsychological and brain wave pattern in people with dyscalculia and dyslexia (dissertation). Tabriz: Tabriz University. [In Persian].
- Nazari, S., Sayahi, H., & Afroz, G.H. (2013). Comparing the visual – motor perception of normal children with learning disabilities using bender geshtalt test. *Journal of Learning Disabilities*, 3, 116 -135. [In Persian]
- Nejati, V. (2015). The Designing and Normalization of Attention Registration Test in Children. *J Res Behav Sci*, 13, 519-24. [In Persian]
- Oftadeh Hall, M., & Movahedi, Y. (2016). The Effect of Neurofeedback Training on the Improvement of Continuous Attention. *Social Cognition*, 5, 7-17. [In Persian]
- Passolunghi, M.C. (2006). Working memory and arithmetic learning disability. In T. P. Alloway, & S. E. Gathercole (Eds.), *Working memory and neurodevelopmental disorders* (pp. 113–138). Hove, UK: Psychology Press.
- Piotrowski, C.H. (2016). Bender-Gestalt Test Usage Worldwide: A Review of 30 Practicebased Studies. *SS J. Proj. Psy. & Ment. Health*, 23, 73-81.
- Raz, S., Bar-Haim, Y., Sadeh, A., & Dan, O. (2014). Reliability and Validity of the Online Continuous Performance Test Among Young Adults. *Assessment*, 21, 108-118.
- Scharnowski, F., Rosa, M.J., Golestani, N., Hutton, C., Josephs, O., Weiskopf, N., et al. (2014). Connectivity changes underlying neurofeedback training of visual cortex activity. *PLoS ONE*; 9(3): e91090.
- Van, Leeuwen, M., Van denBerg, S.M., Hoekstra, R.A., & Boomsma, D.I. (2007). Endophenotypes for intelligence in children and adolescents. *Intelligence*, 35, 369-80.
- Weber, M.C. (2009). The IDEA Eligibility Mess. *Buffalo Law Review*; 57.



COPYRIGHTS

© 2022 by the authors. Licensee PNU, Tehran, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY4.0) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)