

Research Paper

The Effectiveness of Biofeedback on Improving Reading Performance and Visual-Motor Perception in Children with Dyslexia

Nazanin Abbasi Fashami¹, Bahman Akbari^{*2}, Abbas Ali Hosseinkhanzadeh^{3&4}

1. Ph.D. Student, Department of Psychology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

2. Professor, Department of Psychology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

3. Invited Associate Professor, Department of Psychology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

4. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Literature and Humanities, University of Guilan. Rasht, Iran

Citation: Abbasi Fashami N, Akbari B, Hosseinkhanzadeh AA. The effectiveness of biofeedback on improving reading performance and visual-motor perception in children with dyslexia. J Child Ment Health. 2021; 8 (4):16-28.

URL: <http://childmentalhealth.ir/article-1-1195-en.html>



doi [10.52547/jcmh.8.4.3](https://doi.org/10.52547/jcmh.8.4.3)
20.1001.1.24233552.1400.8.4.5.0

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Biofeedback, reading performance, visual-motor perception, dyslexia

Background and Purpose: Dyslexia as a common developmental disorder in childhood can seriously impair the educational process of students and according to the previous studies, biofeedback can help these children manage those issues. This study sought to investigate the effectiveness of biofeedback on improving reading performance and visual-motor perception in children with dyslexia.

Method: This was a quasi-experimental study with a pretest-posttest and a control group design. The statistical population included all 8-12 year old male students with dyslexia referred to learning disorders centers in the 3rd district of Tehran in 2019; from which 24 people were selected by the available sampling method according to the inclusion and exclusion criteria and were randomly assigned to the experimental group (n=12) and the control group (n=12). Instruments used in this study included the Reading and Dyslexia Test (Nema) (Kormi Nouri and Moradi, 2005) and the Bender Visual-Motor Gestalt Test (Bender, 1938). The intervention group underwent 30 sessions of 45-minutes biofeedback intervention program, while the control group received only the usual training of learning disorders centers. Data were analyzed using analysis of covariance in the SPSS-22 software.

Results: The results of data analysis showed that biofeedback improved the reading performance of children with dyslexia. This method reduced the shape error, composition error, rotation error, continuity error, and thus improved the visual-motor perception of children with dyslexia (p <0.01).

Conclusion: Biofeedback method can use the principles of factor conditioning learning to change and improve brain waves, strengthen self-regulation skills, improve brain function and thus improve reading performance and visual-motor perception in children with dyslexia.

Received: 15 Sep 2021

Accepted: 2 Nov 2021

Available: 13 Feb 2022

* **Corresponding author:** Bahman Akbari, Professor, Department of Psychology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

E-mail: Bakbari44@yahoo.com

Tel: (+98) 1333555123

2476-5740/ © 2021 The Authors. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Extended Abstract

Introduction

Planners, principals, teachers, and parents of students with learning disabilities have always tried to provide conditions that increase their social and academic efficiency (1). Reading is one of the main methods of acquiring knowledge and dyslexia is one of the types of learning disabilities that is neurological in origin and is characterized by difficulties with accurate or fluent word recognition and poor spelling and decoding abilities. (3). These students are generally of average or above average intelligence, but they show poorer academic performance compared to other students with the same educational status and they have problems in reading (5, 6). Reading difficulties typically include difficulty recognizing or understanding words.

According to the previous studies, one of the causes of dyslexia is a deficiency in the perceptual processing system, especially visual perception (4). Visual-motor perception is a general ability that combines visual information processing skills with motor skills. Weakness in visual – motor perception skills is one of the most important factors that aggravate dyslexia (10, 11). Therefore, the issue that becomes important after the diagnosis of dyslexia is to use timely and appropriate treatment measures to improve the problems of these students and prevent further injuries. One of these therapies is biofeedback, which seeks to teach self-regulation by recording electrical responses and providing feedback to the subject (14) and helping the brain to regulate itself and correct its functional impairment (15). Numerous studies have shown the positive effects of biofeedback therapy on improving reading performance in children with dyslexia (18 21). Research also shows that therapeutic intervention through biofeedback is effective in improving visual-motor perception of students with learning disabilities (14, 22 and 23). Given these issues and the importance of identifying the factors affecting dyslexia and the high prevalence of dyslexia and its consequences, the results of this study can provide a suitable therapeutic framework to improve reading performance and visual-motor perception of

students with dyslexia, and help pave the way for further research in this area; thus, create a treatment model. Therefore, the present study aimed to investigate the effectiveness of biofeedback on improving reading performance and visual-motor perception in children with dyslexia.

Method

The present study had a quasi-experimental design with pretest-posttest and a control group. The statistical population included all 8 to 12 year old female students with dyslexia referred to learning disability centers in Tehran in 2019; 24 of which were selected by available sampling method and were randomly assigned to the experimental group (n=12) and the control group (n=12). The experimental group received thirty 45-minute sessions (three times a week) of biofeedback, while the control group received only the usual training of learning disability centers. Inclusion criteria included 1) accurate diagnosis of dyslexia by a child psychologist and child psychiatrist and finally based on the Reading and Dyslexia Test (24), 2) written informed consent of parents and students, 3) having an IQ score between 85 and 115, 4) no neurodevelopmental disorder or comorbid psychological disorders and 5) no use of psychiatric drugs. Exclusion criteria included receiving neurofeedback sessions during the past year and being absent for more than two sessions in intervention sessions. Instruments used in this study included the Reading and Dyslexia Test (24) and the Bender visual-motor Gestalt test (26). Data were analyzed by the Analysis of covariance using the SPSS-22 software.

Results

Mean and standard deviation of pre-test and post-test scores of research variables in the experimental and control groups are presented in Table 1. Also in this table, the Shapiro-Wilkes test is presented to determine the normality of the distribution of variables in the groups. According to this table, the Shapiro-Wilkes test statistic is not significant for all components, so it could determine that their distributions are normal (p>0.05).

Table 1: Indicators describing pre-test and post-test scores in the experimental and control groups

Variables	Stages	Groups	Mean	SD	SH-W	P
Reading performance	pretest	experimental	534.23	58.72	0.91	0.15
		control	540.21	34.25	0.93	0.31
	posttest	experimental	685.91	40.44	0.95	0.58
		control	567.86	32.66	0.94	0.49
	pretest	experimental	7.08	1.08	0.91	0.16
		control	7.08	0.99	0.93	0.32
posttest	experimental	4.83	0.71	0.94	0.38	
	control	7	1.04	0.89	0.07	
Visual-motor perception	pretest	experimental	6/58	1.08	0.92	0.25
		control	6/91	0.9	0.94	0.45
	posttest	experimental	4.91	0.99	0.93	0.31
		control	6.58	1.08	0.94	0.49
	pretest	experimental	6.75	1.13	0.89	0.07
		control	7.41	1.31	0.93	0.31
posttest	experimental	4.91	0.99	0.92	0.23	

Continuity error	pretest	control	7.08	1.08	0.92	0.24	
		experimental	6.58	0.99	0.93	0.31	
	posttest	control	6.58	0.66	0.94	0.38	
		experimental	5.08	0.90	0.93	0.31	
			control	6.33	0.77	0.90	0.10

One-way analysis of covariance (ANCOVA) was used to investigate the effect of biofeedback on reading performance. Before performing the analysis reports, all statistical assumptions were tested. The results of the analysis showed that the F-statistic is significant for the reading performance variable (1050.266) at the level of 0.000, which shows that there is a significant difference between the two groups in reading performance. Eta squared also shows that group membership explains 98% of the variation in reading performance. The results of ANCOVA showed that the adjusted mean of post-test of the experimental group in reading performance (688.130) and the mean of the control group (565.646), are significant according to the F-statistics at the level of 0.000. Based on this finding, it concludes that biofeedback improves the reading performance of children with dyslexia.

Moreover, multivariate analysis of covariance (MANCOVA) was used to investigate the effectiveness of biofeedback on the components of visual-motor perception, ie shape error, composition error, rotation error, and continuity error. The results showed that there was a significant difference between the two groups in shape error, composition error, rotation error, and continuity error (Wilk's lambda=0.110, F=30.462, P=0.000). ANCOVA has been reported to investigate in which one of the shape error, composition error, rotation error, and continuity error there is a difference between the experimental and control groups. Based on the results, F-statistic was significant for shape error (45.001), composition error (16.400), rotation error (79.350), and continuity error (20.040) at the level of 0.001; which proves that there is a significant difference between the two groups in these errors. Eta squared also showed that 71.4% of the variation in shape error, 47.7% of the variation in compositional error, 81.5% of the variation in rotational error, and 98.8% of the variation in continuity error is related to the group membership. The results of the adjusted means in the post-test show that the means of the experimental group in shape error (4.842), composition error (5.129), rotation error (5.198), and continuity error (5.071) is less than the means of the control group in these errors (6.991), (6.371), (6.802) and (6.345), respectively. Based on these findings, it can be said that neurofeedback reduces the shape error, composition error, rotation error, and continuity error (improving visual-motor perception) of children with dyslexia.

Conclusion

The aim of this study was to determine the effectiveness of biofeedback on improving reading performance and visual motor perception in children with dyslexia. The results showed that biofeedback has a significant effect on improving reading performance in children with dyslexia. This finding is consistent with the results of the previous studies (18, 19, 20 and 21) in that they showed that the neurofeedback training program improves reading performance in children with dyslexia. The findings also showed that the biofeedback had a significant effect on reducing shape error, composition error, rotation error, continuity error as well. This finding is consistent with the results of the previous studies (14, 22 and 23) in that they showed that neurofeedback training increases visual perception.

In conclusion, and according to the results of the present study, it can be said that biofeedback is an effective and efficient way to improve reading performance and visual-motor perception in children with dyslexia, and we recommend that therapists use this intervention method in children with dyslexia. One of the limitations of this study was the gender of the subjects, which may be associated with different results according to the studied variables and cultural conditions. Other limitations of this study include the small sample size due to the dropouts. Therefore, the use of random sampling method and larger sample size is recommended for future research. We suggest therapists and clinicians to use multidisciplinary approaches to the treatment of dyslexia with a focus on educating the child, parents, and teachers.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This research has been extracted from the doctoral dissertation of the first author in general psychology, in the Islamic Azad University, Rasht Branch, with ethics IR.IAU.RASHT.REC.1398.037. its implementation license has been issued by the Department of Exceptional Education in 2019. In this research, the ethical codes such as obtaining the informed consent of the participants and confidentiality were considered by the authors

Funding: The present study has conducted without any sponsoring from a specific organization.

Authors' contribution: This article is a part of the first author's doctoral dissertation under the advice of the second and the third authors.

Conflict of interest: There is no conflict of interest for the authors in this study.

مقاله پژوهشی

اثر بخشی پسخوراند زیستی بر بهبود عملکرد خواندن و ادراک دیداری - حرکتی کودکان با نارساخوانی

نازنین عباسی فشمی^۱، بهمن اکبری*^۲، عباسعلی حسین خانزاده^۳

۱. دانشجوی دکترای روان‌شناسی، گروه روان‌شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲. استاد گروه روان‌شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۳. دانشیار مدعو گروه روان‌شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۴. دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

مشخصات مقاله

زمینه و هدف: نارساخوانی به عنوان اختلال عصبی تحولی رایج در دوران کودکی می‌تواند فرایند تحصیلی دانش‌آموزان را با آسیب جدی مواجه کند و بر اساس مطالعات انجام شده، پسخوراند زیستی می‌تواند به حل برخی از مشکلات این کودکان کمک کند. بدین ترتیب مطالعه حاضر با هدف تعیین اثربخشی پسخوراند زیستی بر بهبود عملکرد خواندن و ادراک دیداری - حرکتی کودکان با نارساخوانی انجام شد.

روش: این پژوهش از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری شامل دانش‌آموزان پسر ۸ تا ۱۲ سال با اختلال نارساخوانی مراجعه کننده به مراکز اختلالات یادگیری ناحیه سه شهر تهران در سال ۱۳۹۸ بود. نمونه پژوهش شامل ۲۴ نفر از جامعه آماری مذکور بودند که به روش نمونه‌گیری در دسترس و به شیوه داوطلبانه و بر حسب شرایط ورود و خروج، انتخاب شده و به صورت تصادفی در دو گروه (۱۲ نفر در گروه آزمایش و ۱۲ نفر در گروه گواه) جایدهی شدند. ابزارهای گردآوری داده‌های این پژوهش شامل آزمون رسمی خواندن و نارساخوانی (نما) (کرمی‌نوری و مرادی، ۱۳۸۴) و آزمون ادراک دیداری - حرکتی بندرگشتالت (لورتا بندر، ۱۹۳۸) بود. گروه مداخله تحت ۳۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای برنامه مداخله‌ای پسخوراند زیستی قرار گرفت، در حالی که گروه گواه فقط آموزش معمول مراکز اختلالات یادگیری را دریافت می‌کرد. تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس در محیط SPSS-22 انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که پسخوراند زیستی باعث بهبود عملکرد خواندن و کاهش خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش، خطای تداوم و در نتیجه بهبود ادراک دیداری حرکتی کودکان مبتلا به نارساخوانی شده است ($p < 0.01$).

نتیجه‌گیری: روش پسخوراند زیستی می‌تواند با استفاده از اصول یادگیری شرطی‌سازی عاملی به تغییر و بهبود امواج مغزی، تقویت مهارت خودنظم‌جویی، ارتقای عملکرد مغزی، و در نتیجه بهبود عملکرد خواندن و ادراک دیداری - حرکتی کودکان با نارساخوانی کمک کند.

کلیدواژه‌ها:

پسخوراند زیستی،
عملکرد خواندن،
ادراک دیداری - حرکتی،
نارساخوانی

دریافت شده: ۱۴۰۰/۰۶/۲۴
پذیرفته شده: ۱۴۰۰/۰۸/۱۱
منتشر شده: ۱۴۰۰/۱۱/۲۴

* نویسنده مسئول: بهمن اکبری، استاد گروه روان‌شناسی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

رایانامه: Bakbari44@yahoo.com

تلفن: ۰۱۳- ۳۳۵۵۵۱۲۳

مقدمه

امروزه دانش آموزان از ارکان اصلی نیروی انسانی کشور محسوب می‌شوند و نقش زیادی در تحول، پیشرفت و تعالی کشور دارند. از این رو، توجه به سلامت و سرزندگی روانی-اجتماعی و تحصیلی آنها به خصوص دانش آموزان با اختلالات یادگیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ در نتیجه همواره برنامه‌ریزان، مدیران، معلمان، و والدین این دانش آموزان در تلاش هستند تا شرایطی را فراهم کنند که کارآیی اجتماعی و تحصیلی آنان بالا برود (۱). خواندن یکی از اصلی‌ترین روش‌های کسب دانش است و دانش آموزان با نارساخوانی^۱، ممکن است با کشاکش‌های مختلف تحصیلی مانند ضعف در خواندن کلمات پایه، رمزگشایی، املا، تسلط در خواندن، و درک مطلب مواجه شوند که این مسئله می‌تواند بر عملکرد تحصیلی و روانی اجتماعی آنها، تأثیر منفی داشته باشد (۲).

نارساخوانی یکی از انواع ناتوانی‌های یادگیری^۲ است که ریشه عصب‌شناختی دارد و با مشکلاتی در بازشناسی دقیق یا روان واژگان و توانایی‌های ضعیف در املا و رمزگشایی مشخص می‌شود (۳). میزان شیوع جهانی نارساخوانی در دانش آموزان ۵ تا ۱۷ درصد است (۴). پذیرفته‌ترین تعریف از نارساخوانی نشان می‌دهد که افراد در درجه نخست از طریق مشکلات در کلمه‌خوانی و هجی کردن، این اختلال را نشان می‌دهند. معمولاً این دانش آموزان از هوش متوسط یا بالاتر برخوردارند ولی در شرایط یکسان آموزشی نسبت به دیگر دانش آموزان، عملکرد تحصیلی ضعیف‌تری نشان می‌دهند و قادر به یادگیری در زمینه‌های خاص مانند خواندن نیستند (۵ و ۶). این اختلال یک وضعیت مادام‌العمر است، اما شناسایی و درمان زودهنگام آن با افزایش عملکرد تحصیلی و کیفیت زندگی همراه است (۲).

خواندن و عملکرد مناسب در آن آشکارترین مهارت زبانی در مدرسه است و ضعف در عملکرد خواندن^۳ یکی از بارزترین ویژگی‌های کودکان مبتلا به نارساخوانی است (۷). خواندن فرایند شناختی بسیار پیچیده‌ای است که متکی بر ادغام فرایندهای بصری و املائی از طریق

پردازش واج‌ها و معنای اطلاعات است (۸). فرایند خواندن شامل مجموعه پیچیده‌ای از مهارت‌ها است که بازشناسی لغات^۴ نوشته شده (یا علائم دیداری)، تعیین معنای لغات و عبارات، و هماهنگ ساختن این معنا با موضوع کلی متن را شامل می‌شود. مشکلات خواندن به طور معمول شامل دشواری‌هایی در بازشناسی یا درک کلمات هستند؛ به عبارت دیگر عملکرد خواندن ضعیف به عنوان تأخیر معنادار (دو انحراف معیار زیر میانگین سن کودک) و بدون علت مشخص در خواندن یک کودک با هوش متوسط یا بالا تلقی می‌شود (۹).

بر اساس مطالعات انجام شده یکی از علل نارساخوانی، نارسایی در نظام پردازش ادراکی به خصوص ادراک دیداری^۵ است (۴). ادراک دیداری-حرکتی^۶ نوعی توانایی عمومی است که مهارت‌های پردازش اطلاعات دیداری را با مهارت‌های حرکتی هماهنگ می‌سازد. ضعف در مهارت‌های ادراک دیداری-حرکتی، یکی از مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده نارساخوانی محسوب می‌شود (۱۰ و ۱۱). در تأیید این موضوع منگ، ویدل و بی (۱۱) در پژوهشی نشان دادند توانایی‌های ادراک دیداری - حرکتی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری به طور معناداری پایین‌تر از کودکان بهنجار بوده و میزان ارتکاب به انواع خطاهای تحریف، یکپارچگی، تداوم و چرخش در آنان به طور معناداری بالاتر است. برخی نظریه‌پردازان ادراکی-حرکتی نارساخوانی را معلول مشکلات ادراکی ناشی از اختلال در کارکرد مغز و سیستم اعصاب مرکزی و عدم توانایی ترسیم طرح‌های هندسی، عدم توانایی رونویسی از تخته سیاه، و عدم درک تفاوت میان حروف مشابه از نظر شکلی، می‌دانند؛ زیرا که در تمامی این موارد لازم است فرد از طریق حس بینایی اطلاعات را دریافت کند، آنها را با اطلاعات پیشین خود تلفیق کند، و پاسخ حرکتی مناسبی را ارائه دهد (۱۲).

امروزه متخصصان معتقدند که بهترین شیوه درمان ناتوانی‌های یادگیری، آموزش اصلاحی^۷ بوده و بهترین زمان برای آغاز درمان، قبل از ده سالگی است (۱۳). بنابراین، موضوعی که پس از تشخیص نارساخوانی دارای اهمیت است، به کار بستن اقدامات درمانی به موقع و

1. Dyslexia
2. Learning disabilities
3. Reading performance
4. Vocabulary recognition

5. Visual perception
6. Visual-motor perception
7. Remedial instruction

کند. از این رو، پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی پسخوراند زیستی بر بهبود عملکرد خواندن و ادراک دیداری- حرکتی کودکان با نارساخوانی انجام شد.

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت کنندگان: پژوهش حاضر یک طرح نیمه آزمایشی از نوع پیش آزمون - پس آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری شامل تمامی کودکان پسر ۸ تا ۱۲ ساله مبتلا به نارساخوانی مراجعه کننده به مراکز اختلالات یادگیری شهر تهران در سال ۱۳۹۸ بود. در این پژوهش ۲۴ نفر از کودکان مبتلا به نارساخوانی به صورت داوطلبانه انتخاب شده و به صورت تصادفی در گروه آزمایش (۱۲ نفر) و گروه (۱۲ نفر) جایدهی شدند. سپس گروه آزمایش تحت ۳۰ جلسه ۴۵ دقیقه ای (سه بار در هفته) پسخوراند زیستی در قالب یادگیری تدریجی افزایش دامنه امواج بتا و کاهش امواج تتا در الکتروآنسفالوگرام قرار گرفت و گروه گواه هیچ گونه مداخله‌ای را دریافت نکردند (البته مداخلات رایج مرکز اختلالات یادگیری را دریافت می کردند). ملاک‌های ورود به پژوهش حاضر شامل: (۱) تشخیص قطعی نارساخوانی توسط متخصص روان‌شناس کودک و روان‌سنج مرکز آموزشی بر اساس آزمون رسمی خواندن و نارساخوانی (نما، ۲) رضایت کتبی والدین و دانش آموز، (۳) داشتن بهره هوشی ۸۵ تا ۱۱۵ بر اساس نتایج آزمون هوشی ثبت شده در پرونده مشاوره دانش آموز، (۴) عدم ابتلا به اختلال عصبی تحولی یا اختلالات روان‌شناختی همبود (بر اساس بررسی پرونده مشاوره‌ای)، و (۵) عدم مصرف داروهای روان‌پزشکی (از طریق مصاحبه با والدین دانش آموز) بود. ملاک‌های خروج از پژوهش نیز شامل: (۱) دریافت جلسات نوروفیدبک طی ۱ سال گذشته، (۲) غیبت بیش از دو جلسه در جلسات مداخله، و (۳) تکمیل ناقص ابزارها مورد مطالعه بود. تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس در محیط SPSS-22 انجام شد.

ب) ابزار

۱. آزمون رسمی خواندن و نارساخوانی (نما): در پژوهش حاضر از این آزمون جهت شناسایی کودکان مبتلا به نارساخوانی و همچنین سنجش

مناسب جهت بهبود مشکلات این دانش آموزان و پیشگیری از آسیب‌های بعدی است. یکی از این اقدامات درمانی، پسخوراند زیستی^۱ است که تلاش می کند از طریق ثبت پاسخ‌های الکتریکی و ارائه پسخوراند به آزمودنی، خودنظم‌جویی^۲ را آموزش دهد (۱۴) و به مغز کمک کند تا خودش را تنظیم کرده و نارسایی عملکردی خود را برطرف سازد (۱۵). اساس درمان پسخوراند زیستی مبتنی بر این نظریه است که امواج مغزی می‌توانند شرطی‌سازی^۳ شوند؛ بدین ترتیب پسخوراند زیستی، مغز را بر اساس اصول شرطی‌سازی کنشگر و اندازه‌گیری و پردازش بی‌وقفه فعالیت الکتریکی با استفاده از الکترودهای پوستی آموزش می‌دهد. در مجموع این روش با مهار امواج مغزی و ارائه یک سیگنال پسخوراندی، خودمهارگری عملکرد مغز را به افراد آموزش می‌دهد. پسخوراند زیستی معمولاً پسخوراند‌های صوتی و تصویری ارائه می‌دهد (۱۶).

شواهد حاکی از آن است که افراد با نارساخوانی در تحول سیناپس‌ها و ارتباطات عصبی قطعه پیش‌پیشانی مغز کمبودهایی را نشان می‌دهند، بنابراین تحریک مناسب مغز می‌تواند به آنها کمک کند تا بتوانند سیناپس‌های خود را گسترش دهند، فعالیت‌های طبیعی را برقرار کنند و بتوانند از این طریق در فرایند خواندن موفق‌تر عمل کنند (۱۷). در همین راستا پژوهش‌های متعدد نشان‌دهنده اثرات مثبت درمان با پسخوراند زیستی در بهبود عملکرد خواندن کودکان با نارساخوانی است (۱۸-۲۱). همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهند که مداخله درمانی به وسیله پسخوراند زیستی بر بهبود ادراک دیداری- حرکتی دانش آموزان با اختلال یادگیری مؤثر است (۱۴، ۲۲ و ۲۳). برای مثال زارع‌نژاد، سلطانی کوهبنانی و زارع‌نژاد (۱۴) در پژوهش خود نشان دادند که پسخوراند زیستی بر مؤلفه‌های ارزیابی شناختی و ادراک دیداری- حرکتی افراد نارساخوان مؤثر بوده است.

با توجه به نتایج مطالعات ذکر شده و اهمیت شناسایی عوامل مؤثر بر نارساخوانی و با توجه به شیوع بالای نارساخوانی و پیامدهای ناشی از آن، نتایج این پژوهش می‌تواند چارچوب درمانی مناسبی برای بهبود عملکرد خواندن و ادراک دیداری- حرکتی دانش آموزان مبتلا به نارساخوانی، فراهم آورد و به هموار شدن مسیر پژوهش‌های بیشتر در این زمینه کمک

1. Neurofeedback
2. Self-regulation

متغیر عملکرد خواندن استفاده شد. این آزمون توسط کرمی نوری و مرادی (۲۴) ساخته و بر روی ۱۶۱۴ دانش آموز (۷۷۰ پسر و ۸۴۴ دختر) در پنج پایه تحصیلی شهر تهران، سنندج و تبریز هنجاریابی شد. هدف این آزمون بررسی میزان توانایی خواندن دانش آموزان دختر و پسر فاقد اختلال در دوره دبستان با ویژگی‌های دوزبانگی و یک‌زبانگی و تشخیص کودکان دارای مشکلات خواندن و نارساخوانی است. این آزمون از ده خرده‌مقیاس تشکیل شده که آزمودنی برای هر پاسخ درست یک نمره می‌گیرد و نمره کل عملکرد خواندن از مجموع خرده‌مقیاس‌ها محاسبه می‌شود. کسب نمره بالا در این آزمون به معنای عملکرد خواندن مطلوب‌تر است. خرده‌مقیاس‌های این آزمون شامل خواندن کلمات، خواندن کلمات بی‌معنا، درک متن، حذف آواها، قافیه‌ها، ناکلمات، درک کلمات، نشانه حروف، نشانه کلمات، و نامیدن تصاویر است. در این مطالعه این آزمون به صورت انفرادی اجرا شد. روایی محتوایی این آزمون‌ها بر مبنای خواندن صحیح کلمات و جملات، و در نهایت درک آنها توسط فراگیران تنظیم شده و روایی آن توسط استادان و کارشناسان مورد تأیید کیفی قرار گرفت؛ همچنین اعتبار آن با استفاده از روش آلفای کرونباخ محاسبه شد که مقادیر آن برای خرده‌آزمون‌های مختلف بین ۰/۴۳ تا ۰/۹۸ به دست آمد (۲۴). در پژوهش حسین‌خانزاده، لطیف زنجانی و طاهر (۲۵) برای سنجش اعتبار از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار این ضریب برای نمره کل و خرده‌مقیاس‌های این آزمون از ۰/۴۸ تا ۰/۹۸ متغیر بود. در پژوهش حاضر نیز آلفای کرونباخ نمره کل آزمون و خرده‌مقیاس‌های آن از ۰/۷۳ تا ۰/۸۶ به دست آمد.

۲. *آزمون ادراک دیداری- حرکتی بندر-گشتالت*: این آزمون توسط لورتا بندر در سال ۱۹۳۸ به منظور شناسایی آسیب مغزی و ارزیابی توانایی‌های دیداری ساختاری ساخته شده است. این آزمون شامل ۹ کارت است که روی هر کارت، طرحی تنظیم شده و برای تشخیص آسیب‌های مغزی، ارزیابی کودکان از نظر آمادگی ورود به مدرسه، تشخیص دشواری‌های خواندن و یادگیری، ارزیابی مشکلات هیجانی و مطالعه کم‌توانی‌های تحولی و همچنین به عنوان یک آزمون هوشی غیر کلامی به کار می‌رود (۲۶). نظام نمره‌گذاری این آزمون توسط

کوپیتز (به نقل از ۲۷) تدوین شده است و شامل ۳۰ گویه نمره‌گذاری و چهار نوع خطای شکل^۱، خطای ترکیب^۲، خطای چرخش^۳، خطای تداوم^۴، و خطای کل است. نمره‌گذاری آزمون و مواد آن به صورت «یک و صفر» است؛ بدین ترتیب که هر یک از مواد آزمون در صورت خطا نمره «صفر» و در غیر این صورت نمره «یک» تعلق می‌گیرد و حداقل و حداکثر نمره در این نظام به ترتیب ۰ و ۳۰ است. کسب نمره بالا به معنای خطای کمتر و ادراک دیداری- حرکتی بهتر است. درستی نظام کوپیتز به‌طور کلی قابل قبول بوده و میزان توافق درجه‌بندی کنندگان برای آن عالی (۰/۸۸ و ۰/۹۶) گزارش شده است و اعتبار آزمون به‌عنوان شاخص تحول ادراکی- حرکتی مطلوب است (به نقل از ۲۷). ضریب بازآزمایی این آزمون با نظام کوپیتز بر حسب سن و فاصله زمانی در اجرا از ۰/۵۳ تا ۰/۹۰ گزارش شده است. روایی این آزمون از طریق محاسبه همبستگی با آزمون ادراک دیداری فراستینگ ۰/۶۵ به دست آمده است. این آزمون توسط براهنی و همکاران (۲۸) بر روی ۷۶۷ کودک ۵ تا ۱۱ ساله تهرانی هنجاریابی شده است. طبق این پژوهش میانگین خطاها در ۵ سالگی ۸/۱ است و با افزایش سن کاهش می‌یابد و در ۱۱ سالگی به ۱/۴۴ می‌رسد و ضریب بازآزمایی بسته به سطوح سنی در دامنه‌ای از ۰/۸۱ تا ۰/۹۶ گزارش شده است (۲۸). در پژوهش حاضر نیز آلفای کرونباخ خطای کل، خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش و خطای تداوم به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۸۶، ۰/۹۱، ۰/۹۲، ۰/۷۹ به دست آمد.

ج) معرفی برنامه مداخله‌ای: پسخوراند زیستی یا نوروفیدبک روشی است که با استفاده از ثبت امواج الکتریکی مغز و دادن پسخوراند به فرد تلاش می‌کند که نوعی خودتنظیمی را به آزمودنی آموزش دهد. پسخوراند به‌طور معمول از راه صدا یا تصویر به فرد ارائه می‌شود و از این طریق، فرد متوجه می‌شود که آیا تغییر مناسبی را در فعالیت امواج مغزی خود ایجاد کرده است یا خیر. تولد و شروع به کار پسخوراند زیستی به سال ۱۹۵۸ بر می‌گردد که یک استاد دانشگاه شیکاگو برای اولین بار توانست به فردی آموزش بدهد تا امواج مغزی خود را مهار کند. هدف از پسخوراند زیستی، یادگیری تدریجی افزایش دامنه امواج بتا و کاهش امواج تتا در الکتروانسفالوگرام^۶ است (۲۹). برنامه آموزشی

4. Rotation error
5. Continuity error
6. Electroencephalogram

1. Visual-Motor perception Bender-Gestalt Test (V-M B-G)
2. Shape error
3. Composition error

آزمایش و گواه جایدهی شدند. ابتدا تمامی افراد نمونه در هر دو گروه در مرحله پیش آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند و در مرحله بعد گروه آزمایش، مداخله پسخوراند زیستی را دریافت کردند و در پایان از هر دو گروه، پس آزمون به عمل آمد. اجرای مداخله نیز توسط استاد برگزار کننده دوره‌های پسخوراند زیستی و با دستگیری نویسنده نخست این مقاله انجام شده است. جهت رعایت اخلاق در پژوهش، رضایت شرکت کنندگان به طور کامل کسب شد و از اهداف و تمام مراحل مداخله به طور کامل آگاه شدند. به افراد گروه گواه نیز اطمینان داده شد که آنان نیز پس از اتمام فرایند پژوهش این مداخله را دریافت خواهند کرد. همچنین به افراد هر دو گروه اطمینان داده شد که اطلاعات آنها محرمانه باقی می‌ماند. در پایان بعد از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل با استفاده از تحلیل کوواریانس تک‌متغیری و چندمتغیری در محیط نرم افزار SPSS-22 انجام شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد نمرات پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای پژوهش در دو گروه آزمایش و گواه در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین در این جدول نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها در گروه‌ها گزارش شده است. با توجه به این جدول، نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای تمامی متغیرها معنی‌دار نیست، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که توزیع این متغیرها نرمال است.

به این صورت بود که در ابتدا باند بتا C3 (۱۵-۱۸ هرتز) به عنوان باند افزایشی و باندهای تتا و بتا به عنوان باندهای کاهش‌ی مورد استفاده قرار گرفتند و در نیمه دوم درمان به جای باند بتا از باند بتای پایین (۱۲-۱۵ هرتز) به عنوان باند افزایشی استفاده شد. تقویت باند بتای پایین (۱۲-۱۵ هرتز) در نیمکره راست و تقویت دامنه فرکانس بتای C3 (۱۵-۱۸ هرتز) اغلب در نوار حسی- حرکتی به کار می‌رود: CZ, C4, C3. از آنجایی که حرکات بدن و علائم عضلانی (آریتفیکت‌های الکتروآنسفالوگرام) نیز ممکن است موجب ایجاد امواج مصنوعی مغز شوند، برای حصول اطمینان از این که این علائم عضلانی محاسبه و منظور نشود، از باندهای فرکانسی تتا (۴ تا ۸ هرتز) و بتای بلند (۲۰ تا ۳۰ هرتز) به عنوان باندهای توقف استفاده شد. در نتیجه زمانی به فرد یک امتیاز داده شد که آزمودنی بتواند به مدت ۰/۵ ثانیه موج افزایش بتا (۱۵-۱۸ هرتز) یا بتای پایین (۱۲-۱۵ هرتز) را بالای آستانه تعیین شده و موج کاهش‌ی تتا (۷-۴ هرتز) و بتای بلند (۳۰-۲۰ هرتز) را پایین تر از آستانه نگه دارد. این امتیاز به صورت دیداری (در صفحه بازی انتخاب شده)، نمره (ثبت شده در صفحه رایانه) و به صورت صوتی به آزمودنی پسخوراند داده شد. این فرایند تا پایان هر جلسه ادامه خواهد داشت. درباره اتصال الکتروودها بر روی سر مطابق با نظام بین‌المللی ۲۰-۱۰ عمل شد؛ به این ترتیب که در نیمه نخست درمان، الکتروود اصلی در محل C3 و دو الکتروود به گوش‌ها وصل می‌شود. در نیمه دوم درمان، الکتروود اصلی در محل C4 و دو الکتروود به گوش‌ها وصل می‌شود.

(۵) روش اجرا: پس از اخذ مجوزهای لازم جهت انجام پژوهش، افراد نمونه به شرحی که در بخش روش ارائه شد، انتخاب شده و در دو گروه

جدول ۱: شاخص‌های توصیفی نمرات پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه آزمایش و گواه

متغیر	مرحله	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	آماره S-W	سطح معناداری
عملکرد خواندن	پیش آزمون	فیدبک	۵۳۴/۲۳	۵۸/۷۲	۰/۹۱	۰/۱۵
		گواه	۵۴۰/۲۱	۳۴/۲۵	۰/۹۳	۰/۳۱
	پس آزمون	فیدبک	۶۸۵/۹۱	۴۰/۴۴	۰/۹۵	۰/۵۸
		گواه	۵۶۷/۸۶	۳۲/۶۶	۰/۹۴	۰/۴۹
ادراک دیداری- حرکتی	پیش آزمون	فیدبک	۷/۰۸	۱/۰۸	۰/۹۱	۰/۱۶
		گواه	۷/۰۸	۰/۹۹	۰/۹۳	۰/۳۲
	پس آزمون	فیدبک	۴/۸۳	۰/۷۱	۰/۹۴	۰/۳۸
		گواه	۷	۱/۰۴	۰/۸۹	۰/۰۷
خطای ترکیب	پیش آزمون	فیدبک	۶/۵۸	۱/۰۸	۰/۹۲	۰/۲۵

۰/۴۵	۰/۹۴	۰/۹۰	۶/۹۱	گواه	
۰/۳۱	۰/۹۳	۰/۹۹	۴/۹۱	فیدبک	پس آزمون
۰/۴۹	۰/۹۴	۱/۰۸	۶/۵۸	گواه	
۰/۰۷	۰/۸۹	۱/۱۳	۶/۷۵	فیدبک	پیش آزمون
۰/۳۱	۰/۹۳	۱/۳۱	۷/۴۱	گواه	خطای چرخش
۰/۲۳	۰/۹۲	۰/۹۹	۴/۹۱	فیدبک	پس آزمون
۰/۲۴	۰/۹۲	۱/۰۸	۷/۰۸	گواه	
۰/۳۱	۰/۹۳	۰/۹۹	۶/۵۸	فیدبک	پیش آزمون
۰/۳۸	۰/۹۴	۰/۶۶	۶/۵۸	گواه	خطای تداوم
۰/۳۱	۰/۹۳	۰/۹۰	۵/۰۸	فیدبک	پس آزمون
۰/۱۰	۰/۹۰	۰/۷۷	۶/۳۳	گواه	

جهت بررسی تأثیر پسخوراند زیستی بر عملکرد خواندن از تحلیل کوواریانس تک متغیری استفاده شد. نتایج آزمون بررسی همگنی شیب رگرسیون پیش آزمون و پس آزمون عملکرد خواندن در دو گروه آزمایش و گواه نشان داد که شیب رگرسیون در هر دو گروه برابر است ($F=1/183, P=0/24$). نتایج آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس

متغیر وابسته در گروه‌ها نشان داد که واریانس عملکرد خواندن در گروه‌ها برابر است ($F=0/076, P=0/79$). در جدول ۲ نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری برای بررسی تفاوت گروه‌های آزمایش و گواه در عملکرد خواندن گزارش شده است.

جدول ۲: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری برای بررسی تفاوت گروه آزمایش و گواه در عملکرد خواندن

منبع	SS	df	MS	F	P	مجذور اتا	توان آزمون
الگوی تصحیح شده	۱۱۱۵۴۵/۹۹۸	۲	۵۵۷۷۲/۹۹۹	۶۵۳/۴۹۹	۰/۰۰۰	۰/۹۸۴	۱
پیش آزمون	۲۷۹۳۲/۳۶۴	۱	۲۷۹۳۲/۳۶۴	۳۲۷/۲۸۷	۰/۰۰۰	۰/۹۴۰	۱
گروه	۸۹۶۳۵/۰۵۹	۱	۸۹۶۳۵/۰۵۹	۱۰۵۰/۲۶۶	۰/۰۰۰	۰/۹۸۰	۱
خطا	۱۷۹۲/۲۴۸	۲۱	۸۵/۳۴۵				

با توجه به جدول ۲، آماره F برای متغیر عملکرد خواندن در سطح $0/000$ معنادار است که نشان می‌دهد بین دو گروه در میزان عملکرد خواندن تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین میزان مجذور اتا در جدول ۲ نشان می‌دهد که عضویت گروهی، ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد خواندن را تبیین می‌کند. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که میانگین تصحیح شده پس آزمون گروه آزمایش در عملکرد خواندن ($688/130$) و میانگین گروه گواه ($565/646$) بود که با توجه به آماره F در سطح $0/000$ معنادار است. با توجه به این یافته می‌توان گفت که پسخوراند زیستی موجب بهبود عملکرد خواندن کودکان مبتلا به نارساخوانی می‌شود.

خطای ترکیب، خطای چرخش، و خطای تداوم (ادراک دیداری- حرکتی) از تحلیل کوواریانس چندمتغیری استفاده شد. نتایج آزمون بررسی همگنی شیب رگرسیون پیش آزمون و پس آزمون خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش، و خطای تداوم در گروه‌های آزمایش و گواه نشان داد که شیب رگرسیون در هر دو گروه برابر است ($P=0/19$ ، $F=1/439$). نتایج آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس متغیرهای وابسته در گروه‌ها نشان داد که واریانس خطای شکل ($P=0/41$ ، $F=0/299$)، خطای ترکیب ($P=0/12$ ، $F=1/688$)، خطای چرخش ($P=0/29$ ، $F=0/954$)، و خطای تداوم ($P=0/67$ ، $F=0/090$) در گروه‌ها برابر است. نتایج آزمون ام باکس برای بررسی ماتریس کوواریانس متغیرهای وابسته در بین گروه آزمایش و گواه نیز نشان داد که ماتریس

همچنین، جهت بررسی تأثیر پسخوراند زیستی بر بهبود خطای شکل،

در خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش، و خطای تداوم تفاوت معناداری وجود دارد ($P=0/000$ ، $F=30/462$ ، $Wilks' Lambda = 0/110$). برای بررسی این که گروه آزمایش و گواه در کدام یک از خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش، و خطای تداوم با یکدیگر تفاوت دارند در جدول ۳ نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری گزارش شده است.

کوواریانس متغیرهای وابسته در دو گروه برابر است ($P = 0/846$ ، $Box's M = 7/027$ ، $F = 0/562$). نتایج آزمون خی دو بارتلت برای بررسی کرویت یا معناداری بین خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش، و خطای تداوم نشان داد که رابطه بین آنها معنادار است ($X^2 = 36/479$ ، $df = 9$ ، $P = 0/000$). پس از بررسی پیش فرض های تحلیل کوواریانس چند متغیری، نتایج آزمون نشان داد که بین دو گروه

جدول ۳: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری برای بررسی تفاوت گروه آزمایش و گواه در خطاهای ادراک دیداری حرکتی

توان آزمون	مجذور اتا	p	F	MS	df	SS	مولفه های نشخوار فکری
۱	۰/۸۰۵	۰/۰۰۰	۱۴/۸۷۷	۷/۳۸۱	۵	۳۶/۹۰۳	خطای شکل
۱	۰/۷۹۸	۰/۰۰۰	۱۴/۲۱۴	۶/۴۶۳	۵	۳۲/۳۱۵	خطای ترکیب
۱	۰/۹۴۶	۰/۰۰۰	۶۲/۷۴۷	۹/۸۳۶	۵	۴۹/۱۷۸	خطای چرخش
۰/۹۹۸	۰/۷۱۸	۰/۰۰۰	۹/۱۴۵	۳/۵۸۲	۵	۱۷/۹۰۹	خطای تداوم
۱	۰/۷۱۴	۰/۰۰۰	۴۵/۰۰۱	۲۲/۳۲۵	۱	۲۲/۳۲۵	خطای شکل
۰/۹۶۹	۰/۴۷۷	۰/۰۰۱	۱۶/۴۰۰	۷/۴۵۷	۱	۷/۴۵۷	خطای ترکیب
۱	۰/۸۱۵	۰/۰۰۰	۷۹/۳۵۰	۱۲/۴۳۸	۱	۱۲/۴۳۸	خطای چرخش
۰/۹۸۸	۰/۵۲۷	۰/۰۰۰	۲۰/۰۴۰	۷/۸۴۹	۱	۷/۸۴۹	خطای تداوم

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر تعیین اثربخشی پسخوراند زیستی بر بهبود عملکرد خواندن و ادراک دیداری- حرکتی کودکان مبتلا به نارساخوانی بود. نتیجه پژوهش نشان داد پسخوراند زیستی بر بهبود عملکرد خواندن کودکان مبتلا به نارساخوانی تاثیر معناداری دارد. این یافته با نتایج دیگر پژوهش های انجام شده (۱۸- ۲۱) از این جهت که نشان دادند برنامه آموزش نوروفیدبک سبب ارتقای عملکرد خواندن در کودکان با نارساخوانی می شود، همسو است. این پژوهش ها مفاهیم مهمی در استفاده از نوروفیدبک به منظور کمک به افراد نارساخوان برای راحت تر خواندن ارائه کرده اند. برای مثال رئیسی و همکاران (۲۰) نشان دادند که برنامه آموزش نوروفیدبک سبب ارتقاء تمامی مؤلفه های عملکرد خواندن در دانش آموزان گروه آزمایش شده است.

در تبیین این یافته می توان استدلال کرد که نسبت تتا/بتا و تتا/آلفا یک مقیاس مفید برای مشخص کردن نابهنجاری در الکتروانسفالوگرام کودکان است. پژوهشگران نشان داده اند که الگوی الکتروانسفالوگرام کودکان مبتلا به اختلال های یادگیری با بالا بردن فعالیت امواج آهسته مغزی مشخص می شوند. این کودکان با بتای بالا، تتا و آلفای پایین تر

با توجه به جدول ۳، آماره F برای خطای شکل (۴۵/۰۰۱)، خطای ترکیب (۱۶/۴۰۰)، خطای چرخش (۷۹/۳۵۰)، و خطای تداوم (۲۰/۰۴۰) در سطح ۰/۰۰۱ معنادار است که نشان می دهد بین دو گروه در این خطاها تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین میزان مجذور اتا در جدول ۳ نشان می دهد که عضویت گروهی، ۷۱/۴ درصد از تغییرات خطای شکل، ۴۷/۷ درصد از تغییرات خطای ترکیب، ۸۱/۵ درصد تغییرات خطای چرخش، و ۹۸/۸ درصد تغییرات خطای تداوم را تبیین می کند. نتایج میانگین های تصحیح شده در پس آزمون نشان می دهد که میانگین گروه آزمایش در خطای شکل (۴/۸۴۲)، خطای ترکیب (۵/۱۲۹)، خطای چرخش (۵/۱۹۸)، و خطای تداوم (۵/۰۷۱) کمتر از میانگین گروه گواه در این خطاها به ترتیب (۶/۹۹۱)، (۶/۳۷۱)، (۶/۸۰۲) و (۶/۳۴۵) است. با توجه به این یافته ها می توان گفت که نوروفیدبک موجب کاهش خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش، و خطای تداوم (بهبود ادراک دیداری- حرکتی) کودکان مبتلا به نارساخوانی می شود.

نسبت به کودکان بهنجار همجنس خود مشخص می‌شوند (۱۹). تعامل بین امواج بتا، تتا و آلفا در مطالعات انجام شده در گروه‌های دارای آموزش ضعیف، ناتوانی‌های خواندن و نوشتن و دمانس از این نظر حمایت می‌کنند؛ به این معنا که توانمندی‌های نورولوژیک گوناگون با سطوح بالای توان بتا و توان پایین تتا و آلفا مربوط بوده است (۲۰). در پژوهش حاضر از الگوی بتا/تتا در نواحی C3, C4, CZ برای پیشرفت آزمودنی‌ها استفاده شد. دلیل منطقی برای درمان به کار رفته شده این بوده است که اولاً در مقایسه با الکتروآنسفالوگرام کودکان همتا شده بدون نارساخوانی، بیشترین میزان یا فرکانس نابهنجاری الکتروآنسفالوگرام مشاهده شده در کودکان مبتلا به نارساخوانی فزونی فعالیت تتا بود؛ ثانیاً حداقل میزانی از فعالیت بتا در حالت سکوت جهت عملکرد صحیح تکالیف ذهنی در نواحی درگیر در تکلیف هم در مورد کودکان بدون نارساخوانی و هم بزرگسالان بدون نارساخوانی ضروری است (۲۰). بنابراین این واقیت بیانگر این موضوع است که برای کودکان نارساخوان دارای نابهنجاری الکتروآنسفالوگرام، تقویت کردن کاهش ضریب بتا/تتا روندی را به سوی بهنجارسازی الکتروآنسفالوگرام و در نتیجه، پیشرفت توانایی‌های شناختی و رفتاری منجر به افزایش عملکرد خواندن ایجاد می‌کند.

همچنین، نتیجه پژوهش نشان داد پسخوراند زیستی بر کاهش خطای شکل، خطای ترکیب، خطای چرخش، خطای تداوم، و خطای کل در نتیجه بهبود ادراک دیداری-حرکتی کودکان مبتلا به نارساخوانی تأثیر معناداری دارد. این یافته با نتایج پژوهش‌های (۱۴، ۲۲ و ۲۳) از این جهت که نشان دادند آموزش نوروفیدبک باعث افزایش میزان ادراک دیداری می‌شود، همسو است. در تبیین این یافته می‌توان گفت در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری مناطقی از مغز که در ارتباط با ادراک دیداری-حرکتی هستند از عملکرد بهنجار برخوردار نیستند که این نابهنجاری در ارتباط با امواج مغزی است و چون روش نوروفیدبک می‌تواند با استفاده از اصول یادگیری شرطی سازی عاملی به تغییر و بهبود امواج مغزی و در نهایت ارتقای عملکرد مغز کمک کند، آزمودنی‌های این پژوهش توانسته‌اند با کاهش نابهنجاری در امواج مغزی خود در منطقه پس‌سری، میزان ادراک دیداری-حرکتی خود را افزایش دهند. همچنین می‌توان گفت با بهبود امواج مغزی بر اساس اصول شرطی‌سازی بهبود ادراک

دیداری-حرکتی میسر شده است. از آنجایی که نوروفیدبک بر افزایش موج بتا و سرکوب موج تتا در مغز آزمودنی‌ها مؤثر است، به نظر می‌رسد بهبود ایجاد شده در ادراک دیداری-حرکتی آزمودنی‌ها در ارتباط با کاهش معنادار تتا باشد. امواج تتا معمولاً در ساختارهایی از مغز مانند کرتکس، پاراهیپوکامپ، کمر بند شکنج قدامی، هیپوتالاموس، و هسته پشتی داخلی تالاموس یافت می‌شود. همه این ساختارها به سیستم لیمبیک تعلق دارند و در حافظه نقش مهمی بازی می‌کنند (۲۲). یافته‌های پژوهشی حاکی از آن است که سرکوب امواج تتا در شیار افقی پس‌سری بر افزایش نمره ادراک بصری اثر می‌گذارد؛ از سویی موج بتا در بخش‌های بالایی قسمت حسی-حرکتی وجود دارد که به آن بتای رولاندیک نیز می‌گویند و در بخش‌هایی که مرتبط به پردازش دیداری-فضایی و نیز عملیات شمارشی در مغز است، این موج کاملاً مشهود است (۱۴). از دیدگاه مکانیزم‌های نورونی، رابطه نزدیکی بین موج بتا و فعالیت متابولیکی در ناحیه کورتیکال مغز انسان وجود دارد. همچنین انطباق موج بتا در تکالیف مربوط به حس دیداری هم در نواحی مرتبط به فرونتال و هم در نواحی پس‌سری قابل مشاهده هستند. بنابراین نوروفیدبک با تنظیم امواج تتا و بتا در نواحی مغزی مسئول ادراک دیداری-حرکتی، به تقویت و بهبود آن می‌پردازد (۲۳).

به عنوان نتیجه نهایی و با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت پسخوراند زیستی به عنوان روشی مؤثر و کارآمد برای بهبود عملکرد خواندن و ادراک دیداری-حرکتی کودکان مبتلا به نارساخوانی است و پیشنهاد می‌شود درمانگران، این روش مداخله را در کودکان مبتلا به نارساخوانی مورد توجه قرار دهند تا این گونه با ارتقای عملکردهای شناختی این دانش‌آموزان مانع افت تحصیل تحصیلی و در برخی موارد اخراج از مدرسه شوند. از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به محدودیت جنسیت آزمودنی‌ها اشاره کرد که با توجه به متغیرهای مورد مطالعه و شرایط فرهنگی ممکن است در آنها تفاوت آماری وجود داشته باشد. از دیگر محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس و حجم نمونه کم به علت افت آزمودنی‌ها اشاره کرد. بر این اساس استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی در تمام مراحل اجرای مطالعه و حجم نمونه بیشتر برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از پایان نامه دکترای نویسنده نخست است که با کد اخلاق IR.IAU.RASHT.REC.1398.037 در رشته روان‌شناسی عمومی دانشگاه آزاد واحد رشت در سال ۱۳۹۹ دفاع شده است. همچنین مجوز اجرایی آن از سوی آموزش و پرورش استثنایی شهر تهران در سال ۱۳۹۸ صادر شده است. سایر ملاحظات اخلاقی مانند رضایت کامل افراد نمونه و رعایت اصل رازداری و محرمانه ماندن اطلاعات نیز در نظر گرفته شده است.

حامی مالی: این مطالعه بدون حامی مالی و در قالب رساله دکترا انجام شده است.

نقش هر یک از نویسندگان: نویسنده نخست خانم نازنین عباسی فشمی به عنوان طراح و ایده پرداز اصلی پژوهش و مسئول جمع آوری داده‌ها؛ نویسنده دوم به عنوان استاد مشاور یکم و ویراستار علمی؛ و نویسنده سوم به عنوان استاد مشاور دوم و ویراستار علمی و ادبی در این مقاله نقش داشتند.

تضاد منافع: انجام این پژوهش برای نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی را به دنبال نداشته است و نتایج آن کاملاً شفاف و بدون سوگیری گزارش شده است.

قدیر و تشکر: بدین وسیله از مسئولان مراکز اختلالات یادگیری ذهن آرا، بوجیکا، نیک مهر، و آتیه واقع در منطقه ۳ تهران، اولیا و دانش آموزانی که در این پژوهش شرکت داشتند تشکر و قدردانی می‌شود.

Resources

1. Strohmeier D, Grading P, Wagner P. Intercultural Competence Development Among University Students from a Self-Regulated Learning Perspective. *Zeitschrift für Psychologie*. 2017. [Link]
2. Ward A, Bush H, Braaten EB. Reading disorders/dyslexia. *The Massachusetts General Hospital guide to learning disabilities*. 2019; 21-37. [Link]
3. Snowling MJ, Hulme C, Nation K. Defining and understanding dyslexia: past, present and future. *Oxford Review of Education*. 2020; 46(4): 501-513. [Link]
4. HosseinKhanzadeh A. The effect of time management training on stress reduction and test anxiety of students with dyslexia. *Journal of psychologicalscience*. 2018; 16(64): 508-525. [Link]
5. Fletcher JM, Grigorenko EL. Neuropsychology of Learning Disabilities: The Past and the Future. *J Int Neuropsychol Soc*. 2017; 23(9-10):930-940. [Link]
6. Kenten C, Wray J, Gibson F, Russell J, Tuffrey-Wijne L, Oulton K. To flag or not to flag: Identification of children and young people with learning disabilities in English hospitals. *J Appl Res Intellect Disabil*. 2019; 32(5):1176-1183. [Link]
7. Fletcher JM, Lyon GR, Fuchs LS, Barnes MA. *Learning disabilities: From identification to intervention*. Guilford Publications. 2018. [Link]
8. Jethwani LM, Subhashini R. Analysing underlying Cognitive Process in Reading and Spelling among Dyslexic Students. *International Journal of Management Research and Social Science*. 2019; 4(6): 17-20. [Link]
9. Torgesen JK. Phonologically based reading disabilities: Toward a coherent theory of one kind of learning disability. In *Perspectives on learning disabilities*. 2018, pp: 106-135. [Link]
10. Capellini SA, Sellin L, D'Angelo I, Del Bianco N, Giacconi C, Germano GD. Visual-Motor Perception and Handwriting Performance of Students with Mixed Subtype Dyslexia. In *Dyslexia*. IntechOpen. 2021. [Link]
11. Meng ZL, Wydell TN, Bi HY. Visual-motor integration and reading Chinese in children with/without dyslexia. *Reading and Writing*. 2019; 32(2): 493-510. [Link]
12. Doty N. Nonverbal Learning Disability. In *The Massachusetts General Hospital Guide to Learning Disabilities*. 2019, pp. 103-117. Humana Press, Cham. [Link]
13. D'Mello AM, Gabrieli JD. Cognitive neuroscience of dyslexia. *Language, speech, and hearing services in schools*. 2018; 49(4): 798-809. [Link]
14. Zarenezhad S, Soltanikouhbanani S, Zarenezhad S. Effectiveness of Neurofeedback on Cognitive Deficits and Visual-Motor Perception in student with Dyslexia. *Neuropsychology*. 2020; 6(2): 47-66. [Link]
15. Eroğlu G, Gürkan M, Teber S, Ertürk K, Kırmızı M, Ekici B, ... & Çetin M. Changes in EEG complexity with neurofeedback and multi-sensory learning in children with dyslexia: A multiscale entropy analysis. *Applied Neuropsychology: Child*. 2020; 1-12. [Link]
16. Brandeis D. Neurofeedback training in ADHD: more news on specificity. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2010; 122(5): 856-857. [Link]
17. Cruz-Rodrigues C, Barbosa T, Toledo-Piza CM, Miranda MC, Bueno OFA. Neuropsychological characteristics of dyslexic children. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 2014; 27: 539-546. [Link]
18. Sharifi K, Babamir H. Efficacy of neurofeedback on Brain executive functions in children with mathematics disorder. *Rooyesh*. 2018; 7 (6) :17-34. [Link]
19. Eroğlu G, Aydın S, Çetin M, Balcisoy S. Improving cognitive functions of dyslexies using multi-sensory learning and EEG neurofeedback. In *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. 2018, pp: 1-4. [Link]
20. Raesi S, Dadgar H, Soleymani Z, Hajjeforush V. Efficacy of neurofeedback training on reading and spelling skills of 8 to 12 Years old children with dyslexia. *Journal of Modern Rehabilitation*. 2016; 10(4): 177-184. [Link]
21. Eroğlu G. Improving reading abilities in dyslexia with neurofeedback and multi-sensory learning (Doctoral dissertation). 2020, PP:40-46. [Link]
22. Rahimi C, Behzadi F, Mohamadi N. The Effect of Neurofeedback Instruction on Visual Perception of Primary School Students with Dyscalculia. *Advances in Cognitive Sciences*. 2014; 16 (3) :1-12. [in persian] [Link]
23. Nourbakhsh S. (2014). The efficacy of multisensory method and cognitive skills training on perceptual performance and reading ability in learning and non-learning based tests of male dyslexic students in Tehran Iran. *Asian Journal of Social Sciences & Humanities*. 2014; 3: 1-22. [Link]
24. Karami noori R, Moradi A. Reading and dyslexia test (NAMA). Tehran: Jihad University, teacher training. [in persian] [Link]
25. Hosseinkhanzadeh A, Latif Zanjani M, Taher M. Efficacy of computer-assisted cognitive remediation (CACR) on improvement executive functions and reading performance of students with dyslexia. *Neuropsychology*. 2017; 2(7): 27-46. [in persian] [Link]
26. Bender L. *Bender hlotor Gestalt Test: Cards arid manual of instritction*. h'nt York: American Orthopsychiatric Assc. 1938. [Link]
27. Groth-Marnat G. *Handbook of psychological assessment*. New York: van Nostrand Rinchild. 1997, pp:933-992.
28. bahramian A., hadianfard H, mohamadi N, rahimi C. Standardization of Bender-Gestalt II in Children Aged between 4 and 11 Years in Shiraz. *Quarterly of Educational Measurement*. 2013; 3(11): 170-195. [Link]
29. Masterpasqua F, Healey KN. Neurofeedback in Psychological Practice. *Professional Psychology: Research and Practice*. 2003; 34(6): 652. [Link]