

Research Paper

Brainwaves Activity in Children with Specific Learning Disorders: A Systematic Review



Mahboobeh Kiani ^{1*}

1. Ph.D Student in Psychology and Exceptional Children Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.



Article Info:

Received: 2024/08/24

Accepted: 2024/11/25

Available Online: 2025/03/18

Citation: Kiani, M. (2025). [Brainwaves Activity in Children with Specific Learning Disorders: A Systematic Review (Persian)]. *Journal of Learning Disabilities*, 14 (2):37-48. <https://doi.org/10.22098/jld.2025.15687.2189>

10.22098/jld.2025.15687.2189

Extended Abstract

1. Introduction

Specific learning disorder is a neurodevelopmental disorder with a biological origin that is influenced by genetic, epigenetic, and environmental factors (American Psychological Association, 2022). This disorder typically manifests during formal education and is characterized by challenges in academic skills such as reading and mathematics (Nooripour et al., 2024). The prevalence of this disorder among school-aged children has been reported to be between 5 to 15% (Berkeley et al., 2022). In terms of brain wave activity, this disorder is associated with increased theta power and decreased alpha power in various regions of the brain (Basra, 2006). Additionally, delays in brain development have led to the hypothesis of delayed maturation in these children (Nooripour et al., 2024). Research indicates that electroencephalography (EEG) can serve as a non-invasive biological marker that may be useful in diagnosing and treating these disorders (Goodspeed et al., 2023). However, the results of studies regarding the brain activity of children with learning disorders are inconsistent (Yariyari & Afrooz, 2008). The aim of this study is to examine the differences in brain wave activity between children with specific learning disorder and their typically developing peers (Nooripour et al., 2024). Furthermore, it aims to determine whether brainwave activity patterns can serve as biomarkers for the early diagnosis and differentiation of different types of specific learning disorders.

2. Materials and Methods

This study is a systematic review that employed search strategies to find relevant articles in reputable Persian-language academic databases, including IranDoc, Ganj, SID, Magiran, Noormags, and Elmnet. The keywords "specific learning disorder," "brainwaves," and "electroencephalography" were formulated into search phrases to retrieve records related to brainwave activity and learning disorders. The retrieved articles from each database were independently extracted, and the title and abstract of each article were reviewed. The full text of the selected articles, published between 1996 and 2023, was chosen from all relevant research. Study selection (through the review of 39 article abstracts) was conducted using relevant keywords, and 11 high-quality studies were selected based on the PRISMA statement. The step-by-step matrix of the systematic review process and the search tree diagram are presented in Table 1.

3. Results

After identifying the articles, several were excluded due to duplication between the databases and inadequate reporting of information. Additionally, some others were set aside after reviewing their titles and abstracts because they did not align thematically with the research focus. In total, 39 Persian studies were examined. The reviewed studies included both qualitative and quantitative research. Since this study focused on the patterns of brainwave activity in children, greater emphasis was placed on the research findings and their results. Given the sensitivity of the topic, articles from highly reputable journals were utilized. In these articles, the methods section referenced the inclusion and

*Corresponding Author:

Mahboobeh kiani

Address: Department of Exceptional Child Psychology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (910) 3002347

E-mail: mahboobehkiany@yahoo.com



Copyright © 2024 by Authors. Published by University of Mohaghegh Ardabili. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial purposes uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

exclusion criteria. Overall, 21 types of tests were used for assessment, measurement, and intervention, presented in the form of questionnaires, hardware, and software. Among these tools, 42% were questionnaires, 33% were devices and hardware, and 23% were software.

Considering that direct sampling with electroencephalography is challenging in children with learning difficulties, some of the information obtained was based on data collected from the quantitative electroencephalography (QEEG) mapping device.

Table 1. Step-by-Step Matrix of the Systematic Review Process

Steps	Title	Description
Step 1	Research Question	Do children with specific learning disorders exhibit abnormal brain activity?
Step 2	Key words	Specific learning disorder, Neuropsychological, Brainwaves, Electroencephalography
Step 3	Procedure	Persian journal articles from the years 1996 to 2023
Step 4	Databases	IranDoc, Ganj, SID, Magiran, Noormags, Elmnet
Step 5	Article Screening	11 articles that matched the research objective and were of the systematic review type were ultimately extracted and selected for further study
Step 6	Article study	Abstract, Method, Result, Discussion.

4. Discussion and Conclusion

A review of the research conducted on brainwaves in children with specific learning disorders indicates that the brainwaves of this group differ from those of typically developing children. For instance, in studies examining children with dyslexia, abnormal brain activity is observed, predominantly in the theta and alpha waves (Basra et al., 2005). Fernández (2007) also demonstrated in their research that neurofeedback intervention leads to a reduction in the theta/alpha ratio in children with learning disorders, with behavioral improvements noted immediately after the treatment ended. However, changes in electroencephalography (EEG) were only observed up to two months post-treatment (Fernandez, 2007). The dyslexic group in the study by Ackerman, Mohammad Hossein Rahbar, and Flaherty also exhibited low beta waves in the left temporal region. According to the analysis of the frequency and percentage of cases identified by neurologists with EEGs showing higher theta waves, it was found that theta waves were more prevalent in the EEG background among the experimental and clinical control groups compared to the normal group (Yar Yari & Afrouz, 1999).

In Iran, the discussion around the diagnosis and use of diagnostic patterns for working with students with learning disorders has significant weaknesses. These include the unclear boundaries between specific learning disorders, developmental learning disorders, and general learning difficulties; an excessive

emphasis on the role of intelligence quotient (IQ) and the mismatched IQ-learning disorder methods; unclear diagnostic components; and a lack of multi-faceted assessments among therapists and specialists in the field of learning disorders, which has caused confusion for parents and children with specific learning disorders (Parhon&el 2020). In fact, identifying the diagnostic components of learning disorders and utilizing new scientific technologies, such as electroencephalography, to ascertain the causes of these disorders can pave the way for effective education and rehabilitation of these children, presenting new horizons for their teachers, therapists, and parents.

5. Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All authors have participated in the design, execution and writing of all parts of this research.

Funding

This research did not receive any funding from public, commercial, or non-profit organizations.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest. This article is an excerpt from the dissertation of Ms. Mahboobeh Kiani from the Islamic Azad University, Research Sciences of Tehran.

مقاله پژوهشی

فعالیت امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص: (مطالعه مروری سیستماتیک)

محبوبه کیانی^{۱*}

۱. دانشجوی دکتری در رشته روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Use your device to scan
and read article online

استناددهی: کیانی، م. (۱۴۰۳). فعالیت امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص: (مطالعه مروری سیستماتیک). فصلنامه ناتوانی‌های یادگیری،

۱۴ (۲): ۳۷-۴۸. <https://doi.org/10.22098/jld.2025.15687.2189>

10.22098/jld.2025.15687.2189

چکیده

هدف: اختلال یادگیری خاص، یک اختلال عصبی رشدی است که منشأ زیستی دارد. یعنی پایه و اساس ناهنجاری‌های موجود در سطح شناختی است و نشانه‌های رفتاری اختلال از آن نشأت گرفته‌اند. در راستای شناسایی عوامل ایجادکننده این ناتوانایی، در تحقیقات متعددی به زیربنای فیزیولوژیکی این اختلال پرداخته شده است.

روش‌ها: پژوهش حاضر به مطالعه مروری سیستماتیک مربوط به ارتباط فعالیت مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص و زیر گروه‌های اختلال یادگیری خاص می‌پردازد. در این پژوهش روش مطالعه مروری سیستماتیک، با استفاده از پایگاه‌های علمی معتبر فارسی‌زبان به بررسی مقالات علمی - پژوهشی مرتبط از سال ۱۳۷۵ تا ۱۴۰۲ در ایران پرداخته شده است. انتخاب مطالعات (از طریق مطالعه ۳۹ چکیده مقاله) با کلمات کلیدی مرتبط جستجو و ۱۱ مطالعه حائز شرایط ورود بر اساس بیانیه پریزما به عنوان نمونه نهایی انتخاب شدند.

یافته‌ها: به دست آمده، ارتباط معناداری را بین انواع امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص و تأثیر این امواج در زیر گروه‌های این اختلال نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد که ناهنجاری‌های شناختی مشاهده شده در این کودکان به طور معناداری با الگوهای خاص فعالیت مغزی مرتبط است. این یافته‌ها به درک بهتر مکانیسم‌های زیرین این اختلال کمک کرده و می‌تواند مبنای طراحی مداخلات درمانی هدفمند قرار گیرند. همچنین ضرورت انجام تحقیقات بیشتر در مورد رابطه بین فعالیت‌های مغزی و عملکردهای شناختی تأکید شده است.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸

کلیدواژه‌ها:

عصب روان‌شناختی، امواج مغزی، الکترو آنسفالوگرافی، اختلال یادگیری خاص

مقدمه

که معمولاً در طول آموزش رسمی ظاهر می‌شوند و با چالش‌های پایدار و بازدارنده در کسب توانایی‌های تحصیلی اساسی مانند خواندن، نوشتن و ریاضیات مشخص می‌شوند (نوری پور و همکاران، ۲۰۲۴). براساس ملاک‌های پنجمین راهنمای تشخیصی و اختلال آماری DSM-5-TR اختلال یادگیری خاص، نقص در مهارت‌های تحصیلی عمومی محسوب می‌شود که در زمینه‌های روخوانی، ریاضی و بیان کتبی مشخص می‌شود

1. Specific learning disorder
2. Goodspeed

اختلال یادگیری خاص^۱، یک اختلال عصبی رشدی است که منشأ زیستی دارد. ریشه زیستی علائم شالوده‌ای از تعاملات عوامل ژنتیک، اپی ژنتیک و عوامل محیطی هستند که بر توانایی مغز در درک و پردازش دقیق و موثر اطلاعات تأثیر می‌گذارد (انجمن روانشناسان آمریکا، ۲۰۲۲). ژن‌های مرتبط با اختلالات عصبی رشدی اغلب در رشد اولیه مغز، در سیگنال‌دهی عصبی یا شکل‌پذیری سیناپسی نقش دارند (گوداسپید^۲ و همکاران، ۲۰۲۳). اختلالات یادگیری خاص به عنوان شرایط عصبی رشدی شناخته می‌شوند

* نویسنده مسئول:

محبوبه کیانی

نشانی: گروه روانشناسی کودک استثنایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تلفن: ۰۲۳۴۷۳۰۰۹۸ (۹۱۰)

پست الکترونیکی: mahboobehkiany@yahoo.com

ناتوانی‌های یادگیری

و مشکل قابل توجهی در زمینه پیشرفت تحصیلی، عملکرد شغلی یا فعالیت های روزمره زندگی فرد ایجاد می کند (برکلی^۱ و همکاران ۲۰۲۲). در کتاب راهنمای تشخیصی و آماری اختلال های روانی ویرایش DSM-5 TR گزارش شده است که شیوع اختلال یادگیری خاص در کودکان مدرسه‌ای در زبان‌ها و فرهنگ‌های مختلف بین ۵ تا ۱۵ درصد است و میزان اختلال خواندن ۴ تا ۹ درصد و اختلال در محاسبه ۳ تا ۷ درصد است. در یک پژوهش فراتحلیل، شیوع این اختلال در هند، ۸ درصد گزارش شده است. مطالعه‌ای که در ایالات متحده آمریکا انجام شد، میزان شیوع اختلال یادگیری را در کودکان ۹،۷ درصد گزارش کرد. شیوع این اختلال در برزیل ۷،۶ درصد بود (بزاتلی و همکاران، ۲۰۲۴). اختلال یادگیری از نظر فعالیت امواج مغز با افزایش قدرت تا در نواحی پیشانی مغز و کاهش قدرت آلفا در نواحی خلفی، به ویژه نواحی جداری و پس سری مشخص می شود (بسر، ۲۰۰۶). تأخیر رشد مغزی مشهود در دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص این فرضیه را ایجاد کرده که این اختلال به عنوان یک اختلال رشدی که با تأخیر در بلوغ مشخص می شود و در نتیجه مانع از ظرفیت آن‌ها برای همگام شدن با همسالان خود در محیط‌های آموزشی می گردد. دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص، فعالیت کلی مغز آهسته‌تری را نشان می دهند که با افزایش قدرت دلتا و تا و کاهش متناظر در قدرت گاما در قسمت‌های خلفی مغز مشخص می شود (نوری پور و همکاران، ۲۰۲۴). در مطالعات اخیر پیشرفت‌های فنی منجر به تحلیل فعالیت‌های شیمیایی و الکتریکی در زمان پردازش اطلاعات شده است. از جمله این پیشرفت‌ها می توان به برش‌نگاری رایانه‌ها، تصویر برداری با استفاده از نشر پوزیترون و تک فوتون برای شناسایی محل اتصال انتقال دهنده‌های عصبی و تعیین اثرات داروهای روان گردان در تحقیقات اشاره نمود (وان کاستم^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). روش‌های تشخیصی و طبقه‌بندی شدت بیماری در سال‌های اخیر به سبب تأثیر آن‌ها در کنترل بیماری و بهبود کیفیت زندگی بیماران، توجه محققان را به خود جلب کرده است و درمان‌های جدید برای بسیاری از اختلالات عصبی-رشدی-ژنتیکی در حال توسعه هستند (گود اسپید و همکاران، ۲۰۲۳). تاکنون روش‌های مختلفی مانند تصویر برداری‌های عصبی عملکردی، آزمایش‌های ژنتیک و خون جهت تشخیص بیماری‌های عصبی رشدی و عصبی پیشرونده تدریجی مانند پارکینسون ارائه شده است. بسیاری از روش‌ها تهاجمی، پرهزینه و یا زمان بر بوده و ممکن است اشتباهاتی نیز در تعبیر آن‌ها وجود داشته باشد. از این رو تحقیقات به استفاده‌های فیزیولوژیکی و حرکتی مانند سیگنال الکتروآنسفالوگرافی، که غیر تهاجمی و کم هزینه هستند سوق داده شده است (جوشی و همکاران، ۲۰۱۷). الکتروآنسفالوگرافی (EEG) یک

نشانگر زیستی بالقوه غیرتهاجمی امیدوارکننده برای عملکرد مغز است (گود اسپید و همکاران، ۲۰۲۳). الکتروآنسفالوگرافی، یک روش ساده ثبت فعالیت الکتریکی مناطق وسیعی از مغز می باشد. از نظر فیزیولوژی امواج مغز به قسمتی از فعالیت الکترومغناطیستی سلول‌های عصبی در مغز گفته می شود. امواج مغز از ولتاژهای مغز حاصل می گردند و در محدوده ولتاژهای پایین در حد چند میلیونیوم ولت است. دستگاه موج نگار مغز، چهار نوع از امواج مغز را ارائه می دهد که عبارتند از آلفا، بتا، دلتا، تا. هریک از چهار موج مربوط به سطح مختلفی از آگاهی هستند و هر کدام فواید جداگانه‌ای دارند و هرگاه فردی توانایی تولید موج مغزی مورد نیاز را نداشته باشد، دچار مشکل و اختلال در سلامتی و روند زندگی خود می گردد. به طور مثال عدم توانایی تولید تا و دلتا منجر به بی‌خوابی می گردد (نیک پور، ۱۳۹۵). امواج مغزی بر اساس فرکانس به پنج دسته تقسیم می شوند؛ دلتا کمتر از ۴ هرتز که در خواب دیده می شود، تا ۴ تا ۷ هرتز که تثبیت حافظه، یادگیری و خاموشی، یادگیری و یادداری، شرطی سازی کلاسیک هیجان‌های مثبت و انگیزش از فرضیه‌های مطرح شده در نقش ریتم‌های تا است. آلفا ۸ تا ۱۳ هرتز در گیر در طول عملکرد حافظه، تا ۱۴ تا ۳۰ هرتز با تمرکز و پردازش شناختی ارتباط دارد و گاما که بیشتر از ۳۰ هرتز، بالاترین و سریع ترین موج می باشد (موحدی، ۲۰۲۱؛ نوری پور، ۲۰۲۴). بررسی پژوهش‌ها پیرامون فعالیت مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص، نتایج متناقضی را نشان می دهد. برای نمونه در مطالعه و بررسی کودکان دچار نارساخوانی، فعالیت مغزی نابهنجار بیشتر در سطح امواج تا و آلفا دیده می شود. از سوی دیگر تحقیقات اخیر بیانگر آن است که ریتم تا با شرایط مختلف هیجانی و شناختی در ارتباط است و بالا بودن آن را نمی توان صرفاً به قوت و ضعف در مسائل توجهی و کارکردهای اجرایی نسبت داد (اوگریم، کروپوتو و هستاد، ۲۰۱۱). در پژوهش یاریاری و افروز (۱۳۸۷) تفاوت مشخصی بین گروه آزمایش و عادی از نظر موج بتا به دست آمد. هرچند در سطح استنباطی مشاهده شد که تفاوت معناداری بین گروه‌های مختلف از نظر امواج و نواحی مختلف وجود نداشته که این یافته مشابه تحقیقات معدود خارجی مثل آکرم و همکاران است. در تحقیق آکرم، گروه کنترل همانند گروه کنترل عادی تحقیق حاضر در ناحیه آهیانه‌ای و گیجگاهی چپ دارای موج بتا با قدرت بیشتر بودند. گروه نارساخوان تحقیق آکرم و همکاران نیز همانند گروه آزمایش تحقیق حاضر دارای موج بتا پایین در ناحیه گیجگاهی چپ بوده‌اند. به نظر آکرم، طول موجی که به بهترین وجه گروه‌ها را از یکدیگر متمایز می کند، موج بتا بین ۱۶ تا ۲۰ هرتز است. دافعی فعالیت بیشتر تا را مشخصه کودکان

1. Berkeley
2. Van Custem

ناتوانی‌های یادگیری

مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص و نتیجه‌گیری‌های قوی پیرامون این موضوع با روش تحقیقاتی معتبر ضروری به نظر می‌رسد. لذا برای پاسخگویی به این پرسش که آیا کودکان دارای اختلال یادگیری خاص نسبت به کودکان عادی دارای فعالیت امواج مغزی متفاوت می‌باشند؟ به نظر می‌رسد روش مرور سیستماتیک می‌تواند نسبت به رفع این خلا تحقیقاتی کمک‌کننده باشد. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی فعالیت امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری در مقایسه با کودکان بهنجار می‌باشد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطالعات مرور سیستماتیک بوده است. این پژوهش باهدف بررسی جامع و دقیق نتایج پژوهش‌های علمی انجام شده در زمینه فعالیت امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص طراحی شده بود که با استفاده از استراتژی‌های جستجو برای یافتن مقالات مرتبط در پایگاه‌های علمی معتبر فارسی‌زبان شامل ایران - داک، گنج، سید، مگیران، SID، گوگل اسکالر و علم نت به بررسی مقالات علمی - پژوهشی در محدوده سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۳ پرداخته شد. کلیدواژه‌های اختلال یادگیری خاص، امواج مغزی، الکترو آنسفالوگرافی به گونه‌ای در عبارت جستجو فرمول‌بندی شدند که مدارک مربوط به امواج مغزی و اختلال یادگیری را بازیابی کند. مقالات بازیابی شده از هر کدام از پایگاه‌ها، به طور مستقل استخراج شده و عنوان و چکیده هر مقاله بررسی و متن کامل مقالات منتخب، از بین مقالات مرتبط پژوهش‌های انجام شده بر اساس بیانیه پریزما انتخاب شد.

ملاک‌های ورود و خروج پژوهش‌ها برای مطالعه مرور

سیستماتیک: تمامی مقالات فراخوان شده از جستجوی نظام‌مند، وارد نرم‌افزار EndNote شده و در ادامه پس از حذف مقالات تکراری، شناسایی و غربال مقالات در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، غربال مقالات بر اساس عنوان، چکیده و کلیدواژه‌ها در برابر معیارهای ورود و خروج تحقیق صورت گرفت. در مرحله دوم، متن کامل تمامی مقالات باقی‌مانده بررسی شد. ملاک ورود، استفاده از پژوهش‌هایی بود که واژه‌های اختلال یادگیری خاص، امواج مغزی، الکترو آنسفالوگرافی را داشتند. از ملاک‌های خروج، می‌توان به مواردی همچون پژوهش‌هایی که به علت مشابهت با عناوین مختلف، عیناً به دو مؤسسه یا دانشگاه ارائه شده بودند و پژوهش‌هایی که دسترسی به متن کامل آن امکان‌پذیر نبود، اشاره نمود.

ارزیابی کیفیت پژوهش‌ها: به منظور جمع‌آوری مطالعات مختلف از چک‌لیست و نمودار جریان پریزما استفاده شده بود. در ابتدا با استفاده از

نارساخوان می‌داند. در تحقیق حاضر نیز نظر دافی مبنی بر افزایش موج تا بر مبنای شواهد کیفی قابل تأیید است. طبق بررسی فراوانی و درصد مواردی که توسط متخصصین مغز و اعصاب دارای نوار مغزی با امواج بیشتر تا بودند، مشخص شد که موج تا در زمینه نوار مغزی در بین گروه‌های آزمایشی و کنترل بالینی در مقایسه با گروه عادی بیشتر است (یاربازی و افروز، ۱۳۸۷). مغز افراد دچار اختلال یادگیری، در دامنه ۱۲ امواج تا و آلفا می‌باشد. موقع انجام یک تکلیف شناختی مثل خواندن، حساب کردن یا گوش دادن، به سمت امواج تا می‌رود. امواج آهسته مثل تا، نشان‌دهنده فعالیت مغزی آشفته، حواس پرتی و عدم تمرکز است (نیک پور، ۱۳۹۵). در تحقیقاتی با نوروفیدبک، نتایج نشان‌دهنده مؤثر بودن آن برای درمان اختلال یادگیری با افزایش بتای ۱۵ تا ۱۸ هرتز و سرکوب تتای ۷ تا ۴ هرتز را نشان داده است (نریمانی و همکاران، ۱۳۹۶). از سوی دیگر بررسی تحقیقاتی که فعالیت مغزی کودکان اختلال یادگیری خاص را پس از بهبودی نیز بررسی کرده اند، تناقضی را نشان می‌دهد. در این راستا برخی تحقیقات بر وجود تفاوت و پارامی از تحقیقات بر عدم تفاوت تأکید دارند. در یکی از این پژوهش‌ها که صادقی و همکاران انجام دادند، تغییری در امواج مغزی مشاهده نشد، اما تغییرات رفتاری از جمله بهبود عملکرد تعادلی در کودکان دچار نارساخوانی مشاهده شد.

فرناندز و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی نشان دادند که مداخله نوروفیدبک موجب کاهش نسبت تا/آلفا در کودکان دچار اختلالات یادگیری می‌شود و بهبود رفتاری فوری بعد از اتمام درمان در آنان مشاهده شد، اما تغییرات الکترو آنسفالوگرافی فقط تا دو ماه بعد از درمان مشاهده شد. همچنین در پژوهش بریتلر و همکاران (۲۰۱۰) نیز پس از آموزش نوروفیدبک، بهبود معنادار در توانایی نوشتن آزمودنی‌ها مشاهده شد، اما تغییرات معنادار در نقشه امواج مغزی آن‌ها ایجاد نشد. **نظری و همکاران (۲۰۱۲)** هم در پژوهش خود، تغییرات قابل توجهی در باندهای هدف قرار گرفته (دلتا، تا، بتا) مشاهده نکردند، هرچند توانایی خواندن و نقایص آگاهی واج شناختی کودکان نارساخوان در پژوهش آنان بهبود یافت (امیری و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به بررسی اجمالی تحقیقات انجام شده، نتایج گویای عدم وجود گزاره تحقیقاتی متقن پیرامون فعالیت مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص بود و از سوی دیگر، تفاوت‌های زیر گروه‌های کودکان اختلال یادگیری خاص در این تحقیقات مشخص نشده است. همچنین با توجه به آنکه پژوهش‌های مستقل خارجی و داخلی که امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص را به‌طور مستقیم با هدف دامنه و طول امواج مغزی بررسی کند، یافت نشد؛ لزوم نیاز به یک مطالعه سیستماتیک و جامع در تحقیقات انجام شده پیرامون فعالیت امواج

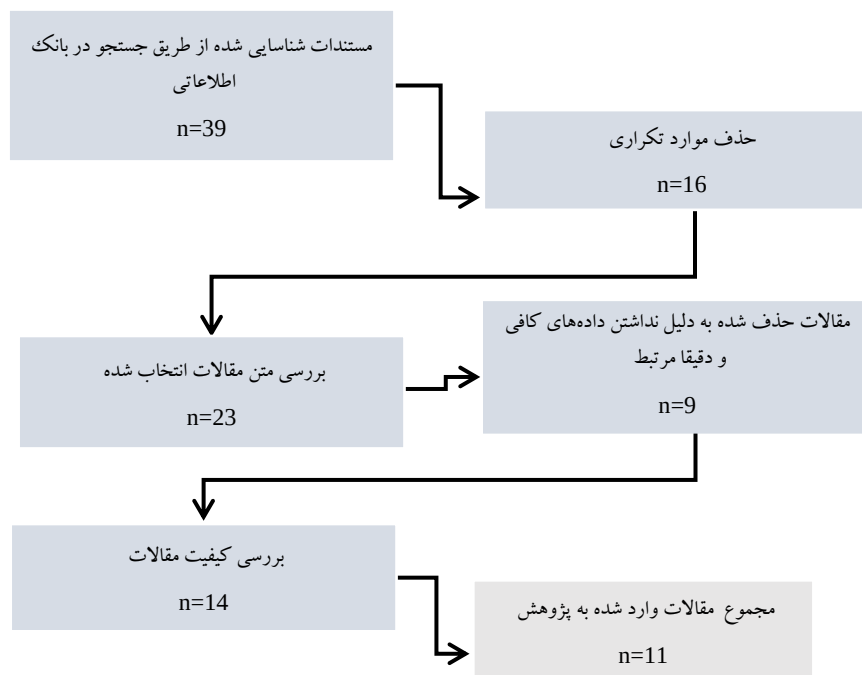
ناتوانی‌های یادگیری

خاص" بود و از طرفی تعداد مقالات علمی که به صورت تخصصی به این موضوع پرداخته، محدود بودند؛ لذا به بررسی روش و نتایج مقاله‌های مرتبط نیز پرداخته شد. الگوی ماتریس گام به گام مرور سیستماتیک با رویکرد مرور نظام‌مند و نمودار شاخه‌ای جستجوی مقالات در ادامه جدول و نمودار شماره یک ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی مرتبط، در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر جستجو انجام شد. در مجموع ۳۹ مقاله فارسی یافت شد. پس از حذف مطالعات تکراری ۲۳ مقاله باقی ماند که از آن تعداد پس از بررسی عنوان و چکیده به ۱۴ مقاله تقلیل یافت. در این مرحله پس از حذف مقالات غیرمرتبط باهدف پژوهش، ۱۱ مقاله باقی ماند. در ادامه با توجه به آنکه هدف اصلی این پژوهش "بررسی فعالیت امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری

جدول ۱. الگوی ماتریس گام به گام مرور سیستماتیک

ردیف	گام‌ها	عنوان	شرح
۱	گام اول	سؤال پژوهش	آیا کودکان دارای اختلال یادگیری خاص فعالیت مغزی نابهنجار دارند؟
۲	گام دوم	کلیدواژه‌ها	اختلال یادگیری خاص، عصب روان‌شناختی، امواج مغزی، الکترو آنسفالوگرافی
۳	گام سوم	اصول انجام کار	مقالات مجلات فارسی سال‌های ۱۳۷۵ تا سال ۱۴۰۲
۴	گام چهارم	پایگاه‌های انتخابی	ایران - داک، گنج، سید، مگیران، علم نت و SID گوگل اسکالر
۵	گام پنجم	غربالگری مقالات	از میان ۳۹ مقاله در نهایت ۱۱ مقاله با هدف پژوهش که از نوع مطالعه مروری سیستماتیک بود، استخراج شدند و بعد از مطالعه و بررسی جهت تحقیق انتخاب شدند.
۶	گام ششم	مطالعه مقاله	مطالعه چکیده، روش، نتایج و بحث



نمودار ۱. نمودار شاخه‌ای جستجوی مقالات

یافته‌ها

کودکان دارای اختلال یادگیری خاص بود، از قسمت یافته‌های پژوهش و نتایج آن‌ها استفاده بیشتری شد. با توجه به حساسیت موضوع، استفاده از مقالاتی که از مجلات معتبر بالایی برخوردار بودند، استفاده گردید. در این مقالات در بخش روش، به ملاک‌های ورود و خروج اشاره شده است. در ذیل جداول توصیف پژوهش‌ها و یافته‌ها آمده است که بصورت کامل به عنوان مقاله، نویسنده، نوع مطالعه، ابزار جمع آوری اطلاعات و بیان نتایج پرداخته شده است.

همان‌طور که اشاره شد، پس از شناسایی مقالات، تعدادی از مقالات به دلیل تکراری بودن بین پایگاه‌های اطلاعاتی و عدم گزارش اطلاعات به شکل مناسب، حذف شدند. تعدادی نیز بعد از بررسی عنوان و چکیده به علت عدم تطبیق موضوعی از روند پژوهش کنار گذاشته شدند. در مجموع ۳۹ مطالعه فارسی مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات بررسی شده از تحقیقات کیفی و کمی بودند. از آنجا که تمرکز این پژوهش بر روی نحوه فعالیت امواج مغزی

جدول ۲. یافته‌های مطالعات صورت گرفته پیرامون امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص

ردیف	مقاله	نویسنده - سال	نوع مطالعه	ابزار جمع‌آوری اطلاعات	نتیجه
۱	مشخصات نقشه مغزی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص	فریدون یاریاری غلامعلی افروز ۱۳۷۸	مقایسه	*آزمون تجدیدنظر شده هوش کودکان و کسler *آزمون خواندن و نوشتن محقق ساخته *دستگاه بایولوژیک	تفاوت مشخصی بین گروه آزمایش و عادی از نظر موج بتا به دست آمد
۲	بررسی اثربخشی نوروفیدبک در امواج مغزی، کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپاسیفایر ریاضی	محمد نریمانی و همکاران ۱۳۹۶	آزمایشی به صورت تک آزمودنی	*ارزیابی کلینیکال Q *آزمون CAS *آزمون استاندارد ریاضی	نوروفیدبک بر نسبت‌های بالانس، افزایش آلفا و توجه، پردازش هم‌زمان و مهارت‌های ریاضی مؤثر بوده است.
۳	تأثیر ورزش مغزی بر سرکوبی نسبت امواج تتا بر آلفا و حافظه فعال کودکان ۸ تا ۱۲ ساله دارای مشکل خواندن یا مشکل نوشتن	محسن امیری و همکاران - ۱۴۰۰	نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل	*مصاحبه بالینی *ماتریس‌های پیش‌رونده ریون کودکان *آزمون حافظه فعال و کسler (فراخوانی ارقام) *دستگاه نوروفیدبک	ورزش مغزی می‌تواند موجب سرکوب معنادار نسبت امواج تتا بر آلفا و همچنین بهبود حافظه فعال در این کودکان است.
۴	تأثیر نوروفیدبک بر تعدیل امواج مغزی و کنش‌های اجرایی پایه در کودکان ۸ تا ۱۲ ساله دارای ناتوانیهای یادگیری خاص	محسن امیری و همکاران ۱۴۰۱	شبه آزمون با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل	*مصاحبه بالینی *نرم‌افزار آزمون استروپ *آزمون رایانه‌ای کارت‌های ویسکانسین *آزمون حافظه فعال و کسler (فراخوانی ارقام) *دستگاه نوروفیدبک	نوروفیدبک موجب شکل‌گیری ارتباطات جدید سیناپسی و در نهایت تعدیل امواج مغزی و بهبود کنش‌های اجرایی می‌شود.
۵	مقایسه بارگذاری حافظه فعال در حالت استراحت و فعالیت مغزی با استفاده از EEG در کودکان دارای اختلال یادگیری ویژه	فاطمه غلامعلی‌نژاد و همکاران - ۱۳۹۸	مقایسه‌ای	*مصاحبه بالینی *آزمون هوش تهران استنفورد بینه *آزمون ارزیابی عملکرد تحصیلی *ثبت EEG	بالا تر بودن دامنه ریتم تتا در حین انجام تکالیف در مقایسه با دو شرایط دیگر ثبت مغزی در نواحی قدامی بود. یافته‌های دیگر مطالعات این حوزه در افراد سالم هم‌خوان بود.
۶	اثربخشی درمان نوروفیدبک بر توجه پایدار دانش‌آموزان نارساخوان	محمدعلی عرفانی راد و همکاران ۱۳۹۹	نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل	*مصاحبه بالینی *دستگاه نوروفیدبک	نتایج تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر نشان داد که درمان نوروفیدبک بر توجه پایدار مؤثر بوده است $P < 0/05$
۷	امکان‌سنجی تشخیص اختلال یادگیری در کودکان با استفاده از تحلیل روش‌های مبتنی بر عدم قطعیت سیگنال EEG	زهرا رخشانی فر و همکاران ۱۴۰۰	مقایسه‌ای	*آزمون‌های استاندارد پیشرفت تحصیلی *آزمون هوش و کسler *آزمون سنجش هوش ریون *ثبت EEG	پربارندترین الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تشخیص اختلال یادگیری، به کار گرفته می‌شود مقایسه نهایی عملکرد طبقه‌بندی‌ها برای یافتن طبقه‌بندی با درصد عملکرد بالاتر است.

ردیف	مقاله	نویسنده - سال	نوع مطالعه	ابزار جمع‌آوری اطلاعات	نتیجه
۸	تأثیر بازی‌های رایانه‌ای بر تغییر الگوی امواج مغزی، حافظه کاری و میزان بهبودی دانش‌آموزان مبتلا به نارساخوانی	یزدان موحدی و همکاران ۱۴۰۰	نیمه‌آزمایشی	*بازی توان‌بخشی SoundSmart *الکترو آنسفالوگرافی QEEG	بازی‌های رایانه‌ای بر امواج مغزی بنا و تا تأثیر معناداری دارد، به نحوی که میزان تا را کاهش و بنا را افزایش می‌دهد $P > 0.01$
۹	تأثیر چالش شناختی بر الگوی الکترو آنسفالوگرافی کمی	محمدعلی نظری و همکاران ۱۳۹۵	کیفی	*تکلیف Tracking React *Soccer *ثبت EEG	این تحقیق نقش چالش شناختی بر تغییر امواج مغزی مرتبط با شناخت در مقایسه با خط پایه را مورد بررسی و تأیید قرار داد.
۱۰	اثربخشی توان‌بخشی عصب روان‌شناختی بر الگوی امواج مغزی در افراد با ناتوانی‌های یادگیری در ریاض و خواندن	سپیده انصاری و همکاران ۱۴۰۰	نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون	*نرم‌افزار Sound Smart *دستگاه الکترو آنسفالوگرافی	توان‌بخشی عصب روان‌شناختی بر الگوی امواج مغزی آلفا و تا هیچ‌گونه تأثیر معناداری نداشته است.
۱۱	اثربخشی تحریک فرا جمجمه مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه	محمدصادق رجائی پور و همکاران ۱۳۹۷	نیمه‌آزمایشی با پیش‌آزمون پس‌آزمون	*آزمون تصاویر هندسی درهم‌آندره ری *دستگاه TES	بین دو گروه آزمایش و کنترل در بهبود حافظه تفاوت معناداری وجود دارد و بر عملکرد حافظه دانش‌آموزان اختلال یادگیری ویژه مؤثر است.

و ضعف در مسائل توجه‌ی و کارکردهای اجرایی نسبت داد (اوگریم، کروپوتو و هستاد، ۲۰۱۲). در تبیین این پژوهش می‌توان اشاره نمود که امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص، به‌ویژه در زیرگروه‌هایی مانند نارساخوانی، با کودکان عادی متفاوت بوده که این تفاوت‌ها می‌تواند به شناسایی و درک بهتر این اختلال کمک کرده و به درمان‌های مؤثرتر منجر شود. در همین راستا، فرناندز و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مداخله نوروفیدبک موجب کاهش نسبت تا/آلفا در کودکان دچار اختلالات یادگیری می‌شود و بهبود رفتاری فوراً بعد از اتمام درمان در آنان مشاهده شد، هرچند تغییرات الکتروآنسفالوگرافی فقط تا دو ماه پس از دریافت نوروفیدبک، باقی ماند.

همچنین می‌توان بیان نمود، لزوم استفاده از فناوری‌های جدید از جمله الکترو آنسفالوگرافی به‌عنوان یک ابزار تشخیصی می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر علل اختلال یادگیری خاص کمک کرده و بیان‌کننده آن است که این فناوری می‌تواند به معلمان و درمانگران در طراحی برنامه‌های آموزشی و توان‌بخشی مناسب‌تر یاری رساند (پارسا و همکاران، ۱۴۰۲). در کشور ایران نیز بحث تشخیص و استفاده از الگوهای تشخیصی در زمینه کار با دانش‌آموزان با اختلال یادگیری دارای ضعف‌های بسیار زیادی است. از جمله این ضعف‌ها مشخص نبودن مرز تشخیصی بین اختلال یادگیری خاص از اختلال یادگیری تحولی و مشکلات یادگیری،

در مجموع تعداد ۲۱ نوع تست در قالب‌های پرسشنامه، سخت‌افزار و نرم‌افزار جهت ارزیابی و سنجش و مداخله استفاده شده است. از این ابزار ۴۲٪ پرسشنامه و ۳۳٪ دستگاه‌ها و سخت‌افزار و ۲۳٪ نرم‌افزار بوده است. با توجه به آنکه نمونه‌گیری مستقیم با دستگاه الکتروآنسفالوگرافی در رده سنی کودکان با دشواری‌های یادگیری همراه است، بخشی از اطلاعات کسب شده بر اساس اطلاعات کسب شده از دستگاه نقشه برداری مغزی QEEG بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر باهدف بررسی فعالیت امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص و تأثیر این امواج در زیر گروه‌های اختلال یادگیری خاص انجام شد. پژوهش‌های انجام شده در حیطه امواج مغزی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص، بیان‌کننده تفاوت‌بودن امواج مغزی این گروه از کودکان در مقایسه با کودکان عادی بوده است. برای نمونه در مطالعه و بررسی کودکان دچار نارساخوانی، فعالیت مغزی نابهنجاری دیده می‌شود که بیشتر در محدوده امواج تتا و آلفا است (بیرا و همکاران، ۲۰۰۵). طبق بررسی امواج مغزی، مشخص شد که موج تتا در نوار مغزی در بین گروه آزمایش در مقایسه با گروه عادی بیشتر است. از سوی دیگر تحقیقات اخیر بیانگر آن است که ریتم تتا با شرایط مختلف هیجانی و شناختی در ارتباط بوده و بالا بودن آن را نمی‌توان صرفاً به قوت

ناتوانی‌های یادگیری

دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران است.

منابع

ادای، ح.، قدم‌پور، ع.، و عباسی، م. (۱۴۰۰). تأثیر آموزش رو اثربخشی آموزش پس‌خوراند عصبی بر الگوی امواج مغزی کودکان مبتلا به نقص توجه و بیش‌فعالی فنوگرافیکس بر میزان آگاهی واج‌شناختی و نگرش به خواندن دانش‌آموزان دارای مشکلات خواندن. *روانشناسی*، ۱۰(۱۱)، ۲۶۹-۲۷۸. <http://frooyesh.ir/article-1-3143-fa.html>

امیری، م.، کرمی، ج. و مؤمنی، خ. (۱۴۰۱). تأثیر نوروفیدبک بر تعدیل امواج مغزی و کنش‌های اجرایی پایه در کودکان ۸ تا ۱۲ ساله دارای ناتوانی‌های یادگیری خاص. *ماهنامه علوم شناختی*، ۲۱(۱۱۲)، ۷۱۳-۷۲۳. [DOI:10.52547/JPS.21.112.709]

امیری، م.، کرمی، ج. و مؤمنی، خ. (۱۴۰۰). تأثیر ورزش مغزی بر سرکوبی نسبت امواج تتا بر آلفا و حافظه فعال کودکان ۸ تا ۱۲ ساله دارای مشکل خواندن یا مشکل نوشتن. *فصلنامه روانشناسی شناختی*، ۹(۳)، ۸۸-۷۱. <http://jcp.khu.ac.ir/article-1-3446-fa.html>

انصاری، س. و موحدی، ی. (۱۴۰۰). اثربخشی توان بخشی عصب روان شناختی بر الگوی امواج مغزی در افراد با ناتوانی‌های یادگیری در ریاضی و خواندن. *تعلیم و تربیت استثنایی*، ۲۱(۱)، ۳۵-۴۴. <http://exceptionaleducation.ir/article-1-1339-fa.html>

بشارت، م.ع. حمیدی، ش.، رستمی، ر. و فراهانی، ح. (۱۳۹۱). اثربخشی آموزش پس‌خوراند عصبی بر الگوی امواج مغزی کودکان مبتلا به نقص توجه و بیش‌فعالی. *روانشناسی معاصر*، ۷(۱)، ۱۶-۳. <https://bjcp.ir/article-1-22-fa.html>

پارسا، و.، دانا، م.، پارسا، و. رهنمایی، م.ج. (۱۴۰۲). مقایسه تسلط ربع‌های مغزی و سیستم‌های مغزی رفتاری در دانش‌آموزان با تکانشگری بالا و پایین. *نهمین همایش علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم تربیتی و روانشناسی ایران در سال ۱۴۰۲*

<https://civilica.com/doc/1839009/>
پرستار فیض‌آبادی، م.، یزدچی، م.، ر. قشونی، م. و هاشمیان، پ. (۱۳۹۳). تحلیل غیرخطی سیگنال مغزی کودکان مبتلا به نوشتار پریشی در حین و بعد از مهارت نوشتن جهت فهم بهتر عملکرد مغزی. *مجله دانشکده پزشکی اصفهان*، ۳۲(۲۸۳)، ۵۵۸-۵۶۸.

https://jims.mui.ac.ir/article_14323.html
پرهون، ک.، و پرهون، ه. (۱۳۹۹). مرور سیستماتیک و فراتحلیل کیفی الگوهای تشخیصی اختلال یادگیری ویژه. *رویش روانشناسی*، ۱(۵۳)، ۲۱۳-۲۲۸. <http://frooyesh.ir/article-1-2089-fa.html>

تأکید بیش از حد به استفاده از نقش هوش‌بهر در شناسایی اختلال یادگیری خاص، مشخص نبودن مؤلفه‌های تشخیصی و عدم استفاده از ارزیابی چندگانه در بین درمانگران و متخصصین حوزه اختلال یادگیری در این حوزه است که باعث سردرگمی والدین و کودکان با اختلال یادگیری ویژه شده است (پرهون و همکاران، ۱۳۹۹). لذا اهمیت شناسایی دقیق‌تر امواج مغزی و مشخص شدن دقیق تفاوت‌های آن‌ها در کودکان دارای اختلال یادگیری می‌تواند به بهبود فرایند تشخیص و درمان این اختلالات کمک کند و در نهایت به ارتقای کیفیت زندگی این کودکان منجر شود. همچنین با شفاف‌سازی مؤلفه‌های تشخیصی و استفاده از رویکردهای چندگانه، والدین می‌توانند بهتر با اختلال یادگیری فرزندان خود آشنا شوند و از حمایت‌های لازم بهره‌مند شوند که این امر به کاهش استرس و نگرانی‌های آن‌ها کمک می‌کند. درواقع شناسایی مؤلفه‌های تشخیصی اختلال یادگیری و استفاده از فناوری علمی جدید از جمله استفاده از الکترو آنسفالوگرافی در شناسایی علل این اختلال و در نتیجه آموزش و توان‌بخشی این کودکان، افقی نوپیشروی معلمان، درمان‌گران و والدین آنها قرار می‌دهد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر این است که نتایج تنها بر اساس یافته‌های مقالات داخلی در ایران بوده و به دلیل عدم بررسی مقالات خارجی و مقایسه این دودسته مقالات، نتیجه این تحقیق تأمل‌برانگیز است. همچنین به دلیل جدید بودن موضوع بررسی امواج مغزی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص و عدم بررسی مطالعه به‌صورت مستقیم در این زمینه سبب گردیده است که یافته‌ها دلایل متقنی در تأیید فرضیه این پژوهش نداشته باشد؛ لذا باتوجه به نقص‌ها و محدودیت‌ها پیشنهاد می‌گردد، مطالعه مروری سیستماتیک در سطح تحقیقات خارج از ایران انجام شود و نتایج این دو تحقیق با هم مورد مقایسه قرار گیرد و در نهایت با استفاده از روش فراتحلیل داده‌ها هر دو مطالعه، نتایج دقیق‌تر در خصوص اراده نمود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پیروی از اصول اخلاق پژوهش در این مقاله رعایت شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کم مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد. این مقاله مستخرج از بخشی از مقدمه رساله دکترای خانم محبوبه کیانی

ناتوانی‌های یادگیری

سیستم‌های مغزی رفتاری در دانش‌آموزان با تکانشگری بالا و پایین. سومین کنفرانس بین‌المللی روان‌شناسی، علوم تربیتی و رفتاری. تهران. نریمانی، م.، مهاجری اول، ن.، و انصافی، ا. (۱۳۹۶). بررسی اثربخشی نوروفیدبک در امواج مغزی، کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با اسپاسیفایر ریاضی. *مجله ناتوانی‌های یادگیری*، ۶(۳)، ۱۲۲-۱۴۴.

https://journal.uma.ac.ir/article_523_5e1c67402b3b52e9e7efa60bae6a933a.pdf

نظری، م.ع. نکاح، ا.، احمدی، ا.، و جلیل، ب.خ. (۱۳۹۶). تاثیر چالش شناختی بر الگوی الکتروآنسفالوگراف کمی. *عصب روانشناسی*، ۲(۳)، ۱۰۶-۱۲۰. [DOI:10.1001.1.24765023.1395.2.4.6.8]

نوری پور، ر.، و یکی، م.گ. غنبری، ن.، فرمانی، ف.، و عمادی، ف. (۲۰۲۴). توان بخشی نوروفیدبک آلفا/تتا برای بهبود توجه و حافظه کاری در دانش‌آموزان دختر دارای اختلال یادگیری. *زیست‌شناسی عصبی OBM*، ۸(۳). [DOI:10.21926/obm.neurobiol.2403229]

نیک پور، ص. (۱۳۹۵). *الکترومغناطیس مغز*. انتشارات ارباب قلم. یارباری، ف.، و افروز، غ.ع. (۱۳۷۸). مشخصات نقشه مغزی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص. *مدرس علوم انسانی*، ۳، ۱۳۷-۱۱۹. <http://ensani.ir/fa/article/233607>

References

- Adavi, H., Ghadampour, E., & Abasi, M. (2022). The effect of teaching the Phonographix method on the level of phonological awareness and attitude towards reading of students with reading difficulties. *Rooyesh*, 10(11), 269-278. (Persian) <http://frooyesh.ir/article-1-3143-fa.html>.
- Amiri, M., Karami, J., & Momeni, K. (2021). The effect of brain training on suppression of theta/alpha ratio and working memory of 8 to 12-year-old children with dyslexia and dysgraphia. *CPIJ*, 9(3), 70-88. (Persian) <http://jcp.khu.ac.ir/article-1-3446-fa.html>.
- Amiri, M., Karami, J., & Momeni, K. (2022). The effect of neurofeedback on brain wave modulation and improvement of baseline executive functions of 8 to 12-year-old children with specific learning disabilities. *Journal of Psychological Science*, 21(112), 709-726. (Persian) [DOI:10.52547/JPS.21.112.709].
- Ansari, S., & Movahed, Y. (2021). The effectiveness of the Pennsylvania Resilience Program on mental well-being and academic stress among students with visual impairment in Tehran. *Journal of Exceptional Education*, 1(161), 35-44. (Persian) <http://exceptionaleducation.ir/article-1-1339-fa.html>.
- Bozath, L., Aykutlu, H. C., Sivrikaya Giray, A., Atas, T., Özkan, Ç., Güneydaş Yıldırım, B., & Görker, I. (2024). Children at risk of specific learning disorder: A study on prevalence and risk factors. *Children*, 11, 759. [DOI:10.3390/children11060759]

جعفری، ر.، و بافنده، ح. (۱۴۰۲). اثربخشی توان بخشی شناختی بر کارکردهای اجرایی، حافظه فعال و حل مسئله در افراد مبتلا به اختلال ریاضی. *رویش روانشناسی*، ۹(۹۰)، ۴۳-۵۲. <http://frooyesh.ir/article-1-4460-fa.html>

رجایی پور، م.ص.، و سعید منش، م. (۱۳۹۷). اثربخشی تحریک فرا مجموعه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه. *عصب روانشناسی*، ۴(۱۳)، ۶۷-۸۴. [Dor:20.1001.1.24765023.1397.4.13.5.9]

طبیعی، م.، اژدرلو، م.، اژدرلو، الف. (۱۴۰۲). مقایسه مهارت‌های زبانی کودکان ۷ تا ۱۱ ساله مبتلا به اختلال نارساخوانی با کودکان عادی بر اساس الکترو آنسفالوگرافی کمی. *فصلنامه پژوهش‌های کاربردی روان‌شناختی*، ۱۴(۳)، ۳۰۷-۳۲۱. [DOI:10.22059/japr.2023.333460.644067]

طریحی، س.، واحدی، ش.، طباطبائی، س.م. و حدیقی، ر. (۱۴۰۰). بررسی نقش امواج مغزی در تمایز گذاری کودکان مبتلا به بیماری‌های انگلی روده‌ای و کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی در شهرستان کرج. *تازه‌های علوم شناختی*، ۲۳(۲)، ۶۳-۷۰. [DOI:10.30514/icss.23.2.5]

عرفانی راد، م.ع. و میر مهدی، س.ر. (۱۴۰۰). اثر بخشی درمان نوروفیدبک بر توجه پایدار دانش‌آموزان نارساخوان. *ششمین کنفرانس ملی علوم انسانی و مطالعات روانشناسی*.

غلامعلی‌نژاد، ف. پاک‌دامن، ش.، و پناغی، ل. (۱۳۹۸). مقایسه بارگذاری حافظه فعال در حالت استراحت و فعالیت مغزی با استفاده از EEG در کودکان دارای اختلال یادگیری ویژه. *فصلنامه پژوهش‌های کاربردی روان‌شناختی*، ۱۰(۴)، ۲۱۷-۲۲۷. [DOI:10.22059/japr.2020.75079]

فرامرزی، س. (۱۳۹۹). تاثیر آموزش یکپارچگی حسی بر نادرست نویسی دانش‌آموزان با اختلالات یادگیری خاص. *مجله ناتوانی‌های یادگیری*، ۹(۴)، ۸۹-۱۱۳. [DOI:10.22098/jld.2020.956]

کیانی، م.، و عابدی، ا. (۱۳۹۵). عصب روانشناختی خواندن ارائه شده در دومین همایش بین‌المللی افق‌های نوین در علوم پایه و فنی و مهندسی.

<https://civilica.com/doc/901864>

مرادی، م.ر. و کیانی، م. (۱۳۹۹). اثربخشی تمرین‌های عملی عصب روانشناختی بر بهبود کارکردهای اجرایی و دامنه توجه دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خواندن. *عصب روانشناسی*، ۶(۴)، ۴۳-۵۸. [DOI:10.30473/clpsy.2020.54750.1567]

موحدی، ی.، و ماجدی، ح. (۱۴۰۰). تاثیر بازی‌های رایانه‌ای بر تغییر الگوی امواج مغزی در افراد مبتلا به ناتوانایی یادگیری. *فصلنامه ناتوانی‌های یادگیری*، ۱۰(۴)، ۱۴۴-۱۵۵. [DOI:10.22098/jld.2021.6863.1733]

محمدزاده، ع.ا. و قهرمانی اوچقاز. (۱۳۹۷). مقایسه تسلط ربع‌های مغزی و

- Berkeley, S., Hock, M., & Washburn, J. (2023). Single-case experimental design for evaluating basic reading interventions for students with learning disabilities: An illustrative case. *Learning Disability Quarterly*, 46(1), 6-16. [DOI:10.1177/07319487211012345]
- Breteler MH, Arns M, Peters S, Giepman I, Verhoeven L. Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: a randomized controlled treatment study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2010 Mar;35(1), 5-11. [DOI:10.1007/s10484-009-9105-2]
- Besharat, M. A., Hamidi, S., Rostami, R., & Farahani, H. (2022). The effectiveness of neurofeedback training on EEG among children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal Name*, 1(8), 3-16. (Persian). <https://bjcp.ir/article-1-22-fa.html>
- Becerra J, Fernández T, Harmony T, et al. Follow-Up Study of Learning-Disabled Children Treated with Neurofeedback or Placebo. *Clinical EEG and Neuroscience*. 2006; 37(3):198-203.[DOI:10.1177/155005940603700307]
- Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5-TR). (2022). *American Psychiatric Pub*. <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>
- Erfani Rad, M., & Mir Mahdi, S. R. (2020). The effectiveness of neurofeedback treatment on sustained attention of dyslexic students. *Proceedings of the 6th National Conference of Humanities and Psychological Studies*. (Persian) <https://civilica.com/doc/1474038>.
- Faramarzi, S. (2020). The effect of sensory integration on dysorthographia of students with specific learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 9(4), 89-113. (Persian) [DOI:10.22098/jld.2020.956].
- Fernández, T., Harmony, T., Fernández-Bouzas, A. et al. Changes in EEG Current Sources Induced by Neurofeedback in Learning Disabled Children (2007). An Exploratory Study. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 32, 169-183 (2007). [DOI:10.1007/s10484-007-9044-8]
- Gholamali Nezhad, F., Pakdaman, S. H., & Panaghi, L. (2020). Comparing load of working memory during spontaneous and active EEG in children with specific learning disorder. *Quarterly Research Psychological Applied*, 10(4), 217-227. [DOI:10.22059/japr.2020.75079]
- Goodspeed, K., Armstrong, D., Dolce, A., Evans, P., Said, R., Tsai, P., & Sirsi, D. (2023). Electroencephalographic (EEG) biomarkers in genetic neurodevelopmental disorders. *Journal of child neurology*, 38(6-7), 466-477. [DOI:10.1177/08830738231177386]
- Jafari, R., & Bafandeh, H. (2023). The effectiveness of cognitive rehabilitation on executive functions, working memory, and problem-solving in people with math disorders. *Rooyesh*, 12(9), 43-52. (Persian) <http://frooyesh.ir/article-1-4460-fa.html>.
- Joshi D, Khajuria A, Joshi P. An automatic non-invasive method for Parkinson's disease classification. *Comput Methods Programs Biomed*. 2017 Jul;145:135-145.[DOI:10.1016/j.cmpb.2017.04.007]
- Kiani, M., & Abedi, A. (2016). Neuropsychological aspects of reading. In *Proceedings of the Second International Conference on New Horizons in Basic Sciences and Engineering*. (Persian). <https://civilica.com/doc/901864>
- Meghdadi AH, Stevanović Karić M, McConnell M, Rupp G, Richard C, Hamilton J, et al. (2021) Resting state EEG biomarkers of cognitive decline associated with Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *PLoS ONE* 16(2): e0244180. [Doi:10.1371/journal].
- Mohammadzadeh, A. A., & Ghahramani Ouchghaz, A. (2018). Comparison of brain quadrant dominance and behavioral brain systems in students with high and low impulsivity. In *Proceedings of the Third International Conference on Psychology, Educational Sciences, and Behavioral Sciences*, Tehran. (Persian)
- Movahedi, Y., & Majedi, H. (2021). The effect of computer games on the pattern of brain waves in people with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 10(4), 144-155. (Persian). [DOI:10.22098/JLD.2021.6863.1733]
- Moradi, M. R., & Kiany, M. (2021). The effectiveness of neuropsychological practical exercises on improving executive functions and attention span in students with dyslexia. *Neuropsychology*, 6(23), 43-58. (Persian) [DOI:10.30473/clpsy.2020.54750.1567]
- Narimani, M., Mohajeri Aval, N., & Ensafi, E. (2018). Examining the effectiveness of neurofeedback treatment in brainwave, executive function, and math performance of children with specific learning disorder with mathematics specifier. *Learning Disabilities Quarterly*, 6(3), 122-144. (Persian) [DOI:10.22098/jld.2017.523]
- Nazari, M. A., Nekah, I., Ahmadi, I., & Jalil, B. K. (2017). The effect of cognitive challenge on the pattern of quantitative electroencephalography. *Neuropsychology*, 2(3), 106-120. (Persian) [Dor:20.1001.1.24765023.1395.2.4.6.8]
- Nooripour, R., Viki, M.G., Ghanbari, N., Farmani, F., Emadi, F. 2024. Alpha/Theta Neurofeedback Rehabilitation for Improving Attention and Working Memory in Female Students with Learning Disabilities. *OBM Neurobiology*, 8(3), 229. [DOI:10.21926/obm.neurobiol.2403229]
- Nikpour, S. (2016). *Electromagnetism of the brain*. Arbab Qalam Publications, 71-82.
- Ogrim, G., Kropotov, J., Hestad, K. (2012). The quantitative EEG theta/beta ratio in attention deficit/hyperactivity disorder and normal controls: sensitivity, specificity, and behavioral correlates. *Psychiatry Res*, 198(3), 482-8. [DOI:10.1016/j.psychres.2011.12.041]

- Parsa, V., Dana, M., Parsa, V., & Rahmani, M. J. (2023). Comparison of brain quadrant dominance and behavioral brain systems in students with high and low impulsivity. In *Proceedings of the Ninth Scientific Research Conference on the Development and Promotion of Educational and Psychological Sciences in Iran* (2023). <https://civilica.com/doc/1839009/>
- Parastar Feyzabadi, M., Yazdchi, M. R., Ghashouni, M., & Hashemian, P. (2014). Nonlinear analysis of brain signals in children with dysgraphia during and after writing skills to better understand brain function. *Isfahan Medical School Journal*, 32(283), 558-568. (Persian). https://jims.mui.ac.ir/article_14323.html
- Parhoon, K., & Parhoon, H. (2020). A systematic review and qualitative meta-analysis on the identification patterns in specific learning disorder. *Rooyesh*, 9(8), 213-228. (Persian) <http://frooyesh.ir/article-1-2089-fa.html>
- Rajaie Pour, M. S., & Saeidmanesh, M. (2018). The effectiveness of transcranial direct current stimulation (tDCS) from the skull on memory in students with specific learning disorders. *Neuropsychology*, 4(13), 67-84. (Persian) [DOI:10.1001.1.24765023.1397.4.13.5.9]
- Toreyhi, S., Vahedi, S., Tabatabaei, S. M., & Hadighi, R. (2021). The role of brain waves in distinguishing children with intestinal parasite diseases and attention-deficit/hyperactivity disorder in Karaj. *Advances in Cognitive Sciences*, 59-71. (Persian) <http://icssjournal.ir/article-1-1236-fa.html>
- Tabiee, M., Azhdarloo, M., Azhdarloo, A. Comparing the Language Abilities of Typically Developing and Dyslexic Children Aged 7 to 11 Using Quantitative Electroencephalography. *Journal of Applied Psychological Research*, 2023; 14(3): 307-321. doi: 10.22059/japr.2023.333460.644067
- Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., Roelands, B. (2017). The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Med*, 47(8):1569-1588 <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-016-0672-0>.
- Yar Yari, F., & Afrouz, G. (1999). Characteristics of the brain map of students with specific learning disorders. *Modares*, 3, 119-137. (Persian). <http://ensani.ir/fa/article/233607>