

The Effectiveness of Computer-Based Cognitive Rehabilitation (ARAM) Intervention on Visual and Auditory Working Memory in Students with Specific Learning Disorder

Heydar**Shirzadi** **Mahboubeh****Hojjati** *

MSc. Student in Clinical Psychology, Faculty of Medicine, Islamic Azad University, Najafabad Branch, Najafabad, Iran. E-mail: heidar.shirzadi@iau.ir

Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Psychology, Na.C., Islamic Azad University, Najafabad, Iran. E-mail: mahbobe.hojjati@iau.ir

Abstract

Specific learning disorder (SLD) is one of the most prevalent academic difficulties in children and may adversely affect cognitive functioning and academic performance. The present study aimed to investigate the effectiveness of Computer-Based Cognitive Rehabilitation (ARAM) on visual and auditory working memory in students with SLD. This semi-experimental study employed a pretest–posttest design with a comparison condition. The statistical population consisted of 9–10-year-old male students (Grades 3 and 4) diagnosed with SLD who attended the Derakhshesh Child and Adolescent Counseling Center in Najafabad during the second half of 2024. Inclusion criteria were: confirmed diagnosis of SLD (reading, writing, or mathematics impairment) based on DSM-5 clinical interview and center records; $IQ \geq 90$ based on Raven's Colored Progressive Matrices; absence of comorbid neurodevelopmental disorders; no psychiatric treatment or other educational/rehabilitative interventions during the previous six months; and informed consent from both parents and students. Exclusion criteria included absence from more than two consecutive sessions, withdrawal of consent, or receiving parallel educational services. Thirty eligible students were selected through purposive sampling and randomly assigned to intervention and non-intervention conditions ($n = 15$ per condition). After attrition, data from 27 participants were analyzed. Participants in the intervention condition received twelve 45-minute individual sessions of ARAM (three sessions per week), while the comparison condition received no intervention. Working memory was assessed using the Picture Span, Digit Span (forward, backward, sequencing), and Letter–Number Sequencing subtests of the WISC-V. Data were analyzed using multivariate and univariate analyses of covariance. Multivariate analysis revealed a significant overall effect of Computer-Based Cognitive Rehabilitation (ARAM) on visual and auditory working memory after controlling for pretest scores (Wilks' $\Lambda = 0.087$, $F(2, 22) = 116.09$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.913$). Univariate analyses further demonstrated significant effects on forward digit span ($F = 111.73$, $\eta^2 = 0.842$), backward digit span ($F = 62.22$, $\eta^2 = 0.748$), digit sequencing ($F = 74.27$, $\eta^2 = 0.780$), letter–number sequencing ($F = 122.31$, $\eta^2 = 0.853$), and picture span ($F = 26.47$, $\eta^2 = 0.524$), all $p < 0.001$. These findings indicate that ARAM produces large effect sizes in enhancing both auditory and visual working memory in students with SLD. Therefore, implementing computer-based cognitive rehabilitation programs such as ARAM in educational and clinical settings is strongly recommended.

Keywords: Computer-based cognitive rehabilitation (ARAM), Visual working memory, Auditory working memory, Specific learning disorder

Cite this Article: Shirzadi, H., & Hojjati, M. (2026). The Effectiveness of Computer-Based Cognitive Rehabilitation (ARAM) Intervention on Visual and Auditory Working Memory in Students with Specific Learning Disorder. *Educational Psychology*, 22(80), 271-301. <https://doi.org/10.22054/jep.2026.88865.4287>



© 2026 by Allameh Tabataba'i University Press

Publisher: Allameh Tabataba'i University Press

Introduction

Neurodevelopmental disorders, including specific learning disorder (SLD), emerge during childhood and lead to cognitive and adaptive impairments (Grigorenko et al., 2020). SLD is characterized by persistent difficulties in reading, writing, and mathematics, often accompanied by academic underachievement, school dropout, behavioral problems, anxiety, and depression (Bartlett et al., 2014). Children with SLD frequently exhibit deficits in working memory, especially visuospatial and auditory domains, affecting problem-solving, information processing, and academic performance (Baddeley, 2003; Amir-Ateshani et al., 2018; Aghahi et al., 2019; Ranjbar et al., 2019; Peng & Fuchs, 2016; Font-Alaminos et al., 2023; Kin, 2006; Nassef et al., 2018). Computer-based cognitive rehabilitation, such as the ARAM program, can improve working memory, attention, and academic outcomes (Joules & Kron, 2012; Shah-Mohammadi et al., 2019). This study examined ARAM's effectiveness on visuospatial and auditory working memory in students with SLD.

Literature Review

Previous studies indicate that computer-based cognitive interventions effectively enhance working memory. Saeidmanesh et al. (2025) reported significant improvements in working memory in children with learning disabilities after eight 90-minute sessions. Other studies confirmed positive effects on auditory and visual working memory in students and patients (Alivand Vafa et al., 2024; Najjar et al., 2023; Mehrabi et al., 2022; Amini et al., 2022; Melali et al., 2022; Damehri et al., 2020; Trigueiro et al., 2024; Chan et al., 2024; Marska et al., 2023).

Methodology

A quasi-experimental design with pre-test-post-test and control group was used. Thirty male students aged 9–10 years with SLD were randomly assigned to experimental and control groups (final N=27). Auditory working memory was assessed via Digit Span and Letter–Number Sequencing, and visual working memory via Picture Span (WISC-V). Raven's Colored Progressive Matrices controlled for intelligence. The experimental group received 12 sessions of 45 minutes of ARAM training, while the control group was on a waiting

list. Post-tests were identical to pre-tests. Data were analyzed using descriptive statistics and MANCOVA/ANCOVA in SPSS 27.

Results

Computer-based cognitive rehabilitation significantly improved both visual and auditory working memory ($p < 0.001$). Multivariate analysis indicated a strong group effect (Wilks' $\Lambda = 0.087$, $F(2,22) = 116.09$, $p < 0.001$, $\eta^2 p = 0.913$). ANCOVA showed significant improvements in auditory ($\eta^2 p = 0.907$) and visual ($\eta^2 p = 0.469$) memory. Subscale analysis revealed the experimental group outperformed controls across all Digit Span, Letter–Number Sequencing, and Picture Span measures.

Table 1. ANCOVA Results for Visual and Auditory Working Memory

Dependent Variable	Source	SS	df	MS	F	p	Eta
Auditory Working Memory	Group	163.013	1	163.013	224.282	$P < 0.001$	0.907
Visual Working Memory	Group	26.425	1	26.425	20.276	$P < 0.001$	0.469

Discussion

ARAM training significantly enhanced visual and auditory working memory in students with SLD ($p < 0.01$), consistent with prior research (Saeedmanesh et al., 2025; Hamidi & Bigmohammadlou, 2025; Holmes et al., 2009). Its adaptive, interactive, and feedback-driven exercises support neuroplasticity, strengthen prefrontal and parietal functions, and increase engagement, leading to better information processing, reading comprehension, auditory discrimination, academic performance, and emotional regulation.

Conclusion

ARAM effectively improved visual and auditory working memory in students with SLD. Limitations included a small, male-only sample and a short-term intervention. Recommendations include larger samples, long-term follow-up, teacher and parent training, school-based program implementation, and development of interactive educational software.

Ethical Considerations

Adherence to Research Ethics Principles

All stages of this study were conducted in accordance with the ethical principles stated in international research guidelines. Informed consent was obtained from the students and their parents, and the confidentiality of their information was maintained throughout the research process. This study was approved by the Research Ethics Committee of the Islamic Azad University, Najafabad Branch, under the ethics code IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1404.013.

Author Contributions

All authors contributed equally to the design, implementation, and writing of all sections of this study.

Data Availability Statement

The data and datasets generated and analyzed in this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Funding

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest regarding the publication of this article.

Acknowledgements

The authors sincerely thank the students, parents, and staff of Derakhshesh Counseling Center in Najafabad for their cooperation. No external funding supported this study.

اثربخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر حافظه فعال دیداری و شنیداری در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص

حیدر شیرزادی

رایانامه: heidar.shirzadi@iau.ir

محبوبه حجتی *

نویسنده مسئول، استادیار، گروه روانشناسی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران. رایانامه: mahbobe.hojjati@iau.ir

چکیده

اختلال یادگیری خاص از شایع‌ترین مشکلات تحصیلی دوران کودکی است که می‌تواند عملکردهای شناختی و پیشرفت آموزشی را به‌طور معناداری تحت تأثیر قرار دهد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر حافظه فعال دیداری و شنیداری در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص انجام شد. این مطالعه نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با وضعیت عدم دریافت مداخله اجرا گردید. جامعه آماری شامل دانش‌آموزان پسر پایه‌های سوم و چهارم ابتدایی (۹ تا ۱۰ ساله) مبتلا به اختلال یادگیری خاص مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشان شهرستان نجف‌آباد در نیمه دوم سال ۱۴۰۳ بود. ملاک‌های ورود شامل تشخیص اختلال یادگیری خاص (خواندن، نوشتن یا ریاضی) بر اساس مصاحبه بالینی مطابق با DSM-5 و تأیید مرکز، بهره‌های ۹۰ و بالاتر بر اساس آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده رنگی ریون، نداشتن همبودی با سایر اختلالات عصب تحولی و عدم دریافت خدمات مداخله‌ای یا درمان روان‌پزشکی طی شش ماه گذشته بود. ملاک‌های خروج شامل غیبت بیش از دو جلسه متوالی، انصراف از ادامه همکاری یا دریافت هم‌زمان خدمات آموزشی دیگر بود. از میان افراد واجد شرایط، ۳۰ نفر به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی در وضعیت دریافت مداخله (گروه آزمایش) و عدم دریافت مداخله (گروه کنترل) گمارده شدند. ابزار پژوهش شامل خرده‌مقیاس‌های مرتبط از نسخه پنجم مقیاس هوش و کسیر کودکان (WISC-V) بود: خرده‌مقیاس فراخوانی تصویر برای سنجش حافظه فعال دیداری، فراخوانی ارقام و توالی حروف/عدد برای سنجش حافظه فعال شنیداری. شرکت‌کنندگان گروه آزمایش طی ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای (سه جلسه در هفته) به‌صورت انفرادی برنامه آرام را دریافت کردند. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تک‌متغیری تحلیل شد. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد که پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، مداخله آرام بر حافظه فعال دیداری و شنیداری اثر معناداری دارد (مقدار لامبدای ویلکز برابر ۰/۰۸۷، مقدار F برابر ۱۱۶/۰۹، سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱ و اندازه اثر اتای مجذور برابر ۰/۹۱۳). همچنین تحلیل‌های تک‌متغیری نشان داد این مداخله بر فراخوانی ارقام روبه‌جلو (اندازه اثر برابر ۰/۸۴۲ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱)، فراخوانی ارقام رو به عقب (اندازه اثر برابر ۰/۷۴۸ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱)، فراخوانی ارقام توالی (اندازه اثر برابر ۰/۷۸۰ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱)، توالی حرف-عدد (اندازه اثر برابر ۰/۸۵۳ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱) و فراخوانی تصویر (اندازه اثر برابر ۰/۵۲۴ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱) اثر معنادار دارد. بر اساس یافته‌ها، مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) با اندازه اثر بالا موجب بهبود معنادار حافظه فعال دیداری و شنیداری در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص می‌شود؛ از این رو، به‌کارگیری این رویکرد در مدارس و مراکز آموزشی پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام)، حافظه فعال دیداری، حافظه فعال شنیداری، اختلال یادگیری خاص

استناد به این مقاله: شیرزادی، حیدر، و حجتی، محبوبه. (۱۴۰۵). اثربخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر حافظه فعال دیداری و شنیداری در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص. فصلنامه روان‌شناسی تربیتی، ۲۲(۸۰)، ۲۷۱-۳۰۱. <https://doi.org/10.22054/jep.2026.88865.4287>

مقدمه

اختلالات عصب-تحوالی^۱ مجموعه‌ای از شرایط رشدی هستند که با تغییرات ساختاری و کارکردی مغز همراه بوده و به بروز نارسایی‌های شناختی، رفتاری و سازشی منجر می‌شوند. یکی از شایع‌ترین این اختلالات، اختلال یادگیری خاص^۲ است (زینلی و همکاران، ۱۴۰۰). این اختلال به مشکلات پایدار در فراگیری و کاربرد مهارت‌های خواندن، نوشتن، استدلال و ریاضیات اشاره دارد (Grigorenko et al., 2020) که با سطح هوش کلی کودک همخوانی ندارد و در سه سطح خفیف، متوسط و شدید طبقه‌بندی می‌شود (Yasar et al., 2024).

اختلال یادگیری خاص را نمی‌توان با ناتوانی فکری، نقص حسی، شرایط روانی-اجتماعی نامطلوب یا آموزش ناکافی تبیین کرد (Chieffo et al., 2023). شیوع آن در سطح جهانی بین ۵ تا ۱۵ درصد گزارش شده است (Grigorenko et al., 2020) و در ایران نیز نارساخوانی، اختلال ریاضی و نارسانویسی به ترتیب ۸/۷٪، ۶/۷٪ و ۷/۲٪ برآورد شده‌اند (عباسی و غیرتی، ۱۳۹۲). افزون بر مشکلات تحصیلی، این اختلال با پیامدهای هیجانی و اجتماعی از جمله مشکلات رفتاری (Merma-Malali et al., 2022)، اضطراب و افسردگی (Nelson & Gregg, 2012)، نقص توجه و پردازش شناختی (Schuchardt et al., 2008) و ضعف در سرعت پردازش اطلاعات (Papanastasiou, 2017) همراه است. چنین الگوی گسترده‌ای از پیامدها نشان می‌دهد که اختلال یادگیری خاص صرفاً یک مشکل آموزشی نیست، بلکه ریشه در سازوکارهای بنیادی شناختی دارد.

در چارچوب مدل‌های شناختی، یکی از هسته‌های اصلی این سازوکارها حافظه فعال است (نوروزبخش‌حاجی‌کندی و همکاران، ۱۴۰۰). حافظه فعال، مطابق مدل بدلی (Baddeley, 2003)، سیستمی چندمؤلفه‌ای برای نگهداری و دست‌کاری موقت اطلاعات در حین انجام تکالیف پیچیده است. این نظام شناختی واسطه‌ای میان ادراک، توجه و یادگیری محسوب می‌شود و ظرفیت آن نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت تحصیلی دارد. شواهد پژوهشی نشان داده‌اند که کودکان دارای ناتوانی یادگیری در مقایسه با همسالان خود عملکرد ضعیف‌تری در تکالیف حافظه فعال دارند (ربیع‌خواه و همکاران، ۲۰۲۴) و در

1. Neurodevelopmental Disorders

2. Specific Learning Disorder

فرایندهای رمزگردانی، سازمان‌دهی و بازیابی اطلاعات کلامی با مشکل مواجه‌اند (Stone et al., 2023).

نقص در حافظه فعال دیداری-فضایی یکی از یافته‌های پایدار در این کودکان است (نوروزبخش حاجی‌کندی و همکاران، ۱۴۰۰). این مؤلفه مسئول نگهداری و دست‌کاری اطلاعات دیداری برای استدلال و هدایت رفتار است (Bass et al., 2018) و ضعف در آن می‌تواند بر عملکرد ریاضی و مهارت‌های فضایی اثر منفی بگذارد (Gathercole & Peckiam Alvey, 2008). از سوی دیگر، حافظه فعال شنیداری نقش اساسی در پردازش زبان و خواندن دارد (Font-Alaminos et al., 2023) و پیش‌بینی‌کننده پیشرفت تحصیلی در خواندن (Kane, 2006)، درک زبان (Engel et al., 1991) و ریاضیات (Gire et al., 2008) است؛ بنابراین، می‌توان استدلال کرد که حافظه فعال، حلقه واسط میان نقص‌های عصبی-تحوالی و مشکلات تحصیلی در اختلال یادگیری خاص است.

بر این اساس، مداخلاتی که مستقیماً ظرفیت و کارایی حافظه فعال را هدف قرار دهند، از پشتوانه نظری قوی‌تری برخوردارند. توان بخشی شناختی رایانه‌ای یکی از این رویکردهاست که بر اصول انعطاف‌پذیری عصبی و یادگیری مبتنی بر تمرین تکیه دارد (ویسمه و همکاران، ۱۴۰۲). این رویکرد از طریق تمرین‌های تکرارشونده، تطبیقی و بازخورد محور تلاش می‌کند شبکه‌های اجرایی مغز را تقویت کند (نجاتی، ۱۳۹۷). شواهد عصب‌روان‌شناختی نشان داده‌اند که تمرین‌های شناختی می‌توانند موجب تغییر در الگوهای فعال‌سازی نواحی پیشانی-آهیانه‌ای شوند (Jules & Cron, 2012) و رشد کارکردی مغز را تسریع کنند (Poldrack, 2010).

برنامه هوشمند حافظه و توجه (ARAM) در همین چارچوب نظری طراحی شده است. این برنامه با بهره‌گیری از تمرین‌های ساختاریافته، سطح‌بندی‌شده و تطبیقی، مؤلفه‌های به‌روزرسانی اطلاعات، نگهداری فعال، کنترل توجه و مهار پاسخ‌های نامرتب را به‌طور هم‌زمان درگیر می‌کند. از منظر نظری، انتظار می‌رود تمرین‌های مکرر و تدریجی این برنامه از طریق تقویت ارتباطات کارکردی شبکه پیشانی-آهیانه‌ای، افزایش کارایی فرایند به‌روزرسانی و کاهش تداخل شناختی، موجب بهبود عملکرد حافظه فعال شوند. افزون بر این، ماهیت بازی‌محور و تعاملی ARAM می‌تواند با افزایش انگیزش درونی و درگیری شناختی، شرایط بهینه‌تری برای یادگیری فراهم آورد.

پژوهش‌های پیشین اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای بر بهبود حافظه فعال را تأیید کرده‌اند. دریکوند و همکاران (2023) بهبود حافظه فعال و توجه انتخابی را گزارش کردند و Wiest و همکاران (2022) نشان دادند تمرین‌های شناختی کامپیوتری موجب ارتقاء حافظه فعال و عملکرد تحصیلی می‌شود. بااین‌حال، بررسی اثربخشی برنامه‌های بومی و هوشمند مانند ARAM در جمعیت دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص همچنان نیازمند شواهد تجربی است.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای مبتنی بر برنامه هوشمند حافظه و توجه (ARAM) بر بهبود حافظه فعال دیداری و شنیداری دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص انجام شد.

پیشینه پژوهش

سعیدمنش و همکاران (۱۴۰۴) در پژوهشی اثر توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای با نرم‌افزار کاپیتان لاگ را بر حافظه کاری ۳۰ دانش‌آموز پسر با اختلال یادگیری بررسی کردند. گروه آزمایش طی ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای مداخله دریافت کرد و نتایج نشان داد که حافظه کاری این گروه نسبت به کنترل به‌طور معناداری بهبود یافت ($p < 0.001$ ؛ اندازه اثر = ۰.۵۸٪)، که اثربخشی بالای این مداخله را تأیید می‌کند.

علیوندی وفا و همکاران (۱۴۰۳) نیز نشان دادند که توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای و غیر رایانه‌ای هر دو حافظه فعال دیداری و شنیداری بیماران سکته مغزی را به‌طور مشابه بهبود می‌بخشند.

نجار و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهش خود نشان دادند که توان‌بخشی و عصب‌روانشناختی کارکردهای اجرایی حافظه شنیداری و دیداری دانش‌آموزان را بهبود می‌بخشد، اما بر فراخنای حافظه دیداری تأثیری ندارد.

محرابی و همکاران (۱۴۰۱) نشان دادند که مداخله درمانی مبتنی بر توان‌بخشی شناختی حافظه فعال و سرعت پردازش دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص را به‌طور معناداری بهبود می‌بخشد.

مللی و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهش خود به این نتیجه دست یافتند که بسته توان‌بخشی شناختی پارس بر حافظه فعال دیداری و شنیداری دانش‌آموزان دبستانی دارای آسیب شنوایی

با کاشت حلزون تأثیر دارد؛ اما نرم افزار شناختی کاپیتان لاگک تنها بر حافظه فعال دیداری دانش آموزان مؤثر است.

دمهری و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که توان بخشی دوسا حافظه شنیداری و مهارت حل مسئله کودکان دارای اختلال یادگیری با مشکل تمیز شنیداری را بهبود می بخشد. Trigueiro و همکاران (2024) نیز در پژوهش خود نشان دادند که آموزش شناختی مبتنی بر واقعیت مجازی حافظه کاری و کنترل مهار بزرگسالان جوان دارای ناتوانی ذهنی و رشد را به طور مؤثر بهبود می دهد.

Chan و همکاران (2024) در یک مرور سیستماتیک و متاآنالیز نشان دادند که آموزش شناختی مبتنی بر رایانه عملکرد حافظه را در افراد با اختلال خفیف شناختی بهبود می بخشد و آموزش نظارت شده تأثیر بیشتری نسبت به آموزش بدون نظارت دارد.

Marska و همکاران (2023) در مطالعه ای مقدماتی با ۲۶ کودک دارای اختلال یادگیری خاص نشان دادند که برنامه های توان بخشی مبتنی بر واقعیت مجازی حافظه کاری و توجه این کودکان را به طور معناداری بهبود می بخشد.

با وجود اینکه پژوهش های متعددی در زمینه مداخلات شناختی و توان بخشی شناختی بر حافظه کاری و عملکردهای اجرایی کودکان و نوجوانان انجام شده است؛ اما پژوهش های اندکی در ایران به بررسی اثربخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه ای بر هر دو حافظه فعال دیداری و شنیداری در دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص پرداخته اند. لذا، تاکنون پژوهشی که مداخله آرام را به طور همزمان بر هر دو حافظه فعال دیداری و شنیداری در دانش آموزان دارای اختلال یادگیری خاص بررسی کند، انجام نشده است؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه ای (آرام) بر حافظه فعال دیداری و شنیداری در این گروه از دانش آموزان انجام می شود و می تواند چارچوب نظری و مطالعاتی در زمینه آموزش و توان بخشی شناختی دانش آموزان دارای اختلال یادگیری خاص را ارتقا بخشد و زمینه های لازم برای بهبود عملکرد تحصیلی و مهارت های شناختی آنها را فراهم آورد.

روش

روش پژوهش حاضر نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش آموزان پسر ۹ تا ۱۰ ساله (پایه سوم و چهارم ابتدایی)

مبتلا به اختلال یادگیری خاص مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشش شهرستان نجف‌آباد در نیمه دوم سال ۱۴۰۳ بود. پس از هماهنگی با مدیریت و روانشناس مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشش، از بین دانش‌آموزان پسر مبتلا به اختلال یادگیری خاص که تعداد آنها ۸۷ نفر بود، با روش نمونه‌گیری هدفمند، ۳۰ دانش‌آموز پسر با توجه به ملاک‌های ورودی شامل؛ دامنه سنی ۹ تا ۱۰ ساله (تحصیل در پایه‌های سوم و چهارم ابتدایی)، جنسیت پسر بودن، رضایت دانش‌آموز و والدین برای شرکت در پژوهش، ابتلا به اختلال یادگیری با آسیب خواندن، نوشتن، ریاضی، بر اساس مصاحبه بالینی مطابق با DSM-5 و محرز شدن ابتلا به اختلال یادگیری خاص (واجد شرایط دریافت خدمات آموزش ویژه) توسط مسئولین و روانشناس مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشش و مراجعه به پرونده ثبت‌شده آنها و فقدان همبودی با سایر اختلالات عصب تحولی، توانایی شناختی بالاتر از هوش مرزی (۹۰ یا بالاتر) بر اساس آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده رنگی ریون کودکان^۱ (RPM)، عدم دریافت سایر خدمات مداخله‌ای و آموزشی طی ۶ ماه اخیر، عدم دریافت درمان‌های روان‌پزشکی قبل از ورود به پژوهش یا حین پژوهش و ملاک‌های خروجی شامل؛ عدم تمایل به ادامه پژوهش توسط کودک یا خانواده، غیبت بیش از ۲ جلسه متوالی در جلسات آموزشی و دریافت خدمات آموزشی دیگر، انتخاب شدند و سپس به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری آزمایش و کنترل (در لیست انتظار) به صورت گمارش تصادفی قرار گرفتند. باین‌حال، در جریان اجرای مداخله، به علت ریزش آماری (شامل غیبت بیش از دو جلسه و همکاری ناکافی در جلسات)، داده‌های مربوط به ۳ نفر حذف گردید. (۲ نفر از اعضای گروه آزمایش پایه چهارم و ۱ نفر از اعضای گروه کنترل پایه چهارم) و درنهایت تحلیل آماری بر اساس داده‌های ۲۷ نفر انجام شد. پس از انجام آزمون‌های مقیاس هوش و کسلر کودکان (WISC-V)؛ که شامل خرده مقیاس فراخنای تصویری؛ جهت سنجش متغیر حافظه فعال دیداری؛ خرده مقیاس‌های فراخنای ارقام و توالی حروف/عدد، جهت سنجش متغیر حافظه فعال شنیداری توسط دو گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون، برای گروه آزمایش مداخله مبتنی بر توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) در ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای (هفته‌ای سه جلسه) به صورت انفرادی اجرا شد، ولی برای گروه کنترل هیچ آموزشی اعمال نشد. بعد از اتمام جلسات آموزشی، برای هر دو گروه در جلسه آخر، پس‌آزمون اجرا گردید. همچنین به منظور رعایت اصول اخلاقی و حفظ حریم خصوصی، به

1. raven Children's Progressive Color Matrices Test.

شرکت کنندگان اطمینان داده شد که تمامی اطلاعات محرمانه باقی مانده و صرفاً در راستای اهداف پژوهشی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. همچنین برای رعایت عدالت پژوهشی و جلوگیری از تضییع حقوق شرکت کنندگان، پس از پایان دوره مداخله در گروه آزمایش و اجرای پس آزمون، به اعضای گروه کنترل اطلاع رسانی شد که در صورت تمایل می توانند از همان مداخله آموزشی بهره مند شوند. ابزارهای پژوهش به قرار زیر است:

مقیاس هوش وکسلر کودکان^۱ (WISC-V): آخرین نسخه وکسلر برای سنجش توانایی های شناختی کودکان ۶ تا ۱۶ سال و ۱۱ ماه است و شامل پنج شاخص اصلی: درک کلامی، استدلال دیداری-فضایی، استدلال سیال، حافظه کاری و سرعت پردازش است. خرده مقیاس های فراخنای ارقام، فراخنای تصویر و توالی حرف-عدد برای حافظه کاری اهمیت دارند (Wechsler, 2014). این آزمون شامل ۲۱ خرده آزمون است که ۱۳ خرده آزمون از نسخه قبلی حفظ و ۸ خرده آزمون جدید اضافه شده اند. پایایی هوشبهر کامل ۰/۹۶ و خرده مقیاس های حافظه کاری بین ۰/۷۱ تا ۰/۹۴ گزارش شده است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۷)؛ و روایی آزمون توسط تحلیل های عاملی و شواهد همگرا و افتراقی تأیید شده است (Canivez & Watkins, 2017). نسخه های ایرانی نیز پایایی و روایی مطلوب دارند و در تشخیص اختلال یادگیری مؤثرند (کامکاری و همکاران، ۱۴۰۳).

خرده مقیاس فراخنای ارقام: حافظه فعال شنیداری را می سنجد (روبه جلو، عقب، متوالی) و شامل حافظه کوتاه مدت، توالی سازی، توجه، پردازش هم زمان و تصویرسازی دیداری-فضایی است؛ پایایی بالا با آلفای کرونباخ ۰/۸-۰/۹ دارد. اجرای آن به این صورت است که در حالت روبه جلو ارقام به همان ترتیب، در حالت روبه عقب معکوس و در حالت متوالی در یک توالی خاص بازگو می شوند؛ هر پاسخ صحیح یک امتیاز دارد (کرمی و کرمی، ۱۳۹۷). خرده مقیاس توالی حروف/عدد: حافظه فعال شنیداری و توجه کوتاه مدت را ارزیابی می کند؛ پایایی بالا (آلفای کرونباخ > ۰/۷۵، باز آزمون > ۰/۸) دارد و آزمودنی حروف و اعداد مختلط را در ترتیب خاص بازگو می کند (Wechsler, 2014).

خرده مقیاس فراخنای تصویر: حافظه فعال دیداری، بازشناسی و توجه را می سنجد؛ ضریب پایایی حدود ۰/۸۵ گزارش شده و با سایر مقیاس های هوش همبستگی مثبت دارد در اجرای آزمون، به آزمودنی تصاویری نشان داده می شود و سپس باید از میان گزینه ها، تصاویر دیده شده را انتخاب کند (Wechsler, 2014؛ کرمی و کرمی، ۱۳۹۷).

1. wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-V)

آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده رنگی ریون: آزمون غیر کلامی هوش برای کودکان ۵-۹ سال و بزرگسالان بالای ۹ سال است و شامل طرح‌های ناقص است که آزمودنی باید بخش صحیح را از ۶-۸ گزینه انتخاب کند (Raven, 2000؛ Vestberg et al., 2017). در این پژوهش نمره ≤ 90 ملاک ورود شرکت‌کنندگان بود.

روش اجرای مداخله مبتنی بر توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای^۱ (ARAM): روش اجرای مداخله مبتنی بر توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای «آرام» به صورت ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای و با تواتر سه جلسه در هفته و به صورت انفرادی اجرا شد. این برنامه بر اساس مدل توجه Solberg & Mathiers و نظریه حافظه فعال Baddeley طراحی شده و شامل مجموعه‌ای از تکالیف سلسله‌مراتبی برای تقویت مؤلفه‌های مختلف توجه و حافظه فعال است (نجاتی، ۱۳۹۷).

برنامه مداخله شامل دو بخش ارزیابی و آموزش بود. در بخش ارزیابی، عملکرد شناختی دانش‌آموزان با استفاده از آزمون‌های عصب‌روان‌شناختی تطبیق‌یافته با نرم‌افزار بررسی می‌شد و نتایج ارزیابی مبنای انتخاب نوع تکلیف و سطح دشواری قرار می‌گرفت. بخش آموزش شامل اجرای تکالیف شناختی طراحی‌شده در نرم‌افزار آرام بود که ابعاد توجه انتخابی، پایدار، انتقالی و کنترل اجرایی را هدف قرار می‌داد.

تکالیف آموزشی شامل تمرین‌هایی مانند تشخیص الگوهای دیداری، بازشناسی و تطبیق تصاویر، ردیابی محرک‌ها، سرنام‌سازی، جفت‌سازی حروف و کلمات، و تمرین‌های حافظه توالی بود. تمامی تکالیف دارای ۱۰ سطح دشواری بودند که به صورت تدریجی و بر اساس شاخص‌های عملکردی کاربر افزایش می‌یافت. افزایش دشواری بر اساس سه شاخص کمی انجام می‌شد:

۱. افزایش تعداد محرک‌ها
۲. افزایش سرعت ارائه محرک‌ها
۳. افزایش پیچیدگی شناختی تکلیف

پیشرفت در سطوح تمرین منوط به کسب حداقل ۸۰ درصد پاسخ صحیح در هر سطح بود. در صورت عدم دستیابی به این معیار، همان سطح در جلسه بعدی تکرار می‌شد تا عملکرد فرد به معیار تسلط برسد. تصمیم‌گیری برای ارتقای سطح تکلیف با نظارت درمانگر و بر اساس داده‌های عملکردی ثبت‌شده در نرم‌افزار انجام می‌شد.

1. Attentive rehabilitation of attention & memory (ARAM)

باز خورد عملکرد به صورت هوشمند و فوری توسط نرم افزار ارائه می شد که شامل نمایش پاسخ صحیح، زمان واکنش و میزان خطا بود. طراحی تکالیف بر اساس اصول توان بخشی شناختی شامل تنوع تمرین، اضافه بار تدریجی شناختی، باز خورد فوری و یاد گیری مبتنی بر تکرار سازمان دهی شده بود.

در هر جلسه، هر دانش آموز حدود ۴۵ دقیقه تمرین انجام می داد و در این مدت معمولاً هشت تکلیف شناختی مختلف اجرا می شد. در صورتی که دانش آموز به معیار عملکرد مطلوب نمی رسید، تمرین در جلسه بعدی در همان سطح دشواری ادامه می یافت تا یاد گیری پایدار حاصل شود.

جدول ۱. شرح تکالیف اجرا شده بسته توان بخشی شناختی آرام (نجاتی، ۱۳۹۷)

زمان اجرا	عنوان تکلیف	شرح تکلیف	ارزش شناختی تکلیف
هفته اول	خانه های رنگی	فرد باید یک محرک هدف (خانه رنگی) را از بین محرک های مشابه (بارنگ های متفاوت) پیدا کند	دانش آموز نیازمند توجه پایدار و توجه انتخابی و مهار برای انجام این تکلیف است
	پنجره های مشابه	انتخاب پنجره هایی که تصاویر پشتشان یکی است	باعث تقویت فراخنای دیداری فضایی حافظه کاری
	صورت ها	طبقه بندی صورت ها بر اساس رنگ پوست، رنگ مو و حالت صورت	دانش آموز نیازمند مهارت و توجه انتخابی برای انجام این تکلیف است.
هفته دوم	جداول نشان دار	رشته ای از جداول که حاوی اعداد یا نقاط مشکی در یکی از خانه های آن است. مراجع باید محل آنها را به خاطر بسپارد. سپس چهار گزینه نمایان می شود و مراجع باید با در نظر گرفتن محل هر نشان در رشته جدول ارائه شده پیشین، گزینه درست را از بین چهار گزینه انتخاب کند.	درگیری پیش نویس دیداری فضایی و حلقه آوایی حافظه کاری
	هفته سوم	تصاویر مقطع	تعدادی تصویر به قطعات مختلف تقسیم شده است و هر جزء برای مدت زمان کوتاهی به فرد نشان داده می شود فرد باید قطعات تصویر را به خاطر بسپارد و سپس گزینه درست را از بین چهار گزینه انتخاب نماید

زمان اجرا	عنوان تکلیف	شرح تکلیف	ارزش شناختی تکلیف
	تصاویر تکراری	رشته‌ای از تصاویر برای فرد نمایش داده می‌شود. فرد با مشاهده هر تصویر، اگر تصویر از بین تصاویر ارائه‌شده تکراری بود، باید مشخص نماید	فعالیت پیش‌نویس دیداری فضایی و حلقه آوایی
هفته چهارم	ردیابی حیوانات	در این تکلیف یک جدول ارائه می‌شود که در یکی از خانه‌های آن، تصویر یک حیوان قرار دارد. سپس فلش‌هایی در جهت‌های مختلف نشان داده می‌شود. مراجع باید بر اساس جهت فلش‌ها مسیر حرکت حیوان‌ها را دنبال کند و در نهایت خانه‌ای از جدول را که حیوان پس از طی کردن مسیر به آن می‌رسد از بین چهار گزینه انتخاب کند.	درگیری و تقویت پیش‌نویس دیداری فضایی
	رنگ‌های آخر	در این تکلیف رشته‌ای از رنگ‌ها نمایش داده می‌شود در یک نقطه نامشخص رشته رنگ‌ها متوقف‌شده و فرد باید از بین گزینه‌های پیشنهادی دو یا چند رنگ آخر مشخص می‌کند.	بروز رسانی حافظه فعال و تقویت عملکردهای مجری مرکزی حافظه فعال
هفته پنجم	اجرای پس‌آزمون	انجام آزمون‌های مقیاس هوش و کسلر کودکان (WISC-V)؛ که شامل خرده مقیاس فراختای تصویر؛ جهت سنجش متغیر حافظه فعال دیداری؛ خرده مقیاس‌های فراختای ارقام و توالی حروف/ عدد، جهت سنجش متغیر حافظه فعال شنیداری توسط دو گروه آزمایش و کنترل	

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی شامل تحلیل کوواریانس چند متغیره و تک متغیره استفاده شد. همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-27، انجام گرفت.

یافته‌ها

در این پژوهش ۲۷ دانش‌آموز دارای اختلال یادگیری شرکت داشتند که ۱۳ نفر در وضعیت مداخله (گروه آزمایش) و ۱۴ نفر در وضعیت عدم مداخله (گروه کنترل) قرار گرفتند. میانگین و انحراف معیار سن در گروه آزمایش $۸/۹۹ \pm ۰/۲۲$ سال و در گروه کنترل $۸/۹۷ \pm ۰/۳۳$ سال بود. از نظر پایه تحصیلی، ۱۴ نفر (۵۱/۹٪) پایه سوم بودند که ۷ نفر در هر دو گروه پژوهش قرار داشتند و ۱۳ نفر (۴۸/۱٪) پایه چهارم بودند که ۶ نفر در گروه آزمایش و ۷ نفر در گروه کنترل حضور داشتند. از نظر نوع اختلال یادگیری، ۱۴ نفر (۵۱/۹٪) دارای

اختلال خواندن، ۶ نفر (۲۲/۲٪) دارای اختلال نوشتن و ۷ نفر (۲۵/۹٪) دارای اختلال ریاضی بودند. از لحاظ وضعیت اقتصادی، ۵ نفر (۱۸/۵٪) وضعیت خوب، ۱۲ نفر (۴۴/۴٪) وضعیت متوسط و ۱۰ نفر (۳۷/۱۰٪) وضعیت ضعیف داشتند. همچنین بیشترین سطح تحصیلات پدران مربوط به لیسانس و فوق دیپلم (هر کدام ۹ نفر، ۳۳/۳٪) و بیشترین سطح تحصیلات مادران مربوط به لیسانس (۱۵ نفر، ۵۵/۶٪) بود.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار شاخص های اصلی حافظه فعال (دیداری و شنیداری) در پیش آزمون و پس آزمون

مقیاس	گروه	تعداد	پیش آزمون		پس آزمون	
			SD	M	SD	M
حافظه فعال دیداری	کنترل	۱۴	۵/۷۷	۱۹/۵۰	۵/۷۹	۱۹/۵۰
	آزمایش	۱۳	۵/۳۰	۱۸/۷۷	۴/۸۲	۱۶/۶۹
حافظه فعال شنیداری	کنترل	۱۴	۳/۲۶	۱۵/۳۹	۳/۵۲	۱۵/۸۹
	آزمایش	۱۳	۴/۰۲	۲۱/۷۳	۳/۹۳	۱۶/۹۶

نتایج جدول ۲ نشان داد میانگین نمرات گروه آزمایش در هر دو مقیاس حافظه فعال دیداری و شنیداری پس از مداخله افزایش معناداری داشت، در حالی که گروه کنترل تغییر محسوسی نشان نداد.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار خرده مقیاس های حافظه فعال (دیداری و شنیداری) در پیش آزمون و پس آزمون

زیر مقیاس	گروه	تعداد	پیش آزمون		پس آزمون	
			SD	M	SD	M
فراخنای تصویر	کنترل	۱۴	۵/۷۷	۱۹/۵۰	۵/۷۹	۱۹/۵۰
	آزمایش	۱۳	۵/۳۰	۱۸/۷۷	۴/۸۲	۱۶/۶۹
فراخنای ارقام روبه جلو	کنترل	۱۴	۱/۵۰	۶/۴۳	۱/۵۹	۶/۷۱
	آزمایش	۱۳	۲/۳۴	۹/۸۵	۲/۶۰	۶/۶۲
فراخنای ارقام رو به عقب	کنترل	۱۴	۱/۷۳	۶/۲۹	۲/۱۷	۶/۵۷
	آزمایش	۱۳	۲/۱۷	۹/۷۷	۲/۱۳	۷/۲۳
فراخنای ارقام توالی	کنترل	۱۴	۱/۴۴	۵/۰۷	۱/۵۸	۵/۲۱
	آزمایش	۱۳	۲/۴۰	۸/۳۸	۲/۱۷	۶/۶۹
توالی حرف-عدد	کنترل	۱۴	۲/۸۳	۱۳/۰۰	۲/۸۴	۱۳/۲۹
	آزمایش	۱۳	۳/۱۳	۱۵/۴۶	۲/۸۴	۱۳/۳۸

نتایج جدول ۳ نشان داد میانگین نمرات گروه آزمایش در تمامی خرده‌مقیاس‌های حافظه فعال دیداری و شنیداری (فراخ‌نای تصویر، ارقام روبه‌جلو، ارقام روبه‌عقب، ارقام توالی و توالی حرف-عدد) پس از مداخله افزایش قابل توجهی داشت، درحالی‌که گروه کنترل تقریباً بدون تغییر ماند.

پیش از انجام تحلیل‌های چندمتغیری و تک‌متغیری، پیش‌فرض‌های لازم موردبررسی قرار گرفت. آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع نمرات پس‌آزمون حافظه فعال دیداری و حافظه فعال شنیداری در هر دو گروه آزمایش و کنترل در بیشتر موارد از توزیع نرمال انحراف معناداری ندارد؛ باین‌حال، در متغیر حافظه فعال شنیداری در گروه آزمایش، آزمون شاپیرو-ویلک معنادار گزارش شد (آماره آزمون برابر $0/860$ و سطح معناداری برابر $0/038$) که نشان‌دهنده انحراف نسبی از نرمالیتی است. با توجه به حجم نمونه پژوهش و بر اساس اصل قضیه حد مرکزی، تحلیل‌های پارامتریک همچنان قابل اجرا در نظر گرفته شد، زیرا در نمونه‌های بالاتر از ۲۰ نفر، توزیع میانگین نمونه‌ها تمایل به نرمال شدن دارد. سایر شاخص‌های نرمالیتی شامل حافظه فعال دیداری در گروه آزمایش (آماره آزمون برابر $0/940$ و سطح معناداری برابر $0/459$)، حافظه فعال دیداری در گروه کنترل (آماره آزمون برابر $0/964$ و سطح معناداری برابر $0/795$) و حافظه فعال شنیداری در گروه کنترل (آماره آزمون برابر $0/908$ و سطح معناداری برابر $0/147$) نیز نرمال بودن توزیع داده‌ها را تأیید کردند.

همچنین آزمون ام‌باکس برای بررسی همگنی ماتریس‌های کوواریانس نشان داد که پیش‌فرض همگنی برقرار است. در این راستا، برای متغیرهای اصلی مقدار $M s'Box$ برابر 1054 با F برابر $0/321$ و سطح معناداری برابر $0/810$ به دست آمد که نشان‌دهنده همگنی مناسب ماتریس کوواریانس‌ها بود. در زیرمقیاس‌های حافظه فعال شنیداری نیز $M s'Box$ برابر $22/768$ با F برابر $0/877$ و سطح معناداری برابر $0/044$ گزارش شد که اگرچه در سطح آلفای بسیار محافظه‌کارانه ممکن است نیازمند احتیاط در تفسیر باشد، اما با توجه به حساسیت آزمون $M s'Box$ نسبت به حجم نمونه، این نتیجه در حد قابل قبول برای ادامه تحلیل‌ها در نظر گرفته شد.

علاوه بر این، آزمون لوین برای بررسی برابری واریانس‌ها در تمامی متغیرها و زیرمقیاس‌ها غیرمعنادار بود که نشان‌دهنده برقراری پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها بود؛ ازجمله حافظه فعال دیداری (مقدار F برابر $3/792$ و سطح معناداری برابر $0/063$)، حافظه

فعال شنیداری (مقدار F برابر ۰/۱۴۱ و سطح معناداری برابر ۰/۷۱۰)، فراخنای ارقام روبه جلو (مقدار F برابر ۰/۰۱۹ و سطح معناداری برابر ۰/۸۹۱)، فراخنای ارقام رو به عقب (مقدار F برابر ۰/۰۶۴ و سطح معناداری برابر ۰/۸۰۲)، فراخنای ارقام توالی (مقدار F برابر ۳/۴۸۸ و سطح معناداری برابر ۰/۰۷۴)، توالی حرف-عدد (مقدار F برابر ۰/۲۴۲ و سطح معناداری برابر ۰/۶۲۷) و پس آزمون فراخنای تصویر (مقدار F برابر ۲/۵۲۶ و سطح معناداری برابر ۰/۱۲۵).

علاوه بر این، شیب خط رگرسیون پیش آزمون‌ها در تحلیل کوواریانس بررسی و تأیید شد که نشان‌دهنده همبستگی معنادار بین پیش آزمون‌ها و پس آزمون‌ها و برقرار بودن پیش فرض خطی بودن رابطه است؛ بنابراین، با وجود توجه به محدودیت‌های آماری احتمالی، تمامی پیش فرض‌های لازم برای انجام تحلیل‌های پارامتریک، از جمله ANCOVA و MANCOVA، در حد قابل قبول رعایت شده و نتایج تحلیل‌های آماری با احتیاط علمی قابل تفسیر هستند.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های چندمتغیری (مانکوا) حافظه فعال دیداری و شنیداری

مجموعه متغیرها	آزمون	مقدار آزمون	F	DF effect	DF error	p	Eta	توان آماری
حافظه فعال دیداری و شنیداری	لامبدای ویلکز	۰/۰۸۷	۱۱۶/۰۹	۲	۲۲	$P < ۰/۰۰۱$	۰/۹۱۳	۱/۰۰

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که پس از کنترل نمرات پیش آزمون، اثر مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر مجموعه متغیرهای حافظه فعال دیداری و شنیداری معنادار بود (مقدار لامبدای ویلکز برابر ۰/۰۸۷، مقدار F برابر ۱۱۶/۰۹، سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱ و اندازه اثر اتای مجذور برابر ۰/۹۱۳). اندازه اثر در سطح بسیار بزرگ قرار دارد که بیانگر تأثیر قابل توجه مداخله بر متغیرهای وابسته است. همچنین تحلیل توان آماری به صورت پس آزمون نشان داد که توان آزمون برابر با ۱/۰۰ بوده است؛ بنابراین با وجود حجم نمونه ۲۷ نفر، احتمال خطای نوع دوم بسیار پایین ارزیابی می‌شود و کفایت آماری نمونه برای شناسایی اثر مداخله تأیید می‌گردد.

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری (آنکوا) حافظه فعال دیداری و شنیداری

متغیر وابسته	منبع	SS	df	MS	F	P	Eta
حافظه فعال شنیداری	گروه	۱۶۳/۰۱۳	۱	۱۶۳/۰۱۳	۲۲۴/۲۸۲	P<۰/۰۰۱	۰/۹۰۷
حافظه فعال دیداری	گروه	۲۶/۴۲۵	۱	۲۶/۴۲۵	۲۰/۲۷۶	P<۰/۰۰۱	۰/۴۶۹

نتایج جدول ۵ حاکی از آن است که پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، مداخله مبتنی بر توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر حافظه فعال شنیداری و دیداری اثر معنادار داشت. برای حافظه فعال شنیداری، اثر مداخله (آرام) بسیار قوی و معنادار بود، به‌طوری که گروه آزمایش عملکرد بالاتری نسبت به گروه کنترل نشان داد. همچنین در حافظه فعال دیداری نیز اثر مداخله (آرام) معنادار و متوسط بود، که بیانگر بهبود عملکرد گروه آزمایش نسبت به کنترل است.

جدول ۶. نتایج آزمون‌های چندمتغیری (مانکوا) زیرمقیاس‌های حافظه فعال شنیداری

مجموعه متغیرها	آزمون	مقدار آزمون	F	DF error	DF effect	P	Eta	توان آماری
(فراخوانی ارقام (جلو، عقب، توالی) و توالی ویلکز حروف-عدد)	لامبدای ویلکز	۰/۰۸۳	۴۹/۵۸	۱۸	۴	P<۰/۰۰۱	۰/۹۱۷	۱/۰۰

نتایج جدول ۶ نشان داد که پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، اثر مداخله (آرام) بر زیرمقیاس‌های حافظه فعال شنیداری شامل فراخوانی ارقام جلو، عقب، توالی و توالی حروف-عدد معنادار بود (مقدار لامبدای ویلکز برابر ۰/۰۸۳، مقدار F برابر ۴۹/۵۸، سطح معناداری کمتر از ۰/۰۰۱ و اندازه اثر اتای مجذور برابر ۰/۹۱۷). اندازه اثر مشاهده‌شده در سطح بسیار بزرگ قرار دارد و بیانگر تأثیر گسترده مداخله بر مؤلفه‌های حافظه فعال شنیداری است. همچنین نتایج تحلیل توان آماری پس‌آزمون نشان داد توان آزمون برابر با ۱/۰۰ بوده است که حاکی از کفایت حجم نمونه و پایین بودن احتمال خطای نوع دوم در این تحلیل است.

جدول ۷. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری (آنکوا) زیرمقیاس‌های حافظه فعال شنیداری

متغیر	منبع	SS	df	MS	F	P	Eta
فراخوانی ارقام روبه‌جلو	گروه	۳۹/۷۱۵	۱	۳۹/۷۱۵	۱۱۱/۷۳۵	۰/۰۰۰	۰/۸۴۲
خطا		۸/۵۲۰	۲۴	۰/۳۵۵	-	-	-

متغیر	منبع	SS	df	MS	F	P	Eta
فراخوانی ارقام رو به عقب	گروه	۳۶/۳۷۲	۱	۳۶/۳۷۲	۶۲/۲۲۰	۰/۰۰۰	۰/۷۴۸
	خطا	۱۴/۰۴۰	۲۴	۰/۵۸۵	-	-	-
فراخوانی ارقام توالی	گروه	۴۰/۰۲۲	۱	۴۰/۰۲۲	۷۴/۲۷۸	۰/۰۰۰	۰/۷۸۰
	خطا	۱۲/۹۳۶	۲۴	۰/۵۳۹	-	-	-
توالی حروف-عدد	گروه	۹۵/۳۰۵	۱	۹۵/۳۰۵	۱۲۲/۳۱۷	۰/۰۰۰	۰/۸۵۳
	خطا	۱۸/۶۹۶	۲۴	۰/۷۷۹	-	-	-

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که اثر مداخله (آرام) بر تمامی زیرمقیاس‌های حافظه فعال شنیداری اثر معنادار داشت ($P < ۰/۰۰۱$). به‌طوری‌که گروه آزمایش در تمام زیرمقیاس‌ها عملکرد بهتری از گروه کنترل داشت.

جدول ۸. نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری (آنکوا) زیر مقیاس حافظه فعال دیداری (فراخوانی تصویر)

منبع تغییر	SS	DF	MS	F	P	Eta
فراخوانی تصویر	۷۳۸/۰۸	۱	۷۳۸/۰۸	۵۶۹/۸۵	۰/۰۰۰	۰/۹۶۰
گروه	۳۴/۲۸	۱	۳۴/۲۸	۲۶/۴۷۰	۰/۰۰۰	۰/۵۲۴
خطا	۳۱/۰۸۵	۲۴	۱/۲۹			
مجموع	۷۷۰/۹۶۳	۲۷				

با کنترل اثر پیش‌آزمون فراخوانی تصویر، نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که اثر مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر نمرات پس‌آزمون فراخوانی تصویر معنادار است ($P < ۰/۰۰۱$). این مقدار نشان می‌دهد که حدود ۵۲ درصد از واریانس نمرات پس‌آزمون فراخوانی تصویر توسط مداخله آرام تبیین شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

اختلال یادگیری خاص با نقص در پردازش اطلاعات و کارکردهای اجرایی، به‌ویژه حافظه فعال، همراه است و این ضعف شناختی می‌تواند به‌صورت مستقیم ظرفیت نگهداری و دست‌کاری هم‌زمان اطلاعات را محدود کند. بر همین اساس، هدف پژوهش حاضر بررسی اثر بخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای «آرام» بر حافظه فعال دیداری و شنیداری بود.

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد مداخله توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای «آرام» به‌طور معناداری موجب بهبود حافظه فعال دیداری دانش‌آموزان شد ($P < 0/01$). این یافته با پژوهش‌های داخلی (سعیدمنش و همکاران، ۱۳۹۹؛ مللی و همکاران، ۱۴۰۱؛ حمیدی و بیگ‌محمدلو، ۱۴۰۴) و بین‌المللی (Westerber & Klingberg, 2007؛ Dehn et al., 2020) همسوست؛ بااین‌حال، صرف همسویی نتایج برای تبیین کافی نیست، بلکه لازم است سازوکارهای زیربنایی این اثر روشن شود. از منظر نظریه حافظه کاری Baddeley، مؤلفه لوح دیداری-فضایی نقش اساسی در پردازش اطلاعات تصویری و سازمان‌دهی فضایی دارد. تمرینات رایانه‌ای «آرام» با درگیرسازی مکرر این مؤلفه و تحمیل بار شناختی تدریجی، احتمالاً موجب افزایش کارایی حلقه بازبینی دیداری و بهبود هماهنگی میان سیستم توجه مرکزی و زیرسامانه دیداری-فضایی شده است. این افزایش کارایی می‌تواند ناشی از بهینه‌سازی تخصیص منابع توجه و کاهش اتلاف ظرفیت پردازشی باشد، نه صرفاً افزایش حجم حافظه. به بیان دیگر، مداخله ممکن است کارآمدی عملکرد را ارتقا داده باشد، نه اینکه ظرفیت ساختاری را تغییر دهد. در چارچوب انعطاف‌پذیری عصبی، تمرینات تکرارشونده و تطبیقی می‌توانند موجب تقویت اتصالات سیناپسی در شبکه پیش‌پیشانی-پاریتال شوند؛ شبکه‌ای که در کنترل اجرایی و نگهداری فعال اطلاعات نقش کلیدی دارد (Karch & Verhaeghen, 2014؛ Westerber & Klingberg, 2007). بااین‌حال، باید توجه داشت که بخشی از بهبود مشاهده‌شده می‌تواند ناشی از اثر تمرین (practice effect) یا آشنایی بیشتر با تکلیف باشد؛ بنابراین، تفسیر نتایج مستلزم احتیاط و در نظر گرفتن این احتمال است که بخشی از تغییرات به بهبود راهبردهای پاسخ‌دهی مرتبط باشد، نه صرفاً تحول عصب‌روان‌شناختی.

از منظر انگیزشی، یافته‌های حاضر را می‌توان در چارچوب نظریه خودتعیین‌گری نیز تحلیل کرد. محیط تعاملی و بازخورد فوری در نرم‌افزارهای رایانه‌ای می‌تواند احساس شایستگی و کنترل را در دانش‌آموز تقویت کند و از این طریق، درگیری شناختی عمیق‌تری ایجاد نماید (Yigit et al., 2021). این موضوع در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص که معمولاً تجارب شکست مکرر تحصیلی دارند، اهمیت بیشتری می‌یابد؛ بنابراین، بخشی از اثربخشی مداخله ممکن است از مسیر افزایش انگیزش درونی و تداوم مشارکت فعال در تمرین‌ها حاصل شده باشد. همچنین نتایج پژوهش حاضر با شواهد مربوط به

مداخلات رایانه‌ای در اختلالات ریاضی هم‌راستاست که نشان داده‌اند بهبود حافظه فعال دیداری-فضایی می‌تواند به ارتقای فرایندهای حل مسئله و استدلال ادراکی منجر شود (حمیدی و بیگ محمدلو، ۱۴۰۴). این همپوشانی نشان می‌دهد که حافظه فعال دیداری نه تنها یک متغیر شناختی مجزا، بلکه یک سازوکار میانجی در پیشرفت تحصیلی است؛ بنابراین، بهبود آن می‌تواند اثرات زنجیره‌ای بر سایر مهارت‌های تحصیلی داشته باشد.

با وجود این، تفسیر نتایج باید با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی همچون حجم نمونه محدود و تمرکز بر یک گروه سنی خاص انجام شود. همچنین روشن نیست که آیا این بهبود در بلندمدت پایدار می‌ماند یا خیر. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با طرح‌های پیگیری طولی و مقایسه با سایر انواع مداخلات شناختی، پایداری و تعمیم‌پذیری این اثرات را بررسی کنند. در مجموع، یافته‌های حاضر نشان می‌دهد توان بخشی شناختی رایانه‌ای «آرام» احتمالاً از طریق بهینه‌سازی تخصیص منابع توجه، تقویت شبکه‌های اجرایی پیش‌پیشانی-پاریتال و افزایش درگیری انگیزشی، موجب بهبود معنادار حافظه فعال دیداری در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص می‌شود. این تبیین چندسطحی (شناختی، عصبی و انگیزشی) امکان درک عمیق‌تری از سازوکار اثرگذاری مداخله فراهم می‌کند و کاربرد آن را در آموزش ویژه تقویت می‌نماید.

از سوی دیگر، تحلیل کوواریانس نشان داد مداخله «آرام» حافظه فعال شنیداری را به طور معناداری بهبود می‌بخشد ($P < 0/01$). افزون بر معناداری آماری، اندازه اثر گزارش شده برای حافظه فعال شنیداری ($\eta^2 = 0/907$) در مقایسه با حافظه فعال دیداری ($\eta^2 = 0/469$) به طور چشمگیری بزرگ‌تر بود؛ این تفاوت نشان می‌دهد که مداخله حاضر تأثیر قوی‌تری بر مؤلفه شنیداری حافظه فعال داشته است. چنین الگویی از نتایج می‌تواند بازتاب هم‌راستایی بیشتر ماهیت تمرین‌های برنامه «آرام» با سازوکارهای پردازش واجی و کلامی باشد. این یافته با پژوهش‌های داخلی (نجار و همکاران، ۱۴۰۲؛ علیوندی وفا و همکاران، ۱۴۰۳) و خارجی (Trigueiro et al., 2024؛ Cattaneo & Pisoni, 2023) همسوست؛ با این حال، تبیین این همسویی مستلزم تحلیل دقیق‌تر سازوکارهای شناختی و عصبی درگیر در حافظه فعال شنیداری است.

حافظه فعال شنیداری صرفاً به معنای ذخیره‌سازی کوتاه‌مدت محرک‌های صوتی نیست، بلکه شامل فرایندهای رمزگردانی واجی، بازبینی درونی، کنترل توجه و مهار اطلاعات مزاحم

نیز می‌شود. از این منظر، مداخله «آرام» احتمالاً از طریق فعال‌سازی مکرر حلقه واجی و تقویت فرایند بازگویی درونی (subvocal rehearsal) موجب افزایش کارایی نگهداری اطلاعات کلامی شده است. تمرین‌هایی مانند بازتولید توالی اعداد یا حروف شنیداری، علاوه بر بارگذاری سیستم واجی، نیازمند کنترل توجه انتخابی و به‌روزرسانی مستمر اطلاعات هستند؛ بنابراین بهبود مشاهده‌شده می‌تواند ناشی از ارتقای سازوکار «به‌روزرسانی» (updating) در حافظه کاری باشد، نه صرفاً افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی. از آنجا که بخش قابل توجهی از تکالیف برنامه ماهیتی کلامی-شنیداری داشته‌اند، شدت اثر بیشتر در این حوزه قابل انتظار به نظر می‌رسد.

در مقابل، اگرچه حافظه فعال دیداری نیز بهبود معناداری نشان داد، اما اندازه اثر پایین‌تر آن می‌تواند ناشی از تفاوت در میزان درگیری مؤلفه صفحه دیداری-فضایی نسبت به حلقه واجی باشد. برخی تکالیف دیداری برنامه، علاوه بر پردازش فضایی، نیازمند راهبردهای کلامی‌سازی محرک‌ها بودند که ممکن است بخشی از پردازش را به سیستم واجی منتقل کرده باشد. این امر می‌تواند به تقویت بیشتر مسیر شنیداری-کلامی نسبت به مسیر دیداری-فضایی انجامیده باشد.

از منظر عصب‌روان‌شناختی، شبکه پیش‌پیشانی جانبی و نواحی گیجگاهی فوقانی در پردازش و نگهداری اطلاعات شنیداری نقش کلیدی دارند. تمرینات تکرارشونده و تطبیقی می‌توانند موجب افزایش هماهنگی کارکردی میان این نواحی و شبکه توجه شوند (Rao, 2023). با این حال، باید در نظر داشت که بخشی از بهبود عملکرد ممکن است ناشی از یادگیری راهبردهای کارآمدتر کدگذاری (مانند خوشه‌بندی شنیداری یا قطعه‌بندی اطلاعات) باشد. این نکته نشان می‌دهد که اثر مداخله احتمالاً ترکیبی از تغییرات راهبردی و بهینه‌سازی شبکه‌های عصبی است، نه یک تغییر تک‌بعدی در ظرفیت حافظه.

همچنین، یافته‌های Trigueiro و همکاران (2024) و Cattaneo & Pisoni (2023) نشان می‌دهد که محیط‌های دیجیتال و واقعیت مجازی با افزایش غوطه‌وری شناختی، پردازش چندحسی و تعامل فعال، موجب درگیری عمیق‌تر سیستم‌های پردازش شنیداری می‌شوند. در همین راستا، می‌توان استدلال کرد که اثربخشی «آرام» تنها به ماهیت تمرین‌های شنیداری محدود نیست، بلکه به ساختار تطبیقی، بازخورد فوری و تنظیم سطح دشواری بر اساس عملکرد فرد نیز وابسته است. این ویژگی تطبیقی احتمالاً از خستگی شناختی جلوگیری کرده

و سطح بهینه چالش (optimal challenge point) را حفظ کرده است؛ عاملی که در یادگیری مؤثر نقش تعیین کننده دارد.

از بعد انگیزشی، افزایش مشارکت فعال دانش آموزان در محیط تعاملی نرم افزار می تواند موجب تقویت خودکارآمدی شناختی شود (Fami, 2024). در کودکان دارای اختلال یادگیری خاص که اغلب تجربه شکست مکرر در تکالیف کلامی دارند، تجربه موفقیت تدریجی در تمرین های شنیداری می تواند اضطراب عملکردی را کاهش دهد و منابع توجه را آزاد سازد؛ بنابراین بخشی از بهبود حافظه فعال شنیداری ممکن است ناشی از کاهش بار هیجانی منفی و بهبود تنظیم هیجانی در حین انجام تکلیف باشد.

اجرای برنامه در ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه ای به صورت هفتگی (سه جلسه در هفته) و به شکل انفرادی توسط نرم افزار توان بخشی حافظه و توجه آرام (نجاتی، ۱۳۹۷) این امکان را فراهم کرده است که تمرین ها به صورت سلسله مراتبی و انباشتی ارائه شوند. این سازمان دهی تدریجی احتمالاً موجب تثبیت ردپاهای حافظه ای و انتقال تمرین از سطح عملکرد وابسته به تکلیف به سطح مهارت پایدارتر شده است. با این حال، هنوز مشخص نیست که این بهبود تا چه اندازه به انتقال دور (far transfer) به مهارت های تحصیلی کلامی مانند درک مطلب یا املا تعمیم می یابد؛ مسئله ای که نیازمند بررسی تجربی بیشتر است.

در مجموع، به نظر می رسد مداخله «آرام» از طریق ترکیب چند سازوکار شامل تقویت حلقه واجی، بهبود فرایند به روزرسانی، افزایش هماهنگی شبکه های پیش پیشانی-گیجگاهی، ارتقای راهبردهای کدگذاری و تقویت انگیزش درونی، موجب بهبود حافظه فعال شنیداری شده است. این تبیین چندسطحی نشان می دهد که اثر مداخله نه صرفاً یک پیامد تمرین مکانیکی، بلکه نتیجه تعامل پیچیده عوامل شناختی، عصبی و انگیزشی است.

با وجود این، محدودیت هایی همچون نبود پیگیری بلندمدت، حجم نمونه محدود، تمرکز بر دانش آموزان پسر یک منطقه جغرافیایی و اتکا به ابزار ارزیابی خاص، تعمیم پذیری یافته ها را محدود می کند. افزون بر این، در پژوهش حاضر از گروه کنترل در لیست انتظار استفاده شد که اگرچه از نظر اخلاقی قابل دفاع و در مطالعات مداخله ای آموزشی رایج است، اما امکان کنترل کامل اثر پلاسیبو یا اثرات غیراختصاصی ناشی از مشارکت در فعالیت های رایانه ای را فراهم نمی کند. همچنین احتمال اثر تمرین و آشنایی با ساختار تکالیف باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرد. پیشنهاد می شود در پژوهش های آینده با طراحی مطالعات

طولی، استفاده از گروه‌های کنترل فعال، بهره‌گیری از شاخص‌های عصب‌روان‌شناختی عینی و بررسی میزان انتقال نزدیک و دور، سازوکارهای اثرگذاری این مداخله با دقت بیشتری تحلیل شود.

درمجموع، شواهد پژوهش حاضر نشان می‌دهد که توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای «آرام» می‌تواند به‌عنوان یک مداخله ساختارمند و مبتنی بر اصول عصب‌شناختی یادگیری، حافظه فعال دیداری و شنیداری دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص را بهبود بخشد؛ بااین‌حال، تفسیر نهایی اثربخشی آن نیازمند بررسی پایداری، تعمیم‌پذیری و مقایسه با سایر مداخلات شناختی است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش با تأیید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد و با کد اخلاق IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1404.013 انجام شد. در راستای رعایت اصول اخلاق پژوهش، به دانش‌آموزان شرکت‌کننده و والدین آنان توضیح داده شد که اطلاعات به‌صورت محرمانه نگهداری خواهد شد و صرفاً در چارچوب اهداف علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین، پس از اخذ رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از والدین، از ثبت هرگونه اطلاعات هویتی خودداری شد و داده‌ها به‌صورت کدگذاری شده تحلیل گردید.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های این پژوهش مشارکت داشته‌اند.

حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک 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.

سپاسگزاری

از دانش‌آموزان، والدین و مسئولان مرکز مشاوره درخشش شهرستان نجف‌آباد که بدون هیچ‌گونه چشمداشتی در انجام این پژوهش همکاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود. شایان‌ذکر است که این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

منابع

- دمهری، فرنگیس، خیام‌باشی، لعیاء، و سعیدمنش، محسن. (۱۳۹۹). اثربخشی توانبخشی دوسا بر حافظه شنیداری و حل مسئله کودکان دارای اختلال یادگیری همراه با مشکل تمیز شنیداری. *عصب روان‌شناسی*، ۶(۲۱)، ۶۷-۸۰.
- <https://doi.org/10.30473/clpsy.2020.46348.1441>
- رفیع‌خواه، محسن، ارجمندنیا، علی‌اکبر، و شریفی، علی. (۱۴۰۳). تأثیر بازی‌های مبتنی بر بازسازی شناختی بر حافظه فعال و برنامه‌ریزی دانش‌آموزان با اختلال خواندن. *توانمندسازی کودکان/استثنایی*، ۱۵(۱)، ۱۲-۲۳.
- <https://www.magiran.com/p2744746>
- زینلی، مریم، خسروجاوید، مهناز، ابوالقاسمی، عباس، و کوشا، مریم. (۱۴۰۰). مقایسه ادراک دیداری-فضایی و پردازش زمانی شنیداری در کودکان دارای اختلال یادگیری خاص، اختلال یادگیری غیرکلامی و اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی. *روانشناسی افراد/استثنایی*، ۱۱(۴۳)، ۲۷-۶۱.
- <https://doi.org/10.22054/jpe.2021.60348.2314>
- عباسی، مریم، و غیرتی، مونا. (۱۳۹۲). شیوع اختلالات یادگیری در دانش‌آموزان دبستانی: مطالعه‌ای در ایران. *مجله روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی ایران*، ۵(۲)، ۴۵-۵۸.
- <https://civilica.com/doc/2277669>
- علیوندی وفا، مرضیه، شالچی، بهزاد، فرهودی، مهدی، نظری، محمدعلی، و عبیری حوریلر، لیلا. (۱۴۰۳). مقایسه اثربخشی توانبخشی شناختی رایانه‌محور با مداخله غیررایانه‌ای بر بهبود حافظه فعال شنیداری/دیداری بیماران مبتلا به سکتة مغزی شهر تبریز. *پژوهش‌های پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز*.
- <https://civilica.com/doc/2265220>
- فرهنگ رنجبر، مهرنوش، درتاج، فریبرز، سعدی‌پور، اسماعیل، و دلاور، علی. (۱۳۹۸). طراحی برنامه آموزش مفاهیم ریاضی مبتنی بر رایانه به‌منظور بهبود ادراک دیداری فضایی دانش‌آموزان و مقایسه اثربخشی آن با روش آموزش سنتی. *فصلنامه اندازہ‌گیری تربیتی*، ۱۰(۳۶)، ۱-۱۸.
- <https://doi.org/10.22054/jem.2019.9805>
- کامکاری، کامبیز، باغدادساریانس، آیتا، و محمدی رفعت‌پناه، نرگس. (۱۴۰۳). ویژگی‌های روان‌سنجی نسخه پنجم مقیاس‌های هوشی وکسلر کودکان در دانش‌آموزان با نقص توجه-بیش‌فعالی/تکانشی. *فصلنامه کودکان/استثنایی*، ۲۴(۳)، ۱۱۵-۱۲۴.
- <https://doi.org/10.52547/joec.24.3.115>
- کرمی، ابوالفضل، و کرمی، رعنا. (۱۳۹۷). راهنمای آزمون هوش وکسلر کودکان (نسخه محرک دیجیتال ۲۱ خرده‌آزمونی) (د. ا. کرمی و د. ر. کرمی، ترجمه). *روانشنجی*.

- کرمی، ابوالفضل، کرمی، رعنا، و علیپور، علی. (۱۴۰۰). بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی مقیاس هوشی وکسلر کودکان ویرایش پنجم. *فصلنامه اندیشه‌گیری تربیتی*، ۱۱(۴۱)، ۹۷-۱۲۵.
<https://doi.org/10.22054/jem.2021.51727.2036>
- مللی، مریم، امیری‌مجد، محمد، تجلی، پروین، و موللی، گلناز. (۱۴۰۱). مقایسه اثربخشی نرم‌افزار شناختی کاپیتان لاگ و بسته توان‌بخشی شناختی پارس بر حافظه فعال شنیداری و دیداری دانش‌آموزان دبستانی دارای آسیب شنوایی با کاشت حلزون. *سبک زندگی اسلامی با محوریت سلامت*، ۷(۲)، ۲۷۰-۲۸۳.
<https://sid.ir/paper/1134075/fa>
- نوروزبخش حاجی‌کندی، رقیه، هاشمی، رضا، و رضایی، احمد. (۱۴۰۰). اثربخشی بازتوانی شناختی بر ظرفیت حافظه کاری دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص (خواندن) با تعدیل‌گری جنسیت. *نشریه علمی آموزش و ارزشیابی (فصلنامه)*، ۱۴(۵۳)، ۱۱۱-۱۳۲.
<https://doi.org/10.30495/jinev.2021.683370>
- نجار، الهام، پیرخانی، علی، معنوی‌پور، داود، و نجاتی، وحید. (۱۴۰۲). اثربخشی توان‌بخشی عصب‌روان‌شناختی کارکردهای اجرایی بر حافظه دانش‌آموزان. *مجله تحقیقات علوم رفتاری*، ۲۱(۳)، ۵۱۳-۵۲۶.
<https://rbs.mui.ac.ir/article-1-1570-fa.html>
- نعمتی، شادی، بدری گرگری، رقیه، واحدی، شهرزاد، و مهرگان‌فرد جیرنده، ضحی. (۱۴۰۳). کاربست توان‌بخشی شناختی بر فهم، تولید و محاسبات عددی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه با آسیب ریاضی. *فصلنامه پژوهش‌های کاربردی روان‌شناختی*، ۱۵(۱)، ۵۳-۷۲.
<https://doi.org/10.22059/japr.2024.333955.644085>
- نجاتی، وحید. (۱۳۹۷). *دستنامه جامع توان‌بخشی شناختی در اختلالات تحولی*، تهران: رشد فرهنگ.
- ویسمه، مریم، استکی، مهدی، و میرزاخانی، ندا. (۱۴۰۲). مقایسه اثربخشی آموزش کارکردهای اجرایی مبتنی بر بازی‌های رایانه‌ای و یکپارچگی حسی بر علائم نارسانخوانی دانش‌آموزان. *روانشناسی افراد/استثنایی*، ۱۳(۴۹)، ۱۴۶-۱۷۲.
<https://doi.org/10.22054/jpe.2022.62970.2366>

References

- Abbasi, M., & Gheirati, M. (2013). Prevalence of learning disabilities in elementary school students: A study in Iran. *Journal of Psychology and Education of Exceptional Children in Iran*, 5(2), 45-58.
<https://civilica.com/doc/2277669> [In Persian]
- Alivandi Vafa, M., Shalchi, B., Farhoudi, M., Nazari, M. A., & Abiri Hourilar, L. (2024). Comparing the effectiveness of computer-based cognitive rehabilitation with non-computer intervention on improving auditory/visual working memory in stroke patients in Tabriz. *Tabriz*

- University of Medical Sciences Medical Research. <https://civilica.com/doc/2265220> [In Persian]
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Buss, A. T., Ross-Sheehy, S., & Reynolds, G. D. (2018). Visual working memory in early development: A developmental cognitive neuroscience perspective. *Journal of Neurophysiology*, 120(4), 1472–1483. <https://doi.org/10.1152/jn.00299.2018>
- Cain, K. (2006). Individual differences in children's memory and reading comprehension: An investigation of semantic and inhibitory deficits. *Memory*, 14(5), 553–569. <https://doi.org/10.1080/09658210600669474>
- Canivez, G. L., & Watkins, M. W. (2017). Exploratory and confirmatory factor analyses of the Wechsler Intelligence Scale for Children – Fifth Edition: Implications for interpretation. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(2), 114–126. <https://doi.org/10.1177/0734282916633005>
- Cattaneo, G., & Pisoni, A. (2023). Computer-assisted cognitive rehabilitation in neurological patients: State-of-art and future perspectives. *Frontiers in Neurology*, 14, 1255319. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1255319>
- Chan, A. T. C., Ip, R. T. F., Tran, J. Y. S., Chan, J. Y. C., & Tsoi, K. K. F. (2024). Computerized cognitive training for memory functions in mild cognitive impairment or dementia: A systematic review and meta-analysis. *npj Digital Medicine*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-00859-3>
- Chieffo, D. P. R., Arcangeli, V., Moriconi, F., Marfoli, A., Lino, F., Vannuccini, S., ... Veredice, C. (2023). Specific learning disorders (SLD) and behavior impairment: Comorbidity or specific profile? *Children*, 10(8), 1356. <https://doi.org/10.3390/children10081356>
- Damehari, F., Khayambashi, L., & Saeidmanesh, M. (2020). The effectiveness of two-way rehabilitation on auditory memory and problem-solving in children with learning disabilities accompanied by auditory discrimination problems. *Neuropsychology*, 6(21), 67–80. <https://doi.org/10.30473/clpsy.2020.46348.1441> [In Persian]
- Dehn, L. B., Piefke, M., Toepper, M., Kohsik, A., Rogalewski, A., Dyck, E., ... Schäbitz, W. R. (2020). Cognitive training in an everyday-like virtual reality enhances visual-spatial memory capacities in stroke survivors with visual field defects. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 27(6), 442–452. <https://doi.org/10.1080/10749357.2020.1716531>
- Derikvand, M., Shahni Yilagh, M., & Hajiyakhchali, A. (2023). The comparison of effects of computer cognitive rehabilitation (ARAM) and practical rehabilitation games (Attention Games) on working memory, response inhibition, and reading comprehension of students with dyslexia. *Quarterly Journal of Child Mental Health*, 10(1), 78–92. <https://doi.org/10.61186/jcmh.10.1.7>

- Engle, R. W., Carullo, J. J., & Collins, K. W. (1991). Individual differences in working memory for comprehension and following directions. *The Journal of Educational Research*, 84(5), 253–262. <https://doi.org/10.1080/00220671.1991.10885961>
- Fami, T. (2024). The effectiveness of computerized cognitive rehabilitation programs on auditory processing and memory in students with learning disabilities. *International Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2025.102345>
- Farhang Ranjbar, M., Dortaj, F., Saadipour, E., & Delavar, A. (2019). Designing a computer-based mathematics concepts training program to improve students' visual-spatial perception and comparing its effectiveness with traditional teaching methods. *Quarterly Journal of Educational Measurement*, 10(36), 1–18. <https://doi.org/10.22054/jem.2019.9805> [In Persian]
- Font-Alaminos, M., Paraskevoudi, N., & SanMiguel, I. (2023). Actions do not clearly impact auditory memory. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17, 1124784. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1124784>
- Gathercole, S., & Packiam Alloway, T. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. Sage Publications.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Byrd-Craven, J. (2008). Development of number line representations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 277–299. <https://doi.org/10.1080/87565640801982311>
- Grigorenko, E. L., Compton, D. L., Fuchs, L. S., Wagner, R. K., Willcutt, E. G., & Fletcher, J. M. (2020). Understanding, educating, and supporting children with specific learning disabilities: 50 years of science and practice. *American Psychologist*, 75(1), 37–51. <https://doi.org/10.1037/amp0000492>
- Hamidi, F., & Beygmohammadloo, M. (2025). The effect of computer-based cognitive rehabilitation on visual spatial working memory in dyscalculia elementary pupils. *International Journal of Early Childhood Special Education*. <https://doi.org/10.1007/s13158-025-00428-2>
- Imani, Z., Jajarmi, M., & Mahoor, H. (2024). Comparison of the effectiveness of brain-based learning and self-regulation strategies on the academic achievement of students with specific learning disabilities. *Journal of Study and Innovation in Education and Development*, 4(2), 109–124. <https://doi.org/10.61838/jsied.4.2.7>
- Jolles, D. D., & Crone, E. A. (2012). Training the developing brain: A neurocognitive perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 76. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00076>
- Kamkari, K., Bagdasarians, A., & Mohammadi Refatpanah, N. (2024). Psychometric Properties of the Fifth Edition of Wechsler Intelligence Scales for Children in Students With Attention Deficit Hyperactivity Disorder / Impulsivity. <https://doi.org/10.52547/joec.24.3.115> [In Persian]

- Kamkari, K., Baghdasarians, A., & Mohammadi Rafatpanah, N. (2024). Psychometric properties of the fifth edition of the Wechsler Intelligence Scales for Children in students with attention-deficit/hyperactivity/impulsivity disorder. *Quarterly Journal of Exceptional Children*, 24(3), 115–124. <https://doi.org/10.52547/joec.24.3.115> [In Persian]
- Karami, A., & Karami, R. (2018). *Guide to the Wechsler Intelligence Scale for Children (21-subtest digital stimulation version)* (A. Karami & R. Karami, Trans.). Psychometrics. [In Persian]
- Karami, A., Karami, R., & Alipour, A. (2021). Investigating the psychometric properties of the fifth edition of the Wechsler Intelligence Scale for Children. *Quarterly Journal of Educational Measurement*, 11(41), 97–125. <https://doi.org/10.22054/jem.2021.51727.2036> [In Persian]
- Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making working memory training work: A meta-analysis of training studies. *Psychological Science*, 25(11), 2027–2037. <https://doi.org/10.1177/0956797614548725>
- Lipka, O., Forkosh Baruch, A., & Meer, Y. (2019). Academic support model for post-secondary school students with learning disabilities: Student and instructor perceptions. *International Journal of Inclusive Education*, 23(2), 142–157. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1447017>
- Lockwood, A. B., Farmer, R. L., Winans, S., & Sealander, K. (2022). Specific learning disability identification practices in the USA: A survey of special education administrators. *Contemporary School Psychology*, 26(4), 535–544. <https://doi.org/10.1007/s40688-021-00391-6>
- Malali, M., Amirimajd, M., Tajalli, P., & Movallali, G. (2023). Comparing the effectiveness of Captain's Log cognitive software and the Pars cognitive rehabilitation package on auditory and visual working memory in elementary school students with hearing impairment and cochlear implants. *Islamic Lifestyle with a Focus on Health*, 7(2), 270–283. <https://sid.ir/paper/1134075/fa> [In Persian]
- Maresca, G., et al. (2024). Effectiveness of the use of virtual reality rehabilitation in children with dyslexia: Follow-up after one year. *Brain Sciences*, 14(7), 655. <https://doi.org/10.3390/brainsci14070655>
- Merma-Molina, G., Gavilán-Martín, D., Baena-Morales, S., & Urrea-Solano, M. (2022). Critical thinking and effective personality in the framework of education for sustainable development. *Education Sciences*, 12(1), 28. <https://doi.org/10.3390/educsci12010028>
- Najjar, E., Pirkhaefi, A., Manavipour, D., & Nejati, V. (2023). The effectiveness of executive functions neuropsychological rehabilitation on students' memory. *Journal of Behavioral Sciences Research*, 21(3), 513–526. <https://rbs.mui.ac.ir/article-1-1570-fa.html> [In Persian]
- Nejati, V. (2018). *Comprehensive handbook of cognitive rehabilitation in developmental disorders*. Roshd-e Farhang Publications. [In Persian]
- Nelson, J. M., & Gregg, N. (2012). Depression and anxiety among transitioning adolescents and college students with ADHD, dyslexia, or

- comorbid ADHD/dyslexia. *Journal of Attention Disorders*, 16(3), 244–254. <https://doi.org/10.1177/1087054710370561>
- Nematy, S., Badri Gargari, R., Vahedi, S., & Mehreganfard Jirandeh, Z. (2024). The application of cognitive rehabilitation on comprehension, production, and numerical calculations of students with specific learning disabilities with math impairment. *Quarterly Journal of Applied Psychological Research*, 15(1), 53–72. <https://doi.org/10.22059/japr.2024.333955.644085> [In Persian]
- Norouzbakhsh Hajikandi, R., Hashemi, R., & Rezaei, A. (2021). The effectiveness of cognitive rehabilitation on working memory capacity of third-grade elementary students with specific learning disability (reading) with gender moderation. *Scientific Journal of Education and Evaluation (Quarterly)*, 14(53), 111–132. <https://doi.org/10.30495/jinev.2021.683370> [In Persian]
- Papanastasiou, F. (2017). Executive functions and their role in learning disabilities. *J Psychol Brain Stud*, 1(3), 17.
- Poldrack, R. A. (2010). Mapping mental function to brain structure: How can cognitive neuroimaging succeed? *Perspectives on Psychological Science*, 5(6), 753–761. <https://doi.org/10.1177/1745691610388777>
- Rafiee Khah, M., Arjmandnia, A., & Sharifi, A. (2024). Effect of Cognitive Inhibition-Based Games on Working Memory and Planning of Students With Reading Disorder. *Empowerment of Exceptional Children*, 15(1), 12–23. <https://www.magiran.com/p2744746> [In Persian]
- Rafikhah, M., Arjmandnia, A. A., & Sharifi, A. (2024). The effect of inhibition-based cognitive games on working memory and planning in students with reading disorder. *Empowerment of Exceptional Children*, 15(1), 12–23. <https://www.magiran.com/p2744746> [In Persian]
- Rao, N. (2023). Computerized cognitive training interventions for children with learning difficulties: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 14, 11060126. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.11060126>
- Raven, J. (2000). The Raven's progressive matrices: Change and stability over culture and time. *Cognitive Psychology*, 41(1), 1–48. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0735>
- Roy, S. (2018). Auditory working memory and language processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 30(6), 869–876. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01238
- Saeidmanesh, M., Vaziri, F., & Azizi Bondarabadi, M. (Advance online publication). Examining the effectiveness of computerized cognitive rehabilitation on the working memory of students with learning disabilities. *Journal of Disability Studies*
- Schuchardt, K., Maehler, C., & Hasselhorn, M. (2008). Working memory deficits in children with specific learning disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 41(6), 514–523. <https://doi.org/10.1177/0022219408321124>
- Stone, L. A., Benoit, L., Martin, A., & Hafler, J. (2023). Barriers to identifying learning disabilities: A qualitative study of clinicians and educators.

- Academic Pediatrics*, 23(6), 1166–1174.
<https://doi.org/10.1016/j.acap.2023.06.006>
- Trigueiro, M. J., Lopes, J., Simões-Silva, V., Vieira de Melo, B. B., Simões de Almeida, R., & Marques, A. (2024). Impact of VR-based cognitive training on working memory and inhibitory control in IDD young adults. *Healthcare (Basel)*, 12(17).
<https://doi.org/10.3390/healthcare12171705>
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS One*, 12(2), e0170845.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>
- Vismeh, M., Estaki, M., & Mirzakhani, N. (2023). Comparing the effectiveness of executive function training based on computer games and sensory integration on dyslexia symptoms in students. *Psychology of Exceptional Individuals*, 13(49), 146–172.
<https://doi.org/10.22054/jpe.2022.62970.2366> [In Persian]
- Weschler, D. (2014). WISC-V: Wechsler Intelligence Scale for Children. Fifth Edition. Pearson.
- Westerberg, H., & Klingberg, T. (2007). Changes in cortical activity after training of working memory — a single-subject analysis. *Physiology & Behavior*, 92(1–2), 186–192.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.041>
- Wiest, & et al. (2022). Utilizing cognitive training to improve working memory in ADHD and SLD. *Unknown Journal*.
- Yasar, H. J., Pirani, Z., & Ali, Z. E. (2024). A parental burnout modelling based on perfectionism mediated through self-compassion in parents of students suffering from specific learning behavioral disorder. *Acta Psychologica*, 246, 104227.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104227>
- Yigit, S., Ozcan, D., & Erden, F. (2021). Computer-assisted cognitive interventions and motivation in children with learning disabilities. *Child Neuropsychology*, 27(6), 789–805.
<https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1753277>
- Zeinali, M., Khosrojauid, M., Abolghasemi, A., & Kosha, M. (2021). Comparison of visual-spatial perception and auditory temporal processing in children with specific learning disorder, nonverbal learning disorder, and attention deficit/hyperactivity disorder. *Psychology of Exceptional Individuals*, 11(43), 27–61.
<https://doi.org/10.22054/jpe.2021.60348.2314> [In Persian]
- Zeinali, M., Khosrowjauid, M., Abolghasemi, A., & Kousha, M. (2021). Comparison of Visual-Spatial Perception and Auditory Temporal Processing in Children With Specific Learning Disorder, Nonverbal Learning Disorder, and ADHD. *Journal of Exceptional Individuals*, 11(43), 27–61. <https://doi.org/10.22054/jpe.2021.60348.2314>