



A Comparative Investigation into the Effectiveness of Computer Assisted Cognitive Rehabilitation and Virtual Reality-Based Interventions on Enhancing Sensorimotor Abilities and Working Memory in Children with Reading Challenges

Esmail Khanjani

PhD Student in General Psychology,
Department of Psychology, Arak Branch,
Islamic Azad University, Arak, Iran.

Mohammad Reza Bayat *

Assistant Professor, Department of Psychology,
Andimeshk Branch, Islamic Azad University,
Andimeshk, Iran.

Seyyed Mohammadreza Alavizadeh

Assistant Professor, Department of
Psychology, Tehran Institute of Clinical Sport
Psychology, Tehran, Iran.

Abstract

This study aimed to compare the effectiveness of computer-aided cognitive rehabilitation (CACR) and virtual reality (VR)-based interventions on sensorimotor skills and working memory in children with reading difficulties. To achieve this objective, this research adopted a semi-experimental pre-test, follow-up, and control group design. The statistical population encompassed all students grappling with a specific learning disorder related to reading in the city of Arak for the summer of ۲۰۲۳. A simple random sampling method was used to randomly select ۳۰ participants. These individuals were then allocated to three groups, including computer-assisted, virtual reality, and control groups, to undergo intervention. Kirchner's (۱۹۸۵)

* Corresponding Author: bayatmr۰۴@gmail.com

How to Cite: Khanjani, I., Bayat, M. R., Alavizadeh, S. M. (۲۰۲۴). A Comparative Investigation into the Effectiveness of Computer Assisted Cognitive Rehabilitation and Virtual Reality-Based Interventions on Enhancing Sensorimotor Abilities and Working Memory in Children with Reading Challenges, *Journal of Psychology of Exceptional Individuals*, ۱۴(۵۵), ۱۶۷-۲۰۴. DOI: ۱۰.۲۲۰۵۴/jpe.۲۰۲۵,۷۹۳۷۵,۲۶۹۵

working memory task was utilized to assess their progress. Subsequently, a follow-up test was administered after three months to evaluate the participants' performance. The control group in this study did not undergo any intervention. Multivariate analysis of variance supplemented with the Benferroni test was employed to analyze the data. The results highlighted that both computer-assisted cognitive rehabilitation and virtual reality interventions significantly improved auditory and visual attention, as well as working memory, in participants from the test group. Moreover, these positive effects persisted in the follow-up evaluation conducted three months later. The findings demonstrated that the computer-assisted cognitive rehabilitation group showed superior effectiveness in both the test and follow-up stages ($p=0.000$). Based on these results, it can be concluded that both treatments, with a particular emphasis on computer-assisted cognitive rehabilitation, can be employed to improve sensorimotor abilities and working memory, ultimately mitigating the severity of reading disorders.

Keywords: Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation, Reading Learning Disorder, Sensory-Motor Benefit, Virtual Reality, Working Memory.

Extended Abstract

۱. Introduction

Specific reading disorders, commonly known as dyslexia, present a substantial neurodevelopmental challenge to children. These disorders typically involve difficulties in accurate word recognition, reading fluency, and comprehension, which subsequently lead to diminished academic performance and compromised day-to-day functioning. In addition to reading difficulties, children afflicted with learning disabilities often exhibit deficiencies in sensorimotor integration and working memory, essential elements of cognitive and academic growth. The emergence of cutting-edge technologies has ushered in novel intervention strategies, notably computer-aided cognitive rehabilitation (CACR) and virtual reality (VR)-based therapies, specifically tailored to augment these abilities. This investigation endeavors to examine the comparative efficacy of CACR and VR interventions in ameliorating sensorimotor benefits (visual and auditory attention) and working memory in children grappling with reading disabilities. The study is set in Arak, Iran, during the summer of ۲۰۲۳, striving to pinpoint the most effective therapeutic methods for diminishing the severity of these reading-related challenges.

Research Question

Does a substantial difference exist between the effectiveness of computer-aided cognitive rehabilitation and virtual reality-based interventions in augmenting sensorimotor benefits and working memory among children contending with reading difficulties?

۲. Literature Review

Specific learning disorders, particularly dyslexia, exhibit persistent challenges in academic skill acquisition despite sufficient intellectual capabilities and educational prospects. In Iran, incidence rates of learning disorders vary and have been estimated at ۱۱% for children. Notably, reading difficulties account for at least ۹% of these cases. Sensorimotor integration, as posited by Ayres (۱۹۸۹), pertains to the brain's capacity to process sensory data efficiently for effective interaction with the environment. Notably, children grappling with learning disabilities often struggle with fine and gross motor skills, coordination, and precise temporal accuracy, indicating a link between sensorimotor functionality and learning outcomes, as suggested by

various research studies. Additionally, working memory, a cognitive system for temporary storage and manipulation of information, frequently exhibits impairment among these individuals, thereby contributing to reading difficulties. Theoretical frameworks, exemplified by Piaget and Hebb, underscore the fundamental role of sensorimotor learning in cognitive development, while contemporary research highlights the significance of working memory in academic achievement. Interventions such as CACR employ structured, computer-based activities with audiovisual feedback to bolster cognitive skills, making them adaptable to individual needs and fostering neuroplasticity. In contrast, VR-based therapies immerse users in immersive 3D environments, aiming to promote motor and cognitive rehabilitation. According to prior studies, CACR can significantly improve working memory and executive functions, while VR shows potential in enhancing motor coordination and sustained attention.

۲. Methodology

This study utilized a quasi-experimental pretest-follow-up design with a control group. The statistical population consisted of students diagnosed with reading-specific learning disorders in Arak, Iran, during the summer of ۲۰۲۳, with ۳۰ participants randomly selected via simple random sampling from the Hope Learning Disorders Rehabilitation Clinic and subsequently randomly assigned to three groups: CACR (n=۱۰), VR (n=۱۰), and Control (n=۱۰). For participants to be eligible, they had to meet the following criteria: a confirmed reading disorder diagnosis, willingness to participate, and absence of concurrent psychiatric conditions or medication use. The participants in the CACR group engaged in a series of ۱۲ sessions (each session lasting ۳۰ minutes) focused on enhancing sustained, selective, focused, and divided attention, along with working memory skills, based on a protocol adapted from Shokri et al. The VR group completed ۱۲ sessions (each session lasting ۳۰ minutes, twice weekly) in accordance with the protocol established by Nijman et al. (۲۰۲۰), emphasizing the enhancement of visual and auditory selective attention, as well as cognitive flexibility. In contrast, the control group received no intervention. Kirchner's (۱۹۸۰) working memory task served as the assessment tool, with data being analyzed using

Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) supplemented with Bonferroni's post-hoc tests in SPSS ۲۶.

۴. Results

A comparative analysis revealed that both CACR and VR interventions yielded significant improvements in both auditory and visual attention and working memory in the respective experimental groups, compared to the control group. Furthermore, the positive effects persisted during the three-month follow-up period. Notably, no significant intergroup differences were observed in the baseline scores ($p > 0.05$). Post-intervention, the CACR group exhibited greater improvements in auditory attention ($M=110.00$, $SD=13.27$) and visual attention ($M=110.80$, $SD=9.00$) compared to the VR group ($M=109.30$, $SD=8.64$; $M=113.80$, $SD=7.02$, respectively) and control ($M=70.20$, $SD=16.12$; $M=76.30$, $SD=12.10$). Working memory scores followed a similar trend, with CACR ($M=8.71$, $SD=0.79$) outperforming VR ($M=8.20$, $SD=0.07$) and control ($M=2.97$, $SD=0.97$) in the posttest phase ($p < 0.0001$). Follow-up results confirmed the persistence of these gains, with CACR maintaining superior efficacy ($p < 0.0001$). Statistical significance was supported by MANOVA (Wilks' Lambda, $p < 0.0001$) and Bonferroni tests, highlighting CACR's greater effectiveness across all measured domains.

Table ۱. Results of interventions carried out

Variable	Source	Posttest	Follow
Auditory Attention	F	۲۵,۹۶	۲۲,۲۹
	Significance	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۱
	Eta	۰,۶۵	۰,۶۲
Visual Attention	F	۵۳,۴۸	۴۵,۷۸
	Significance	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱
	Eta	۰,۷۹	۰,۷۵
Working Memory	F	۱۲,۷۰	۹,۸۱
	Significance	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۱
	Eta	۰,۴۸	۰,۴۲

The observed outcomes suggested that both CACR and VR interventions were effective, with CACR demonstrating enhanced performance in sensorimotor benefits and working memory

improvement, possibly due to the structured, feedback-driven approach inherent in CACR.

9. Discussion

The results of the study demonstrated that both interventions yielded significant improvements compared to the control group, with a maintenance of effects observable at the three-month follow-up ($p < .0001$). Notably, CACR outshone VR in the pre-test and follow-up phases ($p < .0001$), aligning with prior research emphasizing its efficacy in enhancing cognitive abilities through structured feedback (Bbrarjanian Behrnariri et al., 2020; Bavonita et al., 2019). These findings revealed that VR demonstrated potential, in alignment with studies highlighting immersive benefits (Fu & Ji, 2023). Notably, however, VR was found to be less effective than CACR (Bbrarjanian Behrnariri et al., 2020; Bavonita et al., 2019) in comparison to control group (Bbrarjanian Behrnariri et al., 2020; Bavonita et al., 2019).

10. Conclusion


Despite certain limitations such as a small sample size, the study substantiated CACR as a superior tool for mitigating the severity of reading disorders. Meanwhile, VR emerged as a promising emerging option requiring further investigation.

Acknowledgments

We extend our heartfelt gratitude to all the parents and participants who graciously took part in this study.

مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی بر بهره‌حسی حرکتی و حافظه کاری کودکان دارای اختلال یادگیری خواندن


دانشجوی دکتری رشته روان‌شناسی عمومی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

اسماعیل خانجانی 

استادیار گروه روان‌شناسی، واحد اندیمشک، دانشگاه آزاد اسلامی، اندیمشک، ایران.

محمد رضا بیات  *

استادیار گروه روان‌شناسی، مؤسسه عصب روان‌شناسی بالینی ورزشی تهران، تهران، ایران.

سید محمد رضا علوی‌زاده 

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی بر بهره‌حسی حرکتی و حافظه کاری کودکان دارای اختلال یادگیری خواندن بود. روش: طرح پژوهش حاضر نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون پس‌آزمون و پیگیری سه‌ماهه با گروه گواه بود. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص از نوع خواندن شهر اراک در تابستان سال ۱۴۰۲ بودند که بر اساس نمونه‌گیری تصادفی ساده تعداد ۳۰ نفر از آن‌ها انتخاب شدند و با استفاده از گمارش تصادفی در گروه‌های ۱۰ نفری رایانه‌یار، واقعیت مجازی و گواه قرار مورد مداخله قرار گرفتند و توسط تکلیف سنجش حافظه کاری کرچنر (۱۹۸۵) سنجش شدند. سپس شرکت کنندگان بعد از سه ماه جهت انجام آزمون پیگیری، مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند. گروه گواه نیز در طی پژوهش هیچ‌گونه مداخله‌ای دریافت نکردند. در پایان نیز برای تحلیل داده‌ها نیز از روش تحلیل واریانس چندمتغیره با آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. یافته‌ها: هر دو مداخله توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و واقعیت مجازی توانستند باعث بهبود و افزایش میزان بهره‌شنیداری و دیداری و حافظه کاری در شرکت کنندگان گروه آزمایش

شوند و این اثربخشی در آزمون پیگیری ۳ ماهه نیز حفظ شد. از نظر شدت اثربخشی نیز نتایج نشان داد که گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار در هر دو مرحله پس‌آزمون و پیگیری، اثربخشی بیشتری داشت (P. ۰/۰۰۰۱). نتیجه‌گیری: از هر دو درمان، به‌خصوص درمان مبتنی بر توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار می‌توان در افزایش بهره‌حسی حرکتی و حافظه فعال بهره‌گرفت تا بتوان میزان شدت اختلال خواندن را کاهش داد.

کلیدواژه‌ها: بهره‌حسی - حرکتی، توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار، حافظه کاری اختلال یادگیری خواندن واقعیت مجازی.

مقدمه

اختلال یادگیری خاص^۱ نوعی از اختلالی عصبی-تحوالی است که با منشأ ژنتیکی، باعث نقص در دریافت، پردازش و ذخیره کردن اطلاعات می‌شود (زکریا و ملک^۲، ۲۰۲۲). این اختلالات را می‌توان به‌عنوان یک شرایط خاص توصیف کرد که مشکلات مداومی در رشد مهارت‌های خواندن^۳ (نارساخوانی)، نوشتن^۴ (نارسانویسی) یا ریاضیات^۵ (نارسایی حساب) در طول سال‌های مدرسه به وجود می‌آورد (انجمن روانشناسی آمریکا^۶، ۲۰۲۲). یکی از انواع، اختلال یادگیری خاص از نوع نقص خواندن یا نارساخوانی است. مشکلات خواندن به سه دسته درست خواندن واژه‌ها^۷، سرعت و فصاحت خواندن^۸ و درک مطالب شفاهی^۹ تقسیم می‌شوند به‌عبارت‌دیگر ویژگی اصلی این اختلال عبارت است دشوار، کند و نادرست خواندن کلمات، مشکل در درک معنای آنچه خوانده می‌شود و مشکل در هجی کردن است (سادوک، سادوک و رونیز^{۱۰}، ۱۴۰۱؛ کیشور^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱). شیوع اختلالات یادگیری در ایران ۱۱ درصد اعلام شده است که از این میان حداقل ۹ درصد را اختلال خواندن تشکیل می‌دهند (سیف نراقی و نادری، ۱۳۹۵).

از جمله مواردی که این کودکان می‌توانند در آن مشکل پیدا کنند، بهره حسی حرکتی است (توسزگی^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۳). آیزرز^{۱۳} (۱۹۸۹) یکپارچگی حسی را فرآیندی عصب‌شناختی می‌داند که مغز اطلاعات حسی به‌دست‌آمده از بدن فرد و محیط را تفسیر و ساماندهی می‌کند و برای کاربرد مؤثر و مناسب بدن در محیط بکار می‌گیرد. وی

-
۱. Specific learning disorder
 ۲. Zakaria & Malek
 ۳. Dyslexia
 ۴. Dysgraphia
 ۵. Dyscalculia
 ۶. American Psychiatric Association
 ۷. Correct reading of the words
 ۸. Speed and fluency of reading
 ۹. Understanding oral content
 ۱۰. Sadok, Sadok & Runes
 ۱۱. Kishore
 ۱۲. Tószegi
 ۱۳. Ayres

اختلال در یکپارچگی حسی را موجب اختلال در یادگیری و رفتارهای پیچیده می‌داند و بیان می‌کند که توانایی ترکیب اطلاعات حسی در تعامل مؤثر با محیط به فرد کمک می‌کند. گزل (۱۹۵۴) و گالهو (۲۰۰۶) معتقدند که فرایندهای ذهنی عالی‌تر، پس از رشد سیستم‌های حرکتی و ادراکی و نیز برقراری ارتباط میان یادگیری حرکات و ادراک به وجود می‌آیند (به نقل از ساداتی فیروزآبادی و عباسی، ۱۳۹۵). هب (۱۹۴۹) یادگیری حرکتی اولیه را مهم می‌داند و پیازه هم تأکید می‌کند که یادگیری حسی- حرکتی، رشد ادراکی و شناختی پیچیده‌تر بعدی را پایه‌گذاری می‌کند (قدیریان و همکاران، ۱۳۹۶). در همین زمینه مطالعات مختلفی به تفاوت بین کودکان دارای اختلال یادگیری و عادی در مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف اشاره کرده‌اند. به‌عنوان مثال، در یک مطالعه مروری به دارا بودن اختلالات حرکتی در این کودکان اشاره شد. علاوه بر این، کودکان مبتلا به اختلالات یادگیری عملکرد ضعیف‌تری در دقت زمان‌بندی هماهنگی حرکتی و نقص‌های قابل توجهی در وظایف دو دستی نشان می‌دهند و خطاهای متوالی بیشتری در این زمینه دارند (بلانچت و اسیانت^۱، ۲۰۲۲). حسین و همکاران (۲۰۲۰) نیز در یک مطالعه مقطعی نشان دادند که تفاوت قابل توجهی بین کودکان مبتلا به انواع مختلف اختلال یادگیری با همسالان عادی وجود دارد. پژوهشگران تأکید دارند که حواس نه فقط در احساسات، عواطف و حس زیبایی‌شناختی که در تفکر نیز نقش دارند و به کارگیری حواس بیشتر به معنای کارآمدی بیشتر فرایند یادگیری-تدریس و بالا بردن اطلاعات است (کاتای^۲ و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین بر اساس مطالعات به نظر می‌رسد بهره حسی نقش قوی در بازگردانی، ذخیره اطلاعات و حافظه بلندمدت و به‌طور کلی در یادگیری دارند (ژو^۳ و همکاران، ۲۰۲۰).

یکی دیگر از عوامل مطرح در سبب‌شناسی اختلال‌های ویژه یادگیری، نقایص شناختی مربوط به حافظه کاری^۴ است که ظرفیت محدود آن یکی از اصلی‌ترین عوامل

۱. Blanchet & Assaiante

۲. Kátai

۳. Zhou

۴. Working Memory

مقایسه اثربخشی توان بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی...؛ خانجانی و همکاران | ۱۷۷

تعیین کننده تفاوت‌های فردی در توانایی‌های شناختی شناخته می‌شود (سوانسون^۱، ۲۰۱۵) و از جمله مواردی است که می‌تواند با بهره‌حسی - حرکتی در کودکان در معرض اختلال یادگیری ارتباط داشته باشد (توسزگی و همکاران، ۲۰۲۳). حافظه کاری یک فرآیند شناختی است که مسئول پردازش و دست‌کاری اطلاعات در حین انجام چند کار با سایر عملیات شناختی است (بدلی^۲، ۱۹۹۲). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که شبکه حافظه کاری مطلوب می‌تواند به دستاوردهای شناختی گسترده‌تر منجر شود (جونز^۳ و همکاران، ۲۰۲۲). از همین جهت وجود نقص در حافظه کاری می‌تواند در کودکان دارای اختلال یادگیری نقش داشته باشد (ماهلر و چوچاردت^۴، ۲۰۱۶؛ لویز - رسا و مورادلا - سپولودا^۵، ۲۰۲۳). اگرچه دیدگاه‌های نظری متعددی سعی می‌کنند عملکرد اصلی حافظه فعال را تبیین اختلال یادگیری تبیین کنند، اما همه آن‌ها در این مسئله معتقدند که حافظه فعال دارای محدودیت‌هایی در میزان ظرفیت اندک نگره‌داری موقت دروندادها و میزان پردازش است (گومز - ویگا و همکاران، ۲۰۱۳). به عبارتی، حافظه کاری معیوب به معنای کاهش ظرفیت برای دسترسی، نگهداری یا بازیابی اطلاعات است. کودکان به ظرفیت حافظه کاری کافی برای توسعه صحیح مهارت‌های تحصیلی پایه خود نیاز دارند (پنگ^۶ و همکاران، ۲۰۱۸) تا بتوانند در امور مانند امور تحصیلی پیشرفت کنند. همچنین پژوهش‌های مختلف در زمینه حافظه نشان داده‌اند که کودکان دارای اختلال‌های یادگیری خاص عملکرد ضعیف‌تری در حافظه کاری دارند (گیری^۷ و همکاران، ۲۰۱۲، شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶).

تا همین اواخر، فرض بر این بود که حافظه فعال را نمی‌توان با آموزش بهبود بخشید

۱. Swanson

۲. Baddeley

۳. Jones

۴. Maehler & Schuchardt

۵. López-Resa & Moraleda-Sepúlveda

۶. Peng

۷. Geary

(هسل - واید^۱، ۲۰۱۶)، اما اثربخشی بعضی از مداخلات به اثبات رسیده است که به همین دلیل انجام مداخلات جهت درمان این اختلال اهمیت پیدا می‌کند. در همین زمینه درمان‌های مختلفی برای این گونه از افراد وجود دارد. یکی از این مداخلات، درمان بر اساس توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار^۲ است. در واقع توان‌بخشی شناختی به معنای ارائه خدمات درمانی برای تقویت حوزه‌های دچار آسیب‌دیدگی و جایگزینی الگوهای جدید برای جبران کردن یک اختلال خاص است (شهبازی، ۱۳۹۰). این درمان با استفاده از تمرین‌هایی باعث افزایش مهارت و توانایی شناختی می‌شود که می‌تواند موجب تغییرات قابل توجهی در سطوح رفتاری و سطوح نورواناتومیکی و کارکردی شود (ربیع پور و همکاران، ۲۰۱۲). این ابزار، بیشتر از بازخورد صوتی و تصویری به‌عنوان یک محرک انگیزشی استفاده می‌کنند. علاوه بر این، این ابزارها امکان تغییر نوع، مدت و دشواری کارها را برای انطباق مداخله با توانایی‌های فردی فراهم می‌کنند. تمرین‌ها بر اساس حوزه شناختی تحریک‌شده گروه‌بندی می‌شوند و با توانایی‌های بیمار سازگار می‌شوند تا از ناامیدی ناشی از کارهای خیلی پیچیده یا خیلی ساده جلوگیری کنند (ویلوی^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). این وسیله می‌تواند از طریق شبیه‌سازی حوزه‌های شناختی مختلف، با پیامدهای مثبت بر انگیزه بیمار، از آموزش ترمیمی در عملکردهای شناختی پشتیبانی کنند (دiaz بگوئرو^۴ و همکاران، ۲۰۲۲).

یکی دیگر از درمان‌های مناسب برای کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص از نوع نقص خواندن، درمان بر اساس واقعیت مجازی (VR)^۵ است. واقعیت مجازی به طیف وسیعی از فناوری‌ها بر اساس محیط‌های سه‌بعدی شبیه‌سازی شده کامپیوتری اطلاق می‌شود که برای ارائه اطلاعات حسی پیچیده و مصنوعی و ایجاد دنیای مجازی با تصاویر و

۱. Häsel-Weide

۲. computer-assisted cognitive rehabilitation

۳. Vilou

۴. Diaz Baquero

۵. virtual reality

مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی...؛ خانجانی و همکاران | ۱۷۹

صداهاى به‌ظاهر واقعى براى كاربر استفاده مى‌شود. (افرىدى^۱ و همكاران، ۲۰۲۲). اين درمان به‌عنوان يك رويكرد جديد براى بهبود اختلال‌هاى گوناگونى ابداع شده است كه در آن مزيت‌هاى مجازى سه‌بعدى را در زمان واقعى مى‌توان كشف كرد (گارت^۲ و همكاران، ۲۰۱۸). در اين نوع درمان، فرد درون محيط شبیه‌سازى شده رایانه‌ای غوطه‌ور شده و به‌طور دیداری، شنیداری، لامسه‌ای و یا با کمک سایر حواس خود با بیماری یا مشکل خود روبه‌رو می‌شود (املکامپ^۳ و همکاران، ۲۰۰۲). اخیراً، مارسکا^۴ و همکارانش (۲۰۲۲) دریافتند که یک برنامه توان‌بخشی مبتنی بر واقعیت مجازی تأثیرات مثبتی بر برخی از حوزه‌های شناختی و توانایی‌های یادگیری (کلمه‌خوانی و نوشتن هم‌آوایی) در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص دارد. در واقع توان‌بخشی حرکتی مبتنی بر واقعیت مجازی می‌تواند وظایف تکراری با شدت بالا و بازخورد حسی-حرکتی فوری را در مورد عملکرد فعالیت کودکان که بخش مهمی از یادگیری کودکان است، ارائه دهد (کویی^۵، ۲۰۱۸). هدف از این درمان ارائه یک تجربه معتبر به کاربران با قرار دادن آن‌ها در یک محیط امن و قابل کنترل است. افزایش مقرون‌به‌صرفه بودن کاربردهای فناوری اطلاعات، شرایط مطلوبی را ایجاد می‌کند و فرصت‌های فزاینده‌ای را برای استفاده از واقعیت مجازی در فرآیندهای آموزشی ارائه می‌دهد (کینگ^۶ و همکاران، ۲۰۱۸). دو ویژگی این مداخله می‌تواند به فرآیند آموزش در دانش‌آموزان کمک کند: «حس حضور و توانایی‌های تجسم و دست‌کاری در بعد سوم (جانسون - گلنبرگ^۷، ۲۰۱۸) که این موضوع در دانش‌آموزان دارای اختلالات یادگیری می‌تواند مفید و اثربخش باشد.

در ارتباط با پیشینه پژوهشی مرتبط با عنوان پژوهش، در زمینه اثربخشی روش توان‌بخشی رایانه‌یار، پژوهش‌های فراوانی تأثیر این روش بر بهره‌حسی حرکتی (برارجانیان

-
۱. Afridi
 ۲. Garrett
 ۳. Emmelkamp
 ۴. Maresca
 ۵. Coie
 ۶. King
 ۷. Johnson-Glenberg

بهنمیری و همکاران، ۱۴۰۰؛ بوناویتا^۱ و همکاران، ۲۰۱۵؛ فیضی پور و همکاران، ۲۰۱۹) و حافظه کاری (میرزائی و همکاران، ۱۴۰۰؛ نظری و همکاران، ۱۴۰۰؛ هاشمی و همکاران، ۱۳۹۸؛ روبلو – کاسترو^۲ و همکاران، ۲۰۲۳) اثربخش است. همچنین نتایج ماهلر، جورن و شوچارت^۳ (۲۰۱۹) نشان دادند که مداخله رایانه‌یار در یک بازه زمانی سه‌ماهه بر روی صفحه دیداری-فضایی و حافظه کاری اثر مستقیم داشته است. همچنین در زمینه اثربخشی درمان بر اساس واقعیت مجازی دی‌الیویرا^۴ و همکاران (۲۰۲۱) در یک فراتحلیل گزارش کردند که واقعیت مجازی در درمان‌های توان‌بخشی انگیزه‌بخش بوده و نتایج بهتری نسبت به درمان‌های سنتی نشان می‌دهد. بر طبق پژوهش‌های قبلی، این مداخله می‌تواند مهارت‌های حرکتی افراد دارای ناتوانی‌های رشدی را بهبود ببخشد (فو و جی^۵، ۲۰۲۳). همین‌طور راوی^۶ و همکاران (۲۰۱۷)، عبدلهالم^۷ و همکاران (۲۰۲۲) و موحدی و پاکزاد (۱۳۹۹) نیز در پژوهش‌های مختلفی بر اثربخشی این روش درمانی بر بهبود بهره‌حسی – حرکتی اذعان داشتند. از طرفی دیگر تأثیر واقعیت مجازی بر بهبود حافظه کاری در سالمند دارای آسیب‌شناختی خفیف (ساسانی و همکاران، ۱۴۰۱)، افراد مبتلا بر اختلال نقص توجه – بیش‌فعالی (کن‌ها^۸ و همکاران، ۲۰۲۳؛ کوریگان^۹ و همکاران، ۲۰۲۳)، به اثبات رسیده است.

در راستای مباحثی که گفته شد و همین‌طور در باب اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر می‌توان گفت که بیش از ۲۵ درصد ناکامی‌های کودکان در مدارس ابتدایی از اختلال خواندن سرچشمه می‌گیرد. نارساخوانی در کودکان بدون توجه به جنس آن‌ها و در همه گروه‌های اجتماعی، سطوح ذهنی و نواحی جغرافیایی اتفاق می‌افتد (کرمی و

۱. Bonavita
۲. Robledo-Castro
۳. Maehler, Joerns, Schuchardt
۴. De Oliveira
۵. Fu & Ji
۶. Ravi
۷. Abdelhaleem
۸. Cunha
۹. Corrigan

مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی...؛ خانجانی و همکاران | ۱۸۱

همکاران، ۲۰۱۹). همچنین خلأ پژوهشی حاضر این است که در کشور ما از روش درمانی واقعیت مجازی برای درمان اختلال یادگیری کودکان بسیار کم استفاده شده است که لزوم انجام و بررسی اثربخشی این درمان احساس می‌شود. همچنین اگرچه پذیرفته شده است که درمان مبتنی بر واقعیت مجازی می‌تواند برای توان‌بخشی افراد مبتلا به اختلال یادگیری خاص اثربخش باشد، اما هنوز کاربرد آن محدود است (دی گیوستو^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). به عبارتی دیگر یکی از اهدافی که در پژوهش حاضر به‌عنوان اهمیت عنوان قابل ذکر است مقایسه این دو درمان با یکدیگر است؛ زیرا توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار دارای سابقه پژوهشی بیشتری است و اثربخشی آن در بسیاری از اختلالات به اثبات رسیده ولی مداخله مبتنی بر واقعیت مجازی به این شکل نبوده و عنوان یک درمان جدید مطرح است؛ بنابراین با مقایسه این درمان با درمان توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار می‌توان میزان اثربخشی آن را سنجید تا اندازه اثربخشی آن را با درمانی که قبلاً به اثبات رسیده است را مورد ارزیابی قرار داد.

در نتیجه سؤال پژوهش حاضر این بود که آیا بین اثربخشی واقعیت مجازی با توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار بر بهره‌حسی حرکتی و حافظه کاری کودکان دارای اختلال یادگیری خواندن تفاوت معناداری وجود دارد؟

روش

طرح پژوهش حاضر نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون پس‌آزمون و پیگیری سه‌ماهه با گروه گواه بود. جامعه آماری شامل دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص از نوع خواندن در سال ۱۴۰۲ مراجعه‌کننده به کلینیک توان‌بخشی اختلالات یادگیری امید شهر اراک بودند که توسط متخصص دارای اختلال یادگیری خاص از نوع خواندن شناسایی و تشخیص‌گذاری شده بودند. ابتدا با استفاده از پرسشنامه کلورادو و آزمون هوش و کسلر مورد غربالگری و هم‌تاسازی قرار گرفتند. سپس بر اساس نمونه‌گیری تصادفی ساده ۳۰ نفر

۱. Di Giusto

از آن‌ها انتخاب شدند و با استفاده از گمارش تصادفی در گروه‌های ۱۰ نفری رایانه‌یار، واقعیت مجازی و گواه قرار گرفتند. سپس گروه‌های رایانه‌یار (۱۲ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای) و واقعیت مجازی (۱۶ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای) مورد مداخله قرار گرفتند. در ادامه شرکت‌کنندگان بعد از گذشت سه ماه، جهت انجام آزمون پیگیری مورد ارزیابی قرار گرفتند. در انتها نیز جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از تحلیل واریانس چندمتغیره با آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد.

ملاک‌های ورود پژوهش شامل داشتن اختلال یادگیری خاص از نوع خواندن و تمایل به شرکت در پژوهش، عدم ابتلا به اختلال روان‌پزشکی دیگر (بر اساس خوداظهاری شرکت‌کنندگان)، عدم مصرف داروهای روان‌پزشکی (بر اساس خوداظهاری شرکت‌کنندگان) و ملاک‌های خروج از مطالعه شامل ابتلا به یک بیماری حاد و غیبت بیش از دو جلسه در طی انجام مداخله بود.

شیوه اجرای پژوهش نیز بدین صورت بود که بعد از شناسایی افراد دارای شرایط ورود به پژوهش و تقسیم‌بندی افراد شرکت‌کننده در هر گروه، مداخلات با توجه به هر گروه و در مرکز اختلالات یادگیری امید در شهر اراک انجام گرفت. قبل از مداخلات پیش‌آزمون اجرا شد و بعد از تمام شدن مداخلات نیز پس‌آزمون اخذ شد. در انتها نیز بعد از گذشت سه ماه از اجرای پس‌آزمون، مرحله پیگیری انجام پذیرفت. داده‌ها نیز با استفاده از تحلیل کوواریانس چند متغیره و آزمون تعقیبی بنفرونی و از طریق نرم‌افزار آماری SPSS-۲۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این پژوهش هیچ‌گونه ریزش یا افت آزمودنی وجود نداشت و تمامی شرکت‌کنندگان تا انتهای درمان باقی ماندند.

ابزار

پروتکل مداخله بازتوانی شناختی^۱ (شکری و همکاران، ۱۴۰۱): مداخله بازتوانی شناختی در قالب ۶ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای اجرا شد. محتوای جلسات بر اساس تمرینات توجه مستمر،

مقایسه اثربخشی توان بخشی شناختی رایانه یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی...؛ خانجانی و همکاران | ۱۸۳

توجه متمرکز، توجه انتخابی، توجه منقسم و حافظه فعال بود. شرح جلسات در ادامه مشخص شده است:

جلسه	هدف	شیوه اجرایی
۱	توجه مستمر	یک موتورسیکلت در جاده حرکت می کند. وظیفه مراجع این است که به محض رؤیت مانع، به سرعت کلید واکنش را فشار دهد. سطح دشواری با کاهش زمان واکنش تعیین می شود.
۲	توجه انتخابی	مراجع یک واگن را در یک تونل می راند. محرک های مرتبط و غیرمرتبط ناگهان از تاریکی درمی آیند. وظیفه مراجع این است که فقط به محرک های مرتبط پاسخ دهد. اگر او دیر پاسخ دهد یا در پاسخ دادن شکست بخورد بازخوردی به شکل غرش تندر و روشن شدن چراغ دریافت خواهد کرد. اگر مراجع به محرک نامربوط پاسخ دهد چراغ قرمز روشن خواهد شد.
۳	توجه متمرکز	یک قایق روی یک دریاچه در حال حرکت است. مراجع با محرک های متفاوتی مانند پرندگان در حال سروصدا، وزوز یا صدای موج مواجه می شود. وظیفه مراجع این است که به محرک های قبلاً تعریف شده پاسخ دهد بدون اینکه حواسش توسط دیگر محرک ها پرت شود.
۴	توجه تقسیم شده	در این برنامه از مراجع خواسته می شود که نقش افسر امنیت فرودگاه را بر عهده بگیرد. او باید مجموعه ای از صحنه ها را در چند نمایشگر کنترل مشاهده کند و هم زمان به اعلام های بلندگو نیز توجه نماید. وظیفه مراجع این است که با مشکلات پیش آمده در صحنه با فشار دادن کلید پاسخ مقابله کند. اگر مراجع در واکنش مناسب به یک مشکل یا اعلام مرتبط شکست بخورد، تصویر در همه کانال ها ثبت می شود و کانالی که مشکل در آن رخ داده مشخص می شود. حوادث نشان داده شده ادامه پیدا نمی کنند، مگر اینکه دکمه واکنش فشار داده شود. سطح دشواری با ازدیاد کانال هایی که باید پایش شوند، تعیین می شود.
۵	بازداری پاسخ	در این برنامه از مراجع خواسته می شود به بعضی از محرک ها پاسخ دهد و به بعضی دیگر پاسخ ندهد. سطح دشواری با غیرقابل پیش بینی بودن محرک ها مشخص می شود.
۶	حافظه فعال	در این برنامه از مراجع خواسته می شود که به شکل مستقیم و معکوس تعداد تصاویری که رؤیت می کند را پس از حذف به خاطر آورد. دشواری تکلیف با افزایش تصاویر مشخص می شود.

مداخله بر اساس واقعیت مجازی: این مداخله یک پروتکل ۱۲ جلسه ای و فردی است که توسط نیژمان و همکاران (۲۰۲۰) معرفی شده است. در پژوهش حاضر این مداخله به دلیل هماهنگی با گروه دیگر در ۱۲ جلسه و به صورت دو بار در هفته انجام شد. این روش توسط روانشناسی با مدرک کارشناسی ارشد روانشناسی بالینی و زیر نظر یک متخصص روانشناسی با مدرک دکتری ارائه شد. در ادامه روش اجرایی این پروتکل در جدول زیر

قابل مشاهده است.

جلسه	هدف	شیوه اجرایی
۱	آشنایی با مداخله و روش موردنظر	ارائه توضیحات جهت معرفی روش و آشنایی با ابزار مورد استفاده در این روش برای خانواده، استفاده والدین و کودک از هدست جهت آشنایی اولیه با محیط‌های تمرینات و یادگیری نحوه استفاده
۲	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری	کودک وارد فضای تمرین شده و با استفاده از دسته‌ها به تمام محرک‌ها ضربه می‌زند، در مرحله بعد فقط محرک‌های موردنظر را می‌زند، در هر بار درمانگر می‌تواند از پنل مدیریت محرک هدف را تغییر دهد.
۳	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری و شنیداری	کودک محرک‌های موردنظر را مشروط بر اینکه محرک‌های هدف بدون محرک مزاحم دیداری باشد، می‌زند، در مرحله بعد صدایی به‌عنوان محرک بازدارنده پخش می‌شود، هر وقت صدا پخش شد نباید محرک هدف را بزند با استفاده از دسته به محرک شبیه به محرک هدف ضربه می‌زند (استفاده از محرک‌های متحرک رنگی)
۴	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری، توجه انتقالی	کودک محرک‌های موردنظر را می‌زند درحالی‌که بعد از هر ۳ الی ۵ ضربه محرک هدف تغییر می‌کند. مرحله بعد محرک‌های موردنظر را می‌زند درحالی‌که محرک‌های تمیزی را هم در نظر می‌گیرد. کودک با استفاده از دسته به محرک شبیه به محرک هدف ضربه می‌زند (استفاده از محرک‌های رنگی).
۵	بهبود کارکردهای شناختی بر توجه انتخابی دیداری، توجه انتقالی	کودک محرک‌های موردنظر را می‌زند درحالی‌که محرک تمیزی را هم در نظر می‌گیرد و بعد از هر ۳ الی ۵ ضربه محرک هدف تغییر می‌کند. با استفاده از دسته به محرک شبیه به محرک هدف ضربه می‌زند (استفاده از محرک‌های متحرک بی‌رنگ). انجام یک مرحله تمرین کلاس درس مجازی
۶	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری، توجه تقسیم‌شده	کودک محرک‌های موردنظر را می‌زند درحالی‌که محرک تمیزی را هم در نظر می‌گیرد (استفاده از محرک تمیزی پیچیده‌تر). با استفاده از دسته به محرک شبیه به محرک هدف ضربه می‌زند (استفاده از محرک‌های ترکیبی).
۷	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری، توجه	کودک محرک‌های موردنظر را می‌زند، درحالی‌که محرک تمیزی را هم در نظر می‌گیرد (محرک تمیزی پیچیده‌تر) درحالی‌که هر ۳ الی ۵

جلسه	هدف	شیوه اجرایی
	انتقالی، توجه تقسیم شده	ضربه محرک هدف تغییر می کند. با استفاده از دسته به محرک شبیه به محرک هدف ضربه می زند (استفاده از محرک های ترکیبی پیچیده). انجام یک مرحله تمرین کلاس درس مجازی
۸	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری و شنیداری، توجه تقسیم شده	کودک محرک های مورد نظر را می زند در حالی که محرک تمیزی را هم در نظر می گیرد (محرک تمیزی پیچیده تر) در این مرحله صدایی پخش می شود به عنوان محرک بازدارنده، یعنی هر وقت صدا پخش شد نباید محرک هدف را بزند. تکرار مرحله شش به جهت رساندن خطاهای ارتکاب به حداقل.
۹	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید و توجه انتخابی دیداری، توجه تقسیم شده	کودک محرک های مورد نظر را می زند، در حالی که محرک تمیزی و محرک مزاحم دیداری را در نظر می گیرد. با استفاده از دسته به محرک شبیه به محرک های هدف ضربه می زند (استفاده از دو محرک هدف هم زمان).
۱۰	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری، توجه تقسیم شده	کودک محرک های مورد نظر را می زند، در حالی که محرک تمیزی و محرک مزاحم دیداری جایجا شدند (محرک مزاحم قبلی اکنون هدف است). با استفاده از دسته به محرک شبیه به محرک های هدف ضربه می زند (استفاده از دو محرک هدف پیچیده هم زمان).
۱۱	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری، توجه انتقالی، توجه تقسیم شده	شبیه به مرحله قبل اجرا می شود، در حالی که هر ۳ الی ۵ ضربه محرک هدف تغییر می کند. تکرار مرحله ۸ به جهت رساندن خطاهای ارتکاب به حداقل. انجام یک مرحله تمرین کلاس درس مجازی.
۱۲	بهبود کارکردهای شناختی با تأکید بر توجه انتخابی دیداری و شنیداری، توجه انتقالی، توجه تقسیم شده	مانند به مرحله قبل اجرا می شود و صدایی پخش می شود به عنوان عامل بازدارنده، یعنی هر وقت صدا پخش شد نباید محرک هدف زده شود. انجام هر مرحله با حداقل خطای ارتکاب و حذف.

تکلیف سنجش حافظه کاری کرچنر (۱۹۸۵)

این آزمون یک تکلیف سنجش حافظه کاری است که نخستین بار در سال ۱۹۸۵ توسط کرچنر معرفی شد. در این آزمون تعداد محرک بینایی به صورت متوالی بر روی صفحه

نمایشگر رایانه می‌شود و آزمودنی در صورت تشابه هر محرک با محرک قبل کلید شماره یک و در صورت عدم تشابه کلید شماره دو صفحه کلید را فشار می‌دهد فاصله زمانی ارائه هر محرک با محرک قبل کمتر از دو ثانیه در صورت انتخاب کلید اشتباه یک پاسخ برای آزمودنی ثبت می‌شود در انتها نمره‌های زمان واکنش و تعداد پاسخ‌های صحیح محاسبه می‌شود از آنجا که این تکلیف هم شامل نگهداری اطلاعات شناختی و هم دستکاری آن‌ها می‌شود برای سنجش عملکرد حافظه کاری بسیار مناسب است و در سال‌های اخیر به‌طور وسیعی در این زمینه به کار گرفته شده است پایایی این آزمون را با روش بازآزمایی ۰/۷۸ گزارش کرده‌اند (بوش^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین خیر و همکاران (۱۳۹۳) با روش روایی همگرا که یکی از انواع روایی‌های ساز است روایی ابزار را تائید و پایایی را با روش بازآزمایی ۰/۸۳ گزارش کردند.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر، میانگین سنی شرکت کنندگان برابر با ۱۰/۳۳ سال بود. همچنین از نظر جنسیت نیز، ۱۸ نفر پسر و ۱۲ نفر دختر بودند. در ادامه و در جدول (۱) میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مورد بررسی در هر سه گروه گزارش شده است. همچنین برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها در آزمودنی‌ها از مقادیر چولگی و کشیدگی استفاده شد.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مورد بررسی

گروه	متغیر	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی
توان بخشی شناختی رایانه‌یار	پیش‌آزمون بهره شنیداری	۷۱/۹۰	۱۱/۰۵	۱/۴۳	۳/۰۷
	پس‌آزمون بهره شنیداری	۱۱۰/۰۰	۱۳/۲۷	-۰/۳۷	-۰/۲۸
	پیگیری بهره شنیداری	۱۰۶/۵۰	۱۳/۸۹	-۰/۴۷	-۰/۵۰
	پیش‌آزمون بهره دیداری	۶۶/۷۰	۸/۱۳	۰/۴۴	-۰/۲۶

۱. Bush

مقایسه اثربخشی توان بخشی شناختی رایانه یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی...؛ خاتجانی و همکاران | ۱۸۷

گروه	متغیر	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی
	پس آزمون بهره دیداری	۱۱۵/۸۰	۹/۰۵	۰/۱۰	-۱/۴۲
	پیگیری بهره دیداری	۱۱۱/۴۰	۸/۹۵	۰/۳۶	-۱/۴۷
	پیش آزمون حافظه کاری	۲/۳۲	۰/۵۴	۱/۵۵	۱/۵۷
	پس آزمون حافظه کاری	۴/۷۱	۰/۷۹	-۰/۷۵	-۰/۱۶
	پیگیری حافظه کاری	۴/۴۵	۰/۶۹	-۰/۹۰	-۰/۰۷
واقعیت مجازی	پیش آزمون بهره شنیداری	۸۶/۱۰	۱۴/۹۴	-۰/۶۵	۰/۹۹
	پس آزمون بهره شنیداری	۱۰۹/۳۰	۴/۶۴	-۰/۶۰	-۱/۰۱
	پیگیری بهره شنیداری	۱۰۶/۴۰	۶/۳۸	-۰/۴۵	-۱/۰۰
	پیش آزمون بهره دیداری	۷۳/۳۰	۷/۰۵	-۰/۴۷	-۰/۹۳
	پس آزمون بهره دیداری	۱۱۳/۸۰	۷/۰۲	۰/۱۹	-۰/۶۱
	پیگیری بهره دیداری	۱۱۰/۲۰	۵/۶۵	-۰/۰۲	-۰/۷۳
	پیش آزمون حافظه کاری	۲/۳۴	۰/۶۷	۱/۶۹	۱/۶۶
	پس آزمون حافظه کاری	۴/۲۵	۰/۵۷	۰/۸۰	۰/۵۰
	پیگیری حافظه کاری	۴/۰۱	۰/۵۰	۰/۹۷	۱/۳۴
	پیش آزمون بهره شنیداری	۷۵/۰۰	۱۵/۲۳	۰/۵۸	-۰/۵۲
گواه	پس آزمون بهره شنیداری	۷۵/۲۰	۱۶/۱۲	۰/۵۳	-۰/۵۸
	پیگیری بهره شنیداری	۷۵/۴۰	۱۴/۰۸	۰/۴۰	-۱/۲۱
	پیش آزمون بهره دیداری	۱۰۷۵	۱۱/۹۸	۰/۶۹	-۰/۴۴
	پس آزمون بهره دیداری	۷۶/۳۰	۱۲/۱۰	۰/۱۹	-۰/۹۳
	پیگیری بهره دیداری	۷۶/۷۰	۱۳/۱۵	۰/۵۲	۱/۱۹
	پیش آزمون حافظه کاری	۲/۹۸	۰/۹۸	۱/۲۳	۱/۰۱
	پس آزمون حافظه کاری	۲/۹۷	۰/۹۷	۱/۲۲	۰/۶۷
	پیگیری حافظه کاری	۲/۹۶	۱/۰۲	۱/۳۷	۱/۳۰

همان طور که مشاهده می شود، میانگین و انحراف استاندارد هر یک از متغیرهای موردنظر در سه مرحله پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری گزارش شده است. همچنین مقادیر چولگی و کشیدگی بین +۲ تا -۲ بیانگر این مطلب است که توزیع متغیرهای پژوهش در بین آزمودنی ها نرمال است.

با توجه به مقایسه بیش از یک متغیر وابسته در سه گروه، از روش تحلیل کوواریانس چند متغیری (مانکووا) برای متغیر بهره‌شنیداری استفاده شد. در بررسی مفروضه‌ها و پیش‌شرط‌های مانکووا مشخص گردید که بین کوواریانس ماتریس‌های دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($\text{Box's } M = 48/361$ و $p = 0/0001$). آزمون کرویت بارتلت نیز نشان داد که همبستگی معناداری بین متغیرهای وابسته وجود دارد ($\text{Approx. } = 60/874$ و Chi-Square و $p = 0/0001$)؛ بنابراین پیش‌شرط‌های لازم برای اجرای تحلیل کوواریانس وجود داشت. بدین ترتیب، نتایج آزمون‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره مربوط به مقایسه گروه‌های موردبررسی در متغیر بهره‌شنیداری در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲. آزمون‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره برای متغیر بهره‌شنیداری

آماره	ارزش	F	df	سطح معناداری	مجذور اینای تفکیکی
T پیلاپی	۰/۹۱۹	۷/۳۶۷	۶	۰/۰۰۰۱	۰/۴۵۹
لامبدای ویلکز	۰/۲۱۷	۹/۵۶۸	۶	۰/۰۰۰۱	۰/۵۳۴

جدول (۲) نشان می‌دهد که اثر عضویت گروهی بر ترکیب خطی متغیر بهره‌شنیداری معنادار است؛ بنابراین، در ادامه آزمون‌های تک متغیری تحلیل کوواریانس موردبررسی قرار گرفته است. در بررسی پیش‌فرض این آزمون‌ها نیز آزمون لوین برای همگونی واریانس‌های خطا نشان داد که همگونی واریانس‌های خطا در متغیر بهره‌شنیداری برقرار است. جدول (۳) نتایج این آزمون‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. آزمون‌های اثرات بین گروهی برای متغیر بهره‌شنیداری و نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی

منبع	متغیرهای وابسته	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اینای تفکیکی	توان آماری
عضویت گروهی	پیش‌آزمون	۵۵۷/۴۳۳	۲/۸۹۴	۰/۰۷۳	۰/۱۷۷	۰/۵۱۹
	پس‌آزمون	۳۹۵۷/۲۳۳	۲۵/۹۳۵	۰/۰۰۰۱	۰/۶۵۸	۱/۰۰۰
	پیگیری	۳۲۱۳/۷۰۰	۲۲/۲۹۸	۰/۰۰۰۱	۰/۶۲۳	۱/۰۰۰

آزمون تعقیبی برای مقایسه های دوبه دو گروه ها					
مرحله	گروه (I)	گروه (J)	میانگین تفاوت (I-J)	خطای استاندارد	سطح معناداری
پیش آزمون	۱	۲	-۱۴/۲۰۰	۶/۲۰۶	۰/۰۹۱
	۱	۳	-۳/۱۰۰	۶/۲۰۶	۱/۰۰۰
	۲	۳	۱۱/۱۰۰	۶/۲۰۶	۰/۲۵۵
پس آزمون	۱	۲	۰/۷۰۰	۵/۵۲۴	۱/۰۰۰
	۱	۳	۳۴/۸۰۰	۵/۵۲۴	۰/۰۰۰۱
	۲	۳	۳۴/۱۰۰	۵/۵۲۴	۰/۰۰۰۱
پیگیری	۱	۲	۰/۱۰۰	۵/۳۶۹	۱/۰۰۰
	۱	۳	۳۱/۱۰۰	۵/۳۶۹	۰/۰۰۰۱
	۲	۳	۳۱/۰۰۰	۵/۳۶۹	۰/۰۰۰۱

۱: توان بخشی شناختی رایانه یار / ۲: واقعیت مجازی / ۳: گواه

جدول (۳) نشان می دهد که F مشاهده شده برای متغیر بهره شنیداری در مرحله پس آزمون و پیگیری معنادار است؛ بنابراین، میانگین گروه ها در متغیر بهره شنیداری تفاوت معناداری باهم دارند. حال به منظور بررسی اینکه تفاوت این متغیر بین گروه های مورد بررسی چگونه است، از آزمون بنفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که در مرحله پیش آزمون هیچ گونه تفاوتی بین سه گروه مورد بررسی وجود نداشت؛ اما در مرحله پس آزمون و پیگیری بین دو گروه توان بخشی شناختی رایانه یار با گروه گواه و همچنین بین دو گروه واقعیت مجازی با گواه تفاوت معناداری در متغیر بهره شنیداری وجود دارد. به طوری که با توجه به جدول میانگین ها (جدول ۱) نمرات گروه توان بخشی شناختی رایانه یار در بهره شنیداری در این مراحل بیشتر از گروه واقعیت مجازی بود. به عبارتی دیگر، در مرحله پس آزمون و پیگیری برنامه توان بخشی شناختی رایانه یار اثربخشی بیشتری نسبت به مداخله واقعیت مجازی دارد.

در ادامه به بررسی بهره دیداری پرداخته شده است. در بررسی مفروضه ها و

پیش‌شرط‌های مانکوا مشخص گردید که بین کوواریانس ماتریس‌های دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (Box's $M = 35/179$ و $p = 0/004$). آزمون کرویت بارتلت نیز نشان داد که همبستگی معناداری بین متغیرهای وابسته وجود دارد (Approx. $\chi^2 = 79/954$ و $p = 0/0001$)؛ بنابراین پیش‌شرط‌های لازم برای اجرای تحلیل کوواریانس وجود داشت. بدین ترتیب، نتایج آزمون‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره مربوط به مقایسه گروه‌های موردبررسی در متغیر بهره دیداری در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴. آزمون‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره برای متغیر بهره دیداری

آماره	ارزش	F	df	سطح معناداری	مجدور ایتهای تفکیکی
T پیلایی	۰/۹۴۶	۷/۷۸۴	۶	۰/۰۰۰۱	۰/۴۷۳
لامبدای ویلکز	۰/۱۱۷	۱۶/۰۲۳	۶	۰/۰۰۰۱	۰/۶۵۸

جدول (۴) نشان می‌دهد که اثر عضویت گروهی بر ترکیب خطی متغیر بهره دیداری معنادار است؛ بنابراین، در ادامه آزمون‌های تک متغیری تحلیل کوواریانس موردبررسی قرار گرفته است. در بررسی پیش‌فرض این آزمون‌ها نیز آزمون لوین برای همگونی واریانس‌های خطا نشان داد که همگونی واریانس‌های خطا در متغیر بهره دیداری برقرار است. جدول زیر نتایج این آزمون‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵. آزمون‌های اثرات بین گروهی برای متغیر بهره دیداری و نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی

منبع	متغیرهای وابسته	میانگین مجدورات	F	سطح معناداری	مجدور ایتهای تفکیکی	توان
عضویت گروهی	پیش‌آزمون	۱۹۵/۶۰۰	۲/۲۶۰	۰/۱۲۴	۰/۱۴۳	۰/۴۱۹
	پس‌آزمون	۴۹۵۰/۸۳۳	۵۳/۴۸۴	۰/۰۰۰۱	۰/۷۹۸	۱/۰۰۰
	پیگیری	۳۸۷۹/۶۳۳	۴۰/۷۸۹	۰/۰۰۰۱	۰/۷۵۱	۱/۰۰۰

مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی...؛ خاتجانی و همکاران | ۱۹۱

آزمون تعقیبی برای مقایسه‌های دوبه‌دو گروه‌ها					
مرحله	گروه (I)	گروه (J)	میانگین تفاوت (I-J)	خطای استاندارد	سطح معناداری
پیش‌آزمون	۱	۲	-۶/۶۰۰	۴/۱۶۱	۰/۳۷۳
	۱	۳	-۸/۴۰۰	۴/۱۶۱	۰/۱۶۱
	۲	۳	-۱/۸۰۰	۴/۱۶۱	۱/۰۰۰
پس‌آزمون	۱	۲	۲/۰۰۰	۴/۳۰۳	۱/۰۰۰
	۱	۳	۳۹/۵۰۰	۴/۳۰۳	۰/۰۰۰۱
	۲	۳	-۳۷/۵۰۰	۴/۳۰۳	۰/۰۰۰۱
پیگیری	۱	۲	۱/۲۰۰	۴/۳۶۲	۱/۰۰۰
	۱	۳	۳۳/۵۰۰	۴/۳۶۲	۰/۰۰۰۱
	۲	۳	۳۳/۵۰۰	۴/۳۶۲	۰/۰۰۰۱

۱: توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار / ۲: واقعیت مجازی / ۳: گواه

جدول (۵) نشان می‌دهد که F مشاهده‌شده برای متغیر بهره دیداری در مرحله پس‌آزمون و پیگیری معنادار است؛ بنابراین، میانگین گروه‌ها در متغیر بهره دیداری تفاوت معناداری باهم دارند. حال به منظور بررسی اینکه تفاوت این متغیر بین گروه‌های موردبررسی چگونه است، از آزمون بنفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که در مرحله پیش‌آزمون هیچ‌گونه تفاوتی بین سه گروه موردبررسی وجود نداشت؛ اما در مرحله پس‌آزمون و پیگیری بین دو گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار با گروه گواه و همچنین بین دو گروه واقعیت مجازی با گواه تفاوت معناداری در متغیر بهره دیداری وجود دارد. به طوری که با توجه به جدول میانگین‌ها (جدول ۱) نمرات گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار در بهره دیداری در این مراحل بیشتر از گروه واقعیت مجازی بود. به عبارتی دیگر، در مرحله پس‌آزمون و پیگیری برنامه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار اثربخشی بیشتری نسبت به مداخله واقعیت مجازی دارد.

در نهایت به بررسی حافظه فعال پرداخته شده است. در بررسی مفروضه‌ها و پیش‌شرط‌های مانکووا مشخص گردید که بین کوواریانس ماتریس‌های دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($M = 39/780$ و $p = 0/001$ Box's). آزمون کرویت بارتلت نیز نشان داد که همبستگی معناداری بین متغیرهای وابسته وجود دارد ($102/786$ و $p = 0/0001$ Approx. Chi-Square=). بنابراین پیش‌شرط‌های لازم برای اجرای تحلیل کوواریانس وجود داشت. بدین ترتیب، نتایج آزمون‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره مربوط به مقایسه گروه‌های مورد بررسی در متغیر حافظه فعال در جدول (۶) آمده است.

جدول ۶. آزمون‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره برای متغیر حافظه فعال

آماره	ارزش	F	df	سطح معناداری	مجدور ایتهای تفکیکی	توان
T پیلابی	۰/۸۰۹	۵/۸۸۱	۶	۰/۰۰۰۱	۰/۴۰۴	۰/۹۹۵
لامبدای ویلکز	۰/۲۰۴	۱۰/۱۳۹	۶	۰/۰۰۰۱	۰/۵۴۹	۱/۰۰۰

جدول (۶) نشان می‌دهد که اثر عضویت گروهی بر ترکیب خطی متغیر حافظه فعال معنادار است؛ بنابراین، در ادامه آزمون‌های تک متغیری تحلیل کوواریانس مورد بررسی قرار گرفته است. در بررسی پیش‌فرض این آزمون‌ها نیز آزمون لوین برای همگونی واریانس‌های خطا نشان داد که همگونی واریانس‌های خطا در متغیر توجه برقرار است. جدول (۷) نتایج این آزمون‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۷. آزمون‌های اثرات بین گروهی برای متغیر حافظه فعال و نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی

منبع	متغیرهای وابسته	میانگین مجدورات	F	سطح معناداری	مجدور ایتهای تفکیکی	توان
عضویت گروهی		۱/۴۰۹	۲/۴۴۹	۰/۱۰۵	۰/۱۵۴	۰/۴۵۰
		۸/۱۲۹	۱۲/۷۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۴۸۵	۰/۹۹۳
		۵/۸۶۰	۹/۸۱۷	۰/۰۰۱	۰/۴۲۱	۰/۹۷۱

آزمون تعقیبی برای مقایسه‌های دو به دو گروه‌ها					
مرحله	گروه (I)	گروه (J)	میانگین تفاوت (I-J)	خطای استاندارد	سطح معناداری
پیش‌آزمون	۱	۲	-۰/۰۲۰	۰/۳۳۹	۱/۰۰۰
	۱	۳	-۰/۶۶۰	۰/۳۳۹	۰/۱۸۷
	۲	۳	-۰/۶۴۰	۰/۳۳۹	۰/۲۱۰
پس‌آزمون	۱	۲	۰/۴۶۰	۰/۳۵۸	۰/۶۲۸
	۱	۳	۱/۷۴۰	۰/۳۵۸	۰/۰۰۰۱
	۲	۳	۱/۲۸۰	۰/۳۵۸	۰/۰۰۰۴
پیگیری	۱	۲	۰/۴۴۰	۰/۳۴۶	۰/۶۴۱
	۱	۳	۱/۴۹۰	۰/۳۴۶	۰/۰۰۰۱
	۲	۳	۱/۰۵۰	۰/۳۴۶	۰/۰۱۶

۱: توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار / ۲: واقعیت مجازی / ۳: گواه

جدول (۷) نشان می‌دهد که F مشاهده‌شده برای متغیر حافظه فعال در مرحله پس‌آزمون و پیگیری معنادار است؛ بنابراین، میانگین گروه‌ها در متغیر بهره دیداری تفاوت معناداری باهم دارند. حال به‌منظور بررسی اینکه تفاوت این متغیر بین گروه‌های موردبررسی چگونه است، از آزمون بنفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که در مرحله پیش‌آزمون هیچ‌گونه تفاوتی بین سه گروه موردبررسی وجود نداشت؛ اما در مرحله پس‌آزمون و پیگیری بین دو گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار با گروه گواه و همچنین بین دو گروه واقعیت مجازی با گواه تفاوت معناداری در متغیر حافظه فعال وجود دارد. به‌طوری‌که با توجه به جدول میانگین‌ها (جدول ۱) نمرات گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار در حافظه فعال در این مراحل بیشتر از گروه واقعیت مجازی بود. به‌عبارتی دیگر، در مرحله پس‌آزمون و پیگیری برنامه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار اثربخشی بیشتری نسبت به مداخله واقعیت مجازی دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی بر بهره‌حسی حرکتی و حافظه کاری کودکان دارای اختلال یادگیری خواندن بود. یکی از نتایج به‌دست آمده این بود که هر دو گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و گروه واقعیت مجازی در مرحله پس‌آزمون و پیگیری اثرات معناداری در افزایش بهبود و افزایش بهره‌شنیداری و دیداری در شرکت‌کنندگان داشتند و این اثر در گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار بیشتر بود. این نتیجه با نتایج تحقیقات برارجانیان بهنمیری و همکاران (۱۴۰۰)، موحدی و پاکزاد (۱۳۹۹) بوناویتا و همکاران (۲۰۱۵) و فیضی پور و همکاران (۲۰۱۹)، فو و جی (۲۰۲۳) و راوی و همکاران (۲۰۱۷)، عبدلهالم و همکاران (۲۰۲۲) همسو است. در تبیین این یافته می‌توان گفت که فعال کردن مکرر و تحریک مداوم مناطق درگیر باعث تغییر در ظرفیت شناختی شده است که این خود بر مبنای ادبیات پژوهش، به نظر نشان‌دهنده تغییرات زیربنایی در فعالیت نورونی مغز است (ماتیر و مایو، ۱۹۹۶). از آنجایی که مغز سازمانی پویاست و ظرفیت بازسازماندهی عصب‌شناختی وسیعی در طول سال‌های زندگی دارد و پایه تغییرات رفتاری، تغییرات ساختاری در مغز، به‌ویژه در رشته‌های دندریتی و سیناپسی توانایی‌های شناختی هستند و از آنجا که توانایی‌های شناختی معمولاً قابل‌بهبود هستند، توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار می‌تواند در این زمینه مفید باشد. در واقع این درمان با استفاده از تمرین‌هایی باعث افزایش مهارت و توانایی شناختی می‌شود که می‌تواند موجب تغییرات قابل‌توجهی در سطوح رفتاری و سطوح نورواناتومیکی و کارکردی شود (ربیع پور و همکاران، ۲۰۱۲). این ابزار، بیشتر از بازخورد صوتی و تصویری به‌عنوان یک محرک انگیزشی استفاده می‌کنند و در نتیجه می‌تواند باعث بهبود بهره‌حسی حرکتی در زمینه شنیداری و دیداری شود. در همین راستا برارجانیان بهنمیری و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی نشان دادند که اجرای توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای در گروه آزمایش، به‌طور معناداری بر کارکردهای اجرایی کودکان، بهره‌حسی حرکتی کودکان

مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی...؛ خاتجانی و همکاران | ۱۹۵

کم‌شناخته‌تر بوده است. در همین زمینه کوز^۱ و همکاران (۲۰۲۲) نیز بیان داشتند که درمان مبتنی بر واقعیت مجازی بر توان‌بخشی مهارت‌های ادراک دیداری مؤثر است. آخوندی (۱۳۸۹) نیز در پژوهشی به این نتیجه رسید که به این نتیجه رسید که بین دانش‌آموزان نارساخوانی که آموزش چندرسانه‌ای را دریافت کرده‌اند و دانش‌آموزانی که به روش متداول آموزش دیده‌اند، تفاوت معنی‌داری وجود دارد و آموزش چندرسانه‌ای مؤثرتر بوده است. دی‌گیوستو و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی بیان داشتند که انعطاف‌پذیری و توانایی‌های برنامه‌ریزی به‌طور معنی‌داری بیشتر از قبل از مداخله در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری بود و در بیشتر موارد این بهبودها پس از ۶ ماه حفظ شد. عبدالهالم و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی بیان داشتند که واقعیت مجازی برای بهبود هماهنگی حرکتی ظریف با تأثیر بر هماهنگی حرکتی درشت مؤثر است. از طرفی دیگر، درمان مبتنی بر واقعیت مجازی نیز می‌تواند برای این دانش‌آموزان مؤثر باشد. در واقع از طریق برنامه‌های واقعیت مجازی، سیستم‌های ادراکی و حرکتی و همچنین زبان و توانایی‌های شناختی به شیوه‌ای هماهنگ برای کار بر روی وظایف خاص درگیر می‌شوند. رویکرد واقعیت مجازی با پذیرش مفهوم تجسم شناختی، بدن بیمار را برای کنترل بازی، بازتولید مشکلاتی که کودکان در طول زندگی روزمره با آن‌ها روبرو می‌شوند، به شیوه‌ای اکولوژیکی و جذاب‌تر در بر می‌گیرد. بر اساس این نظر، استفاده از واقعیت مجازی در توان‌بخشی عصب روان‌شناختی تأیید می‌کند که ذهن و بدن به‌طور جدایی‌ناپذیری به هم مرتبط هستند و کودکان از طریق انجام اعمال و تجربه پیامدهای آن‌ها در رابطه با سازه‌های شناختی یاد می‌گیرند (اسمیت و گاسر^۲، ۲۰۰۵). بر اساس این داده‌ها، آموزش واقعیت مجازی را می‌توان یک رویکرد توان‌بخشی معتبر برای استفاده به‌تنهایی یا در ترکیب با روش‌های توان‌بخشی مرسوم در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری در نظر گرفت.

همچنین نتایج نشان داد که هر دو گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و واقعیت مجازی در مرحله پس‌آزمون و پیگیری اثرات معناداری در افزایش حافظه کاری در

۱. Köse

۲. Smith & Gasser

شرکت‌کنندگان داشتند و این اثر در گروه توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار بیشتر بود و این گروه توانست اثرات درمانی بیشتری را در شرکت‌کنندگان بعد از پیگیری سه‌ماهه حفظ کند. این نتیجه با نتایج تحقیقات ساسانی و همکاران (۱۴۰۱)، میرزائی و همکاران (۱۴۰۰)، نظری و همکاران (۱۴۰۰)، هاشمی و همکاران (۱۳۹۸)، روبلو - کاسترو و همکاران (۲۰۲۳)، ماهلر و همکاران (۲۰۱۹)، کن‌ها و همکاران (۲۰۲۳)، کوریگان و همکاران (۲۰۲۳) همسو است. در واقع در درمان توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار، فرد درون محیط شبیه‌سازی‌شده رایانه‌ای غوطه‌ور شده و با حواس خود با بیماری یا مشکل خود روبه‌رو می‌شود (املکامپ و همکاران، ۲۰۰۲)؛ بنابراین می‌توان چنین برداشت کرد که توان‌بخشی شناختی علاوه بر تقویت فرایندهای شناختی زیربنایی مانند حافظه کاری با تأثیر بر سامانه‌های انگیزشی و هیجانی از راه جذابیت‌های بصری، صوتی و ارائه پاداش‌های فوری، رفتارهای بالقوه صحیح را راه‌اندازی کرده، از بروز خطاهای احتمالی بازداری می‌کند و در نهایت موجب بهبود کارکرد برنامه‌ریزی، حافظه کاری و سازمان‌دهی می‌شود. رفتارهای بالقوه‌ای که در الگوی پردازش اطلاعات بالا از آن یاد می‌شود، می‌تواند همان گام‌های رسیدن به این هدف باشد. در همین زمینه ماهلر و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که مداخله رایانه‌یار در یک بازه زمانی سه‌ماهه بر روی صفحه دیداری-فضایی و حافظه کاری اثر مستقیم داشته است. در همین زمینه علی دوستی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهش نشان دادند که انجام تکالیف شناختی رایانه‌یار توسط کودکان مبتلا به نارساخوانی باعث شد که گروهی که تحت انجام این مداخله قرار داشتند، نمرات بهتری در خواندن کسب کنند. از طرفی دیگر، میرزائی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی گزارش کردند که مداخله توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار بر حافظه کاری و حل مسئله دانش‌آموزان متوسطه مؤثر است. نتایج پژوهش نظری و همکاران (۱۴۰۰) نشان داد که آموزش توان‌بخشی شناختی بر حافظه کاری تأثیر معناداری داشته و این تأثیر در مرحله پیگیری نیز باقی مانده است. همچنین نتایج پژوهش هاشمی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد که توان‌بخشی شناختی متمرکز بر حافظه فعال در بهبود نشانه‌های اختلال خواندن اثربخش‌تر از بازخوانی شناختی مبتنی بر

آگاهی واج‌شناختی است. در نتیجه از آنجا که ضعف حافظه فعال به‌عنوان یکی از علل اصلی اختلال خواندن مطرح شده است، از این رو آموزش و تقویت حافظه فعال می‌تواند به بهبود نشانه‌های اختلال خواندن منجر گردد. از سمتی دیگر، مکانیسم اثربخشی توان‌بخشی شناختی بارکلی مبتنی بر این واقعیت است که مغز انعطاف‌پذیر است، تحریک مناسب و به‌موقع، مغز می‌تواند منجر به رشد و عدم تخریب مغز و سیناپس‌ها و حتی تشکیل سیناپس‌های جدید و شروع فعالیت عادی در آن‌ها شود (دوپلمایر و وبر^۱، ۲۰۱۱) و در نتیجه حافظه فعال در این بین می‌تواند بهبود پیدا کند. مسئله دیگر، درگیری حس‌های متفاوت در یک محیط واقعیت مجازی و توجه بیشتر مشارکت‌کننده است که می‌تواند بهبود وضعیت حافظه را در مشارکت‌کنندگان تبیین کند (مونرو^۲ و همکاران، ۲۰۰۲). در واقع محیط واقعیت مجازی، با حذف نیاز تبدیل یک محیط دوبعدی به محیط سه‌بعدی، بار شناختی را کاهش داده و باعث می‌شود مشارکت‌کننده با منابع شناختی بیشتری بر یادگیری تکالیف تمرکز، احساس کند. عواملی از قبیل قابلیت استفاده و عوامل انگیزشی (لوپریور^۳ و همکاران، ۲۰۰۳) و احساس بهتر کنترل در توانایی‌های مربوط به حافظه (لاچمن^۴، ۲۰۰۶) می‌توانند بر موفقیت فناوری واقعیت مجازی در بهبود حافظه کاری نقش داشته باشند.

هر پژوهشی خالی از محدودیت نخواهد بود. از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر این بود که شرکت‌کنندگان گروه توان‌بخشی رایانه‌یار و واقعیت مجازی با یکدیگر متفاوت بودند و این امر می‌تواند باعث کاهش تعمیم‌پذیری داده‌ها شود؛ بنابراین به پژوهشگران آینده پیشنهاد می‌شود که چنین پژوهشی بر روی دیگر اختلالات مانند افراد دارای اختلال نقص توجه - بیش‌فعالی انجام دهند و نتایج را با یکدیگر مقایسه کنند. همین‌طور چون شرکت‌کنندگان محدود به کودکان دارای اختلال خواندن بود، تعمیم دادن نتایج به کودکان دارای اختلال نوشتن و ریاضی باید با احتیاط صورت گیرد. بنابراین نتایج به‌دست‌آمده نیز پیشنهاد می‌شود که چون هر دوی مداخله‌ها در افراد دارای اختلال خواندن

۱. Doppelmayr & Weber

۲. Munro

۳. Lo Priore

۴. Lachman

تأثیر مطلوبی داشت، پیشنهاد می‌شود روان‌درمانگران از این روش‌ها و به‌خصوص درمان مبتنی بر واقعیت مجازی که تأثیر بیشتری دارد، استفاده کنند.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر دارای کد اخلاق به شماره IR.IAU.ARAK.REC.۱۴۰۱،۰۹۷ ثبت شده در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک می‌باشد.

سپاسگزاری


با تشکر از تمامی والدین و شرکت‌کنندگانی در پژوهش حاضر شرکت داشتند.

تعارض منافع


نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

ORCID


Esmail Khanjani

 <http://orcid.org/۰۰۰۹-۰۰۰۲-۱۳۵۹-۱۱۱۳>

Mohammad Reza Bayat

 <http://orcid.org/۰۰۰۲-۰۰۰۲-۶۴۴۹-۶۵۱۴>

Seyyed Mohammadreza Alavizadeh

 <http://orcid.org/۰۰۰۰-۰۰۰۲-۵۲۲۰-۴۹۴۰>

منابع

آخوندی، آذر (۱۳۸۹). آموزش مؤثر چندرسانه‌ای در راستای آموزش املا به دانش آموزان مبتلا به ناتوانی یادگیری در ایران. *مجله علوم اجتماعی و رفتاری*، ۳(۱۵)، ۱۹۵۱-۱۹۵۴.

برارجانیان بهنمیری، محجوبه و دمهری، فرنگیس و سعیدمنش، محسن، ۱۴۰۰، اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای بر کارکردهای اجرایی و حسی حرکتی کودکان کم‌شنو، یازدهمین کنفرانس ملی روانشناسی، علوم تربیتی و اجتماعی، بابل خیر، زهرا؛ نجاتی، وحید؛ فتح‌آبادی، جلیل (۱۳۹۳)، اثربخشی استرس بر حافظه فعال محرک‌های هیجانی در دانشجویان با عملکرد تحصیلی قوی و ضعیف. *تحقیقات علوم رفتاری*، ۱۲ (۱)، ۱۹۱-۴۵۰.

ساداتی فیروزآبادی، س و عباسی، ش. (۱۳۹۵). اثربخشی درمان یکپارچگی حسی - حرکتی بر مهارت‌های حرکتی در دانش آموزان با کم‌توانی یادگیری. *رفتار حرکتی*، ۲۶، ۱۰۵-۱۱۸. سادوک، بنجامین جیمز؛ سادوک، ویرجینیا آلکوت؛ روئیز پدرو (۲۰۱۵). *خلاصه روان‌پزشکی کاپلان و سادوک*. ترجمه فرزین رضاعی (۱۴۰۱)، انتشارات ارجمند: تهران.

ساسانی‌نژاد مهدیه، مرادی علیرضا، الماسی دوغایی مصطفی، آذرنوش حامد. ارزیابی اثربخشی برنامه توانمندسازی شناختی مبتنی بر فناوری واقعیت مجازی بر حافظه کاری افراد سالمند دارای آسیب‌شناختی خفیف. *تازه‌های علوم شناختی*. ۱۴۰۱؛ ۲۴ (۱): ۴۱-۵۵

سیف نراقی، مریم؛ نادری، عزت‌الله (۱۳۹۵). اختلالات یادگیری. امیرکبیر: تهران شکری، شیلا؛ فرشلاف، مانی؛ صفت، فرناز؛ خادمی، علی (۱۴۰۱). طراحی و اعتبارسنجی پروتکل توان‌بخشی شناختی و تأثیر آن بر سوگیری توجه، خودتنظیمی و ولع مصرف زنان مبتلا به چاقی. *تازه‌های علوم شناختی*، ۲۴ (۴)، ۱-۱۴

شهبازی، محمدرضا (۱۳۹۰) توان‌بخشی شناختی چیست؟ *فصلنامه خبر، پژوهشی، آموزشی و اطلاع‌رسانی*. ۸۳، ۹.

شیخ‌الاسلامی، علی؛ بخشایش، علیرضا؛ برزگر بفرویی، کاظم؛ مردای عجمی، وجیهه (۱۳۹۶). تأثیر آموزش حافظه‌ی فعال بر عملکرد خواندن و ظرفیت حافظه در دانش آموزان دارای ناتوانی خواندن. *روان‌شناسی بالینی*، ۹(۲)، ۴۷-۵۸.

علی دوستی، فاطمه، ظفر طلایی خالص، نسرین و شجاعی فر، شیرین. (۱۳۹۹). بهبود کنش‌های اجرایی

- و عملکرد خواندن کودکان نارساخوان در بستر تکالیف شناختی رایانه یار. *کودکان/استثنایی* (پژوهش در حیطه کودکان استثنایی)، ۲۰(۴)، ۵۱-۶۶.
- قدیریان، س؛ موسوی پور، س و اکبری چرمهینی، ص. (۱۳۹۶). تأثیر بازی‌های آموزشی مبتنی بر فرایندهای شناختی بر انگیزش تحصیلی و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان با مشکلات ویژه خواندن. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۷(۱)، ۷۶-۹۹.
- موحدی، یزدان؛ پاکزاد، سجاد. (۱۳۹۹). تأثیر بازی‌های ویدیویی در محیط واقعیت مجازی بر عملکرد حرکتی کودکان مبتلا به فلج مغزی. *سلامت جامعه*، ۱۴(۱)، ۱-۱۰.
- میرزائی؛ و؛ طباطبائی، س. م؛ مکوند حسینی، ش. (۱۴۰۰). اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای بر حافظه کاری و حل مسئله دانش آموزان متوسطه. *فصلنامه روانشناسی شناختی*، ۹(۴)، ۳۴۵۷.
- نظری، ف؛ قدسی، پ؛ ابراهیم‌پور، م. (۱۴۰۰). اثربخشی آموزش توان‌بخشی شناختی بر حافظه کاری بزرگ‌سالان مبتلا به بیش‌فعالی-همراه با نقص توجه. *روان پرستاری*؛ ۹(۵)، ۸۶-۷۶.
- هاشمی، تورج، بیرامی، منصور، اسماعیل‌پور، خلیل، نعمتی سوگلی تپه، فاطمه، خوش‌اقبال، مرجان، (۱۳۹۸). مقایسه اثربخشی بازتوانی شناختی متمرکز بر آگاهی واج‌شناختی و توان‌بخشی شناختی متمرکز بر حافظه فعال در بهبود نشانه‌های اختلال خواندن در دانش‌آموزان دوره ابتدایی. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۹.

References

- Abdelhaleem, N., El Wahab, M. S. A., & Elshennawy, S. (۲۰۲۲). Effect of virtual reality on motor coordination in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 23(۱), ۷۱.
- Afridi, A., Malik, A., Tariq, H., and Rathore, F. A. (۲۰۲۲). The emerging role of virtual reality training in rehabilitation. *J. Pak. Med. Assoc*, ۷۲, ۱۸۸-۱۹۱.
- American Psychiatric Association. (۲۰۲۲). American Psychiatric Association: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders ۵-TR, Arlington.
- Ayres, A. J. (۱۹۸۹). The sensory integration and praxis test. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Baddeley, A. (۱۹۹۲). Working memory. *Science* ۲۵۵, ۵۵۶-۵۵۹.
- Blanchet, M., & Assaiante, C. (۲۰۲۲). Specific Learning Disorder in Children and Adolescents, a Scoping Review on Motor Impairments and Their Potential Impacts. *Children*, 9(۶), ۸۹۲.
- Bonavita, S., Sacco, R., Della Corte, M., Esposito, S., Sparaco, M., d'Ambrosio, A., ... & Tedeschi, G. (۲۰۱۵). Computer-aided cognitive rehabilitation improves cognitive performances and induces brain functional

- connectivity changes in relapsing remitting multiple sclerosis patients: an exploratory study. *Journal of neurology*, ۲۶۲, ۹۱-۱۰۰.
- Bush, G., Spencer, T. J., Holmes, J., Shin, L. M., Valera, E. M., Seidman, L. J., ... & Biederman, J. (۲۰۰۸). Functional magnetic resonance imaging of methylphenidate and placebo in attention-deficit/hyperactivity disorder during the multi-source interference task. *Archives of general psychiatry*, 65(۱), ۱۰۲-۱۱۴.
- Coie, P. (۲۰۱۸). Augmented And Virtual Reality Survey Report Industry Insights Into The Future Of AR.
- Corrigan, N., Păsărelu, C. R., & Voinescu, A. (۲۰۲۳). Immersive virtual reality for improving cognitive deficits in children with ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Virtual Reality*, ۱-۲۰.
- Cunha, F., Campos, S., Simões-Silva, V., Brugada-Ramentol, V., Sá-Moura, B., Jalali, H., ... & Trigueiro, M. J. (۲۰۲۳). The effect of a virtual reality based intervention on processing speed and working memory in individuals with ADHD—A pilot-study. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, ۱۱۰۸۰۶۰.
- de Oliveira, J. M., Munoz, R., Duarte, J. B., Neto, A. V. L., Menezes, J. W. M., & Albuquerque, V. H. C. (۲۰۲۱). Intelligent Virtual Reality Therapy Systems for Motor and Cognitive Rehabilitation: A Survey based on Clinical Trial Studies.
- Di Giusto, V., Purpura, G., Zorzi, C. F., Blonda, R., Brazzoli, E., Meriggi, P., ... & Cavallini, A. (۲۰۲۳). Virtual reality rehabilitation program on executive functions of children with specific learning disorders: a pilot study. *Frontiers in Psychology*, 14.
- Diaz Baquero, AA, Perea Bartolomé, MV, Toribio-Guzmán, JM, Martínez-Abad, F, Parra Vidales, E, Bueno Aguado, Y, et al. Determinants of adherence to a "GRADIOR" computer-based cognitive training program in people with mild cognitive impairment (MCI) and mild dementia. *J Clin Med*. (۲۰۲۲) ۱۱:۱۷۱۴.
- Doppelmayr, M., & Weber, E. (۲۰۱۱). Effects of SMR and theta/beta neurofeedback on reaction times, spatial abilities, and creativity. *Journal of Neurotherapy*, 15(۲), ۱۱۵-۱۲۹.
- Ebrahimi Kheir Abadi, A. (۲۰۱۵). Effectiveness of cognitive-behavioral therapy in attentional bias components of patients with generalized anxiety disorder: A single subject study. *International Journal of Behavioral Sciences*, 9(۲), ۱۲۱-۱۲۸.
- Emmelkamp, P. M., Krijn, M., Hulsbosch, A. M., De Vries, S., Schuemie, M. J., & van der Mast, C. A. (۲۰۰۲). Virtual reality treatment versus exposure in vivo: a comparative evaluation in acrophobia. *Behaviour research and therapy*, 40(۵), ۵۰۹-۵۱۶.
- Feizipour, H., Sepehrianazar, F., Issazadegan, A., & Ashayeri, H. (۲۰۱۹). The

effectiveness of cognitive rehabilitation on processing speed, working memory capacity, executive function, and quality of life in multiple sclerosis patients: A quasi-experimental study. *Studies in Medical Sciences*, 30(۱۰), ۸۰۴-۸۱۸.

- Flores-Gallegos, R., Rodríguez-Leis, P., & Fernández, T. (۲۰۲۲). Effects of a virtual reality training program on visual attention and motor performance in children with reading learning disability. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 32, ۱۰۰۳۹۴.
- Fu, W., & Ji, C. (۲۰۲۳). Application and Effect of Virtual Reality Technology in Motor Skill Intervention for Individuals with Developmental Disabilities: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(۹), ۴۶۱۹.
- Garrett, B., Taverner, T., Gromala, D., Tao, G., Cordingley, E., & Sun, C. (۲۰۱۸). Virtual Reality Clinical Research: Promises and Challenges. *JMIR serious games*, ۶(۴), e۱۰۸۳۹.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (۲۰۱۲). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: a five-year prospective study. *Journal of educational psychology*, 104(۱), ۲۰۶.
- Gómez-Veiga, I., Vila, J. O., García-Madruga, J. A., and Elosúa, A. (۲۰۱۳). Comprensión lectora y procesos ejecutivos de la memoria operativa. *Psicología Educativa* ۱۹, ۱۰۳-۱۱۱.
- Häsel-Weide, U. (۲۰۱۵). *Vom Zählen zum Rechnen: struktur-fokussierende Deutungen in kooperativen Lernumgebungen* (Vol. ۲۱). Springer-Verlag.
- Hussein, Z. A., Abdel-Aty, S. A. R., Elmenawy, G. H., & Mahgoub, E. A. M. (۲۰۲۰). Defects of motor performance in children with different types of specific learning disability. *Drug Invent. Today*, 14, ۳۰۳-۳۰۷.
- Johnson-Glenberg, M. C. (۲۰۱۸). Immersive VR and education: Embodied design principles that include gesture and hand controls. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, ۸۱..
- Jones, J. S., Adlam, A. R., Benattayallah, A., and Milton, F. N. (۲۰۲۲). The neural correlates of working memory training in typically developing children. *Child Dev.* ۹۳, ۸۱۵-۸۳۰.
- Karami, J., Rezaee, F., Nosrati, R., Abasi, M., & Siahkamari, R. (۲۰۱۹). The study of self-esteem of dyslexic children in elementary school in Kermanshah. *Journal of Pediatric Nursing*, 5(۴), ۳۳-۴۰.
- Kátai, Z., Juhász, K., & Adorjáni, A. K. (۲۰۰۸). On the role of senses in education. *Computers & Education*, 51(۴), ۱۷۰۷-۱۷۱۷.
- King, D., Tee, S., Falconer, L., Angell, C., Holley, D., & Mills, A. (۲۰۱۸). Virtual health education: Scaling practice to transform student learning: Using virtual reality learning environments in healthcare education to bridge the theory/practice gap and improve patient safety. *Nurse*

- Education Today*, 71, ۷-۹.
- Kirchner, W. K. (۱۹۵۸). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of experimental psychology*, 55(۴), ۳۵۲.
- Kishore, M. T., Maru, R., Seshadri, S. P., Kumar, D., Sagar, J. K. V., Jacob, P., & Murugappan, N. P. (۲۰۲۱). Specific learning disability in the context of current diagnostic systems and policies in India: Implications for assessment and certification. *Asian Journal of Psychiatry*, ۵۵, ۱۰۲۵-۱۰۲۶.
- Köse, B., Temizkan, E., Aran, O., Galipoğlu, H., Torpil, B., Pekçetin, S., et al. (۲۰۲۲). Where exactly is the therapist in virtual reality and game-based rehabilitation applications? A randomized controlled trial in children with specific learning disability. *Games Health J.* ۱۱, ۲۰۰-۲۰۶.
- Lachman, M. E. (۲۰۰۶). Perceived control over aging-related declines: Adaptive beliefs and behaviors. *Current Directions in Psychological Science*, 15(۶), ۲۸۲-۲۸۶.
- Lo Priore, C., Castelnuovo, G., Liccione, D., & Liccione, D. (۲۰۰۳). Experience with V-STORE: considerations on presence in virtual environments for effective neuropsychological rehabilitation of executive functions. *Cyberpsychology & behavior*, 6(۳), ۲۸۱-۲۸۷.
- López-Resca, P., & Moraleda-Sepúlveda, E. (۲۰۲۳). Working memory capacity and text comprehension performance in children with dyslexia and dyscalculia: a pilot study. *Frontiers in Psychology*, 14.
- Maehler, C., & Schuchardt, K. (۲۰۱۶). Working memory in children with specific learning disorders and/or attention deficits. *Learning and individual differences*, 49, ۳۴۱-۳۴۷.
- Maehler, Claudia., Joerns, Christina., Schuchardt, K. (۲۰۱۹). Training Working Memory of Children with And Without Dyslexia. *Children*, ۶ (۳), ۴۷.
- Maresca, G., Leonardi, S., De Cola, M., Giliberto, S., Di Cara, M., Corallo, F., et al. (۲۰۲۲). Use of virtual reality in children with dyslexia. *Children* ۹, ۱۶۲۱.
- Munro, A., Breaux, R., Patrey, J., & Sheldon, B. (۲۰۰۲). Cognitive aspects of virtual environments design. *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications*, ۴۱۵-۴۳۴.
- Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H. L., ... & Tao, S. (۲۰۱۸). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological bulletin*, 144(۱), ۴۸.
- Rabipour, S., & Raz, A. (۲۰۱۲). Training the brain: Fact and fad in cognitive and behavioral remediation. *Brain and Cognition*, ۷۹, ۱۵۹-۱۷۹.
- Ravi, D. K., Kumar, N., & Singhi, P. (۲۰۱۷). Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy*, 103(۳), ۲۴۵-۲۵۸.
- Robledo-Castro, C., Castillo-Ossa, L. F., & Corchado, J. M. (۲۰۲۳). Artificial Cognitive Systems Applied in Executive Function Stimulation and

- Rehabilitation Programs: A Systematic Review. *Arabian journal for science and engineering*, 48(۲), ۲۳۹۹-۲۴۲۷.
- Robledo-Castro, C., Lerma-Castaño, P. R., & Bonilla-Santos, G. (۲۰۲۳). Effect of Cognitive Training Programs Based on Computer Systems on Executive Functions in Children With ADHD: A Systematic Review. *Journal of Attention Disorders*, 27(۱۳), ۱۴۶۷-۱۴۸۷.
- Smith, L., and Gasser, M. (۲۰۰۵). The development of embodied cognition: Six lessons from babies. *Artificial Life* ۱۱, ۱۳-۲۹.
- Swanson, L.H., harris, R.K., Graham, S. (۲۰۰۳). Handbook of learning disabilities. New York, NY: Guilford press.
- Tószegi, C., Zsido, A. N., & Lábadi, B. (۲۰۲۳). Associations between Executive Functions and Sensorimotor Performance in Children at Risk for Learning Disabilities. *Occupational Therapy International*, ۲۰۲۳.
- Vilou, I., Bakirtzis, C., Artemiadis, A., Ioannidis, P., Papadimitriou, M., Konstantinopoulou, E., ... & Grigoriadis, N. (۲۰۲۰). Computerized cognitive rehabilitation for treatment of cognitive impairment in multiple sclerosis: an explorative study. *Journal of integrative neuroscience*, 19(۲), ۳۴۱-۳۴۷.
- Zakaria, N. A., & Malek, M. N. A. (۲۰۲۲). iTherapy: An Automated Web-Based Therapy Plan for Learning Disability Children. *International Journal on Perceptive and Cognitive Computing*, ۸(۱), ۸۰-۸۵.
- Zhou, J., Su, Q., & Liu, P. (۲۰۲۰). A metaphorical analysis of five senses and emotions in mandarin Chinese. In *Chinese Lexical Semantics: 20th Workshop, CLSW 2019, Beijing, China, June 28-30, 2019, Revised Selected Papers 20* (pp. ۶۰۷-۶۱۷). Springer International Publishing.

استناد به این مقاله: خانجانی، اسماعیل، بیات، محمدرضا، علوی‌زاده، سید محمدرضا. (۱۴۰۳). مقایسه اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌یار و مداخله بر اساس واقعیت مجازی بر بهره‌حسی حرکتی و حافظه‌کاری کودکان دارای اختلال یادگیری خواندن، *روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۱۴(۵۵)، ۱۶۷-۲۰۴. DOI: ۱۰.۲۲۰۵۴/۰۰۰۰.۲۰۲۵.۷۹۳۷۵.۲۶۹۵



Psychology of Exceptional Individuals is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial ۴.۰ International License.