

Research Paper

The Effectiveness of Working Memory Training on Number Sense in Preschool Children



Elham Amirizad¹ , Moloud Keykhosrovani^{2*} , Naser Amini³ & Keivan Kakabraee⁴

1. PhD Student in General Psychology, Department of Psychology and Consulting, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Psychology and Consulting, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Psychology and Consulting, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.
4. Associate Professor, Department of Clinical Psychology, Bushehr Kermanshah, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.

Use your device to scan
and read article online



Article Info:

Received: 2022/07/05

Accepted: 2025/12/08

Available Online: 2025/12/20

Citation: Amirizad, E., Keykhosrovani, M., Amini, N. & Kakabraee, K. (2025). [The Effectiveness of Working Memory Training on Number Sense in Preschool Children (Persian)]. *Journal of School Psychology and Institutions*, 14(3):1-14. <https://doi.org/10.22098/jsp.2025.11098.5327>



10.22098/jsp.2025.11098.5327

Extended Abstract

1. Introduction

Preschool education represents the foundational level of formal education and provides the basis for children's all-round development. Early childhood, particularly the first six years of life, is recognized as one of the most sensitive periods in human growth and personality development. During this stage, children experience optimal conditions for the development and nurturing of individual talents and for acquiring the foundational infrastructure necessary for future learning. Number understanding refers to children's ability to use numbers flexibly and fluently. Number understanding is the ability to represent and manipulate numbers and quantities mentally, which leads to the ability to compare and manipulate numbers (Jordan et al., 2010). Studies in the field of mathematics precursors indicate that the "number estimation system" is the most important cognitive ability of the specific field; And "working memory" is the most important cognitive ability of the broad domain needed for transformation and progress in learning mathematics (Ball et al., 2018). Working memory is a mental system that enables a person to keep information in mind and process other complex cognitive tasks at the same time (Holmes & Adams, 2006). The lack of cognitive research focus on strengthening the number estimation system and comparing it with strengthening Working memory as the most important cognitive pre-structures for the development and progress

of math learning and the importance of earlier intervention in order to improve basic math skills and reduce future learning problems, shows the necessity of investigating the different effects of training focused on cognitive pre-structures and the importance of training effectiveness. It shows the Working memory on the ability to understand the number of preschool children in order to achieve optimal and cost-effective programs.

2. Materials and Methods

The method of the present research was of an experimental type in the form of pre-test-post-test and follow-up with a control group. In this type of design, subjects are randomly selected and replaced in different groups using the same method. The statistical population of the research included all preschool children in Kermanshah city in the academic year of 2008-2019. Subjects were selected from different educational districts of Kermanshah by multi-stage cluster random sampling method. In this way, one educational district (District 2) and then 2 preschools were randomly selected among the 150 preschools in Kermanshah. After the tests, 34 children with medium to high IQ and with the lowest scores in the number sense test were selected as the main sample and randomly replaced in two groups of 17 people (experimental group and control group). At the beginning of the treatment, two people from the test group refused to continue cooperation due to the special conditions of Corona. In order to respect the equality of the two experimental and control groups, two people were removed from the control group, and finally, the research was conducted with 15 subjects in each group.

*Corresponding Author:

Moloud Keykhosrovani

Address: Department of Psychology & Consulting, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.

Tel: +98 (913) 2084724

E-mail: moloud.keykhosrovani@iaubushehr.ac.ir



3. Results

The results of analysis of variance in Table 1 show that the effects between the subjects are significant and there is a significant difference between the experimental and control groups in number understanding ($\eta^2=0.85$, $p=0.001$, $F=120.78$). The results of the within-subject effect also show that the average understanding of number in the three stages of pre-test, post-test and

follow-up has increased significantly ($\eta^2=0.82$, $p=0.001$, $F=191.42$). The results of the interaction effect also show that there was an interaction between the factor of group and time, and the average number sense increased in at least one of the groups compared to the other groups during the three stages of pre-test, post-test and follow-up ($\eta^2=0.62$). 2, $p=0.001$, $F=34.34$).

Table 1. The results of single variable analysis of variance with repeated measures in number sense

Source of effects	SS	df	MS	F	P	η^2
Between groups	216.67	2	108.34	120.78	0.001	0.85
Error (Between groups)	37.67	42	0.90			
Within groups	885.61	2	442.81	191.42	0.001	0.82
Mutual	318.07	4	79.52	34.38	0.001	0.62
Error	194.31	84	2.31			

4. Discussion and Conclusion

The present study was conducted with the aim of the effectiveness of Working memory training on preschool children's number sense. In order to investigate the effectiveness of Working memory training on children's ability to understand numbers, Jordan's number sense test was used. In this way, after training a group of children through the Working memory program, their performance in the pre-test, post-test and follow-up was compared with each other and with the control group in Jordan's number sense test. The research results showed; The effectiveness of Working memory training was significantly higher than the control group on the ability to understand numbers. In other words, the Working memory enhancement program significantly improves the ability to understand numbers from the pre-test to the post-test, while the control group does not cause a significant change in this ability. Also, the effect of the training has been stable and stable over time, and the average number sense scores do not show any significant change from the post-test to the follow-up. The findings of the present study show; The group that receives Working memory training shows a significant improvement in both Working memory abilities and number estimation and understanding. This encouraging result, with previous studies of working memory training in elementary school and preschool age, including; Studies by Kroesbergen et al. (2014);

Thorell et al. (2009); Ramani et al. (2017); Passolunghi & Costa (2016) agree. So that in support of the findings of previous studies, the current study also showed; Working memory training effectively improves memory skills that are supported by the central executive component of Badali's model (2000) and is the strongest predictor of a wide range of academic learning, including mathematics (Ball et al., 2018).

5. Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

Authors have participated in the design, implementation and writing of all sections of the present study.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

اثربخشی آموزش حافظه فعال بر فهم عدد کودکان پیش دبستانی

الهام امیری‌زاد^۱، مولود کیخسروانی^{۲*}، ناصر امینی^۳ و کیوان کاکابرای^۴

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی عمومی، گروه روانشناسی و مشاوره، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.
۲. استادیار، گروه روانشناسی و مشاوره، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.
۳. استادیار، گروه روانشناسی و مشاوره، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.
۴. دانشیار، گروه روانشناسی بالینی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.



استاددهی: امیری‌زاد، ا.، کیخسروانی، م.، امینی، ن. و کاکابرای، ک. (۱۴۰۴). اثربخشی آموزش حافظه فعال بر فهم عدد کودکان پیش دبستانی. فصلنامه روانشناسی مدرسه و آموزشگاه، ۱۴(۳): ۱۴-۱. <https://doi.org/10.22098/jsp.2025.11098.5327>

doi 10.22098/jsp.2025.11098.5327

چکیده

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۹/۲۹

هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی آموزش حافظه فعال بر فهم عدد کودکان پیش دبستانی انجام شد.

روش‌ها: از طرح پژوهش حاضر از نوع آزمایشی به صورت پیش آزمون-پس آزمون و پیگیری با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش شامل همه کودکان پیش دبستانی شهر کرمانشاه در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ بود. روش نمونه‌گیری این پژوهش تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای می‌باشد، که ۲۰ نوآموز از بین ۲ پیش دبستانی به صورت تصادفی و براساس لیست کل پیش دبستان انتخاب و آزمون فهم عدد جردن (۲۰۰۸) به عنوان پیش آزمون بر روی کل نمونه اجرا شد. پس از اجرای آزمون‌ها، تعداد ۳۴ کودک دارای بهره هوشی متوسط به بالا، و با اخذ پایین ترین نمرات در آزمون فهم عدد به عنوان نمونه اصلی انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری (گروه آزمایش و گروه گواه) جایگزین شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS.26 و با آزمون واریانس تک متغیری با اندازه‌گیری مکرر تحلیل شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که بین نمرات پس آزمون (اثر مداخله)، گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد ($P \leq 0.001$). نتایج تحلیل واریانس تک متغیری با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که آموزش حافظه فعال منجر به افزایش معنادار فهم عدد در دانش آموزان پیش دبستانی شده است ($P < 0.001$).

نتیجه‌گیری: بنابراین می‌توان از اثربخشی آموزش حافظه فعال برای تقویت فهم عدد کودکان پیش دبستانی استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها:

حافظه فعال، فهم عدد، کودکان پیش دبستانی

مقدمه

شکوفای می‌شود و پایه‌های اصلی شخصیت آن‌ها شکل می‌گیرد. بر همین اساس بسیاری از پژوهشگران و سیاستگذاران بر محتوای آموزش مهارت‌های پیش دبستانی تاکید دارند که از این بین آموزش ریاضیات مورد تاکید ویژه قرار گرفته است. چراکه طبق نظریه‌های معاصر رشد ریاضیات، دانش آموزان اطلاعات تازه خود را با آنچه از قبل می‌دانند جور می‌کنند و بیشتر دانش ریاضیات آنان شهودی است که دانش غیررسمی ریاضی خوانده می‌شود. این مفهوم با اصطلاح فهم عدد بیان می‌شود.

پیش از دبستان، مقطع تحصیلی پایه‌ای است که زیربنای رشد همه‌جانبه کودک را فراهم می‌آورد. این دوران از حساس‌ترین دوره‌های رشد و تحول شخصیت انسان است. این دوره با توجه به شرایط حساس رشد ۶ سال اولیه زندگی نسبت به مراحل بعدی؛ امکان رشد و پرورش استعدادهای فرد؛ و کسب زیربنای یادگیری از اهمیت خاصی برخوردار است. در این دوران حساس و مهم، یادگیری کودکان عمیق‌تر، سریع‌تر و آسان‌تر انجام می‌شود. توانایی‌های آنان در جنبه‌های مختلف رشد

* نویسنده مسئول:

مولود کیخسروانی

نشانی: گروه روانشناسی و مشاوره، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.

تلفن: ۲۰۸۴۷۲۴ (۹۱۳) ۹۸+

پست الکترونیکی: moloud.keykhsrovani@iaubushehr.ac.ir

و با شروع دوره نوزادی به فرد اجازه می‌دهد تفاوت مقادیر بین گروه‌ها را بدون تکیه بر شمارش و نماد تشخیص دهد. دقت این سیستم طی دوران کودکی بهبود می‌یابد و در بزرگسالی به سطح نهایی دقت یعنی سطح ۱۵ درصدی می‌رسد. به این معنا که یک بزرگسال می‌تواند بدون شمارش ۱۰۰ آیتم را از ۱۱۵ آیتم تشخیص دهد (سواسا^{۱۴}، ۲۰۱۰).

سیستم تخمین عدد، نقش اساسی در تحول دیگر توانایی‌های عددی، مانند مفهوم دقیق عدد و مهارت‌های ساده حساب ایفا می‌کند. مطالعات نشان داده سطح دقت سیستم تخمین عدد در کودکی پیش‌بین‌کننده پیشرفت ریاضیات در سال‌های مدرسه است (مازوکو، فینگسون و هالبردا^{۱۵}، ۲۰۱۱). سیستم تخمین عدد، مؤلفه مرکزی توانایی وسیع‌تری به نام "فهم عدد" است (بال و همکاران، ۲۰۱۸؛ پاسولونگی و همکاران، ۲۰۱۴). گرچه برسر تعریف مشخص از این سازه همچنان چالش وجود دارد اما در مجموع دامنه گسترده‌ای بالغ بر بیش از ۳۰ سازه مختلف از مفاهیم مربوط به ریاضیات زیر چتر این سازه قرار می‌گیرند (توستو و همکاران^{۱۶}، ۲۰۱۷).

فهم عدد توانایی بازنمایی و دستکاری عدد و کمیت به شکل ذهنی است که منجر به توانایی مقایسه و دستکاری اعداد می‌گردد (جردن و همکاران^{۱۷}، ۲۰۱۰). این سازه در سنین اولیه به عنوان مهم‌ترین پیش‌بین عملکرد ریاضیات آینده شناخته شده است و اهمیت آن در پیشرفت ریاضیات حتی بیشتر از هوش عمومی برآورد شده است (گری^{۱۸} و همکاران، ۲۰۱۳). به همین ترتیب مشکل در فهم عدد اولیه می‌تواند مشکلات ماندگاری در عملکرد ریاضیات در سراسر دوران تحصیل کودک ایجاد کند. در دهه‌های گذشته، پژوهش‌های متمرکز بر فهم عدد حاکی از نقش پیش‌بین‌کننده مؤلفه‌های این سازه برای عملکرد بعدی ریاضیات و گسترش امکان اصلاح نقائص فهم عدد و تاخیر تحول این سازه هستند (تول و وان‌لویت^{۱۹}، ۲۰۱۳).

1. Bonny & Lourenco
2. Duncan et al
3. Geary
4. Jordan
5. Ritchie & Bates
6. Gross, Hudson & Price
7. Bull
8. Approximate Number System (ANS)
9. Working Memory
10. Bull
11. Holmes & Adams
12. Baddeley
13. Piazza
14. Sousa
15. Mazzocco, Feigenson & Halberda
16. Tosto et al
17. Jordan et al
18. Geary
19. Toll & Van Luit

فهم عدد به توانایی سیالی و انعطاف‌پذیر بودن کودکان با عدد اطلاق می‌شود. درک معنای اعداد، مقایسه آن‌ها و توانایی انجام ذهنی عملیات ریاضی توسط فهم عدد ایجاد می‌شوند. این توانایی منجر به راحت بودن بیشتر، با اطلاعات ریاضی و توانایی حل محاسبات ریاضی می‌شود. (بوننی و لورنکو^{۲۰}، ۲۰۱۳).

دانش عددی کودکان در بدو ورود به مدرسه، پیامدهای طولانی مدت معناداری بر یادگیری ریاضیات آن‌ها در طی سال‌های مدرسه دارد. (دانکن و همکاران^{۲۱}، ۲۰۰۷؛ گری^{۲۲}، ۲۰۱۱؛ جردن^{۲۳} و همکاران، ۲۰۰۹). دانش ریاضیات ضعیف در ایجاد وضعیت اجتماعی اقتصادی نامطلوب در بزرگسالی نقش دارد (ریچ و باتس^{۲۴}، ۲۰۱۳) و بر بهزیستی روانی افراد در طولانی مدت تاثیرگذار است (گروس، هادسون و پرایس^{۲۵}، ۲۰۰۹). جستجو جهت درک چرایی تفاوت‌های فردی در دانش پایه ریاضیات، حاکی از اهمیت مهارت‌های هسته ریاضیات است؛ مهارت‌هایی که تصور می‌شود برای کسب و تحول پایدار ریاضیات، نقش زیربنایی دارند (بال و همکاران، ۲۰۱۸). مطالعات در زمینه پیش‌سازهای ریاضیات حاکی از آن است که "سیستم تخمین عدد"^{۲۶} مهم‌ترین توانایی شناختی حوزه خاص؛ و "حافظه فعال"^{۲۷} مهم‌ترین توانایی شناختی حوزه گسترده مورد نیاز برای تحول و پیشرفت در یادگیری ریاضیات هستند (بال^{۲۸} و همکاران، ۲۰۱۸). حافظه فعال سامانه‌ای ذهنی است که فرد را همزمان قادر به نگهداری اطلاعات در ذهن و پردازش دیگر تکالیف شناختی پیچیده می‌نماید (هولمز و آدامز^{۲۹}، ۲۰۰۶). طبق مدل چند مؤلفه‌ای بدلی^{۳۰} و هیچ^{۳۱} (۲۰۰۰) حافظه فعال از سه مؤلفه اصلی تشکیل شده است. دو سیستم ذخیره‌سازی (شامل؛ حلقه واج‌شناختی و صفحه دیداری - فضایی) که به ترتیب مخصوص پردازش اطلاعات زبان‌محور و دیداری - فضایی هستند؛ و مجری مرکزی، که مربوط به نوع خاصی از اطلاعات نیست و هماهنگی دو سیستم ذخیره‌سازی و دامنه‌ای از کنش‌ها از جمله؛ کنترل توجهی فعالیت‌ها را برعهده دارد. تمایز بین سیستم مجری مرکزی و سیستم‌های ذخیره‌سازی خاص حافظه (مانند صفحه واج‌شناختی و صفحه دیداری - فضایی) مانند تمایز بین حافظه فعال و حافظه کوتاه مدت است. حافظه فعال دربرگیرنده ذخیره‌سازی، پردازش و فعالیت ذهنی تلاش‌محور است در حالی که حافظه کوتاه مدت دربرگیرنده موقعیت‌هایی است که در آن افراد به شکل منفعل مقادیر کوچکی از اطلاعات را نگهداری می‌کنند (بدلی، ۲۰۰۰).

سیستم تخمین عدد، سیستمی شناختی است که تخمین مقادیر مجموعه‌ها را بدون تکیه بر زبان و نمادها پشتیبانی می‌کند. این سیستم برای بازنمایی غیرنمادی اعداد بزرگ‌تر از ۴ مورد استفاده قرار می‌گیرد (پiazza^{۳۲}، ۲۰۱۰؛

آموزشی (ناحیه ۲) و سپس از بین ۱۵۰ پیش‌دستانی این ناحیه، ۲ پیش-دستان به‌صورت تصادفی انتخاب شد. در مرحله بعد، از هر پیش‌دستان ۲۰ نوآموز به‌صورت تصادفی و براساس لیست کل پیش‌دستان انتخاب شدند و آزمون فهم عدد جردن (۲۰۰۸) به‌عنوان پیش‌آزمون بر روی کل نمونه اجرا شد. پس از اجرای آزمون‌ها، تعداد ۳۴ کودک دارای بهره هوشی متوسط به بالا، و با اخذ پایین‌ترین نمرات در آزمون فهم عدد به-عنوان نمونه اصلی انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۷ نفری (گروه آزمایش و گروه گواه) جایگزین شدند و طی جلسه خصوصی و حضوری برای والدین شرایط شرکت در پژوهش و اهداف آن شرح داده شد و فرم رضایت آگاهانه در اختیار آن‌ها قرار گرفت.

جهت گروه‌بندی آزمودنی‌ها در گروه آزمایش و گواه، با کنترل متغیرهای هوش‌بهر و جنس از روش هم‌تاسازی تصادفی استفاده شد. در این شیوه سعی بر آن است که آزمودنی‌های انتخاب‌شده از نظر متغیر ناخواسته همگن شوند. برای این هدف پس‌ازآنکه آزمودنی‌ها از نظر متغیرهای هوش‌بهر و جنس تا حد امکان دوه‌دو با یکدیگر همسان شدند، فهرستی از زوج آزمودنی‌ها تهیه و با انتصاب تصادفی^۱ یکی از دو عنصر زوج شده، به گروه گواه و دیگری به گروه‌های آزمایش اختصاص داده شد (سرمد، بازرگان و حجازی، ۱۳۹۳). بدین ترتیب دو گروه ۱۷ نفری به‌عنوان گروه آزمایش و گواه در نظر گرفته شد که در ابتدای مراحل درمان دو نفر از گروه آزمایش به‌علت شرایط ویژه کرونا از ادامه‌ی همکاری امتناع نمودند. جهت رعایت تساوی دو گروه آزمایش و کنترل دو نفر از گروه کنترل حذف شد و درنهایت با ۱۵ آزمودنی در هر گروه پژوهش انجام شد. ملاک‌های ورود و خروج به‌عنوان نمونه آماری در این پژوهش به‌شکل زیر تعیین شدند.

ملاک‌های ورود به مطالعه شامل قرار داشتن در دامنه سنی ۵ تا ۶ سال، کسب نمره پایین در آزمون فهم عدد، وجود بهره هوشی متوسط و بالاتر (هوش‌بهر ۸۵ به بالا) بر اساس مقیاس هوش و کسلر کودکان - ویرایش چهارم (سازمان آموزش و پرورش استثنایی، ۱۳۹۶)، عدم وجود اختلالات عصب تحولی شدید دوران کودکی مانند اختلالات طیف اتیسم، نقص توجه-بیش‌فعالی و عقب‌ماندگی ذهنی که توسط روان‌پزشک تشخیص داده شده باشند (این مورد بر اساس پرونده کودک پیگیری می‌گردد)، عدم وجود معلولیت‌های جسمی حرکتی، ناشنوایی و نابینایی و تسلط به زبان فارسی.

1. Gathercole, Brown & Pickering
2. Passolunghi & Costa
3. Friso-Van Den Bos
4. Kroesbergen
5. Lee et al
6. random assignment

مطالعات طولی حاکی از آن است که عملکرد حافظه فعال در کودکان پیش‌دستانی پیش‌بین‌کننده پیشرفت تحصیلی چندین سال پس از این دوره (گترکول، براون و پیکرینگ^۱، ۲۰۰۳؛ پاسولونگی و لانفرانچی، ۲۰۱۲) و به‌ویژه عملکرد ریاضیات آن‌ها در پایه‌های اول و دوم است (پاسولونگی و کوستا^۲، ۲۰۱۶).

پژوهش‌ها در زمینه چگونگی ارزیابی و مداخله فهم عدد، این سازه را تشخیص دهنده اولیه خوبی برای مشکلات حساب معرفی می‌کنند (جردن و همکاران، ۲۰۱۰؛ پاسولونگی و لانفرانچی، ۲۰۱۲) و مطالعه در زمینه مداخلات در این حوزه را پیشنهاد می‌نمایند (جردن و همکاران، ۲۰۱۰؛ کوهن و هولینگ، ۲۰۱۴).

کمبود پژوهش در زمینه رابطه بین فهم عدد و مؤلفه‌های مختلف شناختی حوزه حافظه فعال (فریسو - وان‌دن بوس^۳ و همکاران، ۲۰۱۳؛ کراسبرگن^۴ و همکاران، ۲۰۰۹؛ لی و همکاران^۵، ۲۰۱۲)؛ افزایش شمار دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی در طول ۲۰ سال اخیر، وجود نرخ شیوع ۵ تا ۱۰ درصدی دانش‌آموزان با نقص یادگیری در حداقل یک حوزه ریاضی (پاسولانگی و کوستا^۶، ۲۰۱۶)، عدم تمرکز پژوهش‌های شناختی بر تقویت سیستم تخمین عدد و مقایسه آن با تقویت حافظه فعال به‌عنوان مهمترین پیش‌سازهای شناختی تحول و پیشرفت یادگیری ریاضی و اهمیت مداخله زودهنگام‌تر در جهت ارتقا مهارت‌های ریاضی پایه و کاهش مشکلات یادگیری آینده، ضرورت بررسی اثرات مختلف و متفاوت آموزش‌های متمرکز بر پیش‌سازهای شناختی را نشان می‌دهد و اهمیت اثربخشی آموزش حافظه فعال را بر توانایی فهم عدد کودکان پیش‌دستانی جهت دستیابی به برنامه‌های بهینه و مقرون به‌صرفه را نشان می‌دهد.

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر، از نوع آزمایشی به‌صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون و پیگیری با گروه کنترل بود. در این نوع طرح، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی انتخاب و به کمک همین روش در گروه‌های مختلف جایگزین می‌شوند. سپس قبل از اجرای متغیر مستقل (X)، آزمودنی‌های انتخاب‌شده در هر سه گروه به وسیله پیش‌آزمون مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرند. نقش پیش‌آزمون در این طرح، اعمال کنترل (آماري) و مقایسه است و در نتیجه تعیین اینکه تغییر ایجاد شده ناشی از اجرای متغیر مستقل بوده است یا عوامل دیگر (دلوار، ۱۳۹۱). جامعه آماری پژوهش، شامل همه کودکان پیش‌دستانی شهر کرمانشاه در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ بود. آزمودنی‌ها از نواحی مختلف آموزش و پرورش شهر کرمانشاه با روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند. بدین ترتیب که از بین نواحی و مناطق آموزش و پرورش شهر کرمانشاه، یک ناحیه

آزمون با روش آلفای کرونباخ $0/83$ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی قابل قبولی برای این پرسشنامه است.

معرفی برنامه تقویت حافظه فعال: برنامه تقویت حافظه فعال، برنامه‌ای است مبتنی بر رویکرد فرایندمحور شناختی به شکل انفرادی، انطباقی و مبتنی بر نظریه سه مولفه‌ای حافظه فعال بدلی. این برنامه شامل ۱۵ تمرین در سه مولفه صفحه دیداری - فضایی، حلقه واج شناختی و معجری مرکزی است برای هر مولفه ۵ تمرین قلم - کاغذی با استفاده از مواد دیداری و شنیداری طراحی شده است. جهت طراحی این تمرین‌ها نتایج پژوهش‌های نظری (الف، ۱۳۹۹)، نظری (ب، ۱۳۹۹)، احمدی و همکاران (۱۳۹۶)، امانی (۱۳۹۶)، آقابابایی، ملک‌پور و عابدی (۱۳۹۱)، حکیمی‌راد و همکاران (۱۳۹۲)، سلطانی کوهبانی و همکاران (۱۳۹۲)، شیخ‌الاسلامی و همکاران (۱۳۹۵)، عابدی و آقابابایی (۱۳۸۹)، عزیزیان و همکاران (۱۳۹۶)، نریمانی و سلیمانی (۱۳۹۲) مطالعه شده‌اند. همچنین بازی‌های تجاری توانبخشی شناختی کایتان لاگ و هپی نوروین مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در هر جلسه از هر مولفه حداقل یک فعالیت کار می‌شد. طول مدت هر جلسه ۲۰ دقیقه به‌شکل یک روز در میان و در مجموع شامل ۱۲ جلسه بود. به‌علت شرایط کرونا جلسات با کودکان به‌شکل انفرادی و در کلینیک خصوصی پژوهشگر انجام شد.

1. Number Sense Test

ملاک‌های خروج از مطالعه شامل عدم احراز هر یک از ملاک‌های ورود در مطالعه، غیبت بیش از ۳ جلسه (در خصوص افرادی که دو جلسه غیبت داشته باشند برنامه جبرانی برگزار می‌شود) و شرکت هم‌زمان کودک در سایر برنامه‌های مداخلاتی دیگر و یا دریافت آموزش‌های تحصیلی خصوصی و اضافی.

ابزارهای پژوهش

آزمون فهم عدد: مقیاس سنجش فهم عدد توسط جردن و همکاران (۲۰۰۹) تدوین شد. این آزمون بر پایه سه مولفه بنیادی شمارش، دانش عدد و عملیات با اعداد ساخته شده به منزله یک ابزار غربالگری برای ارزیابی کودکان مشکوک به ناتوانی یادگیری ریاضی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سازندگان مقیاس ضریب پایایی (همسانی درونی) مقیاس به روش آلفای کرونباخ $0/92$ و ضریب پایانی آن را به روش بازآزمایی $0/95$ در سطح $(P < 0/01)$ گزارش کرده‌اند. جدیدی (۱۳۹۰) در پژوهشی جداگانه که در شهر اصفهان بر روی کودکان پسر پیش‌دبستانی انجام داد، این آزمون را هنجاریابی کرد. وی در این پژوهش ضریب پایایی (همسانی درونی) این مقیاس را به روش آلفای کرونباخ $0/89$ و ضریب پایایی آن را به روش بازآزمایی $0/90$ گزارش کرده است. همچنین محاسبه و روایی محتوایی این مقیاس را ۵ نفر متخصص تایید کرده‌اند. در این پژوهش نیز ضریب پایایی

جدول ۱. تکالیف آموزشی برنامه تقویت حافظه فعال

تکالیف	محتوای جلسه
این تمرین، شامل ۲۰ زنجیره کلمات ۳ تا ۶ تایی است. در هر زنجیره، تعدادی نام حیوان وجود دارد که پس از خواندن کل کلمات، کودک باید نام فقط حیوانات را به ترتیبی که شنیده بگوید. فاصله بین خواندن کلمات هر زنجیره یک ثانیه است. سوالات از زنجیره دوتایی آغاز و با موفقیت کامل کودک در تمام سوالات زنجیره بتدریج به سمت زنجیره سه، چهار و پنج تایی می‌رود.	حیوانات را نام ببر
این تمرین، شامل ۱۵ زنجیره ۳ تا ۷ تایی است. در این تمرین ۱۵ تصویر برش زده در اختیار کودک قرار می‌گیرد. سپس نام چند تصویر (ابتدا سه تصویر تا هفت تصویر) با فاصله ۱ ثانیه برای کودک خوانده می‌شود و از کودک درخواست می‌شود نام تصاویری را که شنیده از آخر به اول بچیند. سوالات از زنجیره سه تایی آغاز و با موفقیت کامل کودک در تمام سوالات زنجیره بتدریج به سمت زنجیره چهار و پنج تایی و شش تایی می‌رود.	قطار معکوس
این فعالیت شامل ۲۰ زنجیره جملات سه تا شش کلمه‌ای است. این جملات به شکل مجزا برای کودک خوانده می‌شوند. کودک باید آن‌ها را عیناً به‌خاطر بسپارد و تکرار کند.	حافظه جملات
این فعالیت شامل شش سری ۲۴ تایی جفت کلمات نامرتب است. در این تمرین چند جفت کلمه برای کودک خوانده می‌شود. او باید به آن‌ها خوب گوش کند و کلمات دوم هر جفت را به‌خاطر بسپارد. پس از پایان زنجیره، کودک باید بعد از شنیدن اولین کلمه، کلمه دوم را بگوید. مثلاً در زنجیره دوتایی، دو زوج کلمه (خانه - ستاره؛ گل - لامپ) برای کودک خوانده می‌شود. در مرحله پرسش به او گفته می‌شود: خانه. کودک در پاسخ می‌گوید ستاره. مجدداً مربی می‌گوید: گل. کودک می‌گوید: لامپ. سوالات از زنجیره دوتایی آغاز و با موفقیت کامل کودک در تمام سوالات زنجیره بتدریج به سمت زنجیره سه، چهار، پنج، شش و هفت تایی می‌رود.	حافظه تداعی
در این فعالیت از یک مقوای ۴ در ۵ با ۲۰ خانه رنگی استفاده می‌شود. یک آدمک عروسکی کوچک در یک از خانه‌های مقوای قرار می‌گیرد. سپس دستورالعمل‌های دو تا شش آیتمی به کودک ارائه می‌شود. کودک باید مسیرهای گفته‌شده را به‌خاطر بسپارد و پس از اتمام دستورالعمل، آدمک را جابه‌جا کند و به مقصد برساند. مثلاً در دستورالعمل دو آیتمی گفته می‌شود: دو خانه سمت راست و یک خانه به پایین حرکت کن.	مسیریاب

تکالیف
حلقه
واج‌شناسی

تکالیف	محتوای جلسه
پرش پروانه	این فعالیت شامل ۲۰ زنجیره دو تا پنج تایی تصویری است. در این تمرین یک جدول شامل ۲۰ تصویر در اختیار کودک قرار می‌گیرد. هر خانه جدول یک شماره دارد که برای مربی قابل استفاده است. مربی طبق شماره‌های داده شده در برگه سوال، تصاویری را به ترتیب به کودک نشان می‌دهد. کودک باید با دقت به تصاویر نگاه کند و تصاویری را که دیده مانند مربی به ترتیب نشان دهد. برای انجام این فعالیت به کودک گفته می‌شود: انگشت من یک پروانه است به حرکت آن خوب نگاه کن و تمام جاهایی که او می‌نشیند را به ترتیب نشان بده. سوالات از زنجیره دوتایی آغاز و با موفقیت کامل کودک در تمام سوالات زنجیره بتدریج به سمت زنجیره سه، چهار و پنج تایی می‌رود.
تکالیف صفحه دیداری فضایی	این فعالیت شامل ۲۰ کارت الگو و ۲۰ کارت سوال است. در کارت‌های الگو بین سه تا هفت تصویر وجود دارد. اما کارت‌های سوال یک، دو یا سه تصویر کمتر از کارت الگو دارند. ابتدا یک کارت الگو به کودک ارائه می‌شود پس از ۱۰ ثانیه کارت برداشته می‌شود و کارت سوال به کودک نشان داده می‌شود و از کودک درخواست می‌شود تصویر یا تصاویری که در کارت سوال حذف شده‌اند را نام ببرد.
توالی تصاویر	این فعالیت شامل ۲۴ کارت تصویر است که در زنجیره‌های دو تا هفت تایی به کودک ارائه می‌شوند. برای این بازی، ابتدا دو کارت بر روی میز قرار می‌گیرد. پس از آنکه کودک آن‌ها را به‌خاطر سپرد، کارت‌ها برگردانده می‌شوند تا کودک تصویر آن‌ها را نبیند. سپس سری دوم همان کارت‌ها به شکل درهم به کودک داده می‌شود تا هر یک را بر روی تصویر همانند قرار دهد.
جفت‌های همسان	در این تمرین ۱۰ کارت ۲۴ تصویری که تصاویر آن به شکل زوجی با هم یکسان هستند یکی یکی به کودک ارائه می‌شود. هر کارت به مدت شصت ثانیه به کودک ارائه می‌شود. کودک باید جای زوج‌های مشابه را به‌خاطر بسپارد و پس از برداشتن کارت، تصاویر مشابه را برگرداند.
چوب‌های رنگی	این تمرین شامل ۲۰ کارت الگو برای ساخت طرح‌های مختلف با استفاده از چوب‌های رنگی است. در هر کارت بین دو تا شش چوب رنگی در وضعیت‌های مختلف قرار دارند. کارت‌ها از الگوهای دو آتیمی به کودک ارائه می‌شوند. هر کارت به مدت ۱۰ ثانیه ارائه می‌شود و کودک باید رنگ، تعداد و وضعیت چوب‌ها را به‌خاطر بسپارد. سپس کارت برداشته می‌شود و کودک باید مانند الگویی که به‌خاطر سپرده شکل را بسازد.
پاسخ معکوس	این فعالیت شامل ۸۰ سوال بلی خیر است. هر سوال به آرامی و شمرده برای کودک خوانده می‌شود و کودک باید به‌صورت معکوس پاسخ بدهد یا خیر به هر سوال بدهد. جملات بسیار سریع یا کند خوانده نشود؛ فقط یک بار، بدون تکرار و به صورت پرسشی خوانده شود. سرعت عمل کودک در این تمرین خیلی مهم است. پس از اینکه کودک توانست در شش سوال پاسخ صحیح دهد، یک سوال به زنجیره قبلی اضافه می‌شود. بدین ترتیب پس از ۶ سوال با پاسخ معکوس درست که به شکل تکی برای کودک خوانده می‌شود، سوالات دوتایی و سپس سه و به همین ترتیب بیشتر می‌شدند. مثلاً در زنجیره دوتایی از کودک دو سوال پرسیده می‌شد و کودک می‌بایست پس از اتمام دو سوال پاسخ‌ها را بازگو می‌کرد. مثلاً: سوالات: در روز هوا روشن است؟ با مسواک شانه می‌کنیم؟ پاسخ: خیر، بله
یادآوری معکوس کلمات	این فعالیت شامل ۲۴ زنجیره کلمات است. در این بازی، زنجیره‌ای از کلمات دو، سه یا چهار تایی برای کودک خوانده می‌شد و از او درخواست می‌شد کلمات را به‌خاطر بسپارد و از آخرین کلمه به اولین کلمه بازگو نماید. پس از اینکه کودک توانست در شش سوال پاسخ صحیح دهد، یک سوال به زنجیره قبلی اضافه می‌شد.
تکالیف مجری مرکزی	این فعالیت شامل ۲۰ زنجیره دو تا پنج تایی تصویری است. در این تمرین یک جدول شامل ۲۰ تصویر از تعدادی حیوان و گل در اختیار کودک قرار می‌گیرد. هر خانه جدول یک شماره دارد که برای مربی قابل استفاده است. مربی طبق شماره‌های داده شده در برگه سوال، تصاویری از حیوانات و گل‌ها را به ترتیب به کودک نشان می‌دهد. کودک باید با دقت به تصاویر نگاه کند و تصاویری را که دیده مانند مربی به ترتیب نشان دهد. برای انجام این فعالیت به کودک گفته می‌شود: انگشت من یک قورباغه است به حرکت آن خوب نگاه کن و تمام جاهایی که او می‌نشیند را به ترتیب اما برعکس نشان بده. مثلاً اگر به ترتیب تصاویر شماره ۱۰ و ۲ (کیک و دوچرخه) را نشان دادید کودک باید تصاویر ۱۰ و ۲ (دوچرخه و کیک) را نشان دهد.
توالی گل - حیوان	این فعالیت شامل ۲۰ زنجیره دو تا پنج تایی تصویری است. در این تمرین یک جدول شامل ۲۰ تصویر از حیوانات و گل‌ها در اختیار کودک قرار می‌گیرد. هر خانه جدول یک شماره دارد که برای مربی قابل استفاده است. مربی طبق شماره‌های داده شده در برگه سوال، تصاویری را به ترتیب به کودک نشان می‌دهد. کودک باید با دقت به تصاویر نگاه کند و تصاویری را که دیده به‌خاطر بسپارد. سپس ابتدا تمام گل‌ها را به ترتیب و بعد تمام حیواناتی که دیده است را به ترتیب نشان دهد. مثلاً اگر به ترتیب تصاویر شماره ۴ و ۸ (اردک و گل لاله) را نشان دادید کودک باید تصاویر ۸ و ۴ (گل لاله و اردک) را نشان دهد. در زنجیره‌های بالاتر مانند (گل لاله - گاو - گوسفند - گل رز)، کودک باید به ترتیب اول گل‌ها سپس حیوانات را نشان دهد (گل لاله - گل رز - گاو - گوسفند). سوالات از زنجیره دوتایی آغاز و با موفقیت کامل کودک در تمام سوالات زنجیره بتدریج به سمت زنجیره سه، چهار و پنج تایی می‌رود.
حافظه افعال	این فعالیت شامل ۱۶ زنجیره دو تا شش تایی جملات است. تعداد جملات مربوط به هر زنجیره برای کودک خوانده می‌شود و کودک باید کلمه پایان جملات را به‌خاطر بسپارد و پس از اتمام خواندن مربی، کلمات آخر جملات را به ترتیب بگوید. مثلاً: سگ‌ها مهربان هستند/ شیر نوعی لبنیات است. پاسخ درست: هستند/ است.

شیوه اجرای برنامه تقویت حافظه فعال در پژوهش: جهت

اجرای برنامه، گروه آموزش حافظه فعال در هر جلسه سه فعالیت از سه مولفه حافظه فعال شامل حلقه واج‌شناختی، صفحه دیداری فضایی و مجری مرکزی دریافت می‌کردند. این آموزش به مدت ۲۰ دقیقه در هر جلسه، به شکل یک روز در میان و به مدت ۵ هفته برگزار شد. در مجموع هر گروه آزمایشی ۱۲ جلسه برنامه انفرادی حضوری و در کلینیک خصوصی پژوهشگر، به علت شرایط کرونا دریافت کردند. در این مدت گروه کنترل در حال دریافت آموزش‌های معمول پیش دبستان بودند که به علت شرایط کرونا به شکل حضوری یا غیرحضوری برگزار می‌شدند.

جهت اجرای پژوهش پس از طی مراحل قانونی و اخذ مجوزهای لازم، تعیین جامعه پژوهشی و نمونه‌گیری و تشکیل جلسه جهت کسب اجازه از والدین و توضیح شرایط همکاری در پژوهش، مراحل ذیل انجام شدند؛ جایگزین کردن آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در گروه‌های آزمایشی و کنترل، اجرای آزمون‌های فهم عدد (جردن و همکاران، ۲۰۰۸)، به عنوان

پیش‌آزمون و جمع‌آوری داده‌های این اجرا، اجرای برنامه تقویت حافظه فعال برای گروه آزمایشی به مدت ۲۰ دقیقه ۳ روز هفته به مدت ۵ هفته و ۱۲ جلسه؛ و دریافت آموزش‌های معمول مراکز پیش‌دبستانی برای گروه کنترل، اجرای پس‌آزمون و جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های این اجرا و اجرای کلیه آزمون‌ها دو ماه پس از اجرای پس‌آزمون و بدون ارائه برنامه آموزشی به هیچ یک از گروه‌ها جهت گردآوری اطلاعات و داده‌های مرحله پیگیری. در نتیجه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS.26 و با آزمون واریانس تک متغیری با اندازه‌گیری مکرر تحلیل شد.

یافته‌ها

توزیع فراوانی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در جدول ۲ ارائه شده است. اطلاعات جدول ۲ نشان می‌دهد که تحصیلات مادران و پدران بیش‌تر در سطح لیسانس است. همچنین میانگین و انحراف استاندارد هوش شرکت‌کنندگان نشان می‌دهد که شرکت‌کنندگان در دو گروه حافظه فعال و کنترل از نظر مؤلفه هوش تا حدود زیادی معادل هستند.

جدول ۲. توزیع فراوانی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در گروه حافظه فعال و کنترل

متغیر	سطح	حافظه فعال (فراوانی)	کنترل (فراوانی)
سن	۵ سال	۹	۱۱
	۶ سال	۶	۴
تحصیلات مادر	دیپلم	۴	۲
	فوق دیپلم	۰	۰
	لیسانس	۹	۸
	فوق لیسانس و بالاتر	۲	۵
	دیپلم	۳	۴
تحصیلات پدر	فوق دیپلم	۲	۲
	لیسانس	۷	۹
	فوق لیسانس و بالاتر	۳	۰
هوش	میانگین	۹۵/۹۱	۹۶/۶۶
	انحراف استاندارد	۴/۲۱	۴/۰۳

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد فهم عدد در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری

گروه	آماره	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیگیری	کل
حافظه فعال	میانگین	۸/۱۳	۱۵/۵۳	۱۵/۱۳	۱۲/۹۳
	انحراف استاندارد	۱/۵۵	۱/۸۵	۱/۳۰	۳/۷۷
کنترل	میانگین	۸/۵۳	۸/۸۰	۱۰/۱۳	۹/۱۶
	انحراف استاندارد	۱/۲۵	۱/۵۷	۱/۷۷	۱/۶۶

متغیر فهم عدد شامل یک نمره می‌شود. بنابراین از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر تک متغیری جهت آزمون این فرضیه استفاده شد. جدول فوق میانگین و انحراف استاندارد فهم عدد را در بین گروه‌های آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری نشان می‌دهد. نتایج آزمون مویلی که از طریق مجذور کا و سطح معناداری برابر با ۰/۹

به دست آمد، نشان داد این مفروضه برقرار است. نتایج آزمون همگنی واریانس در جدول ۴ نیز نشان داد بین گروه‌های آزمایش و گروه کنترل در سه مرحله اندازه‌گیری تفاوت معناداری وجود ندارد، به عبارتی می‌توان گفت که همگنی واریانس برقرار است.

جدول ۴. آزمون همگنی واریانس (لوین) در فهم عدد بین گروه‌های آزمایش و گروه کنترل

زمان	F	df صورت	df مخرج	سطح معنی داری
پیش آزمون	۰/۳۸	۲	۴۲	۰/۶۹
پس آزمون	۰/۳۶	۲	۴۲	۰/۷۰
پیگیری	۰/۵۵	۲	۴۲	۰/۵۸

نتایج آزمون تحلیل واریانس در جدول ۵ نشان می‌دهد که اثرات بین آزمودنی معنادار بوده و بین گروه‌های آزمایش و گروه کنترل در فهم عدد تفاوت معنادار وجود دارد ($F=120/78$, $p=0/001$, $\eta^2=0/85$). نتایج اثر درون آزمودنی نیز نشان می‌دهد که میانگین فهم عدد در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری افزایش معنادار داشته است ($F=34/34$, $p=0/001$, $\eta^2=0/62$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس در جدول ۵ نشان می‌دهد که اثرات بین آزمودنی معنادار بوده و بین گروه‌های آزمایش و گروه کنترل در فهم عدد تفاوت معنادار وجود دارد ($F=120/78$, $p=0/001$, $\eta^2=0/85$). نتایج اثر درون آزمودنی نیز نشان می‌دهد که میانگین فهم عدد در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری افزایش معنادار داشته است ($F=34/34$, $p=0/001$, $\eta^2=0/62$).

جدول ۵. نتایج تحلیل واریانس تک متغیری با اندازه گیری مکرر در فهم عدد

منبع اثر	SS	df	MS	F	P	η^2
بین آزمودنی	۲۱۶/۶۷	۲	۱۰۸/۳۴	۱۲۰/۷۸	۰/۰۰۱	۰/۸۵
خطا (بین آزمودنی)	۳۷/۶۷	۴۲	۰/۹۰			
درون آزمودنی	۸۸۵/۶۱	۲	۴۴۲/۸۱	۱۹۱/۴۲	۰/۰۰۱	۰/۸۲
متقابل	۳۱۸/۰۷	۴	۷۹/۵۲	۳۴/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۶۲
خطا	۱۹۴/۳۱	۸۴	۲/۳۱			

و پیش‌دبستان از جمله؛ مطالعات کراسبرگن و همکاران (۲۰۱۴)؛ تورل و همکاران (۲۰۰۹)؛ رمانی و همکاران (۲۰۱۷)؛ پاسولونگی و کوستا (۲۰۱۶) همسو می‌باشند. به‌طوری‌که در حمایت از یافته‌های پژوهش‌های پیشین، مطالعه حاضر نیز نشان داد؛ آموزش حافظه فعال، به شکل موثری موجب ارتقا مهارت‌های حافظه‌ای می‌شود که بوسیله مولفه مجری مرکزی مدل بدلی (۲۰۰۰) مورد حمایت قرار می‌گیرند و قوی‌ترین پیش‌بین کننده دامنه وسیعی از یادگیری‌های تحصیلی از جمله ریاضیات می‌باشد (بال و همکاران، ۲۰۱۸).

از آن‌جا که گروه آموزش حافظه فعال به‌طور معناداری در توانایی‌های تخمین عدد و فهم عدد ارتقا پیدا کردند و این پیشرفت نسبت به گروه آموزش تخمین عدد معنادار نیست، می‌توان اظهار کرد؛ که اثر آموزش حافظه فعال می‌تواند به توانایی‌های آموزش داده نشده و توانایی‌های عددی خاص مورد نیاز در کودکان پیش‌دبستان انتقال یابد (پاسولونگی و لانفرانچی، ۲۰۱۲). به‌علاوه این یافته یک گام از دیدگاه همبستگی مورد استفاده در مطالعات قبلی فراتر رفته و از این ایده حمایت می‌کند که یک ارتباط علی بین توانایی‌های حوزه گسترده حافظه فعال و کفایت‌های عددی حوزه خاص در کودکان پیش‌دبستانی وجود دارد (کراسبرگن، وانت نوردند و کولمن، ۲۰۱۴).

نتایج ما درباره اثرات انتقال آموزش حافظه فعال همسو با مطالعات قبلی از جمله؛ هولمز و همکاران، (۲۰۰۹)، کراسبرگن و همکاران (۲۰۱۴)،

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف اثربخشی آموزش حافظه فعال بر فهم عدد کودکان پیش‌دبستانی انجام شد. به منظور بررسی میزان اثربخشی آموزش حافظه فعال، بر توانایی فهم عدد کودکان، از آزمون فهم عدد جردن استفاده شد. بدین ترتیب که پس از آموزش یک گروه از کودکان به-وسیله برنامه حافظه فعال عملکرد آن‌ها در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری با یکدیگر و با گروه کنترل در آزمون فهم عدد جردن مقایسه شد. نتایج پژوهش نشان داد؛ اثربخشی آموزش حافظه فعال نسبت به گروه کنترل بر توانایی فهم عدد به طور معناداری بالاتر بود. به‌عبارتی، برنامه تقویت حافظه فعال موجب ارتقا معنادار توانایی فهم عدد از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون می‌شود در حالی که گروه کنترل موجب تغییر معناداری در این توانایی نمی‌شود. همچنین تأثیر آموزش‌ها در طی زمان پایدار و باثبات بوده است و میانگین نمرات فهم عدد از پس‌آزمون تا پیگیری تغییر معناداری نشان نمی‌دهد.

شاید یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین یافته‌های این پژوهش، تعمیم اثر آموزش حافظه فعال به توانایی‌های ریاضی مورد نیاز برای تحصیل رسمی در مقاطع بعدی است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهند؛ گروهی که آموزش حافظه فعال را دریافت می‌کنند ارتقا معناداری هم در توانایی‌های حافظه فعال و هم در تخمین و فهم عدد از خود بروز می‌دهند. این نتیجه دلگرم‌کننده، با مطالعات قبلی آموزش حافظه فعال در سنین دبستان

روان‌شناسی مدرسه و آموزشگاه

کوهن و هولینگ (۲۰۱۴)، ویت (۲۰۱۱) هستند که بر روی اثرات آموزش حافظه فعال بر پیشرفت ریاضیات یا مهارت‌های عددی اولیه در کودکان سنین بالاتر و کودکان دارای عملکرد پایین و یا دچار اختلالات یادگیری اجرا شده‌اند.

از طرفی این نتایج ناهمسو با فراتحلیل **ملبی - لرواگ و هولم (۲۰۱۳)** هستند که ادعا می‌کند شواهد متقاعد کننده‌ای از تعمیم‌پذیری آموزش حافظه فعال به دیگر مهارت‌ها وجود ندارد (**ملبی - لرواگ و هولم، ۲۰۱۳**). در توضیح ایت تناقضات می‌توان امکان گسترش نقش آموزش حافظه فعال با تحول اشاره کرد.

بیشترین مطالعاتی که در این فراتحلیل به آن‌ها پرداخته شده، بر بررسی تأثیرات آموزش حافظه فعال بر کودکان سنین دبستان متمرکز بوده‌اند، درحالی که فقط مطالعات اندکی مانند مطالعه حاضر، امکان ارتقا حافظه فعال (و توانایی‌های عددی مرتبط با آن را) در کودکان کم سن و سال‌تر مورد بررسی قرار داده‌اند. لذا این احتمال کاملاً وجود دارد که تأثیر آموزش حافظه فعال بر کودکان کم‌سن‌تر بیش‌تر باشد چراکه سیستم عصبی آن‌ها برای تجربه و یادگیری انعطاف‌پذیرتر است (**واس، اسکریف و جانسون، ۲۰۱۲**).

در این راستا می‌توان توضیح داد که برنامه‌های فرایندمحور ارتقاء حافظه فعال بر نظریه انعطاف‌پذیری عصبی مغز^۱ استوارند و براین فرض بنا شده‌اند که گرچه این سازه‌های هوش سیال، از سازه‌های سخت در زمینه تغییرپذیری و ارتقاء به‌شمار می‌روند و در بخش وسیعی با محدودیت ظرفیت ذاتی مواجه‌اند؛ اما به علت قدرت انعطاف‌پذیری عصبی مغز، می‌توان در آن‌ها تغییرات ناشی از آموزش^۲ ایجاد کرد (**کارباخ، ۲۰۱۵**)؛ یعنی می‌توان کارکردهای مغز را توسط آموزش ارتقاء و تغییر داد و این تغییرات را به زمینه‌های مشابه (انتقال اثر نزدیک^۴) و احتمالاً زمینه‌های دیگر (انتقال اثر دور^۵) تعمیم بخشید. این انعطاف‌پذیری عصبی در سنین پایین، بیش‌تر است.

مطابق این ایده بنیادی، در طول آموزش شناختی، مناطق عصبی درگیر در تکالیف آموزشی، به‌شکل مکرر فعال و تقویت می‌شوند. بنابراین کارکرد شناختی از طریق منطقه عصبی خاصی مورد حمایت قرار می‌گیرد و به‌عنوان پیامد می‌توان تعمیم و انتقال اثرات آموزش را در تکالیف مشابه ناآموخته^۶ به دلیل درگیر شدن منطقه مغزی مشابه و زیرساخت پردازشی مشترک انتظار داشت که به این پدیده انتقال اثر نزدیک گفته می‌شود. از طریق این نوع انتقال، پس از آموزش حافظه فعال دیداری می‌توان انتظار ارتقاء عملکرد فرد در تکالیف حافظه دیداری با محرک‌هایی متفاوت از محرک‌های موجود در آموزش را داشت. همچنین طبق این نظریه، پس از آموزش شناختی، می‌توان انتظار تعمیم به فراتر از حوزه آموزش داده

شده یعنی تکالیف نامشابه ناآموخته، به دلیل درگیر شدن مناطق عصبی و مکانیسم‌های شناختی مشابه را داشت که به این پدیده انتقال اثر دور گفته می‌شود (**ماراور، باجو و گومز-آریزا، ۲۰۱۶**). برای مثال بر اساس این نوع انتقال انتظار می‌رود که پس از آموزش حافظه فعال دیداری، ارتقاء عملکردهایی در توانایی‌های شناختی پیچیده‌تر همچون خواندن و ریاضیات که نیازمند حافظه فعال دیداری هستند، حاصل آید. منطبق با نظریه‌های انتقال اثر، آموزش کارکردهای اجرایی و حافظه فعال، توانایی بالقوه انتقال به موقعیت‌های آموزشی و تحصیلی را دارند (**میکائیلی و همکاران، ۱۴۰۲**) و بهبود معنادار در این توانایی‌ها می‌تواند در رفتارها و یادگیری‌های درون و بیرون کلاسی مشهود گردد.

در همین راستا می‌توان گریزی به ماهیت برنامه حافظه فعال مورد استفاده در این پژوهش زد. در حقیقت فرایندمحور بودن برنامه حاضر می‌تواند از دلایل موفقیت آن در زمینه تعمیم اثر به دیگر مهارت‌ها باشد. چراکه طبق مطالعات شناختی از میان انواع برنامه‌های آموزشی، مداخلات فرایندمحور^۸ که به آموزش فرایندهای شناختی خاص بدون آموزش راهبردی مشخص می‌پردازند (**تیتز و کارباخ، ۲۰۱۴**)، نتایج امیدبخشی در زمینه انتقال اثر آموزش به کارکردهای روزانه و تحصیلی به دست آورده‌اند.

در این روش مداخلاتی، افراد تمرین‌های تکراری ساده‌ای در زمینه فرایندهای زیرساخت شناختی (مانند؛ حافظه، دقت، سرعت پردازش و ...) دریافت می‌کنند (کری و فردیناند، ۲۰۱۳). این پروتکل‌های آموزشی، برخلاف روش‌های راهبردمحور^۹، قابلیت‌های پردازشی کلی و نه ویژه یک تکلیف را مورد هدف قرار می‌دهند. این نوع مداخلات قابلیت‌هایی همچون؛ سرعت پردازش، حافظه فعال یا کارکردهای اجرایی و ... که مسئول عملیات شناختی چندگانه‌اند و در کلیه کارکردهای شناختی رفتاری نقش دارند را هدف آموزش خود قرار می‌دهند و به‌خاطر تمرکز بر فرایندی خاص، همچنین قدرت تبیین بیشتری نسبت به آموزش‌های چندحوزه‌ای^{۱۰} دارند (**کارباخ، ۲۰۱۵**).

نتایج شرح داده شده، یک گام اولیه مهم در جهت درک تغییرپذیری دقت سیستم تخمین عدد و طراحی برنامه‌های آموزشی سیستم تخمین عدد موثر برای کودکان است. این نتایج نشان می‌دهد سیستم تخمین عدد در سال‌های پیش‌دبستان قابل آموزش و قابل انعطاف است. هیچ اثری از آموزش برنامه پلاس مورد استفاده در این مطالعه به توانایی‌های حافظه

1. Brain Neuroplasticity
2. Training-induced Changes
3. Karbach
4. Near Transfer Effect
5. Far Transfer Effect
6. Non-trained
7. Maraver, Bajo and Gomez-Ariza
8. Process-based Training
9. strategy-based training
10. multi-domain training

نتایج بررسی شود.

پژوهش بر نمونه‌های بزرگ‌تر و با طرح‌های پژوهشی چند گروهی جهت تعیین سهم هر یک از مولفه‌های حافظه فعال و سیستم تخمین عدد در ارتقا توانایی فهم عدد اجرا گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

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

مشارکت نویسندگان

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

تعارض منافع

بنابراین اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع

- احمدی، ا.، ارجمندینا، ع.، عزیزی، م.، پ.، و مطیعی، س. (۱۳۹۶). اثربخشی برنامه آموزش کارکردهای اجرایی رایانه محور بر ویژگی‌های شناختی و پیشرفت ریاضی کودکان دارای نارسایی توجه/بیش-فعالی. *نشریه پرستاری کودکان* ۴(۱)، ۵۶-۴۸.
- [Doi:10.21859/jpen-04017]
- امانی، م. (۱۳۹۶). تاثیر تقویت کارکردهای اجرایی بر بهبود پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری غیرکلامی. *مجله مطالعات ناتوانی*، ۷(۷)، ۷-۱.
- <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=306002>
- آقابابایی، س.، ملک‌پور، م.، و عابدی، ا. (۱۳۹۱). اثربخشی آموزش کارکردهای اجرایی بر عملکرد تحصیلی کودکان با ناتوانی یادگیری. *املا. فصلنامه تازه‌های علوم شناختی*، ۱۴(۲)، ۷۲-۶۳.
- <http://icssjournal.ir/article-1-486-fa.html>
- جدیدی فیقان، م.، فرامرزی، س.، عابدی، ا.، جمالی، س.، و جدیدی فیقان، م. (۱۳۹۳). اثربخشی مداخله‌های زود هنگام بر فهم عدد در کودکان پیش‌دبستانی. *دانش و پژوهش در روانشناسی کاربردی*، ۱۵(۲)، ۸۵-۷۸.
- https://jsr-p.isfahan.iau.ir/article_533920.html

فعال چه به‌شکل بلافاصله در پس‌آزمون و چه در مرحله پیگیری مشاهده نشد. این یافته‌ها بر اختصاصی بودن تاثیر آموزش سیستم تخمین عدد بر مهارت‌های تخمینی و مقایسه‌ای عددی تاکید می‌کند و نشان می‌دهد در حقیقت، بهبود مهارت‌های سیستم تخمین عدد، می‌تواند دستیابی به فهم عدد را تسهیل نماید یا پلی بین بازنمایی‌های نمادی و غیرنمادی عدد باشد و احتمالاً این نقائص را کاهش دهد.

یافته‌های مطالعه حاضر می‌تواند کاربردهای عملی متعددی برای برنامه‌های مداخلاتی داشته باشد. با توجه به نتایج مثبت برنامه‌های آموزشی این پژوهش، می‌توان از آن‌ها در طراحی مداخلات ویژه پیش-دبستان بهره برد. اجرای فعالیت‌های آموزشی مشابه آن‌چه در مطالعه حاضر انجام شد شامل برنامه‌های انفرادی چهره به چهره می‌تواند به کودکان در بهبود پیش‌سازهای شناختی زیربنایی برای ارتقا یادگیری-های تحصیلی آینده کودکان و پیشگیری از مشکلات یادگیری در سطح پیش‌دبستان کمک کننده باشد. به‌شکل روشن، مطالعات متعدد، اهمیت بالای حافظه فعال در دامنه وسیعی از مهارت‌های شناختی شامل ریاضیات را نشان می‌دهند. بنابراین، توسعه انواع مختلفی برنامه‌های آموزشی حافظه فعال می‌تواند نقش کلیدی در طراحی مداخلات برای پیشگیری اولیه از مشکلات یادگیری در موضوعات مختلف تحصیلی داشته باشد.

از مهم‌ترین محدودیت‌های روش‌شناختی پژوهش حاضر می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود؛ محدودیت در تعداد نمونه به علت شرایط ویژه کرونا، فقدان اطاعات درباره تداوم ارتقا ناشی از آموزش در سال‌های تحصیلی مقطع ابتدایی کودکان، نبود امکان هم‌تاسازی دو گروه در برخی مؤلفه‌های مؤثر مانند میزان ساعات تمرین در منزل و آموزش توسط والدین به علت محدودیت نمونه، دخالت پژوهشگر در فرایند اجرای مداخلات و سنجش‌ها و عدم استفاده از طرح‌های دو سو کور و عدم تعیین سهم هر یک از مولفه‌های برنامه در ارتقا عملکردهای حافظه فعال، تخمین عدد و فهم عدد به‌علت محدودیت در حجم نمونه.

پیشنهاد می‌شود، اجرای مطالعه حاضر با تخصیص بودجه کافی بر روی نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تری از دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی در شهرها و مناطق مختلف آموزشی. این موضوع به پژوهشگران کمک خواهد کرد بر محدودیت‌های مطالعه حاضر فائق آیند و نتایج معتبرتر، پایاتر و قابل تعمیم‌تری به دست آورند. اجرای مطالعه حاضر به شکل طولی جهت برآورد مدت تداوم نتایج مثبت آموزش طی سال‌های بعدی تحصیل در مدرسه. همچنین پیشنهاد می‌شود اجرای برنامه پلاس (برنامه تقویت سیستم تخمین عدد) برای کودکان در معرض خطر ایجاد نوعی ناتوانی یادگیری ریاضی انجام گیرد. همچنین اثر افزایش زمان آموزش (طول در هفته‌ها همچنین دقیقه‌ها در هر جلسه) بر کیفیت

References:

- Abedi, A., & Agha-babaei, S. (2010). The effectiveness of working Memory training on improving the academic performance of children with dyscalculia. *Journal of Clinical Psychology*, 2(4), 73-81. [Doi:10.22075/jcp.2017.2040]
- Aghababaei, S., Malekpour, M., & Abedi, A. (2012). Effectiveness of executive functions training on academic performance of children with spelling learning disability. *Advances in Cognitive Sciences*, 14 (2), 63-72. <http://icssjournal.ir/article-1-486-fa.html>
- Ahmadi, A., Arjmandnia, Azizi, M. S. (2017). The Effectiveness of computer-based executive function training on cognitive characteristic and Math achievement of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Pediatric Nursing*, 4 (1), 43-50. [Doi:10.21859/jpen-04017]
- Amani, M. (2017). Effect of strengthening executive functions on the academic achievement in the children with nonverbal learning disabilities. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*, 7, 42-42. [Dor:20.1001.1.23222840.1396.7.0.72.0]
- Aziziyan, M., asadzadeh, H., alizadeh, H., dortag, F., & sadipour, E. (2017). Developing and implementing an educational package for training executive Functions and its effectiveness on underachiever pupils' academic achievement. *Biquarterly Journal of Cognitive Strategies in Learning*, 5(8), 113-137. [Doi:10.22084/j.psychogy.2017.10458.1340]
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423. [Doi:10.1016/s1364-6613(00)01538-2]
- Bonny, J. W., & Lourenco, S. F. (2013). The approximate number system and its relation to early math achievement: Evidence from the preschool years. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(3), 375-388. [Doi:10.1016/j.jecp.2012.09.015]
- Bull, R., Marschark, M., Nordmann, E., Sapere, P., & Skene, W. A. (2018). The approximate number system and domain-general abilities as predictors of math ability in children with normal hearing and hearing loss. *British Journal of Developmental Psychology*, 36(2), 236-254. [Doi:10.1111/bjdp.12204]
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., ... & Sexton, H. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental psychology*, 43(6), 1428-1446. [Doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428]
- Friso-Van Den Bos, I., Van Der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29-44. [Doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003]
- Gathercole, S. E., Brown, L., & Pickering, S. J. (2003). Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 109-122.
- حکیمی راد، ا.، افروز، غ.، به‌پژوه، ا.، غباری بناب، ب.، و ارجمندنیا، ع. ا. (۱۳۹۲). اثربخشی برنامه‌های آموزش بازدارنده پاسخ و حافظه فعال بر بهبود مهارت‌های اجتماعی کودکان با اختلال کاستی توجه و بیش‌فعالی. *مطالعات روانشناختی*، ۹ (۴)، ۲۹-۹. [Doi:10.22051/psy.2014.1756]
- سلطانی کوهبانی، س.، علیزاده، ح.، هاشمی، ژ.، صرامی، غ.، سلطانی کوهبانی، س. (۱۳۹۲). اثربخشی آموزش رایانه یار بر حافظه کاری بر بهبود کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضیات دانش‌آموزان با اختلال ریاضیات. *فصلنامه افراد/استثنایی*، ۳ (۱۱). https://jpe.atu.ac.ir/article_713.html?lang=fa
- شیخ‌الاسلامی، ع.، بخشایش، ع. ر.، برزگر بفروری، ک.، مرادی عجمی، و. (۱۳۹۵). تاثیر آموزش حفظه فعال بر عملکرد خواندن و ظرفیت حافظه در دانش‌آموزان دارای ناتوانی خواندن. *مجله روانشناسی بالینی*، ۲ (۳۴)، ۵۷-۴۷. [Doi:10.22075/jcp.2017.9475]
- عابدی، ا.، و آقابابایی، س. (۱۳۸۹). اثربخشی آموزش حافظه فعال بر بهبود عملکرد تحصیلی کودکان با ناتوانی یادگیری ریاضی. *مجله روان‌شناسی بالینی*، ۴ (۸)، ۸۱-۷۳. [Doi:10.22075/jcp.2017.2040]
- عزیزیان، م.، اسدزاده، ح.، علیزاده، ح.، درتاج، ف.، و سعدی‌پور، ا. (۱۳۹۶). طراحی بسته آموزشی کارکردهای اجرایی و ارزیابی اثربخشی آن بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دیرآموز. *دوفصلنامه راهبردهای شناختی در یادگیری*، ۵ (۸)، ۱۳۷-۱۱۲. [Doi:10.22084/j.psychogy.2017.10458.1340]
- میکائیلی، ن.، سلمانی، ع. و شاری، آ. (۱۴۰۲). تاثیر آموزش مهارت‌های ارتباطی بر انسجام / سازش‌یافتگی خانواده و راهبردهای مقابله‌ای در والدین دانش‌آموزان دختر دارای ناتوانی‌های یادگیری. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۱۳ (۱)، ۴۲-۵۶. [Doi:10.22098/jld.2023.13976.2126]
- نریمانی، م.، سلیمانی، ا. (۱۳۹۲). اثربخشی توان‌بخشی شناختی بر کارکردهای اجرایی (حافظه کاری و توجه) و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری. *مجله ناتوانی‌های یادگیری*، ۲ (۳)، ۹۱-۱۱۵. http://jld.uma.ac.ir/article_129.html
- نظری، س.، حسن‌زاده، س.، شکوهی‌یکتا، م.، خرازی، س. ک.، و فرزاد، و. (۱۳۹۹). طراحی و اعتباریابی برنامه فرایندمحور برای ارتقا کارکردهای اجرایی (فرایش) برای دانش‌آموزان با ناتوانی‌های یادگیری ریاضی. *مجله مطالعات ناتوانی*، ۱۰ (۹). <https://www.magiran.com/paper/2172364>
- نظری، س.، حسن‌زاده، س.، شکوهی‌یکتا، م.، خرازی، س. ک.، و فرزاد، و. (۱۳۹۹). شرایط اثربخشی و انتقال اثر دور و نزدیک برنامه‌های مداخلاتی کارکردهای اجرایی: مروری نظام‌دار. *مجله مطالعات ناتوانی*، ۱۰ (۱۲).

- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539-1552. [Doi:10.1037/a0025510]
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Rouder, J. N. (2015). Individual differences in algebraic cognition: Relation to the approximate number and semantic memory systems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 140, 211-227. [Doi:10.1016/j.jecp.2015.07.010]
- Gross, J., Hudson, C., & Price, D. (2009). The long-term costs of numeracy difficulties. Every child a chance trust and KPMG.
- Ghobari-Bonab, B., Beh-Pajoo, A., Afrooz, G. A., Hakimi Rad, E., & Arjmandnia, A. A. (2013). The effects of response inhibition and working memory training programs on improving social skills in children with Attention Deficit / Hyperactivity Disorder. *Journal of Psychological Studies*, 9(4), 9-30. [Doi:10.22051/psy.2014.1756]
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26, 339-366. [Doi:10.1080/01443410500341056]
- Jordan, N. C., Glutting, J., Ramineni, C., & Watkins, M. W. (2010). Validating a number sense screening tool for use in kindergarten and first grade: Prediction of mathematics proficiency in third grade. *School Psychology Review*, 39(2), 181-185. [Doi:10.1080/02796015.2010.12087772]
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental psychology*, 45(3), 850. [Doi:10.1037/a0014939]
- Jordan, N.C., Glutting, J., Ramineni, C. (2010). A number sense assessment tool for identifying children at risk for mathematical difficulties: Psychology and Intervention. San Diego. Academic press. [Doi:10.1016/B978-012373629-1.50005-8]
- Karbach, J. (2015). Plasticity of executive functions in childhood and adolescence: Effects of cognitive training interventions. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 7(1), 64-70. [Doi:10.32348/1852.4206.V7.N1.10103]
- Kray, J., & Ferdinand, N. K. (2013). How to improve cognitive control in development during childhood: potentials and limits of cognitive interventions. *Child Development Perspectives*, 7(2), 121-125. [Doi:10.1111/cdep.12027]
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van Lieshout, E. C. D. M., Van Loosbroek, E., & Van de Rij, B. A. M. (2009). Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 226-236. [Doi:10.1177/2F0734282908330586]
- Lee, K., Ng, S. F., Pe, M. L., Ang, S. Y., Hasshim, M. N. A. M., & Bull, R. (2012). The cognitive underpinnings of emerging mathematical skills: Executive functioning, patterns, numeracy, and arithmetic. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 82-99. [Doi:10.1111/j.2044-8279.2010.02016.x]
- Maraver, M. J., Bajo, M. T., & Gomez-Ariza, C. J. (2016). Training on working memory and inhibitory control in young adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10. [Doi:10.3389/fnhum.2016.00588]
- Mazzocco, M. M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Preschoolers' precision of the approximate number system predicts later school mathematics performance. *PLoS one*, 6(9), e23749. [Doi:10.1371/journal.pone.0023749]
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270. [Doi:10.1037/a0028228]
- Mikaeili, N., Salmani, A. & Sharei, A. (2023). The effect of communication skills training on family adaptability / cohesion and coping strategies in parents of female students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 13(1), 42-56. [Doi:10.22098/jld.2023.13976.2126]
- Narimani, M., & Soleymani, E. (2013). The effectiveness of cognitive rehabilitation on executive functions (working memory and attention) and academic achievement in students with math learning disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 2(3), 91-115. http://jld.uma.ac.ir/article_129.html
- Nazari, S., Hassanzadeh, S., Shokoohi-Yekta, M., Kharrazi, S. K., & Farzad, V. (2020). Developing and validating the Farayesh process-Based program to enhance Executive Functions for Students with Mathematical Learning Disabilities. *MEJDS*; 10 :99-99. <http://jdisabilstud.org/article-1-1444-fa.html>
- Passolunghi, M. C., & Costa, H. M. (2016). Working memory and early numeracy training in preschool children. *Child Neuropsychology*, 22(1), 81-98. [Doi:10.1080/09297049.2014.971726]
- Passolunghi, M. C., Cargnelutti, E., & Pastore, M. (2014). The contribution of general cognitive abilities and approximate number system to early mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 84(4), 631-649. [Doi:10.1111/bjep.12054]
- Passolunghi, M., & Lanfranchi, S. (2012). Domain specific and domain general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 42-63. [Doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02039.x]
- Piazza, M. (2010). Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(12), 542-51. [Doi:10.1016/j.tics.2010.09.008]
- Ramani, G. B., Jaeggi, S. M., Daubert, E. N., & Buschkuhl, M. (2017). Domain-specific and domain-general training to improve kindergarten children's mathematics. *Journal of Numerical Cognition*, 3(2), 468-495. [Doi:10.5964/jnc.v3i2.31]
- Ritchie, S. J., & Bates, T. C. (2013). Enduring links from childhood mathematics and reading achievement to adult socioeconomic status. *Psychological science*, 24(7), 1301-1308. [Doi:10.1177/2F0956797612466268]

- Sheykholeslami, A., Bakhshayesh, A., Barzegar-Bafrooei, K., & Moradi Ajami, V. (2017). The effectiveness of working memory training on reading performance and memory capacity of students with reading Disability. *Journal of Clinical Psychology*, 9(2), 47-58. [Doi:10.22075/jcp.2017.9475]
- Sousa, D. A. (Ed.). (2010). *Mind, brain, & education: Neuroscience implications for the classroom*. Solution Tree Press.
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12(1), 106-113. [Doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x]
- Titz, C., & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. *Psychological research*, 78(6), 852-868. [Doi:10.1007/s00426-013-0537-1]
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2014). Explaining numeracy development in weak performing kindergartners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 124, 97–111. [Doi:10.1016/j.jecp.2014.02.001]
- Tosto, M. G., Petrill, S. A., Halberda, J., Trzaskowski, M., Tikhomirova, T. N., Bogdanova, O. Y., ... Kovas, Y. (2014). Why do we differ in number sense? Evidence from a genetically sensitive investigation. *Intelligence*, 43, 35–46. [Doi:10.1016/j.inte.2013.12.007]
- Wass, S. V., Scerif, G., & Johnson, M. H. (2012). Training attentional control and working memory—Is younger, better?. *Developmental Review*, 32(4), 360-387. [Doi:10.1016/j.dr.2012.07.001]
- Witt, M. (2011). School based working memory training: Preliminary finding of improvement in children's mathematical performance. *Advances in Cognitive Psychology*, 7, 7. [Doi:10.2478%2Fv10053-008-0083-3]