

Developing and Validating the Farayesh Process-Based Program to Enhance Executive Functions for Students with Mathematical Learning Disabilities

*Nazari S¹, Hassanzadeh S², Shokoohi-Yekta M³, Kharrazi SK⁴, Farzad V⁵

Author Address

1. PhD Student in Psychology and Education of Exceptional Children, University of Tehran, Tehran, Iran;
 2. Associate Professor, Department of Psychology and Education of Exceptional Children, University of Tehran, Tehran, Iran;
 3. Professor, Department of Psychology and Education of Exceptional Children, University of Tehran, Tehran, Iran;
 4. Professor, Department of Educational Administration and Planning, University of Tehran, Tehran, Iran;
 5. Associate Professor, Department of Psychology, University of Kharazmi, Tehran, Iran.
- *Corresponding Author E-mail: shasan@ut.ac.ir

Received: 2019 April 10; Accepted: 2019 April 22

Abstract

Background & Objectives: It is hypothesized that there are deficiencies in the Executive Functions (EF) as well as specific-domains of mathematics learning, as the substructure of mathematical learning disabilities. Furthermore, there is a lack of process-based interventional programs, i.e., specially designed to use numerical and arithmetic materials for students with mathematical learning disabilities. Therefore, the present study aimed to design and validate a process-based program for enhancing EF in students with learning disabilities in mathematics, i.e., called "Farayesh."

Methods: The intervention program was designed after studying EF theoretical models and task paradigms. The Farayesh program was generated based on Diamond's EF theoretical model (2013) in three components of working memory, inhibition, and switching. The program training approach was process-based, and tasks' content implements numerical materials and arithmetic processes. The Farayesh was presented in the form of 12 tasks with parallel forms. Four complex span tasks contain categorization span, subtraction span, computation span, and numerical dot-matrix used for working memory component. Four tasks comprise number-word Stroop, number-digit Stroop, size-magnitude Stroop, and stop-signal designed for inhibition component; four tasks are used for switching contain addition-subtraction switching, larger-than-smaller switching (with two rules), number-digit switching, and ones-tens switching. The face and content validity of the program was estimated using the views of 8 experts by the Content Validity Ratio (CVR). For assessing the effects of the program, a quasi-experimental research with a pretest-posttest and an active control group design was used. The research population comprised all third- and fourth-grade students with mathematical learning disabilities in governmental centers for individuals with learning disabilities in Ahvaz City, Iran. In total, 30 students were selected using a purposive sampling method and randomly assigned to the experimental and control groups. The experimental group received 17 sessions of the Farayesh program; however, the control group received their routine schedules. The Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition (WISC-IV) and IRAN KEY-MATH Test of Mathematics was used for recruiting eligible students. Scores, completion time, and the number of errors of the 12 tasks were considered as the pretest and posttest values to assess working memory, inhibition, and switching. The obtained data were analyzed using descriptive and inferential statistics, including Analysis of Covariance (ANCOVA) in SPSS at the significance level of $\alpha=0.05$.

Results: The obtained data indicated the high reliability and validity of the process-based program of executive function (Farayesh) for students with mathematical learning disabilities. The CVR for all tasks was higher than those of the Lawshe table ($CVR>0.75$). Thus, the content validity of the program was established. The Farayesh program improved the frequency of correct responses of working memory ($p<0.001$) and reduced completion time and error in switching ($p<0.001$) and inhibition tasks ($p<0.001$) in the experimental group, compared with the controls.

Conclusion: The "Farayesh" program with a process-based approach to teaching core EFs (i.e., working memory, inhibition, & switching) and with a math-specific domain content could be used to stimulate and optimize the pre-existing cognitive capacity of students with mathematical learning disabilities. Implementing this program could improve dysexecutive functions in this group. Additionally, the present study result was consistent with the brain plasticity theory. In other words, it approved that with a sufficient amount of time and effort of cognitive exercises, the inherent capacity of biological, cognitive systems could be eliminated. The Farayesh program could be used as a preventive and therapeutic cost-effective intervention, i.e., especially for children with learning disabilities. The process-based program, "Farayesh," used for improving EFs, is recommended for educational, clinical, and therapeutic use in schools and rehabilitation centers due to its high reliability and validity.

Keywords: Executive functions program, Inhibition, Working memory, Switching, Math learning disability, Process-based training.

طراحی و اعتباریابی برنامه فرایندمحور برای ارتقای کارکردهای اجرایی «فرایش» برای دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی

*سمیه نظری^۱، سعید حسن‌زاده^۲، محسن شکوهی‌یکتا^۳، سیدکمال خرازی^۴، ولی‌اله فرزاده

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکتری روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی دانشگاه تهران، تهران، ایران؛

۲. دانشیار گروه روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران؛

۳. استاد گروه روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران؛

۴. استاد گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران؛

۵. دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

*وابانامه نویسنده مسئول: shasanz@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲۱ فروردین ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: ۲ اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

زمینه و هدف: باتوجه به فرضیه نارساکنش‌وری اجرایی و نقص مهارت‌های حوزه خاص ریاضی به‌عنوان منشأ ناتوانی‌های یادگیری ریاضی و نبود برنامه‌های مداخلاتی کارکردهای اجرایی فرایندمحور تخصصی برای دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی، پژوهش حاضر با هدف طراحی و اعتباریابی برنامه فرایندمحور ارتقای کارکردهای اجرایی ویژه این گروه اجرا شد.

روش بررسی: نوع مطالعه برای مرحله اول، مروری و برای مرحله دوم از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گمارش تصادفی با یک‌گروه آزمایشی و یک‌گروه گواه فعال بود. برنامه مداخلاتی پس از مطالعه الگوهای نظری و پارادایم‌های تکلیفی موجود در زمینه کارکردهای اجرایی، بر مبنای الگوی نظری دیاموند (۲۰۱۳) در قالب دوازده تکلیف دارای فرم‌های موازی در سه مؤلفه حافظه کاری و بازداری و تغییر آمایه با رویکرد فرایندمحور و با استفاده از مواد عددی و فرایندهای حساب طراحی شد. روایی کیفی و محتوایی برنامه با بهره‌گیری از نظرات هشت نفر از متخصصان و با به‌کارگیری نسبت روایی محتوایی (CVR) برآورد شد. همچنین اعتبار برنامه بر پایه میزان اثربخشی برنامه با استفاده از طرح پژوهشی نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و با دو گروه آزمایش و گواه، بر نمونه ۳۰ نفری از دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی پایه سوم و چهارم دبستان سنجش شد. داده‌ها با استفاده از روش آماری تحلیل کوواریانس یک‌راهه (ANCOVA) در نسخه ۱۶ نرم‌افزار SPSS در سطح معناداری ($\alpha=0/05$) تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که برنامه فرایش دارای روایی محتوایی مطلوب ($CVR>0/75$) است. این برنامه میانگین تعداد خطا و زمان تکمیل تکالیف بازداری و تغییر آمایه گروه آزمایش را در مقایسه با گروه گواه به‌طور معنادار کاهش ($p<0/001$) و درصد پاسخ‌های صحیح حافظه کاری را به‌طور معنادار افزایش داده است ($p<0/001$).

نتیجه‌گیری: برنامه فرایش با رویکرد فرایندمحور جهت آموزش کارکردهای اجرایی و با محتوای تخصصی ریاضی می‌تواند با تحریک و به‌کارگیری بهینه ظرفیت شناختی دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی با صرف مقدار مشخصی از زمان و کوشش، منجر به بهبود نارساکنش‌وری اجرایی این گروه شود.

کلیدواژه‌ها: برنامه کارکردهای اجرایی، بازداری، حافظه کاری، تغییر آمایه، ناتوانی یادگیری ریاضی، آموزش فرایندمحور.

این راستا پژوهشگران تحولی، مداخلات شناختی متنوعی را تنظیم کرده و به کار گرفته‌اند تا تعیین کنند چه برنامه‌هایی نتایج امیدبخش‌تری را برای دامنه توانایی و سنی مشخصی به دنبال داشته و دامنه و محدودیت‌های انعطاف‌پذیری شناختی را در گروه‌های مختلف عادی و بالینی بررسی کنند.

پژوهش‌های این حوزه، رویکردهای آموزشی مختلفی از جمله رویکردهای فرایندمحور و راهبردی‌محور و چندحوزه‌ای را در طرح‌های پژوهشی متنوع و برای جامعه‌های آماری متفاوت به کار گرفته‌اند. طبق تعریف پروتکل‌های آموزشی فرایندمحور، دامنه‌ای از عملیات شناختی و ظرفیت‌های پردازشی عمومی همچون سرعت پردازش و حافظه کاری و... که مسئول عملیات شناختی چندگانه‌اند را از روش تکرار و تمرین مطلق، بدون به‌کارگیری هیچ نوع راهبرد خاص ویژه یک تکلیف، مورد هدف قرار می‌دهند و توانسته‌اند نتایج امیدبخشی در زمینه انتقال اثر دور آموزش به کارکردهای روزانه و تحصیلی به‌ویژه در دوران کودکی درمقایسه با روش‌های راهبردی‌محور و چندحوزه‌ای به دست آورند (۱۰)؛ چراکه روش‌های راهبردی‌محور، به‌عنوان رویکردی برای حمایت از اجرای تکلیفی خاص طراحی می‌شوند و از تکنیک‌های مختلف (مانند تکنیک یادیار در حافظه) بهره می‌برند. این روش‌ها، غالباً منجر به اثربخشی چشمگیر و بلندمدت در تکالیف آموزش داده‌شده می‌گردد؛ اما موجب تعمیم‌پذیری محدود به دیگر تکالیف می‌شود (۱۱). آموزش‌های چندحوزه‌ای (همچون آموزش‌های بازی‌محور) غالباً پیچیده‌تر هستند و طی آموزش، فرایندهای شناختی چندگانه‌ای را به شکل هم‌زمان درگیر می‌سازند (۱۰) و گرچه توانسته‌اند در زمینه اثربخشی و انتقال اثر به مهارت‌های خواندن و حساب نتایج مطلوبی به دست آورند (۵)، تعیین دقیق بخش‌های تعمیم‌یافته برنامه، به‌علت ماهیت ترکیبی آن‌ها دشوار است (۱۱).

طبق مطالعه مروری نظری و همکاران مشخصات تکالیف آموزشی شامل کیفیت و جنس تکالیف آموزشی، تعداد تمرین‌های طراحی شده برای هر تکلیف، حد مطلوب چالش‌برانگیزی تکالیف برای هر فرد و انطباق سطح دشواری تکالیف از عوامل مؤثری هستند که در اثربخشی برنامه‌های شناختی تأثیر دارند (۷). طبق نظریه‌های شناختی، تحول و رشد در هر مهارت نیازمند تسلط بر حوزه‌های عمومی و حوزه‌های خاص مربوط است (۲). با این حال بسیاری از پژوهش‌های داخلی و نیز بسیاری از مطالعات خارجی بدون توجه به جنس و ماهیت تکالیف شناختی برای انتقال اثر آموزش آن‌ها به اهداف دورمورد از برنامه‌های تجاری همچون CogMed و Jungle memory و Cogniplus و... استفاده کرده‌اند (۱۲). تاکنون پژوهش‌های بسیار اندکی به طراحی و بررسی اثر برنامه‌های مداخلاتی کارکردهای اجرایی با توجه به حوزه‌های خاص ریاضیات پرداخته‌اند؛ از جمله در پژوهشی دو نوع بازی کامپیوتری تقویت حافظه کاری، یکی با محتوای عددی و دیگری با محتوای غیر عددی، برای کودکان پیش‌دبستانی به کار گرفته شد. نتایج حاکی از بهبود حافظه کاری دیداری-فضایی هر دو گروه درمقایسه با گروه گواه بود؛ اما فقط گروه آزمایشی با محتوای عددی، در مهارت‌های شمارش ارتقا پیدا کردند (۱۳).

با توجه به اهمیت کارکردهای اجرایی در تحول و پیشرفت ریاضیات،

ناتوانی یادگیری ریاضی، نوعی اختلال عصب-تحولی است که در نتیجه بدکارکردی سیستم اعصاب مرکزی یعنی شکست در پردازش اطلاعات مربوط به ریاضیات به وجود می‌آید (۱). پژوهش‌ها بیشتر، این اختلال را ناشی از نقایص شناختی در سیستم‌هایی می‌دانند که برای پردازش عددی حیاتی هستند. این سیستم‌های اصلی شامل «توانایی‌های حوزه خاص» همچون توانایی شکل‌دهی و دستکاری بازنمایی‌های ذهنی از کمیت و مقدار و تبدیل خودکار نمادها به مقادیر عددی و برعکس و «توانایی‌های حوزه گسترده» همچون کارکردهای اجرایی، بازداری، حافظه کاری، توجه، سرعت پردازش و توانایی‌های واجی است (۲). سه فرضیه اصلی درباره منشأ شناختی ناتوانی‌های یادگیری ریاضی با عنوان نقص در پردازش کمیت و نقص در توانایی تبدیل خودکار نمادها به مقدار و نقص در کارکردهای اجرایی مطرح شده است. تحول این اختلال نشان داده که نقص در کارکردهای اجرایی به‌ویژه طی سال‌های دبستان مسئول بخش بزرگی از مشکلات ریاضی دانش‌آموزان است (۳). برطبق این فرض، بازداری و تغییر آمایه و حافظه کاری هرکدام سهم متمایزی در عملکرد ریاضیات دارد (۴). کودکی که دارای توانایی بهتری در نگهداری و کار با اطلاعات در ذهن است، می‌تواند توجهش را بهتر متمرکز کند، رفتارهای آشفته‌ساز را بازداری نماید، قابلیت انعطاف بیشتر برای سازش با موقعیت‌ها و تقاضاهای جدید داشته باشد و از این مهارت‌ها در یادگیری و عملکرد روزانه سود ببرد (۵).

در حال حاضر، بنده وسیعی از پژوهش‌ها نقش مرجع کارکردهای اجرایی را به‌عنوان توانایی شناختی حوزه گسترده، در ایجاد ناتوانی‌های یادگیری ریاضی تأیید می‌کنند (۶)؛ اما بحث اصلی بر سر امکان تغییرپذیری و ارتقای این کارکردها به‌عنوان سازه‌ای از هوش سیال است؛ چراکه طبق نظریه‌های هوش سنتی، هوش به‌ویژه نوع سیال آن به‌عنوان مشخصه ژنتیکی قوی و مقاوم درمقایسه با آموزش شناخته شده و توانایی نسبتاً ثابتی است (۷). حال آنکه، نظریه‌های پلاستیسیته مغزی مدعی هستند که این کارکردها تغییرپذیرند. نظریه‌های سنتی ارتقا و تغییر در کارکردهایی همچون حافظه با استفاده از آموزش، مربوط به افزایش ظرفیت ذاتی نیست؛ بلکه حاکی از استفاده بهینه از ظرفیت پیش‌موجود شناختی است (۸)؛ اما پلاستیسیته مغزی بیانگر غلبه بر ظرفیت ذاتی سیستم‌های شناختی بیولوژیکی با صرف مقدار مشخصی از زمان و کوشش می‌باشد. پلاستیسیته یا شکل‌پذیری مغزی تغییرات عملکردی افراد را در شرایطی خاص ناشی از تغییرات پایدار در ساختار و عملکرد مغزی به‌عنوان فرآیندی فیزیکی در مغز توضیح می‌دهد که در اثر تغییرات در رفتار، فرایندهای محیطی و عصبی به وجود می‌آید. نوروپلاستیسیته این باور قبلی را که مغز عضوی ایستاست، تغییر داده و بیان می‌دارد که مغز چگونه و چطور در طول زندگی تغییر می‌کند (۹).

امکانی که این نظریه‌ها در زمینه ارتقای کارکردهای رفتاری و شناختی به انسان داده، موجب شده است بسیاری از متخصصان در حوزه آموزش و توان‌بخشی به طراحی و آزمون مداخلات شناختی برای گروه‌های مختلف از جمله ناتوانی‌های یادگیری ریاضیات بپردازند. در

با دانش‌آموزان دارای نقایص شناختی بودند، با استفاده از نسبت روایی محتوایی (CVR) برآورد گردید. برای تعیین این نسبت از متخصصان خواسته شد تا هر تکلیف را براساس طیف سه‌قسمتی «ضروری» و «مفید ولی غیرضروری» و «غیرضروری» بررسی کنند. نسبت روایی محتوایی با استفاده از فرمول زیر برای همه تکالیف محاسبه و قضاوت شد.

$$CVR = \frac{n_e - n/2}{n/2}$$

که در آن n_e تعداد رأی داده‌شده به‌گزینه ضروری و n تعداد کل پانل متخصصان است (۱۴). امتیاز CVR برای تمام تکالیف از عدد جدول لاوشه (۰/۷۵) بزرگ‌تر بود و روایی محتوایی برنامه تأیید شد.

بدین ترتیب نسخه نهایی این برنامه مبتنی بر رویکرد آموزشی فرایندمحور با هدف تقویت مؤلفه‌های هسته کارکردهای اجرایی (شامل حافظه کاری و بازداری و تغییر آمایه) در مدل Diamond (۱۵) با استفاده از مواد عددی و فرایندهای حوزه خاص حساب با قابلیت اجرا به‌شکل انطباقی و انفرادی تدوین گردید.

در مرحله دوم مطالعه، جهت اعتباریابی پژوهش با استفاده از طرح پژوهش نیمه‌آزمایشی، ابتدا تمامی دانش‌آموزان پایه سوم و چهارم ارجاع‌شده از طرف معلمان و والدین به مراکز اختلال یادگیری دولتی شهر اهواز به‌علت مشکلات ریاضی (تعداد ۶۳ نفر)، به‌عنوان جامعه آماری پژوهش در نظر گرفته شدند. ملاک‌های ورود به مطالعه شامل وجود هوش طبیعی (هوش بهر بیشتر از ۸۵) براساس مقیاس هوش وکسلر کودکان-ویرایش چهارم (۱۶)، کسب حداکثر نمره یک‌انحراف کمتر از میانگین در آزمون ریاضیات ایران کی‌مت (۱۷)، وجودنداشتن سایر اختلالات عصب‌تحوالی شدید دوران کودکی مانند اختلالات طیف اتیسم و بیش‌فعالی تشخیص‌داده‌شده توسط روان‌پزشک (این موضوع براساس پرونده کودک پیگیری شد)، نبود معلولیت‌های جسمی‌حرکتی و ناشنوایی و نابینایی و تسلط به زبان فارسی بود. ملاک‌های خروج از مطالعه نیز شرکت هم‌زمان کودک در سایر برنامه‌های مداخلاتی مشابه یا دریافت آموزش‌های تحصیلی خصوصی و اضافی بود. پس از بررسی ملاک‌های ورود و خروج مطالعه، به‌روش نمونه‌گیری هدف‌مند تعداد ۳۷ دانش‌آموز به‌عنوان نمونه آماری با انتصاب تصادفی در دو گروه ۱۸ و ۱۹ نفری قرار گرفتند. برنامه مداخله فرایش به‌مدت هفده جلسه برای آزمودنی‌های گروه آزمایش ارائه شد؛ درحالی‌که گروه گواه برنامه‌های آموزشی معمول خود را دنبال کرد. نمرات عملکرد هر دانش‌آموز در تمامی جلسات در تکالیف برنامه ثبت شد. با شروع برنامه برخی از آزمودنی‌ها از ادامه شرکت در جلسات خودداری کرده و یک‌نفر از آن‌ها به‌علت اینکه تنها جنسیت دختر باقی‌مانده در گروه بود برای تساوای فراوانی دو گروه از پژوهش حذف شد؛ درنهایت پژوهش با ۱۵ آزمودنی در گروه آزمایش و ۱۵ آزمودنی در گروه گواه انجام پذیرفت. تعداد حجم نمونه باتوجه به تعداد داوطلبان واجد شرایط نهایی شرکت در پژوهش و نیز در نظر گرفتن حداقل تعداد پذیرفتنی برای انجام پژوهش‌های آزمایشی ۳۰ نفر در نظر گرفته شد (۱۸). در این پژوهش از طریق انتخاب عادلانه شرکت‌کنندگان، کسب رضایت آگاهانه، حفظ حریم خصوصی

نبود توجه به حوزه‌های خاص ریاضی در برنامه‌های شناختی ویژه دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی، قابلیت برنامه‌های شناختی فرایندمحور تخصصی با رعایت مختصات برنامه‌های اثربخش، نبود پژوهش‌های داخلی و کمبود پژوهش‌های خارجی در این حوزه، هدف از پژوهش حاضر طراحی و ارزیابی اثر برنامه فرایندمحور کارکردهای اجرایی با محتوای تخصصی برای دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی بود.

۲ روش بررسی

پژوهش حاضر در دو مرحله مطالعاتی اجرا شد. نوع مطالعه برای مرحله اول، مروری و برای مرحله دوم از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گمارش تصادفی با یک‌گروه آزمایشی و یک‌گروه گواه فعال بود. در مرحله اول مطالعه، جهت طراحی و روایی‌یابی برنامه فرایش، ابتدا انواع پارادایم‌های تکلیفی موجود در حوزه کارکردهای اجرایی و مؤلفه‌های نظری زیرساخت حافظه کاری، بازداری، تغییر آمایه، حساب و اختلالات ریاضی بررسی شد. سپس با استفاده از کلیدواژه‌های Executive functions, working memory, response inhibition, shifting, Switching, flexibility, process based intervention, stroop task, cognitive training, episodic memory, visuo-spatial working memory, verbal working memory, central executive, working memory updating, complex span task, Mathematic, arithmetic, intervention, training, stop signal Sagepub, task, trail making و ترکیب آن‌ها در دیتابیس‌های Pubmed, Springer, ProQuest, Elsevier, and Eric تمام برنامه‌های مداخلاتی متمرکز بر کارکردهای اجرایی موجود در پژوهش‌ها و انواع تکالیف و تمرین‌ها و نیز نرم‌افزارهای تجاری موجود، استخراج و تحت ارزیابی قرار گرفت و تمرین‌هایی که برای کودکان ۹ تا ۱۰ ساله اجرایی و درک‌پذیر بودند، انتخاب شده و به‌شکل عددمحور و با استفاده از فرایندهای ساده حساب تنظیم و متناسب‌سازی شدند.

جهت بررسی مقدماتی محتوا و کسب نظر متخصصان، تمرین‌ها به‌شکل مقدماتی روی پنج دانش‌آموز دارای ناتوانی یادگیری ریاضی اجرا شد و پس از اصلاح دستورعمل، درجه دشواری، تعداد تمرین، شکل ظاهری و مدل ارائه، تمرین‌ها توسط صاحب‌نظران این حوزه (سه نفر از استادان حوزه آموزش کودکان استثنایی دانشگاه تهران و دو نفر از متخصصان حوزه نوروسایکولوژی کشور) تحت ارزیابی کیفی قرار گرفت. باتوجه به بازخورد متخصصان، تمرین‌ها اصلاح و تعدیل شدند و برنامه اصلاحی مجدداً اجرا شد و اشکالات برنامه براساس بازخورد دریافتی از عملکرد دانش‌آموزان برطرف گردید. حاصل این مراحل ارائه برنامه‌ای شامل دوازده تکلیف برای سه مؤلفه حافظه کاری و بازداری و تغییر آمایه (هر مؤلفه چهار تمرین) بود. باتوجه به هدف برنامه، نام فرایش به‌معنای تکامل و بهترشدن برای مجموعه حاضر انتخاب شد. درنهایت روایی محتوایی برنامه با بهره‌گیری از نظرات هشت نفر از متخصصان در حوزه‌های مرتبط با موضوع مطالعه شامل روان‌شناس تربیتی، روان‌شناس کودکان استثنایی، روان‌سنج، مربی اختلالات یادگیری و معلمان کودکان استثنایی که به‌شکل مستقیم در حال کارکردن

و رازداری، برآورد نسبت خطر- فایده و نبود اجبار و الزام جهت حضور در پژوهش، اصول اخلاقی رعایت شد. ابزارهای تشخیصی پژوهش شامل آزمون ریاضی ایران کی مت و مقیاس هوشی و کسلر کودکان نسخه چهارم بود.

- نسخه فارسی چهارمین ویرایش مقیاس هوشی و کسلر برای کودکان: این مقیاس توسط سازمان آموزش و پرورش کودکان استثنایی کشور روی نمونه ۱۲۲۳ نفری در ۲۷ استان کشور و روی دو جنس دختر و پسر در سال ۱۳۹۶ استانداردسازی شده است. مقیاس ابزاری بالینی برای سنجش توانایی‌های شناختی کودکان ۶ سال و ۰ ماه تا ۱۶ سال و ۱۱ ماه است که به طور فردی و به زبان فارسی اجرا می‌شود (۱۶). مقیاس ده خرده‌آزمون اصلی برای محاسبه هوش بهر و پنج خرده‌آزمون تکمیلی برای اطلاعات جامع بالینی دارد. علاوه بر نمرات خرده‌آزمون‌ها، این نسخه فارسی پنج نمره مرکب شامل چهار شاخص درک کلامی، استدلال ادراکی، حافظه کاری و سرعت پردازش و نیز نمره هوش بهر مقیاس کل را به دست می‌آورد که از طریق آن‌ها می‌توان کارکرد کودک را در حیطه‌های مجزای شناختی برآورد کرد. همسانی درونی نمره‌های خرده‌آزمون‌ها با استفاده از فرمول لانداو دو برای همه خرده‌آزمون‌ها، شاخص‌ها و هوش بهر کل برای تمام گروه‌های سنی و همچنین برای کل گروه دارای ضریب بالای ۰/۶۹ و در سطح مطلوبی محاسبه شده است. شایان ذکر است نسخه اصلی این مقیاس برای دامنه سنی وسیع‌تر و با نمرات ترکیبی و عاملی بیشتری برای تحلیل بالینی آزمودنی استاندارد شده است (۱۶).

- آزمون ریاضیات ایران کی مت: نسخه اصلی این آزمون به زبان انگلیسی، توسط کرنولی و ناچی من و پریچت، متشکل از چهارده خرده‌آزمون شامل سطوح محتوایی عملیاتی و کاربردی در سال ۱۹۷۶ منتشر شد. این آزمون برای سنجش دانش محتوایی و عملیاتی و کاربردی ریاضی با قابلیت اجرایی به صورت انفرادی و برای سنین قبل از دبستان تا ۱۲ سالگی تدوین شده است. آزمون کی مت در سطوح محتوایی شامل شمارش، کسر، هندسه و علائم و در سطح عملیاتی شامل جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، محاسبه ذهنی و استدلال حسابی و در سطح کاربرد شامل حل مسئله، موارد خطا، اندازه‌گیری، پول و زمان است. بیشتر سؤال‌های آزمون به صورت دیداری و شفاهی به دانش‌آموز ارائه شده و دانش‌آموز باید به طور شفاهی پاسخ بدهد. نسخه فارسی این آزمون توسط محمد اسماعیل و هومن بر نمونه ۶۴۹۵ نفری از دانش‌آموزان دختر و پسر یازده استان کشور در پایه‌های اول تا پنجم ابتدایی هنجاریابی شد. ضریب پایایی این آزمون با روش آلفای کرونباخ در پنج پایه بین ۰/۸۰ تا ۰/۸۴ به دست آمد (۱۷). در پژوهش حاضر، این آزمون به منظور شناسایی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی استفاده شد.

روند اجرای پژوهش به این ترتیب بود که جلسات درمانی از دی ماه ۱۳۹۶ در مرکز اختلال یادگیری تلاشگران اهواز توسط تیم پژوهشی (پژوهشگر و دو مربی اختلال یادگیری) به طور انفرادی به صورت دو بار در هفته و به مدت هفده جلسه ۳۰ دقیقه‌ای برگزار گردید. طی این جلسات برنامه فرایش برای گروه آزمایش و برنامه معمول مراکز اختلال

یادگیری با نظارت بر محتوای برنامه‌ها توسط پژوهشگر برای گروه گواه اجرا شد. تکالیف برنامه فرایش برای تقویت حافظه کاری شامل فراخوانی پیچیده تفریق، فراخوانی پیچیده محاسبه، ماتریس نقاط عددی، فراخوانی طبقه‌بندی حافظه کاری و در بخش بازداری شامل استروپ عدد- کلمه، استروپ عدد- رقم، استروپ مقایسه، علامت- توقف و برای تغییر آمایه شامل تغییر آمایه جمع- تفریق، تغییر آمایه بزرگ‌تر- کوچک‌تر (با دو قانون)، تغییر آمایه عدد- رقم و تغییر آمایه یکان- دهگان بود. در هر جلسه یک تکلیف حافظه کاری کلامی و یک تکلیف حافظه کاری دیداری، یک تکلیف بازداری و یک تکلیف تغییر آمایه با دانش‌آموز تمرین شد. در صورت توقف کودک در فراخوانی خاص تمرینات زنجیره مربوط دوبر با کودک تمرین گردید. نمره جلسه دانش‌آموز در هر تکلیف به وسیله محاسبه درصد نسبت پاسخ‌های درست به کل کوشش‌های انجام شده به دست آمد. عملکرد هر کودک در دوازده تکلیف در جلسه اول و دوم به عنوان عملکرد پایه و پیش‌آزمون و عملکرد وی در دو جلسه پایانی به عنوان عملکرد پس‌آزمون در نظر گرفته شد. برنامه به شکل انفرادی و انطباقی انجام پذیرفت و برنامه جلسات هر دانش‌آموز منطبق با عملکرد وی در دو جلسه ارزیابی آغازین و میزان سرعت و دقت و فراخوانی توانایی وی در هریک از تکالیف در نظر گرفته شد؛ لذا برنامه جلسات فقط در دو جلسه اول و آخر برای همه دانش‌آموزان دارای محتوای مشترک و یکسان بود و در سایر جلسات هر کودک بنا به عملکرد خود در تکالیف قبلی در صورت نیاز به تمرین بیشتر در تکلیفی خاص، آن تکلیف را بیشتر از تکالیفی دریافت کرد که موفقیت بیشتری در آن‌ها داشت.

اعتبار برنامه با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه (ANCOVA) در سطح معناداری $(\alpha=0/05)$ و در نسخه ۱۶ نرم‌افزار SPSS بررسی شد. آزمون شاپیرو- ویلک به منظور ارزیابی توزیع نرمال و آزمون لوین برای بررسی همسانی واریانس‌ها و آزمون همسانی شیب‌های رگرسیون جهت بررسی مقدار تعامل بین گروه با پیش‌آزمون به کار رفت. به این ترتیب پیش‌فرض‌های مهم این روش آماری محاسبه شد.

۳ یافته‌ها

یافته‌های پژوهش حاضر، حاصل مطالعه ۳۰ دانش‌آموز پایه سوم و چهارم ابتدایی دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی با انتصاب تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری آزمایش و گواه بود.

همان‌گونه که اطلاعات جمعیت‌شناسی نمونه پژوهش در جدول ۱ نشان می‌دهد آزمودنی‌های گروه آزمایش، در مقایسه با گروه گواه در متغیر سن تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند $(p=0/460)$ و بین آزمودنی‌های دو گروه، در متغیرهای سطح هوش بهر $(p=0/791)$ و عملکرد ریاضیات $(p=0/091)$ نیز تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود. شاخص‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد دو گروه در متغیرهای تکالیف برنامه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های پژوهش به‌تفکیک گروه

مقدار احتمال	مقدار t	گروه گواه		گروه آزمایش		متغیر
		انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۰/۴۶۰	۰/۷۵	۶/۵۳	۱۱۲/۲۰	۸/۰۰	۱۱۴/۲۰	سن (ماه)
۰/۷۹۱	۰/۲۶	۸/۱۲	۹۴/۶۶	۶/۸۲	۹۳/۹۳	هوش‌بهر
۰/۰۹۱	۱/۷۴	۲/۷۶	۷۴/۰۶	۳/۲۷	۷۶/۰۰	مهارت‌های ریاضی

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی متغیرهای کارکردهای اجرایی قبل و بعد از برنامه مداخله در دو گروه

گواه	آزمایش		مرحله	متغیر
	انحراف معیار	میانگین		
۱۸/۹۳	۸۶/۴۶	۱۹/۸۳	۸۵/۴۶	پیش‌آزمون
۱۹/۰۲	۸۷/۶۶	۲۲/۰۲	۷۵/۴۰	پس‌آزمون
۲/۳۲	۶/۱۳	۲/۳۵	۶/۶۰	پیش‌آزمون
۱/۷۴	۶/۲۰	۱/۸۸	۴/۶۰	پس‌آزمون
۱۱/۸۹	۶۴/۱۳	۹/۳۶	۶۲/۰۶	پیش‌آزمون
۱۳/۴۰	۶۳/۴۰	۱۰/۵۴	۴۹/۱۳	پس‌آزمون
۲/۳۲	۶/۰۰	۲/۱۹	۴/۸۶	پیش‌آزمون
۱/۸۳	۵/۹۳	۱/۶۸	۳/۴۶	پس‌آزمون
۱۸/۶۵	۱۲۳/۲۰	۱۵/۵۲	۱۲۱/۷۳	پیش‌آزمون
۱۷/۰۲	۱۲۲/۶۰	۱۳/۸۲	۱۱۲/۶۷	پس‌آزمون
۲/۴۷	۶/۶۰	۲/۴۴	۶/۶۰	پیش‌آزمون
۱/۷۶	۶/۶۰	۱/۷۶	۴/۱۳	پس‌آزمون
۱۰/۲۲	۲۶/۴۲	۸/۳۰	۲۳/۸۸	پیش‌آزمون
۸/۴۲	۲۷/۵۳	۸/۱۳	۵۱/۳۰	پس‌آزمون

بررسی و مقایسه نمرات دو گروه آزمایش و گواه در متغیرهای پژوهش در جدول ۲ حاکی از تغییر نمرات آزمودنی‌ها در پس‌آزمون است؛ لذا جهت بررسی معناداری یا نبود معناداری تغییرات ایجادشده در نمرات مذکور، با در نظر گرفتن تفاوت‌های موجود در پیش‌آزمون از روش تحلیل واریانس تک‌متغیره (ANCOVA) برای هریک از متغیرها استفاده شد.

بررسی پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس شامل نرمال بودن توزیع

متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک ($p > 0.05$) و همسانی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین ($p > 0.05$) برقراری این مفروضه‌ها را نشان داد. همچنین بررسی مقدار F و سطح معناداری اثر تعامل بین متغیر پیش‌آزمون و متغیر مستقل (مداخله آزمایشی) حاکی از معنادار نبودن تعامل‌ها ($p > 0.05$) بود؛ در نتیجه مفروضه شیب همگنی خط رگرسیون نیز تأیید شد.

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس برای تعیین اثربخشی برنامه مداخلاتی بر عملکرد تکالیف کارکردهای اجرایی

عامل	منابع واریانس	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مقدار احتمال	η^2	توان آزمون
زمان تکمیل استروپ عددی	پیش‌آزمون گروه	۱۰۷۵۶/۸۵	۱	۱۰۷۵۶/۸۵	۲۶۳/۵۳	< ۰/۰۰۱	۰/۹۰	۱/۰۰
	خطا	۱۱۰۲/۰۷	۲۷	۴۰/۸۱	۲۳/۲۶	< ۰/۰۰۱	۰/۴۶	۰/۹۹
خطای استروپ عددی	پیش‌آزمون گروه	۶۶/۷۹	۱	۶۶/۷۹	۷۱/۵۴	< ۰/۰۰۱	۰/۷۲	۱/۰۰
	خطا	۲۷/۰۱	۲۷	۲۷/۰۱	۲۸/۹۳	< ۰/۰۰۱	۰/۵۱	۰/۹۹
زمان تکمیل	پیش‌آزمون	۳۲۲۵/۴۸	۱	۳۲۲۵/۴۸	۱۰۲/۷۱	< ۰/۰۰۱	۰/۷۹	۱/۰۰

۱/۰۰	۰/۵۶	<۰/۰۰۱	۳۵/۱۷	۱۱۰۴/۴۱	۱	۱۱۰۴/۴۱	گروه	علامت توقف
				۳۱/۴۰	۲۷	۸۴۷/۸۵	خطا	
۱/۰۰	۰/۸۱	<۰/۰۰۱	۱۲۱/۲۰	۷۰/۸۷	۱	۷۰/۸۷	پیش‌آزمون	خطای علامت
۱/۰۰	۰/۵۵	<۰/۰۰۱	۳۳/۵۵	۱۹/۶۲	۱	۱۹/۶۲	گروه	توقف
				۰/۵۸	۲۷	۱۵/۸۷	خطا	
۱/۰۰	۰/۹۶	<۰/۰۰۱	۷۴۸/۵۰	۶۵۰۰/۴۵	۱	۶۵۰۰/۴۵	پیش‌آزمون	زمان تکمیل تغییر
۱/۰۰	۰/۷۰	<۰/۰۰۱	۶۴/۲۱	۵۵۷/۶۶	۱	۵۵۷/۶۶	گروه	آمایه
				۸/۶۸	۲۷	۲۳۴/۴۸	خطا	
۱/۰۰	۰/۷۹	<۰/۰۰۱	۱۰۴/۸۳	۶۹/۴۴	۱	۶۹/۴۴	پیش‌آزمون	خطای تغییر آمایه
۱/۰۰	۰/۷۱	<۰/۰۰۱	۶۸/۸۸	۴۵/۶۳	۱	۴۵/۶۳	گروه	
				۰/۶۶	۲۷	۱۷/۸۸	خطا	
۱/۰۰	۰/۵۳	<۰/۰۰۱	۳۱/۱۲	۱۰۲۸/۶۷	۱	۱۰۲۸/۶۷	پیش‌آزمون	حافظه کاری
۱/۰۰	۰/۸۴	<۰/۰۰۱	۱۴۳/۸۲	۴۷۵۳/۹۴	۱	۴۷۵۳/۹۴	گروه	
				۳۳/۰۵	۲۷	۸۹۲/۴۶	خطا	

غیرمرتبط (به عنوان بخش پردازشی) ترکیب می‌شوند (۱۹). علامت مشخصه این نوع تکالیف درهم‌تنیدگی مؤلفه‌های ذخیره‌سازی (آیتم‌های آزمون) و پردازش (تکالیف تصمیم‌گیری ثانویه) است که به شکل توانایی هماهنگی نگهداری در صورت رخداد عوامل آشفته‌ساز خود را نشان می‌دهد. از آنجاکه تکالیف فراخوانی پیچیده به شکل قوی، مکانیسم‌های حوزه گسترده مرتبط با کنترل توجه را به کار می‌گیرند، پارادایم‌های آموزشی ساخته شده حول این تکالیف، هم‌زمان موجب افزایش فراخوانی حافظه کاری و نیز مزایای شناختی دوربردتر می‌شوند (۲۰). در برنامه حاضر با به کارگیری این پارادایم، تکالیف فراخوانی پیچیده تفریق و فراخوانی پیچیده محاسبه و فراخوانی پیچیده ماتریس نقاط عددی استفاده شده است و همسو با پژوهش‌های چین و موریسون (۲۰) و شپستد و ردیک و انگل (۱۹) اثربخشی این تکالیف را نشان می‌دهد.

استفاده از تکالیف استروپ و علامت-توقف از پارادایم‌های تکلیفی مستند و اثربخشی هستند که در بسیاری از برنامه‌های شناختی جهت تقویت بازداری به کار می‌روند (۲۱). برنامه حاضر با استفاده از انواع استروپ عددی شامل استروپ عدد-کلمه، استروپ سایز-مقدار، استروپ عدد-رقم، تکالیف استروپ ساده را به شکل تخصصی برای حوزه ریاضیات تنظیم کرده و برای تکالیف علامت-توقف نیز از محرک‌های عددی یک و دو و سه رقمی متناسب با سن و توانایی ریاضی کودک بهره برده است. مطالعه لیو و همکاران نیز همسو با نتایج مطالعه حاضر حاکی از توان ارتقای بازداری توسط پارادایم‌های تکلیفی مذکور بوده است (۲۲)؛ اما نمونه پژوهشی این مطالعات جمعیت دارای ناتوانی یادگیری ریاضی نبوده و تکالیف استفاده شده آن‌ها عددی نبودند.

باتوجه به رابطه توانایی شیفت‌کردن بین مجموعه قواعد ذهنی با پیشرفت ریاضیات و نقش این توانایی، به وسیله حمایت از جایگزینی بین راهبردها و خرده‌راه‌حل‌ها، در مسئله‌های چندمرحله‌ای، در عملکرد ریاضیات (۲۳)، تکالیف تغییر آمایه ریاضی شامل تغییر آمایه جمع-تفریق، تغییر آمایه بزرگ‌تر-کوچک‌تر (با دو قانون)، تغییر آمایه عدد-

با استفاده از تحلیل کوواریانس و با کنترل اثر پیش‌آزمون، مشخص شد که اثر روش مداخله بر متغیرهای خطای استروپ عددی ($p < 0/001$)، زمان تکمیل استروپ عددی ($p < 0/001$)، زمان تکمیل علامت توقف ($p < 0/001$)، خطای تغییر آمایه ($p < 0/001$)، زمان تکمیل تغییر آمایه ($p < 0/001$) و حافظه کاری ($p < 0/001$) دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی معنادار است. باتوجه به میانگین‌های مشاهده شده می‌توان گفت میانگین تعداد خطا و زمان تکمیل تکالیف کارکردهای اجرایی بعد از مداخله در گروه آزمایش به طور معنادار کمتر و در متغیر درصد پاسخ‌های صحیح حافظه کاری بیشتر از گروه گواه بوده است.

۴ بحث

هدف پژوهش حاضر، معرفی مبانی نظری و ساخت و اعتباریابی برنامه‌ای فرایندمحور و تخصصی با محتوای عددی و حساب، به منظور درمان نارساکنش‌وری اجرایی در دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی بود. این برنامه با تکیه بر نظریه‌های انعطاف‌پذیری شناختی و شکل‌پذیری عصبی مغز و نیز جایگاه توانایی‌های حوزه خاص ریاضی در تحول ریاضیات، از رویکرد آموزشی فرایندمحور برای تقویت بازداری و تغییر آمایه و حافظه کاری استفاده کرد. نتایج این پژوهش بیانگر روایی محتوایی مطلوب ($CVR > 0/75$) و اعتبار مناسب برنامه فرایندمحور ارتقای کارکردهای اجرایی، به منظور استفاده آموزشی و بالینی و درمانی در مدارس و مراکز توان‌بخشی بود.

توجه به پارادایم‌های تکلیفی اثربخش در طراحی تکالیف در سه حوزه کارکردهای اجرایی هسته از ویژگی‌های منحصر به فرد برنامه حاضر بوده که در پژوهش‌های داخلی به ویژه در حوزه حافظه کاری به چشم نمی‌خورد. از تمرین‌های بسیار پربازده و اثربخش در حوزه حافظه کاری استفاده از تکالیف فراخوانی پیچیده حافظه است. این نوع تکالیف برای اندازه‌گیری و تقویت ظرفیت حافظه کاری طراحی شده‌اند و در مقابل تکالیف فراخوانی ساده قرار دارند. در این نوع تکالیف تقاضاهای حافظه کوتاه مدت (به عنوان بخش نگهداری) با تکالیف ثانویه

رقم و تغییر آمایهٔ یکان- دهگان در این برنامه لحاظ شده است.

درمقایسه با گروه گواه تفاوت معنادار نشان داد. در پایان این بخش پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی برنامهٔ فرایش بر نمونه‌های بیشتری از دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی اجرا گردد و اثربخشی و انتقال اثر دور و نزدیک آن بر سایر کارکردهای اجرایی و عملکرد ریاضیات دانش‌آموزان آزمون شود.

۵ نتیجه‌گیری

درمجموع نتایج پژوهش حاضر به‌روشنی نشان داد که برنامهٔ فرایش با رویکرد فرایندمحور جهت آموزش کارکردهای اجرایی و با محتوای تخصصی ریاضی می‌تواند با تحریک و به‌کارگیری بهینهٔ ظرفیت پیش‌موجود شناختی دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی و نیز همسو با نظریهٔ پلاستیسیتهٔ مغزی با غلبه بر ظرفیت ذاتی سیستم‌های شناختی بیولوژیکی و با صرف مقدار مشخصی از زمان و کوشش منجر به بهبود نارساکنش‌وری اجرایی این گروه گردد؛ لذا این برنامه می‌تواند به‌عنوان مداخلهٔ پیشگیرانه و درمانی کم‌هزینه و ویژه برای کودکان پایهٔ سوم و بیشتر به‌کار رود.

۶ تشکر و قدردانی

بدین ترتیب مراتب سپاسگزاری خود را از تمامی شرکت‌کنندگان و کارکنان محترم مراکز اختلالات یادگیری شهر اهواز و استادان گرامی اعلام می‌کنیم.

۷ بیانیه

این پژوهش برگرفته از رسالهٔ دکتری رشتهٔ روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی دانشگاه تهران بوده و تحت حمایت مالی ستاد توسعهٔ علوم و فناوری‌های شناختی انجام شده است.

برنامهٔ حاضر مانند بسیاری از برنامه‌های تجاری موفق همچون *Jungle Memory* و *Cogniplas* و *Cogmed* از مدل انرژی فیزیکی تبعیت کرده که در آن بارگذاری منبع شناختی محدود به‌شکل تکراری منجر به افزایش ظرفیت کارکرد مدنظر می‌شود؛ یعنی چیزی شبیه آنچه برای عضلات اتفاق می‌افتد (۲۴). همچنین برنامه به‌شکل انطباقی و با تنظیم سطح دشواری تکالیف منطبق با عملکرد کودک در هر جلسه اجرا شد که طبق نتایج فراتحلیل‌ها و مطالعات آزمایشی از ویژگی‌های مؤثر در اثربخشی برنامه‌های شناختی است (۱۹)؛ اما پژوهش حاضر یک‌گام فراتر از برنامه‌های موجود دارای ساختاری تخصصی با محتوای عددی و حساب ویژهٔ کودکان دارای ناتوانی‌های یادگیری ریاضی طراحی شد که همسو با مطالعهٔ کراسبرگن و نوردن و کولکمن حاکی از اهمیت نقش کلیدی تعیین‌گرهای حوزهٔ خاص در طراحی تکالیف حوزهٔ گستردهٔ شناختی ریاضی است (۱۳). در مطالعهٔ آن‌ها ۵۱ کودک پیش‌دبستانی دارای حافظهٔ کاری ضعیف شرکت داشتند که با یکی از دو نسخهٔ متفاوت برنامهٔ حافظهٔ کاری را دریافت کردند یا در گروه گواه غیرفعال قرار گرفتند و هیچ نوع برنامه‌ای دریافت نکردند. دو نسخهٔ برنامهٔ کامپیوتری تقویت حافظهٔ کاری، از نظر نوع محتوای ارائه‌شده متفاوت بودند. یکی از برنامه‌ها دارای محتوای عددی و دیگری دارای محتوای غیر عددی بود. بعد از انجام پیش‌آزمون، برنامهٔ مداخله به‌مدت چهار هفته اجرا شد و بلافاصله پس از آن، پس‌آزمون انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که هر دو گروه آموزش حافظهٔ کاری در تکالیف حافظهٔ کاری دیداری-فضایی بهبود معناداری درمقایسه با گروه گواه دارند؛ اما بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد و هرچند دو گروه در تکالیف درک عددی شامل مهارت‌های شمارشی و مقایسهٔ کمیت بهبود معناداری داشتند، فقط گروه آموزش حافظهٔ کاری با محتوای عددی

References

1. de Lima RF, Azoni CAS, Ciasca SM. Attentional performance and executive functions in children with learning difficulties. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 2011;24(4):685–91.
2. Faulkenberry T, Geye T. The Cognitive Origins of Mathematics Learning Disability: A Review. *The Rehabilitation Professional*. 2014;22:9–16.
3. Hassinger-Das B, Jordan NC, Glutting J, Irwin C, Dyson N. Domain-general mediators of the relation between kindergarten number sense and first-grade mathematics achievement. *J Exp Child Psychol*. 2014;118:78–92. doi: [10.1016/j.jecp.2013.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.09.008)
4. Toll SWM, Van der Ven SHG, Kroesbergen EH, Van Luit JEH. Executive functions as predictors of math learning disabilities. *J Learn Disabil*. 2011;44(6):521–32. doi: [10.1177/0022219410387302](https://doi.org/10.1177/0022219410387302)
5. Dias NM, Seabra AG. Intervention for executive functions development in early elementary school children: effects on learning and behaviour, and follow-up maintenance. *Educational Psychology*. 2017;37(4):468–86. doi: [10.1080/01443410.2016.1214686](https://doi.org/10.1080/01443410.2016.1214686)
6. Geary DC. Mathematics and Learning Disabilities. *J Learn Disabil*. 2004;37(1):4–15. doi: [10.1177/00222194040370010201](https://doi.org/10.1177/00222194040370010201)
7. Cattell RB. Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*. 1963;54(1):1–22. doi: [10.1037/h0046743](https://doi.org/10.1037/h0046743)
8. Noack H, Lövdén M, Schmiedek F, Lindenberger U. Cognitive plasticity in adulthood and old age: gauging the generality of cognitive intervention effects. *Restor Neurol Neurosci*. 2009;27(5):435–53. doi: [10.3233/RNN-2009-0496](https://doi.org/10.3233/RNN-2009-0496)

9. Pascual-Leone A, Amedi A, Fregni F, Merabet LB. The plastic human brain cortex. *Annu Rev Neurosci.* 2005;28:377–401. doi: [10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216](https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216)
10. Kray J, Ferdinand NK. How to improve cognitive control in development during childhood: Potentials and limits of cognitive interventions. *Child Dev Perspect.* 2013;7(2):121–5. doi: [10.1111/cdep.12027](https://doi.org/10.1111/cdep.12027)
11. Karbach J. Plasticity of executive functions in childhood and adolescence: Effects of cognitive training interventions. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento.* 2015;7(1):64–70.
12. Nazari S, Hassanzadeh S, Shokoohi-Yekta M, Kharrazi SK, Farzad V. Conditions of effectiveness and near and far transfer effects of executive function's interventions: systematic review. *Middle Eastern Journal of Disability Studies.* 2020;10:12. [Persian] <https://jdisabilstud.ir/article-1-1258-en.pdf>
13. Kroesbergen EH, van 't Noordende JE, Kolkman ME. Training working memory in kindergarten children: effects on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychol.* 2014;20(1):23–37. doi: [10.1080/09297049.2012.736483](https://doi.org/10.1080/09297049.2012.736483)
14. Mohammadbeigi A, Mohammadsalehi N, Aligol M. Validity and reliability of the instruments and types of measurements in health applied researches. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences.* 2015;13(12):1153–70. [Persian] <http://journal.rums.ac.ir/article-1-2274-en.pdf>
15. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol.* 2013;64:135–68. doi: [10.1146/annurev-psych-113011-143750](https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750)
16. Exceptional Education Organization. Wechsler Children's Intelligence Scale. 4th ed. Tehran: Exceptional Education Organization; 2018. [Persian]
17. Mohammad Esmaeil E. Azmoon Riaziat Iran KeyMath [Iranian Mathematical Test of KeyMath]. Tehran: Exceptional Education Organization; 2002. [Persian]
18. Delavar A. Educational and psychological Research. Tehran: Virayesh Publication; 2006, pp: 99. [Persian]
19. Shipstead Z, Redick TS, Engle RW. Is working memory training effective? *Psychol Bull.* 2012;138(4):628–54. doi: [10.1037/a0027473](https://doi.org/10.1037/a0027473)
20. Chein JM, Morrison AB. Expanding the mind's workspace: training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychon Bull Rev.* 2010;17(2):193–9. doi: [10.3758/PBR.17.2.193](https://doi.org/10.3758/PBR.17.2.193)
21. Karbach J, Unger K. Executive control training from middle childhood to adolescence. *Front Psychol.* 2014;5:390. doi: [10.3389/fpsyg.2014.00390](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00390)
22. Liu Q, Zhu X, Ziegler A, Shi J. The effects of inhibitory control training for preschoolers on reasoning ability and neural activity. *Sci Rep.* 2015;5(1):14200. doi: [10.1038/srep14200](https://doi.org/10.1038/srep14200)
23. Bull R, Lee K. Executive functioning and mathematics achievement. *Child Dev Perspect.* 2014;8(1):36–41. doi: [10.1111/cdep.12059](https://doi.org/10.1111/cdep.12059)
24. Melby-Lervåg M, Hulme C. Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Dev Psychol.* 2013;49(2):270–91. doi: [10.1037/a0028228](https://doi.org/10.1037/a0028228)