



اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی

The Effectiveness of Computerized Cognitive Training on the Performance of Response Inhibition and Sustain Attention of Students with Mathematical Problems

Ali Sharifi
Saman Kamari Songhorabadi
Abbas Sheikhmohammadi
Ghasem Khayati

علی شریفی*
سامان کماری سنقرآبادی**
عباس شیخ محمدی***
قاسم خیاطی****

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of computerized cognitive training on the performance of response inhibition and sustained attention of students with mathematical problems. The research method in terms of goal was practical and semi-experimental with a pretest-posttest design with a control group. The statistical population of the study was all students with mathematical disorders in Tehran who were studying in the academic year 2018-2019. The sample of this study included 24 elementary school students with mathematics problems who were randomly selected and divided into a control group (12 subjects) and an experimental group (12 subjects). Their intelligence and mathematical abilities were assessed using the Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R) and the Iran Key Math Diagnostic Test. The experimental group participated in 25 sessions of 50 to 60 minutes duration in the intervention program. For the development of response inhibition and maintenance of attention, the Continuous Performance Test (CPT) and the Stroop test, a subscale of the CNS Vital Sign (CNSVS) battery, were used. Data were analyzed with SPSS22 software and using analysis of covariance tests. The results of ANCOVA indicated that there was a statistically significant difference between the experimental group and the control group in terms of the concussion error of the Stroop test ($p < 0.05$). Continuing with the power test, the difference between the experimental group and the control group was significant ($p < 0.05$) after omitting the pretest effect in the omission and concussion error. Overall, the results show that computer-based cognitive training had a significant effect on response inhibition and attention maintenance of students with math problems.

Keywords: Executive Functions, Response Inhibition, Sustain Attention, Computerized Cognitive Training, Mathematical Problems.

چکیده

هدف پژوهش حاضر اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی بود. روش پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی شهر تهران بودند که در سال تحصیلی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به تحصیل اشتغال داشتند. گروه نمونه شامل ۲۴ دانش‌آموز پسر دبستانی دارای مشکلات ریاضی بود که از طریق نمونه‌گیری دردسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی به دو گروه گواه (۱۲ نفر) و آزمایش (۱۲ نفر) تقسیم شدند. به‌منظور شناسایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی از آزمون ایران کی‌مت استفاده شد. همچنین هوش دانش‌آموزان با مقیاس تجدیدنظر شده هوش و کسلر برای کودکان (WISC-R) ارزیابی شد. گروه آزمایش طی ۲۵ جلسه ۵۰ تا ۶۰ دقیقه‌ای در برنامه مداخله‌ای شرکت کردند. از آزمون‌های عملکرد پیوسته (CPT) و آزمون استروپ (Stroop) از مجموعه نرم‌افزارهای علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی (CNSVS) برای ارزیابی بازداری پاسخ و توجه پایدار دانش‌آموزان استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS22 و با استفاده از آزمون‌های تحلیل کواریانس تحلیل شدند. نتایج آزمون استروپ نشان می‌دهد تفاوت معناداری در نمرات پس‌آزمون دانش‌آموزان گروه آزمایش و گواه در زیر مؤلفه خطای ارتکاب وجود داشت ($P < 0.05$). همچنین در آزمون عملکرد پیوسته، تفاوت گروه گواه و آزمایش پس از حذف اثر پیش‌آزمون در مرحله پس‌آزمون، در زیرمؤلفه خطای ارتکاب و خطای حذف معنادار بود ($P < 0.05$). برنامه تمرین رایانه‌ای شناختی می‌تواند سبب بهبود عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار در دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی شود.

واژه‌های کلیدی: کارکردهای اجرایی، بازداری پاسخ، توجه پایدار، تمرین رایانه‌ای شناختی، مشکلات ریاضی.

* نویسنده مسئول: استادیار، گروه روان‌شناسی و آموزش کودکان با نیازهای خاص، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

** فوق‌دکترای علوم اعصاب، گروه روان‌شناسی و علوم شناختی، دانشگاه تربت، تربت، ایتالیا

*** دکتری روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

**** کارشناس روان‌شناسی کودکان استثنایی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

مقدمه

کارکردهای اجرایی^۱، حافظه کاری^۲ و بازداری پاسخ^۳، کانون نظریه‌های اخیر عصب-روان‌شناختی^۴ کودکان با کودکان با اختلال یادگیری ویژه^۵ را تشکیل داده‌اند (جونز، کاتز، بوشکوهل، جایگی و شا، ۲۰۲۰؛ آبرومندوزا، چامورو، گارسیا باریرا و متیوت، ۲۰۱۸؛ آلوی، ۲۰۱۸؛ داوسون و گوایر، ۲۰۰۴؛ مک کلووسکی، پرکینس و دیونر، ۲۰۰۹). اگرچه تعاریف عملیاتی زیادی درباره کارکردهای اجرایی در ادبیات پژوهشی وجود دارد، به‌طور گسترده در این زمینه توافق وجود دارد که کارکردهای اجرایی مجموعه‌ای از مهارت‌های شناختی هستند که در فعالیت‌های هدف محور درگیرند و در تنظیم افکار و اعمال نقش بسیار حیاتی دارند (ماگلهیس، کارنیرو، لیمپو و فیلیپه، ۲۰۲۰). براساس آمار و اطلاعات تقریباً ۶ تا ۱۰ درصد از دانش‌آموزان، دارای ناتوانی یادگیری در ریاضیات تشخیص داده می‌شوند (مازوکو و مایر، ۲۰۰۳). دانش‌آموزان با اختلال در ریاضی^۶ و خواندن^۷، در توانایی‌های مختلف کارکردهای اجرایی و پردازش ذهنی از قبیل بازداری دچار نقص هستند (ون دراسلوویس، دی‌جونگ و واندربلیج، ۲۰۰۷) که این نقایص سبب نارسایی در خواندن و مهارت‌های حساب می‌شود (وانگ، تاسی و یانگ، ۲۰۱۲).

کارکردهای اجرایی اصطلاحی کلی است که همه فرایندهای شناختی پیچیده را که در انجام تکالیف هدف‌مدار دشوار یا جدید ضروری هستند، در خود جای می‌دهد (جونز و همکاران، ۲۰۲۰؛ علیزاده و زاهدی‌پور، ۱۳۸۳) و شامل توانایی ایجاد درنگ یا بازداری پاسخ خاص و به‌دنبال آن برنامه‌ریزی توالی‌های عمل و حفظ بازنمایی ذهنی تکالیف به‌کمک حافظه کاری است (ولش و پنینگتون، ۱۹۸۸). کارکردهای اجرایی دربرگیرنده سه مؤلفه اصلی جداگانه اما مرتبط با هم هستند (دیاموند و لی، ۲۰۱۱): الف) حافظه کاری که به ظرفیت ذخیره موقت، دست‌کاری و پردازش اطلاعات هنگام انجام کار اشاره دارد (آلوی، ۲۰۱۸؛ بدلی، ۲۰۰۰). ب) کنترل مهارتی که به توانایی مهار تمایل خودکار در شرایط معین اشاره دارد (تیری، گلووینسکی، گلدمن راکیک و کریستن، ۱۹۹۴). ج) انعطاف‌پذیری شناختی که به توانایی تغییردادن، تغییر توجه یا تکلیف ارجاع داده می‌شود و به ظرفیت تغییر بین دو یا بیش از دو تکلیف یا هدف اشاره دارد که به سازگاری افکار و اعمال می‌پردازد (لوکیولانو و همکاران، ۲۰۱۵؛ داویدسون، آموس، اندرسون و دیاموند، ۲۰۰۶؛ میاک و همکاران، ۲۰۰۰).

هاگز (۱۹۹۸) با استفاده از روش تحلیل عاملی درباره کارکردهای اجرایی در طول سال‌های پیش‌دبستانی

-
1. executive function
 2. working memory
 3. response inhibition
 4. neuro-psychological
 5. children with specific learning disorder
 6. dyscalculia
 7. dyslexia

سه عامل اصلی را معرفی کرد: بازداری پاسخ، انعطاف‌پذیری توجه^۱ و حافظه کاری (گارون، برایسون و اسمیت، ۲۰۰۸؛ میاک و همکاران، ۲۰۰۰). بازداری مؤلفه اصلی کارکردهای اجرایی است و به‌طور کلی بر توانایی بازداری فعال یا تأخیر در یک پاسخ نیرومند به‌منظور رسیدن به یک هدف اشاره دارد (جونز و همکاران، ۲۰۲۰؛ بلای و کویلار، ۲۰۱۱). از نظر بارکلی (۱۹۹۷ الف) بازداری پاسخ، به معنای متوقف کردن سریع یک رفتار در پاسخ به الزامات متغیر محیطی، یک کارکرد اجرایی و مؤلفه‌ای اساسی از خودتنظیمی^۲ است. براساس دیدگاه بارکلی (۲۰۰۳) درگیر شدن آگاهانه در حل مسئله، در وهله اول نیازمند بازداری پاسخ خودکار^۳ است تا شرایط به‌کارگیری فرایندهای راهبردی در رسیدن به یک هدف بلندمدت را فراهم کند. زمانی که یک پاسخ غالب بازداری می‌شود، یک درنگ موقتی رخ می‌دهد و در نتیجه بستر رشد و اجرای اعمال خودهدایتی^۴ و خودتنظیمی فراهم می‌شود (آلتمایر، ابات و برنینگر، ۲۰۰۸).

براین‌اساس کارکردهای اجرایی به دامنه گسترده‌ای از مهارت‌های ضروری برای عملکرد پیوند خورده است. براساس مطالعات مختلف این کارکردها به‌ویژه در زمینه‌ها و بافت مدرسه (ماگلهیس کارنیرو، لیبو و فلیپه، ۲۰۲۰) و در ارتباط با مسائل مربوط به مهارت‌های ریاضیات بسیار مهم و کاربردی هستند (آبرومندوزا، چامارو، گارسیا باربا و ماتوده، ۲۰۱۸؛ کراگ و گیل‌مورت، ۲۰۱۴). از میان این عوامل، سازه بازداری پاسخ اهمیت خاصی دارد؛ زیرا با انواع مشکلات تحصیلی و اجتماعی (بلیر و رازا، ۲۰۰۷؛ اولسن، ۱۹۸۹) و همچنین با اختلالات دوران کودکی^۵ ارتباط دارد (آلوی، ۲۰۱۸؛ بارکلی، ۱۹۹۷ ب). براساس پژوهش ماگلهیس و همکاران (۲۰۲۰) کارکردهای اجرایی و به‌ویژه انعطاف‌پذیری شناختی در دانش‌آموزان پایه‌های بالاتر یک مؤلفه کلیدی برای پیشرفت تحصیلی است و مطالعات فراوانی نشان داده است کارکردهای اجرایی پیش‌بین قوی برای عملکرد تحصیلی بالا در دانش‌آموزان در شرایط واقعی است (ویلی، ویرس و بلیر، ۲۰۱۲؛ میلر و هینشاو، ۲۰۱۰؛ بلیر و رازا، ۲۰۰۷؛ بال و اسکریف، ۲۰۰۱).

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، بازداری پاسخ یکی از عوامل مهم در یادگیری ریاضیات است و عنصری ضروری در عملکرد ریاضی به‌منظور سرکوب یا جلوگیری از به‌کارگیری راهبردهای نادرست و ناپخته به‌شمار می‌آید (بال و اسکریف، ۲۰۰۱). وانگ، تاسی و یانگ (۲۰۱۲)، با استفاده از تکالیفی شامل نمودار، عدد و کلمه گزارش کردند دانش‌آموزان با اختلال ریاضی در بازداری عدد و نمودار عملکرد ضعیف‌تری در مقایسه با دانش‌آموزان با اختلال خواندن و دانش‌آموزان عادی دارند. بازداری با مهارت‌های ریاضی در ارتباط است؛ زیرا در تکالیف ریاضی نیاز است به‌طور صحیح اصول و مفاهیم اساسی ریاضی و سایر جنبه‌های مرتبط به تکالیف ریاضی در حافظه فعال بازنمایی شود (گولد و همکاران، ۲۰۱۲). کودکان با مشکلات ریاضی در بازداری

-
1. attentional flexibility
 2. self-regulation
 3. automatic
 4. self-directed
 5. childhood disorders

اطلاعات غالب دچار مشکل هستند و نمی‌توانند اطلاعات را در حافظه کاری خود حفظ کنند (بال و اسکریف، ۲۰۰۱). پاسولونگی و سیگل (۲۰۰۱) با بررسی دانش‌آموزانی که در حل مسئله ریاضی مشکل داشتند، نتیجه گرفتند که این دانش‌آموزان در یادآوری اطلاعات ضروری برای حل مسئله دچار خطای تداخل اطلاعات می‌شوند. به عبارت دیگر این دانش‌آموزان در حافظه کاری خود دچار مشکل هستند و این نقص به دلیل ناتوانی آنان در مکانیسم بازداری پردازش اطلاعات مرتبط و غیرمرتبط است. مشکلات ریاضی با ناتوانی در بازداری اطلاعات بی‌اهمیت در مواجهه با یک تکلیف و نیز با توانایی هماهنگ‌سازی اطلاعات کلامی و عددی و فهم مفهوم بزرگ‌تر یا کوچک‌تر در زمان مقایسه اعداد در ارتباط است (پاسولونگی و سیگل، ۲۰۰۴). یکی دیگر از مهم‌ترین کارکردهای اجرایی در ارتباط با حل مسائل ریاضی توجه پایدار^۱ است که یکی از انواع توجه و یکی از مهم‌ترین کارکردهای اجرایی انسان‌ها محسوب می‌شود. تحقیقات مختلفی که با روش‌های متفاوت به ارزیابی توجه پرداخته‌اند، همگی رابطه میان توجه و موفقیت در ریاضیات^۲ و مشکلات ریاضی^۳ را اثبات کرده‌اند (گولد و همکاران، ۲۰۱۲). توجه به برخی عملیات پیچیده ذهنی اطلاق می‌شود که شامل تمرکز کردن بر هدف یا درگیر شدن در آن، نگه‌داشتن یا تحمل کردن و گوش‌به‌زنگ بودن در زمانی طولانی، رمزگردانی ویژگی‌های محرک و تغییر تمرکز از هدفی به هدف دیگر است (سیدمن، ۲۰۰۶). ون دراسلوویس، دی‌جونگ و واندرلیج (۲۰۰۴) بر دو قابلیت بازداری و انتقال توجه کودکان با مشکلات ریاضی تمرکز کردند و نتیجه گرفتند در تکالیفی که بازداری و انتقال توجه را به صورت مجزا می‌سنجند، تفاوتی میان کودکان با مشکلات ریاضی و کودکان عادی وجود ندارد. درمقابل در تکالیفی که بازداری و انتقال توجه به صورت ترکیبی ارزیابی شدند، کودکان با مشکلات ریاضی عملکرد ضعیف‌تری داشتند. این عملکرد ضعیف این احتمال را به وجود می‌آورد که دشواری در فعال‌سازی و هماهنگ‌کردن کارکردهای اجرایی مختلف در یک زمان واحد سبب عملکرد محاسباتی ضعیف کودکان با مشکلات ریاضی می‌شود (ون دراسلوویس، دی‌جونگ و واندرلیج، ۲۰۰۴).

توجه پایدار توانایی حفظ پاسخ هدفمند طی یک فعالیت مداوم و تکرارشونده است که این توانایی می‌تواند از طریق فراهم کردن فرصت برای تحریک توجه بهبود یابد (خلیفه و همکاران، ۲۰۱۴). توجه پایدار به افراد کمک می‌کند تداخل‌ها را کنترل کنند و تنها به یک محرک پاسخ دهند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۳). براساس مدل کلاسیک پاسنر و پترسون (۱۹۹۰)، توجه پایدار عبارت است از توانایی حفظ تمرکز به صورت مداوم روی یک محرک خاص. قابلیت توجه پایدار نقشی کلیدی در عملکرد تحصیلی کودکان دارد و تعیین‌کننده ظرفیت کودک در حفظ تمرکز در مدت‌زمان طولانی به‌منظور درک و یکپارچه‌سازی مقدار زیادی از اطلاعات است (کاتروپا و اندرسون، ۱۹۹۹). نقص در توجه پایدار، اثر بالقوه‌ای بر توانایی کودک در کسب و یکپارچه‌سازی مهارت‌ها و دانش جدید دارد (بتز، مک‌کی، ماروف و اندرسون، ۲۰۰۶).

-
1. sustained attention
 2. math achievement
 3. math difficulties

لیندزی، تومازیک، لوین و آکاردو (۲۰۰۱)، با استفاده از آزمون عملکرد پیوسته کانرز^۱ (که ابزاری برای اندازه‌گیری توجه پایدار و مستلزم بازداری پاسخ‌های غالب است) توجه شناختی^۲ کودکان با مشکلات ریاضی را ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند کودکان با مشکلات ریاضی در مقایسه با گروه گواه، ثبات کمتری در مدت‌زمان تأخیر پاسخ دارند و خطای حذف^۳ (پاسخ‌ندادن به محرک هدف) بیشتری انجام می‌دهند، اما تفاوتی میان دو گروه در درصد خطاهای ارتکاب^۴ (پاسخ‌دهی به محرک غیر هدف) وجود نداشت. براساس نظر لیندزی و همکاران (۲۰۰۱)، تعداد بالای خطای حذف از سوی کودکان با مشکلات ریاضی نشان‌دهنده نقص در توجه آنان است. همچنین درصد بالاتر خطای ارتکاب، بیش از خطای غفلت نشان‌دهنده الگوی پاسخ تکانشی^۵ است و معمولاً با نمرات پایین در ریاضی ارتباط دارد. با توجه به مشکلات دانش‌آموزان با اختلال ریاضی در توانایی بازداری (وانگ، تاسی و یانگ، ۲۰۱۲؛ ون دراسلوویس، دی‌جونگ و واندرلیج، ۲۰۰۷؛ ون دراسلوویس، دی‌جونگ و واندرلیج، ۲۰۰۴؛ بال و اسکریف، ۲۰۰۱) و توجه پایدار (گولد و همکاران، ۲۰۱۲؛ لیندزی، تومازی، لوین و آکاردو، ۲۰۰۱) استفاده از برنامه‌های آموزشی و ترمیمی برای این دسته از دانش‌آموزان ضروری است.

یکی از روش‌های ترمیمی که در زمینه توانمندی‌های شناختی و کارکردهای اجرایی به‌صورت گسترده استفاده شده، تمرین‌های رایانه‌ای شناختی^۶ (CCT) است که تکمیل تمرین‌های رایانه‌ای گوناگون مشخص‌شده برای بهبود عملکرد شناختی در حوزه‌هایی مانند توجه پایدار، تفکر قبل از عمل^۷، پردازش دیداری و شنیداری، خواندن و حافظه را شامل می‌شود که در طیف گوناگونی از اختلالات شناختی مانند بیش‌فعالی همراه با نقص توجه، اختلالات یادگیری، آسیب مغزی، آلزایمر و پارکینسون قابلیت کاربرد دارد. اصل اساسی آن، کمک به بهبود هسته توانایی‌های شناختی و ضرورت خودکنترلی برای دستیابی به موفقیت‌های تحصیلی و شناختی است (خازال و همکاران، ۲۰۱۸).

برنامه‌های رایانه‌ای تمرین شناختی، اثرگذاری فراوانی بر کارکردهای اجرایی دارند (تا هیروگلو و همکاران، ۲۰۱۰). هولمز، گاترکول و دانینگ (۲۰۰۹) گزارش کردند که تمرین رایانه‌ای سبب بهبود اجزای حافظه کاری در کودکان می‌شود. همچنین داهلین (۲۰۱۱) و کلینگبرگ، فارسبرگ و وستبرگ (۲۰۰۲) نتایج مشابهی را با گروه نمونه کودکان با نارسایی توجه و بیش‌فعالی و دانش‌آموزان نارساخوان گزارش کردند. کلینگبرگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند تمرین رایانه‌ای سبب بهبود معنادار عملکرد کودکان با نارسایی توجه و بیش‌فعالی در تکالیف حافظه فعال کلامی، بازداری از پاسخ و استدلال شده است. شکوهی‌یکتا و

-
1. Conner's Continuous Performance Test (CPT)
 2. cognitive attention
 3. omission errors
 4. commission errors.
 5. impulsive response pattern
 6. computerized cognitive training
 7. think before act

همکاران (۱۳۹۳) نیز به بررسی اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی مغزافزار سافاری^۱ بر عملکرد حافظه فعال کودکان نارساخوان پرداختند و گزارش کردند مداخله مذکور سبب بهبود عملکرد حافظه فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان نارساخوان می‌شود.

همچنین تمرین رایانه‌ای شناختی می‌تواند به بهبود در تمرکز و توجه پایدار (ویدیرندانک، کمپس، فاستام و چپارا، ۲۰۰۴) و بازداری رفتاری و مشکلات رفتاری و عاطفی (روقان و هادوین، ۲۰۱۱) منجر شود. در پژوهش دیگری، داهلین (۲۰۱۱) تأثیر تمرین حافظه فعال را بر بهبود عملکرد حافظه فعال و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان با مشکلات یادگیری تأیید کرده است. ارجمندنیا، شریفی و رستمی (۱۳۹۳) نیز در پژوهش خود نشان دادند تمرین رایانه‌ای شناختی بهبود عملکرد حافظه دیداری-فضایی کودکان با مشکلات ریاضی را در پی داشته است؛ با وجود این پژوهش‌های اندکی اثربخشی این‌گونه برنامه‌ها را بر کودکان با مشکلات ریاضی بررسی کرده‌اند. همچنین پژوهش‌های انجام‌شده به‌طور کلی بر حافظه فعال انجام شده است و نه به‌صورت اختصاصی بر بازداری پاسخ و توجه پایدار.

مشکلات ریاضی در مقایسه با مشکلات خواندن کمتر مدنظر قرار گرفته است (شکوهی-یکتا و پرنده، ۱۳۸۵). همچنین در زمینه اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی شواهد نسبتاً ضد و نقیضی به چشم می‌خورد که برخی پژوهش‌ها حاکی از نبود تأثیرگذاری یا اثربخشی پایین این روش به‌ویژه در کودکان با مشکلات یا اختلالات یادگیری بوده است؛ بنابراین جای خالی پژوهش‌های بیشتری در زمینه اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی احساس می‌شود. از سوی دیگر بیشتر تحقیقات انجام‌شده بر کارکردهای اجرایی مانند حافظه کاری یا انواع دیگر توجه مانند توجه انتخابی تمرکز کرده‌اند و پژوهش‌های محدودی به بررسی نقش بازداری پاسخ و توجه پایدار در ارتباط با مشکلات ریاضی دانش‌آموزان با اختلال یا مشکل یادگیری در ریاضیات پرداخته‌اند. براین‌اساس هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی برنامه رایانه‌ای شناختی مغز افزار سافاری در عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی بود. فرضیه اصلی پژوهش عبارت است از اینکه تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی اثربخش است.

روش

جامعه آماری، نمونه، روش نمونه‌گیری و روش اجرای پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه بود. به‌منظور آموزش دانش‌آموزان شرکت‌کننده در پژوهش از نرم‌افزار تمرین رایانه‌ای شناختی با عنوان مغز افزار سافاری استفاده شد. این مجموعه نرم‌افزار ساخت شرکت ارتقای یادگیری^۲ در ایالت ایلینوی آمریکا

1. brainware safari

2. learning enhancement corporation

است که به‌منظور رشد مهارت‌های شناختی در قالب یک بازی ویدئویی برای کودکان ۶ تا ۱۵ سال در سال ۲۰۰۵ طراحی و ساخته شده است. این برنامه با هدف رشد جامع ۴۱ مهارت شناختی طراحی شده است که حوزه‌های اصلی پردازش دیداری، پردازش شنیداری، حافظه، توجه، یکپارچگی حسی و توانایی تفکر را شامل می‌شود.

جامعه آماری پژوهش حاضر را تمامی دانش‌آموزان دارای مشکلات ریاضی شهر تهران تشکیل می‌دهند. از جامعه حاضر با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس، ۲۴ نفر از دانش‌آموزان پسر در دامنه سنی ۹-۱۱ سال انتخاب شدند که به کمک آزمون ایران کی‌مت و گزارش معلم به‌عنوان دانش‌آموزان دارای مشکلات ریاضی تشخیص داده شده بودند. همچنین به‌عنوان گروه نمونه به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفری آزمایش و گواه تقسیم شدند. پس از تقسیم گروه نمونه به گروه آزمایش و گواه، گروه آزمایش تحت آموزش با تمرینات رایانه‌ای شناختی قرار گرفت و گروه گواه در لیست انتظار باقی ماند.

به‌منظور انتخاب گروه نمونه پس از کسب مجوزهای لازم از اداره آموزش و پرورش شهر تهران با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس به برخی مدارس دولتی شهر تهران مراجعه شد. از معلمان پایه سوم و چهارم این مدارس خواسته شد ضعیف‌ترین دانش‌آموزان خود را به پژوهشگران معرفی کنند. سپس با رضایت والدین هریک از این دانش‌آموزان ابتدا به‌منظور تشخیص مشکلات ریاضی با آزمون ایران کی‌مت ارزیابی شدند و در صورت وجود مشکل بر مبنای این آزمون در گروه نمونه قرار گرفتند. پس از این مرحله به‌منظور ارزیابی هوش به‌عنوان یکی از ملاک‌های ورود به پژوهش نمرات هریک از افراد گروه نمونه با آزمون هوش وکسلر کودکان ارزیابی شد که با توجه به حضور این کودکان در مدارس عادی هیچ‌یک از افراد انتخاب‌شده هوش‌به‌تری پایین‌تر از ۸۵ را در آزمون وکسلر کودکان کسب نکرده بودند؛ در نتیجه براساس ملاک قرارگیری در دامنه هوش‌به‌تری عادی این دانش‌آموزان وارد پژوهش شدند. پس از این مرحله افراد گروه نمونه با استفاده از روش گمارش تصادفی به دو گروه آزمایش و گواه تقسیم شدند. هر دو گروه آزمایش و کنترل به کمک آزمون علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی و با تمرکز بر آزمون استروپ و عملکرد پیوسته ارزیابی شدند.

با توجه به ماهیت این ابزار هر کودک در مجموعه گسترده‌تری از کارکردهای عصب روان‌شناختی ارزیابی شد. با وجود این در این مقاله تنها دو مؤلفه بازدارنده پاسخ و عملکرد پیوسته استفاده شده است. پس از ارزیابی اولیه هر دو گروه، گروه آزمایش در تابستان به مدت ۲۵ جلسه ۵۰ تا ۶۰ دقیقه‌ای به‌وسیله درمانگران آموزش‌دیده در زمینه تمرین رایانه‌ای شناختی تحت آموزش قرار گرفتند. به عبارت دیگر، تعداد سه درمانگر (نویسندگان) که هریک دارای مدرک تحصیلی در حوزه روان‌شناسی بودند، با استفاده از مغزافزار سافاری مشغول به آموزش این دانش‌آموزان شدند. گروه گواه در این مدت هیچ‌گونه برنامه مداخله‌ای را دریافت نکردند. با وجود این به‌منظور رعایت اصول اخلاقی پژوهش این گروه نیز پس از پایان پژوهش در صورت تمایل به کمک همین نرم‌افزار خدمات مشابه را دریافت کردند.

ابزار پژوهش

آزمون تشخیصی ایران کی مت^۱ (IKMDT)

نسخه اولیه آزمون تشخیصی کی مت را کونولی در سال ۱۹۷۶ برای شناسایی دانش‌آموزان ۱۱-۶ سال با ناتوانی یادگیری ریاضی طراحی و تهیه شده است. این آزمون یکی از ابزارهای پرکاربرد در تشخیص اختلالات ریاضی است. از ویژگی‌های مهم این آزمون علاوه بر تعیین قوت‌ها و ضعف‌های دانش‌آموزان در حوزه‌های مختلف ریاضی می‌توان به سنجش آمادگی دانش‌آموزان برای آغاز آموزش دروس ریاضی، قابلیت نشان‌دادن اثرات آموزش ریاضی در یک برنامه ترمیمی اشاره کرد (کونولی، ۱۹۸۸). آزمون ریاضی ایران کی مت عملکرد فرد را در سه حوزه مفاهیم اساسی (شامل خرده‌آزمون‌های شمارش، اعداد گویا و هندسه)، عملیات (شامل جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و محاسبه ذهنی) و حوزه کاربرد (شامل اندازه‌گیری، زمان و پول، تخمین، تحلیل داده‌ها و حل) ارزیابی می‌کند. این آزمون را محمداسماعیل و هومن (۱۳۸۱) در ایران بررسی و ارزیابی کرده‌اند و در پژوهشی اعتبار این آزمون را با استفاده از روش آلفای کرونباخ برآورد و میزان آن را در پنج پایه بین ۸۴ - ۸۰ درصد گزارش کرده‌اند. همچنین روایی هم‌زمان این آزمون را با آزمون WRAT که یک آزمون ریاضی مداد کاغذی است، محاسبه و گزارش کرده‌اند. این پژوهشگران همبستگی این آزمون با آزمون ریاضی ایران کی مت را در پایه‌های اول تا پنجم به ترتیب به میزان ۰/۵۷، ۰/۶۲، ۰/۶۷، ۰/۵۶، ۰/۵۵ به دست آورده‌اند. علاوه بر این ارجمندیا، قاسم‌زاده، اسماعیلی و شفیع (۱۳۹۹) روایی این ابزار را به نقل از رودز^۲ و همکاران (۲۰۱۵) ۹۱ درصد گزارش کرده‌اند.

آزمون علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی^۳ (CNSVS)

آزمون علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی را شرکتی با همین عنوان طراحی و تهیه کرده است. روایی و پایایی این آزمون را نیز گالتری و جانسون (۲۰۰۶) ارزیابی کرده‌اند و این آزمون طی دهه گذشته چندین بار بازبینی شده و گسترش یافته است. این مجموعه آزمون یک آزمون عصب روان‌شناختی به منظور غربالگری اختلالات مختلف بالینی است که در مراکز درمانی و کلینیک‌ها استفاده می‌شود. این ابزار یک آزمون رایانه‌ای است که عملکردهای عصب روان‌شناختی مختلفی شامل حافظه کلامی و دیداری^۴، رمزگذاری نمادهای عددی^۵، ضربه‌زدن با انگشت^۶، آزمون استروپ^۷، تغییر توجه^۸ و آزمون عملکردهای پیوسته^۹ است. این آزمون

1. Iran Key Math Diagnostic Test (IKMDT)
2. Rhodes
3. Central Nervous System Vital Signs (CNSVS)
4. verbal and visual memory
5. symbol digit coding
6. finger tapping
7. the stroop
8. shifting attention
9. continuous performance test

بر گروه بزرگی از افراد شامل ۱۰۶۹ نفر با ملیت‌های مختلف نرم شده است و دامنه سنی ۹۰ - ۷ سال را در برمی‌گیرد (گالتری و جانسون، ۲۰۰۶). همچنین این آزمون ۵۲ زبان زنده دنیا از جمله زبان فارسی را پشتیبانی می‌کند. ضرایب بازآزمایی آزمون با میانگین فاصله ۶۲ روز برای آزمون‌های مختلف این مجموعه آزمون به صورت جداگانه، از سوی گالتری و جانسون (۲۰۰۶) گزارش شده است. به‌طور کلی ضریب بازآزمایی با میانگین ۰/۷۲ را برای مجموعه آزمون‌های مختلف این ابزار گزارش شده است (گالتری و جانسون، ۲۰۰۶). بنا به اهداف پژوهش حاضر دو خرده‌مقیاس عملکرد پیوسته و آزمون استروپ از مجموعه خرده‌مقیاس‌های این آزمون انتخاب و در پژوهش حاضر استفاده شدند. ضریب بازآزمایی برای آزمون عملکرد پیوسته در این آزمون برابر با ۰/۸۲ و این ضریب برای آزمون استروپ برابر با ۰/۷۸ گزارش شده است (گالتری و جانسون، ۲۰۰۶).

مقیاس تجدیدنظرشده هوش و کسلر برای کودکان^۱ (WISC-R)

به‌منظور کنترل بهره هوشی گروه نمونه از آزمون هوش و کسلر کودکان تجدیدنظر شده استفاده شد. این مقیاس را و کسلر در سال ۱۹۴۹ تهیه کرد و در سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۹۸۶ تجدیدنظر شد (شهیم، ۱۳۸۵). این آزمون بازه سنی ۱۶-۶ سال را دربرمی‌گیرد و مشتمل بر ۱۲ خرده‌آزمون است و به صورت فردی اجرا می‌شود. این آزمون سه نمره هوش بهر شامل هوش بهر کلامی، هوش بهر غیر کلامی و هوش بهر کلی را ارائه می‌دهد. پایایی و روایی این آزمون را شهیم (۱۳۸۵) محاسبه کرده که میانه ضرایب پایایی ۰/۷۳ و ضرایب همبستگی بین هوش بهرهای کلامی، غیر کلامی و کلی به ترتیب ۰/۸۴، ۰/۷۴ و ۰/۸۵ به دست آمده است.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

داده‌های گردآوری شده به کمک ابزارهای مورد استفاده در پژوهش با نسخه ۲۲ نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند. از شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف استاندارد، درصد به‌منظور گزارش یافته‌های توصیفی و جمعیت‌شناختی استفاده شد. همچنین برای بررسی وجود تفاوت و نبود آن میان گروه‌ها در شاخص‌های هوش و سن از آزمون t استفاده شد. علاوه بر این به‌منظور بررسی معنادار بودن و نبودن تفاوت‌های گروه آزمایش و گواه از آزمون تحلیل کواریانس تک‌متغیری و چندمتغیری استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ یافته‌های توصیفی جمعیت‌شناختی شامل میانگین سنی و پایه تحصیلی دانش‌آموزان گروه آزمایش و کنترل به تفکیک ارائه شده است.

1. Wechsler Intelligence Scale For Children-Revised (Wisc-R)

جدول ۱. یافته‌های توصیفی گروه گواه و آزمایش براساس سن و نمره هوش

ویژگی	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	آزمون t	سطح معناداری
سن	آزمایشی	۱۲	۹/۹۶	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۶۸
	گواه	۱۲	۹/۷۵	۰/۵۵		
هوش	آزمایشی	۱۲	۹۹	۶/۲۷	۱/۹۱	۰/۰۶
	گواه	۱۲	۹۵	۶/۴۸		

جدول ۱ شامل میانگین سنی و هوشی دو گروه گواه و آزمایش است. به عبارت دیگر میانگین سنی گروه گواه برابر با ۹/۷۵ با انحراف استاندارد ۰/۵۵ و میانگین سنی گروه آزمایش ۹/۹۶ با انحراف استاندارد ۰/۴۵ به دست آمده است. همچنین میانگین هوشی به دست آمده از آزمون وکسلر برای گروه گواه ۹۵ با انحراف استاندارد ۶/۴۸ و برای گروه آزمایش ۹۹ با انحراف استاندارد ۶/۲۷ بوده است. به منظور بررسی وجود تفاوت معنادار بین دو گروه آزمایش و گواه در متغیرهای سن و هوش، نتایج آزمون t مستقل انجام شد. نتایج مقایسه دو گروه بیانگر آن بود که میان دو گروه آزمایش و گواه در متغیرهای موجود (سن و هوش) تفاوت معناداری وجود نداشت.

جدول ۲. پایه تحصیلی گروه نمونه به تفکیک گروه آزمایش و گواه

متغیر	طبقات	گروه آزمایشی		گروه کنترل	
		درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
پایه تحصیلی	سوم	۶۶/۶۶	۸	۹	۷۵/۰۰
	چهارم	۳۳/۳۳	۴	۳	۲۵/۰۰

جدول ۲ شامل درصد و فراوانی پایه‌های تحصیلی شرکت‌کننده در دو گروه آزمایش و کنترل است. با توجه به این جدول، هشت نفر از دانش‌آموزان گروه آزمایش معادل ۶۶/۶۶ درصد از دانش‌آموزان گروه آزمایش مشغول به تحصیل در پایه سوم بودند و ۴ نفر برابر با ۳۳/۳۳ درصد را دانش‌آموزان پایه چهارم دبستان تشکیل داده‌اند. همچنین ۹ نفر از دانش‌آموزان گروه کنترل را دانش‌آموزان پایه سوم تشکیل داده‌اند که برابر با ۷۵/۰۰ درصد از افراد گروه کنترل بودند و ۳ نفر را نیز دانش‌آموزان پایه چهارم تشکیل داده‌اند که این تعداد معادل ۲۵/۰۰ درصد شرکت‌کنندگان در گروه کنترل هستند.

جدول ۳. یافته‌های توصیفی آزمون استروپ برای دو گروه گواه و آزمایش

آزمون	گروه	مرحله	زیرمقیاس	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین
استروپ	گواه	پیش‌آزمون	زمان واکنش	۱۱۶۷/۹۱	۱۰۶/۰۶	۳۰/۶۱
		پس‌آزمون	خطای ارتکاب	۴/۹۱	۱/۸۸	۰/۵۴
	آزمایش	پیش‌آزمون	زمان واکنش	۱۰۸۲/۶۶	۳۲۶/۵۴	۹۴/۲۶
		پس‌آزمون	خطای ارتکاب	۴/۷۵	۱/۷۱	۰/۴۹
آزمایش	گواه	پیش‌آزمون	زمان واکنش	۱۱۴۰/۶۶	۱۳۳/۹۶	۳۸/۶۷
		پس‌آزمون	خطای ارتکاب	۵/۸۳	۳/۴۰	۰/۹۸
	استروپ	پیش‌آزمون	زمان واکنش	۱۱۷۵/۱۶	۱۰۴/۰۸	۳۰/۰۴
		پس‌آزمون	خطای ارتکاب	۴/۸۳	۳/۴۸	۱/۰۰

جدول ۳ شامل یافته‌های توصیفی دو گروه گواه و آزمایش در آزمون استروپ است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دو شاخص محاسبه‌شده به کمک آزمون استروپ یعنی زمان واکنش و خطای ارتکاب در این جدول نشان داده شده است. به عبارت دیگر میانگین زمان واکنش برای گروه گواه در پیش‌آزمون ۱۱۷۶/۹۱ میلی‌ثانیه و برای گروه آزمایش ۱۰۸۲/۶۶ میلی‌ثانیه به دست آمده است. همچنین میانگین خطای ارتکاب برای گروه گواه در پیش‌آزمون برابر با ۴/۹۱ و در پس‌آزمون برابر با ۴/۷۵ به دست آمده است. همچنین میانگین زمان واکنش در پیش‌آزمون برای گروه آزمایش نیز برابر با ۱۱۴۰/۶۶ میلی‌ثانیه و در پس‌آزمون برابر با ۱۱۷۵/۱۶ میلی‌ثانیه به دست آمده است. میانگین خطای ارتکاب در پیش‌آزمون برای گروه آزمایش معادل ۵/۸۳ و در پس‌آزمون برابر با ۴/۸۳ است.

جدول ۴. یافته‌های توصیفی آزمون عملکرد پیوسته برای دو گروه گواه و آزمایش

آزمون	گروه	مرحله	زیرمقیاس	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین
عملکرد پیوسته	گواه	پیش‌آزمون	زمان واکنش	۶۳۴/۷۵	۱۹۹/۷۱	۵۷/۶۵
			خطای ارتکاب	۴/۰۰	۳/۲۷	۰/۹۴
			خطای حذف	۳/۸۳	۲/۸۸	۰/۸۳
	پس‌آزمون	زمان واکنش	۶۵۶/۱۶	۱۶۳/۲۰	۴۷/۱۱	
		خطای ارتکاب	۴/۲۵	۳/۴۴	۰/۹۹	
		خطای حذف	۳/۹۱	۲/۹۰	۰/۸۳	
آزمایش	پیش‌آزمون	پیش‌آزمون	زمان واکنش	۵۵۰/۰۸	۵۷/۷۹	۱۶/۶۸
			خطای ارتکاب	۷/۵۰	۳/۸۹	۱/۱۲
			خطای حذف	۳/۱۶	۳/۲۱	۰/۹۲
	پس‌آزمون	زمان واکنش	۵۴۶/۰۰	۷۹/۷۱	۲۳/۰۱	
		خطای ارتکاب	۵/۸۳	۳/۵۸	۱/۰۳	
		خطای حذف	۲/۱۶	۱/۸۹	۰/۵۴	

یافته‌های توصیفی به دست آمده از آزمون عملکرد پیوسته در جدول ۴ نشان می‌دهد این یافته‌ها شامل زمان واکنش، خطای ارتکاب و خطای حذف برای دو گروه گواه و آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هستند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین زمان واکنش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای گروه گواه به ترتیب ۶۳۴/۷۵ میلی‌ثانیه و ۶۵۶/۱۶ میلی‌ثانیه است. همچنین زمان واکنش گروه آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ۵۵۰/۰۸ میلی‌ثانیه و ۵۴۶/۰۰ میلی‌ثانیه است. خطای ارتکاب در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه گواه نیز به ترتیب ۴/۰۰ و ۴/۲۵ و میانگین خطای ارتکاب گروه آزمایش در پیش‌آزمون ۷/۵۰ و در پس‌آزمون ۵/۸۳ به دست آمده است. نمرات محاسبه‌شده برای شاخص خطای حذف نیز برای گروه گواه در پیش‌آزمون عدد ۳/۸۳ و در پس‌آزمون ۳/۹۱ را نشان می‌دهد؛ در حالی که خطای حذف در پیش‌آزمون گروه آزمایش ۳/۱۶ و در پس‌آزمون ۲/۱۶ است.

به منظور بررسی اثربخشی برنامه مداخله روی گروه نمونه با حذف اثر پیش‌آزمون از تحلیل کواریانس

استفاده شد. قبل از پرداختن به نتایج تحلیل داده‌ها و استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس مفروضه‌های این آزمون شامل نرمال بودن توزیع، همگنی شیب خط رگرسیون و همگنی واریانس‌ها بررسی شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها با استناد به نظر تاباکنیک، فیدل و المن (۲۰۰۷) مبنی بر بررسی شکل توزیع نمرات برای تعیین نرمال بودن یا نبودن داده‌ها شاخص‌های کجی و کشیدگی داده‌ها بررسی شدند. به عبارت دیگر بسیاری از صاحب‌نظران در حوزه آمار و تحلیل داده‌ها بیان می‌کنند اگر داده‌ها از نظر کشیدگی و کجی بین +۲ تا -۲ قرار داشته باشند، در واقع در محدوده ۹۵ درصدی زیر منحنی توزیع نرمال قرار گرفته‌اند و در نتیجه شکل توزیع نرمال و مفروضه نرمال بودن برقرار است (فرگوسن و تاکانه، ۱۳۷۷). در همین راستا بررسی داده‌های حاصل از پژوهش حاضر نشان می‌دهد شاخص کجی و کشیدگی داده‌ها در پژوهش حاضر در دامنه مورد نظر قرار دارد؛ از این رو مفروضه نرمال بودن داده‌ها برقرار است. همچنین معنادار نبودن دو شاخص شیب خط رگرسیون و همگنی واریانس‌ها ($p > 0.05$) حاکی از برقراری دیگر مفروضه‌های تحلیل واریانس بود؛ به همین دلیل پس از اطمینان از برقراری این مفروضه‌ها آزمون تحلیل کوواریانس به منظور بررسی معناداری آماری تفاوت نمرات آزمون‌های عملکرد پیوسته و آزمون استروپ استفاده شد. به منظور بررسی معنادار بودن نبودن تفاوت‌های ایجاد شده در میانگین‌های هریک از شاخص‌های فوق از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شده است. به عبارت دیگر پس از حذف اثر پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر هم‌پراش معنادار بودن و نبودن تفاوت‌های ایجاد شده در میانگین‌ها بررسی شد.

جدول ۵. یافته‌های آزمون تحلیل کوواریانس بین گروهی پس از حذف اثر پیش‌آزمون برای آزمون استروپ

مقیاس‌ها	نوع سوم مجموع مجذورات	درجات آزادی	Fنسبت	سطح معناداری	مجذور ایتای سهمی	توان آزمون
زمان واکنش	۸۴۹۹۵/۸۶	۱	۱/۸۲	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۲۵
خطای ارتکاب	۳/۶۸	۱	۵/۵۳	۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۶۰

همان‌طور که مشاهده می‌شود، نتایج تحلیل کوواریانس برای آزمون استروپ نشان می‌دهد پس از اجرای برنامه مداخله و همچنین حذف اثر پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین زمان واکنش گروه آزمایش قبل و بعد از اجرای مداخله ایجاد نشده است ($df=1, F=1/82, P=0/19, \eta P2=0/08$). به عبارت دیگر برنامه مداخله تأثیر مثبت معناداری بر عملکرد زمان واکنش گروه نمونه بر جا نگذاشته و تفاوتی در عملکرد گروه نمونه قبل و بعد از مداخله در شاخص زمان واکنش ایجاد نشده است. با وجود این نتایج حاصل از تحلیل کوواریانس برای شاخص خطای ارتکاب پس از حذف اثر پیش‌آزمون مؤید این موضوع است که تفاوت آماری معناداری در میانگین‌های گروه نمونه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به وجود آمده است و این تفاوت از نظر آماری در سطح ۰/۰۵ معنادار است ($df=1, F=5/53, P=0/02, \eta P2=0/21$). به عبارت دیگر می‌توان استنباط کرد که برنامه مداخله روی شاخص خطای ارتکاب تأثیر مثبت معنادار داشته، اما تفاوتی را در زمان واکنش افراد ایجاد نکرده است. همچنین توان آزمون برای زمان واکنش ۰/۲۵ و برای خطای ارتکاب ۰/۶۰ به‌دست آمده است.

جدول ۶. یافته‌های آزمون تحلیل کواریانس بین گروهی پس از حذف اثر پیش‌آزمون برای آزمون عملکرد پیوسته

توان آزمون	مجدور ایتای سهمی	سطح معناداری	نسبت F	درجات آزادی	نوع سوم مجموع مجدورات	مقیاس‌ها
۰/۲۰۸	۰/۰۷۱	۰/۲۴۴	۱/۴۴	۱	۸۵۸۶/۴۵	زمان واکنش
۰/۹۳۱	۰/۴۱۰	۰/۰۰۲	۱۳/۲۰	۱	۵/۱۳	خطای حذف
۰/۹۷۵	۰/۴۳۳	۰/۰۰۱	۱۷/۰۴	۱	۱۷/۴۳	خطای ارتکاب

به‌منظور بررسی عملکرد گروه نمونه در آزمون عملکرد پیوسته نیز از آزمون تحلیل کواریانس چندمتغیری استفاده شد. نتایج این تحلیل نشان می‌دهد پس از حذف اثر پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر هم‌پراش تفاوت معناداری در شاخص زمان واکنش آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ایجاد نشده است ($\eta P2=0/071$, $F=1/44$, $P=0/244$, $df=1$). با وجود این، نتایج تحلیل کواریانس برای شاخص خطای حذف حاکی از این موضوع است که تفاوت ایجادشده در میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون از نظر آماری در سطح $0/01$ معنادار بوده است. به عبارت دیگر تفاوت ایجادشده در میانگین نمرات آزمودنی‌ها ناشی از شانس و تصادف نیست ($\eta P2=0/410$, $F=13/20$, $P=0/02$, $df=1$).

همچنین نتایج به‌دست‌آمده برای شاخص خطای ارتکاب حاکی از این است که تفاوت ایجادشده در میانگین نمرات خطای حذف از نظر آماری در سطح $0/01$ معنادار است. به عبارت دیگر می‌توان استنباط کرد که برنامه مداخله روی این شاخص تأثیرگذار بوده و موجب کاهش خطای ارتکاب در آزمودنی‌های پس از شرکت در برنامه مداخله شده است ($\eta P2=0/437$, $F=17/04$, $P=0/001$, $df=1$). توان آزمون نیز برای هریک از شاخص‌های زمان واکنش، خطای حذف و خطای ارتکاب به‌ترتیب $0/208$ ، $0/931$ و $0/975$ به‌دست آمده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر برنامه رایانه‌ای شناختی در عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی پرداخته شد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که در آزمون استروپ، پس از حذف اثر پیش‌آزمون تفاوت معناداری در نمرات پس‌آزمون دانش‌آموزان گروه آزمایش با گروه گواه در زیرمؤلفه خطای ارتکاب وجود داشت، ولی در زمان واکنش دانش‌آموزان تفاوت معناداری مشاهده نشد. به عبارت دیگر دانش‌آموزان گروه آزمایش پس از دریافت برنامه آموزشی در مقایسه با دانش‌آموزان گروه گواه، خطای ارتکاب کمتری مرتکب شدند، اما در مدت‌زمان واکنش دو گروه به محرک‌های ارائه‌شده تفاوتی مشاهده نشد. همچنین در آزمون عملکرد پیوسته، تفاوت گروه گواه و آزمایش پس از حذف اثر پیش‌آزمون در مرحله پس‌آزمون، در زیرمؤلفه‌های خطای ارتکاب و خطای حذف معنادار بود، اما در زیرمؤلفه زمان واکنش تفاوت معناداری مشاهده نشد. به عبارت دیگر دانش‌آموزان گروه آزمایش پس از جلسات آموزشی در مقایسه

با دانش‌آموزان گروه گواه در آزمون عملکرد پیوسته دچار خطای ارتکاب و خطای حذف کمتری شدند، اما مشابه با آزمون استروپ مدت‌زمان واکنش دو گروه آزمایش و گواه به محرک‌ها تفاوت معناداری نداشت. این یافته با پژوهش داهلین (۲۰۱۱)، کلینگرگ و همکاران (۲۰۰۵)، نظیفی، رسول‌زاده طباطبایی، آزاد فلاح و مرادی (۱۳۹۱)، شکوهی‌یکتا و همکاران (۱۳۹۳)، پوشنه، شریفی و معتمدیگانه (۱۳۹۴)، زارع و امینی (۱۳۹۵) و مسیبی و میرمهدی (۱۳۹۶) مبنی بر اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی بر کارکردهای عصب روان‌شناختی همسویی دارد.

برای مثال میلتنون^۱ (۲۰۱۰ نقل از نریمانی و سلیمانی، ۱۳۹۲) در پژوهش خود به بررسی اثربخشی تمرین‌های شناختی رایانه‌ای بر توجه و حافظه فعال دانش‌آموزان با اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی پرداخته است. این پژوهشگران اثربخشی این نوع تمرین‌ها را نه تنها بر روی حافظه فعال، بلکه بر توجه افراد دارای اختلال یادگیری و اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی نشان داده‌اند. همچنین گری و همکاران (۲۰۱۲) به اثربخشی این نوع تمرین‌ها در پژوهش خود اشاره کرده‌اند. همچنین علاوه بر مؤلفه‌های حافظه فعال و توجه، مؤلفه‌هایی مانند پیشرفت تحصیلی و مشکلات رفتاری را نیز در پژوهش خود بررسی کردند. با وجود این اثربخشی معنادار این نوع تمرین‌ها را به‌طور مستقیم روی حافظه فعال و توجه گزارش کرده‌اند. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر از این منظر همسوست که اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای را بر کارکردهای عصب روان‌شناختی به‌ویژه توجه بررسی کرده‌اند. همچنین کلینگرگ و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر برنامه‌های رایانه‌ای شناختی را نه تنها بر حافظه فعال نشان داده‌اند، بلکه به این نکته اشاره کرده‌اند که این نوع برنامه‌ها می‌تواند در کنار حافظه فعال به بهبود انواع توجه در فرد شود منجر. مسیبی و میرمهدی (۱۳۹۶) نیز با اجرای پژوهشی مشابه با پژوهش کلینگرگ و همکاران (۲۰۰۵) اثربخشی تمرین‌های شناختی بر توجه کودکان با اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی را ارزیابی و تأیید کرده‌اند. علاوه بر این در ایران نیز زارع و امینی (۱۳۹۵) در پژوهشی به بررسی اثربخشی نرم‌افزار آموزش حافظه بر کارکردهای توجه دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی پرداخته‌اند.

نتایج این پژوهش نیز همسو با سایر یافته‌های پژوهشی و در تأیید یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از تأثیر معنادار آموزش‌های شناختی رایانه‌ای بر بهبود مؤلفه‌های شناختی و به‌ویژه کارکردهای مرتبط با توجه در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی است. در تبیین یافته‌های پژوهش حاضر با استناد بر پژوهش‌های پیشین می‌توان بیان کرد نرم‌افزارهای شناختی رایانه‌ای می‌تواند به‌صورت مستقیم به بهبود کارکردهای شناختی مختلف در کودکان منجر شود و متعاقب آن بهبود در توجه را نیز به همراه دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشتر پژوهش‌ها به اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی بر متغیرهای مختلف عصب روان‌شناختی اشاره داشته‌اند. در این میان با توجه به گستردگی و اهمیت انواع توجه در اختلال‌های عصبی-رشدی بسیاری از این پژوهش‌ها اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی بر بهبود عملکرد توجه را ارزیابی

1. Milton

کرده‌اند و آن را رویکردی اثربخش در بهبود توجه دانسته‌اند. همچنین در تبیین اثربخشی این‌گونه تمرین‌ها بر کارکردهای شناختی کودکان می‌توان به ویژگی انعطاف‌پذیری عصبی اشاره کرد. انعطاف‌پذیری عصبی به این موضوع اشاره دارد که کارکردهای عصب- روان‌شناختی در اثر آموزش و تمرین و تکرار قابلیت ارتقا دارند و این بهبود عملکرد نه‌تنها در نموده‌های رفتاری، بلکه در ساختارهای عصبی نیز مشاهده می‌شود (لوکیولانو و همکاران، ۲۰۱۵).

از سوی دیگر نتایج پژوهش حاضر اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی را بر بازداری پاسخ کودکان دارای مشکلات ریاضی نشان داد که نتایج با یافته‌های پژوهشی پیشین از جمله چین و موریسون (۲۰۱۰)، بانگیرانا و همکاران (۲۰۱۱)، پوشنه، شریفی و معتمدیگانه (۱۳۹۴)، خاکسار بلداجی، عبدالهی، کدیور، حسن‌آبادی و ارجمندنی (۱۳۹۷) و قمری گیوی، نریمانی و محمودی (۱۳۹۱) همسو است؛ برای مثال قمری گیوی، نریمانی و محمودی (۱۳۹۱) با استفاده از نرم‌افزار پیشبرد شناختی به آموزش کودکان با اختلال نارساخوانی و نارسایی توجه/ بیش‌فعالی پرداخته‌اند. یافته‌های این پژوهشگران حاکی از اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی بر بهبود کارکردهای اجرایی، بازداری پاسخ و حافظه‌ی فعال این گروه از کودکان بوده است. از سوی دیگر در همین راستا و منطبق بر یافته‌های پژوهش حاضر، خاکسار بلداجی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر بازداری پاسخ و توجه کودکان با اختلال یادگیری پرداخته‌اند. یافته‌های این پژوهشگران نیز حاکی از اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای بر حافظه‌ی فعال و بازداری پاسخ است. به عبارت دیگر این پژوهشگران بهبود مؤلفه‌ی بازداری پاسخ را گزارش کرده و آن را ناشی از بهبود عملکرد گروه نمونه در اثر بهبود حافظه‌ی فعال می‌دانند.

در تبیین این یافته‌ی پژوهش حاضر با توجه به استفاده از آزمون استروپ و مؤلفه‌های موجود در این آزمون می‌توان گفت خطای ارتکاب با تکانشگری در ارتباط است. به عبارت دیگر دانش‌آموزی که با خطای ارتکاب مواجه می‌شود، به محرک غیر هدف و نامرتبب پاسخ می‌دهد و نمی‌تواند پاسخ خود را به محرک غیر هدف بازداری کند؛ از این‌رو تعداد بالای خطای حذف توسط کودکان با مشکلات ریاضی می‌تواند نشان‌دهنده‌ی نقص در بازداری و توجه آنان باشد. همچنین درصد بالاتر خطای ارتکاب، بیش از خطای حذف نشان‌دهنده‌ی الگوی پاسخ تکانشی است و معمولاً با نمرات پایین در ریاضی مرتبط است (لیندزی و همکاران، ۲۰۰۱). همان‌گونه که نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد تمرین‌های رایانه‌ای شناختی سبب کاهش معنادار خطای ارتکاب دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی در آزمون استروپ و همچنین کاهش معنادار خطای ارتکاب و خطای حذف آنان در آزمون عملکرد پیوسته شده است. به عبارت دیگر دانش‌آموزان گروه آزمایش پس از دریافت برنامه‌ی آموزشی، در پاسخ به محرک‌های غیر هدف موفق‌تر عمل کرده و پاسخ خود را بازداری کرده‌اند. همچنین میزان پاسخ صحیح آنان به محرک‌های هدف افزایش یافته است. به بیان دیگر کاهش خطای حذف یا به عبارتی افزایش پاسخ صحیح در زمان ارائه‌ی محرک هدف نشان‌دهنده‌ی توجه پایدار بالا و بازداری پاسخ است که یافته‌های پژوهش حاضر نیز این موضوع را پس از اجرای برنامه‌ی مداخله نشان داده است. به عبارت دیگر شرکت در برنامه‌ی آموزشی با محوریت تمرین‌های رایانه‌ای شناختی توانسته است بهبود عملکرد گروه آزمایش

را در مؤلفه‌های شناختی موردنظر به همراه داشته باشد. این تأثیر را می‌توان به نقش بازتوانی شناختی در ایجاد تغییر در کارکردهای ذهنی نسبت داد. به بیان دیگر بازی‌های کامپیوتری به‌طور معناداری سبب افزایش توانایی توجه پایدار، سازمان‌دهی، برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و حافظه فعال می‌شوند (تاهیروگلو و همکاران، ۲۰۱۰). آموزش‌های رایانه‌ای خوب طراحی شده در زمینه کارکردهای اجرایی با توجه به فرضیه شکل‌پذیری و خود ترمیمی مغز انسان، می‌توانند بهبودهای بادوامی را در این کارکردها در کودکان به وجود آورند. به عبارت دیگر آموزش‌های شناختی مکرر باعث پیدایش تغییرات ساختاری و کنشی در نورون‌های مسئول این کارکردها، در مغز کودکان می‌شوند (اوکانل، بلگروو و رابرتسون، ۲۰۰۷).

به‌طور کلی این یافته‌ها را می‌توان این‌گونه جمع‌بندی کرد که براساس شواهد پژوهشی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی در برخی کارکردهای شناختی مانند بازداری، سازمان‌دهی، تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی (علی‌زاده و سلطانی، ۱۳۸۳) و انواع توجه شامل توجه پایدار، توجه انتخابی و توجه دیداری (داکورت و همکاران، ۲۰۲۰) در مقایسه با کودکان عادی دارای ضعف بیشتری هستند. از سوی دیگر نتایج پژوهش حاضر و سایر پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه نشان‌دهنده اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی بر بهبود کارکردهای شناختی گروه‌های مختلف کودکان با اختلال‌های عصبی-رشدی است؛ از این‌رو براساس یافته‌های پژوهشی موجود می‌توان بیان کرد آموزش‌های شناختی می‌تواند بر بهبود کارکردهای شناختی کودکان با مشکلات ریاضی تأثیر مثبتی بر جای بگذارد. با توجه به یافته‌های پژوهشی فوق و همچنین با استناد به یافته‌های پژوهشی سایر پژوهشگران در این حوزه مبنی بر اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی می‌توان بیان کرد به‌طور کلی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی می‌تواند بر کارکردهای عصب روان‌شناختی گروه‌های مختلف کودکان تأثیر مثبت معناداری داشته باشد؛ بنابراین با توجه به دردسترس بودن این‌گونه نرم‌افزارها و همچنین علاقه کودکان به اجرا و بازی با نرم‌افزارهای رایانه‌ای و همچنین با توجه به این موضوع که امروزه رایانه‌ها و تلفن‌های هوشمند در دسترس بیشتر افراد قرار دارند، به نظر می‌رسد به کمک این برنامه‌ها می‌توان در کنار سایر آموزش‌ها به ارتقای توانمندی‌های شناختی در گروه‌های مختلف کودکان پرداخت.

از سوی دیگر امکان اجرای این برنامه‌ها در خانه و مدرسه و با نظارت والدین و معلمان می‌تواند در کنار سایر خدمات ارائه‌شده در مراکز درمانی و کلینیک‌های روان‌شناسی گام مؤثری برای کمک به افزایش توجه و بازداری در کودکان باشد و مکمل مناسبی برای افزایش اثربخشی برنامه‌های مداخله محسوب شود. با وجود این توجه به این نکته مهم است که اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی بیشتر بر گروه کودکان با اختلال نارسایی توجه/ بیش‌فعالی بررسی شده است؛ از این‌رو تعیین اثربخشی این مداخلات بر کودکان با مشکلات ریاضی، اجرای پژوهش‌های بیشتری را می‌طلبد. با وجود این در تصمیم‌دهی اثربخشی این برنامه‌ها بر گروه‌های مختلف می‌توان به این نکته اشاره کرد که فارغ از نوع اختلال، این‌گونه نرم‌افزارهای رایانه‌ای، با هدف بهبود کارکردهای شناختی طراحی شده‌اند و قابلیت استفاده در گروه‌هایی با اختلالات عصبی-رشدی مختلف را دارند. به عبارت دیگر پیشینه پژوهش وجود مشکلات توجه و بازداری را در انواع اختلالات

عصبی-رشدی مانند نارسایی توجه/ بیش‌فعالی، اختلال یادگیری، اوتیسم و... نشان می‌دهد و بر این مبنای اثربخشی مداخلات رایانه‌ای شناختی بر کارکردهای شناختی را می‌توان با احتیاط به انواع اختلالاتی که مشکلات توجه، تمرکز و بازداری در آن‌ها مشهود است تعمیم داد. با وجود این تأیید و رد این فرضیه به اجرای پژوهش‌های بیشتر درباره‌ی گروه‌های مختلف کودکان با اختلال‌های عصبی- رشدی گوناگون منوط است؛ از این‌رو به سایر پژوهشگران علاقه‌مند به این حوزه پیشنهاد می‌شود به بررسی اثربخشی این تمرین‌ها بر اختلالات مختلفی بپردازند که کارکردهای عصب روان‌شناختی آن‌ها دچار آسیب است. همچنین با توجه به نتایج این پژوهش مبنی بر افزایش بازداری و توجه پایدار در کودکان با مشکلات ریاضی پیشنهاد می‌شود پژوهشی در این باره با بررسی اثربخشی این نوع تمرین‌ها بر عملکرد ریاضی کودکان طراحی و انجام شود؛ زیرا انتظار می‌رود با بهبود عملکردهای شناختی دخیل در مشکلات ریاضی بهبود در عملکرد ریاضی دانش‌آموز نیز ایجاد شود. به عبارت دیگر پاسخ به این پرسش که آیا تمرین‌های رایانه‌ای شناختی متعاقب بهبود عملکردهای شناختی در گروه کودکان با مشکلات ریاضی می‌تواند به بهبود مهارت‌های ریاضی دانش‌آموزان منجر شود، نیازمند پژوهش و بررسی است.

در پایان باید بیان کرد هر پژوهش در کنار یافته‌های پژوهشی کاستی‌ها و ضعف‌هایی را نیز به همراه دارد؛ برای مثال شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر با نمونه‌گیری دردسترس انتخاب شدند که این موضوع تعمیم‌دهی نتایج به جامعه‌ی موردنظر را با محدودیت مواجه می‌کند؛ از این‌رو نمی‌توان این نتایج را به‌راحتی به سایر گروه‌ها تعمیم داد؛ در نتیجه در تعمیم این نتایج باید جانب احتیاط را رعایت کرد. همچنین حجم کم نمونه از دیگر مواردی است که تعمیم‌دهی نتایج را با مشکل روبه‌رو می‌کند. در کنار این موارد، نبود مرحله‌ی پیگیری در پژوهش حاضر بررسی ماندگاری اثربخشی نتایج در بلندمدت را غیرممکن کرده است؛ از این‌رو وجود مرحله‌ی پیگیری در پژوهش‌های آتی می‌تواند نتایج مطمئن‌تری به همراه داشته باشد. به عبارت دیگر، به سایر پژوهشگران علاقه‌مند به این حوزه پیشنهاد می‌شود برای افزایش اعتبار پژوهش خود و دستیابی به نتایج دقیق‌تر در صورت امکان از نمونه‌گیری تصادفی و طراحی مرحله‌ی پیگیری برای بررسی ماندگاری اثربخشی در فواصل زمانی مختلف استفاده کنند.

منابع

ارجمندنیان، ع. ا.، شریفی، ع.، و رستمی، ر. (۱۳۹۳). اثربخشی برنامه‌ی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی. *مجله علمی-پژوهشی ناتوانی‌های یادگیری*، ۳ (۴)، ۲۴-۶.

ارجمندنیان، ع. ا.، قاسم‌زاده، س.، اسماعیلی، ف.، و شفیعی، ا. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر مداخله‌ی حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی بر عملکرد حافظه‌ی فعال هیجانی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی. *مجله روان‌شناسی و روان‌پزشکی شناخت*، ۷ (۵)، ۱۴۵-۱۵۵.

پوشنه، ک.، شریفی، ع.، و معتمدیگانه، ن. (۱۳۹۴). اثربخشی مداخله‌ی بازتوانی شناختی رایانه‌محور بر کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی. *فصلنامه روان‌شناسی افراد استثنایی*.

۱۴۱-۱۵۹، (۴)۲۰.

خاکسار بلداجی، م.، و عبدالهی، م.، و کدیور، پ.، حسن آبادی، ح.، و ارجمندنی، ع. ا. (۱۳۹۷). اثربخشی مداخلات آموزشی شناختی رایانه‌ای حافظه فعال بر توجه، کنترل پاسخ و مؤلفه مجری مرکزی حافظه فعال در دانش آموزان با اختلال یادگیری خاص. *شناخت اجتماعی*، ۷(۲)، ۱۸۶-۱۷۳.

زارع، ح.، و امینی، ف. (۱۳۹۵). اثربخشی نرم افزار آموزش حافظه کاری بر کارکردهای توجه دانش آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۶(۱)، ۷۹-۶۰.

شکوهی یکتا، م.، لطفی، ص.، رستمی، ر.، ارجمندنی، ع.، معتمدیگانه، ن.، و شریفی، ع. (۱۳۹۳). اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه فعال کودکان نارساخوان. *شنوایی شناسی*، ۳۳(۳)، ۵۵-۴۶.

شکوهی یکتا، م.، و پرند، ا. (۱۳۸۵). *ناتوانی‌های یادگیری*. تهران: تیمورزاده.

شهیم، س. (۱۳۸۵). *مقیاس تجدیدنظرشده هوشی و کسلر برای کودکان*. شیراز: دانشگاه شیراز.

علیزاده، ح. و زاهدی پور، م. (۱۳۸۳). کارکردهای اجرایی در کودکان با و بدون اختلال هماهنگی رشدی. *تازه‌های علوم شناختی*، ۶(۳-۴)، ۵۶-۴۹.

علیزاده، ح.، و سلطانی، ر. (۱۳۸۳). اختلال نارسایی توجه/ فزون جنبشی. چاپ سوم. تهران: رشد.

فرگوسن، جرج و تاکانه، یوشیو (۱۳۷۷). *تحلیل آماری در روان شناسی و علوم تربیتی*. ترجمه علی دلاور و سیامک نقشبندی. تهران: ارسباران.

قمری گیوی، ح.، نریمانی، م.، و محمودی، ه. (۱۳۹۱). اثربخشی نرم افزار پیشبرد شناختی بر کارکردهای اجرایی، بازداری پاسخ و حافظه کاری کودکان دچار نارساخوانی و نقص توجه/ بیش فعالی. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۱(۲)، ۹۸-۱۱۵.

محمد اسماعیل، ا.، و هومن، ح. ا. (۱۳۸۱). انطباق و هنجاریابی آزمون ریاضیات ایران کی مت. *فصلنامه کودکان استثنایی*، ۲(۴)، ۳۳۲-۳۲۳.

مسیبی، ن.، و میرمهدی، س. (۱۳۹۶). اثربخشی بازتوانی شناختی رایانه‌ای (CRT) بر بهبود حافظه کاری و کاهش نقص توجه مستمر در کودکان با نقص توجه/بیش فعالی (ADHD). *روش‌ها و مدل‌های روان شناختی*، ۱۸(۳)، ۱۲۴-۱۰۵.

نریمانی، م.، و سلیمانی، ا. (۱۳۹۲). اثربخشی توان بخشی شناختی بر کارکردهای اجرایی (حافظه کاری و توجه) و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۲(۳)، ۹۱-۱۱۵.

نظیفی، م.، رسول زاده طباطبایی، ک.، آزاد فلاح، پ.، و مرادی، ع. (۱۳۹۱). اثر توان بخشی شناختی به کمک رایانه و دارودرمانگری در بازداری پاسخ و زمان واکنش کودکان نارسا توجه/ فزون کنش. *فصلنامه روان شناسی بالینی*، ۴(۱)، ۸۷-۹۸.

References

- Abreu-Mendoza, R. A., Chamorro, Y., Garcia-Barrera, M. A., & Matute, E. (2018). The contributions of executive functions to mathematical learning difficulties and mathematical talent during adolescence. *PLoS ONE*, 13(12), 1-21.
- Alloway, T.P. (2018). *Working memory and clinical developmental disorders: Theories, debates and interventions*. Milton: Taylor & Francis.

- Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30(5), 588–606.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Bangirana, P., Allebeck, P., Boivin, M. J., John, C. C., Page, C., Ehnvall, A., & Musisi, S. (2011). Cognition, behaviour and academic skills after cognitive rehabilitation in Ugandan children surviving severe malaria: a randomised trial. *BMC neurology*, 11(1), 1-8.
- Barkley, R. (1997A). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65–94.
- Barkley, R. (1997B). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford Press.
- Barkley, R. (2003). Attention- deficit/hyperactivity disorder. In E. J. Mash & R. Barkley (Eds.), *Child psychopathology* (2nd ed., pp.75–143). New York: Guilford Press.
- Betts, J., McKay, J., Maruff, P., & Anderson. (2006). The development of sustained attention in children: The effect of age and task load. *Child Neuropsychology*, 12(3), 205–221.
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647–663.
- Blaye, A., & Chevalier, N. (2011). The role of goal representation in preschoolers' flexibility and inhibition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 469–483.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293.
- Catroppa, C., & Anderson, V. (1999). Attentional skills in the acute phase following pediatric traumatic brain injury. *Child Neuropsychology*, 5(4), 251–264.
- Chein, J. M., & Morrison, A. B. (2010). Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(2), 193-199.
- Connolly, A., J. (1988). *Keymath; A Diagnostic Inventory of Essential Mathematics*. U. S. A: Guidance, London. Pearson. Service Inc.
- Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(2), 63-68.
- Dahlin, K. E. (2011). Effects of working memory training on reading in children with special needs. *Journal of Reading and Writing*, 24(2), 479–491.
- Dahlin, k. I. E. (2013). Working Memory Training and the Effect on Mathematical Achievement in Children with Attention Deficits and Special Needs. *Journal of Education and Learning*, 2(1), 118-133.
- Daucourt, M. C., Erbeli, F., Little, C. W., Haughbrook, R., & Hart, S. A. (2020). A meta-analytical review of the genetic and environmental correlations between

- reading and attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms and reading and math. *Scientific Studies of Reading*, 24(1), 23-56.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.
- Dawson, P., & Guare, R. (2004). *Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention*. New York: Guilford Press.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31-60.
- Gold, A.B., Ewing-Cobs, L., Cirino, P., Fuchs, L. S., Stuebing, K. K., & Fletcher, J. M. (2012). Cognitive and behavioral attention in children with math Difficulties. *Child Neuropsychology*, 19(4), 1-18.
- Gray, S. A., Chaban, P., Martinussen, R., Goldberg, R., Gotlieb, H., Kronitz, R., ... & Tannock, R. (2012). Effects of a computerized working memory training program on working memory, attention, and academics in adolescents with severe LD and comorbid ADHD: a randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(12), 1277-1284.
- Gualtieri, C. T., & Johnson, L. G. (2006). Reliability and validity of a computerized neurocognitive test batter, CNS vital signs. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(7), 623-643.
- Holmes, J., Gathercole, S. E. & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12(4), 9-15.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 233-253.
- Jones, M.R., Katz, B., Buschkuehl, M., Jaeggi, S.M., & Shah, P. (2020). Exploring N-Back Cognitive Training for Children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(5), 704-719.
- Khalife N, Kantomaa M, Glover V, Tammelin T, Laitinen J, Ebeling H, Hurtig, T., Jarvelin, M.R. and Rodriguez, A. (2014). Childhood attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms are risk factors for obesity and physical inactivity in adolescence. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 53(4), 425-436.
- Khazaal, Y., Favrod, J., Sort, A., Borgeat, F., & Bouchard, S. (2018). Computers and games for mental health and well-being. *Front Psychiatry*, 9(3), 141-147.
- Klingberg, T., Fornell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD--a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Intervention Neuropsychology*, 24(6), 781-791.

- Lindsay, R. L., Tomazic, T., Levine, M. D., & Accardo, P. J. (2001). Attentional function as measured by a continuous performance task in children with dyscalculia. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 22(5), 287-292.
- Luculano, T., Rosenberg-Lee, M., Richardson, J., Tenison, C., Fuchs, L., Supekar, K., & Menon, V. (2015). Cognitive tutoring induces widespread neuroplasticity and remediates brain function in children with mathematical learning disabilities. *Nature Communications*, 6(1), 1-10.
- Magalhães, S., Carneiro, L., Limpo, T., & Filipe, M. (2020). Executive functions predict literacy and mathematics achievements: The unique contribution of cognitive flexibility in grades 2, 4, and 6. *Child Neuropsychology*, 26(7), 1-19.
- Mazzocco, M. M.M., & Mayers, G. F. (2003). Complexities in identifying and defining MLD in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 218-253.
- McCloskey, G., Perkins, L., & Divner, B. (2009). *Assessment and Intervention for Executive Function Difficulties*. New York: Routledge Press.
- Miller, M., & Hinshaw, S. P. (2010). Does childhood executive function predict adolescent functional outcomes in girls with ADHD?. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38(3), 315-326.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- O'Connell R.G., Bellgrove, M. A., Robertson, I. H. (2007). Avenues for the Neuro-Remediation of ADHD: Lessons from Clinical Neurosciences In: Fitzgerald, M., Bellgrove, M., and Gill, M(Eds). *Handbook of Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Olson, S. L. (1989). Assessment of impulsivity in preschoolers: Cross-measure convergences, longitudinal stability, and relevance to social competence. *Journal of Clinical Child Psychology*, 18(2), 176-183.
- Passolunghi, C. M., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88(4), 348-369.
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80(1), 44-57.
- Posner, M. I., & Peterson, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13(2), 25-42.
- Roughan, L. & Hadwin, J. (2011). The impact of working memory training in young people with social, emotional and behavioural difficulties. *Learning and Individual Differences*, 21(6), 759-764.
- Seidman, L. J. (2006). Neuropsychological functioning in people with ADHD across the lifespan. *Clinical Psychology Review*, 26(4), 466-485
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5, pp. 481-498). Boston, MA: Pearson.
- Tahiroglu, A.Y., Celik, G.G., Avci, A., Seydaoglu, G., Uzel, M., & Altunbas, H.

- (2010). Short-term effects of playing computer games on attention. *Journal of Attention Disorders*, 13(6), 668-676.
- Thierry, A. M., Glowinski, J., Goldman-Rakic, P. S., & Christen, Y. (Eds.). (1994). *Motor and cognitive functions of the prefrontal cortex*. Springer-Verlag.
- Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & Vander Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(3), 239-266.
- Van der Sluis, S., de Jong, P.F., & vander Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35(5), 427-449.
- Vandierendonck, A., Kemps, E., Fastame, M. & Chiara. S. (2004). Working memory components of the Corsi blocks task. *British Journal of Psychology*, 95(1), 57-79.
- Wang S, Yang Y, Xing W, Chen J, Liu C, Luo X. (2013). Altered neural circuits related to sustained attention and executive control in children with ADHD: An event-related fMRI study. *Clin Neurophysiol*; 124(11), 2181-2190.
- Wang, L., Tasi, H., & Yang, H. (2012). Cognitive inhibition in students with and without dyslexia and dyscalculia. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1453-1461.
- Wechsler, D. (1949). *Wechsler Intelligence Scale for Children; manual*. Washington, DC, the Psychological Corporation.
- Welsh, M. C. & Pennington, B. Y. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: View from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4(3), 199-230.
- Willoughby, M. T., Wirth, R. J., & Blair, C. B. (2012). Executive function in early childhood: Longitudinal measurement invariance and developmental change. *Psychological Assessment*, 24(2), 418-431.