

Effectiveness of Cognitive Rehabilitation of Verbal and Visuospatial Working Memory in Improving the Mathematical Performance of Students with Dyscalculia

Seyedeh Sara Aghaei Sabet, M.A.¹,
Shokouh Alsadat Banijamali, Ph.D.²,
Gholamreza Dehshiri, Ph.D.³

Received: 09.17.2017 Revised: 01.07.2018
Accepted: 05.30.2018

اثربخشی دو روش توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی بر بهبود عملکرد ریاضی دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی

سیده سارا آقایی ثابت^۱، دکتر شکوه السادات
بنی جمالی^۲، دکتر غلامرضا دهشیری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۲۶ تجدیدنظر: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷
پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۳/۹

Abstract

Objective: The present study was conducted to study the effectiveness of cognitive rehabilitation of verbal and visuospatial working memory in improving the mathematical performance of students with dyscalculia. **Method:** This research was a quasi-experimental study with experimental and control groups. The sample included 30 3rd-grade female students suffering from dyscalculia, selected using purposive sampling and classified into three groups through random assignment: verbal working memory rehabilitation, visuospatial working memory rehabilitation, and control group (n=10 each). The sample was selected on the basis of DSM-5 criteria, the Wechsler Intelligence Scale for Children, Assessment of Persian Reading Ability (APRA) Test, and Child Symptom Inventory-4 (CSI-4). After conducting KayMath Mathematics Test and n-back verbal and visuospatial working memory tests in all groups, one group received verbal working memory intervention and the other one received visuospatial working memory intervention for 20 sessions of 45 minutes each. At the end of the interventions and one month later (follow-up), mathematical performance and verbal and visuospatial working memory were assessed again in all groups. **Results:** The results indicated that both verbal and visuospatial working memory interventions significantly increased the scores of students' mathematical performance. **Conclusion:** Based on findings, interventions conducted for working memory rehabilitation can be used as complementary interventions to resolve the problems of students with dyscalculia.

Keywords: Cognitive rehabilitation, verbal working memory, visuospatial working memory, dyscalculia

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی دو روش توانبخشی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی بر بهبود عملکرد ریاضی دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی است. **روش:** گروه نمونه پژوهش، ۳۰ نفر از دانش آموزان دختر پایه سوم ابتدایی بودند که مطابق با معیارهای DSM5، اختلال یادگیری ریاضی داشتند که به طور هدفمند انتخاب شده و به صورت تصادفی در سه گروه توانبخشی حافظه کاری کلامی، توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی و گروه گواه (در فهرست انتظار) جایگزین شدند. پس از شناسایی دانش آموزان دچار اختلال یادگیری ریاضی، آزمون‌های ریاضیات ایران کی‌مت، آزمون حافظه کاری کلامی n-back و حافظه کاری دیداری-فضایی n-back در سه گروه انجام شد. در دو گروه آزمایش، مداخله شناختی حافظه کاری به صورت ۲۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای انجام شد. پس از اتمام دوره مداخله، پس از آزمون و به فاصله یک ماه پس از پایان مداخله، پی‌گیری انجام شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تحلیل واریانس آمیخته استفاده شد. **یافته‌ها:** یافته‌ها حاکی از آن بود که هر دو روش مداخله می‌تواند نمرات عملکرد ریاضی دانش آموزان را به طور معناداری افزایش دهند. بنابراین، روش‌های توانبخشی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی در بهبود عملکرد ریاضی دانش آموزان تأثیرگذار هستند. **نتیجه‌گیری:** بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مداخلاتی که به منظور توانبخشی حافظه کاری به کار می‌روند، می‌توانند به‌عنوان مداخلات تکمیلی در بهبود مشکلات دانش آموزان دچار اختلال یادگیری ریاضی به کار گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: توانبخشی شناختی، حافظه کاری کلامی، حافظه کاری دیداری-فضایی، اختلال یادگیری ریاضی

1. Ph.D. student of Psychology, Department of Psychology, Faculty of Educational Science and Psychology, Alzahra University, Tehran, Iran.

2. **Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Science and Psychology, Alzahra University, Tehran, Iran.

(Email: drbanijamali@alzahra.ac.ir)

3. Assistant Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Science and Psychology, Alzahra University, Tehran, Iran.

۱. دانشجوی دکتری روان‌شناسی، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران.

۲. **نویسنده مسئول:** دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران.

۳. استادیار، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران.

مقدمه

بسیاری از کودکان در یادگیری ریاضی مشکل دارند، نه صرفاً به این دلیل که مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی هستند، بلکه از این جهت که ریاضی حیطه‌ای پیچیده و پر از جزئیات است که بیشتر افراد برای یادگیری آن نیاز به تلاش و تمرکز بالایی دارند (فلانگان و الفونسو، ۲۰۱۱). تشخیص اختلال یادگیری در ریاضیات هنگامی مطرح می‌شود که مهارت‌های استدلال ریاضی یا محاسبه کودک برای دست‌کم شش ماه حتی با وجود مداخلات کمکی به میزان چشم‌گیری کمتر از حد مورد انتظار بر حسب سن، توانایی هوشی و سطح تحصیلات او باشد (سادوک، سادوک و روئیز، ۱۳۹۵). در DSM-5 اختلال‌های یادگیری خاص در طبقه اختلال‌های عصب-تحوالی گنجانده شده است. طبق DSM-5 اختلال یادگیری ریاضی با دو ویژگی مشخص می‌شود که عبارت‌اند از: الف. مشکلاتی در تسلط یافتن بر مفهوم اعداد، واقعیات^۱ مربوط به اعداد و محاسبه (برای مثال، فهم ضعیفی از اعداد، مقادیر آنها و روابط دارد؛ برای جمع اعداد یک رقمی از شمارش با انگشتان استفاده می‌کند به جای اینکه مثل همسالان واقعیات ریاضی را به خاطر بیاورد؛ در میان محاسبات ریاضی سردرگم می‌شود و ممکن است روند محاسبه را تغییر دهد) و ب. مشکلاتی در استدلال ریاضی (برای مثال، مشکلات شدیدی در به کار بردن مفاهیم ریاضی، واقعیات یا روندها برای حل مسائل کمی دارد) (سادوک و همکاران، ۱۳۹۵).

در سال‌های اخیر، از میان عوامل تأثیرگذار بر اختلال یادگیری ریاضی، مشکلات شناختی توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. به طور کلی مهارت‌های شناختی مرتبط با ریاضیات را می‌توان در دو گروه عمده سازماندهی کرد (گیری، ۲۰۱۱): ۱. مهارت‌های شناختی مختص اعداد، و ۲. مهارت‌های شناختی کلی. از این رو، اغلب برنامه‌های توانبخشی شناختی که اخیراً جهت ترمیم و بهبود این اختلال

طراحی شده‌اند، نیز در این دو مقوله جای می‌گیرند. طبق شواهد پژوهشی، یک سیستم بنیادین از مهارت‌های مرتبط با کمیت‌ها در انسان‌ها وجود دارد که ممکن است با یادگیری ریاضیات به صورت رسمی در مدارس مرتبط باشد. این توانایی‌های بنیادین زیربنایی برای شکل‌گیری ابتدایی مفهوم عدد در کودکان است. آن دسته از فرآیندهای شناختی که زیربنای مهارت‌های عددی هستند، تحت عنوان فرآیندهای شناختی مختص اعداد دسته‌بندی می‌شوند که به طور خاص از عملکرد فرد در ریاضیات پشتیبانی می‌کنند (بارتلت، انصاری، واسن و بلومرت، ۲۰۱۴؛ لیونز، پرایس، واسن، بلومرت و انصاری، ۲۰۱۴).

گروه دوم از مهارت‌های شناختی مورد نیاز برای موفقیت در ریاضیات، مهارت‌های شناختی کلی هستند. پژوهش‌هایی که در حیطه مهارت‌های شناختی کلی انجام شده‌اند، حاکی از آن هستند که مهارت‌های شناختی نظیر هوش، توجه، سرعت پردازش و حافظه کاری با عملکرد کودکان در ریاضیات مرتبط هستند. در این میان مشخص شده است که حافظه کاری در مقایسه با سایر مهارت‌های شناختی در بیشتر موارد با مشکلات یادگیری ریاضی مرتبط بوده است. از این رو، در پژوهش‌های مرتبط با اختلال یادگیری ریاضی، حافظه کاری بیش از سایر مهارت‌های شناختی مورد توجه قرار گرفته است (بارتلت و همکاران، ۲۰۱۴).

بدلی (۱۹۸۶) حافظه کاری را به عنوان نظامی که مسئول ذخیره موقت و دست‌کاری اطلاعات موردنیاز در انجام تکالیف شناختی پیچیده (نظیر یادگیری، استدلال و درک مطلب) است، معرفی می‌کند. وی حافظه کاری را به عنوان نظام جامعی در نظر گرفته است که به واسطه خرده نظام‌های خود، عملکردهای حافظه کوتاه‌مدت و بلند مدت را به هم متصل می‌سازد و حافظه کاری را به چهار بخش مجری مرکزی، حلقه واج‌شناختی، لوح دیداری- فضایی و

توجهی را در نواحی قشری آهیانه‌ای و پیش‌پیشانی دخیل در حافظه کاری و حل مسائل عددی نشان داده‌اند. الگوهای همپوشانی‌کننده‌ای که به طور معمول شناسایی شده‌اند، در قشر آهیانه خلفی و قشر پیش‌حرکتی و همچنین قشر پیش‌پیشانی جانبی بوده‌اند (منون، ۲۰۱۶).

با این حال، در مورد اینکه هر یک از مؤلفه‌های حافظه کاری تا چه حد بر عملکرد ریاضی تأثیر می‌گذارند، هنوز بحث‌هایی وجود دارد. برای مثال، برخی پژوهش‌ها نقص‌هایی را در هر سه مؤلفه حافظه کاری مشاهده کرده‌اند (گیری، هورد، بیرد-کریون، ناگت و نامتی، ۲۰۰۷)، برخی نیز فقط مشکلاتی را در مجری مرکزی و یا مجری مرکزی و لوح دیداری-فضایی یافته‌اند (پاسولونگی و سیگل، ۲۰۰۴؛ گترکول و پیکرینگ، ۲۰۰۰). پژوهش‌های متعددی که در رابطه با نقش حلقه واج‌شناختی در پردازش ریاضیات در کودکان انجام شده است، در رابطه با سهم این مؤلفه به یک نتیجه قطعی دست نیافته‌اند (جوردن، هنیچ و کاپلان، ۲۰۰۳؛ هولمز و ادامز، ۲۰۰۶؛ گراب و بارت، ۲۰۰۴). در نهایت، تعدادی از پژوهش‌ها نیز به این نتیجه دست یافته‌اند که هر دو حلقه واج‌شناختی و لوح دیداری-فضایی در عملکرد ریاضی درگیر هستند، اما نقش و میزان درگیری هر یک از این مؤلفه‌ها با توجه به سن فرد، شیوه ارائه مسئله و همچنین محتوای مسئله متفاوت است (دهن، ۲۰۰۸؛ توربویچ و لفور، ۲۰۰۳؛ گیری، ۲۰۱۱).

با توجه به رابطه نیرومند حافظه کاری با توانایی یادگیری ریاضیات، این فرضیه مطرح می‌شود که چنانچه راهی برای افزایش حافظه کاری دانش‌آموزان یافت شود، ممکن است مزایای گسترده‌ای برای عملکرد تحصیلی به همراه داشته باشد. تعدادی از پژوهش‌ها، با استفاده از روش‌های متفاوت تلاش کرده‌اند که به بررسی این فرض بپردازند. یافته‌های برخی از این پژوهش‌ها حاکی از آن بوده است که آموزش حافظه کاری، علاوه بر اینکه ظرفیت حافظه

میان‌گیر رویدادی تقسیم می‌کند (بدلی، ۱۹۹۲ به نقل از بدلی، ۲۰۰۷). بر طبق شواهد موجود ظرفیت حافظه کاری بر توانایی کودکان در انجام تکالیف ریاضی تأثیر می‌گذارد. کودکانی که در حافظه کاری مشکل دارند، به طور کل طیفی از مشکلات مرتبط با یادگیری در مدرسه (نظیر حواس‌پرتی، مشکل در ایجاد راه‌حل‌های جدید و نظارت بر کیفیت کار) و به طور خاص مشکلاتی را در ریاضیات (برای مثال، مداومت در استفاده از راهبردهای مبتنی بر شمارش) تجربه می‌کنند (الووی، گاترکول، کرک‌وود و الیوت، ۲۰۰۹؛ گرتسن، جوردن و فلوجو، ۲۰۰۵).

پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که حافظه کاری با انواعی از توانایی‌های عددی در حوزه ریاضیات که زیربنای حل مسائل ساده جمع و تفریق هستند و همین‌طور مسائل محاسباتی پیچیده مرتبط است (چینگ و نونز، ۲۰۱۶؛ کروزرگن، ونت نوردند، کالکمن، ۲۰۱۴؛ دی اسمیت، ورشافل و گسکوایر، ۲۰۰۹). مهارت‌های ریاضی اغلب به دو دسته تقسیم می‌شوند: محاسبات پایه‌ای ریاضی و حل مسائل ریاضی. هر دو دسته، تا حد متفاوتی، تمام پردازش‌ها و مؤلفه‌های حافظه کوتاه‌مدت و حافظه کاری را درگیر می‌کنند. حتی ساده‌ترین محاسبات ریاضی آشکارا نیازمند سه نوع پردازش حافظه کاری هستند، شامل: ۱. ذخیره موقت برای نگهداری اطلاعات مسئله، ۲. بازیابی و دسترسی به روش‌ها و روندهای مربوطه، و ۳. پردازش عملیاتی که اطلاعات را به خروجی عددی تبدیل می‌کنند. مسائل پیچیده، نظیر آنهایی که نیازمند انتقال و قرض گرفتن هستند، نیازمند چندین عملیات حافظه کاری هستند. هر زمانی که چندین گام مورد نیاز باشد، اعداد اضافی حاصل از نتایج محاسبات واسط، باید در حافظه کاری ذخیره شوند تا زمانی که در گام بعدی نیاز به بازیابی آنها باشد. چنانچه این اطلاعات از دست بروند، خطاها اتفاق می‌افتند (ایمبو و ون‌دیرندانک، ۲۰۰۷). مطالعات تصویربرداری‌های عصبی کارکردی نیز همپوشانی قابل

دختر کلاس سوم ابتدایی در حال تحصیل در سال تحصیلی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ شهر تهران بودند که با معیارهای DSM5 برای اختلال یادگیری ریاضی مطابقت داشتند. جهت کنترل متغیرهای جمعیت‌شناختی و قابلیت اجرای طرح در محدوده زمانی مشخص، ابتدا از میان تمام مناطق آموزش و پرورش شهر تهران منطقه ۲ انتخاب شد، سپس از میان مدارس دخترانه این منطقه ۳ مدرسه برگزیده شدند. از بین دانش‌آموزان کلاس‌های سوم این مدارس دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری شناسایی و سپس انتخاب شدند. جهت شناسایی دانش‌آموزان، پس از توضیح معیارهای DSM-5 برای اختلال یادگیری ریاضی برای معلمان، از آنها خواسته شد که دانش‌آموزانی را که مطابق با فهرست نشانه‌های پنجمین راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی، در درس ریاضی ضعیف هستند معرفی نمایند و سپس جهت اطمینان بیشتر آزمون ایران کی‌مت (محمداسماعیل و هومن، ۱۳۸۱) روی این دانش‌آموزان اجرا شد. ملاک ورود به این پژوهش این بود که دانش‌آموز دارای اختلال یادگیری ریاضی باشد و ملاک‌های خروج شامل این موارد بود: ۱. هوش پایین‌تر از متوسط، ۲. وجود افسردگی در کودک، ۳. وجود اضطراب در کودک، ۴. وجود اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی به طور همبود، ۵. وجود اختلال خواندن به طور همبود.

طی جلسه‌ای با والدین این دانش‌آموزان در رابطه با طرح پژوهشی اطلاعات لازم به آنها داده شد و رضایت آنها مبنی بر حضور فرزندشان در این طرح به صورت کتبی اخذ شد. در نهایت، پس از انجام آزمون‌های غربالگری شامل هوش، اضطراب، افسردگی و نقص توجه و بیش‌فعالی، ۳۰ دانش‌آموز به صورت هدفمند برگزیده شده و به صورت تصادفی در سه گروه آموزش حافظه کاری کلامی و آموزش حافظه کاری دیداری-فضایی و گروه گواه (در فهرست انتظار)، هر گروه ۱۰ نفر، جایگزین شدند. به والدین

کاری را افزایش می‌دهد، موجب بهبود عملکرد ریاضی نیز می‌شود (کان و هالینگ، ۲۰۱۴؛ هولمز، گاترکول و دانینگ؛ ۲۰۰۹؛ ارجمندنیا، شریفی و رستمی، ۱۳۹۳؛ خدای، عابدی و آتش‌پور، ۱۳۹۰). با این حال، شواهدی نیز وجود دارند که بر اساس آنها مزایای آموزش حافظه تنها به بهبود حافظه کاری محدود می‌شود و به سایر مهارت‌ها از جمله عملکرد تحصیلی تعمیم نمی‌یابد (دانینگ، هولمز و گاترکول، ۲۰۱۳؛ گراپر، گاتلیب، کرانتیز و تناک، ۲۰۱۴؛ راد، رابسون، پورویانس، گیری و مایر، ۲۰۱۴). بنابراین، پژوهش‌های بیشتری باید صورت گیرند تا مشخص شود که آیا اثرات برنامه‌های توانبخشی شناختی در زمینه حافظه کاری، به سایر حیطه‌های عملکرد فرد انتقال می‌یابد. از سوی دیگر، علی‌رغم اینکه پژوهش‌های متعددی جهت بررسی و مقایسه نقش مؤلفه‌های کلامی و دیداری-فضایی حافظه کاری در عملکرد ریاضی انجام شده است، اما پژوهشی یافت نشد که تأثیر آموزش هر یک از این مؤلفه‌ها را به صورت مجزا از یکدیگر، بر عملکرد ریاضی مورد مقایسه قرار دهد. لذا در پژوهش حاضر، به بررسی این مسئله پرداخته شد که آیا تأثیرات توانبخشی شناختی مؤلفه‌های حافظه کاری تنها به بهبود ظرفیت حافظه کاری محدود می‌شود یا اینکه به عملکرد ریاضی نیز انتقال می‌یابد؟ و اینکه آیا اثربخشی دو روش توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی بر عملکرد ریاضی متفاوت است؟

روش

طرح پژوهش

پژوهش حاضر یک مداخله درمانی است و اندازه‌گیری‌ها در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پی‌گیری صورت گرفته است. لذا طرح پژوهش از نوع نیمه آزمایشی با گروه آزمایش و گروه گواه با استفاده از اندازه‌گیری مکرر است.

جامعه آماری، نمونه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری این پژوهش شامل کل دانش‌آموزان

آزمون جهت شناسایی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی بهره گرفته‌اند.

آزمون حافظه کاری دیداری-فضایی N-Back: آزمون N-back برای ارزیابی حافظه کاری مورد استفاده قرار گرفت. آزمون مورد استفاده از نوع 1-back بود. در این آزمون تعدادی محرک بینایی با فاصله زمانی ۱۸۰۰ میلی ثانیه به صورت متوالی روی صفحه نمایش داده می‌شود. فرد باید هر محرک را با محرک قبل مقایسه کند و در صورت تشابه کلید مربوطه را فشار دهد. محرک‌ها تعدادی خطوط درهم هستند و قابلیت تشبیه به شکل خاصی را ندارند و از این رو فرد در این آزمون تنها به حافظه کاری دیداری-فضایی متکی است. خروجی این آزمون به صورت پاسخ‌های صحیح و غلط ارائه می‌شود. نجاتی (۱۳۹۲) و نجارزادگان، نجاتی، امیری و شریفیان (۱۳۹۴) از این آزمون جهت سنجش حافظه کاری دیداری-فضایی استفاده کرده‌اند.

آزمون حافظه کاری کلامی N-Back: آزمون 1-back برای ارزیابی حافظه کاری کلامی مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمون ۱۰۰ محرک شامل اعداد تک رقمی به صورت متوالی از طریق هدفون پخش می‌شوند، از این تعداد ۱۸ محرک مورد هدف هستند و بقیه محرک‌ها غیر هدف هستند. محرک‌ها فقط به صورت شنیداری ارائه می‌شوند و هیچ تصویری از محرک به فرد ارائه نمی‌شود. شیوه پاسخ‌دهی به این صورت است که در صورت مشابه بودن هر عدد با عدد قبلی فرد باید کلید ۱ و در صورت عدم مشابهت، کلید ۲ را فشار دهد. به محض فشار دادن کلید، محرک بعدی ارائه می‌شود و فرد باید در مورد آن تصمیم‌گیری کند. در خروجی این آزمون، پاسخ‌های فرد و همچنین زمان واکنش در ۱۰۰ کوشش آزمون ارائه می‌شود. تقی‌زاده، نجاتی، محمدزاده و اکبرزاده باغیان (۱۳۹۳) از این آزمون برای ارزیابی حافظه کاری کلامی بهره گرفته‌اند.

دانش‌آموزانی که در گروه گواه بودند، توضیح داده شد که پس از پایان طرح پژوهش، در صورتی که تمایل داشته باشند، جلسات آموزشی برای فرزندانشان در نظر گرفته شده است که می‌توانند در آن شرکت کنند.

ابزار

آزمون ریاضی ایران کی‌مت: آزمون ریاضی ایران کی‌مت در سال ۱۹۸۸ توسط کنولی ساخته شده است و در شناسایی دانش‌آموزان با ناتوانی‌های یادگیری ریاضی کاربرد فراوان دارد (کنولی، ۱۹۸۸ نقل از محمداسماعیل و هومن، ۱۳۸۱). این آزمون از لحاظ موضوع و توالی شامل سه بخش مفاهیم، عملیات و کاربردهاست. هر بخش به سه یا چهار حیطه تقسیم می‌شود. حوزه مفاهیم اساسی از سه آزمون فرعی شمارش، اعداد گویا و هندسه، حوزه عملیات از جمع، تفریق، ضرب و تقسیم، و حوزه کاربردها از مواردی برای اندازه‌گیری، زمان، پول، تخمین، تفسیر داده‌ها و حل مسئله تشکیل شده است. این آزمون در ایران روی دانش‌آموزان ۶/۶ تا ۱۱/۸ توسط محمد اسماعیل و هومن (۱۳۸۱) هنجاریابی شده است. اعتبار این آزمون به روش آلفای کرونباخ در پنج پایه به میزان ۰/۸۴-۰/۸۰ گزارش شده است. به منظور بررسی روایی محتوای آزمون نیز، انطباق محتوایی پرسش‌های مربوط به مقطع ابتدایی مورد توجه قرار گرفت. به گونه‌ای که پس از حصول اطمینان از هماهنگی محتوای کتاب‌های پنج پایه با محتوای آزمون ریاضی در بخش‌ها و حیطه‌ها، انطباق صوری نیز انجام شد. روایی هم‌زمان این آزمون با آزمون WRAT مورد بررسی قرار گرفت و ضریب همبستگی این دو آزمون از پایه‌های اول تا پنجم به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۶۲، ۰/۶۷، ۰/۵۶ و ۰/۵۵ است (محمداسماعیل و هومن، ۱۳۸۱). پژوهش‌های متعددی (نظیر آقابابایی و امیری، ۱۳۹۳؛ سلیمانی، ۱۳۹۴؛ اسماعیل‌پور و شاکردولق، ۱۳۹۶) از این

اولین بار در سال ۱۹۸۴ توسط اسپیرافکین و گادو (نقل از محمداسماعیل و علی پور، ۱۳۸۰) بر اساس طبقه‌بندی DSM-III با نام SLUG به منظور غربال هجده اختلال رفتاری و هیجانی در کودکان ۵ تا ۱۲ سال طراحی شد. بعدها در سال ۱۹۸۷ فرم CSI-3R به دنبال طبقه‌بندی DSM-III-R ایجاد شد و در سال ۱۹۹۴ با چاپ چهارم DSM-IV با تغییرات اندکی مورد تجدید نظر قرار گرفت و با نام CSI-4 منتشر شد. CSI-4 همانند فرم‌های قبلی دارای دو فرم والد و معلم است. روایی و اعتبار این پرسشنامه توسط محمداسماعیل و علی پور (۱۳۸۰) مورد بررسی قرار گرفته است. ضرایب اعتبار پرسشنامه به روش بازآزمایی همگی در سطح ۰/۵ و ۰/۱ معنادار هستند. وجود اظهارنظرها و داوری‌های مثبت متخصصان (روانپزشکان) در مورد همگونی و مناسبت محتوای CSI-4 با حیطة مورد سنجش آن روایی محتوایی پرسشنامه را به عنوان یک ابزار شناسایی و غربال اختلال‌های رفتاری و هیجانی در کودکان مورد تأکید قرار می‌دهد (محمداسماعیل و علی پور، ۱۳۸۰). از این آزمون جهت غربال‌گری سه اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی، افسردگی و اضطراب استفاده شد.

ابزارهای توانبخشی

نرم‌افزار توانبخشی شناختی Captains Log: نرم‌افزار Captains Log به منظور توانبخشی مجموعه‌ای از توانایی‌های شناختی توسط سندفورد (۲۰۰۷) طراحی شده است. این نرم‌افزار شامل ۳۵ تمرین آموزش شناختی چندمرحله‌ای است. تمرینات این نرم‌افزار در چندین حیطة شناختی شامل حافظه کاری، توجه، مهارت‌های حرکتی/دیداری، مهارت‌های منطقی، مهارت‌های مفهومی/حافظه مهارت‌های مفهیم عددی/حافظه دسته‌بندی شده‌اند. این تمرین‌ها از نظر سطح دشواری طبقه‌بندی شده‌اند و به ترتیب در سه سطح کلی نقره‌ای، طلایی و الماس قرار گرفته‌اند. هر کدام از این سطوح نیز خود تکالیفی با سه سطح دشواری (آسان، متوسط و دشوار) دارند، در نتیجه به

مقیاس هوش وکسلر کودکان: این آزمون در سال ۱۹۴۹ توسط وکسلر تهیه شد و در سال ۱۹۷۴ مورد تجدید نظر قرار گرفت و پس از هنجاریابی تحت عنوان مقیاس هوش تجدید نظر شده وکسلر کودکان (WISC_R) نام‌گذاری گردید. این آزمون در ایران توسط شهیم (۱۳۶۴) هنجاریابی شده است. اعتبار این آزمون در بازآزمایی در محدوده ۰/۴۴ تا ۰/۹۴ و ضرایب اعتبار تصویف خرده آزمون‌ها از ۰/۴۳ تا ۰/۹۴ گزارش شده است.

آزمون ارزیابی توانایی خواندن فارسی: این آزمون برای ارزیابی توانایی خواندن دانش‌آموزان فارسی زبان مقطع ابتدایی آماده شده است. آزمون شامل چهار خرده آزمون به شرح زیر است: توانایی تشخیص اسم و صدای حروف الفبا، روخوانی کلمات، روخوانی و درک مطلب جملات و آزمون تعویض صداها. هر چند که در طراحی این آزمون برخی منابع خارجی مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما مواد آزمون از فهرست کلمات موجود در کتاب‌های فارسی اول تا پنجم ابتدایی سال تحصیلی ۸۰-۱۳۷۹ استخراج شده‌اند (پوراعتماد و جهانی، ۱۳۸۰). تحلیل‌های آماری نشان داده‌اند که آزمون متن‌های خواندن از اعتبار و روایی بالایی برخوردار است. روایی سازه آن نیز از طریق محاسبه ضرایب همبستگی مواد هر یک از دو قسمت آزمون بررسی شده است. روایی سازه در دقت خواندن برای کارت‌های زوج بین ۰/۶ و ۰/۹، برای کارت‌های فرد بین ۰/۷ و ۰/۹ و در درک مطلب برای کارت‌های زوج بین ۰/۳ تا ۰/۶ و برای کارت‌های فرد بین ۰/۳ تا ۰/۵ و در سرعت خواندن برای کارت‌های زوج و فرد بین ۰/۸ و ۰/۹ در نوسان است. آلفای کرونباخ برای صحت خواندن در کارت‌های زوج ۰/۹ و در کارت‌های فرد ۰/۸ است. اعتبار موازی کارت‌های زوج و فرد نیز در صحت خواندن، درک مطلب و سرعت خواندن همگی حدود ۰/۹ است.

پرسشنامه علائم مرضی کودکان (CSI-4): این پرسشنامه یک مقیاس درجه‌بندی رفتار است که

مدت ۲۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای (دو بار در هفته، به مدت ۱۰ هفته) آموزش حافظه کاری دریافت کردند. به این ترتیب، که به یک گروه شرکت‌کنندگان تنها آموزش حافظه کاری دیداری-فضایی و به گروه دوم تنها آموزش حافظه کاری کلامی داده شد. آموزش در گروه آموزش حافظه دیداری-فضایی توسط نرم‌افزار captain log انجام شد. از میان تکالیف متعدد این مجموعه، فقط تکالیفی که مربوط به حافظه کاری دیداری-فضایی بودند، برای مداخله انتخاب شدند. با توجه به ویژگی‌های این تکالیف، در نهایت، چهار تکلیف از این مجموعه برای دانش‌آموز در نظر گرفته شد. توانبخشی برای تمام افراد گروه از مرحله یک، ساده‌ترین سطح، آغاز شد. در طی آموزش با موفقیت دانش‌آموز در هر مرحله، در مرحله بعد، تکلیفی با دشواری بالاتر ارائه می‌شد. اگر دانش‌آموز در تکلیفی شکست می‌خورد، آن تکلیف مجدداً تکرار می‌شد، تا زمانی که دانش‌آموز در آن موفق شود. در تمامی این تکالیف، وظیفه دانش‌آموز، به خاطر سپردن ویژگی‌های دیداری-فضایی مانند، شکل، رنگ، اندازه، جایگاه مکانی و ترتیب ارائه محرک‌های دیداری (به صورت مستقیم و معکوس) بود. برای نمونه، در یکی از تکالیف، تعدادی تصویر روی صفحه ظاهر می‌شدند که دو به دو با هم مشابه بودند و دانش‌آموز می‌بایست جایگاه مکانی تصاویر شبیه به هم را به خاطر می‌سپرد. سپس تصاویر محو می‌شدند و دانش‌آموز باید خانه‌هایی را که حدس می‌زد درون آنها تصاویر مشابه وجود دارد، انتخاب می‌کرد. در صورت انتخاب صحیح، تصاویر داخل خانه‌ها آشکار می‌شد و دانش‌آموز تکلیفش را با پیدا کردن سایر تصاویر مشابه ادامه می‌داد.

آموزش در گروه توانبخشی حافظه کاری کلامی از طریق بسته آموزشی پارس و نرم‌افزار آموزش حافظه کاری سینا انجام شد. از بسته آموزش پارس تکلیف «گوش‌دادن به داستان» انتخاب شد. در این تکلیف کودک باید به یک داستان گوش دهد و سپس به

خوبی با سطح عملکرد فرد انطباق می‌یابد. این نرم‌افزار بسته به عملکرد فرد بازخوردهایی را به او ارائه می‌کند (برای مثال، صورتک‌های خندان یا سکه‌های طلا) که سبب تشویق و ایجاد انگیزه می‌شود. تمرین‌ها در قالب بازی‌های کامپیوتری و به صورت رنگی طراحی شده‌اند. در پژوهش حاضر از این مجموعه به منظور توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی استفاده شد. از آنجا که تمامی تمرین‌ها و بازخوردهای نرم‌افزار به صورت دیداری (تصاویر) ارائه می‌شدند، در مورد زبان محدودیتی وجود نداشت. بانگیرانا و همکاران (۲۰۱۰) و بانگیرانا و همکاران (۲۰۱۱) از این نرم‌افزار به منظور بهبود توانایی‌های شناختی مختلف بهره گرفته‌اند.

نرم‌افزار آموزش حافظه کاری سینا: نرم‌افزاری رایانه‌ای است که توسط خدادادی، مشهدی و امانی (۱۳۸۸) با استفاده از رویکرد بدلی (۱۹۸۶) در تبیین حافظه کاری و مؤلفه‌های آن ساخته شده است. در این نرم‌افزار مشابه با نسخه انگلیسی که توسط شرکت کاگ مد تهیه شده در قالب یک بازی رایانه‌ای تمرین‌های متنوع جهت بهبود حافظه کاری دیداری و شنیداری ارائه می‌شود. این نرم‌افزار برای آموزش کودکان ایرانی انطباق یافته است. از این نرم‌افزار به منظور توانبخشی حافظه کاری کلامی استفاده شد.

مجموعه آموزشی پارس: این مجموعه توسط نجاتی و به منظور آموزش مهارت‌های شناختی توجه و حافظه کاری، در پژوهشکده علوم شناختی دانشگاه شهید بهشتی طراحی و تهیه گردیده است. از این مجموعه برای آموزش حافظه کاری کلامی استفاده شد.

روش اجرا

پس از انتخاب شرکت‌کنندگان و جای‌دهی آنها در گروه‌های آزمایشی و گروه گواه، اندازه‌گیری‌های مربوط به مرحله پیش‌آزمون شامل سنجش حافظه کاری دیداری-فضایی و حافظه کاری کلامی و آزمون ریاضی ایران کی‌مت انجام شد. پس از اتمام اندازه‌گیری‌ها در سه گروه، هر دو گروه آزمایش به

پس‌آزمون، در مرحله‌پی‌گیری مجدداً عملکرد دانش‌آموزان در آزمون‌های مذکور ارزیابی شد. به علاوه، پس از انجام ارزیابی‌های مربوط به مرحله‌ پی‌گیری برای دانش‌آموزانی که در گروه گواه (فهرست انتظار) بودند، جلسه‌های آموزشی برگزار شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 20 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با توجه به اینکه مقایسه‌ها باید در بین سه گروه و سه مرحله‌ اندازه‌گیری پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پی‌گیری انجام می‌شد، جهت تحلیل داده‌ها از تحلیل واریانس آمیخته استفاده شد.

یافته‌ها

به منظور بررسی و مقایسه اثربخشی توانبخشی شناختی حافظه‌ کاری کلامی و دیداری فضایی بر بهبود عملکرد ریاضی و حافظه‌ کاری کلامی و دیداری-فضایی شرکت‌کنندگان از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس آمیخته استفاده شد (عامل بین‌گروهی، گروه آزمایشی با سه سطح توانبخشی حافظه‌ کاری کلامی، توانبخشی حافظه‌ کاری دیداری-فضایی و گواه و عامل درون‌گروهی، زمان اندازه‌گیری با سه سطح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پی‌گیری). در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد نمرات حافظه‌ کاری کلامی، حافظه‌ کاری دیداری-فضایی و نمرات ریاضی شرکت‌کنندگان به تفکیک زمان اندازه‌گیری و گروه آزمایش ارائه شده است.

سوالات مطرح شده در دفترچه پاسخ دهد. همچنین باید در حین گوش دادن به داستان، تعداد کلماتی که آزمونگر مشخص می‌کند را در داستان بشمارد. تمامی داستان‌ها به صورت صوتی در بسته آموزشی موجود است. تکالیف نرم‌افزار آموزش حافظه‌ کاری سینا شامل به خاطر سپاری مجموعه‌ای از اعداد یا حروف و یا کلمات به صورت مستقیم و معکوس بود. تعداد این موارد از ۲ آیتم تا ۹ آیتم متغیر بود. برای تمام دانش‌آموزان دشواری تکلیف از ۲ آیتم آغاز شد. هر مرحله از این آزمون شامل تعدادی کوشش است. در هر کوشش اگر دانش‌آموز پاسخ صحیح بدهد، ۱۰ امتیاز می‌گیرد و اگر پاسخ اشتباه بدهد، ۱۰ امتیاز از دست می‌دهد. مرحله جایی تمام می‌شود که دانش‌آموز بتواند نوار امتیازش را کامل کند. در نتیجه اگر دانش‌آموز پاسخ‌های اشتباه بدهد، تعداد کوشش‌هایی که باید انجام دهد، بیشتر می‌شود. با موفقیت دانش‌آموز در هر مرحله به طور خودکار دشواری تکلیف افزایش می‌یابد. مداخله‌ها در محیط آزمایشگاه مدرسه که از نور و فضای مناسب و سکوت کافی برخوردار بود، انجام شد.

پس از پایان جلسه‌های مداخله، در مرحله پس‌آزمون، عملکرد تمامی شرکت‌کنندگان با استفاده از آزمون‌های حافظه‌ کاری دیداری-فضایی، حافظه‌ کاری کلامی و آزمون ریاضی ایران-کی‌مت مورد سنجش قرار گرفت. در نهایت، برای ارزیابی پایداری اثرات مداخله، پس از گذشت یک ماه از مرحله

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد نمرات حافظه‌ کاری کلامی، دیداری-فضایی و عملکرد ریاضی در گروه‌های آزمایشی

متغیر	گروه	پیش آزمون		پس آزمون		پی‌گیری
		انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	
حافظه‌ کاری	توانبخشی حافظه‌ کاری کلامی	۱۴/۷۴	۹۸/۰۰	۱/۳۳	۹۶/۰۰	۳/۱۶
کلامی	توانبخشی حافظه‌ کاری دیداری-فضایی	۱۵/۴۰	۹۲/۵۰	۷/۸۴	۹۴/۱۰	۴/۷۲
حافظه‌ کاری	گواه (در لیست انتظار)	۱۶/۷۸	۷۴/۵۰	۱۶/۷۰	۷۴/۹۰	۱۶/۹۶
دیداری-فضایی	توانبخشی حافظه‌ کاری کلامی	۱۳/۳۱	۹۴/۰۰	۳/۳۹	۹۴/۱۰	۳/۹۵
عملکرد ریاضی	توانبخشی حافظه‌ کاری دیداری-فضایی	۱۱/۰۴	۹۵/۶۰	۳/۵۹	۹۴/۸۰	۲/۶۱
کلامی	گواه (در لیست انتظار)	۱۳/۷۸	۷۶/۶۰	۱۳/۰۱	۷۵/۱۰	۱۶/۸۹
حافظه‌ کاری	توانبخشی حافظه‌ کاری کلامی	۸/۷۲	۹۵/۲۰	۵/۶۳	۹۵/۱۰	۵/۲۵
دیداری-فضایی	توانبخشی حافظه‌ کاری دیداری-فضایی	۱۰/۰۶	۹۵/۴۰	۹/۹۰	۹۶/۷۰	۷/۹۰
عملکرد ریاضی	گواه (در لیست انتظار)	۶/۱۰	۷۷/۸۰	۷/۵۵	۷۸/۲۰	۶/۶۱

نتیجه توانبخشی حافظه کاری کلامی از پایداری اثر برخوردار بوده است. در گروه توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی که توانبخشی شناختی جهت بهبود حافظه کاری کلامی دریافت نکرده بودند نیز بین میانگین نمرات حافظه کاری کلامی در مرحله پیش-آزمون ($M=72/10, SD=15/40$) و مرحله پس‌آزمون ($M=92/50, SD=7/84$) تفاوت معنادار وجود داشت ($P \leq 0/01$). در این گروه نیز با انجام مداخله افزایش معناداری در نمرات حافظه کاری کلامی مشاهده شد. اما بین میانگین نمرات در مرحله پس‌آزمون و پی‌گیری ($M=94/10, SD=4/72$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در گروه گواه هیچ تفاوت معناداری بین مرحله پیش‌آزمون ($M=75/90, SD=16/78$) و پس‌آزمون ($M=74/50, SD=16/70$) و همچنین پی‌گیری ($M=74/90, SD=16/96$) مشاهده نشد.

بر اساس تحلیل داده‌ها، در رابطه با اثربخشی توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی بر بهبود حافظه کاری دیداری-فضایی نیز هر سه عامل زمان، گروه و تعامل زمان و گروه معنادار شدند (جدول ۲). معناداری عامل زمان حاکی از آن است که صرف‌نظر از عامل گروه آزمایشی بین میانگین نمرات حافظه کاری دیداری-فضایی در سه مرحله اندازه‌گیری تفاوت معنادار وجود دارد [$F_{(2,36)}=0/36, \eta^2_p=0/01, p=0/01, 15/59$]. به علاوه صرف‌نظر از عامل زمان نیز بین میانگین نمرات سه گروه تفاوت معنادار وجود داشت [$F_{(2,27)}=9/19, p=0/01, \eta^2_p=0/40$]. از آنجا که تعامل زمان و گروه معنادار شد [$\eta^2_p=0/25$]. اثرات ساده بین گروهی [$F_{(4,54)}=4/63, p=0/03$]. با توجه به سطوح عامل درون‌گروهی با استفاده از تصحیح بون‌فرونی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳).

در ابتدا اثرات مداخله‌های انجام شده روی بهبود حافظه کاری مورد بررسی قرار گرفت. در رابطه با اثربخشی توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی بر بهبود حافظه کاری کلامی، بر اساس نتایج تحلیل واریانس آمیخته روی نمرات حافظه کاری کلامی گروه‌ها، همان‌طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، اثر زمان در اندازه‌گیری‌ها معنادار شد [$F_{(2,54)}=47/02, p \leq 0/01, \eta^2_p=0/63$]. بنابراین، نتیجه‌گیری می‌شود که صرف‌نظر از گروه آزمایشی بین مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پی‌گیری تفاوت معناداری وجود داشت. به علاوه، اثر تعامل زمان و گروه نیز معنادار بود [$F_{(4,51)}=0/51, \eta^2_p=0/01, p \leq 0/01, 14/09$]. بنابراین می‌توان بیان کرد که تفاوت میانگین نمرات حافظه کاری کلامی، در زمان‌های مختلف با توجه به سطوح متغیر گروه متفاوت است. در نهایت همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثر عامل گروه نیز معنادار شد [$\eta^2_p=0/24$]. در نتیجه، صرف‌نظر از زمان اندازه‌گیری بین میانگین نمرات حافظه کاری کلامی گروه‌های آزمایشی تفاوت معناداری وجود دارد.

با توجه به اینکه اثر تعامل معنادار شد، اثرات ساده بین‌گروهی با توجه به سطوح عامل درون‌گروهی با استفاده از تصحیح بون‌فرونی مورد بررسی قرار گرفت که در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج تصحیح بون‌فرونی با توجه به سطوح عامل درون‌گروهی در گروه توانبخشی حافظه کاری کلامی بین نمرات حافظه کاری کلامی در مرحله پیش‌آزمون ($M=72/80, SD=14/74$) پس‌آزمون ($M=98/00, SD=1/33$) تفاوت معنادار وجود داشت ($P \leq 0/01$). به عبارت دیگر، به دنبال مداخله افزایش معناداری در نمرات حافظه کاری کلامی این گروه مشاهده شد. اما بین مرحله پس‌آزمون و پی‌گیری تفاوت معناداری مشاهده نشد. در

جدول ۲. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس آمیخته برای بررسی تأثیر زمان و گروه بر نمرات حافظه کاری کلامی، دیداری-فضایی و عملکرد ریاضی

η^2	P	F	MS	df	SS	منبع
						درون گروهی
۰/۶۳	۰/۰۰۱	۴۷/۰۲	۳۰۹۸/۲۰	۱/۴۰	۴۳۴۱/۴۲	زمان
۰/۵۱	۰/۰۰۱	۱۴/۰۹	۹۲۸/۵۵	۲/۸۰	۲۶۰۲/۳۱	زمان * گروه
			۶۵/۸۹	۳۷/۸۳	۲۴۹۲/۹۳	خطا
						بین گروهی
۰/۲۴	۰/۰۲	۴/۳۱	۱۶۱۳/۰۱	۲	۳۲۲۶/۰۲	گروه
			۳۷۳/۸۹	۲۷	۱۰۰۹۵/۲۶	خطا
						درون گروهی
۰/۳۶	۰/۰۰۱	۱۵/۵۹	۹۷۰/۹۷	۲	۱۹۴۱/۹۵	زمان
۰/۲۵	۰/۰۰۳	۴/۶۳	۲۸۸/۳۴	۴	۱۱۵۳/۳۷	زمان * گروه
			۶۲/۲۴	۵۴	۳۳۶۱/۳۳	خطا
						بین گروهی
۰/۴۰	۰/۰۰۱	۹/۱۹	۱۸۹۲/۵۷	۲	۳۷۸۵/۱۵	گروه
			۲۰۵/۸۳	۲۷	۵۵۵۷/۴۶	خطا
						درون گروهی
۰/۹۰	۰/۰۰۱	۲۴۰/۱۲	۳۴۲۵/۴۴	۱/۵۱۵	۵۱۸۸/۴۶	زمان
۰/۷۵	۰/۰۰۱	۴۰/۴۳	۵۷۶/۸۴	۳/۰۲۹	۱۷۴۷/۴۶	زمان * گروه
			۱۴/۲۶	۴۴/۸۹۶	۵۸۳/۴۰	خطا
						بین گروهی
۰/۳۶	۰/۰۰۲	۷/۷۵	۱۲۱۵/۶۳	۲	۲۴۳۱/۲۶	گروه
			۱۵۶/۸۲	۲۷	۴۲۳۴/۳۰	خطا

مراحل پیش‌آزمون ($M=۸۲/۳۰, SD=۱۳/۳۱$) و پس‌آزمون ($M=۹۴, SD=۳/۳۹$) تفاوت معناداری وجود داشت، اما بین مرحله پیش‌آزمون و پی‌گیری ($M=۹۴/۱۰, SD=۳/۹۵$) تفاوت معناداری دیده نشد. در گروه گواه تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون ($M=۷۶/۱۰, SD=۱۳/۷۸$) و پس‌آزمون ($M=۷۶/۶۰, SD=۱۳/۷۸$) و همچنین مراحل پس‌آزمون و پی‌گیری ($M=۷۵/۱۰, SD=۱۶/۸۹$) مشاهده نشد.

در نهایت، اثربخشی مداخلات بر بهبود عملکرد ریاضی مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، تأثیر زمان اندازه‌گیری بر نمرات ریاضی معنادار است. بنابراین می‌توان بیان کرد که صرف‌نظر از گروه آزمایشی بین میانگین نمرات ریاضی در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پی‌گیری

بر اساس نتایج تصحیح بون‌فرونی (جدول ۳) در گروه توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی بین مرحله پیش‌آزمون ($M=۷۷/۲۰, SD=۱۱/۰۴$) و پس‌آزمون ($M=۹۵/۶۰, SD=۳/۵۹$) تفاوت معناداری در بین میانگین‌های حافظه کاری دیداری-فضایی مشاهده شد، اما بین میانگین نمرات مراحل پس‌آزمون و پی‌گیری ($M=۹۴/۸۰, SD=۲/۶۱$) تفاوت معناداری وجود نداشت. بنابراین توانبخشی شناختی حافظه کاری دیداری-فضایی توانسته است سبب بهبود حافظه کاری دیداری-فضایی شود، به علاوه از پایداری اثر نیز برخوردار بوده است.

در گروه حافظه کاری کلامی که توانبخشی شناختی حافظه کاری دیداری-فضایی دریافت نکرده بودند، نیز بین نمرات حافظه کاری دیداری-فضایی در

در نتیجه توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی از پایداری اثر برخوردار بوده است.

در گروه توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی نیز بین میانگین نمرات ریاضی در مرحله پیش‌آزمون ($M=73/30, SD=10/06$) و مرحله پس‌آزمون ($M=95/40, SD=9/90$) تفاوت معنادار وجود داشت ($P \leq 0/001$)، در نتیجه توانبخشی حافظه کاری دیداری فضایی توانسته است سبب افزایش معنادار میانگین نمرات ریاضی در گروه توانبخشی حافظه دیداری-فضایی شود. به علاوه، بین میانگین نمرات در مرحله پس‌آزمون و پی‌گیری ($M=96/70, SD=7/90$) تفاوت معناداری وجود نداشت، که بیانگر آن است که توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی از پایداری اثر برخوردار است. در گروه گواه بین میانگین نمرات عملکرد ریاضی در مرحله پیش‌آزمون ($SD=6/10$) و پس‌آزمون ($M=77/80, SD=7/55$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. به این ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت که در گروه گواه که هیچ مداخله‌ای را دریافت نکرده بودند، گذر زمان به همراه سایر متغیرهای مزاحم نتوانسته‌اند تغییر معناداری در عملکرد ریاضی ایجاد کنند. بین نمرات مرحله پس‌آزمون و مرحله پی‌گیری نیز تفاوت معناداری دیده نشد.

جدول ۳. نتایج آزمون بن‌فرنی برای معناداری تفاوت میانگین نمرات حافظه کاری کلامی، دیداری-فضایی و عملکرد ریاضی گروه‌ها در هر یک از مراحل اندازه‌گیری

متغیر	منبع اندازه‌گیری	گروه توانبخشی حافظه کاری کلامی	گروه توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی	گروه گواه
حافظه کاری کلامی	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	20/25*	20/40*	1/40
	پس‌آزمون-پی‌گیری	2	1/60	0/4
حافظه کاری دیداری-فضایی	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	11/70*	18/40*	0/5
	پس‌آزمون-پی‌گیری	0/1	0/8	1/5
عملکرد ریاضی	پیش‌آزمون-پس‌آزمون	22/70*	22/10*	2/7
	پس‌آزمون-پی‌گیری	0/1	1/3	0/4

* در سطح 0/01 معنادار است.

تفاوت معناداری وجود داشته است [$\eta^2_p = 0/90$]، همچنین اثر تعامل بین زمان و گروه نیز معنادار است. بنابراین تفاوت میانگین نمرات ریاضی در مراحل مختلف با توجه به سطوح متغیر گروه متفاوت است [$\eta^2_p = 0/75$]. همان‌طور که از جدول مشاهده می‌شود، تأثیر گروه نیز بر نمرات ریاضی معنادار است [$F_{(2,27)} = 7/75, p = 0/002, \eta^2_p = 0/36$]. در نتیجه صرف‌نظر از زمان اندازه‌گیری بین میانگین نمرات ریاضی گروه‌های آزمایشی تفاوت معناداری وجود دارد.

از آنجایی که اثر تعامل بین عامل درون‌گروهی (زمان اندازه‌گیری) و عامل بین‌گروهی (گروه) معنی‌دار بود، اثرات ساده بین‌گروهی با توجه به سطوح عامل درون‌گروهی با استفاده از تصحیح بون‌فرونی مورد بررسی قرار گرفت که در جدول ۳ ارائه شده است. طبق نتایج تصحیح بن‌فرنی با توجه به سطوح عامل درون‌گروهی در گروه توانبخشی حافظه کاری کلامی بین نمرات ریاضی در مرحله پیش‌آزمون ($M=72/5, SD=8/72$) با مرحله پس‌آزمون ($M=95/20, SD=5/63$) و همچنین بین نمرات پیش‌آزمون و پی‌گیری ($M=95/10, SD=5/25$) تفاوت معنادار وجود دارد ($P \leq 0/001$)، اما بین مرحله پس‌آزمون و پی‌گیری تفاوت معناداری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر اثربخشی دو برنامه توانبخشی شناختی حافظه کاری شامل برنامه توانبخشی حافظه کاری کلامی و برنامه توانبخشی حافظه کاری دیداری-فضایی در بهبود حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی و همچنین عملکرد ریاضی دانش‌آموزان در دو گروه از دانش‌آموزان به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های پژوهش حاکی از آن بود که در گروهی که توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی انجام شد، نه تنها حافظه کاری کلامی بهبود یافت، بلکه پیشرفت معناداری نیز در عملکرد ریاضی دانش‌آموزان مشاهده شد. بنابراین، توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی می‌تواند سبب بهبود عملکرد دانش‌آموزان در درس ریاضی شود. علاوه بر این، یافته‌ها بیانگر آن بودند که این مداخله از پایداری اثر برخوردار بوده است. بر اساس یافته‌ها، در گروهی که توانبخشی شناختی برای حافظه کاری دیداری-فضایی دریافت کردند، نیز افزایش معناداری در نمرات حافظه کاری دیداری-فضایی و همچنین نمرات ریاضی مشاهده شد. مداخله انجام شده در این گروه نیز از پایداری اثر برخوردار بود. بر این اساس نتیجه‌گیری می‌شود که توانبخشی شناختی حافظه کاری می‌تواند سبب بهبود حافظه کاری شود و این بهبودی به نوبه خود می‌تواند منجر به پیشرفت عملکرد ریاضی دانش‌آموزان شود. این یافته با یافته‌های سایر پژوهشگران نظیر (سادرکوئیست و ناتلی، ۲۰۱۵؛ ماجی، والترینگ و تانوک، ۲۰۱۵؛ کان و هالینگ، ۲۰۱۴؛ ویت، ۲۰۱۱؛ هولمز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ارجمندنیا و همکاران، ۱۳۹۳؛ خدای و همکاران، ۱۳۹۰) همخوانی دارد. در عین حال، با یافته‌های پژوهش‌هایی که طبق آنها توانبخشی شناختی فقط به بهبود حافظه کاری محدود می‌شود اما به عملکرد ریاضی انتقال نمی‌یابد در تضاد است (دانینگ و همکاران، ۲۰۱۳؛ گراپر و همکاران، ۲۰۱۴؛ راد و همکاران، ۲۰۱۴). برگمن-ناتلی و کلینبرگ (۲۰۱۴)

جهت توجیه این یافته‌های ناهمخوان به دلایل مختلفی اشاره کرده‌اند: (۱) اینکه روش درمانی در واقع مؤثر نبوده است یا اینکه فقط بر بعضی جنبه‌های ریاضی تأثیرگذار بوده است، (۲) تأثیر دقیقاً پس از اتمام آموزش حافظه کاری، در عملکرد ریاضی آشکار نشده است، ولی بعداً در نتیجه بهبود ظرفیت حافظه کاری و آموزش مشخص شده است، (۳) اندازه اثر کوچک بوده است. یافته پژوهش حاضر را می‌توان با توجه به رابطه میان حافظه کاری و عملکرد ریاضی توجیه کرد. عملکرد مؤلفه‌های حافظه کاری می‌تواند پیش‌بینی‌کننده خوبی برای عملکرد فرد در ریاضیات باشد (متکالفه، اشکنازی، روزنبرگ-لی و منون، ۲۰۱۳؛ دامانتیل و کلینبرگ، ۲۰۱۲؛ ون در ون، کرازبرگن، بوم و لسمن، ۲۰۱۲). با بهبود حافظه کاری، فضای بیشتری برای نگهداری اطلاعات مسئله و بازیابی واقعیات ریاضی و روندهای و روش‌های مورد نیاز فراهم می‌شود و همچنین پردازشی که اطلاعات را به خروجی عددی تبدیل می‌کند، تسهیل می‌شود. بنابراین با بهبود حافظه کاری انتظار می‌رود که عملکرد دانش‌آموز در ریاضیات نیز بهبود یابد. یکی از نکته‌های قابل توجه در این پژوهش این بود که هر دو گروه تحت مداخله حافظه کاری کلامی و حافظه کاری دیداری-فضایی، بهبود معناداری در عملکرد ریاضی نشان دادند، بنابراین، به نظر می‌رسد که در این مقطع تحصیلی هر دو مؤلفه کلامی و دیداری-فضایی حافظه کاری نقش قابل توجهی در عملکرد ریاضی دارند. یافته‌های پژوهش، ون دی ویجر-برگسما، کرازبرگن و ون لوئیت (۲۰۱۵) نیز حاکی از آن است که تا پایه چهارم ابتدایی هر دو مؤلفه حافظه کاری در عملکرد ریاضی دانش‌آموزان نقش دارند. طبق یافته‌های این پژوهش، راهبردهای فرایندی که در تمام حیطه‌های ریاضی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در ابتدا متکی بر حافظه کاری دیداری-فضایی هستند اما با افزایش سن با بازیابی و راهبردهای کلامی جایگزین می‌شوند.

ضرب ساده، واقعیات ریاضی باید در یک کد واج‌شناختی درونی ذخیره شوند (لی و کنگ، ۲۰۰۲). سوانسون و کیم (۲۰۰۶) در پژوهشی به این نتیجه دست یافتند که حلقه واج‌شناختی نقش مهمی را در رشد مهارت‌های ریاضی ایفا می‌کند، زیرا به طور موقت، گفت‌وگوی درونی را که به منظور درک کلامی و مرور اطلاعات کلامی انجام می‌شود، حفظ می‌کند. آنها رابطه‌ای را میان عملکرد ریاضی و ظرفیت شمارش یافتند و از آنجا که ظرفیت شمارش دربردارنده برخی مؤلفه‌های نگهداری اطلاعات در حافظه کاری است، این پژوهشگران پیشنهاد می‌کنند که این مهارت ممکن است متکی بر توانایی بازداری اطلاعات قبلی در حافظه کاری و استفاده از مرور ذهنی برای حمایت از یادآوری باشند. یافته‌های مطالعه اندرسون (۲۰۰۸) نیز بیانگر آن است که تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان ۹ تا ۱۰ ساله، در توانایی حل مسائل ریاضی با حلقه واج‌شناختی مرتبط است، زیرا این دانش‌آموزان در حین تکالیف نوشتاری ریاضی از تاکتیک‌های رمزگردانی کلامی استفاده می‌کنند. با توجه به نقش حلقه واج‌شناختی در عملکرد ریاضی، به نظر می‌رسد که بهبود حافظه کاری کلامی موجب ارتقای عملکرد دانش‌آموزان در ریاضی شود.

در پژوهش‌های قبلی توانبخشی حافظه کاری به صورت کلی انجام می‌شد و شامل توانبخشی هر دو مؤلفه کلامی و دیداری-فضایی به صورت هم‌زمان بود. از آنجا که یکی از مباحث مطرح در پیشینه پژوهشی در رابطه با تفاوت میزان نقش هر یک از مؤلفه‌های حافظه کاری در ریاضیات بود، در پژوهش حاضر برخلاف پژوهش‌های قبلی، در هر گروه فقط به توانبخشی یکی از مؤلفه‌های حافظه کاری پرداخته شد. همان‌طور که مشاهده گردید، هر دو برنامه توانبخشی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی منجر به بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان شد. علاوه بر این، توانبخشی حافظه کاری کلامی سبب بهبود

در توجیه اثربخشی توانبخشی شناختی حافظه کاری دیداری-فضایی بر عملکرد ریاضی، شواهد زیادی وجود دارد که بر طبق آنها حافظه کاری دیداری-فضایی نقش مهمی را در محاسبات ایفا می‌کند. اطلاعات معنایی در اعداد چندرقمی به صورت فضایی رمزگردانی می‌شوند (برای مثال، اطلاعات مربوط به جایگاه اعداد، زمانی که با اعداد بزرگ‌تر از ۹ سر و کار داریم)، در نتیجه، رابطه بین حافظه دیداری-فضایی و محاسبات ممکن است به شکل خاص برای محاسبات چندرقمی مهم باشد. پژوهش‌های انجام‌شده در مورد روش‌هایی که افراد بزرگسال و کودکان اعداد را بازنمایی و پردازش می‌کنند، ماهیت فضایی بازنمایی‌های عددی را برجسته می‌سازد (دی‌هویا، والار و گیرلی، ۲۰۰۸). بر اساس پیشینه پژوهشی، کودکانی که تکالیف ریاضی را انجام می‌دهند از روش‌هایی برای بازنمایی‌های ذهنی اعداد استفاده می‌کنند که متکی بر حافظه کاری دیداری-فضایی است. برای مثال، هاگز (۱۹۸۶) به این نتیجه دست یافت که کودکان کم‌سن زمانی که مسائل جمع و تفریق ساده، به شکل موقعیت‌هایی قابل تجسم و عینی نشان داده می‌شوند، بهتر از زمانی که به صورت اعدادی انتزاعی ارائه می‌شوند، می‌توانند به سوالات پاسخ دهند. هولمز و ادامز (۲۰۰۶) نیز از این عقیده حمایت و پیشنهاد کرده‌اند که حافظه کاری دیداری-فضایی ممکن است فضای کاری ذهنی برای کودک فراهم کند که به او این امکان را می‌دهد که مسائل انتزاعی را به شکلی عینی و با قابلیت دست‌کاری بیشتر در ذهن خود بازنمایی کند. بنابراین، بهبود حافظه کاری دیداری-فضایی می‌تواند به بهبود عملکرد ریاضی منجر شود.

در تبیین اثربخشی توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی بر عملکرد ریاضی باید اشاره کرد که حلقه واج‌شناختی در حمایت از پردازشی است که درگیر در بیان اعداد در شمارش، حل مسائل ریاضی کلامی و همچنین بازیابی واقعیات ریاضی از حافظه است (توربویچ و لفور، ۲۰۰۳). برای مثال، در مسائل

مدرسه مد نظر قرار گیرد. در پژوهش حاضر، جهت ارزیابی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی و همچنین توانبخشی شناختی از نرم‌افزارهای رایانه‌ای استفاده شد، این امر، می‌تواند در مواردی که دانش‌آموزان، مهارت کار با کامپیوتر را ندارند، محدودیت‌هایی را ایجاد سازد. به علاوه، با توجه به اینکه دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این پژوهش از پایه سوم ابتدایی انتخاب شده بودند، ممکن است در تعمیم نتایج به دانش‌آموزان از سایر پایه‌های تحصیلی با محدودیت مواجه باشد.

تشکر و سپاسگزاری

از تمامی دانش‌آموزان، والدین، مسئولین محترم مدارس و کارکنان آموزش و پرورش که در این پژوهش ما را یاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Facts
2. Cogmed Working Memory Training

منابع

- ارجمندنیاء، ع.، شریفی، ع.، و رستمی، ر. (۱۳۹۳). اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی. *فصلنامه علمی-پژوهشی ناتوانی-های یادگیری*، ۳ (۴): ۲۴-۶.
- اسماعیل پور، م.، و شاکر دولق، ع. (۱۳۹۶). اثربخشی آموزش نقاشی بر عملکرد ریاضی و حافظه غیرکلامی دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی. *فصلنامه علمی-پژوهشی ناتوانی‌های یادگیری*، ۶ (۴): ۲۳-۷.
- آقابابایی، س.، و امیری، ش. (۱۳۹۳). بررسی مؤلفه دیداری-فضایی حافظه فعال و کوتاه‌مدت در دانش‌آموزان با اختلالات یادگیری و مقایسه با دانش‌آموزان عادی. *فصلنامه روان‌شناسی شناختی*، ۲ (۴): ۹-۱.
- پوراعتماد، ح.، و جهانی، م. (۱۳۸۰). شیوع اختلالات خواندن در دانش‌آموزان ابتدایی شهرستان قم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (منتشر نشده). گروه روان‌شناسی دانشگاه پیام نور قم.
- تقی زاده، ط.، نجاتی، و.، محمدزاده، ع.، و اکبرزاده باغبان، ع. (۱۳۹۳). بررسی سیر تحولی حافظه کاری شنیداری و دیداری در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی. *پژوهش در علوم توانبخشی*، ۱۰ (۲): ۲۴۹-۲۳۹.
- شهیم، س. (۱۳۶۴). مقیاس تجدید نظر شده هوشی و کسلر برای کودکان (توسط دیوید وکسلر). شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.
- خدادادی، م.، مشهدی، ع.، امانی، ح. (۱۳۸۸). *نرم‌افزار آموزش حافظه کاری*. تهران: مؤسسه تحقیقات علوم رفتاری سینا.

حافظه کاری دیداری-فضایی شد و توانبخشی حافظه دیداری-فضایی باعث شد که حافظه کاری کلامی به طور معناداری بهبود یابد، این یافته با یافته‌های پژوهش‌های پیشین مبنی بر قابلیت انتقال و تعمیم اثرات توانبخشی حافظه کاری به سایر تکلیف حافظه کاری و سایر تکالیف شناختی هم‌خوانی دارد (راد و همکاران، ۲۰۱۴؛ دانیسگ و همکاران، ۲۰۱۳؛ هولمز و همکاران، ۲۰۰۹).

با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که توانبخشی شناختی حافظه کاری به‌عنوان یک پیش‌نیاز عصب روان‌شناختی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد ریاضی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی شود. از یک سو، توانبخشی شناختی حافظه کاری می‌تواند از طریق تأثیرگذاری بر قدرت یادگیری مهارت‌های درسی، بر بهبود عملکرد دانش‌آموزان تأثیر بگذارد. به عبارت دیگر، بهبود ظرفیت حافظه کاری و توجه، به دانش‌آموزان کمک می‌کند که به آنچه در کلاس آموزش داده می‌شود، توجه بیشتری کنند و در هنگام انجام تکالیف مدرسه تمرکز بهتری داشته باشند، در نتیجه فرآیند یادگیری تسهیل می‌شود. از سوی دیگر، ظرفیت حافظه کاری بهبود یافته بر کاربرد مهارت‌هایی که به تازگی آموخته شده‌اند، تأثیر می‌گذارد (سادرکوئیست و ناتلی، ۲۰۱۵). بنابراین، توجه به حافظه کاری به عنوان یک مهارت زیربنایی در یادگیری ریاضیات می‌تواند رویکردی مؤثر در درمان اختلال یادگیری ریاضی باشد. ارزیابی دقیق حافظه کاری در سال‌های ابتدایی ورود کودکان به مدرسه امری ضروری است که می‌تواند سبب شناسایی به موقع کودکان در معرض خطر اختلالات یادگیری، طراحی و اجرای مداخلات زودهنگام جهت پیشگیری از اختلالات یادگیری آنها و همچنین مانع از برچسب‌زنی بیشتر به چنین دانش‌آموزانی شود. لذا پیشنهاد می‌شود ارزیابی حافظه کاری، به‌عنوان یک مؤلفه تأثیرگذار بر یادگیری کودکان در سنجش‌های پیش از ورود به

- Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 181-203. <http://dx.doi.org/10.1348/000709907x209854>
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliot, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2), 606-621. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01282.x.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255 (5044), 556-559. doi: 10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Bangirana, P., Allebeck, P., Boivin, M., John, C., Page, C., Ehnvall, A., & Musisi, S. (2011). Cognition, behavior and academic skills after cognitive rehabilitation in Ugandan children surviving severe malaria: a randomized trial. *BMC Neurology*, 11 (96), 1-8. doi: 10.1186/1471-2377-11-96.
- Bangirana, P., Giordani, B., John, C., Page, C., Opoka, R. O., & Boivin, M. J. (2010). Immediate neuropsychological and behavioral benefits of computerized cognitive rehabilitation in Ugandan pediatric cerebral malaria survivors. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 30(4), 310-318. doi: 10.1097/DBP.0b013e3181b0f01b.
- Bartelet, D., Ansary, D., Vaessen, A., Blomert, I. (2014). Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties in primary education. *Research in Developmental Disabilities*, 35(3), 657-670. doi: 10.1016/j.ridd.2013.12.010.
- Bergman-Nutley, S., Klingberg, T. (2014). Effect of working memory training on working memory, arithmetic and following instructions. *Psychological Research*, 78(6), 869-877. doi: 10.1007/s00426-014-0614-0.
- Ching, B. H. H., & Nunes, T. (2016). The importance of additive reasoning in children's mathematical achievement: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 109(4), 477-508. doi:10.1037/edu0000154
- Connolly, A. J. (1988). *Keymath: A Diagnostic Inventory of Essential Mathematics (form A and B)*. USA: Guidance Service, Inc.
- Dehn, M. J. (2008). *Working Memory and Academic Learning: Assessment and Intervention*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- De Hevia, M. D., Vallar, G., & Girelli, L. (2008). Visualizing numbers in the mind's eye: The role of visuo-spatial processes in numerical abilities. *Neuroscience and Biobehavioural Reviews*, 32 (8), 1361-1372. doi:10.1016/j.neubiorev.2008.05.015
- خدای، ن.، عابدی، ا.، و آتش‌پور، ح. (۱۳۹۰). تأثیر آموزش حافظه فعال و فراشناخت بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دختر ناتوان در یادگیری ریاضی. *دانش و پژوهش در روانشناسی کاربردی*، ۱۲ (۱): ۴۵-۵۳.
- سادوک، ب.، سادوک و.، و روئیز، پ. (۱۳۹۵). *خلاصه روانپزشکی*. (مترجم: فرزین رضاعی). تهران: انتشارات ارجمند.
- سلیمانی، ا. (۱۳۹۴). مقایسه عملکرد دانش‌آموزان با و بدون اختلال یادگیری ریاضی در آزمون برج لندن و مقیاس عملکرد پیوسته. *فصلنامه علمی-پژوهشی ناتوانی‌های یادگیری*، ۴ (۳): ۷۳-۵۶.
- محمداسماعیل، ا.، و هومن، ح. (۱۳۸۱). *انطباقی و هنجاریابی آزمون ریاضیات ایران کی مت*. تهران: سازمان آموزش و پرورش استثنایی کشور.
- محمداسماعیل، ا.، و علی‌پور، ا. (۱۳۸۰). *بررسی اعتبار، روایی و تعیین نقاط برش اختلال‌های پرسشنامه علائم مرضی کودکان (CSI-4) بر روی دانش‌آموزان ۱۴-۶ ساله مدارس ابتدایی و راهنمایی شهر تهران*. تهران: پژوهشکده کودکان استثنایی سازمان آموزش و پرورش استثنایی کشور.
- نجاتی، و. (۱۳۹۲). ارتباط بین کارکردهای اجرایی مغز با تصمیم‌گیری پرخطر دانشجویان. *مجله تحقیقات علوم رفتاری*، ۱۱ (۴): ۲۷۸-۲۷۰.
- نجازادگان، م.، نجاتی، و.، امیری، ن.، و شریفیان، م. (۱۳۹۴). بررسی اثر توانبخشی شناختی بر عملکردهای اجرایی (توجه و حافظه کاری) در کودکان مبتلا به نقص توجه و بیش‌فعالی. *فصلنامه علمی-پژوهشی طب توانبخشی*، ۴ (۲): ۱۰۸-۹۷.
- De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2009). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(4), 469-479. doi: 10.1016/j.jecp.2009.01.010.
- Dumontheil, I., & Klingberg, T. (2012). Brain activity during a visuo-spatial working memory task predicts arithmetical performance 2 years later. *Cerebral Cortex*, 22, 1078-1085. doi:10.1093/cercor/bhr175
- Dunning, D. L., Holmes, J., Gathercole, S. E. (2013). Does working memory training lead to generalized improvements in children with low working memory? A randomized controlled trial. *Developmental Science*, 16 (6), 915-925. doi: 10.1111/desc.12068.
- Flanagan, D. P., Alfonso, V. C. (2011). *Essentials of Specific Learning Disability Identification*. Canada: John Wiley & Sons
- Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000b). Working memory deficits in children with low achievements in the National Curriculum at seven years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70 (2), 177-194. doi: 10.1348/000709900158047.

- Geary, D. C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 32(3), 250–263. doi: 10.1097/DBP.0b013e318209edef.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78(4), 1343–1359. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293-304. doi:10.1177/00222194050380040301
- Gropper, R. J., Gotlieb, H., Kronitz, R., Tannock, R. (2014). Working Memory Training in College Students with ADHD or LD. *Journal of Attention Disorders*, 18(4) 331–345. doi: 10.1177/1087054713516490.
- Grube, D., & Barth, U. (2004). Arithmetic achievement in elementary school children: The role of working memory and knowledge of basic facts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 18(3-4), 245-248. doi: 10.1024/1010-0652.18.4.245
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26(3), 339-366. <https://doi.org/10.1080/01443410500341056>
- 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. doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x.
- Hughes, M. (1986). *Children and number: Difficulties in learning mathematics*. Oxford: Blackwell.
- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2007). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(4), 284–309. doi:10.1016/j.jecp.2006.09.001
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74(3), 834–850.
- Kroesbergen, E.H., van't Noordende J.E., & Kolkman, M.E. (2014). Training working memory in kindergarten children: effects on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychology*, 20(1), 23-37. doi: 10.1080/09297049.2012.736483.
- Kuhn, J., Holling, H. (2014). Number sense or working memory? The effect of two computer-based trainings on mathematical skills in elementary school. *Advances in Cognitive research Article Psychology*, 10(2), 59-67. doi: 10.5709/acp-0157-2
- Lee, K. M., & Kang, S. Y. (2002). Arithmetic operation and working memory: Differential suppression in dual tasks. *Cognition*, 83(3), 63-68. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(02\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(02)00010-0)
- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1–6. *Developmental Science*, 17(5), 714-726. doi: 10.1111/desc.12152
- Mawjee K, Woltering S, Tannock R (2015) Working Memory Training in Post-Secondary Students with ADHD: A Randomized Controlled Study. *PLoS ONE*, 10(9) 1-21. doi:10.1371/journal.pone.0137173
- Menon, V. (2016). Working memory in children's math learning and its disruption in dyscalculia. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.014>
- Metcalfe, A. W. S., Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M., & Menon, V. (2013). Fractionating the neural correlates of individual working memory components underlying arithmetic problem solving skills in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 6, 162-175. doi:10.1016/j.dcn.2013.10.001
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88 (4), 348–367. doi:10.1016/j.jecp.2004.04.002
- Rode, C., Robson, R., Purviance, A., Geary, D.C., & Mayr, U. (2014). Is Working Memory Training Effective? A Study in a School Setting. *PLoS ONE*, 9(8), 1-8. doi: 10.1371/journal.pone.0104796
- Sandford, J.A. (2007). *Captain's Log Computerized Cognitive Training System*. Richmond, VA: Brain Train.
- Söderqvist, S., Nutley, S. B. (2015). Working Memory Training is Associated with Long Term Attainments in Math and Reading. *Front. Psychol.* 6 (1711) 1-9. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01711.
- Swanson, L., & Kim, K. (2006). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence*, 35(2), 151–168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2006.07.001>.

- Trbovich, P.L., & LeFevre, J.-A. (2003). Phonological and visual working memory in mental addition. *Memory & Cognition*, 31(5), 738-745. doi: 10.3758/BF03196112
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J.E. (2015). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory and Cognition*, 43(3), 367-378. doi: 10.3758/s13421-014-0480-4.
- Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 100-119. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x
- Witt, M. (2011). School based working memory training: Preliminary finding of improvement in children's mathematical performance. *Advances in Cognitive Psychology*, 7, 7-15. doi: 10.2478/v10053-008-0083-3.

