

اثربخشی برنامه‌ی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی

علی‌اکبر ارجمندنیا^۱، علی شریفی^۲ و رضا رستمی^۳

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی است. گروه نمونه در پژوهش حاضر ۲۴ دانش‌آموز مشغول به تحصیل در پایه‌های سوم و چهارم ابتدائی بودند که به صورت غیر تصادفی (نمونه‌گیری در دسترس) از مناطق ۱ و ۳ شهر تهران انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. به منظور تشخیص اختلال ریاضی از آزمون تشخیصی ایران کی-مت و جهت کنترل هوش از مقیاس تجدیدنظر شده هوشی و کسلر برای کودکان (WISC-R) استفاده شد. پس از تشخیص مشکلات ریاضی گروه آزمایش طی ۲۵ جلسه ۵۰ تا ۶۰ دقیقه‌ای به مدت شش هفته در برنامه مداخله‌ای تحت عنوان brain ware safari شرکت کردند. عملکرد دانش‌آموزان در حافظه‌ی فعال در پیش آزمون و پس از ارائه‌ی مداخله، در پس آزمون با استفاده از مجموعه‌ی آزمون حافظه‌ی فعال برای کودکان (WMTB-C) مورد ارزیابی قرار گرفت. به طور کلی نتایج پژوهش حاکی از آن است که مداخله رایانه‌ای شناختی تأثیر معناداری بر روی ارتقای عملکرد حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی هم در نمره کل و هم در خرده مقیاس‌های آزمون (حافظه مازها، مکعب‌های رو به جلو و رو به عقب) داشته است.

واژه‌های کلیدی: تمرین رایانه‌ای شناختی، حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی، مشکلات ریاضی

۱. نویسنده‌ی رابط: استادیار گروه روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه تهران

(arjmandnia@ut.ac.ir)

۲. کارشناس ارشد روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، دانشگاه تهران

۳. استادیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۲/۱۵

مقدمه

امروزه حافظه‌ی فعال به‌عنوان یکی از موضوعات مهم در علوم اعصاب مورد توجه قرار گرفته و توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود معطوف کرده است (شیران و برتینتز^۱، ۲۰۱۱؛ نقل از داهلین^۲، ۲۰۱۳). از این رو پژوهش‌های اخیر تمرکز بیش‌تری بر روی حافظه‌ی فعال به‌عنوان یکی از سازه‌های حافظه داشته (بدلی^۳، ۲۰۰۳) و تعریف‌های متعددی از حافظه‌ی فعال ارائه داده‌اند. برای مثال، حافظه‌ی فعال به کاربرد مقطعی اطلاعات ذخیره‌شده در عملکرد فوق‌العاده پیچیده تکالیف شناختی اشاره دارد (هولمز و مکینزی^۴، ۱۹۹۲). بدلی (۱۹۹۲) حافظه‌ی فعال را به‌عنوان نظام جامعی که خرده‌نظام‌ها و عملکردهای حافظه کوتاه مدت و بلندمدت را به هم متصل می‌سازد در نظر گرفته، حافظه‌ی فعال را به چهار بخش (۱) مجری مرکزی^۵ (۲) حلقه‌ی واج‌شناختی^۶ (۳) صفحه‌ی دیداری-فضایی^۷ (۴) انباره رویدادی^۸ تقسیم می‌کند (بدلی، ۲۰۰۷). در این میان، صفحه‌ی دیداری-فضایی یکی از اجزای مدل چند جزئی است که بر روی اشیاء و محرک‌ها با ویژگی‌های دیداری و فضایی متمرکز می‌شود (بدلی، ۲۰۰۷). صفحه دیداری-فضایی می‌تواند قسمتی از ذخیره‌سازی منفعل دیداری و یا قسمتی از فرایند کنترل فضایی بسیار فعال باشد. گدرکول، الوای، ویلیس و آدامز^۹ (۲۰۰۴) و رادکین، پیرسون و لوجی^{۱۰} (۲۰۰۷) بیان می‌کنند که حافظه‌ی فعال یکی از مؤثرترین عوامل در یادگیری ریاضیات و همچنین خواندن می‌باشد.

1. Shiran & Breznitz
2. dahlin
3. Baddely
4. Hulms & Mackenzie
5. Central executive
6. Phonological loop
7. Visual spatial sketchpad
8. Episodic buffer
9. Cathercole, Alloway, Willis & Adams
10. Rudkin, Pearson & Logie

در همین زمینه پژوهش‌های اخیر در زمینه‌ی حافظه نشان داده‌اند که کودکان دارای اختلالات یادگیری عملکرد ضعیف‌تری در حافظه‌ی فعال نسبت به کودکان عادی نشان می‌دهند (هاپر، شوارتز، ویکلی، کرویف و مونتگومری^۱، ۲۰۰۲؛ جفریس و اورت^۲، ۲۰۰۴) همچنین بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از این است که حافظه‌ی فعال نقش مهمی در حل مسائل ریاضی بازی می‌کند (راقبار، بارنس و هیچ^۳، ۲۰۱۰) و در تأیید یافته‌های پژوهشی مبنی بر ارتباط بین حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی و عملکرد دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی می‌توان به پژوهش‌های کورکمن و پسونن (۱۹۹۴)؛ کورکمن و هاکینن-ریهو^۴ (۲۰۱۰)؛ هانلی^۵ (۲۰۰۵)؛ سوانسون و جرمن^۶ (۲۰۰۶) و راسل و نوئل (۲۰۰۷) اشاره کرد که نشان داده‌اند کودکان با ناتوانی در ریاضی در حافظه‌ی فعال، حافظه‌ی اسامی، چهره‌ها و به ویژه حافظه‌ی دیداری-فضایی و بلندمدت عملکرد پایین‌تری نسبت به دانش‌آموزان عادی دارند. همچنین پژوهشگران نشان داده‌اند که دانش‌آموزان با حافظه‌ی فعال بالا در مقایسه با دانش‌آموزان با حافظه‌ی فعال پایین به طور معناداری عملکرد بهتری در تکالیف ریاضی در مقاطع مختلف تحصیلی از خود نشان داده‌اند (داهلین^۷، ۲۰۱۳؛ ویت^۸، ۲۰۱۱، هولمز و همکاران، ۲۰۰۹) و ناتوانی در خواندن، نوشتن و ریاضیات در بسیاری از موارد متأثر از نقص در حافظه است (سوانسون و سیگل^۹، ۲۰۰۱). همچنین به صورت روشن‌تر دی آمیکو و گوآرنرا^{۱۰} (۲۰۰۵) بیان کرده‌اند که حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی به مثابه‌ی یک تخته‌سیاه ذهنی در تکالیف ریاضی عمل می‌کند و به این ترتیب رابطه‌ی نزدیکی با توانایی‌های ریاضی دارد. با توجه به این

1. Hooper, Swartz, Wakely, Kruif & Montgomery
2. Jeffries & Everatt
3. Raghubar, Barnes & Hecht
4. Hakkinen-Rihu
5. Hanly
6. Swanson & Jerman
7. Dahlin
8. Witt
9. Swanson & Siegel
10. D'Amico & Guarnera

یافته‌ها این‌گونه استنباط می‌شود که دانش‌آموزان با مشکلات یادگیری در زمینه‌ی حافظه‌ی فعال عملکرد بسیار ضعیف‌تری نسبت به دانش‌آموزان عادی دارند (داهلین، ۲۰۱۳؛ ویت، ۲۰۱۱؛ سوانسون و جرمن، ۲۰۰۶؛ راسل مانتوت، پینتو و آردیلا^۱، ۲۰۰۶؛ مابوت و بیزانس^۲، ۲۰۰۸؛ کورکمن و همکاران، ۲۰۱۰؛ سوانسون و سیگل، ۲۰۰۱؛ عابدی جبل عاملی و هادی پور، ۱۳۹۰؛ غفوری، ۱۳۹۱) و به ویژه دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی اختصاصاً دچار ضعف در حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی هستند (دی آمیکو و گوآرنرا، ۲۰۰۵؛ گری، همسون و هوراد، ۲۰۰۰؛ سوانسون، گری، ۲۰۱۰؛ کوچران و اویرس^۳، ۱۹۹۰) و غفوری (۱۳۹۱) نیز در پژوهش خود همبستگی معناداری را بین ضعف در حافظه‌ی فعال و عملکرد ضعیف در ریاضیات به ویژه حیطه عملیات گزارش کرده است.

از دیگر سو با توجه به یافته‌های پژوهشی مبنی بر انعطاف‌پذیری حافظه‌ی فعال و قابلیت ارتقاء و بهبود عملکرد آن (کلینبرگ، فرسبرگ و ستربرگ^۴، ۲۰۰۲؛ تورل، لندکویست، برگمن، بوهلین^۵ و گلینبرگ، ۲۰۰۸) برنامه‌های متعدد و متنوعی در زمینه‌ی ارتقای مهارت‌های شناختی از جمله حافظه‌ی فعال در قالب‌های گوناگون طراحی شده است. از جمله پرکاربردترین و محبوب‌ترین این برنامه‌ها برنامه‌های رایانه‌ای شناختی است. در این زمینه نیز بسیاری از پژوهشگران اثربخشی این گونه تمرین‌های رایانه‌ای را مورد بررسی قرار داده‌اند. برای مثال پیکرینگ و چاب^۶ (۲۰۰۵)؛ پیکرینگ (۲۰۰۶) تأثیر استفاده از فناوری و نرم‌افزارهای آموزشی را بر بهبود عملکرد حافظه و بریانت، بریانت و راسکیند^۷ (۱۹۹۸) تأثیر این برنامه‌ها را بر روی دانش‌آموزان دارای اختلالات یادگیری مورد تأیید قرار داده‌اند. همچنین در تحقیقاتی که لوزلی، باشکوهل، پرینگ و

1. Matute, Pinto & Ardila
2. Mabbott & Bisanz
3. Cochran & Ewers
4. Klingberg, Forsberg & Westerberg
5. Thorell, Lindqvist, Bergman & Bohlin
6. Chubb
7. Bryant, Bryant & Raskind

جائگی^۱ (۲۰۱۱) انجام داده‌اند، تنها با ۲ هفته تمرین اختصاصی در تکالیف شناختی و حافظه‌ی فعال، تفاوت معناداری بین عملکرد کودکان با مشکلات رشدی و کودکان گروه کنترل در حافظه‌ی فعال و عملکرد خواندن مشاهده گردید. همچنین داهلین (۲۰۱۳) تأثیر تمرین حافظه‌ی فعال را بر بهبود عملکرد حافظه‌ی فعال و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان با مشکلات یادگیری مورد تأیید قرار داده است. با وجود این پژوهش‌های اندکی اثربخشی این گونه برنامه‌ها را بر روی کودکان با مشکلات ریاضی مورد بررسی قرار داده‌اند و یا این که پژوهش‌های انجام شده به طور کلی بر روی حافظه‌ی فعال انجام گرفته است و نه به صورت اختصاصی بر روی حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی (برای مثال خدای، عابدی و آتش‌پور، ۱۳۹۰) با توجه به پژوهش‌های ذکر شده مبنی بر عملکرد ضعیف حافظه‌ی فعال در دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی (داهلین، ۲۰۱۳؛ ویت، ۲۰۱۱؛ غفوری، ۱۳۹۱) به نظر می‌رسد که تمرین‌های حافظه‌ی فعال موجب افزایش فراخنای حافظه و سرعت پردازش در حافظه‌ی فعال می‌شود در نتیجه موجب بهبود عملکرد حافظه‌ی فعال کودکان با مشکلات ریاضی شده و نهایتاً بهبود عملکرد تحصیلی آن‌ها را به ویژه در ریاضیات به دنبال خواهد داشت. بنابراین با توجه به اهمیتی که حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی در زمینه پیشرفت تحصیلی و به ویژه عملکرد در ریاضیات دارد، اثربخشی برنامه‌های رایانه‌ای در بهبود عملکرد حافظه، بررسی اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی ضروری به نظر می‌رسد.

روش

روش تحقیق در پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بوده، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل کواریانس تک متغیره و چند متغیره استفاده شد. تمرین رایانه‌ای شناختی تحت عنوان brain ware safari به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد حافظه‌ی فعال به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. هوش (دامنه‌ی هوشی ۸۵-۱۲۰) و پایه

1. Loosli, Buschkuehl, Perrig & Jaeggi

تحصیلی (پایه‌ی سوم و چهارم ابتدائی) نیز به‌عنوان متغیر کنترل مورد توجه قرار گرفت. همچنین به منظور تشخیص مشکلات ریاضی از کلیه شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر آزمون ریاضی ایران کی-مت به عمل آمد و دانش‌آموزانی که نمرات آن‌ها در آزمون ایران کی-مت دو انحراف استاندارد و بیش‌تر، پایین‌تر از میانگین آزمون (میانگین ۱۰۰ و انحراف استاندارد ۱۵) قرار داشتند به‌عنوان گروه نمونه انتخاب شدند.

جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری: جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر شامل کلیه‌ی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی پایه‌ی سوم و چهارم ابتدائی منطقه‌ی ۳ و ۱ شهر تهران است و گروه نمونه شامل ۲۴ نفر از این دانش‌آموزان هستند که به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس از مدارس ابتدائی مناطق فوق انتخاب شده‌اند و به‌صورت تصادفی به دو گروه آزمایش (۱۲) و کنترل (۱۲) تقسیم شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزارهای زیر استفاده شده است:

آزمون تشخیصی ایران کی‌مت^۱: این آزمون در سال ۱۹۷۶ توسط کورنولی، ناچی‌من و پریچت^۲ به منظور شناسایی دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی طراحی و تهیه شده است و برای دانش‌آموزان ۶ تا ۱۱ سال کاربرد دارد. این آزمون کاربرد فراوانی در شناسایی دانش‌آموزان با نارسایی ویژه یادگیری ریاضی، تعیین نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان در حوزه‌های مختلف ریاضی، نشان دادن اثرات آموزش ریاضی در یک برنامه ترمیمی، سنجش آمادگی دانش‌آموزان برای آغاز آموزش دروس ریاضی و ارائه اطلاعات به معلمان به منظور برنامه‌ریزی و ارزشیابی از برنامه‌های آموزشی دارد (کورنولی، ۱۹۸۸). اعتبار این آزمون با استفاده از روش آلفای کرونباخ برآورد و میزان آن در پنج پایه بین ۰/۸۴-۰/۸۰ گزارش شده است (هومن و محمد اسماعیل، ۱۳۸۱).

1. Iran Key Math Diagnostic Test
2. Cornoli, Natchman & Pritchett

مجموعه آزمون حافظه‌ی فعال کودکان (WMTB-C¹): این مجموعه آزمون توسط

سوزان پیکرینگ و سوزان گدرکول در سال ۲۰۰۱ به منظور سنجش حافظه‌ی فعال افراد ۵ تا ۱۵ ساله بر اساس مدل سه مؤلفه‌ای حافظه‌ی فعال بدلی و هیچ طراحی شده است. این آزمون حیطه‌های مختلف مؤلفه‌ی سه گانه حافظه‌ی فعال شامل مجری مرکزی، حلقه واج شناختی و صفحه دیداری-فضایی را مورد بررسی قرار می‌دهد. (پیکرینگ و گدرکول ۲۰۰۱؛ به نقل از ارجمند نیا، ۱۳۸۸). قابلیت اعتماد^۲ این آزمون در دو موقعیت که بافاصله دو هفته‌ای مورد آزمون قرار گرفتند محاسبه شده و ضرایب قابلیت اعتماد با این روش از ۰/۴۵ تا ۰/۸۳ به دست آمده است. (اکانر، اسپنسر و پاتن، ۲۰۰۳؛ به نقل از ارجمند نیا، ۱۳۸۸). همچنین الوی، گدرکول و پیکرینگ (۲۰۰۶) پایایی این آزمون را با روش آزمون-باز آزمون برای کودکان ۴/۵ تا ۱۱/۵ سال، ۰/۸۳ گزارش نموده‌اند.

آزمون هوش و کسلر تجدیدنظر شده: این مقیاس در سال ۱۹۴۹ تهیه شد و در سال‌های

۱۹۷۴ و ۱۹۸۶ مورد تجدیدنظر قرار گرفت، که مشتمل بر ۱۲ خرده آزمون است و به صورت فردی اجرا می‌شود. این آزمون سه نمره‌ی هوش بهره ارائه می‌دهد: (۱) هوش بهره کلامی، (۲) هوش بهره غیر کلامی و (۳) هوش بهره کلی. پایایی و روایی این آزمون توسط شهیم (۱۳۸۵) محاسبه شده، که میانه ضرایب پایایی ۰/۷۳ و ضرایب همبستگی بین هوش بهره‌های کلامی، غیر کلامی و کلی به ترتیب ۰/۸۴، ۰/۷۴ و ۰/۸۵ به دست آمده است.

روش اجرا: برنامه Brain Ware Safari یک برنامه‌ی تمرین رایانه‌ای^۳ جهت رشد

مهارت‌های شناختی در قالب یک بازی ویدیویی است که برای کودکان ۶ تا ۱۵ سال در سال ۲۰۰۵ توسط شرکت ارتقای یادگیری^۴ در ایالت ایلینوی آمریکا، طراحی شده است و هدف آن رشد جامع ۴۱ مهارت شناختی است که شامل حوزه‌های اصلی، پردازش دیداری، پردازش

1. Working Memory Test Battery for Children
2. Reliability
3. Computerized Cognitive Training
4. Learning Enhancement Corporation

شنیداری، حافظه، توجه، یک پارچگی حسی و توانایی تفکر می‌باشد. پس زمینه این برنامه بر اساس تصاویر جنگل‌های انبوه، قالب‌بندی شده است که شامل ۲۰ تمرین برای رشد مهارت‌های مختلف شناختی می‌باشد. هر تمرین برای توانمندسازی یک مهارت شناختی مشخص تدوین شده است. در ضمن رشد مهارت‌ها تا آن‌جا ادامه می‌یابد که این مهارت‌ها در فرد به طور خودکار عمل کند (هلمز و سواتل^۱، ۲۰۰۷). در پژوهش حاضر ۶ مورد از مجموع ۲۰ مورد تمرین‌های رایانه‌ای شناختی Brain ware safari که به طور اختصاصی متمرکز بر آموزش حافظه‌ی فعال است انتخاب و طی ۶ هفته و هر هفته ۴ جلسه و در جلسات ۴۵ تا ۶۰ دقیقه‌ای به صورت انفرادی به هر دانش‌آموز ارائه شد.

نتایج

جدول ۱. یافته‌های توصیفی گروه کنترل و آزمایش بر اساس سن و نمره هوش

ویژگی	گروه	N	M	SD	خطای استاندارد میانگین	کمینه	بیشینه
سن	آزمایشی	۱۲	۹/۶۶	۰/۴۹	۰/۱۴	۹	۱۱
	کنترل	۱۲	۹/۵۸	۰/۵۱	۰/۱۴	۹	۱۰
هوش	آزمایشی	۱۲	۹۷	۱۰/۰۵	۲/۲۳	۸۹	۱۱۹
	کنترل	۱۲	۹۴	۹/۰۲	۲/۱۱	۸۷	۱۱۴

جدول ۱ نشان دهنده‌ی یافته‌های توصیفی گروه کنترل و آزمایش شامل تعداد شرکت کنندگان در گروه کنترل و آزمایش، میانگین سنی و هوشی و همچنین انحراف استاندارد، خطای استاندارد، میانگین، کمینه و بیشینه سن و هوش دو گروه کنترل و آزمایش است.

1. Helms & Sawtelle

جدول ۲. یافته‌های توصیفی آزمون حافظه‌ی فعال دیداری - فضایی کودکان به تفکیک خرده مقیاس‌ها

خرده مقیاس	گروه	مرحله	M	SD	خطای استاندارد میانگین	کمینه	بیشینه
یادآوری مستقیم مکعب‌ها	آزمایشی	پیش آزمون	۲۰/۵۰	۳/۳۹	۰/۹۸	۱۲	۲۶
		پس آزمون	۲۵/۳۳	۴/۲۴	۱/۲۲	۱۶	۳۳
یادآوری معکوس مکعب‌ها	کنترل	پیش آزمون	۲۱/۰۰	۳/۱۶	۰/۹۱	۱۵	۲۵
		پس آزمون	۲۱/۱۶	۳/۳۵	۰/۹۶	۱۶	۲۶
یادآوری معکوس مکعب‌ها	آزمایشی	پیش آزمون	۱۶/۵۸	۳/۱۳	۰/۹۵	۱۱	۲۳
		پس آزمون	۲۱/۴۱	۴/۱۲	۱/۱۸	۱۵	۲۸
حافظه مازها	کنترل	پیش آزمون	۱۲/۲۵	۲/۶۶	۰/۷۶	۱۰	۱۷
		پس آزمون	۱۲/۶۶	۳/۸۲	۱/۱۰	۹	۱۹
نمره کلی آزمون دیداری فضایی	آزمایشی	پیش آزمون	۱۱/۳۳	۳/۲۸	۰/۹۴	۷	۱۹
		پس آزمون	۱۶/۲۵	۳/۰۱	۰/۸۷	۱۲	۲۱
تفکیک گروه کنترل و آزمایشی	کنترل	پیش آزمون	۱۰/۸۳	۳/۴۸	۱/۰۰	۵	۱۹
		پس آزمون	۱۱/۸۳	۳/۰۹	۰/۸۹	۶	۱۷
خطای استاندارد میانگین	آزمایشی	پیش آزمون	۴۸/۴۱	۶/۲۷	۱/۸۱	۳۶	۵۹
		پس آزمون	۶۳/۰۰	۷/۹۸	۲/۳۰	۵۰	۸۰
خطای استاندارد میانگین	کنترل	پیش آزمون	۴۴/۰۸	۷/۳۰	۲/۱۰	۳۰	۵۵
		پس آزمون	۴۵/۶۶	۸/۱۵	۲/۳۵	۳۳	۶۰

جدول ۲ شامل یافته‌های توصیفی آزمون حافظه‌ی فعال دیداری - فضایی دانش‌آموزان به تفکیک گروه کنترل و آزمایشی می‌باشد. میانگین، انحراف استاندارد، خطای استاندارد میانگین، کمینه و بیشینه نمرات آزمون حافظه‌ی فعال به تفکیک خرده مقیاس‌ها برای هر یک از گروه‌های آزمایشی و کنترل در جدول ۲ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود میانگین نمرات

آزمودنی‌های گروه آزمایش در خرده مقیاس‌های آزمون حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی و همچنین نمره‌ی کل آزمون پس از مداخله افزایش یافته است

به منظور تحلیل داده‌های پژوهش حاضر، تحلیل کواریانس تک متغیره و چند متغیره مورد استفاده قرار گرفت. به منظور استفاده از تحلیل کواریانس ابتدا مفروضه‌های آن مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به برقراری مفروضه‌های تحلیل کواریانس (همسانی واریانس‌ها، شیب خط رگرسیون و نرمال بودن توزیع) استفاده از تحلیل کواریانس برای داده‌های حاصل از اجرای مجموعه آزمون حافظه‌ی فعال برای کودکان بلامانع است.

جدول ۳. یافته‌های آزمون تحلیل کواریانس تک متغیری برای آزمون حافظه‌ی فعال کودکان

مقیاس‌ها	نوع سوم مجموع	df	F	P	Eta
پیش آزمون	۱۱۶۳/۵۷	۱	۹۰/۸۰	۰/۰۰	۰/۸۱
گروه	۸۷۲/۱۰	۱	۶۸/۰۵	۰/۰۰	۰/۷۶
خطا	۲۶۹/۰۹	۲۱	۱۲/۸۱		

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود به منظور بررسی میزان اثربخشی برنامه‌ی مداخله بر حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی تحلیل کواریانس تک متغیره مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که گروه آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل، پس از شرکت در مداخله، در نمره کلی آزمون حافظه‌ی فعال دیداری فضایی از نظر آماری تفاوت معناداری داشته است ($\eta P2=0/76$, $P=0/00$, $F=68/05$, $df=1$) و اندازه‌ی اثر^۱ فوق ($\eta P2=0/76$)، مطابق مطالعه‌ی کرک^۲ (۱۹۸۲؛ به نقل از بکر^۳، ۲۰۱۲)، بزرگ است. همچنین توان آزمون نیز برابر با ۱/۰۰ به دست آمد که نشان از توان بالای آزمون دارد.

1. Effect Size
2. Kirk
3. Becker

همچنین به منظور بررسی اثربخشی برنامه‌ی مداخله بر روی حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی به تفکیک خرده مقیاس‌های آزمون حافظه از تحلیل کواریانس چند متغیره استفاده شد. در ابتدا پیش فرض آزمون نتایج تحلیل کواریانس چند متغیره یعنی آزمون ام باکس^۱ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون ام باکس حاکی از آن است که آزمون فرضیه صفر مربوط به عدم تفاوت ماتریس‌های کواریانس در آزمون حافظه‌ی فعال دیداری فضایی در دو گروه، بیانگر پذیرش فرضیه صفر مبنی بر همسانی ماتریس‌های کواریانس است ($F=0.73, p=0.620$) و در نتیجه این پیش شرط برقرار است. همچنین معنادار شدن آزمون‌های چند متغیره لامبدا^۲، اثر هاتلینگ^۳، بزرگ‌ترین ریشه اختصاصی روی^۴ و اثربیلایی^۵ ($F=15.44, p=0.001$) موید این موضوع است که تفاوت معناداری حداقل در یکی از خرده مقیاس‌های آزمون حافظه‌ی فعال ایجاد شده است. از این رو هر یک از خرده آزمون‌های آزمون حافظه‌ی فعال مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۵ یافته‌های آزمون تحلیل کواریانس بین گروهی پس از حذف اثر پیش آزمون به تفکیک خرده

مقیاس‌ها						
توان آزمون	Eta	P	F	df	SS	مقیاس‌ها
۰/۹۹	۰/۵۲	۰/۰۰۱	۲۰/۵۸	۱	۵۴/۳۸	یادآوری مستقیم مکعب‌ها
۰/۹۳	۰/۴۱	۰/۰۰۲	۱۳/۳۹	۱	۴۹/۵۱	یادآوری معکوس مکعب‌ها
۰/۷۸	۰/۳۰	۰/۰۱۰	۸/۲۸	۱	۲۲/۷۰	حافظه مازها

انجام آزمون اثر بین گروهی حاکی از آن است که گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل، در هر سه خرده مقیاس تفاوت معناداری ($p \leq 0.01$) را نشان می‌دهد (جدول ۵). به عبارتی پس از

1. Box Test of Equality of Covariance Matrices
2. Wilk's Lambda
3. Hotelling's Trace
4. Roy's Largest Root
5. Pillai's Trace

حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری از نظر آماری در سه خرده مقیاس نسبت به پیش آزمون ایجاد شده است. این یافته گویای این است که گروه آزمایشی پس از مداخله، در مقایسه با گروه کنترل، نه تنها از لحاظ آماری تفاوت معناداری را نشان داده است، بلکه در هر سه خرده مقیاس، اندازه‌ی اثر به دست آمده نشان‌دهنده‌ی اثربخشی نسبتاً بزرگ مداخله بر روی عملکرد دانش‌آموزان در خرده مقیاس‌های آزمون حافظه‌ی فعال است. به عبارتی اندازه‌ی اثر برای خرده مقیاس یادآوری مستقیم مکعب‌ها برابر با ۰/۵۲ برای یادآوری معکوس مکعب‌ها ۰/۴۱ و برای حافظه مازها برابر با ۰/۳۰ می‌باشد که مطابق مطالعه‌ی کرک (۱۹۸۲؛ به نقل از بکر، ۲۰۱۲)، این اندازه اثر در هر سه خرده آزمون نشان‌دهنده‌ی اندازه‌ی اثر بزرگ و اثربخشی برنامه مداخله است. همچنین توان مشاهده شده برای یادآوری مستقیم مکعب‌ها معادل ۰/۹۹، برای یادآوری معکوس مکعب‌ها ۰/۹۳ و برای حافظه‌ی مازها برابر با ۰/۷۸ نشان از شدت تأثیر برنامه‌ی مداخله بر عملکرد کودکان در آزمون حافظه‌ی فعال است.

بحث و نتیجه‌گیری

به منظور بررسی تأثیر آموزش حافظه‌ی فعال بر بهبود عملکرد حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی روش تحلیل کواریانس تک متغیری مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحلیل نشان داد که پس از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری ($P < 0/05$) در عملکرد حافظه‌ی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی قبل و بعد از آموزش در گروه آزمایشی نسبت به گروه کنترل در عملکرد حافظه‌ی فعال مشاهده شد. به عبارتی، دانش‌آموزان گروه آزمایش بعد از دریافت مداخله‌ی آموزشی نمرات بالاتری را در نمره‌ی کل آزمون حافظه‌ی فعال نسبت به گروه کنترل کسب کردند که این نشان‌دهنده‌ی عملکرد بهتر گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل پس از ارائه‌ی برنامه‌ی مداخله است. همچنین نتایج حاصل از تحلیل کواریانس چند متغیری به منظور بررسی خرده آزمون‌های آزمون حافظه‌ی فعال حاکی از این بود که پس از حذف اثر پیش آزمون، تفاوت معنادار ($p < 0/05$) در اثر ارائه‌ی برنامه مداخله در گروه آزمایش

نسبت به گروه کنترل در هر سه خرده آزمون حافظه مکعب مستقیم، معکوس و حافظه مازها ایجاد شده است و اندازه اثر به دست آمده نیز برای هر سه خرده آزمون تقریباً بزرگ است. این یافته‌ها در زمینه اثربخشی آموزش رایانه‌ای شناختی بر بهبود عملکرد حافظه با یافته‌های سایر پژوهشگران در زمینه اثربخشی آموزش حافظه‌ی فعال همسو است (الوی، بیبل و لوا، ۲۰۱۳؛ داهلین، ۲۰۱۳؛ ویت، ۲۰۱۱؛ رادکین و همکاران، ۲۰۰۷؛ هولمز و همکاران، ۲۰۰۹؛ کلینگرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ بکمن و ترویدسون^۲، ۲۰۰۸؛ سنت کلیرتامسون و استیونس، هانت و بلدر^۳، ۲۰۱۰؛ لطفی (۱۳۹۱). برای مثال در همین زمینه می‌توان به پژوهش الوی و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد، آن‌ها در پژوهش خود اثربخشی آموزش رایانه‌ای حافظه‌ی فعال را روی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی مورد بررسی قرار دادند، نتایج پژوهش این پژوهشگران نشان داد که دانش‌آموزان شرکت‌کننده در برنامه مداخله رایانه‌ای در زمینه حافظه‌ی فعال، نه تنها در نمرات آزمون حافظه‌ی کلامی و دیداری - فضایی عملکرد بهتری را از خود نشان داده‌اند بلکه حتی ۸ ماه بعد از پایان مداخله نیز نتایج حاصل از مرحله پی‌گیری همچنان بهبود عملکرد این دانش‌آموزان را نسبت به دانش‌آموزان گروه کنترل نشان می‌داد. همچنین داهلین (۲۰۱۳) در پژوهش خود بر روی کودکان با نارسایی توجه و بیش‌فعالی در تأیید یافته‌های خود دال بر اثربخشی تمرین حافظه‌ی فعال بر بهبود عملکرد حافظه‌ی فعال دیداری - فضایی به پژوهش هولمز و همکاران (۲۰۰۹) اشاره می‌کند که نتایج این پژوهش نیز حاکی از این است که آموزش حافظه‌ی فعال هرچند بر روی حافظه کوتاه مدت کلامی^۴ تأثیر چشم‌گیری نداشته است؛ اما اثربخشی آن بر روی حافظه‌ی فعال دیداری - فضایی قابل توجه است. هولمز و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهش خود نشان دادند که اکثر کودکانی که تمرین رایانه‌ای را به اتمام رساندند، در ۴ جزء حافظه‌ی فعال (مجری مرکزی، صفحه‌ی دیداری فضایی، حلقه‌ی آواشناختی و انباره رویدادی)، هم در پس آزمون و هم ۶ ماه پس از مداخله، بهبودی معناداری به

1. Alloway, Bibile & Lau
2. Backman & Truedsson
3. St.Clair-Thompson, Stevens, Hunt & Bolder
4. Verbal STM

دست آوردند. همچنین در همین زمینه داهلین (۲۰۱۳) و کلینگرگ و همکاران (۲۰۰۲) نتایج مشابهی را با گروه نمونه کودکان با نارسایی توجه و بیش‌فعالی و دانش‌آموزان نارساخوان (داهلین، ۲۰۱۱) گزارش کرده‌اند.

علاوه بر این در تأیید اثربخشی آموزش رایانه‌ای شناختی بر روی حافظه‌ی فعال به ویژه از منظر عصب شناختی می‌توان به پژوهش کلینگرگ و همکاران (۲۰۰۲) اشاره کرد که در پژوهش خود از MRI به منظور بررسی عملکرد حافظه استفاده کردند و نشان دادند در زمان انجام تکالیف حافظه برخی از نواحی خاص مرتبط با حافظه‌ی فعالیت بیش‌تری را نشان می‌دهند (کلینگرگ، ۲۰۰۲؛ نقل از داهلین، ۲۰۱۳). در ایران نیز پژوهش لطفی (۱۳۹۱) در زمینه‌ی اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر روی بهبود حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان نارساخوان با پژوهش حاضر همسو است. علاوه بر این بسیاری از پژوهشگران علاوه بر تأثیر مستقیم آموزش حافظه‌ی فعال بر بهبود عملکرد حافظه، اثرات جانبی این‌گونه مداخلات را مدنظر قرار داده‌اند. به عبارتی این پژوهشگران به اثرات جانبی و همراه با بهبود عملکرد حافظه‌ی فعال در اثر تمرین حافظه‌ی فعال پرداخته‌اند برای مثال روقان و هادوین^۱ (۲۰۱۱) در پژوهش خود به این نتیجه دست یافت که برنامه‌های آموزشی متمرکز بر حافظه نه تنها به طور مستقیم بهبود عملکرد حافظه را در پی دارد؛ بلکه به صورت غیرمستقیم نیز بهبود عملکرد تحصیلی، کاهش مشکلات تحصیلی حتی کاهش مشکلات سلامت روان را در پی داشته است و همچنین بر روی بازداری رفتاری و مشکلات رفتاری تأثیر مثبتی به جا گذاشته است. همچنین کلینگرگ و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهش خود بر روی کودکان با نارسایی توجه/بیش‌فعال نشان دادند که کودکان پس از دریافت مداخله علاوه بر بهبودی معنادار در نتایج تکلیف حافظه‌ی فعال دیداری فضایی به‌عنوان متغیر اصلی، در نتایج تکالیف ثانویه مانند حافظه‌ی فعال کلامی، بازداری از پاسخ و استدلال‌یابی پیچیده بهبودی معناداری داشتند و مقیاس‌های درجه‌بندی والدین نیز کاهش علائم نارسایی توجه و همچنین بیش‌فعالی/تکانشگری را نشان می‌داد.

1. Roughan & Hadwin

در نتیجه با توجه به یافته‌های ذکر شده در پژوهش حاضر در زمینه‌ی بهبود حافظه‌ی فعال در اثر تمرین رایانه‌ای شناختی همچنین تأیید این یافته‌ها به وسیله سایر پژوهش‌ها به نظر می‌رسد تمرین رایانه‌ای شناختی می‌تواند مداخله‌ی مناسب و مؤثری در زمینه‌ی یاری به کودکان در جهت بهبود حافظه به ویژه حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی باشد و علاوه بر بهبود در عملکرد حافظه می‌تواند بهبود تمرکز و توجه پایدار (وندیرندانک، کمپس، فاستام و چیارا^۱، ۲۰۰۴) هوش و بازداری رفتاری و مشکلات رفتاری و عاطفی (روقان و هادوین، ۲۰۱۱) و به طور کلی بهبود عملکرد تحصیلی، کاهش مشکلات تحصیلی حتی کاهش مشکلات سلامت روان را به صورت ضمنی در پی داشته باشد (روقان و هادوین، ۲۰۱۱). برخی از پژوهش‌ها بیان می‌کنند که بهبود حافظه بر روی یادگیری و متعاقباً پیشرفت تحصیلی تأثیر مثبتی خواهد داشت از این جهت که حافظه پشتیبانی کننده‌ی یادگیری است به عبارتی حافظه منجر به افزایش تمرکز بر روی تکلیف شده، بازداری از اطلاعات نامرتبط را در حین یادگیری به عهده داشته و یکپارچه‌سازی اطلاعات مرتبط را در پی خواهد داشت که این موارد در کنار هم تسهیل یادگیری را در پی دارد (راقبار و همکاران، ۲۰۱۰؛ کوان^۲، ۲۰۰۵؛ دهن^۳، ۲۰۰۸)

از طرفی با توجه به این که پژوهش‌ها نشان داده است که این گونه آموزش‌ها در سنین پایین کارایی و اثربخشی بیشتری دارند (واس و جانسون، ۲۰۱۲؛ گارتی، بورلا و دین^۴، ۲۰۰۷؛ نقل از هادوین و روقان، ۲۰۱۱) به نظر می‌رسد به کارگیری این گونه مداخلات در سال‌های ابتدائی شروع مدرسه چه در مدارس عادی و چه برای دانش‌آموزان با نیازهای ویژه به ویژه کودکان با اختلالات یادگیری بسیار ارزشمند و مناسب بوده، در بلندمدت می‌تواند تأثیر چشمگیری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان داشته باشد.

1. Vandierendonc,k Kemps, Fastame & Chiara
2. Cowan
3. Dehen
4. Carretti, Borella & De Beni

از این رو می‌توان نتیجه گرفت که آموزش رایانه‌ای حافظه‌ی فعال به طور کلی بهبود عملکرد حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان عادی و گروه‌های مختلف کودکان با نیازهای ویژه از جمله کودکان دارای اختلالات یادگیری به ویژه دو گروه نارساخوان و اختلال ریاضیات و کودکان با نارسایی توجه و بیش‌فعالی را در پی دارد و علاوه بر حافظه بر سایر ابعاد مرتبط با حافظه نیز اثرگذار است و نکته قابل توجه در زمینه‌ی این گونه برنامه‌های مداخله این است که با توجه به طراحی برنامه‌های رایانه‌ای شناختی در قالب بازی‌های ویدیویی جذاب برای کودکان، این برنامه‌ها جذابیت بیش‌تری نسبت به برنامه‌های آموزشی غیر رایانه‌ای برای کودکان داشته، کودک را به انجام تکلیف ترغیب می‌کند و همکاری بهتر کودکان را در پی دارد.

کلیه مراحل پژوهش حاضر در مرکز تخصصی مغر پویا انجام پذیرفته است. از این رو نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از کلیه‌ی پرسنل این مرکز و به ویژه جناب آقای امیر مسعود ابویی مهریزی اعلام می‌دارند. همچنین از همکاری صمیمانه جناب آقای سامان کمیری سنقر آبادی دانش‌جوی دکتری روان‌شناسی تربیتی دانشگاه شیراز و سرکار خانم نگین معتمدیگانه دانش‌جوی کارشناسی ارشد روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی دانشگاه تهران در طی اجرای برنامه مداخله در این پژوهش قدردانی می‌نماییم.

منابع

- ارجمندنی، علی‌اکبر و سیف‌نراقی، مریم (۱۳۸۸). تأثیر راهبرد مرور ذهنی بر عملکرد حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان نارساخوان. *مجله علوم رفتاری*، ۳، ۱۷۸-۱۷۳.
- شهیم، سیما (۱۳۸۵). *مقیاس تجدیدنظر شده هوشی و کسب‌برای کودکان*. شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.
- خدای، نغمه؛ عابدی، احمد و آتش پور، حمید (۱۳۹۰). تأثیر آموزش حافظه‌ی فعال و فراشناخت بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان با ناتوانی در یادگیری ریاضی. *دانش و پژوهش در روان‌شناسی کاربردی*، ۱۱۲(۱)، ۴۵-۵۳.

- عابدی، احمد؛ جبل عاملی، جلال و هادی پور، محبوبه (۱۳۹۰). مقایسه‌ی نیم‌رخ حافظه در دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی بر اساس آزمون نوروسایکولوژی نپسی با گروه شاهد. *تحقیقات علوم رفتاری*، ۹ (۳)، ۲۱۵-۲۰۶.
- غفوری، مبینا (۱۳۹۱). *بررسی رابطه‌ی عملکرد حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی با انواع مشکلات ریاضی در دانش‌آموزان با و بدون مشکل ریاضی شهر تهران*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. رشته‌ی روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی. دانشگاه تهران.
- لطفی، صلاح‌الدین (۱۳۹۱). *اثربخشی برنامه‌ی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه‌ی فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات خواندن*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. رشته‌ی روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی. دانشگاه تهران.
- محمد اسماعیل، الهه و هومن، حیدرعلی (۱۳۸۱). انطباق و هنجاریابی آزمون ریاضیات ایران کی‌مت. *مجله پژوهش در حیطه کودکان استثنایی*، ۲ (۶)، ۳۳۲-۳۲۳.
- Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students?. *Computers in Human Behavior*, 29 (3), 632-638.
- Backman, A., Truedsson, E. (2008). Computerized working memory training in group and the effects of noise: a randomized pilot study with 7 to 9 year old children. No published Master Thesis. Supervisors: Magnus Lindgren & Sverker Sikström. Lund University. Sweden.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 25, 556-559.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews. Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Bryant, D., Bryant, P., Brain, R., & Raskind, M. H. (1998). Using assistive technology to enhance the skills of students with learning disabilities. *Intervention in School & Clinic*, 34- 53.
- Connolly, A. J. (1988). *Keymath; A Diagnostic Inventory of Essential Mathematics*. U. S. A: Guidance Service Inc.
- Cowan, N. (2005). *The working memory capacity*. Sussex: Psychology Press.
- D'Amico, A. & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning & Individual Differences*, 15, 189-202.
- 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.
- Dehn, J. M. (2008). *Working memory and academic learning: assessment and intervention*. New Jersey: Wiley.
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. & Adams, A. M. (2004). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 27(2), 30-65.
- Geary, D. C., Hamson, C. O. & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Exceptional Child Psychology*, 77(3), 236-63.
- Geary, D. C. (2010). Mathematical disabilities: reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 130-3.
- Hanly, T. V. (2005). Commentary on early identification and intervention for students with mathematical difficulties: Make sense-Do the Math. *Journal of Learning Disability*, 10(4), 355-364.
- Helms, D. & Sawtelle S. M. (2007). A study of the effectiveness of cognitive therapy delivered in a video game format. *Optom Vis Dev*, 38(1), 19-26.
- Holmes, J., Gathercole, S. E. & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, F9-F15.
- Hooper, S. R., Swartz, C. W., Wakely, M. B., de Kruijff, R. E. & Montgomery, J. W. (2002). Executive function in elementary school children with and without problems in written expression. *Journal of Learning Disability*, 35(1), 233-253.
- Hulme, C. & Mackenzie, S. (1992). *Working memory and severe learning difficulties*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jeffries, S. & Everatt, J. (2004). Working memory: its role in dyslexia and other specific learning Difficulties. *Dyslexia*, 10(3), 196-214.
- Jordan, N. C., Glutting, J. & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82-88.
- 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.
- Korkman, M. & Hakkinen-Rihu, P. (2010). A new classification of deamong clinic-referred children. *Journal of Abnormal Children Psychology*, 11(18), 29-45.
- Korkman, M., Pesonen, A. E. (1994). A comparison of neuropsychological test profiles of children with attention deficits hyperactivity disorder and/or learning disorder. *Journal of Learning Disability*, 27(6), 383-392

- Loosli, S. V., Buschkuhl, M., Perrig, W. J. & Jaeggi, S. M. (2011). *Working memory training improves reading processes in typically developing children*, *Child Neuropsychology*, 26. (iFirst).
- Mabbott, D. J. & Bisanz, J. (2008). Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41(1), 15-28.
- Pickering, S. (2006). Working Memory in Dyslexic Children. In S. Gathercole, & T. Alloway (Eds.). *Working memory and neuro developmental disorders*, 11-77, NY: Psychology Press.
- Pickering, S. J. & Chubb, R. (2005). Working memory in dyslexia: A comparison of performance of dyslexics and reading age controls on the WMTB-C. *Manuscript in preparation*.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A. & Hecht, S. A. (2010) Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20(3), 110– 122.
- Rosselli, M., Matute, E., Pinto, n. & Ardila, A. (2006). Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Developmental Neuropsychology*, 30(3), 801-818.
- Roughan, L. & hadwin, J. (2011). The impact of working memory training in young people with social, emotional and behavioural difficulties. *Learning and individual difference*, 21(6), 759-764.
- Rousselle, L. & Noel, M. P. (2007) Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102 (3), 361-395.
- Rudkin, S. J., Pearson, D. G. & Logie, R. H. (2007). Executive processes in visual and spatial working memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(1), 79-100.
- St. Clair-Thompson, H., Stevens, R., Hunt, A. & Bolder, E. (2010). Improving children's working memory and classroom performance. *Educational Psychology*, 30(2), 203–219.
- Swanson, H. L., Cochran, K. F. & Ewers, C. A. (1990). Can learning disabilities be determined from working memory performance? *Journal of Learning Disabilities*, 23(1), 59-67.
- Swanson, H. L. & Jerman, O. (2006). Math disabilities: a selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research*, 78(2), 249-74.
- Swanson, H. L. & Siegel, L. (2001). Learning disabilities as a working memory deficit. *Issues in Education. Contributions of Educational Psychology*, 7(1), 1-48.
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman, S., Bohlin, G. & Klingberg, T. (2008). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 11(6), 969-976.
- 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.
- Witt, M. (2011). School based working memory training: Preliminary finding of improvement in children's mathematical performance. *Advance in Cognitive Psychology*, 7(2), 7-15.

The effectiveness of computerized cognitive training on the performance of visual-spatial working memory of students with mathematical problems

A. A. Arjmandnia¹, A. Sharifi² & R. Rostami³

Abstract

Present research investigates the effect of Computerized Cognitive Training on the Performance of Visual-Spatial Working Memory of Students with mathematical Problems. A quasi-experimental pretest-posttest design was applied in this research, in which 24 students with mathematical problems were selected through convenience sampling and randomly divided into a control and an experimental groups (each containing 12 individuals). The experimental group attended an interventional program called Brain Ware Safari for twenty five 50-60 minute sessions held in six weeks. Iran Key Math Diagnostic Test was applied in order to evaluate the mathematical ability of these students. Working Memory Test Battery for Children was used in pretest and posttest in order to evaluate their working memory. The achieved data was analyzed using univariate and multivariate covariance test. The findings achieved through data analysis show that after omitting pretest effect, test of working memory indicates the effectiveness of Computerized Cognitive Training on the performance of this memory both in students' total score in the test and in working memory sub-tests (block recall test and maze memory) ($P < 0.01$). Generally, the findings show that Computerized Cognitive Training has had a significant effect on three subscales of working memory test (block recall test and maze memory) in the students with mathematical problems.

keywords: Computerized Cognitive Training, Visual-Spatial Working Memory, mathematical Problems

1. Corresponding Author: Assistant professor of psychology, university of Tehran, (arjmandnia@ut.ac.ir)

2. M. A of psychology, university of Tehran

3. Assistant professor of psychology, university of Tehran