

اثربخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر مهارت‌های شناختی (حافظه فعال و سرعت پردازش) در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص

حیدر شیرزادی^۱، محبوبه حجتی^{۲*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد روانشناسی بالینی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، نجف‌آباد، ایران.

۲. استادیار، گروه روانشناسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران. (نویسنده مسئول).

فصلنامه راهبردهای نو در روان‌شناسی و علوم تربیتی، دوره هشتم، شماره سی، تابستان ۱۴۰۵، صفحات ۱۶۵-۱۵۲

چکیده

اختلال یادگیری خاص یکی از شایع‌ترین مشکلات تحصیلی در کودکان است که می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر عملکرد شناختی و پیشرفت آموزشی آنان اثر منفی بگذارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی مداخله مبتنی بر توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر مهارت‌های شناختی (حافظه فعال و سرعت پردازش) در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص انجام شد. این مطالعه نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل اجرا گردید. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان پسر ۹ تا ۱۰ ساله مبتلا به اختلال یادگیری خاص بود که در نیمه دوم سال ۱۴۰۳ به مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشان شهرستان نجف‌آباد مراجعه کرده بودند. از میان آن‌ها ۳۰ نفر به روش نمونه‌گیری هدفمند و با توجه به ملاک‌های ورود انتخاب و به‌طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) گمارده شدند. پس از ریزش نمونه، تحلیل نهایی روی ۲۷ نفر انجام شد. ابزار پژوهش شامل خرده‌مقیاس‌های مرتبط از نسخه پنجم مقیاس هوش وکسلر کودکان (V-WISC) بود: خرده‌مقیاس‌های فراخوانی ارقام و فراخوانی تصویر جهت سنجش حافظه فعال و خرده‌مقیاس‌های رمزنویسی و نمادیابی جهت سنجش سرعت پردازش. گروه آزمایش طی ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای (سه جلسه در هفته) به‌صورت انفرادی مداخله توان بخشی شناختی رایانه‌ای آرام را دریافت کردند؛ درحالی‌که گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-۲۷ و آزمون‌های تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تک‌متغیری تحلیل شد. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد که پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، اثر گروه بر حافظه فعال و سرعت پردازش معنادار بود. همچنین نتایج تحلیل تک‌متغیره نشان داد اثر گروه بر فراخوانی ارقام روبه‌جلو، فراخوانی ارقام رو به عقب، فراخوانی ارقام توالی، فراخوانی تصویر، رمزنویسی و نمادیابی نیز معنادار بود. این یافته‌ها بیانگر تأثیر مثبت و معنادار مداخله بر بهبود هر دو حوزه اصلی بودند. بر اساس نتایج، می‌توان استنباط کرد که توان بخشی شناختی رایانه‌ای آرام به‌طور مؤثری می‌تواند موجب بهبود حافظه فعال و سرعت پردازش در دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص شود؛ بنابراین، کاربرد این رویکرد در مدارس و مراکز آموزشی توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: توان بخشی شناختی رایانه‌ای (آرام)، مهارت‌های شناختی، حافظه فعال، سرعت پردازش، اختلال یادگیری خاص

مقدمه

اختلالات عصب‌تحویلی^۱ مجموعه‌ای از شرایط رشدی هستند که در دوره کودکی آغاز می‌شوند و با تغییر در ساختار، عملکرد و رشد مغز موجب نارسایی در سازگاری، شناخت و یادگیری می‌گردند. از جمله شایع‌ترین این اختلال‌ها می‌توان به اختلال یادگیری خاص^۲ اشاره کرد که دربرگیرنده مشکلات پایدار در فراگیری مهارت‌های تحصیلی پایه همچون خواندن، نوشتن و ریاضیات است، بدون آنکه ناشی از ناتوانی هوشی، اختلال حسی، یا شرایط آموزشی نامطلوب باشد (انجمن روان‌پزشکی آمریکا^۳، ۲۰۲۲؛ گریگورنکو و همکاران^۴، ۲۰۲۰).

بر اساس پژوهش‌های اخیر، شیوع اختلال یادگیری خاص بین ۵ تا ۱۵ درصد در دانش‌آموزان گزارش شده است (انجمن روان‌پزشکی آمریکا^۵، ۲۰۲۲؛ زینلی و همکاران، ۲۰۲۱). در ایران نیز میزان بروز نارساخوانی، اختلال ریاضی و نارسانویسی به ترتیب ۸/۷، ۶/۷ و ۷/۲ درصد گزارش شده است (عباسی و غیرتی، ۱۳۹۲). این دانش‌آموزان بیش از ۴۰ درصد از جمعیت آموزش استثنایی را تشکیل می‌دهند (ایمانی و همکاران، ۲۰۲۴). مطالعات نشان داده‌اند که نقص در حافظه فعال^۶ یکی از نشانه‌های اصلی در کودکان دارای اختلال یادگیری است (جیوفره و همکاران^۷، ۲۰۱۶؛ نوروزبخش حاجی‌کندی و همکاران، ۲۰۲۱). حافظه فعال به‌عنوان یک نظام شناختی موقت تعریف می‌شود که اطلاعات را برای استفاده در پردازش‌های پیچیده مانند استدلال، حل مسئله و یادگیری ذخیره می‌کند (بدلی^۸، ۲۰۰۳). این سیستم نقشی محوری در کنترل توجه، بازنمایی ذهنی اطلاعات و تنظیم پاسخ‌ها دارد. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که حافظه فعال پیش‌بینی‌کننده‌ی نیرومند عملکرد تحصیلی در حوزه‌های زبان، خواندن و ریاضیات است (آباجی کارادنیز^۹، ۲۰۲۵). کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص معمولاً در آزمون‌های مرتبط با حافظه فعال، به‌ویژه در به‌روز سازی اطلاعات و نگهداری همزمان چند محرک، عملکرد ضعیف‌تری نسبت به همسالان خود دارند (هالاج و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۵). این نارسایی می‌تواند فرآیند یادگیری را مختل کرده و در بلندمدت باعث افت تحصیلی و مشکلات هیجانی شود. در کنار حافظه فعال، سرعت پردازش^{۱۱} نیز به‌عنوان مؤلفه‌ای اساسی از کارکردهای اجرایی مطرح است. سرعت پردازش به توانایی مغز در انجام کارهای شناختی ساده با دقت و سرعت بالا اشاره دارد. مطالعات نشان داده‌اند که کودکان دارای اختلال یادگیری در شاخص‌های سرعت پردازش و حافظه کاری در مقیاس هوش وکسلر (IV-WISC) نمرات پایین‌تری نسبت به همسالان خود دارند (کورنولدی و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۴؛ کلاسن و همکاران^{۱۳}، ۲۰۲۴). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که سرعت پردازش نقش کلیدی در یادگیری کلامی دارد و کاهش آن می‌تواند منجر به ضعف در یادگیری و یادآوری کلمات شود (گرزماک و همکاران^{۱۴}، ۲۰۲۵). همچنین، کاهش سرعت پردازش در کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص با سطوح بالاتر خستگی،

¹ Neurodevelopmental disorders

² Specific learning disorder (SLD)

³ American Psychiatric Association

⁴ Grigorenko et al

⁵ American Psychiatric Association

⁶ Working memory

⁷ Giofrè et al

⁸ Baddeley

⁹ Abaci Karadeniz

¹⁰ Halaç et al

¹¹ Processing speed

¹² Cornoldi et al.

¹³ Klaassen et al

¹⁴ Garzmak et al

افسردگی، و افت عملکرد تحصیلی همراه است (بورلی و همکاران^۱، ۲۰۲۳؛ کرامر و همکاران^۲، ۲۰۲۰). به طور کلی، اختلال یادگیری خاص با کاستی در دو حوزه‌ی بنیادین شناختی یعنی حافظه فعال و سرعت پردازش اطلاعات همراه است. این دو مؤلفه با هم در تنظیم فرآیندهای دقت، تمرکز و حل مسئله نقش دارند و هرگونه نارسایی در آن‌ها می‌تواند توانایی کودک در یادگیری مؤثر را به شدت کاهش دهد. لذا با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان گفت که اختلالات یادگیری خاص، با ماهیتی چندبعدی و چالش برانگیز، شامل مشکلاتی در حوزه‌های مختلف شناختی و اجرایی مانند حافظه فعال و سرعت پردازش اطلاعات است. این ویژگی‌ها، ضرورت انجام مداخلات هدفمند و متناسب با بافت فرهنگی کودکان را آشکار می‌سازد (توماس کیشور و همکاران^۳، ۲۰۲۱). در سال‌های اخیر، یکی از راهبردهای مؤثر در این زمینه، توان بخشی شناختی به کمک رایانه بوده است که با استفاده از آموزش‌های شناختی و با تکیه بر انعطاف‌پذیری مغز، تلاش می‌کند کارکردهای شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری خاص را ارتقاء دهد (ویسمه و همکاران، ۲۰۲۳).

توان بخشی شناختی، مجموعه‌ای از برنامه‌های هدفمند است که علاوه بر تمرکز بر نقایص شناختی، تأثیر آن بر عملکرد اجتماعی، ارتباطی و رفتاری فرد را نیز در نظر می‌گیرد (نجاتی، ۱۳۹۷). شواهد نشان داده‌اند که این نوع مداخلات می‌تواند رشد کارکردی مغز را تسریع کرده و با فعال‌سازی مناطق مختلف مغزی، به بهبود حافظه فعال و سرعت پردازش اطلاعات کمک کند (پولدراک^۴، ۲۰۱۰؛ جولس و کرون^۵، ۲۰۱۲). مطالعات متعدد نیز نشان داده‌اند که توان بخشی شناختی رایانه‌ای می‌تواند تغییرات مثبت در فعال‌سازی مغز کودکان با ناتوانی‌های تحولی، از جمله اختلال یادگیری خاص، ایجاد کند و محدودیت‌های ناشی از ضعف‌های مغزی را کاهش دهد (شاه‌محمدی و همکاران، ۲۰۱۹). تحقیقات عملی نیز مؤید اثرگذاری این مداخلات هستند. به عنوان مثال، پژوهش سعیدمنش، وزیری و عزیزی بندرآبادی (۱۴۰۴) نشان داد که توان بخشی شناختی رایانه‌ای با نرم‌افزار "کاپیتان لاگ" موجب بهبود حافظه کاری دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری شد. مطالعه‌ای دیگر توسط دریکوند و همکاران (۲۰۲۳) نیز نشان داد که تمرینات شناختی کامپیوتری می‌تواند حافظه فعال و توجه انتخابی را بهبود بخشد. همچنین، ویست و همکاران^۶ (۲۰۲۲) دریافتند که تمرین‌های شناختی رایانه‌ای حافظه فعال، توجه و عملکرد تحصیلی کودکان دارای اختلال یادگیری و اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی را بهبود می‌بخشد. همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند که توان بخشی شناختی رایانه‌ای می‌تواند سرعت پردازش اطلاعات و انعطاف‌پذیری شناختی را بهبود بخشد و عملکرد اجرایی کودکان با اختلال یادگیری خاص را تقویت کند (محمملو و همکاران، ۱۴۰۱؛ محرابی و همکاران، ۱۴۰۱؛ کسلر و لاکایو^۷، ۲۰۱۱). استفاده از بازی‌های رایانه‌ای در آموزش مهارت‌های شناختی نیز با انگیزه‌بخشی و افزایش مشارکت کودکان، نقش مؤثری در تقویت حافظه فعال و سرعت پردازش دارد (افشاری و رضایی، ۱۳۹۸؛ ویست و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به اهمیت حافظه فعال و سرعت پردازش در ارتقای عملکرد تحصیلی، اجتماعی و رفتاری کودکان مبتلا به اختلال یادگیری خاص، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی توان بخشی شناختی رایانه‌ای مبتنی بر برنامه هوشمند حافظه و توجه (ARAM) بر مهارت‌های شناختی (حافظه فعال و سرعت پردازش اطلاعات) این دانش‌آموزان انجام شده است.

¹ Borrelli et al

² Kramer et al

³ Thomas Kishore et al

⁴ Poldrack

⁵ Jolles & Crone

⁶ Wiest et al

⁷ Kesler & Lacayo

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پسر ۹ تا ۱۰ ساله (پایه سوم و چهارم ابتدایی) مبتلا به اختلال یادگیری خاص مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشش شهرستان نجف‌آباد در نیمه دوم سال ۱۴۰۳ بود. پس از دریافت کد اخلاق [۱۴۰۴، ۰۱۳.REC.NAJAFABAD.IAU.IR] جهت انجام پژوهش از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد و هماهنگی با مدیریت و روانشناس مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشش، از بین دانش‌آموزان پسر مبتلا به اختلال یادگیری خاص که تعداد آن‌ها ۸۷ نفر بود، با روش نمونه‌گیری هدفمند، ۳۰ دانش‌آموز پسر با توجه به ملاک‌های ورودی شامل؛ دامنه سنی ۹ تا ۱۰ ساله (تحصیل در پایه‌های سوم و چهارم ابتدایی)، جنسیت پسر بودن، رضایت دانش‌آموز و والدین برای شرکت در پژوهش، ابتلا به اختلال یادگیری با آسیب خواندن، نوشتن، ریاضی، بر اساس مصاحبه بالینی مطابق با DSM-۵ و محرز شدن ابتلا به اختلال یادگیری خاص (واجد شرایط دریافت خدمات آموزش ویژه) توسط مسئولین و روانشناس مرکز مشاوره کودک و نوجوان درخشش و مراجعه به پرونده ثبت‌شده آن‌ها و فقدان همبودی با سایر اختلالات عصب تحولی، توانایی شناختی بالاتر از هوش مرزی (۹۰ یا بالاتر) بر اساس آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده رنگی ریون کودکان (RPM)، عدم دریافت سایر خدمات مداخله‌ای و آموزشی طی ۶ ماه اخیر، عدم دریافت درمان‌های روان‌پزشکی قبل از ورود به پژوهش یا حین پژوهش و ملاک‌های خروجی شامل؛ عدم تمایل به ادامه پژوهش توسط کودک یا خانواده، غیبت بیش از ۲ جلسه متوالی در جلسات آموزشی و دریافت خدمات آموزشی دیگر، انتخاب شدند و سپس به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری آزمایش و کنترل (در لیست انتظار) به‌صورت گمارش تصادفی قرار گرفتند. ۱۴ نفر پایه سوم بودند که ۷ نفر به گروه آزمایش و ۷ نفر به گروه کنترل اختصاص یافت و ۱۶ نفر پایه چهارم بودند که ۸ نفر به گروه آزمایش و ۸ نفر به گروه کنترل اختصاص یافت. بااین‌حال، در جریان اجرای مداخله، به‌علت ریزش آماری (شامل غیبت بیش از دو جلسه و همکاری ناکافی در جلسات)، داده‌های مربوط به ۳ نفر حذف گردید. (۲ نفر از اعضای گروه آزمایش پایه چهارم و ۱ نفر از اعضای گروه کنترل پایه چهارم) و در نهایت تحلیل آماری بر اساس داده‌های ۲۷ نفر انجام شد. پس از انجام آزمون‌های مقیاس هوش و کسلر کودکان (V-WISC)؛ که شامل خرده مقیاس‌های فراخوانی ارقام و فراخوانی تصویر جهت سنجش حافظه فعال و خرده مقیاس‌های رمزنویسی و نمادبازی جهت سنجش سرعت پردازش توسط دو گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون، برای گروه آزمایش مداخله مبتنی بر توانبخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) در ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای (هفته‌ای سه جلسه) به‌صورت انفرادی اجرا شد، ولی برای گروه کنترل هیچ آموزشی اعمال نشد. بعد از اتمام جلسات آموزشی، برای هر دو گروه در جلسه آخر، پس‌آزمون اجرا گردید. همچنین به‌منظور رعایت اصول اخلاقی و حفظ حریم خصوصی، به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که تمامی اطلاعات محرمانه باقی‌مانده و صرفاً در راستای اهداف پژوهشی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. همچنین برای رعایت عدالت پژوهشی و جلوگیری از تضییع حقوق شرکت‌کنندگان، پس از پایان دوره مداخله در گروه آزمایش و اجرای پس‌آزمون، به اعضای گروه کنترل اطلاع‌رسانی شد که در صورت تمایل می‌توانند از همان مداخله آموزشی بهره‌مند شوند.

ابزارهای گردآوری داده‌ها

مقیاس هوش وکسلر کودکان^۱ (V-WISC): مقیاس هوش کودکان وکسلر - ویرایش پنجم (V-WISC) آخرین نسخه آزمون‌های هوش وکسلر است که توسط دیوید وکسلر در سال ۲۰۱۴ توسط انتشارات پیرسون منتشر شد. این آزمون برای کودکان و نوجوانان ۶ تا ۱۶ سال و ۱۱ ماه طراحی گردیده و یکی از معتبرترین ابزارهای سنجش توانایی‌های شناختی محسوب می‌شود. وکسلر در این ویرایش با توجه به نیازهای نوین بالینی و پژوهشی، ساختار آزمون را بازنگری کرده و آن را بر اساس پنج شاخص اصلی سازمان‌دهی نموده است: درک کلامی، استدلال دیداری-فضایی، استدلال سیال، حافظه کاری و سرعت پردازش. در این میان، خرده‌مقیاس‌های فراخوانی ارقام، فراخوانی تصویر و توالی حرف-عدد جایگاه مهمی در ارزیابی حافظه کاری دارند (وکسلر^۲، ۲۰۱۴). این آزمون شامل ۲۱ خرده‌آزمون است. سیزده خرده‌آزمون از مقیاس هوش وکسلر کودکان - ویرایش چهارم حفظ شده است که شامل: طرح مکعب‌ها، شباهت‌ها، استدلال ماتریس، فراخوانی ارقام، رمزنویسی، خزانه لغات، نمادیابی، اطلاعات، مفاهیم تصویر، توالی حرف-عدد، خط‌زنی، درک مطلب و محاسبه می‌باشد. همچنین، هشت خرده‌آزمون جدید به این ویرایش اضافه گردیده است که عبارت‌اند از: تشخیص وزن‌ها، معماهای بینایی، فراخوانی تصویر، سواد سرعت نام‌گذاری، مقدار سرعت نام‌گذاری، ترجمه فوری نماد، ترجمه تأخیری نماد و ترجمه بازشناسی نماد (کریمی و همکاران، ۲۰۲۰).

از نظر ویژگی‌های روان‌سنجی، وکسلر و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کرده‌اند که پایایی کلی نمره هوشبهر کامل (FSIQ) برابر با ۰/۹۶ بوده و ضرایب پایایی شاخص‌های اصلی عمدتاً بالاتر از ۰/۹۰ هستند. خرده‌مقیاس‌های مرتبط با حافظه کاری یعنی فراخوانی ارقام، فراخوانی تصویر و توالی حرف-عدد، ضرایب همسانی درونی بین ۰/۸۰ تا ۰/۹۴ و ضرایب پایایی بازآزمایی بین ۰/۷۱ تا ۰/۹۰ داشته‌اند که نشان‌دهنده ثبات و دقت بالا در سنجش این توانایی‌ها است (کیت و رینولدز^۳، ۲۰۱۶).

از حیث روایی، تحلیل‌های عاملی تأییدی نشان داده‌اند که ساختار پنج عاملی آزمون با داده‌های تجربی سازگار است و علاوه بر آن، عامل کلی هوش (g) نیز توسط یافته‌ها حمایت می‌شود (کانیز و واتکینز^۴، ۲۰۱۷). همچنین شواهد روایی همگرا حاکی از همبستگی بالای خرده‌مقیاس‌های حافظه کاری با آزمون‌های مشابه در حوزه حافظه عددی و تصویری است، درحالی‌که شواهد روایی افتراقی بیانگر توانایی آزمون در افتراق گروه‌های بالینی مانند اختلالات یادگیری و اختلال طیف اوتیسم است (کلینیکال^۵، ۲۰۱۴).

در ایران نیز نسخه‌های ترجمه و هنجاریابی شده مقیاس وکسلر مورد استفاده قرار گرفته‌اند و مطالعات داخلی، روایی و پایایی مطلوب خرده‌مقیاس‌های حافظه کاری را تأیید کرده‌اند. برای مثال، پژوهش‌های انجام‌شده در مجله ایرانی روان‌پزشکی و علوم رفتاری نشان داده‌اند که خرده‌مقیاس‌های فراخوانی ارقام و توالی حرف-عدد در تمایز کودکان با اختلال یادگیری خاص از کودکان عادی عملکرد مناسبی دارند (شیری امین لو و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، نسخه فارسی V-WISC توسط کامکاری و همکاران هنجاریابی و استانداردسازی شده و از ویژگی‌های روان‌سنجی مطلوب برخوردار است (کامکاری و همکاران، ۲۰۲۴).

خرده مقیاس فراخوانی ارقام^۶ جهت سنجش حافظه فعال: خرده مقیاس فراخوانی ارقام در آزمون‌های وکسلر، شامل سه نوع: فراخوانی ارقام روبه جلو، فراخوانی ارقام روبه عقب و فراخوانی ارقام متوالی است. این خرده آزمون، توالی سازی، حافظه کوتاه مدت،

^۱ Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC)

^۲ Wechsler

^۳ Keith & Reynolds

^۴ Canivez & Watkins

^۵ Clinical

^۶ Digit Span subtest

انتقال اطلاعات، فرایند شنیداری، توجه و تمرکز، ردّ عصبی، ثبت اطلاعات، پردازش همزمان، و عملیات و دستکاری ذهنی، تصویرسازی دیداری-فضایی را می‌سنجد. بسیاری از پژوهش‌ها ارتباط معناداری بین نتایج این خرده مقیاس و عملکرد عمومی شناختی یافته‌اند. پایایی این خرده مقیاس معمولاً بالا گزارش شده است. برخی از مطالعات نشان‌دهنده مقادیر آلفای کرونباخ بین ۰/۸۰ تا ۰/۹۰ برای این خرده مقیاس‌ها هستند (وکسلر، ۲۰۰۳؛ وکسلر، ۲۰۰۸؛ کرمی و کرمی، ۱۳۹۷). شیوه اجرای این خرده مقیاس به این صورت است که در حالت روبه‌جلو شرکت‌کننده ارقام ارائه‌شده توسط آزمون‌گیرنده را به همان ترتیب تکرار می‌کند، در حالت روبه‌عقب ارقام باید به ترتیب معکوس تکرار شوند، و در حالت متوالی اعداد با پیچیدگی بیشتر ارائه‌شده و فرد باید آن‌ها را در یک توالی خاص بازگو کند؛ در هر سه حالت، هر پاسخ صحیح یک امتیاز دارد (وکسلر، ۲۰۰۳؛ وکسلر، ۲۰۰۸؛ کرمی و کرمی، ۱۳۹۷).

خرده مقیاس فراخنای تصویر^۱ جهت سنجش حافظه فعال: فراخنای تصویر توانایی حافظه بصری و بازشناسی و همچنین توجه را موردسنجش قرار می‌دهد و به‌طور منطقی مرتبط با هوش و توانایی‌های شناختی است. ضریب پایایی برای خرده مقیاس فراخنای تصویر در حدود ۰/۸۵ گزارش شده است. این نشان‌دهنده پایایی خوب این خرده مقیاس است و بر این اساس می‌توان به‌طور نسبی به نتایج آن اعتماد کرد. این خرده مقیاس به‌طور معمول با سایر مقیاس‌ها و آزمون‌های معتبر مقایسه می‌شود و ارتباط مثبت با دیگر خرده مقیاس‌های هوش و عملکرد شناختی نشان می‌دهد (وکسلر، ۲۰۱۴). شیوه اجرای آن بدین گونه است که؛ به کودک یک صفحه شامل یک یا چند تصویر در زمان معین ارائه می‌شود و سپس آزمودنی (از بین تصویرهای ارائه‌شده در صفحه پاسخ) تصویر یا تصویرهایی را انتخاب می‌کند (کرمی و کرمی، ۱۳۹۷).

خرده مقیاس رمزنویسی^۲ جهت سنجش سرعت پردازش اطلاعات: خرده مقیاس رمزنویسی یکی از اجزای مهم آزمون هوش وکسلر، مخصوصاً نسخه‌های وکسلر V-WISC برای کودکان و IV-WAIS برای بزرگسالان هستند. این خرده مقیاس به ارزیابی توانایی‌های شناختی و پردازش اطلاعات افراد کمک می‌کند. همچنین به ارزیابی توانمندی‌های کودک در تفسیر و تجزیه و تحلیل الگوهای رمزنگاری و ارزیابی توجه تقسیم‌شده را انجام می‌دهد. هدف خرده مقیاس رمزنویسی، ارزیابی سرعت پردازش اطلاعات، دقت و حافظه کوتاه‌مدت است. این خرده مقیاس می‌تواند به شناسایی مشکلات یادگیری و اختلالات توجه کمک کند. وکسلر ضریب پایایی همسانی درونی برای آزمون رمزنویسی را به‌وسیله فرمول گلیفورد ۰/۸۵ گزارش کرده است (پاشا شریفی، ۱۳۸۲). شیوه اجرای این خرده مقیاس به این صورت است که. آزمودنی باید در مدت‌زمان مشخص (۱۲۰ ثانیه) به هر عدد طراحی‌شده، یک سمبل نسبت دهد و در نهایت حداکثر تعداد صحیحی که می‌تواند در این زمان ثبت کند، مشخص می‌شود (کرمی و کرمی، ۱۳۹۷).

خرده مقیاس نمادیابی^۳ جهت سنجش سرعت پردازش اطلاعات: این آزمون در اصل یک آزمون رمزگردانی است و یکی از انواع قدیمی‌ترین و دقیق‌ترین آزمون‌های روانی است. در این آزمون، آزمودنی باید رمز هر عدد را مطابق الگوی داده‌شده روی برگ خاصی ثبت کند. پس از یک تمرین کوتاه روی چند نمونه ۱۲۰ ثانیه به آزمودنی فرصت داده می‌شود تا هر اندازه که می‌تواند رمز یا نماد مربوطه را از نظر بگذراند و مشخص می‌کند آیا نمادهای موردنظر در آن هستند یا نه (کرمی و کرمی، ۱۳۹۷). این

¹ Picture Span subtest

² Coding subtest

³ Symbol Search subtest

خرده‌آزمون عواملی مانند توانایی یادگیری تکالیف ناآشنا، چابکی بینایی حرکتی، پشتکار و سرعت عمل را اندازه‌گیری می‌کند. وکسلر ضریب پایایی همسانی درونی برای خرده مقیاس نمادبایی را ۰/۷۹ گزارش کرده است (پاشا شریفی، ۱۳۸۲).

آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده رنگی ریون کودکان^۱: آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون اولین بار در سال ۱۹۳۸ توسط ریون در انگلستان استاندارد شد (ریون^۲، ۲۰۰۰). این آزمون دارای دو فرم برای کودکان ۵ تا ۹ سال و از ۹ سال به بالا برای بزرگسالان به کار می‌رود (نوده ئی و همکاران، ۲۰۱۶). آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون یک آزمون هوش غیرکلامی است که برای گروه‌های مختلف فرهنگی و اجتماعی-اقتصادی به‌طور گسترده‌ای در سطح جهان قابل‌استفاده است (وستبرگ و همکاران^۳، ۲۰۱۷). نحوه اجرای آزمون هوش ریون به این صورت است که از یک سری طرح‌ها و دیاگرام‌هایی تشکیل‌شده که قسمتی از آن کامل نیست و انتظار می‌رود که آزمودنی بخش درست را انتخاب کند و طرح‌ها را از تعدادی گزینه که معمولاً بین ۶ تا ۸ تصویر است که در زیر آن شکل چاپ‌شده‌اند انتخاب کند (ریون، ۲۰۰۰) در این پژوهش، گرفتن نمره ۹۰ یا بالاتر به‌عنوان ملاک ورود شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شد.

روش اجرای مداخله مبتنی بر توانبخشی شناختی رایانه‌ای^۴ (آرام): این آموزش در ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای به‌صورت هفتگی (هفته‌ای سه جلسه) و به‌صورت انفرادی توسط نرم‌افزار توانبخشی حافظه و توجه آرام (ARAM) که توسط نجاتی (۱۳۹۷) و بر اساس مدل توجهی سولبرگ و متیرز^۵ و حافظه فعال بدلی^۶ طراحی شده است، بر روی گروه آزمایش اجرا گردید (نجاتی، ۱۳۹۷). این برنامه شامل گروهی از تکالیف سلسله مراتبی سازمان‌دهی شده است که ابعاد مختلف توجه و حافظه را تقویت می‌کند. این برنامه بر اساس این اصول طراحی شده است: ۱- تکالیف به‌صورت سلسله مراتبی سازمان‌دهی شده و بر اساس پاسخ کاربر سخت‌تر می‌شد. ۲- انجام صحیح تکالیف، پاداش سریع در پی داشت. ۳- تکالیف بر اساس ابعاد مختلف توجه طراحی شده بود. ۴- تکالیف، فرح‌بخش بود و انگیزه بیمار را برای انجام تکالیف تقویت می‌کرد. ۵- تکالیف می‌توانست تا رسیدن بیمار به سطح مطلوب تکرار شود. ۶- تصمیم پیشرفت برنامه بر اساس کارایی بیمار و حضور درمانگر برای ارتقا سطح تکلیف نیاز بود. همچنین اگر کودک نتواند به یک مرحله تا ۸۰ درصد پاسخ بدهد، آن مرحله تکرار می‌شود (نعمتی و همکاران، ۲۰۲۴). تکالیف برنامه آرام بر مبنای اصول توانبخشی شناختی و ماهیت کارکردهای توجه و حافظه فعال طراحی شده است. تکالیف عبارت‌اند از: تکلیف خانه‌های رنگی، تکلیف صورت‌ها، تکلیف پنجره‌های مشابه، تکلیف جداول نشان‌دار، تکلیف تصاویر مقطع، تکلیف سرنام سازی، تکلیف رنگ‌های آخر، تکلیف ردیابی حیوانات، تکلیف تصاویر تکراری، تکلیف جفت کردن حروف کلمات و تکلیف جفت کردن تأخیری رنگ‌ها. کلیه تکالیف دارای ده سطح دشواری هستند که بر اساس تعداد محرک‌ها، سرعت ارائه، و پیچیدگی آن‌ها و قوانین برنامه تنظیم شده‌اند. شیوه اجرای این برنامه بدین صورت بود که درمانگر دستورالعمل نحوه کار با تکلیف را به بیمار توضیح داده و بیمار تکلیف را اجرا می‌کند. بازخورد اجرای صحیح به‌صورت هوشمند توسط برنامه به بیمار ارائه می‌شود. بررسی عملکرد فرد در پایان هر تکلیف و انتخاب نوع تکلیف و درجه سختی به عهده درمانگر بود. همچنین هر دانش‌آموز از سطح ساده هر تکلیف شروع می‌کرد و تا زمانی که ۸۰٪ تکالیف را درست انتخاب نمی‌کرد به سطح بالاتر بازی نمی‌توانست وارد شود و یا بر

¹ Raven Children's Progressive Color Matrices Test

² Raven

³ Westberg et al

⁴ Attentive rehabilitation of attention & memory (ARAM)

⁵ Solberg & Mathiers

⁶ Working memory (Baddeley)

اساس عملکرد دانش‌آموز ممکن بود برنامه آموزشی در دو جلسه کاملاً یکسان باشد. در مجموع هر فرد ۴۵ دقیقه برای هشت بازی در اختیار داشت و چنانچه ارتقا پیدا نمی‌کرد بازی در جلسه آینده در همان سطح تکرار می‌شد.

جدول ۱. شرح تکالیف اجرا شده بسته توانبخشی شناختی آرام (نجانی، ۱۳۹۷)

زمان اجرا	عنوان تکلیف	شرح تکلیف	ارزش شناختی تکلیف
هفته اول	خانه‌های رنگی	فرد باید یک محرک هدف (خانه رنگی) را از بین محرک‌های مشابه (بارنگ‌های متفاوت) پیدا کند	دانش‌آموز نیازمند توجه پایدار و توجه انتخابی و مهار برای انجام این تکلیف است
پنجره‌های مشابه	انتخاب پنجره‌هایی که تصاویر پشتشان یکی است	باعت تقویت فراختای دیداری فضایی حافظه کاری	
هفته دوم	صورت‌ها	طبقه‌بندی صورت‌ها بر اساس رنگ پوست، رنگ مو و حالت صورت	دانش‌آموز نیازمند مهار و توجه انتخابی برای انجام این تکلیف است.
جداول نشان‌دار	رشته‌ای از جداول که حاوی اعداد یا نقاط مشکی در یکی از خانه‌های آن است. مراجع باید محل آن‌ها را به خاطر بسپارد. سپس چهار گزینه نمایان می‌شود و مراجع باید با در نظر گرفتن محل هر نشان در رشته جدول ارائه شده پیشین، گزینه درست را از بین چهار گزینه انتخاب کند.	درگیری پیش‌نویس دیداری فضایی و حلقه آوایی حافظه کاری	
هفته سوم	تصاویر مقطع	تعدادی تصویر به قطعات مختلف تقسیم شده است و هر جزء برای مدت‌زمان کوتاهی به فرد نشان داده می‌شود فرد باید قطعات تصویر را به خاطر بسپارد و سپس گزینه درست را از بین چهار گزینه انتخاب نماید	درگیری پیش‌نویس دیداری فضایی
تصاویر تکراری	رشته‌ای از تصاویر برای فرد نمایش داده می‌شود. فرد با مشاهده هر تصویر، اگر تصویر از بین تصاویر ارائه شده تکراری بود، باید مشخص نماید	فعالیت پیش‌نویس دیداری فضایی و حلقه آوایی	
هفته چهارم	ردیابی حیوانات	در این تکلیف یک جدول ارائه می‌شود که در یکی از خانه‌های آن، تصویر یک حیوان قرار دارد. سپس فلش‌هایی در جهت‌های مختلف نشان داده می‌شود. مراجع باید بر اساس جهت فلش‌ها مسیر حرکت حیوان‌ها را دنبال کند و در نهایت خانه‌ای از جدول را که حیوان پس از طی کردن مسیر به آن می‌رسد از بین چهار گزینه انتخاب کند.	درگیری و تقویت پیش‌نویس دیداری فضایی
رنگ‌های آخر	در این تکلیف رشته‌ای از رنگ‌ها نمایش داده می‌شود در یک نقطه نامشخص رشته رنگ‌ها متوقف شده و فرد باید از بین گزینه‌های پیشنهادی دو یا چند رنگ آخر مشخص می‌کند.	بروز رسانی حافظه فعال و تقویت عملکردهای مجری مرکزی حافظه فعال	
هفته پنجم	اجرای پس‌آزمون	انجام آزمون‌های مقیاس هوش و کسیرلر کودکان (V-WISC)، که شامل خرده مقیاس فراختای تصویر، جهت‌سنجش متغیر حافظه فعال دیداری، خرده مقیاس‌های فراختای ارقام و توالی حروف/ عدد، جهت‌سنجش متغیر حافظه فعال شنیداری توسط دو گروه آزمایش و کنترل	

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی شامل تحلیل کوواریانس چند متغیره و تک متغیره استفاده شد. همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-۲۷، انجام گرفت.

یافته‌ها

در این پژوهش، ۲۷ دانش‌آموز دارای اختلال یادگیری در دو گروه آزمایش (۱۳ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) شرکت داشتند. میانگین و انحراف معیار سن در گروه آزمایش برابر با $8/99 \pm 0/22$ سال و در گروه کنترل برابر با $8/97 \pm 0/33$ سال بود. کمترین سن در گروه آزمایش ۸/۷۲ سال و بیشترین ۹/۴۴ سال، و در گروه کنترل کمترین ۸/۳۴ سال و بیشترین ۹/۶۱ سال بود. از نظر نوع اختلال یادگیری، در کل نمونه ۱۴ نفر (۵۱/۹٪) دارای اختلال خواندن، ۶ نفر (۲۲/۲٪) دارای اختلال نوشتن و ۷ نفر (۲۵/۹٪) دارای اختلال ریاضی بودند. در گروه آزمایش، ۸ نفر (۶۱/۵٪) نارساخوان، ۲ نفر (۱۵/۴٪) نارسانویس و ۳ نفر (۲۳/۱٪) دارای اختلال ریاضی بودند. در گروه کنترل، ۶ نفر (۴۲/۹٪) نارساخوان، ۴ نفر (۲۸/۶٪) نارسانویس و ۴ نفر (۲۸/۶٪) دارای اختلال ریاضی بودند. از نظر پایه تحصیلی، در گروه آزمایش ۷ نفر (۵۳/۸٪) پایه سوم و ۶ نفر (۴۶/۲٪) پایه چهارم بودند. در گروه کنترل، تعداد دانش‌آموزان پایه سوم و چهارم برابر و هر کدام ۷ نفر (۵۰/۰٪) بود. در کل نمونه، ۱۴ نفر (۵۱/۹٪) پایه سوم و ۱۳ نفر (۴۸/۱٪) پایه چهارم بودند. از لحاظ وضعیت اقتصادی، در گروه آزمایش ۲ نفر (۱۵/۴٪) در وضعیت خوب، ۳ نفر (۲۳/۱٪) در وضعیت متوسط و ۸ نفر (۶۱/۵٪) در وضعیت ضعیف قرار داشتند. در گروه کنترل، ۳ نفر (۲۱/۴٪) وضعیت خوب، ۹ نفر (۶۴/۳٪) وضعیت متوسط و ۲ نفر (۱۴/۳٪) وضعیت ضعیف داشتند. در مجموع، ۵ نفر (۱۸/۵٪) وضعیت خوب، ۱۲ نفر (۴۴/۴٪) وضعیت متوسط و ۱۰ نفر (۳۷/۰٪) وضعیت ضعیف داشتند. از نظر تحصیلات پدر، در گروه آزمایش ۱ نفر (۷/۷٪) فوق‌لیسانس، ۳ نفر (۲۳/۱٪) لیسانس، ۴ نفر (۳۰/۸٪) فوق‌دیپلم و ۵ نفر (۳۸/۵٪) دیپلم بودند. در گروه کنترل، ۱ نفر (۷/۱٪) فوق‌لیسانس، ۶ نفر (۴۲/۹٪) لیسانس، ۵ نفر (۳۵/۷٪) فوق‌دیپلم و ۲ نفر (۱۴/۳٪) دیپلم داشتند. در مجموع، ۲ نفر (۷/۴٪) فوق‌لیسانس، ۹ نفر (۳۳/۳٪) لیسانس،

۹ نفر (۳۳/۳٪) فوق‌دیپلم و ۷ نفر (۲۵/۹٪) دیپلم بودند. از نظر تحصیلات مادر، در گروه آزمایش ۳ نفر (۲۳/۱٪) فوق‌لیسانس، ۵ نفر (۳۸/۵٪) لیسانس، ۴ نفر (۳۰/۸٪) فوق‌دیپلم و ۱ نفر (۷/۷٪) دیپلم بودند. در گروه کنترل، ۲ نفر (۱۴/۳٪) فوق‌لیسانس، ۱۰ نفر (۷۱/۴٪) لیسانس، هیچ‌کس فوق‌دیپلم نداشت و ۲ نفر (۱۴/۳٪) دیپلم بودند. در کل نمونه، ۵ نفر (۱۸/۵٪) فوق‌لیسانس، ۱۵ نفر (۵۵/۶٪) لیسانس، ۴ نفر (۱۴/۸٪) فوق‌دیپلم و ۳ نفر (۱۱/۱٪) دیپلم بودند.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار خرده‌مقیاس‌های حافظه فعال در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	تعداد	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		SD	M	SD	M
فراختای تصویر	کنترل	۱۴	۱۹/۵۰	۵/۷۹	۱۹/۵۰
	آزمایش	۱۳	۱۶/۶۹	۴/۸۲	۱۸/۷۷
فراختای ارقام روبه‌جلو	کنترل	۱۴	۶/۷۱	۱/۵۹	۶/۴۳
	آزمایش	۱۳	۶/۶۲	۲/۶۰	۹/۸۵
فراختای ارقام رو به عقب	کنترل	۱۴	۶/۵۷	۲/۱۷	۶/۲۹
	آزمایش	۱۳	۷/۲۳	۲/۱۳	۹/۷۷
فراختای ارقام توالی	کنترل	۱۴	۵/۲۱	۱/۵۸	۵/۰۷
	آزمایش	۱۳	۶/۶۹	۲/۱۷	۸/۳۸

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد زیر مقیاس‌های سرعت پردازش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	تعداد	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		SD	M	SD	M
نمادیابی	کنترل	۱۴	۱۷/۵۷	۳/۱۸	۱۷/۵۷
	آزمایش	۱۳	۱۵/۵۴	۴/۶۷	۲۰/۳۱
رمزنویسی	کنترل	۱۴	۲۲/۷۹	۷/۶۸	۲۲/۸۶
	آزمایش	۱۳	۲۶/۱۵	۴/۸۸	۲۹/۱۵

پیش از انجام تحلیل‌های اصلی، برای اطمینان از صحت نتایج و رعایت مفروضات آماری، آزمون‌هایی مانند نرمال بودن توزیع داده‌ها، همگنی واریانس-کوواریانس ماتریس‌ها، خطی بودن روابط و همگنی شیب‌های رگرسیون اجرا شدند. پیش از انجام تحلیل‌های چندمتغیری و تک‌متغیری، پیش‌فرض‌های لازم موردبررسی قرار گرفت. آزمون شاپیرو-ویلک^۱ نشان داد که توزیع نمرات پس‌آزمون حافظه فعال و سرعت پردازش در هر دو گروه آزمایش و کنترل نرمال است. همچنین، آزمون ام‌باکس^۲ برای بررسی همگنی ماتریس‌های کوواریانس نشان داد که پیش‌فرض همگنی برقرار است؛ و آزمون لوین نیز برای بررسی برابری واریانس‌ها در همه متغیرها و زیرمقیاس‌ها غیرمعنادار بود (فراختای ارقام روبه‌جلو: $F = ۰.۱۹$ ، $p = ۰.۸۹$ ؛ فراختای ارقام رو به عقب: $F = ۰.۶۴$ ، $p = ۰.۸۰$ ؛ فراختای ارقام توالی: $F = ۰.۴۸$ ، $p = ۰.۷۴$ ؛ پس‌آزمون فراختای تصویر: $F = ۰.۵۲$ ، $p = ۰.۵۲$ ؛ نمادیابی: $F = ۰.۲۲$ ، $p = ۰.۸۵$ ؛ رمزنویسی: $F = ۰.۳۴$ ، $p = ۰.۰۹$). علاوه بر این، شیب خط رگرسیون پیش‌آزمون‌ها در تحلیل کوواریانس بررسی و تأیید شد، که نشان‌دهنده همبستگی معنادار بین پیش‌آزمون‌ها و پس‌آزمون‌ها و برقرار بودن پیش‌فرض خطی بودن رابطه است؛ بنابراین، تمامی پیش‌فرض‌های لازم برای انجام تحلیل‌های پارامتریک، از جمله آنکوا و مانکوا، رعایت شده و اعتبار نتایج تحلیل‌های آماری تضمین می‌شود.

^۱ Shapiro-Wilk test

^۲ Box's M test

جدول ۴. نتایج آزمون‌های چندمتغیری (مانکوا) حافظه فعال و سرعت پردازش

شاخص	مقدار	F	df	خطا df	Sig	اتای جزئی
اثر پیلای	۰/۸۸۷	۸۶/۳۹	۲	۲۲	۰/۰۰۱ >	۰/۸۸۷
لامبدای ویلکز	۰/۱۱۳	۸۶/۳۹	۲	۲۲	۰/۰۰۱ >	۰/۸۸۷
اثر هتلینگ	۷/۸۵۴	۸۶/۳۹	۲	۲۲	۰/۰۰۱ >	۰/۸۸۷
بزرگ‌ترین ریشه روی	۷/۸۵۴	۸۶/۳۹	۲	۲۲	۰/۰۰۱ >	۰/۸۸۷

نتایج آزمون چندمتغیره مانکوا نشان می‌دهد که بین گروه آزمایش و کنترل در ترکیب خطی متغیرهای وابسته (حافظه فعال و سرعت پردازش) تفاوت معناداری وجود دارد $F(2,22)=39/86, p<0/01, \eta^2=0/887$. این نتایج بیانگر آن است که مداخله اجراشده توانسته است به‌طور هم‌زمان عملکرد شرکت‌کنندگان را در هر دو توانایی شناختی بهبود دهد.

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری (آنکوا) زیرمقیاس‌های حافظه فعال

متغیرها	SS	df	MS	F	P	Eta
گروه	۳۹/۷۱۵	۱	۳۹/۷۱۵	۱۱۱/۸۳۵	۰/۰۰۰	۰/۸۴۲
فراخنای ارقام روبه‌جلو	-	-	-	-	-	-
خطا	-	-	-	-	-	-
گروه	۳۶/۳۷۲	۱	۳۶/۳۷۲	۶۲/۲۲۰	۰/۰۰۰	۰/۷۲۸
فراخنای ارقام رو به عقب	-	-	-	-	-	-
خطا	-	-	-	-	-	-
گروه	۴۰/۰۲۲	۱	۴۰/۰۲۲	۷۴/۲۷۸	۰/۰۰۰	۰/۷۸۰
فراخنای ارقام توالی	-	-	-	-	-	-
خطا	-	-	-	-	-	-
گروه	۳۴/۲۸	۱	۳۴/۲۸	۲۶/۴۷۰	۰/۰۰۰	۰/۵۲۴
فراخنای تصویر	-	-	-	-	-	-
خطا	-	-	-	-	-	-

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری نشان می‌دهد که پس از کنترل پیش‌آزمون، بین گروه آزمایش و کنترل در تمامی خرده‌مقیاس‌های حافظه فعال شامل فراخنای ارقام روبه‌جلو، ارقام رو به عقب، ارقام توالی و فراخنای تصویر تفاوت معناداری وجود دارد ($p<0/01$). همچنین مقادیر بالای اتای جزئی ($0/524$ تا $0/842$) نشان می‌دهد که مداخله اجراشده تأثیر بسیار چشمگیری بر بهبود کارکردهای مختلف حافظه فعال داشته است.

جدول ۶. نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری (ANCOVA) زیرمقیاس‌های سرعت پردازش

زیرمقیاس	منبع	(SS)	(df)	(MS)	Sig	Eta
نمادبایی	پیش‌آزمون	۲۲۵/۶۳۲	۱	۲۲۵/۶۳۲	<۰/۰۰۱	۰/۸۷۸
	گروه	۲۰/۵۷۲	۱	۲۰/۵۷۲	<۰/۰۰۱	۰/۳۹۷
رمزنویسی	پیش‌آزمون	۷۹۸/۵۰۶	۱	۷۹۸/۵۰۶	<۰/۰۰۱	۰/۹۳۶
	گروه	۵۰/۰۰۶	۱	۵۰/۰۰۶	<۰/۰۰۱	۰/۴۷۸

نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری نشان داد که پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، بین گروه آزمایش و کنترل در هر دو زیرمقیاس سرعت پردازش (نمادبایی و رمزنویسی) تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p<0/01$). مقدار اتای جزئی برای اثر گروه در نمادبایی برابر با $0/397$ و برای رمزنویسی $0/478$ به دست آمد که نشان‌دهنده اثر متوسط تا بزرگ مداخله است. این یافته‌ها بیانگر آن است که مداخله طراحی‌شده توانسته است سرعت پردازش اطلاعات دانش‌آموزان را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

اختلال یادگیری خاص می‌تواند با ایجاد چالش در مهارت‌های تحصیلی و پیشرفت آموزشی دانش‌آموزان تأثیرات قابل‌توجهی داشته باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی مداخله مبتنی بر توانبخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر مهارت‌های شناختی (حافظه فعال و سرعت پردازش) بود. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که مداخله مبتنی بر توانبخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر حافظه فعال دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری اثر مثبت و معناداری دارد ($p>0/1$). این یافته با پژوهش سعیدمنش، وزیری و

عزیزی بندرآبادی (۱۴۰۴) همخوانی دارد که نشان داد استفاده از نرم‌افزار کاپیتان لاگ موجب بهبود حافظه کاری کودکان با اختلال یادگیری می‌شود. همچنین، مللی و همکاران (۱۴۰۱) نشان دادند که بسته‌های مختلف توانبخشی شناختی می‌توانند اثر متفاوتی بر حافظه فعال داشته باشند و نرم‌افزار کاپیتان لاگ بر حافظه فعال دیداری تأثیر بیشتری دارد. پژوهش‌های بین‌المللی نیز مؤید اثر مثبت توانبخشی شناختی رایانه‌ای بر حافظه فعال و سایر مهارت‌های شناختی هستند (کسلر و لاکایو، ۲۰۱۱؛ هلمز و همکاران، ۲۰۰۹؛ کلینبرگ^۲، ۲۰۱۰). تبیین این یافته‌ها از منظر علوم شناختی و آموزش ویژه آن است که تمرینات توانبخشی شناختی رایانه‌ای، با ارائه فعالیت‌های هدفمند و تدریجی، شبکه‌های عصبی مرتبط با حافظه فعال را تحریک می‌کنند (کسلر و لاکایو، ۲۰۱۱). این تمرینات با بهره‌گیری از انعطاف‌پذیری عصبی و تقویت سیناپس‌های مرتبط با عملکردهای اجرایی، موجب ارتقای ظرفیت حافظه فعال در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص می‌شوند (هلمز و همکاران، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، استفاده از محیط‌های تعاملی و جذاب رایانه‌ای موجب افزایش انگیزه و مشارکت فعال دانش‌آموزان در تمرینات شناختی می‌شود و در نتیجه اثربخشی مداخله بر حافظه فعال تقویت می‌گردد (یگیت و همکاران^۳، ۲۰۲۱). شواهد نوروسایکولوژیک نیز نشان می‌دهند که تمرینات ساختارمند حافظه کاری، تغییراتی در فعالیت قشر پیش‌پیشانی و شبکه‌های مرتبط با حافظه ایجاد می‌کنند که با بهبود عملکرد حافظه فعال همراه است (وستربرگ و کلینبرگ^۴، ۲۰۰۷). به‌طورکلی، توانبخشی شناختی رایانه‌ای، با ترکیب تمرینات هدفمند، سطح دشواری تدریجی و بازخورد فوری، ظرفیت حافظه فعال را تقویت کرده و پیامدهای تحصیلی مثبت برای دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص به همراه دارد.

همچنین نتایج نشان داد که مداخله مبتنی بر توانبخشی شناختی رایانه‌ای (آرام) بر سرعت پردازش اطلاعات دانش‌آموزان اثر مثبت و معناداری دارد. این یافته با پژوهش‌های دریلی و همکاران (۲۰۲۴)، کاتانهو و پیسونی^۵ (۲۰۲۳)، شفیعی و همکاران (۱۴۰۲)، محروقی و همکاران (۱۴۰۰) همسو است که نشان دادند توانبخشی شناختی رایانه‌ای باعث بهبود سرعت پردازش اطلاعات می‌شود. تبیین این یافته‌ها از منظر علوم شناختی و آموزش ویژه به این صورت است که تمرینات شناختی رایانه‌ای هدفمند با طراحی ساختارمند، تدریجی و منطبق با سطح عملکرد فردی توانایی مغز در پردازش سریع اطلاعات را تقویت می‌کنند. هنگامی که این تمرینات به‌صورت منظم و پیوسته (مثلاً در طول چند هفته) اجرا شوند، مغز با دریافت مداوم محرک‌ها و مجبور شدن به واکنش سریع، مسیرهای عصبی مرتبط با پردازش ورودی‌ها، ادراک و پاسخ‌دهی را فعال نگه می‌دارد و با تکرار، سیناپس‌های مؤثرتر و سریع‌تر و بهبود کارایی شبکه‌های عصبی را ممکن می‌سازد. این فرآیند، بازتاب مفهوم انعطاف‌پذیری عصبی^۶ است و موجب ارتقای عملکرد اجرایی و سرعت پردازش اطلاعات می‌شود (لونی و همکاران^۷، ۲۰۲۴؛ ونگ و همکاران^۸، ۲۰۲۳).

از منظر نوروسایکولوژیک، این تمرینات با تکرار مرتبط و دریافت بازخورد فوری، موجب فعال‌سازی مداوم شبکه‌های عصبی مرتبط با پردازش اطلاعات، توجه و انتقال سریع محرک‌ها می‌شوند. این فعالیت مداوم و هدفمند می‌تواند سیناپس‌های مؤثرتر و اتصالات عصبی کاراتر در مسیرهای عصبی مرتبط با سرعت پردازش ایجاد کند (ونگ و همکاران^۸، ۲۰۲۳؛ لونی و همکاران، ۲۰۲۳).

¹ Holmes et al

² Klingberg

³ Yigit et al

⁴ Westerberg & Klingberg

⁵ Cattaneo & Pisoni

⁶ neural plasticity

⁷ Loney et al

⁸ Wang et al

۲۰۲۴). علاوه بر بعد نوروفیزیولوژیک، بعد انگیزشی و رفتاری نیز نقش مهمی دارد: محیط رایانه‌ای تعاملی و بازی‌وار، جذابیت و مشارکت فعال دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد، که این انگیزه بالا باعث می‌شود تمرینات با تلاش و تمرکز بیشتر انجام شوند و بدین ترتیب تقویت شناختی مؤثرتر صورت گیرد (اچ. دبلیو؛ و همکاران^۱، ۲۰۲۴). این امر به‌ویژه برای دانش‌آموزانی با اختلال یادگیری خاص اهمیت دارد، چرا که این کودکان معمولاً انگیزه و تحمل پایینی برای انجام تکالیف مکرر دارند.

به‌این‌ترتیب، توانبخشی شناختی رایانه‌ای با ترکیب تمرینات ساختارمند، تکرار منظم، بازخورد فوری و جذابیت محیط تعاملی می‌تواند سرعت پردازش اطلاعات را در کودکان دارای اختلال یادگیری خاص ارتقا دهد؛ این ارتقا می‌تواند به بهبود عملکرد تحصیلی، توانایی در انجام تکالیف با بازده بیشتر، و کاهش فشار شناختی کمک کند (لونی و همکاران، ۲۰۲۴؛ ونگ و همکاران، ۲۰۲۳؛ اچ. دبلیو؛ و همکاران، ۲۰۲۴). پژوهش حاضر نشان داد که مداخله توانبخشی شناختی رایانه‌ای «آرام» می‌تواند حافظه فعال و سرعت پردازش دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص را بهبود بخشد؛ اما محدودیت‌هایی نیز دارد. مهم‌ترین محدودیت، نبود مرحله پیگیری برای سنجش پایداری اثرات در طول زمان است. همچنین حجم نمونه کوچک و محدود بودن آن به ۲۷ دانش‌آموز پسر از نجف‌آباد، تعمیم نتایج را دشوار می‌کند. استفاده از تنها یک ابزار سنجش (وکسلر) نیز محدودیت دیگر پژوهش است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده از مرحله پیگیری، نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر از نظر جنسیت و منطقه جغرافیایی، و نیز ابزارهای سنجش متنوع‌تر استفاده شود. باوجود این محدودیت‌ها، نتایج نشان دادند که مداخله «آرام» روش مفیدی برای ارتقای توانایی‌های شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص است و می‌تواند توسط معلمان و متخصصان آموزش ویژه به کار گرفته شود.

تشکر و قدردانی

از دانش‌آموزان، والدین و مسئولان مرکز مشاوره درخشش شهرستان نجف‌آباد که بدون هیچ‌گونه چشمداشتی در انجام این پژوهش همکاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌شود. شایان‌ذکر است که این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

منابع

- افشاری، علی، و رضایی، رسول. (۲۰۱۹). اثربخشی نرم‌افزار ساند اسمارت بر کارکردهای اجرایی (توجه متمرکز، توانایی سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی و حافظه کاری شنیداری و دیداری) دانش‌آموزان مبتلا به نارساخوانی. *ناتوانی‌های یادگیری*، ۸(۳)، ۲۶-۴۸.
- پاشا، ش. ح. (۱۳۸۲). *نظریه و کاربرد آزمون‌های هوش و شخصیت* (چاپ سوم). سخن.
- زینلی، م.، خسروجاوید، م.، ابوالقاسمی، ع.، و کوشا، م. (۲۰۲۱). مقایسه ادراک دیداری-فضایی و پردازش زمانی شنیداری در کودکان دارای اختلال یادگیری خاص، اختلال یادگیری غیرکلامی و اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی. *روانشناسی افراد استثنایی*، ۱۱(۴۳)، ۲۷-۶۱.
- شیرینی امین‌لو، م.، شریفی درآمدی، پ.، و خلعتبری، ج. (۲۰۲۳). روایی تشخیصی نسخه پنجم مقیاس‌های هوشی و کسلر کودکان در ویژگی‌های عصب - روان‌شناختی دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری. *مطالعات روانشناسی تربیتی*، ۲۰(۵)، ۹۳-۷۶.
- شفیع، الهام، ارجمندنیا، علی اکبر، قاسم زاده، سوگند، حسن‌زاده، سعید، و غلامعلی لواسانی، مسعود. (۱۴۰۲). بررسی اثربخشی برنامه توانبخشی مبتنی بر کارکردهای اجرایی بر سرعت پردازش و توجه کودکان مبتلا به طیف اتیسم.
- عباسی، م.، غیرتی، م. (۱۳۹۲). شیوع اختلالات یادگیری در دانش‌آموزان دبستانی: مطالعه‌ای در ایران. *مجله روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی ایران*، ۵(۲)، ۴۵-۵۸.
- کریمی، ا.، کریمی، ر.، و علی پور، ع. (۲۰۲۰). "بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی مقیاس هوشی و کسلر کودکان ویرایش - پنجم". *فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی*، ۱۱(۴۱)، ۹۷-۱۲۵.
- کامکاری، ک.، باغداساریانس، آ.، و محمدی رفعت پناه، ن. (۲۰۲۴). ویژگی‌های روان‌سنجی نسخه پنجم مقیاس‌های هوشی و کسلر کودکان در دانش‌آموزان با نقص توجه - بیش‌فعالی / تکانشی

¹ H. W. et al

- کرمی، ا. و کرمی، ر. (۱۳۹۷). راهنمای آزمون هوش و کسلر کودکان (نسخه محرک دیجیتال ۲۱ خرده آزمونی) (د. ا. کرمی و د. ر. کرمی، ترجمه). روان‌سنجی.
- محمدلو، اکرم، محمدلو، مریم، و درتاج، فریبرز. (۱۴۰۱). اثربخشی توانبخشی شناختی رایانه‌ای بر انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش اطلاعات دانش‌آموزان با اختلال یادگیری. پنجمین همایش بین‌المللی روان‌شناسی تربیتی: مداخلات روانی-تربیتی.
- محرابی، افسانه، عباسی، قدرت‌الله، فخری، محمدکاظم. (۲۰۲۴). اثربخشی مداخله درمانی مبتنی بر توانبخشی شناختی بر حافظه فعال و سرعت پردازش دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خاص. مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۶۶(۶).
- مللی، م. امیری مجد، م. تجلی، پ. و موللی، گ. (۱۴۰۲). مقایسه اثربخشی نرم‌افزار شناختی کاپیتان لاگ و بسته توانبخشی شناختی پارس بر حافظه فعال شنیداری و دیداری دانش‌آموزان دبستانی دارای آسیب شنوایی با کاشت حلزون. سبک زندگی اسلامی با محوریت سلامت، ۷(۲)، ۲۷۰-۲۸۳.
- محروقی، حمید رضا، تونده جانی، حسن، نجات، حمید، باقرزاده گل مکانی، زهرا. (۲۰۲۱). مقایسه اثربخشی توانبخشی شناختی مبتنی بر تقویت توجه و توانبخشی شناختی مبتنی بر تقویت حافظه کاری بر تنظیم شناختی هیجان و سرعت پردازش اطلاعات دانش‌آموزان نارساخوان. عصب روان‌شناسی، ۷(۲۵)، ۷۳-۹۲.
- نودئی، خدیجه، صمد غلامرضا، و کرمی هادی. (۲۰۱۶). رابطه میان عملکرد و ظرفیت حافظه کاری و عملکرد خواندن دانش‌آموزان: بررسی اجرایی [پژوهش]. مجله روانشناسی شناختی، ۴(۳)، ۱۱-۲۰.
- نجاتی، و. (۱۳۹۷). دستنامه جامع توانبخشی شناختی در اختلالات تحولی، تهران: رشد فرهنگ.
- نعمتی، ش.، بدری گرگری، ر.، واحدی، ش.، و مهرگان فرد جیرنده، ض. (۲۰۲۴). کاربست توانبخشی شناختی بر فهم، تولید و محاسبات عددی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه با آسیب ریاضی. فصل‌نامه پژوهش‌های کاربردی روانشناختی، ۱۵(۱)، ۵۳-۷۲.
- نوروزبخش حاجی کندی، ر.، هاشمی، ر.، و رضایی، ا. (۲۰۲۱). اثربخشی بازتوانی شناختی بر ظرفیت حافظه کاری دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص (خواندن) با تعدیل‌گری جنسیت. نشریه علمی آموزش و ارزشیابی (فصلنامه)، ۱۴(۵۳)، ۱۱۱-۱۳۲.
- ویسمه، م.، استکی، م.، و میرزاحانی، ن. (۲۰۲۳). مقایسه اثربخشی آموزش کارکردهای اجرایی مبتنی بر بازی‌های رایانه‌ای و یکپارچگی حسی بر علائم نارساخوانی دانش‌آموزان. روانشناسی افراد استثنایی، ۱۳(۴۹)، ۱۴۶-۱۷۲.
- Abaci Karadeniz, S. (2025). Working memory as a predictor of academic achievement in children with specific learning disorders. *Journal of Cognitive Development*, 27(1), 55–69.
- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fifth edition: Text revision (DSM-5-TR)*. American Psychiatric Association Publishing.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Borrelli, S., Lima, J. P., & Dachy, B. (2023). The relation between the symbol digit modalities test, fatigue, depression, and anxiety symptoms in a Belgian MS cohort. *Acta Neurologica Belgica*, 123(6), 2147–2153. <https://doi.org/10.1007/s13760-023-02233-9>
- Canivez, G. L., & Watkins, M. W. (2017). Exploratory and confirmatory factor analyses of the Wechsler Intelligence Scale for Children – Fifth Edition: Implications for interpretation. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(2), 114–126. <https://doi.org/10.1177/0734282916633005>
- Cattaneo, G., & Pisoni, A. (2023). Computer-assisted cognitive rehabilitation in neurological patients: State of the art and future perspectives. *Frontiers in Neurology*, 14, 1255319. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1255319>
- Clinical, P. (2014). *WISC-V and learning disorders: Research report*.
- Cornoldi, C., Giofrè, D., Orsini, A., & Pezzuti, L. (2014). Differences in the intellectual profile of children with intellectual vs. learning disability. *Research in Developmental Disabilities*, 35(9), 2224–2230. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.05.013>
- Derikvand, M., Yilagh, M. S., & Hajiyakhchali, A. (2023). The comparison of effects of computer cognitive rehabilitation (ARAM) and practical rehabilitation games (Attention Games) on working memory, response inhibition, and reading comprehension of students with dyslexia. *Quarterly Journal of Child Mental Health*, 10(1), 78–92. <https://doi.org/10.61186/jcmh.10.1.7>
- Dereili, R., Estaki, M., & Beheshte, N. (2024). Effect of cognitive rehabilitation training on information processing speed, response inhibition, attention, and perceptual reasoning in students with dyscalculia. *Iranian Rehabilitation Journal*, 22(3), 509–518. <https://doi.org/10.32598/irj.22.3.509>
- Giofrè, D., Stoppa, E., Ferioli, P., Pezzuti, L., & Cornoldi, C. (2016). Forward and backward digit span difficulties in children with specific learning disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 38(4), 478–486. <https://doi.org/10.1080/13803395.6.1150957>
- Grigorenko, E. L., Compton, D. L., Fuchs, L. S., Wagner, R. K., Willcutt, E. G., & Fletcher, J. M. (2020). Understanding, educating, and supporting children with specific learning disabilities: 50 years of science and practice. *American Psychologist*, 75(1), 37–51. <https://doi.org/10.1037/amp0000492>
- Halaç, S., Uğurlu, E., & Kaya, D. (2025). Cognitive updating and working memory deficits in students with specific learning disorders. *Frontiers in Psychology*, 16, 1345–1360.

- 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), F9–F15. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x>
- Jolles, D. D., & Crone, E. A. (2012). Training the developing brain: A neurocognitive perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 76. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00076>
- Keith, T. Z., & Reynolds, M. R. (2016). Review of the Wechsler Intelligence Scale for Children – Fifth Edition (WISC-V). *Psychological Reports*, 118(1), 1–23. <https://doi.org/10.1177/0033294116663758>
- Kesler, S. R., Lacayo, N. J., & Jo, B. (2011). A pilot study of an online cognitive rehabilitation program for executive function skills in children with cancer-related brain injury. *Brain Injury*, 25(1), 101–112. <https://doi.org/10.3109/02699052.2010.541786>
- Kishore, M. T., Maru, R., Seshadri, S. P., Kumar, D., Sagar, J. K. V., Jacob, P., & Murugappan, N. P. (2021). Specific learning disability in the context of current diagnostic systems and policies in India. *Asian Journal of Psychiatry*, 55, 102506. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.102506>
- Klaassen, A.-L., Michel, C., Stübke, M., Kaess, M., Morishima, Y., & Kindler, J. (2024). Reduced anterior callosal white matter in risk for psychosis associated with processing speed. *Schizophrenia Research*, 264, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2024.02.012>
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317–324. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.05.002>
- Kramer, J., Lee, H., & Brown, K. (2020). The role of processing speed in academic performance of students with and without learning disabilities. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101864.
- Looney, L., Wong, E. H., Rosales, K. P., Bacon, J. M., & Wiest, D. J. (2024). Supporting learning differences: Effects of cognitive training on cognitive abilities in a school-based sample. *Education Sciences*, 14(1), 89. <https://doi.org/10.3390/educsci14010089>
- Poldrack, R. A. (2010). Mapping mental function to brain structure. *Perspectives on Psychological Science*, 5(6), 753–761. <https://doi.org/10.1177/1745691610388777>
- Raven, J. (2000). The Raven's progressive matrices. *Cognitive Psychology*, 41(1), 1–48. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0735>
- Saeidmanesh, M., Vaziri, F., & Azizi Bondarabadi, M. (2025). Examining the effectiveness of computerized cognitive rehabilitation on the working memory of students with learning disabilities. *Journal of Disability Studies*, 15(0), 28.
- Shahmohamadi, M., Entesarfooni, G., Hejazi, M., & Asadzadeh, H. (2019). The impact of cognitive rehabilitation training... *Quarterly Journal of Child Mental Health*, 6(2), 93–106. <https://doi.org/10.29252/jcmh.6.2.9>
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions... *PLoS One*, 12(2), e0170845.
- Weschler, D. (2008). *WAIS-IV: Wechsler Adult Intelligence Scale*. Pearson.
- Wechsler, D. (2003). *WISC-IV Manual*. Pearson.
- Wechsler, D. (2014). *WISC-V Technical and interpretive manual*. Pearson.
- Wiest, D. J., Wong, E. H., & Rosales, K. P. (2023). Improving cognitive abilities in school age children via computerized cognitive training. *Brain Sciences*, 13(12), 1618. <https://doi.org/10.3390/brainsci1312161>
- Wiest, D. J., et al. (2022). Utilizing cognitive training to improve working memory in ADHD and SLD. *Unknown Journal*.
- Wong, E. H., Rosales, K. P., & Looney, L. (2024). Testing the effectiveness of computerized cognitive training on an at-risk student population. *Behavioral Sciences*, 14(8), 711. <https://doi.org/10.3390/bs14080711>
- Westerberg, H., & Klingberg, T. (2007). Changes in cortical activity after training of working memory. *Physiology & Behavior*, 92(1–2), 186–192. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.041>
- Yigit, S., Ozcan, D., & Erden, F. (2021). Computer-assisted cognitive interventions and motivation in children with learning disabilities. *Child Neuropsychology*, 27(6), 789–805. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1753277>