مجله روانشناسی ۱۰۸/ سال بیست و هفتم، شماره ٤/ زمستان ۱٤۰۲
Journal of Psychology, 2023, 27 (Winter) 365-374

ساخت و هنجاریابی آزمون رایانه‌ای حافظه کاری کودکان

The Constructing and Normalization of Computerized Children's Working Memory Test

علی‌اکبر شریفی[۱]
حسین زارع[۲]

Ali Akbar Sharifi PhD✉
Hossein Zare PhD

چکیده

در مورد حافظه کاری در کودکان به دلیل چالش‌های اساسی در ارزیابی آن، ابزارهای اندکی وجود دارد. پژوهش حاضر با هدف ساخت و هنجاریابی آزمون رایانه‌ای حافظه کاری برای کودکان انجام شد. روش این پژوهش، توصیفی و از نوع آزمون‌سازی است از میان دانش‌آموزان پایه‌های اول تا ششم ابتدایی شهرکرد، ۳۲٤ دانش‌آموز با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شد و با برنامه سنجش حافظه کاری کودکان مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج تحلیل عامل اکتشافی به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و چرخش واریمکس نشان داد که ۹ خرده‌مقیاس ٥٤ /۸٦ درصد از واریانس داده‌ها را تبیین می‌کنند. عامل اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۲۹/٤۲، ۱۹/۷۸، ۱۸/۸٦ و ۱۸/٤۹ درصد از واریانس را تبیین کردند. همچنین ضریب اعتبار بازآزمایی ۰/۸۱٤ برای کل آزمون به‌دست آمد و همبستگی بین مجموعه آزمون حافظه فعال برای کودکان)حافبک) و برنامه سنجش حافظه کاری کودکان در دامنه ۰/٥۱۳ تا ۰/۷۹۱ بود در مجموع یافته‌های پژوهش نشان داد که برنامه رایانه‌ای سنجش حافظه کاری کودکان، ویژگی‌های روان‌سنجی رضایت‌بخشی در جامعه کودکان ایرانی دارد و می‌توان از آن در سنجش حافظه کاری کودکان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: هنجاریابی، آزمون حافظه کاری کودکان، روایی، اعتبار

Abstract

In the case of working memory in children, due to the basic challenges in evaluating it, there are few tools. The present study was conducted with the aim of developing and standardizing a computerized working memory test for children. The method of this research is a descriptive study and test development. Among the first to sixth grade students of Shahrekord, 324 students were selected by multi-stage cluster sampling method and were measured by computerized working memory test for children. The results of exploratory factor analysis using principal component analysis with varimax rotation showed that 9 subscales explained 86.54% of the variance of the data. The first, second, third, and fourth factors explained 29.42, 19.78, 18.86, and 18.49 percent of variance, respectively. Also, the test-retest reliability coefficient of 0.814 was obtained for the whole test and the correlation between Working Memory Test Battery for Children and the computerized working memory test for children in the range of 0.513 to 0.791. In total, the findings of the research showed that computerized working memory test for children has satisfactory psychometric properties in the Iranian children's pupulation, which can be used to measure children's working memory.

Keywords: Normalization, Working Memory Test for Children, Validity, Reliability

دریافت مقاله: ۱٤۰۱/۹/۲۱ تصویب نهایی: ۱٤۰۲/۲/۲٤

۱. گروه روان‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
۲. گروه روان‌شناسی تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.

✉ Department of Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran.
Email: aliakbarsharifi@pnu.ac.ir

• مقدمه

حافظه کاری (working memory)، توانایی ذخیره‌سازی موقتی و تبدیل اطلاعات برای پشتیبانی از سایر کارکردهای شناختی است. حافظه کاری یک سیستم با ظرفیت محدود است که به فرد امکان نگهداری و دست‌کاری ذهنی اطلاعات دریافتی در حین انجام تکالیف شناختی را می‌دهد (گری و همکاران، ۲۰۱۷). بدلی (۲۰۱۲) چهار مؤلفه برای حافظه کاری مطرح می‌کنند که عبارت هستند از واحد مجری مرکزی (central executive) که مسئول تمرکز، تغییر توجه و تقسیم توجه است و پیوند حافظه بلندمدت و حافظه کاری را برقرار می‌کند. صفحه دیداری فضایی (visuospatial sketchpad) که اطلاعات دیداری و فضایی را نگه می‌دارد و اجازه اندوزش موقت و دست‌کاری اطلاعات فضایی و دیداری را می‌دهد. حلقه واج‌شناختی (phonological loop) یک انباره آوایی است که اطلاعات کلامی و صوتی را نگه‌داری می‌کند و میان‌گیر چندبخشی یا حافظه موقت رویدادی (episodic buffer) یک حافظه موقت چندوجهی که قادر به یکپارچه کردن اطلاعات از حلقه واج‌شناختی و صفحه دیداری- فضایی در انباره حافظه درازمدت است و تعامل بین مؤلفه‌های حافظه کاری را برقرار می‌کند و اطلاعات زیرسیستم‌های حافظه کاری و حافظه بلندمدت را به هم ارتباط می‌دهد.

حافظه کاری جزئی از الگوی شناختی پردازش اطلاعات است (زارع و همکاران، ۱۳۹۸) و برای تمام کارکردهای شناختی که متکی به کنترل شناختی هستند، بسیار مهم است ازجمله یادگیری زبان (بدلی،۲۰۱۷). درک زبان (ووگز و همکاران)؛ توانایی خواندن (ژانگ و مالاتشا جوشی، ۲۰۲۰) ؛ ریاضیات (بال و لی، ۲۰۱٤) و استدلال (گری و همکاران، ۲۰۱۷). مطالعات زیادی گزارش کرده‌اند که کودکان با نمرات حافظه کاری بالا، خلاقیت نمایشی بالاتری دارند (طولابی و متولی‌زاده، ۱٤۰۰)، مهارت‌های اجتماعی بیشتری را نشان می‌دهند (مک کواد و همکاران، ۲۰۱۳). رفتارهای هدفمند موفق‌تر (مارکوویتچ و همکاران، ۲۰۱۰)، پذیرش و مشارکت بیشتر در کلاس و فعالیت‌ها و دستاوردهای بیشتر در ریاضیات و خواندن دارند (فیتزپاتریک و پاگانی، ۲۰۱۲). از طرف دیگر ضعف در حافظه کاری در کودکان با اختلال در خواندن (ناجی و همکاران، ۱۳۹۹) و ضعف در ریاضیات (سودرکویست و برگمن ناتلی، ۲۰۱۵) ، پیشرفت ضعیف در مدرسه (رابرتز و همکاران، ۲۰۱٦)، مشکل در حل مسئله (ویلی و یاروس، ۲۰۱۲) و اختلال‌ها در حفظ و تداوم توجه (فریدمن و همکاران، ۲۰۱۸) همراه است. حافظه کاری اغلب به‌دلیل نقش اصلی آن در پردازش زبان، اندیشه و عمل به‌عنوان "میز کار ذهنی" یا "فضای کاری" محسوب می‌شود. به‌دلیل اهمیت آن برای عملکرد شناختی، سال‌ها مورد توجه بسیاری از روان‌شناسان شناختی و رشدی قرار گرفته است (رومان و همکاران، ۲۰۱٤).

ظرفیت حافظه کاری به موازات افزایش سن تا حدود ۲۰ سالگی افزایش می‌یابد، پژوهش‌های متعدد نشان می‌دهند که به خاطر تغییر ساختارهای مغزی و کسب توانایی بهتر در یادآوری و شیوه‌های به خاطر سپاری و همچنین افزایش توانمندی‌ها در سایر کارکردهای شناختی مانند انعطاف‌پذیری شناختی، ظرفیت توجه، سرعت پردازش اطلاعات و ... با افزایش سن، ظرفیت حافظه کاری افزایش می‌یابد (بهارادواج و همکاران، ۲۰۱۵).

تفاوت‌های فردی در حافظه کاری بر عملکرد شناختی، تحصیلی و حرفه‌ای بزرگسالان و کودکان تأثیر می‌گذارد (کاوان، ۲۰۱٤). در حال حاضر در مورد حافظه کاری در کودکان به دلیل چالش‌های اساسی که در ارزیابی این فرایندها در این محدوده سنی وجود دارد، شناخت کمی وجود دارد. هرچند کودکان دانش عمومی محدودی دارند، از نظر کلامی مهارت کمتری دارند و ممکن است تکانشی‌تر عمل کنند، ارزیابی حافظه کاری در کودکان امکان‌پذیر است و پیشینه رو به رشد از اعتبار و اهمیت اندازه‌گیری این فرایندها در کودکان پشتیبانی می‌کند. بول و همکاران (۲۰۰۸)، نشان دادند که چندین جنبه شناخت از جمله کنترل اجرایی، حافظه کاری، حل مسئله و هوش را می‌توان در کودکان از سن ۲٦ ماهگی ارزیابی کرد. کارلسون (۲۰۰۵) داده‌های مربوط به بیش از ٦۰۰ کودک، از سن ۲۲ تا ۸۳ ماهگی را بر اساس ۹ مطالعه با استفاده از مجموعه تکالیف کارکردی، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. وی دریافت که بیشتر کودکان اکثر وظایف کارکردی را با موفقیت انجام می‌دهند.

علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد سنجش حافظه کاری، ابزارهای تشخیص کمی برای ارزیابی جامع حافظه کاری در کودکان وجود دارد (کبیج و همکاران، ۲۰۱۷). آزمون‌های هم که وجود دارد حاوی تکالیفی هستند که به وضوح عملکرد در یک مؤلفه خاص را منعکس نمی‌کنند و بین مؤلفه‌های حافظه کاری تفکیک نمی‌گذارند. شناخته‌شده‌ترین مجموعه آزمون‌های حافظه کاری که در حال حاضر مورد

استفاده قرار می‌گیرند، عبارت هستند از ارزیابی خودکار حافظه کاری (automated working memory assessment؛ تریسی پاکیام آلووی، ۲۰۰۷) و شاخص حافظه کاری در مقیاس هوش وکسلر کودکان (نا و برنز، ۲۰۱٦) علاوه بر این، برخی از مقیاس‌های مربوط به حافظه کاری مانند مقیاس رتبه‌بندی حافظه کاری (working memory rating scale؛ آلووی و گدرکول، ۲۰۰۸) و پرسشنامه رتبه‌بندی رفتاری کارکرد اجرایی (behavior rating inventory of executive function؛ جیویا و همکاران، ۲۰۰۰) آزمون‌های شناختی نیستند بلکه پرسشنامه‌هایی هستند که به‌طور عمده برای غربال دانش‌آموزان طراحی‌شده‌اند. با توجه به پاسخ معلمان به پرسشنامه‌ها، محققان می‌توانند تشخیص دهند که آیا حافظه کاری دانش‌آموزان دچار نقص هست یا خیر. با این حال، نتایج این روش تحت تأثیر احساسات ذهنی معلمان است و بنابراین منعکس‌کننده پتانسیل حافظه کاری دانش‌آموزان نیست (آلووی و همکاران، ۲۰۰۹).

آزمون‌های سنتی کاغذ و مدادی محدودیت‌هایی از نظر دقت، قابلیت اطمینان و عدم جذابیت برای کودکان دارند. علاوه بر این، فرآیند امتیازدهی دستی می‌تواند زمان‌بر و مستعد خطای انسانی باشد. آزمون‌های رایانه‌ای، پتانسیل غلبه بر این محدودیت‌ها و ارزیابی کارآمدتر و عینی‌تر از توانایی‌های حافظه کاری در کودکان را ارائه می‌دهند. با توجه به خلاء آزمون‌های رایانه‌ای استاندارد برای سنجش حافظه کاری، نیاز به توسعه فرآیندهای استاندارد برای ساخت و هنجاریابی آزمون‌های رایانه‌ای وجود دارد. لذا این پژوهش با هدف ساخت و هنجاریابی آزمون رایانه‌ای حافظه کاری کودکان طراحی و اجرا گردید و به این منظور برنامه سنجش حافظه کاری که زیرمجموعه آزمون‌های حافظه کودک (ماحک) است که برای سنجش حافظه کاری در کودکان بر اساس مدل حافظه کاری بدلی و همکاران (۲۰۱۲) توسط نویسندگان مقاله طراحی و ساخته شده است. برنامه سنجش حافظه کاری شامل ۸ تکلیف حافظه است که مؤلفه‌های مجری مرکزی، صفحه دیداری فضایی، حلقه واج‌شناختی و سیستم پیونددهنده حافظه کاری (حافظه موقت رویدادی) را می‌سنجند و در بخش ابزار پژوهش کامل توضیح داده شده‌اند.

• روش

این پژوهش، توصیفی و از نوع آزمون‌سازی است آزمودنی‌های پژوهش ۳۲٤ دانش‌آموز پایه‌های اول تا ششم دبستان شهر شهرکرد بودند که به روش نمونه‌گیری تصادفی- چندمرحله‌ای از میان دانش‌آموزان کلاس‌های اول تا ششم انتخاب شدند. برای انجام آن نخست از ۲ ناحیه آموزش و پرورش شهرکرد، ۱۲ دبستان (شش دبستان دخترانه و شش دبستان پسرانه) به تصادف انتخاب شد. سپس از هر دبستان یک کلاس به تصادف انتخاب و مورد سنجش قرار گرفتند.

• ابزارها

الف) آزمون حافظه فعال برای کودکان (working memory test battery-children- WMTBC): مجموعه آزمون حافظه فعال برای کودکان، حافظه کاری کودکان سنین ۵ تا ۱۵ سال را می‌سنجد. این آزمون توسط پیکرینگ و گدرکول (۲۰۰۱) تهیه و تنظیم شده است و در ایران توسط ارجمندنیا (۱۳۹٦) هنجاریابی شده است. این آزمون ۹ خرده‌مقیاس برای سنجش ۳ مؤلفه اصلی حافظه کاری، حلقه واج‌شناختی (یادآوری رقم، تطبیق لیست لغت، یادآوری لیست لغت و یادآوری لیست هجاهای بی‌معنی) صفحه دیداری فضایی (یادآوری مکعب و حافظه مازها) و مجری مرکزی (یادآوری شنیدن، یادآوری شمارش و یادآوری رقم رو به عقب) دارد. مجموع نمره عملکرد فرد در این سه مؤلفه نیز بهره حافظه کاری را مشخص می‌سازد. اعتبار خرده‌آزمون‌ها نسخه اصلی در دامنه ۰/٤۳ تا ۰/۸۵ گزارش شده است. در ایران اعتبار کل آزمون به روش بازآزمایی، ۰/۸۳ و برای خرده‌مقیاس‌ها در دامنه ۰/۳۸ تا ۰/۸۳ گزارش شده است همچنین روایی کل آن ۰/۷۹ محاسبه شده است. در این آزمون به هر پاسخ درست یک نمره تعلق می‌گیرد و با سه خطای متوالی، آزمون متوقف می‌شود با احتساب جمع نمرات و با رجوع به جدول نمرات استاندارد و رتبه‌های درصدی، وضعیت آزمودنی مشخص می‌شود.

ب) نرم‌افزار سنجش حافظه کاری (working memory measurement software): برنامه سنجش حافظه کاری زیرمجموعه آزمون‌های حافظه کودک است که به‌منظور سنجش حافظه کاری در کودکان بر اساس مدل حافظه کاری بدلی و همکاران (۲۰۱۲)، ساخته شده است. برنامه سنجش حافظه کاری شامل ۸ تکلیف حافظه است که مؤلفه‌های مجری مرکزی، صفحه دیداری

فضایی، حلقه واج‌شناختی و سیستم پیونددهنده حافظه کاری (حافظه موقت رویدادی) را می‌سنجند. این تکالیف حافظه در قالب بازی با گرافیک و محیطی جذاب برای کودکان طراحی شده‌اند.

حلقه واج‌شناختی مسئول نگه‌داری و دست‌کاری اطلاعات کلامی و شنیداری است و از طریق تکالیف بازشناسی اعداد به دو شکل بازشناسی مستقیم و معکوس و تکرار ناواژه‌ها سنجیده می‌شود. در تکلیف بازشناسی اعداد، نرم‌افزار یک سری اعداد تک‌رقمی تصادفی را می‌خواند و آزمودنی باید اعداد را به همان ترتیب گفته‌شده تکرار کند. سری اعداد ابتدا با دو رقم شروع می‌شود و بعد از هر بار ارائه، یک رقم به زنجیره اضافه می‌شود تا زنجیره، حداکثر ۹ رقم شود. پس از اتمام خواندن هر سری، ۱۰ ثانیه به آزمودنی فرصت می‌دهد تـا اعـداد را دقیقاً به همان ترتیبی که شنیده است با انتخاب اعداد نمایش داده شده در صفحه‌نمایش، یادآوری کنـد. آزمون بعد از دو شکست متوالی قطع می‌شود. نمره کل بر اساس تعداد کل سری‌هایی که به‌درستی یادآوری شده‌اند؛ محاسبه می‌شود. بازشناسی اعداد به دو صورت می‌تواند انجام شود، الف) مستقیم، یعنی اگر مثلاً اعداد ٤، ۸، ۳ برای آزمودنی خوانده شد، کاربر در مرحله بازشناسی باید به همین ترتیب ابتدا عدد ٤ سپس ۸ و در نهایت عدد ۳ را انتخاب کند. ب) معکوس یعنی کاربر باید ابتدا عدد ۳ سپس ۸ و در نهایت عدد ٤ را انتخاب کند. در تکلیف تکرار ناواژه‌ها، نرم‌افزار یک سری ناواژه را تصادفی می‌خواند و آزمودنی باید ناواژه‌ها را به همان ترتیب گفته شده، تکرار کند. سری ناواژه‌ها ابتدا با یک ناواژه شروع می‌شود و بعد از هر بار ارائه، یک ناواژه به زنجیره اضافه می‌شود تا زنجیره، حداکثر نه ناواژه شود. پس از اتمام خواندن هر سری، ۱۰ ثانیه به آزمودنی فرصت می‌دهد تـا ناواژه‌ها را دقیقاً به همان ترتیبی که شنیده است با انتخاب ناواژه‌های نمایش داده شده در صفحه‌نمایش، یادآوری کنـد. آزمون بعد از دو شکست متوالی قطع می‌شود. نمره کل بر اساس تعداد کل سری‌هایی که به‌درستی یادآوری شده‌اند محاسبه می‌شود.

صفحه دیداری فضایی مسئول نگه‌داری و دست‌کاری اطلاعات دیداری و فضایی است و از طریق تکالیف چراغ‌های چشمک‌زن و یادآوری ترتیب اشکال هندسی مورد سنجش قرار می‌گیرد. در تکلیف چراغ‌های چشمک‌زن، ماتریسی از چراغ‌ها به رنگ‌های مختلف به کاربر نشان داده می‌شود و به‌صورت تصادفی چند چراغ به‌نوبت روشن می‌شود و کاربر باید ترتیب و محل روشن شدن آنها را به خاطر بسپارد و سپس در مرحله یادآوری به‌ترتیب روشن شدن چراغ‌ها در مرحله قبل، روی آنها کلیک نماید. آزمون بعد از دو شکست متوالی قطع می‌شود و نمره کل بر اساس تعداد پاسخ‌های درست، محاسبه می‌شود.

در تکلیف یادآوری ترتیب اشکال هندسی، یک سری اشکال هندسی به‌صورت تصادفی به مدت چند ثانیه به کاربر نشان داده می‌شود و کاربر در مرحله بازشناسی باید اشکال نمایش داده شده را از میان اشکال هندسی بازشناسی نماید. آزمون بعد از دو شکست متوالی قطع می‌شود و نمره کل بر اساس تعداد کل اشکال هندسی که به‌درستی یادآوری شده‌اند محاسبه می‌شود.

مجری مرکزی که مسئول برقراری پیوند حافظه بلندمدت و حافظه کاری است و عهده‌دار تمرکز، تغییر توجه و تقسیم توجه است که توسط تکالیف n-back شنیداری و دیداری سنجیده می‌شود. تکلیف n-back یک تکلیف به‌روزرسانی است که در آن زنجیره‌ای از محرک‌ها ارائه می‌شود و از آزمودنی خواسته می‌شود قضاوت کند که آیا محرک ارائه شده شبیه به محرک‌های ارائه شده قبلی است. در تکلیف شنیداری صدای پرندگان با تن متفاوت پخش می‌شود مثلاً در سطح ۱ آزمودنی باید به صدای پرنده گوش دهد و در صورت مشابه بودن صدا با صدای قبلی، روی دکمه «مشابه» کلیک کند. در تکلیف n-back دیداری تصویر پرنده با رنگ و شکل متفاوت به آزمودنی نشان داده می‌شود و آزمودنی باید به شکل و رنگ پرنده توجه کند و هرگاه تصویر ارائه شده با تصویر قبلی مشابه بود، روی دکمه «مشابه» کلیک کند.

حافظه موقت رویدادی یک حافظه موقت چندوجهی است که اطلاعات حلقه واج‌شناختی و صفحه دیداری- فضایی را یکپارچه و تعامل بین مؤلفه‌های حافظه کاری را برقرار می‌کند برای سنجش این مؤلفه از تکلیف ناواژه- صدا و فراخنای پیوند دیداری استفاده می‌شود. در تکلیف ناواژه- صدا، نرم‌افزار یک سری جفت ناواژه- صدا را پخش می‌کند و آزمودنی باید جفت ناواژه- صدا را به خاطر بسپارد. سری جفت ناواژه- صدا ابتدا با یک جفت شروع می‌شود و بعد از هر بار ارائه، یک جفت به زنجیره اضافه می‌شود تا زنجیره، حداکثر ۹ جفت شود. در سطح اول، یک صدای غیر گفتاری (مثلاً صدای بوق) با یک ناواژه (مثلاً "لاب") توسط نرم‌افزار ارائه می‌شود و آزمودنی باید آن را به خاطر بسپارد و در مرحله یادآوری با شنیدن صدای غیر گفتاری که نرم‌افزار پخش می‌کند، ناواژه مرتبط را از میان ناواژه‌های ارائه شده در صفحه نمایش انتخاب کند. در تکلیف پیوند دیداری ابتدا در یک جدول ٤*٤ تعدادی چندضلعی نشان

داده می‌شود بعد از نمایش آخرین چندضلعی در هر کوشش، تعدادی چندضلعی در کنار یک جدول خالی ٤*٤ در صفحه‌نمایش ظاهر می‌شود. کودک باید چندضلعی‌ها را یکی‌یکی انتخاب و در جای مناسب در جدول قرار دهد. تعداد چندضلعی‌ها از ۱ تا ٦ عدد است تکلیف پیوند دیداری ابتدا با یک چندضلعی شروع می‌شود و بعد از هر بار ارائه، یک چندضلعی اضافه می‌شود تا حداکثر ٦ چندضلعی ارائه می‌شود. هر مرحله شامل دو کوشش است

• یافته‌ها

جدول ۱ آماره‌های توصیفی در مورد نمونه پژوهش را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود ۵۰/٦ درصد آزمودنی‌ها پسر (١٦٤) و ٤۹/٤ درصد دختر (١٦۰) هستند. همچنین این جدول نسبت سنی آزمودنی‌ها را برحسب ماه نشان می‌دهد به‌عنوان مثال همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، در گروه سنی ۸۳-۷۲ ماه، ۲۵ نفر پسر و ۲۱ نفر دختر وجود داشته است.

جدول ۲ و ۳ میانگین و انحراف استاندارد دانش آموزان پسر و دختر را به تفکیک سن در ۹ خرده‌مقیاس نشان می‌دهد.

جدول ۱. فراوانی و درصد آزمودنی‌ها به تفکیک جنسیت و گروه سنی

گروه سنی به ماه	پسر	دختر
۷۲-۸۳	۲۵(۱۵/۲)	۲۱(۱۳/۱)
۸۴-۹۵	۲۹(۱۷/۷)	۲۶(۱۶/۳)
۹۶-۱۰۷	۲۹(۱۷/۷)	۲۸(۱۷/۵)
۱۰۸-۱۱۹	۲۵(۱۵/۲)	۳۱(۱۹/۴)
۱۲۰-۱۳۱	۲۹(۱۷/۷)	۳۰(۱۸/۸)
۱۳۲-۱۴۲	۲۷(۱۶/۵)	۲۴(۱۵)
کل	۱۶۴(۵۰/۶)	۱۶۰(۴۹/۴)

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد دانش آموزان پسر به تفکیک سن در ۹ خرده‌مقیاس

خرده‌آزمون	۷۲-۸۳		۸۴-۹۵		۹۶-۱۰۷		۱۰۸-۱۱۹		۱۲۰-۱۳۱		۱۳۲-۱۴۲	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
بازشناسی اعداد مستقیم	۸/۳۲	۲/۱۷	۱۰/۳۴	۲/۶۹	۱۰/۴۱	۳/۱۱	۱۲/۶۴	۳/۱۲	۱۲/۶۹	۲/۸۸	۱۴/۴۸	۲/۹۷
بازشناسی اعداد معکوس	۶/۸۸	۱/۸۶	۸/۵۹	۲/۱۸	۸/۶۶	۳/۲۵	۱۰/۷۲	۲/۶۹	۱۱/۲۴	۳/۲۵	۱۲/۶۳	۳/۲۴
تکرار ناواژه‌ها	۷/۹۲	۲/۲۷	۹/۴۱	۲/۶۳	۹/۵۵	۳/۱۸	۱۱/۵۶	۲/۹۹	۱۱/۹۷	۳/۱۱	۱۳/۴۱	۳/۱۲
چراغ‌های چشمک‌زن	۱۱/۱۲	۳/۱	۱۰/۹۷	۲/۶۳	۱۱/۹	۲/۶	۱۲/۰۴	۲/۶۷	۱۱/۹	۲/۸۸	۱۲/۸۹	۲/۵
اشکال هندسی	۹/۲	۳/۰۴	۹/۰۳	۲/۶۸	۹/۲۸	۲/۵۶	۹/۶	۲/۹	۱۰/۱۴	۳/۰۹	۱۱/۰۴	۲/۶۲
n-back شنیداری	۸/۶۴	۲/۲۵	۸/۴۱	۲/۳۵	۹/۱۴	۱/۹۸	۹/۸	۲/۲۹	۱۰/۳۱	۲/۹۵	۱۰	۲/۰۹
n-back دیداری	۹/۴	۳/۱۵	۸/۷۶	۲/۹۶	۱۰/۱	۱/۸۸	۹/۷۲	۲/۰۹	۱۰/۳۴	۲/۹۷	۱۰/۱۵	۱/۹۶
ناواژه- صدا	۸/۶۸	۲/۱۲	۸/۲۸	۱/۶۷	۸/۹	۲/۱۴	۹	۲/۲۵	۱۰/۳۱	۲/۴۵	۱۰/۵۲	۲/۲۴
پیوند دیداری	۷/۸۴	۲/۱۲	۷/۵۵	۱/۶۴	۷/۹۳	۱/۵۳	۸/۶۸	۲/۱۷	۹/۴۱	۲/۲۸	۹/۵۶	۲/۲۹

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد دانش آموزان دختر به تفکیک سن در ۹ خرده‌مقیاس

خرده‌آزمون	۷۲-۸۳		۸۴-۹۵		۹۶-۱۰۷		۱۰۸-۱۱۹		۱۲۰-۱۳۱		۱۳۲-۱۴۲	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
بازشناسی اعداد مستقیم	۱۰/۴۸	۲/۷۹	۱۰/۶۵	۲/۸۷	۱۳/۰۷	۳/۰۵	۱۲/۹۷	۲/۸۳	۱۳/۵۷	۲/۷۹	۱۴/۲۱	۳/۰۸
بازشناسی اعداد معکوس	۸/۱۴	۲/۵۶	۸/۶۲	۲/۸	۱۱/۸۲	۳/۰۷	۱۰/۹۴	۲/۹۸	۱۱/۶۷	۳/۰۳	۱۲/۲۱	۳/۴۱
تکرار ناواژه‌ها	۹/۳۸	۲/۲۵	۹/۷۷	۲/۵۵	۱۲/۵	۲/۸۹	۱۲/۱۶	۲/۹۳	۱۲/۷۷	۳/۰۴	۱۳/۲۹	۳/۲۲
چراغ‌های چشمک‌زن	۱۱/۳۳	۳/۱۴	۱۱/۶۹	۳/۳	۱۱/۱۱	۲/۹۴	۱۲/۴۵	۲/۵۹	۱۲/۲۷	۲/۴۹	۱۲/۶۷	۱/۵۵
اشکال هندسی	۹/۲۹	۲/۴۱	۸/۳۵	۲/۶۷	۹/۲۱	۲/۵۳	۹/۹۷	۲/۵۱	۱۰/۴۷	۳/۰۱	۱۰/۳۳	۲/۱
n-back شنیداری	۹/۷۱	۳/۱	۹/۴۲	۲/۵۳	۹/۳۹	۱/۳۷	۹/۹۷	۲/۳۴	۱۰/۳	۲/۶۴	۸/۹۶	۲/۴
n-back دیداری	۱۰/۱	۲/۶۴	۹/۷۳	۳/۰۹	۹/۶۸	۱/۹۸	۱۰/۳۲	۲/۳۷	۱۰/۴۷	۲/۲۹	۹/۴۶	۲/۴۷
ناواژه- صدا	۸/۲۹	۲/۱۷	۹	۲/۳	۸/۱۱	۱/۳۱	۹/۶۱	۲/۲	۱۰/۲۳	۲/۳۷	۱۰/۱۷	۲/۰۶
پیوند دیداری	۷/۳۸	۲/۰۶	۸/۴۶	۲/۱۸	۸/۸۹	۲/۳۵	۸/۶۸	۱/۷۸	۹/۶۷	۲/۲۸	۱۰/۲۱	۱/۹۱

برای بررسی روایی سازه آزمون از روش تحلیل عوامل اکتشافی استفاده شد. ابتدا برای بررسی کفایت نمونه‌گیری و پیش‌فرض کرویت داده‌ها، آماره‌های KMO و بارتلت محاسبه شد. مقدار KMO معادل ۰/۷٤۷ به‌دست آمد که بالاتر از ۰/۷ است و کفایت نمونه‌گیری را نشان می‌دهد همچنین مجذور کای آزمون بارتلت ۱٥٦۰/۱۸، محاسبه گردید که در سطح ۰/۰۱ معنادار بود و مفروضه کرویت داده‌ها تأیید شد.

نتایج تحلیل عامل اکتشافی به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و چرخش واریمکس در جدول ٤ نشان می‌دهد که مقدار ویژه (eigenvalue) ٤ عامل، قابل توجه است و ۹ خرده‌مقیاس ٥٤ /۸٦ درصد از واریانس داده‌ها را تبیین می‌کنند. عامل اول ۲۹/٤۲ درصد، عامل دوم ۱۹/۷۸ درصد، عامل سوم ۱۸/۸٦ درصد و عامل چهارم ۱۸/٤۹ درصد از واریانس را تبیین می‌کنند. به‌منظور بررسی انطباق عوامل به‌دست آمده در تحلیل عوامل با چهار مقیاس مشخص شده آزمون، از نتایج حاصل از ماتریس چرخش‌یافته عوامل با چرخش واریمکس استفاده گردید. جدول ٤ نشان می‌دهد که خرده‌مقیاس‌های بازشناسی اعداد مستقیم، بازشناسی اعداد معکوس و تکرار ناواژه‌ها روی عامل اول قرار می‌گیرند، همچنین خرده‌مقیاس‌های چراغ‌های چشمک‌زن و اشکال هندسی روی عامل دوم قرار می‌گیرند و عامل سوم، خرده‌مقیاس‌های ناواژه– صدا و پیوند دیداری را در برمی‌گیرد. عامل چهارم، خرده‌مقیاس‌های n-back شنیداری و n-back دیداری را در برمی‌گیرد. بر اساس محتوی خرده‌مقیاس‌های، عامل اول، حلقه واج‌شناختی؛ عامل دوم صفحه دیداری فضایی؛ عامل سوم، حافظه موقت رویدادی و عامل چهارم، مجری مرکزی را می‌سنجد.

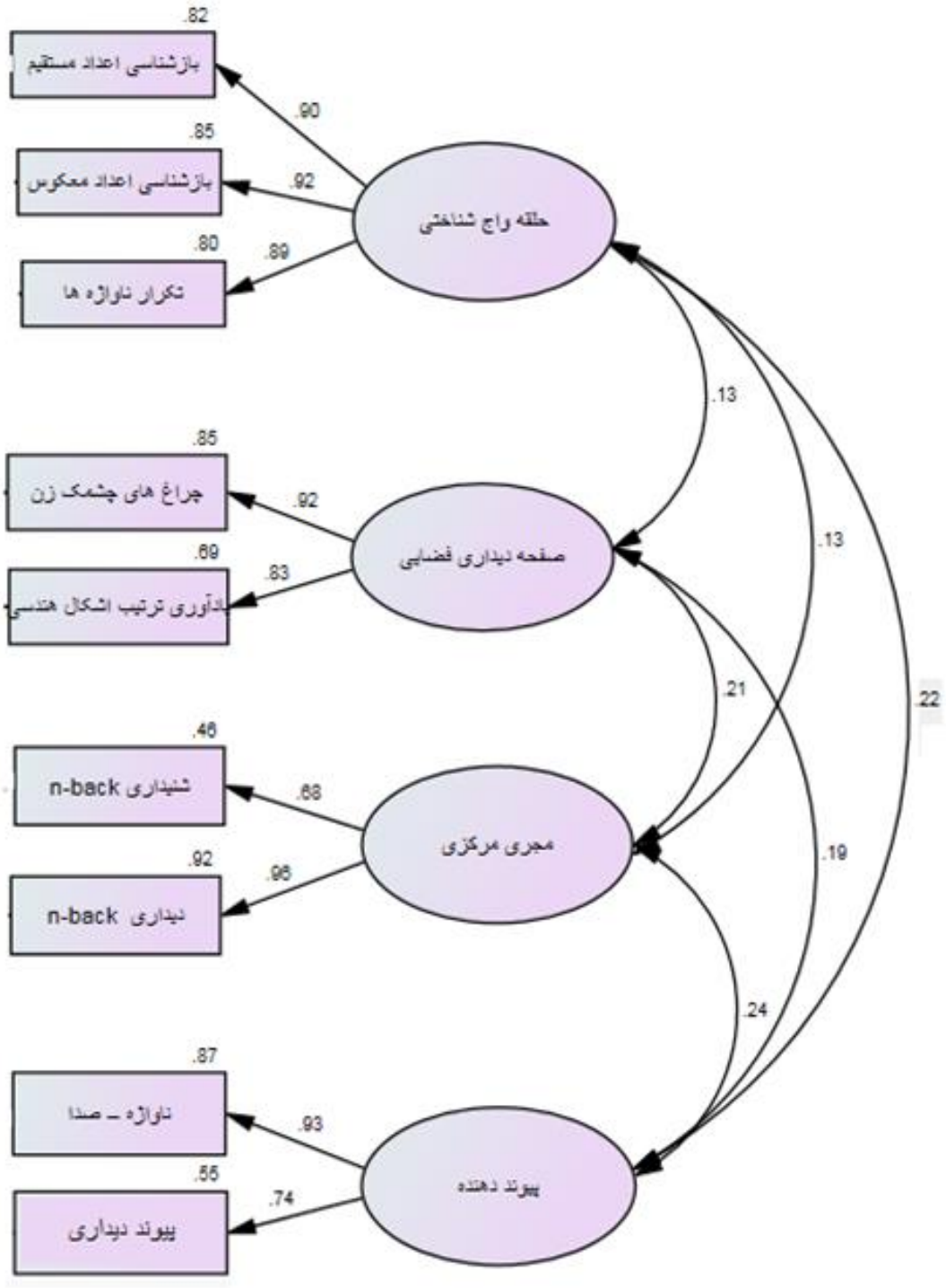
با استفاده از نرم‌افزار Amos-21، تحلیل عوامل تأییدی انجام شد. به استناد شاخص نیکویی برازش (goodness of fit -GFI)، شاخص برازندگی تطبیقی (comparative fit index- CFI)، شاخص برازندگی نرمال شده (normed fit index- NFI)، شاخص توکر–لویز (Tucker–Lewis inde- TLI) و ریشه خطای میانگین مجذور تقریب (Root Mean Square Error of Approximation- RMSEA) در جدول ٥ نشان داده شده است مدل ٤ عاملی با داده‌ها به‌خوبی برازش دارد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌گردد مقدار شاخص‌های GFI، CFI، NFI و TLI بزرگ‌تر از ۰/۹۰ است و مقدار RMSEA کوچک‌تر از ۰/۰٥ است که برازش خوب مدل با داده‌ها را نشان می‌دهد. همچنین نمودار ۱، بارهای عاملی و خرده‌آزمون‌های بار شده بر چهار سازه آزمون را نشان می‌دهد. مستطیل‌ها، خرده‌مقیاس‌ها و بیضی‌ها، متغیرهای مکنون یا خطا را نشان می‌دهند. ارزش‌های نوشته شده روی پیکان‌ها، میزان بار عاملی هر گویه بر سازه مورد اشاره را نشان می‌دهند همچنین مقادیر نوشته شده در کنار مستطیل‌ها میزان واریانس خرده‌آزمون که توسط عامل تبیین می‌گردد را نشان می‌دهند.

جدول٤. عوامل استخراج شده برنامه سنجش حافظه کاری کودکان به شیوه تحلیل عوامل با چرخش واریمکس

خرده‌مقیاس‌ها	عوامل			
	عامل۱	عامل۲	عامل۳	عامل۴
بازشناسی اعداد مستقیم	۰/۹۰			
بازشناسی اعداد معکوس	۰/۹۲			
تکرار ناواژه‌ها	۰/۸۹			
چراغ‌های چشمک‌زن		۰/۹۲		
اشکال هندسی		۰/۸۳		
n-back شنیداری			۰/۶۸	
n-back دیداری			۰/۹۶	
ناواژه – صدا				۰/۹۳
پیوند دیداری				۰/۷۴

جدول ٥. شاخص‌های نیکویی برازش مدل چهار عاملی حافظه کاری

χ2	P	GFI	CFI	NFI	TLI	RMSEA
۴۸٥/۶۱	>۰/۰۰۱	۰/۹۳۶	۰/۹۰۹	۰/۸۸۲	۰/۸۸۶	۰/۰۴۸



تصویر ۱. ضرایب استاندارد ساختار عاملی برنامه سنجش حافظه کاری کودکان

برای بررسی اعتبار آزمون از روش بازآزمایی استفاده شد. آزمون در دو نوبت و تحت شرایط مشابه برای یک گروه واحد اجرا گردید و همبستگی بین نمرات دوباره اجرای آزمون محاسبه گردید و ضریب همبستگی ۰/۸۱٤ برای کل آزمون به‌دست آمد. همچنین از روش آزمون‌های همتا برای محاسبه اعتبار استفاده گردید برای این منظور مجموعه آزمون حافظه فعال برای کودکان (حافبک) اجرا شد و همبستگی بین خرده‌مقیاس‌های مجموعه آزمون حافظه فعال و برنامه سنجش حافظه کاری کودکان محاسبه شد جدول ٦ این محاسبات را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌کنید بیشترین همبستگی (۰/۷۹۱) بین خرده‌مقیاس صفحه دیداری فضایی و خرده‌آزمون یادآوری اشکال هندسی است. در مجموع آزمون‌های برنامه سنجش حافظه کاری کودکان و زیرمقیاس‌های مجموعه آزمون حافظه فعال همبستگی قابل‌توجهی داشتند این همبستگی‌ها در دامنه ۰/۵۱۳ تا ۰/۷۹۱ بود.

جدول ٦. ضرایب همبستگی بین برنامه سنجش حافظه کاری کودکان و مجموعه آزمون حافظه فعال برای کودکان (حافبک)

برنامه سنجش حافظه کاری کودکان	مجموعه آزمون حافظه فعال برای کودکان(حافبک)			
	نمره کل حافظه	حلقه واج‌شناختی	صفحه دیداری فضایی	مجری مرکزی
بازشناسی اعداد مستقیم	۰/۷۶۹**	۰/۷۷۱**		
بازشناسی اعداد معکوس	۰/۷۸۱**	۰/۷۸۵**		
تکرار ناواژه‌ها	۰/۶۶۵**	۰/۶۷۱**		
چراغ‌های چشمک‌زن	۰/۷۲۶**		۰/۷۶۶**	
اشکال هندسی	۰/۷۱۲**		۰/۷۹۱**	
n-back شنیداری	۰/۶۸۳**			۰/۶۹۴**
n-back دیداری	۰/۶۷۱**			۰/۶۲۳**
ناواژه- صدا	۰/۵۲۸**			۰/۵۱۳**
پیوند دیداری	۰/۵۹۱**			۰/۵۸۶**

• بحث

از آزمون‌های شناختی در گستره وسیعی هم برای سنجش افراد بهنجار و هم در موقعیت‌های بالینی برای سنجش اختلال‌های شناختی استفاده می‌شود. از این ابزارها برای سنجش توانایی‌های شناختی مختلف، پیش‌بینی نتایج درمانی، تخمین شدت آسیب‌ها و طراحی برنامه‌های درمانی استفاده می‌شود (ویلوبی و همکاران، ۲۰۱۲). اولین گام در ارزیابی توانایی‌های شناختی، تهیه و اعتباریابی ابزارهای سنجش توانمندی‌های شناختی است، یکی از توانمندی‌های شناختی بسیار مؤثر و کلیدی، حافظه کاری است. حافظه کاری در واقع نظامی برای پردازش، ذخیره‌سازی و دست‌کاری اطلاعات لازم برای تکالیف شناختی مختلف است. حافظه کاری، ارتباط نزدیکی با موفقیت تحصیلی دانش آموزان در سال‌های مدرسه دارد. بین حافظه کاری و موفقیت در خواندن، ریاضیات و درک زبان همبستگی قابل‌توجهی وجود دارد (فرست و هیتچ، ۲۰۰۰) و همچنین بیان شده که میزان حافظه کاری در کودکان بهترین پیش‌بینی‌کننده موفقیت آنها در توانایی‌های تحصیلی سه سال بعد آنها است (آلووی و همکاران، ۲۰۰٦).

این پژوهش، با هدف ساخت و هنجاریابی آزمون رایانه‌ای حافظه کاری برای کودکان انجام شد. نتایج مربوط به محاسبهٔ ضرایب اعتبار و روایی آزمون نشان داد که این آزمون از روایی و اعتبار خوبی برخوردار است. نتایج این پژوهش نشان داد که برنامه سنجش حافظه کاری کودکان از اعتبار مناسب و روایی هم‌زمان مناسبی با مجموعه آزمون حافظه فعال برای کودکان (حافبک) برخوردار است. همچنین نتایج تحلیل عاملی نشان داد که این آزمون چهار عامل حافظه کاری را می‌سنجد. خرده‌مقیاس‌های بازشناسی اعداد مستقیم، بازشناسی اعداد معکوس و تکرار ناواژه‌ها روی عامل اول و خرده‌مقیاس‌های چراغ‌های چشمک‌زن و اشکال هندسی روی عامل دوم قرار می‌گیرند و عامل سوم، خرده‌مقیاس‌های ناواژه- صدا و پیوند دیداری و عامل چهارم، خرده‌مقیاس‌های n-back شنیداری و n-back دیداری را در برمی‌گیرد. که این عوامل منطبق با مؤلفه‌های حافظه کاری در نظریه بدلی (۲۰۱۲) است.

ظرفیت حافظه کاری در طی دوران کودکی و نوجوانی دستخوش رشد و تحول می‌شود (احمد و همکاران، ۲۰۲۲). بر اساس نظر آلووی و همکاران (۲۰۰٦)، حافظه کاری ظرفیت محدودی دارد که قسمتی از آن به پردازش و قسمتی هم به اندوزش اختصاص دارد. لذا به‌موازات رشد کودک و مهارت بیشتر در پردازش و دست‌کاری اطلاعات، نیاز به میزان منابع لازم برای پردازش، کمتر شده و ظرفیت بیشتری به ذخیره اطلاعات تخصیص داده می‌شود. رشد و تحول حافظه کاری در کودکان تا حدود سن ۱۵ سالگی ادامه دارد و پس از آن به ظرفیتی همانند بزرگسالان می‌رسد. لذا برای سنجش حافظه کاری در کودکان به ابزارهای تخصصی و استاندارد مناسب سن آنها نیاز است. لازم به یادآوری است که آزمون‌های رایانه‌ای در مقایسه با آزمون‌های قلم و کاغذی سنتی، خطای آزمونگر را از طریق به‌کارگیری الگوریتم‌های نمره‌دهی خودکار و دستورالعمل‌های اجرایی استاندارد شده، کاهش می‌دهند. با این وجود اجرای آزمون‌های رایانه‌ای به سبب دشواری در ساخت و احتمالاً کاهش تطبیق‌پذیری با نیازهای ویژه افراد و درک آنها، دشوار هستند. این محدودیت‌ها گاهی اوقات منجر به افزایش نسبت داده‌های ازدست‌رفته برای آزمون‌های رایانه‌ای نسبت به روش‌های کاغذی استاندارد می‌شود (رجیستر- میهالیک وهمکاران، ۲۰۱۲). همچنین از آنجایی که آزمون‌های رایانه‌ای نسبت به آزمون‌های کاغذ مدادی، انتزاعی‌تر هستند، افراد دارای اختلال شدید ممکن است در درک و فهم الزامات آزمون مشکل داشته باشند (ایورسون و همکاران، ۲۰۰۹).

• نتیجه‌گیری

با توجه به روایی و اعتبار بسیار خوب برنامه سنجش حافظه کاری کودکان، می‌توان از این آزمون برای سنجش حافظه کاری در کودکان بهنجار ۷۲ تا ١٤٤ ماه در موقعیت‌های مختلف پژوهشی و بالینی استفاده کرد.

این پژوهش مانند هر کار پژوهشی دیگر محدودیت‌هایی دارد که ممکن است بر نتایج پژوهش تأثیر بگذارد. این پژوهش روی دانش آموزان پایه اول تا ششم شهر شهرکرد انجام گرفته است و تعمیم نتایج به دانش آموزان دیگر باید با احتیاط صورت گیرد. پیشنهاد می‌شود این آزمون برای گروه‌های سنی دیگر ازجمله کودکان پیش‌دبستانی اجرا شودد. همچنین محدودیت دیگر این پژوهش، عدم استفاده از گروه کودکان دارای نقص حافظه کاری برای محاسبه روایی تشخیصی است و پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی، روایی تشخیصی آزمون با استفاده از گروه‌های بالینی محاسبه شود.

• تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی بین نویسندگان پژوهش حاضر وجود ندارد

• تقدیر و تشکر نویسندگان

از تمام شرکت‌کنندگان که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند؛ تشکر می‌شود.

• منابع

زارع، حسین، شریفی، علی اکبر، و نعامی، اشواق. (۱۳۹۸). اثربخشی برنامه توانبخشی شناختی توجه و حافظه بر فراخنای حافظه کاری واجی و رشد زبان بیانی و دریافتی کودکان کاشت حلزون شده. *مجله روان‌شناسی*، ۲۳(۳ (پیاپی ۹۱))، ۲۵٤-۲٦۸ .

طولابی، سعید، متولی زاده، نرجس. (١٤۰۰). تاثیر آموزش خلاقیت نمایشی بر حافظه کاری و درگیری با تکالیف دانش‌آموزان دوره ابتدایی. *مجله روان‌شناسی*، ۳ (۲۵)، ٤٤۲-٤۵۷.

ناجی، الهام سادات، شکوهی یکتا، محسن، حسن‌زاده، سعید، حجازی، الهه، اژه‌ای، جواد. (۱۳۹۹). اثربخشی برنامه آموزشی حافظهٔ فعال واج محور بر بهبود توانایی خواندن دانش آموزان نارساخوان. *مجله روان‌شناسی*، ۳ (۲٤)، ۲۹۹-۳۱٦.

Ahmed SF, Ellis A, Ward KP, Chaku N, Davis-Kean PE. Working memory development from early childhood to adolescence using two nationally representative samples. *Developmental Psychology*. 2022 Oct;58(10):1962–73.

Alloway, Tracy Packiam, & Gathercole, Susan E. (2008). Working Memory Rating Scale (WMRS): Manual[M]. Pearson Education.

Alloway, Tracy Packiam, Gathercole, Susan Elizabeth, Kirkwood, Hannah, & Elliott, Julian. (2009). The working memory rating scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 242–245.

Alloway, Tracy Packiam, Gathercole, Susan Elizabeth, & Pickering, Susan J. (2006). Verbal and Visuospatial Short-Term and Working Memory in Children: Are They Separable? *Child Development*, 77(6), 1698–1716.

Baddeley, Alan. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1–29.

Baddeley, Alan D. (2017). Modularity, working memory and language acquisition. *Second Language Research*, 33(3), 299–311.

Bharadwaj, Sneha V., Maricle, Denise, Green, Laura, & Allman, Tamby. (2015). Working memory, short-term memory and reading proficiency in school-age children with cochlear implants. International Journal of Pediatric *Otorhinolaryngology*, 79(10), 1647–1653.

Bull, Rebecca, Espy, Kimberly Andrews, & Wiebe, Sandra A. (2008). Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205–228.

Bull, Rebecca, & Lee, Kerry. (2014). Executive Functioning and Mathematics Achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36–41.

Cabbage, Kathryn, Brinkley, Shara, Gray, Shelley, Alt, Mary, Cowan, Nelson, Green, Samuel, Kuo, Trudy, & Hogan, Tiffany P. (2017). Assessing working memory in children: The comprehensive assessment battery for children-working memory (CABC-WM). *Journal of Visualized Experiments*, 124.

Carlson, Stephanie M. (2005). Developmentally Sensitive Measures of Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616.

Cowan, Nelson. (2014). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223.

Fitzpatrick, Caroline, & Pagani, Linda S. (2012). Toddler working memory skills predict kindergarten school readiness. *Intelligence*, 40(2), 205–212.

Friedman, Lauren M., Rapport, Mark D., Orban, Sarah A., Eckrich, Samuel J., & Calub, Catrina A. (2018). Applied Problem Solving in Children with ADHD: The Mediating Roles of Working Memory and Mathematical Calculation. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 46(3), 491–504.

FÜrst, Ansgar J., & Hitch, Graham J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 28(5), 774–782.

Gioia, Gerard A., Isquith, Peter K., Guy, Steven C., & Kenworthy, Lauren. (2000). TEST REVIEW Behavior Rating Inventory of Executive Function. *Child Neuropsychology*, 6(3), 235–238.

Gray, S., Green, S., Alt, M., Hogan, T., Kuo, T., Brinkley, S., & Cowan, N. (2017). The structure of working memory in young children and its relation to intelligence. *Journal of Memory and Language*, 92, 183–201.

Iverson, Grant L., Brooks, Brian L., Ashton, V. Lynn, Johnson, Lynda G., & Gualtieri, C. Thomas. (2009). Does familiarity with computers affect computerized neuropsychological test performance? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(5), 594–604.

Marcovitch, Stuart, Boseovski, Janet J., Knapp, Robin J., & Kane, Michael J. (2010). Goal Neglect and Working Memory Capacity in 4- to 6-Year-Old Children. *Child Development*, 81(6), 1687–1695.

McQuade, Julia D., Murray-Close, Dianna, Shoulberg, Erin K., & Hoza, Betsy. (2013). Working memory and social functioning in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(3), 422–435.

Na, Sabrina D., & Burns, Thomas G. (2016). Wechsler Intelligence Scale for Children-V: Test Review. *Applied Neuropsychology*: Child, 5(2), 156–160.

Pickering, Susan, & Gathercole, Susan. (2001). *Working Memory Test Battery for Children*. Psychological Corporation.

Pickering, Susan, & Gathercole, Susan. (2017). *Working Memory Test Battery for Children* (WMTB-C) [A.A Arjmandnia,Trans Persian] (A. A. Arjmandnia (trans.). Roshd-e Farhang.

Register-Mihalik, Johna K., Kontos, Daniel L., Guskiewicz, Kevin M., Mihalik, Jason P., Conder, Robert, & Shields, Edgar W. (2012). Age-Related Differences and Reliability on Computerized and Paper-and-Pencil Neurocognitive Assessment Batteries. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 297–305.

Roberts, Gehan, Quach, Jon, Spencer-Smith, Megan, Anderson, Peter J., Gathercole, Susan, Gold, Lisa, Sia, Kah-Ling, Mensah, Fiona, Rickards, Field, Ainley, John, & Wake, Melissa. (2016). Academic Outcomes 2 Years After Working Memory Training for Children With Low Working Memory. *JAMA Pediatrics*, 170(5), e154568.

Roman, Adrienne S., Pisoni, David B., & Kronenberger, William G. (2014). Assessment of Working Memory Capacity in Preschool Children Using the Missing Scan Task. *Infant and Child Development*, 23(6), 575–587.

Söderqvist, Stina, & Bergman Nutley, Sissela. (2015). Working Memory Training is Associated with Long Term Attainments in Math and Reading. *Frontiers in Psychology*, 6.

Tracy Packiam Alloway. (2007). Automated Working Memory Assessment. Pearson.

Vugs, Brigitte, Knoors, Harry, Cuperus, Juliane, Hendriks, Marc, & Verhoeven, Ludo. (2016). Interactions between working memory and language in young children with specific language impairment (SLI). *Child Neuropsychology*, 22(8), 955–978.

Wiley, Jennifer, & Jarosz, Andrew F. (2012). *How Working Memory Capacity Affects Problem Solving* (pp. 185–227).

Willoughby, Karen A., Desrocher, Mary, Levine, Brian, & Rovet, Joanne F. (2012). Episodic and Semantic Autobiographical Memory and Everyday Memory during Late Childhood and Early Adolescence. *Frontiers in Psychology*, 3, 36–44.

Zhang, Shuai, & Malatesha Joshi, R. (2020). Longitudinal relations between verbal working memory and reading in students from diverse linguistic backgrounds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 190, 104727.