

Research Article

Evaluation of the Validity of a Set of Executive Functions' Tests in a Sample of Iranian Children

V. Nejati^{1*}, M. Sharifian², B. Barzegar³, F. Rabiee⁴, Sh. Shokoufard⁵,
E. Fathi⁶, S. Saniee⁷, K. Shekarchi⁶ & M. Mohammadrajabi⁶

1. Professor, Department of Cognitive Neuroscience (Brain and Cognition), Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. Email: Nejati@sbu.ac.ir

2. PhD Student in Cognitive Neuroscience (Brain and Cognition), Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

3. PhD in Psychology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

4. PhD in Psychology, Tehran University, Tehran, Iran.

5. PhD in Clinical Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

6. MA in Child and Adolescent Clinical Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

7. PhD Student in Cognitive Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract

Aim: Executive functions, as a set of cognitive abilities, enable us to manage our behaviors. Typical development of executive functions is crucial for adulthood health, wealth, and academic achievement. The aim of this study was to design and validate some executive function tests in a sample of Iranian children. **Method:** In the present study, in a cross-sectional design, 1676 students, aged from 6 to 15 years old, were participated in 9 different studies with different executive functions tests: Trial Making Test (TMT), Rey Complex Figure Test (RCFT), Token Test (TT), Design Fluency Test (DFT), Wisconsin Card Sorting Test (WCST), Stroop Test (ST), Tower of Hanoi Test (TOHT), and Visual Span Test (VST). Repeated measure ANOVA was used to evaluate discriminative validity between different age groups. **Results:** Findings described significant discriminative validity for TMT ($p < 0.05$), DFT ($p < 0.05$), RCFT ($P < 0.01$), TT ($P < 0.01$), VST ($P < 0.01$), WCST ($P < 0.01$), ST ($P < 0.01$), and TOHT ($P < 0.01$). **Conclusion:** The executive functions tests are valid to study typical developmental. These tests are proposed to use in clinical setting to monitor the developmental disorders and/or respective interventions.

Key words: Executive functions' Tests, Development, Validity, Children

Citation: Nejati, V. (2021). Evaluation of the Validity of a Set of Executive Functions' Tests in a Sample of Iranian Children. *Quarterly of Applied Psychology*, 15(4):233-257.

بررسی روایی مجموعه آزمون‌های کارکردهای اجرایی در نمونه‌ای از کودکان ایرانی

وحید نجاتی^{۱*}، مریم شریفیان^۲، بهاره برزگر^۳، فاطمه ربیعی^۴، شایسته شکوفه‌فرد^۵، الهام فتحی^۶

سیما صنیعی^۷، کیانا شکرچی^۶ و مهسا محمدرجبی^۶

۱. استاد علوم اعصاب شناختی (مغز و شناخت)، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. ایمیل: Nejati@sbu.ac.ir
۲. دانشجوی دکتری علوم اعصاب شناختی (مغز و شناخت)، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. دکتری روانشناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۴. دکتری روانشناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۵. دکتری روانشناسی بالینی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۶. کارشناسی ارشد روانشناسی بالینی کودک و نوجوان، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۷. دانشجوی دکتری روانشناسی شناختی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

هدف: کارکردهای اجرایی به مجموعه‌ای از توانایی‌های شناختی سطح بالا اشاره دارد که ما را قادر می‌سازد رفتارهای خود را مدیریت کنیم. تحول بهنجار کارکردهای اجرایی در دوران کودکی برای پیامدهای بعدی زندگی از جمله سلامتی، ثروت و پیشرفت تحصیلی بسیار مهم است. هدف مطالعه حاضر، طراحی و اعتبارسنجی تعدادی از آزمون‌های سنجش کارکردهای اجرایی در نمونه‌ای از کودکان ایرانی است. **روش:** در مطالعه مقطعی - مقایسه‌ای حاضر، ۱۶۷۶ دانش‌آموز با دامنه سنی ۶ تا ۱۵ سال در ۹ مطالعه مختلف با آزمون‌های کارکردهای اجرایی مختلف شرکت کردند: آزمون‌های ردیابی رنگی، ری، نشانه، سیالی طرح، ویسکانسین، استروپ، برج هانوی، استروپ نوشتاری و حافظه دیداری بر روی آنها اجرا شد. برای بررسی روایی افتراقی آزمون‌ها از روش آماری تحلیل واریانس استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج تحلیل واریانس در آزمون ردیابی رنگی و شاخص ترسیم آزاد آزمون سیالی طرح در سطح ۰/۰۵ نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین سنین مختلف بود. در آزمون ری، نشانه، حافظه دیداری، شاخص ترسیم با خطوط معین آزمون سیالی طرح، زمان کل آزمون ویسکانسین، زمان واکنش در هر سه مرحله آزمون استروپ و آزمون برج هانوی، نتایج تحلیل واریانس بین سنین مختلف در سطح ۰/۰۱ تفاوت معناداری را نشان داد. **نتیجه‌گیری:** آزمون‌های کارکردهای اجرایی آزمون معتبری برای مطالعه مسیر تکاملی و تأخیر یا اختلال هستند. این آزمون‌ها برای نظارت بر اختلالات رشدی و/یا مداخلات مربوطه در محیط بالینی پیشنهاد می‌شوند.

کلید واژه‌ها: آزمون‌های کارکردهای اجرایی، تحول، روایی، کودکان

استناد به این مقاله: نجاتی، وحید. (۱۴۰۰). بررسی روایی مجموعه آزمون‌های کارکردهای اجرایی در نمونه‌ای از کودکان ایرانی. فصلنامه

علمی - پژوهشی روان‌شناسی کاربردی، ۱۵ (۴ پیاپی ۶۰): ۲۵۷-۲۳۳.

مقدمه

کارکردهای اجرایی فرایندهای شناختی سطح بالایی هستند که در سازماندهی منابع شناختی برای تحقق اهداف، نقش مهمی ایفا می‌کنند (دیاموند، ۲۰۱۳). این کارکردها مجموعه‌ای از فرایندها و مهارت‌های عصب‌شناختی هستند که در کنترل توجه، عمل، هیجانات و تفکر برای رفتار هدفمند ضروری هستند (بلیر و راور، ۲۰۱۵؛ زلازو، ۲۰۲۰). کنترل مهارتی، که عدم توجه عمدی به محرک‌ها و در پی آن مهار پاسخ تکانشی است؛ انعطاف‌پذیری شناختی، مشاهده شرایط از جهات مختلف یا از دیدگاه‌های مختلف، و حافظه کاری، نگهداری اطلاعات در ذهن برای استفاده بعدی یا حل مسئله، از جمله کارکردهای اجرایی محسوب می‌شوند (زلازو، بلیر و ویلوگی، ۲۰۱۶). شواهد رو به رشدی بیان کرده‌اند که کارکردهای اجرایی برای یادگیری ضروری هستند و ارزیابی آن می‌تواند بینش منحصر به فردی در مورد آمادگی برای مدرسه فراهم کند (آلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ زلازو و همکاران، ۲۰۱۶).

از لحاظ عصب‌شناختی، کارکردهای اجرایی به رشد عصبی قشر پیش‌پیشانی و ارتباطات آن بستگی دارد، منطقه‌ای که تحول آن از دوران نوزادی شروع می‌شود و تا اوایل بزرگسالی ادامه می‌یابد و تجربه و محیط آن را شکل می‌دهد (بست و میلر، ۲۰۱۰). حافظه کاری با قشر خلفی خارجی پیش‌پیشانی^۱ (ویگر و اسمیت، ۲۰۰۳؛ اسمولکر و همکاران، ۲۰۱۵) و مهار با مناطق حذقی پیشانی^۲ میانی^۳ و تحتانی^۴ ارتباط دارد (آرون و همکاران، ۲۰۰۴؛ استاس، ۲۰۱۱).

تحول کارکردهای اجرایی به‌طور پیوسته در دوران کودکی و نوجوانی اتفاق می‌افتد اما این تحول در دوران پیش‌دبستانی سرعت بیشتری دارد (کارلسون، زلازو و فاجا، ۲۰۱۳؛ گارون، برایسون و اسمیت، ۲۰۰۸). به نظر می‌رسد که این تغییرات سریع با رشد شبکه‌های قشری شامل قشر پیش‌پیشانی و افزایش وابستگی به مناطق قدامی قشر پیش‌پیشانی مرتبط است (زلازو، کارلسون و کسک، ۲۰۰۸). تحول کارکردهای اجرایی را می‌توان با استفاده از آزمون‌های سنجش مؤلفه‌های مختلف اجرایی از جمله آزمون‌های ویسکانسین، عملکرد مداوم، برج لندن و استروپ مورد ارزیابی قرار داد. انجام موفقیت‌آمیز این آزمون‌ها نیازمند فرایند کنترل مؤلفه‌های متفاوتی مانند برنامه‌ریزی، استدلال، توجه انتخابی، کنترل تکانه، حل مساله، حافظه کاری و توانایی تغییر انعطاف‌پذیر پاسخ‌ها است. با توجه به درگیری مؤلفه‌های اجرایی متفاوت در انجام این آزمون‌ها، محققان به بررسی یکپارچه بودن یا چند عاملی بودن مکانیزم‌های کارکردهای اجرایی پرداختند. کارکردهای اجرایی، ساختاری چند جزئی با اجزای مختلف است که در سنین متفاوتی به بلوغ

¹ dorsolateral prefrontal cortex

² orbitofrontal

³ medial

⁴ inferior

خود می‌رسند. بنابراین همه کارکردهای اجرایی الگوی مشابهی از تحول ندارند که این امر شواهدی از دخالت مناطق خاصی از قطعه پیشانی در تحول کارکردها را نشان می‌دهد (نجاتی، ۱۳۹۷).

اگرچه مطالعات نشان داده‌اند که کارکردهای اجرایی با افزایش سن بهبود می‌یابد، اما یافته‌های مربوط به تفاوت‌های جنسیتی متفاوت است. یک بررسی اولیه نشان داد که دختران در تکالیف کنترل مهاری اجتماعی^۱ (برای مثال کنترل هیجانی) بهتر عمل می‌کنند اما در تکالیف مرتبط با کنترل مهاری شناختی^۲ (برای مثال توجه انتخابی در آزمون استروپ) این‌گونه نیست (جورکلند و کیپ، ۱۹۹۶). کارلسون و موسس (۲۰۰۱) دریافتند که دختران پیش‌دستانی در سنجش شناختی کنترل مهاری در محیط آزمایشگاه بهتر از پسران عمل می‌کنند. تفاوت‌های جنسیتی اغلب تفاوت‌های کوچکی هستند اما معمولاً به نفع دختران است (زلازو و همکاران، ۲۰۱۶). در سال‌ها اخیر، مطالعات نشان داده است که کارکردهای اجرایی، موفقیت تحصیلی در مدرسه از جمله یادگیری زودرس را پیش‌بینی می‌کند (زلازو و همکاران، ۲۰۱۶). برای مثال، ویلویی و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند کودکانی که در سال‌های پیش‌دستانی به‌طور مداوم عملکرد ضعیفی در کارکردهای اجرایی داشتند، در معرض مشکلات مربوط به یادگیری قرار داشتند. علاوه بر این، مهارت‌های قوی در کارکردهای اجرایی در سال‌های پیش‌دستانی، مزیتی برای عملکردهای خواندن و ریاضی محسوب می‌شد که تا سن مدرسه نیز ادامه داشت (بول، اسپی و وایب، ۲۰۰۸). مک کللند، آوک و موریسون (۲۰۰۶) نشان دادند که نقص در کارکردهای اجرایی با عملکرد ضعیف در دوران پیش‌دستانی مرتبط است، شکافی که تا هشت سالگی بیشتر می‌شود و سپس از نه تا دوازده سالگی ادامه پیدا می‌کند. در مقابل، مهارت‌های اولیه قوی در کارکردهای اجرایی ممکن است به کودکان کمک کند تا فاصله خود را با همسالان در طول سال‌های مدرسه جبران کنند (ریبنر و همکاران، ۲۰۱۷). کودکانی که کارکردهای اجرایی پیشرفته‌تری دارند، در مهارت‌هایی همچون نظریه ذهن که توانایی در نظر گرفتن دیدگاه دیگران است، عملکرد بهتری دارند (کارلسون و موسس، ۲۰۰۱؛ هوگس و انسور، ۲۰۰۷). هم‌چنین، این کودکان مشکلات رفتاری کمتر و شایستگی عاطفی اجتماعی بهتری را نشان می‌دهند (بیرمن و همکاران، ۲۰۰۸؛ ماستن و همکاران، ۲۰۱۲؛ ابرادویچ، ۲۰۱۰).

نقص در کارکردهای اجرایی، پیش‌بینی‌کننده اختلال در عملکرد فرد در کل دوران زندگی است. از جمله این عملکردهای مختل شده می‌توان به مشکلات رفتاری در پیش‌دستانی (مونت و همکاران، ۲۰۱۵)، اختلالات درونی و بیرونی‌سازی در دوران کودکی (هوگس و انسور، ۲۰۱۱)،

¹ social inhibitory control

² cognitive inhibitory control

کاهش آمادگی برای مدرسه (بیرمن و همکاران، ۲۰۰۸) و افت عملکرد تحصیلی (بول و همکاران، ۲۰۰۸) اشاره کرد.

علاقه به سنجش کارکردهای اجرایی به عنوان بخشی از غربالگری کودکان تا حدی ناشی از شواهدی است که نشان می‌دهد کارکردهای اجرایی از طریق مداخلات در دوران اولیه کودکی قابل تغییر و انعطاف است (زلازو و همکاران، ۲۰۱۶). به عنوان مثال، مطالعات نشان داده‌اند که شیوه‌های فرزندپروری، کارکردهای اجرایی و مهارت‌های تحصیلی را در کودکان پیش‌بینی می‌کند (پرایم و همکاران، ۲۰۲۱؛ برنیر و همکاران، ۲۰۱۰؛ میوویسن و کارلسون، ۲۰۱۸). پژوهش حاضر با توجه به اهمیت طراحی و بررسی روایی آزمون‌های کارکردهای اجرایی انجام شده است.

روش

مطالعه مقطعی - مقایسه‌ای حاضر در قالب نه پژوهش جداگانه بر روی ۱۶۷۶ دانش‌آموز با دامنه سنی ۶ تا ۱۵ سال به روش نمونه‌گیری در دسترس انجام شد. جدول ۱ مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. ملاک‌های ورود و خروج پژوهش شامل عدم مصرف داروهای روان‌پزشکی، عدم بیماری جسمانی و رضایت آگاهانه جهت شرکت در پژوهش بود.

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها

آزمون‌های مورد استفاده در مطالعه‌های نه گانه	۶ سال پسر (دختر)	۷ سال پسر (دختر)	۸ سال پسر (دختر)	۹ سال پسر (دختر)	۱۰ سال پسر (دختر)	۱۱ سال پسر (دختر)	۱۲ سال پسر (دختر)	۱۵ سال پسر (دختر)
آزمون ردیابی رنگی	-	-	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	-
آزمون ری	-	۱۵ (۱۳)	۱۵ (۲۸)	۱۵ (۱۶)	۱۵ (۱۵)	۱۵ (۱۶)	۱۵ (۱۵)	-
آزمون نشانه	-	۱۵ (۱۵)	۱۵ (۱۵)	۱۵ (۱۵)	۱۵ (۱۵)	۱۵ (۱۵)	۱۵ (۱۵)	-
آزمون سیالی طرح	-	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	۲۰ (۲۰)	-
آزمون ویسکانسین	-	۲ (۰)	۲۲ (۲۴)	۲۲ (۲۴)	۲۲ (۲۳)	۲۴ (۲۴)	۲۴ (۲۱)	۲۵ (۲۳)

آزمون استروپ	-	۲۵	۲۴	۲۴	۲۲	۲۴	۲ (۰)	-
		(۲۴)	(۲۱)	(۲۴)	(۲۴)	(۲۷)		
آزمون برج هانوی	۲۵	-	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
			(۲۵)	(۲۵)	(۲۵)	(۲۵)	(۲۵)	(۲۵)
آزمون استروپ نوشتاری	-	۱۰۶	-	-	-	-	-	-
		(۰) ۴۸						
آزمون حافظه دیداری	-	۱۰۶	-	-	-	-	-	-
		(۰) ۴۸						

ابزار پژوهش

آزمون ردیابی رنگی کودکان: آزمون ردیابی رنگی کودکان، آزمونی قلم کاغذی و دارای سه مرحله است. در بخش اول آزمون، هر کدام از اعداد ۱ تا ۲۵ به‌طور تصادفی داخل دایره‌هایی قرار گرفته‌اند (هر عدد داخل یک دایره). در این بخش آزمودنی باید با حداکثر سرعت اعداد ۱ تا ۲۵ را به‌صورت متوالی و صعودی به هم وصل کند. در مرحله دوم، اعداد ۱ تا ۱۲ با رنگ‌های آبی و قرمز داخل دایره‌هایی نوشته شده است و از آزمودنی خواسته می‌شود اعداد را با رعایت تناوب رنگ‌ها به هم وصل کند. به عبارت دیگر آزمودنی باید از دایره آبی با شماره ۱ شروع کند و آن را به دایره قرمز با شماره ۱، سپس به دایره آبی با شماره ۲ و الی آخر وصل کند (۱ آبی - ۱ قرمز - ۲ آبی - ۲ قرمز - ۳ آبی...). مرحله سوم نیز مانند مرحله اول اعداد ۱ تا ۲۵ به‌طور تصادفی در دایره‌هایی قرار دارند با این تفاوت که در این مرحله، دایره‌هایی با محرک‌های مزاحم ترسیم شده داخل آن، مانند اشکال هندسی وجود دارد. آزمودنی باید بدون توجه به محرک‌های مزاحم و با سرعت هر چه تمام‌تر، اعداد ۱ تا ۲۵ را به هم وصل کند. نمره آزمون شامل اختلاف زمان مرحله دوم و اول و اختلاف زمان مرحله سوم و اول است.

آزمون تصویر پیچیده ری - استریت: آزمون تصویر پیچیده ری - استریت^۱ ابتدا در سال ۱۹۴۱ توسط ری طراحی شد و سپس استریت در سال ۱۹۴۴ آن را بسط و گسترش داد. این آزمون یک تکلیف کپی و بازپدیدآوری تصویری است که گستره‌ای از فرایندهای شناختی از جمله سازماندهی ادراکی، برنامه‌ریزی، حل مسئله، توانایی سازماندهی دیداری - فضایی، هماهنگی حسی - حرکتی، مهارت‌های نوشتاری - حرکتی و حافظه دیداری در آن دخیل هستند (فرانک و لاندیرا - فرناندز، ۲۰۰۸). این آزمون دو مرحله دارد. در مرحله اول، یک تصویر هندسی پیچیده

^۱ Rey-Osterreith complex figure

در اختیار فرد قرار داده می‌شود و آزمودنی باید آن را ترسیم کند. در مرحله دوم، که سه ثانیه پس از مرحله اول اجرا می‌شود، آزمودنی باید تصویر را یادآوری کند و هرآنچه از تصویر به یاد می‌آورد، بکشد. مرحله کپی کردن، توانایی سازماندهی دیداری-فضایی و مرحله بازپیداآوری، توانایی رمزگذاری اطلاعات دیداری در حافظه و بازیابی این اطلاعات در زمانی دیگر را ارزیابی می‌کند.

آزمون نشانه: آزمون نشانه^۱ اولین بار توسط درنزی و ویگنلو (۱۹۶۲) معرفی گردید. نسخه اولیه آزمون شامل ۶۲ دستور بود و برای ارزیابی آفازی به کار می‌رفت. نسخه حاضر دارای ۳۹ دستور است و برای کودکان و بزرگسالان قابل اجراست. این آزمون شامل ۲۰ نشانه پلاستیکی در پنج رنگ (قرمز، سفید، زرد، آبی و سبز)، دو اندازه (کوچک و بزرگ) و دو شکل (دایره و مربع) است. در این آزمون، در حالی که نشانه‌ها روبروی آزمودنی است، دستوراتی خوانده می‌شود و فرد باید آن‌ها را اجرا کند. دستورات از ساده به پیچیده و از کوتاه به بلند مرتب شده‌اند. برای اجرای درست هر قسمت از دستور، یک امتیاز به فرد تعلق می‌گیرد.

آزمون سیالی طرح: آزمون سیالی طرح^۲ که نسخه غیرکلامی آزمون سیالی کلامی^۳ است، برای سنجش انعطاف‌پذیری اجرایی و شناختی و ظرفیت تجسم (کار و همکاری، ۲۰۰۸)، حل مساله، حافظه کاری، پردازش هم‌زمان در ترسیم طرح و در نظر گرفتن قوانین تکلیف و هم‌چنین مهار پاسخ‌های تکراری طراحی شده است. در این آزمون، آزمودنی باید بیشترین طرح‌های انتزاعی متفاوت ممکن را ترسیم کند. آزمون از یک موقعیت ترسیم آزاد به مدت ۵ دقیقه، که محدودیت‌های کمی در آن اعمال می‌شود، و یک موقعیت ترسیم با خطوط معین به طول ۴ دقیقه، که در آن آزمودنی باید طرح‌هایی ترسیم کند که دقیقاً ۴ خط یا ۴ جزء دارند، تشکیل شده است. برای هر موقعیت یک نمره اشکال بدیع در نظر گرفته می‌شود که شامل کل طرح‌های ترسیم شده منهای همه پاسخ‌های تکراری، طرح‌های قابل نام‌گذاری و طرح‌های با تعداد خطوط اشتباه است. نتایج دو موقعیت ترسیم آزاد و ترسیم با خطوط معین با هم جمع نمی‌شوند.

آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین: آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین^۴ که برای اولین بار توسط برگ و گرنر در سال ۱۹۴۸ برای ارزیابی مهارت حل مسئله و تصمیم‌گیری ابداع و توسط هیتن و همکاران (۱۹۹۳) بازنگری شد، متداول‌ترین آزمون برای ارزیابی کارکردهای اجرایی است. در این آزمون چهار کارت نمونه بالای صفحه نمایشگر قرار دارد که از نظر شکل روی آنها (مثلث، ستاره، صلیب و دایره)، تعداد اشکال (یک تا چهار) و رنگ اشکال (قرمز، سبز،

¹ token test

² design fluency

³ verbal fluency

⁴ wisconsin card sorting test (WSCT)

آبی و زرد) با هم تفاوت دارند. یک دسته کارت ۶۴ تایی نیز پایین صفحه نمایشگر وجود دارد که فقط کارت رویی آن مشخص است. هرکدام از کارت‌های این دسته نیز براساس سه قانون مذکور دارای خصوصیات منحصر به فرد هستند (۴ رنگ \times ۴ شکل \times ۴ تعداد = ۶۴ کارت). هر کارت نمایانگر یک حالت غیر تکراری است. برای اجرای آزمون شرکت‌کننده باید با فشار دادن شماره نوشته‌شده زیر کارت بر روی صفحه کلید، حدس بزند کارت رویی در کدام دسته از کارت‌های نمونه قرار می‌گیرد و بر اساس بازخورد "درست" یا "غلط" که بر روی صفحه ظاهر می‌شود قانون طبقه‌بندی را پیدا کند. پس از قرار دادن درست کارت‌ها در یک طبقه، قانون تغییر می‌کند و فرد باید قانون جدید را براساس بازخورد کشف نماید.

نمرات آزمون براساس سه شاخص اندازه‌گیری می‌شود: ۱. تعداد طبقات که شامل تعداد طبقات ده تایی است که به صورت موفقیت‌آمیز دسته‌بندی شده است ۲. خطای درجاماندگی که نشان‌دهنده این است که شرکت‌کننده به‌رغم تغییر قانون، براساس اصل پیشین به طبقه‌بندی ادامه دهد ۳. زمان کل آزمون.

آزمون استروپ: آزمون استروپ^۱ برای اولین بار توسط استروپ در سال ۱۹۳۵ برای سنجش توجه انتخابی (روزنهام و همکاران، ۲۰۱۷) و تداخل شناختی (اسکارپینا و تاگینی، ۲۰۱۷) طراحی شده است. در این آزمون، چهار رنگ قرمز، سبز، آبی و زرد در سه مرحله ارائه می‌شود. در مرحله اول (مرحله خنثی)، هر رنگ با جوهر مشکی نوشته شده است (مثلاً کلمه قرمز با جوهر مشکی نوشته شده است) و فرد باید نام کلمه مشاهده شده را بگوید. در مرحله دوم (مرحله همخوان)، هر کلمه با جوهر هم‌رنگ خودش نوشته شده است (مثلاً کلمه آبی با جوهر آبی نوشته شده است) و در مرحله سوم هر کلمه با جوهر غیر هم‌رنگ نوشته شده است (مثلاً کلمه قرمز با رنگ زرد نوشته شده است) و فرد در این مرحله باید بر اساس رنگ جوهر پاسخ دهد و کلمه نوشته شده را مهار کند. در نسخه کامپیوتری آزمون، چهار کلید روی صفحه کلید به عنوان کلیدهای پاسخ مشخص می‌شود که فرد باید از طریق آنها پاسخ مناسب را ارائه دهد. دقت پاسخ و زمان واکنش در هر مرحله به عنوان شاخص‌های آزمون در نظر گرفته می‌شوند. نسبت پاسخ غلط و زمان واکنش در مرحله سوم مهار تداخل و تفاوت زمان پاسخ بین مرحله همخوان و ناهمخوان (مرحله دوم و سوم) اثر استروپ را نشان می‌دهد.

آزمون برج هانوی: آزمون برج هانوی^۲ برای اولین بار توسط لوکاس (۱۸۸۳) با هدف اندازه‌گیری توانایی‌ها مختلفی از جمله برنامه‌ریزی و حل مسئله طراحی و ابداع شد.

¹ stroop test

² tower of hanoi

آزمون شامل سه میله و تعدادی حلقه در اندازه‌های مختلف است. فرد باید با حرکت دادن حلقه‌ها از موقعیت شروع که همه حلقه‌ها از بزرگ به کوچک روی هم قرار گرفته‌اند، آنها را به میله هدف منتقل نمایند. رعایت سه قانون در جابجایی حلقه‌ها ضروری است: ۱. در هر زمان فقط امکان جابجایی یک حلقه وجود دارد و دو حلقه را همزمان نمی‌توان جابجا کرد ۲. در زمان جابجایی یک حلقه، حلقه دیگر نمی‌تواند در دست فرد یا روی میز قرار داشته باشد ۳. مهم‌ترین قانون این است که در زمان انتقال حلقه‌ها در هیچ حالتی نباید حلقه بزرگ‌تر روی حلقه کوچک‌تر قرار گیرد. در این مطالعه نسخه رایانه‌ای آزمون استفاده شده است.

آزمون استروپ نوشتاری: آزمون استروپ نوشتاری براساس آزمون استروپ کلاسیک طراحی شده است با این تفاوت که در این آزمون، در هر مرحله، فرد باید پاسخ را به‌صورت نوشتاری ارائه دهد و پاسخ‌ها را در محل مشخص شده بنویسد. ویژگی این آزمون، قابلیت اجرای آزمون به‌صورت گروهی است. در این آزمون نیز همانند آزمون استروپ کلاسیک، دقت پاسخ و زمان واکنش به‌عنوان شاخص‌های آزمون در نظر گرفته می‌شود.

آزمون حافظه دیداری: آزمون حافظه دیداری نسخه غیر کلامی آزمون فراخنای ارقام است. در این آزمون جداولی نمایش داده می‌شود که تعدادی از خانه‌های آن رنگی است. فرد باید مکان خانه‌های رنگی را به خاطر بسپارد. پس از چند ثانیه (که براساس تعداد خانه‌های رنگی تعیین می‌شود)، یک جدول دیگر ارائه می‌شود و آزمودنی باید خانه‌های رنگی به خاطر سپرده شده را روی جدول جدید مشخص نماید. جداول از ۳ در ۳ تا ۹ در ۹ به تدریج سخت‌تر می‌شود و تعداد خانه‌های رنگی نیز از ۳ تا ۹ خانه افزایش می‌یابد. زمانی که آزمودنی دو بار متوالی یک زنجیره را نادرست علامت بزند، آزمون قطع می‌شود. عملکرد آزمودنی به عنوان تعداد کل سری‌هایی که به درستی علامت زده شده است، نمره‌گذاری می‌شود.

روش آماری

در این مطالعه برای بررسی روایی افتراقی بین سنین مختلف، از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد و متغیرهای آزمون در گروه‌های سنی مختلف مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها

در کلیه آزمون‌ها، جهت بررسی روایی افتراقی، آزمون تحلیل واریانس یک راهه برای مقایسه میانگین نمرات آزمون در گروه‌های سنی مورد استفاده قرار گرفت و برای بررسی معنی‌دار بودن

تفاوت بین گروه‌ها، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. جدول شماره ۲، نتایج تحلیل واریانس یک راهه بین گروه‌های سنی مختلف را در آزمون‌های نه‌گانه نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتیجه تحلیل واریانس یک راهه بین گروه‌ها در آزمون‌ها

مجذور اتا	معنی داری	F	درجه آزادی			
.۰۰۱	.۶۱۷	.۲۵۰	۱	جنس	اختلاف زمان بخش دوم و اول	آزمون ردیابی رنگی
.۰۴۳	.۰۷۵	۲,۱۵۹	۴	سن		
.۰۲۸	.۲۵۱	۱,۳۵۷	۴	جنس*سن		
.۰۱۹	.۰۵۶	۳,۶۹۵	۱	جنس	اختلاف زمان بخش سوم و اول	
.۰۶۸	*.۰۰۹	۳,۴۶۳	۴	سن		
.۰۱۹	.۴۶۷	.۸۹۶	۴	جنس*سن		
.۰۱۳	.۱۵۹	۲,۰۰۲	۱	جنس	مرحله کپی	آزمون ری
.۱۷۶	*.۰۰۰	۸,۱۵۲	۴	سن		
.۰۲۶	.۴۰۲	۱,۰۱۴	۴	جنس*سن		
.۰۰۴	.۴۱۷	.۶۶۳	۱	جنس	مرحله بازپیداوری	
.۳۳۵	*.۰۰۰	۱۹,۲۴۰	۴	سن		
.۰۲۶	.۳۸۹	۱,۰۳۸	۴	جنس*سن		
.۰۰۴	.۴۵۵	.۵۶۱	۱	جنس	نمره کل	آزمون نشانه
.۱۵۸	*.۰۰۰	۶,۵۵۷	۴	سن		
.۰۸۰	*.۰۱۹	۳,۰۴۶	۴	جنس*سن		
.۰۱۸	.۰۶۶	۳,۴۱۹	۱	جنس	ترسیم آزاد	آزمون سیالی طرح
.۰۹۲	*.۰۰۱	۴,۸۱۷	۴	سن		
.۰۶۵	*.۰۱۲	۳,۲۹۴	۴	جنس*سن		
.۰۰۴	.۴۰۶	.۶۹۴	۱	جنس	ترسیم با خطوط معین	
.۲۰۳	*.۰۰۰	۱۲,۱۲۹	۴	سن		
.۰۶۹	*.۰۰۸	۳,۵۳۴	۴	جنس*سن		
.۰۰۵	.۲۹۹	۱,۰۸	۱	جنس	زمان کل	آزمون ویسکانسین
.۲۰۴	*.۰۰۰	۱۱,۴۴	۵	سن		
.۰۱۱	.۶۵۸	.۶۰۶	۴	جنس*سن		
.۰۷۱	*.۰۰۰	۱۷,۰۳۰	۱	جنس	تعداد طبقات	
.۰۲۲	.۴۲۰	.۹۹۸	۵	سن		

.۰۱۹	.۳۷۷	۱,۰۶۰	۴	جنس*سن		
.۰۷۷	*.۰۰۰	۱۸,۶۰۹	۱	جنس	خطای درجاماندگی	
.۰۰۶	.۹۳۳	.۲۶۴	۵	سن		
.۰۲۷	.۱۹۳	۱,۵۳۶	۴	جنس*سن		
.۰۰۳	.۳۹۶	.۷۲۲	۱	جنس	دقت مرحله اول	آزمون استروپ
.۰۲۷	.۲۶۷	۱,۲۹۴	۵	سن		
.۰۰۴	.۹۰۷	.۲۵۴	۴	جنس*سن		
.۰۰۰	.۸۷۸	.۰۲۴	۱	جنس	سرعت مرحله اول	
.۳۸۲	*.۰۰۰	۲۸,۳۹۶	۵	سن		
.۰۱۵	.۴۶۶	.۸۹۷	۴	جنس*سن		
.۰۰۱	.۶۱۹	.۲۴۸	۱	جنس	دقت مرحله دوم	
.۰۳۰	.۲۱۶	۱,۴۲۶	۵	سن		
.۰۱۸	.۳۸۸	۱,۰۳۹	۴	جنس*سن		
.۰۱۶	.۰۵۱	۳,۸۴۲	۱	جنس	سرعت مرحله دوم	
.۳۳۷	*.۰۰۰	۲۷,۸۱۲	۵	سن		
.۰۱۸	.۳۷۲	۱,۰۷۰	۴	جنس*سن		
.۰۰۰	.۸۴۴	.۰۳۹	۱	جنس	دقت مرحله سوم	
.۰۱۴	.۶۶۶	.۶۴۴	۵	سن		
.۰۳۴	.۰۸۹	۲,۰۴۲	۴	جنس*سن		
.۰۰۱	.۶۶۹	.۱۸۳	۱	جنس	سرعت مرحله سوم	
.۲۶۷	*.۰۰۰	۱۶,۷۹۶	۵	سن		
.۰۳۳	.۱۰۳	۱,۹۵۳	۴	جنس*سن		
.۰۳۲	*.۰۰۲	۹,۶۴۰	۱	جنس	تعداد خطا	آزمون برج هانوی
.۳۴۱	*.۰۰۰	۲۹,۶۷۷	۵	سن		
.۰۴۶	*.۰۱۹	۲,۷۴۱	۵	جنس*سن		
.۰۱۳	.۰۵۲	۳,۸۰۶	۱	جنس	زمان کل	
.۴۲۶	*.۰۰۰	۴۲,۵۲۴	۵	سن		
.۰۳۹	*.۰۴۳	۲,۳۲۲	۵	جنس*سن		
.۰۱۲	.۱۶۹	۱,۹۰۷	۱	سن	دقت مرحله اول	آزمون استروپ
.۰۴۰	*.۰۱۳	۶,۳۳۸	۱	سن	سرعت مرحله اول	نوشتاری
.۰۰۷	.۳۰۵	۱,۰۵۹	۱	سن	دقت مرحله دوم	
.۰۴۸	*.۰۰۶	۷,۷۴۱	۱	سن	سرعت مرحله دوم	
.۰۲۰	.۰۷۹	۳,۱۲۰	۱	سن	دقت مرحله سوم	
.۱۲۸	*.۰۰۰	۲۲,۲۷۳	۱	سن	سرعت مرحله سوم	

آزمون حافظه	فراخوانی حافظه	سن	۱	۱۳,۳۲۰	*.۰۰۰	۰.۸۱
دبدراری						

در آزمون ردیابی رنگی، برای بررسی روایی افتراقی، نتایج حاصل از این آزمون نشان داد در شاخص اختلاف زمان بخش دوم و اول، تفاوت معناداری بین گروه‌های سنی مختلف و بین دو جنس وجود ندارد. اما در شاخص اختلاف زمان بین بخش سوم و اول، علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنادار بین دو جنس، بین سنین مختلف تفاوت معنادار در سطح $p < 0,05$ مشاهده شد. نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها، تفاوت معنادار بین گروه سنی ۸ سال و ۱۱ سال را نشان داد ($p < 0,05$) و با افزایش سن، زمان اجرا کاهش پیدا می‌کند. در این مطالعه، برای بررسی روایی همزمان، پس از اجرای آزمون ردیابی رنگی، آزمون استروپ نیز اجرا شد و برای بررسی آن از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد بین نمرات زمان واکنش مرحله سوم آزمون استروپ و مراحل سه‌گانه آزمون ردیابی رنگی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج همبستگی پیرسون بین نتایج آزمون ردیابی کودکان و آزمون استروپ

زمان واکنش مرحله سوم آزمون استروپ	زمان واکنش مرحله دوم آزمون ردیابی	زمان واکنش مرحله اول آزمون ردیابی
*.۰۶۳	**۰,۶۶	*.۰۵۴
زمان واکنش مرحله سوم آزمون استروپ		
* $p < 0,05$	** $p < 0,01$	

هم‌چنین به منظور بررسی پایایی آزمون ردیابی رنگی، آزمون با فاصله دو هفته بر روی ۴۲ نفر اجرا شد و برای تحلیل، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج ضریب پایایی حاصل از روش بازآزمایی برای سه مرحله آزمون ردیابی رنگی به ترتیب ۰,۸۱، ۰,۷۸ و ۰,۸۵ بود که نشان‌دهنده ثبات نمره‌های آزمون پس از گذشت دو هفته است.

در آزمون ری، نتایج تحلیل واریانس یک راهه بر روی آزمون برای بررسی روایی افتراقی و سیر تحولی آزمون، نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار بین گروه‌های سنی در هر دو مرحله کپی و بازپیداوری است ($p < 0,01$). به عبارت دیگر با افزایش سن، توانایی سازماندهی دیداری-فضایی و حافظه دیداری-فضایی بهبود می‌یابد.

آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها، نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین گروه سنی ۷ سال با گروه سنی ۹، ۱۰ و ۱۱ سال، و گروه سنی ۸ سال با ۱۰ و ۱۱ سال در مرحله کپی است. هم‌چنین در مرحله بازپیداوری، بین گروه‌های سنی ۷ با ۹، ۱۰ و ۱۱، گروه‌های سنی ۸ با ۱۰ و ۱۱، و گروه‌های سنی ۹ با ۱۰ و ۱۱ تفاوت معنادار در سطح $p < 0,05$ مشاهده شد.

جهت بررسی پایایی آزمون، میزان همبستگی بین نمرات مرحله کپی و بازپیداوری از طریق آزمون همبستگی پیرسون بررسی شد که ضریب همبستگی به دست آمده (۰,۵۸۴) در سطح $p < 0,01$ معنادار است.

در آزمون نشانه، نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک راهه، بیانگر وجود تفاوت معنادار بین گروه‌های سنی مختلف است ($p < 0,01$). هم‌چنین، تعامل دو عامل سن و جنس نیز تفاوت معناداری را در سطح $p < 0,05$ نشان می‌دهد.

آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت بین گروه‌های سنی، نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین گروه سنی ۷ سال با ۹، ۱۰ و ۱۱ سال، و گروه سنی ۸ سال با ۱۰ و ۱۱ سال در سطح $p < 0,05$ است.

هم‌چنین نتایج آزمون تعقیبی برای تعامل سن و جنس تفاوت معناداری را بین دختر و پسر در ۹ سالگی نشان می‌دهد ($p < 0,05$). به عبارت دیگر، در ۹ سالگی پسران نسبت به دختران عملکرد بهتری در آزمون نشانه داشتند.

در آزمون سیالی طرح، نتایج تحلیل واریانس یک راهه، تفاوت معناداری را بین گروه‌های سنی ($p < 0,05$) و هم‌چنین تعامل سن و جنس ($p < 0,05$) در شاخص ترسیم آزاد آزمون سیالی طرح نشان داد. به علاوه، شاخص ترسیم با خطوط معین نیز بین گروه‌های سنی ($p < 0,01$) و تعامل بین سن و جنس ($p < 0,05$) دارای تفاوت معنادار بودند.

آزمون تعقیبی توکی در شاخص ترسیم آزاد بیانگر وجود تفاوت بین گروه‌های سنی ۷، ۸ و ۹ سال با ۱۱ سال بود. در شاخص ترسیم با خطوط معین، تفاوت بین گروه‌های سنی ۷ سال با ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ سال و گروه سنی ۸ سال با ۱۱ سال نشان داده شد.

در تحلیل نتایج حاصل از تعامل بین سن و جنس در ترسیم آزاد، در ۷ و ۱۱ سالگی تفاوت معناداری بین دختران و پسران مشاهده شد ($p < 0,05$) که در هر دو نمرات دختران بیشتر از پسران بود. در ترسیم با خطوط معین نیز در ۱۱ سالگی این تفاوت بین دو جنس مشاهده شد ($p < 0,05$) و دختران عملکرد بهتری نسبت به پسران داشتند.

در این مطالعه برای بررسی روایی همزمان از آزمون پنج نقطه استفاده شد. نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان دهنده وجود همبستگی بین آزمون پنج نقطه با بخش ترسیم آزاد و بخش ترسیم با خطوط معین است (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج همبستگی پیرسون بین نتایج آزمون پنج نقطه و آزمون سیالی طرح

ترسیم آزاد در آزمون سیالی	ترسیم با خطوط معین در آزمون سیالی طرح
طرح‌های منحصر به فرد در آزمون پنج نقطه	طرح
**۰.۴۹۵	**۰.۴۹۸

** $p < 0,01$

در آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین، در شاخص زمان کل، نتایج تحلیل واریانس یک راهه حاکی از وجود تفاوت معنادار بین گروه‌های سنی مختلف در سطح $p < 0,01$ است. اما تفاوتی بین دو جنس دیده نمی‌شود. در شاخص تعداد طبقات با موفقیت ایجاد شده و شاخص خطای درجاماندگی، تفاوت معنادار بین دو جنس وجود دارد ($p < 0,01$)، و در گروه‌های سنی مختلف تفاوت معناداری مشاهده نشد.

نتایج آزمون تعقیبی برای زمان کل نشان‌دهنده وجود تفاوت بین گروه سنی ۸ سال با گروه‌های سنی ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ سال، و همچنین ۹ سال با ۱۲ سال است. به عبارت دیگر، با افزایش سن، مدت زمان کل آزمون کاهش می‌یابد.

در شاخص تعداد طبقات با موفقیت ایجاد شده دختران با میانگین ۴,۲۰ عملکرد بهتری نسبت به پسران با میانگین ۳,۸۹ داشتند. همچنین مقایسه میانگین دختران در خطای درجاماندگی (۱۰,۶۹) و پسران (۱۲,۹۹) نشان‌دهنده میزان کمتر خطا در دختران است.

در آزمون استروپ، نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک راهه در هیچ‌کدام از مراحل سه‌گانه در شاخص دقت، معناداری در سن و جنس را نشان نداد. اما در شاخص سرعت، در هر سه مرحله تفاوت بین گروه‌های سنی در سطح $p < 0,01$ معنادار بود.

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد در هر سه مرحله در زمان واکنش، تفاوت معناداری بین گروه سنی ۸ سال با گروه‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ سال و همچنین ۹ سال با ۱۲ سال در سطح $p < 0,01$ وجود دارد و با افزایش سن، زمان واکنش در آزمون استروپ کاهش پیدا می‌کند.

در آزمون برج هانوی، براساس نتایج تحلیل واریانس یک راهه، در شاخص تعداد خطا، در هر سه متغیر سن ($p < 0.01$)، جنس ($p < 0.05$) و تعامل سن و جنس ($p < 0.05$) تفاوت معنادار مشاهده شده است. زمان کل آزمون نیز معناداری در سن ($p < 0.01$) و تعامل بین سن و جنس ($p < 0.05$) را نشان داد.

در آزمون استروپ نوشتاری، نتایج تحلیل واریانس یک راهه معناداری بین گروه‌های سنی را در زمان واکنش در مرحله یک و دو در سطح $p < 0.05$ و در مرحله سوم در سطح $p < 0.01$ نشان داد. مقایسه میانگین‌ها در هر سه شاخص نشان‌دهنده کاهش زمان واکنش با افزایش سن بود. در آزمون حافظه دیداری، نتایج تحلیل واریانس یک راهه در آزمون حافظه دیداری، تفاوت معنادار بین دو گروه سنی را در شاخص حافظه دیداری نشان داد ($p < 0.01$). مقایسه نمرات دو گروه سنی، افزایش نمرات در حافظه دیداری را با افزایش سن نشان داد.

بحث

هدف از مطالعه حاضر، معرفی مجموعه آزمون‌های کارکردهای اجرایی و بررسی روایی آنها در کودکان بود و برای دستیابی به این هدف، حافظه کاری، انعطاف‌پذیری شناختی و کنترل مهاری به عنوان مؤلفه‌های اصلی کارکردهای اجرایی از طریق آزمون‌های متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در مطالعه حاضر، نتایج حاصل از بررسی روایی افتراقی نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار در شاخص اختلاف زمان بین مرحله سوم و اول در آزمون ردیابی رنگی، هر دو مرحله کپی و بازپیداوری در آزمون ری، مراحل ترسیم آزاد و ترسیم با خطوط معین در آزمون سیالی طرح، نمره کل آزمون نشانه، زمان کل در آزمون ویسکانسین، نمره کل در حافظه دیداری و زمان واکنش در هر سه مرحله آزمون استروپ بود. همچنین در اختلاف زمان بخش دوم و اول در آزمون ردیابی، شاخص دقت در هر سه مرحله آزمون استروپ و شاخص‌های تعداد طبقات با موفقیت ایجادشده و خطای درجاماندگی در آزمون ویسکانسین، تفاوت معناداری مشاهده نشد. هر کدام از آزمون‌های فوق در ادامه به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

آزمون ری: در مطالعه حاضر، روایی افتراقی در مؤلفه حافظه کاری نشان‌دهنده تفاوت معنادار در شاخص‌های آزمون ری با افزایش سن بود. میرز و میرز (۱۹۹۵) در مطالعه خود دریافتند که در آزمون ری بیشترین همبستگی بین یادآوری فوری (۳ دقیقه) و یادآوری تاخیری است. همچنین برای ارزیابی پایایی درونی آزمون، نتایج روش دونیمه کردن و ضریب آلفا نشان داد که هر دو برای مرحله کپی بیش از ۰/۶۰ و برای مرحله بازپیداوری بیشتر از ۰/۸۰ در بزرگسالان

است (بری و همکاران، ۱۹۹۱؛ فاستنیو و همکاران، ۱۹۹۶). به‌علاوه، لیبرمن و همکاران (۱۹۹۴) پایایی ارزیابی مجدد را برای مرحله کپی و بازپیداوری بین ۰/۹۶ تا ۰/۹۹ و پایایی بین ارزیابان را برای هر دو مرحله بین ۰/۸۸ تا ۰/۹۷ گزارش کردند. افراد برای داشتن عملکرد مناسب، نیازمند عملیات شناختی دقیق هستند. این عملیات شناختی شامل ادراک دیداری، سازماندهی دیداری-فضایی، عملکرد حرکتی و حافظه (در شرایط بازپیداوری) است. به‌طور کلی مطالعات همبستگی و تحلیل عاملی از اعتبار آزمون ری به عنوان معیاری برای توانایی دیداری-فضایی (کپی) و حافظه (یادآوری و بازشناسی) پشتیبانی می‌کند (استرائوس، شرم و اسپرین، ۲۰۰۶).

آزمون نشانه: در نمره کل آزمون نشانه، روایی افتراقی نشان‌دهنده تفاوت معنادار با افزایش سن بود. ضریب پایایی درونی کودر-ریچاردسون برای نسخه ۳۹ سوالی ۰/۹۲ گزارش شده است (اسپلاسی و اسپرین، ۱۹۶۹). شواهد نشان داده است که بخش‌های مختلف آزمون نشانه، عوامل زبانی یکسانی را اندازه‌گیری نمی‌کند. حل چهار بخش اول نیاز به یک حالت پردازش واحد دارد در صورتی که بخش آخر متفاوت است زیرا مواردی با تنوع نحوی/معنایی بیشتری را دربرمی‌گیرد (ارگاس، ۱۹۷۶؛ ویلمس، ۱۹۸۱). همچنین در مطالعه‌ای پایایی بازآزمون در آزمون نشانه، ۰/۹۱ و ۰/۹۸ گزارش شده است (گالاهر، ۱۹۷۹).

آزمون حافظه دیداری: در آزمون حافظه دیداری، فراخوانی حافظه با افزایش سن تفاوت معناداری را نشان داد. همان‌گونه که در آزمون فراخوانی ناکلمه که از جمله آزمون‌های مورد استفاده برای سنجش حافظه کاری است، بیان شده، به موازات افزایش سن، ظرفیت حافظه کاری نیز افزایش می‌یابد (نجاتی و علیپور، ۱۳۹۵). در مطالعه دیگری نیز مقایسه نمرات فراخوانی اعداد مستقیم و معکوس در سنین مختلف تفاوت معناداری را نشان داده است (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

آزمون‌های ری، نشانه و حافظه دیداری، آزمون‌هایی جهت سنجش حافظه هستند. در حافظه کاری اطلاعات به صورت پویا برای سایر تکالیف مورد استفاده قرار می‌گیرد (نجاتی، ۱۳۹۷). از جمله عواملی که برای تکامل این سازه می‌توان به آن اشاره کرد، تغییر در ساختارهای مغزی زیربنای کارکردهای حافظه است. همچنین، رشد و تکامل توانایی‌های شناختی دیگر، افزایش استفاده از روش‌های به‌یادسپاری در سطوح بالاتر و به‌کارگیری هشیارانه این روش‌ها و افزایش سرعت گفتار از دیگر عوامل مؤثر است. افزایش سرعت پردازش اطلاعات عاملی است که از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا با افزایش سن، فضای خالی حافظه کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد و همین امر باعث افزایش ظرفیت حافظه کاری می‌شود (گانگپادی و همکاران، ۲۰۱۶). حافظه کاری توانایی پردازش درونی کردن، طبقه‌بندی و جابجایی اطلاعات را دارد و رشد آن در کودکان تا ۱۵ سالگی ادامه دارد و پس از آن به ظرفیت بزرگسالی می‌رسد. از طریق حافظه کاری می‌توان

توانایی خواندن، اختلالات خواندن و رشد خزانه لغات را پیش‌بینی کرد (کوری و کین، ۲۰۱۵). در مطالعات گوناگون، رشد و تحول حافظه کاری در دوران کودکی با استفاده از طرح‌های مقطعی مورد مطالعه قرار گرفته است. همسو با نتایج مطالعه حاضر، یک مطالعه مقطعی با چهار گروه سنی از ۷ سال تا سنین نوجوانی، نشان داد که ظرفیت حافظه کاری تا ۱۵ سالگی افزایش می‌یابد و پس از آن تثبیت می‌شود (کاریدو و همکاران، ۲۰۱۶). در همین راستا، بست و میلر (۲۰۱۰) در مطالعه مروری خود در تحول کارکردهای اجرایی به این نتیجه رسیدند که در بیشتر مطالعات، تحول حافظه کاری از پیش دبستانی تا نوجوانی روندی خطی دارد و به صورت خطی رشد و توسعه می‌یابد. در مطالعه‌های دیگر، دو گروه کودک ۶ تا ۷ ساله و ۸ تا ۹ ساله در یک دوره سه ساله مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد سطح اولیه حافظه کاری به طور مثبت با سن، وضعیت اقتصادی اجتماعی، توانایی کلامی و سرعت پردازش همراه بود. همچنین کودکان کوچکتر در مقایسه با کودکان بزرگتر دارای منحنی رشد حافظه کاری عمیق‌تری بودند که نشان‌دهنده سطح تحول حافظه کاری در میانه کودکی است (لنسینگ و السنر، ۲۰۱۸).

آزمون سیالی طرح: در این آزمون در هر دو مؤلفه ترسیم آزاد و ترسیم با خطوط معین با افزایش سن، تفاوت معنادار نشان داده شد. همبستگی نسبتاً قوی (۰/۰-۷۸/۵۵) بین دو مؤلفه ترسیم آزاد و ترسیم با خطوط معین در نمونه افراد سالم گزارش شده است که نشان می‌دهد این دو مؤلفه عملکردهای مشابه اما غیریکسانی را اندازه‌گیری می‌کنند (الیسون، ۲۰۰۷). برای برآورد پایایی آزمون، راس و همکاران (۱۹۹۶) گروهی از بزرگسالان را پس از فاصله یک ماهه مورد آزمون مجدد قرار دادند و ضرایب ثبات برای شرایط ترسیم آزاد پایین بود اما ضریب پایایی بازآزمون برای شرایط ترسیم طرح‌ها با خطوط معین، بالا گزارش شده است.

آزمون ردیابی رنگی: در شاخص اختلاف زمان مرحله اول و سوم در این آزمون، تفاوت معنادار با افزایش در روایی افتراقی مشاهده شد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که بخش‌های اول و دوم آزمون از همبستگی نسبتاً بالایی برخوردارند (۰/۰-۶/۳۱) که نشان می‌دهد این دو بخش عملکردهای مشابه و تا حدودی متفاوت را اندازه‌گیری می‌کنند (پیندا و مرکان، ۲۰۰۳؛ رویان و همکاران، ۲۰۰۴). پایایی بازآزمون تکلیف ردیابی رنگی کودکان در بین کودکان با اختلال نقص-توجه-بیش‌فعالی ۰/۴۵ تا ۰/۶۸ گزارش شده است (لیورنت و همکاران، ۲۰۰۳). این آزمون با ابزارهای عصب‌شناختی دیگر از جمله تکلیف استروپ، روایی همزمان دارد (یوچیاما و همکاران، ۱۹۹۴).

آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین: در این آزمون شاخص زمان کل در روایی افتراقی معنادار بود اما سایر شاخص‌های این آزمون معناداری را با افزایش سن نشان نداد. لزاک (۲۰۰۴)

روایی این آزمون را بالای ۰/۸۶ ذکر کرده است. همچنین پایایی آزمون براساس ضریب توافق ارزیابی‌کنندگان در مطالعه اسپیرین و استراوس (۱۹۹۸) ۸۳ درصد و پایایی آن در جمعیت بالینی با روش بازآزمایی، ۸۵ درصد گزارش شده است (قدیری و همکاران، ۱۳۹۵).

آزمون‌های ردیابی رنگی، سیالی طرح و ویسکانسین برای سنجش انعطاف‌پذیری شناختی استفاده می‌شود. مهارت انعطاف‌پذیری شناختی تا حد زیادی بر پایه ظرفیت به روز رسانی اطلاعات در حافظه کاری و اجرای سازوکارهای کنترل رفتاری و توجهی قرار دارد (نجاتی، ۱۳۹۷).

انعطاف‌پذیری شناختی یک کارکرد اجرایی پیشرفته است که به حافظه کاری و بازداری نیاز دارد و در مراحل تحول، دیرتر ظاهر می‌شود (شوایر و همکاران، ۲۰۱۲؛ دیاموند، ۲۰۱۶). بنابراین می‌توان گفت حافظه کاری از انعطاف‌پذیری شناختی پشتیبانی می‌کند زیرا به حفظ قوانین تکالیف جدید، هدایت رفتار و تغییر بین قوانین متناقض کمک می‌کند (بلکول و همکاران، ۲۰۰۹). در مطالعه‌ای بر روی گروه سنی ۶ تا ۱۵ سال نیز نشان داده شد که اگرچه عملکرد افراد در آزمون ویسکانسین با افزایش بهبود می‌یابد، اما این تفاوت بعد از ۱۳ سالگی کاهش می‌یابد و مشابه بزرگسالان می‌گردد (کوالهو و همکاران، ۲۰۱۲). آزمون ویسکانسین آزمونی رایج برای ارزیابی انعطاف‌پذیری واکنشی است (بونینو و کتلینو، ۱۹۹۹). در واقع مطالعات تحلیل عاملی اکتشافی و تاییدی نشان داده است که آزمون ویسکانسین از مؤلفه "تغییر" کارکردهای اجرایی استفاده می‌کند (رودریگز-آراندو و ساندت، ۲۰۰۶). آزمون ردیابی رنگی یکی دیگر از آزمون‌های شناخته‌شده انعطاف‌پذیری شناختی است (شیفر و همکاران، ۲۰۱۰). در مقابل، انعطاف‌پذیری خودبخودی^۱ با تکالیف سیالی مطابقت دارد و توانایی افراد را برای ایجاد پاسخ‌های متنوع منعکس می‌کند. بنابراین تکالیف سنجش انعطاف‌پذیری شناختی، فرایندهای فرعی یا توانایی‌های شناختی مختلفی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بنابراین، از آنجایی که تکالیف انعطاف‌پذیری واکنشی و خودبخودی به ترتیب به پاسخ‌های انعطاف‌پذیر در حضور تغییرات احتمالی خارجی و تولید ایده‌ها و پاسخ‌های متنوع دلالت می‌کند، هر کدام ممکن است به منابع اضافی متفاوتی اشاره دارد (آران فلیپیتی و کروم، ۲۰۲۰). درحالی‌که حافظه کاری اجازه می‌دهد تا یک مجموعه ذهنی یا چشم‌انداز را در ذهن حفظ کنیم، بازداری می‌تواند مواردی که قبلاً فعال شده‌اند را مهار کند (دیاموند، ۲۰۱۶).

آزمون استروپ: در مؤلفه کنترل مهاری، نتایج در هر دو آزمون استروپ در شاخص دقت، معناداری را نشان نداد اما در شاخص سرعت و زمان واکنش در هر سه مرحله، تفاوت معنادار با افزایش سن مشاهده شد. پایایی آزمون استروپ به روش بازآزمایی برای هر سه کوشش به ترتیب

¹ reactive flexibility

² spontaneous flexibility

معادل ۰/۰۱، ۰/۸۳ و ۰/۹۰ بود (کریمی علی‌آباد، ۱۳۸۹). قدیری و همکاران (۱۳۸۵) پایایی بازآزمایی هر سه کوشش این آزمون را به ترتیب ۰/۶، ۰/۸۳ و ۰/۹۷ گزارش کرده‌اند. برای سنجش کنترل مهاری، یکی از آزمون‌های مورد استفاده آزمون استروپ است. در مؤلفه کنترل مهاری، مطالعات پیشین نیز نشان داده‌اند که توانایی انجام تکالیف مهار تداخل با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد (بونگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ کارور و همکاران، ۲۰۰۱). برای مثال در مطالعه‌ای که در گروه سنی ۶ تا ۱۸ سال انجام شد، نتایج نشان داد با افزایش سن، توانایی اجرای آزمون استروپ بهبود و زمان واکنش نیز کاهش می‌یابد (لمرسیر و همکاران، ۲۰۱۷). این نتایج نشان دهند تفاوت در ابعاد کارکردهای اجرایی در سنین مختلف است و با افزایش سن، ظرفیت کارکردهای اجرایی افزایش می‌یابد. همان‌طور که بیان شد، رشد کارکردهای اجرایی به رشد قشر پیش‌پیشانی بستگی دارد که نسبت به سایر قسمت‌های مغز تحول بلندمدت‌تری دارد (کولب و همکاران، ۲۰۱۲). در سنین مدرسه که به عنوان سال‌های رشد شناختی محسوب می‌شود، بسیاری از جنبه‌های کارکردهای اجرایی پیشرفت چشمگیری می‌کنند (سیملسا و سپانس، ۲۰۱۵). بنابراین، مطابق با آنچه ریسو و همکاران (۲۰۰۱) بیان کرده‌اند، بیشترین تحول قشر پیشانی مغز در سال‌های ۶ تا ۸ سالگی اتفاق می‌افتد و تا ۱۲ سالگی ادامه می‌یابد و کارکردهای اجرایی تا اوایل نوجوانی و بلوغ هم‌چنان به رشد خود ادامه می‌دهند (هایدر و همکاران، ۲۰۰۴). یافته‌های مربوط به عملکرد دو جنس در این مطالعه حاکی از عدم وجود تفاوت بین دو جنس در بیشتر مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی، و یا وجود تفاوت‌های اندک به نفع دختران است. امری که زلازو و همکاران (۲۰۱۶) نیز به آن اشاره کرده‌اند. وجود این تفاوت‌های اندک در دختران را نیز می‌توان رشد سریع‌تر ماده خاکستری در قشر پیشانی دختران (۱۱ سالگی) نسبت به پسران (۱۲ سالگی) دانست (بلكمور و همکاران، ۲۰۰۶).

در مجموع با توجه به یافته‌های پژوهش، آزمون‌های ردیابی رنگی، ری، نشانه، سیالی طرح، دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین، استروپ کامپیوتری و نوشتاری، برج هانوی و حافظه دیداری از ویژگی‌های روانسنجی مناسبی برای ارزیابی حافظه کاری، انعطاف‌پذیری شناختی و کنترل مهاری که مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی هستند برخوردارند.

سپاسگزاری

از کلیه دانش‌آموزان شرکت‌کننده در طرح تشکر و قدردانی می‌شود. این پژوهش با حمایت مرکز پژوهشی علوم اعصاب شناختی رفتار انجام شده است.

منابع

- تقی‌زاده، ط.، محمدزاده، ع.، نجاتی، و.، اکبرزاده باغبان، ع. (۱۳۹۳). بررسی حافظه بخاطر سپاری اعداد در کودکان ۷-۱۲ سال. *طب توانبخشی*. ۳ (۲)، ۷-۱.
- قدیری، ف.، جزایری، ع.، عشایری، ح.، قاضی طباطبایی، م. (۱۳۸۵). نقایص کارکردهای اجرایی در بیماران اسکیزو- و سواسی. *تازه‌های علوم شناختی*. ۸ (۳)، ۲۴-۱۱.
- کریمی‌علی‌آباد، ت.، کافی، م.، فرهی، ح. (۱۳۸۹). بررسی کارکردهای اجرایی بیماران مبتلا به اختلال دوقطبی. *تازه‌های علوم شناختی*. ۱۲ (۲)، ۳۹-۲۹.
- نجاتی، و. (۱۳۹۷). دستنامه جامع توانبخشی شناختی در اختلالات تحولی. تهران: رشد فرهنگ.
- نجاتی، و.، علیپور، ف. (۱۳۹۵). ویژگی‌های روانسنجی ابزارهای فراخنای عدد، کلمه و ناکلمه و مقایسه آن‌ها در سنجش حافظه کاری کودکان. *فصلنامه روانشناسی کاربردی*. ۱ (۳۷)، ۸۸-۷۳.
- Allan, N. P., Hume, L. E., Allan, D. M., Farrington, A. L., & Lonigan, C. J. (2014). Relations between inhibitory control and the development of academic skills in preschool and kindergarten: a meta-analysis. *Developmental psychology*, 50(10), 2368.
- Arán Filippetti, V., & Krumm, G. (2020). A hierarchical model of cognitive flexibility in children: Extending the relationship between flexibility, creativity and academic achievement. *Child Neuropsychology*, 26(6), 770-800.
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in cognitive sciences*, 8(4), 170-177.
- Bernier, A., Carlson, S. M., & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child development*, 81(1), 326-339.
- Berry, D. T. R., Allen, R. S., & Schmitt, F. A. (1991). Rey-Osterrieth Figure: Psychometric characteristics in a geriatric sample. *The Clinical Neuropsychologist*, 5, 143-153.
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child development*, 81(6), 1641-1660.
- Bierman, K. L., Nix, R. L., Greenberg, M. T., Blair, C., & Domitrovich, C. E. (2008). Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Development and psychopathology*, 20(3), 821-843.
- Bjorklund, D. F., & Kipp, K. (1996). Parental investment theory and gender differences in the evolution of inhibition mechanisms. *Psychological bulletin*, 120(2), 163.
- Blackwell, K. A., Cepeda, N. J., & Munakata, Y. (2009). When simple things are meaningful: Working memory strength predicts children's cognitive flexibility. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(2), 241-249.

- Blair, C., & Raver, C. C. (2015). School readiness and self-regulation: A developmental psychobiological approach. *Annual review of psychology*, 66, 711-731.
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of child psychology and psychiatry*, 47(3-4), 296-312.
- Bonino, S., & Cattelino, E. (1999). The relationship between cognitive abilities and social abilities in childhood: A research on flexibility in thinking and co-operation with peers. *International Journal of Behavioral Development*, 23(1), 19-36.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. 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.
- Bunge, S. A., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. (2002). Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: evidence from fMRI. *Neuron*, 33(2), 301-311.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child development*, 72(4), 1032-1053.
- Carlson, S. M., Zelazo, P. D., & Faja, S. (2013). Executive function. *Oxford Hand- book of Developmental Psychology*, 1, 706-742.
- Carriedo, N., Corral, A., Montoro, P. R., Herrero, L., & Rucián, M. (2016). Development of the updating executive function: From 7-year-olds to young adults. *Developmental Psychology*, 52(4), 666.
- Carver, A. C., Livesey, D. J., & Charles, M. (2001). Age related changes in inhibitory control as measured by stop signal task performance. *International Journal of Neuroscience*, 107(1-2), 43-61.
- Chevalier, N., Sheffield, T. D., Nelson, J. M., Clark, C. A., Wiebe, S. A., & Espy, K. A. (2012). Underpinnings of the costs of flexibility in preschool children: The roles of inhibition and working memory. *Developmental neuropsychology*, 37(2), 99-118.
- Coelho, L. F., Rosário, M. C. D., Mastroso, R. S., Miranda, M. C., & Bueno, O. F. A. (2012). Performance of a Brazilian sample on the computerized Wisconsin Card Sorting Test. *Psychology & Neuroscience*, 5(2), 147-156.
- Currie, N. K., & Cain, K. (2015). Children's inference generation: The role of vocabulary and working memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 137, 57-75.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.

- Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in pre-school age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research*. Washington, DC: APA.
- Ellison, P. A. T., & Semrud-Clikeman, M. (2007). *Child neuropsychology: Assessment and interventions for neurodevelopmental disorders*. Springer Science & Business Media.
- Fastenau, P. S., Bennett, J. M., & Denburg, N. L. (1996). Application of psychometric standards to scoring system evaluation: Is “new” necessarily “improved”? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *18*, 462-472.
- Frank, J., & Landeira-Fernandez, J. (2008). Comparison between two scoring systems of the Rey-Osterrieth Complex Figure in left and right temporal lobe epileptic patients. *Archives of clinical neuropsychology*, *23*(7-8), 839-845.
- Gallagher, A. J. (1979). Temporal reliability of aphasic performance on the Token Test. *Brain and language*, *7*(1), 34-41.
- Gangopadhyay, I., Davidson, M. M., Weismer, S. E., & Kaushanskaya, M. (2016). The role of nonverbal working memory in morph syntactic processing by school-aged monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *142*(1): 171-194.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an
- Heyder, K., Suchan, B., & Daum, I. (2004). Cortico-subcortical contributions to executive control. *Acta psychologica*, *115*(2-3), 271-289.
- Hughes, C., & Ensor, R. (2011). Individual differences in growth in executive function across the transition to school predict externalizing and internalizing behaviors and self-perceived academic success at 6 years of age. *Journal of experimental child psychology*, *108*(3), 663-676.
- Kar, B. R., Rao, S. L., & Chandramouli, B. A. (2008). Cognitive development in children with chronic protein energy malnutrition. *Behavioral and Brain Functions*, *4*(1), 1-12.
- Kolb, B., Mychasiuk, R., Muhammad, A., Li, Y., Frost, D. O., & Gibb, R. (2012). Experience and the developing prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(Supplement 2), 17186-17193.
- Lemercier, C., Simoë's-Perlant, A., Schmidt, J. R., & Boujon, C. (2017). Stroop interference and development: Influence of expectation on color-naming response times. *European Review of Applied Psychology*, *67*(1), 43-50.
- Lensing, N., & Elsner, B. (2018). Development of hot and cool executive functions in middle childhood: three-year growth curves of decision

- making and working memory updating. *Journal of experimental child psychology*, 173, 187-204.
- Liberman, J., Stewart, W., Seines, O., & Gordon, B. (1994). Rater agreement for the Rey-Osterrieth Complex Figure Test. *Journal of Clinical Psychology*, 50, 615-624.
- Llorente, A. M., Williams, J., Satz, P., & D'Elia, L. F. (2003). Children's Color Trails Test (CCTT). *Odessa, FL: PAR*.
- Masten, A. S., Herbers, J. E., Desjardins, C. D., Cutuli, J. J., McCormick, C. M., Sapienza, J. K., ... & Zelazo, P. D. (2012). Executive function skills and school success in young children experiencing homelessness. *Educational Researcher*, 41(9), 375-384.
- McClelland, M. M., Acock, A. C., & Morrison, F. J. (2006). The impact of kindergarten learning-related skills on academic trajectories at the end of elementary school. *Early childhood research quarterly*, 21(4), 471-490.
- Meuwissen, A. S., & Carlson, S. M. (2018). The role of father parenting in children's school readiness: A longitudinal follow-up. *Journal of Family Psychology*, 32(5), 588.
- Meyers, J., & Meyers, K. (1995). *The Meyers Scoring System for the Rey Complex Figure and the Recognition Trial: Professional manual*. Odessa, Fla.: Psychological Assessment Resources.
- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M. C. (2015). Executive functions in kindergarteners with high levels of disruptive behaviours. *British Journal of Developmental Psychology*, 33(4), 446-463.
- Obradović, J. (2010). Effortful control and adaptive functioning of homeless children: Variable-focused and person-focused analyses. *Journal of applied developmental psychology*, 31(2), 109-117.
- Orgass, B. (1976). Eine Revision des Token Tests II: Validitätsnachweis, Normierung und Standardisierung. *Diagnostica*, 22, 141-156.
- Pineda, D. A., & Merchan, V. (2003). Executive function in young Colombian adults. *International Journal of Neuroscience*, 113, 397-410.
- Prime, H., Andrews, K., McTavish, J., Harris, M., Janus, M., Bennett, T., & Gonzalez, A. (2021). The application of positive parenting interventions to academic school readiness: A scoping review. *Child: Care, Health and Development*, 47(1), 1-14.
- Ribner, A. D., Willoughby, M. T., Blair, C. B., & Family Life Project Key Investigators. (2017). Executive function buffers the association between early math and later academic skills. *Frontiers in psychology*, 8, 869.
- Riccio, C. A., Reynolds, C. R., & Lowe, P. A. (2001). Clinical applications of continuous performance tests: Measuring attention and impulsive responding in children and adults. John Wiley & Sons Inc.

- Rodríguez-Aranda, C., & Sundet, K. (2006). The frontal hypothesis of cognitive aging: factor structure and age effects on four frontal tests among healthy individuals. *The Journal of genetic psychology*, 167(3), 269-287.
- Ross, T. P., Axelrod, B. N., Hanks, R. A., Kotasek, R. S., & Whitman, R. D. (1996). *The interrater and test-retest reliability of the Design Fluency and Ruff Figural Fluency Tests*. Paper presented to the 24th meeting of the International Neuropsychological Society, Chicago.
- Royan, J., Tombaugh, T. N., Rees, L., & Francis, M. (2004). The Adjusting-Paced Serial Addition Test (Adjusting-PSAT): Thresholds for speed of information processing as a function of stimulus modality and problem complexity. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 131-143.
- Schiffer, B., Müller, B. W., Scherbaum, N., Forsting, M., Wiltfang, J., Leygraf, N., & Gizewski, E. R. (2010). Impulsivity-related brain volume deficits in schizophrenia-addiction comorbidity. *Brain*, 133(10), 3093-3103.
- Šimleša, S., & Cepanec, M. (2015). Development of executive functions during childhood. *International encyclopedia of the social & behavioral Sciences*, 489-496.
- Smolker, H. R., Depue, B. E., Reineberg, A. E., Orr, J. M., & Banich, M. T. (2015). Individual differences in regional prefrontal gray matter morphometry and fractional anisotropy are associated with different constructs of executive function. *Brain Structure and Function*, 220(3), 1291-1306.
- Spellacy, F., & Spreen, O. (1969). A short form of the Token Test. *Cortex*, 5, 390-397.
- Spreen, O., & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms and commentary (2nd ed.)*, New York: Oxford University Press.
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary (3rd ed.)*. Oxford University Press.
- Stuss, D. T. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the international neuropsychological Society*, 17(5), 759-765.
- Uchiyama, C. L., Mitrushina, M. N., D'Elia, L. F., Satz, P., & Mathews, A. (1994). Frontal lobe functioning in geriatric and nongeriatric samples: An argument for multimodal analyses. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 9, 215-227.
- Wager, T. D., & Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(4), 255-274.

- Willmes, K. (1981). A new look at the Token Test using probabilistic test models. *Neuropsychologia*, *19*, 631-645.
- Willoughby, M. T., Magnus, B., Vernon-Feagans, L., Blair, C. B., & Family Life Project Investigators. (2017). Developmental delays in executive function from 3 to 5 years of age predict kindergarten academic readiness. *Journal of Learning Disabilities*, *50*(4), 359-372.
- Zelazo, P. D. (2020). Executive function and psychopathology: A neurodevelopmental perspective. *Annual Review of Clinical Psychology*, *16*, 431-454.
- Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). Executive Function: Implications for Education. NCER 2017-2000. *National Center for Education Research*.
- Zelazo, P. D., Carlson, S. M., & Kesek, A. (2008). The development of executive function in childhood. In C. A. Nelson, & M. Luciana (Eds.), *Developmental cognitive neuroscience. Handbook of developmental cognitive neuroscience*, 553-574.