مجلهٔ روانشناسی۶۹ / سال هجدهم، شمارهٔ ۱ / بهار۱۳۹۳
Journal of Psychology, 2014, 18 (Spring) 3-24

مکانیسم زیربنایی رابطهٔ حافظه کاری و هوش سیال □

Underling Mechanism of Relationship between Working Memory and Fluid Intelligence□

دکتر روح‌الله شهابی*
دکتر جواد اژه‌ای *
دکتر پرویز آزادفلاح**
دکتر ولی‌الله فرزاد***

Rouhollah Shahabi, Ph.D. ✉
Javad Ejei.Ph.D.
Parviz Azadfallah, Ph.D.
Vliyollah Farzad, Ph.D.

چکیده

هدف پژوهش حاضر شناسایی مکانیسم زیربنایی رابطه حافظه کاری و هوش سیال در کودکان بوده است. بدین منظور نمونه‌ای به حجم ۳۵٦ نفر(۱۸٤دختر و ۱۷۲ پسر)از دانش‌آموزان ۸ و ۱۲ ساله مدارس ابتدایی شهر تهران به روش نمونه-گیری تصادفی مرحله‌ای انتخاب شدند. برای سنجش اندوزش کوتاه‌مدت تکالیف فراخنای مستقیم اعداد، فراخنای مستقیم حروف و حافظه دیداری کیم‌کاراد؛ برای سنجش توجه اجرایی تکالیف استروپ، دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین و تکلیف نگهداری رد؛ برای سنجش حافظه کاری تکالیف فراخنای وارونه اعداد، فراخنای وارونه حروف و فراخنای شمارش و برای سنجش هوش سیال آزمون هوش سیال کتل به صورت انفرادی اجرا گردید. نتایج نشان داد حافظه کاری باقی‌مانده یعنی آن بخش از حافظه کاری که بوسیله اندوزش کوتاه‌مدت و یا توجه اجرایی تبیین نمی‌شود با هوش سیال رابطه معنادار دارد بر این اساس نتیجه گرفته شد نه اندوزش کوتاه‌مدت و نه توجه اجرایی به تنهایی مکانیسم زیربنایی رابطه حافظه کاری و هوش سیال نیستند. مبتنی بر یافته‌های این پژوهش برای ارتقای هوش سیال در کودکان می‌توان هم در اندوزش کوتاه‌مدت و هم در توجه اجرایی آنها مداخله انجام داد.

کلید واژه‌ها: حافظه کاری، هوش سیال، اندوزش کوتاه‌مدت، توجه اجرایی

Abstract

The present study investigates how working memory and fluid intelligence are related in 8 - 12 years old. children A total of 356 children recruited from primary schools in Tehran were tested. Fluid intelligence was assessed by the Cattell Culture Fair Intelligence Test. Digit Span, Letter Span and the Kim Karad Visual Memory Tests were used for measuring short term storage. Working memory was measured by Backward Digit Span, Backward Letter Span and Counting Span. Finally, the Stroop Task and the keep Track task measured executive function. Findings suggest that in children neither short term storage nor executive attention are the only source of link between working memory and fluid intelligence, but, both of them have a fundamental role. Based on results of this study, to improve performance in fluid intelligence task, interventions can focus on short term storage and executive attention.

Keywords; working memory, fluid intelligence, short term storage, executive attention

□ دریافت مقاله:۱۳۹۱/۱۱/۱٤تصویب نهایی: ۱۳۹۲/۰۲/۱
*گروه روانشناسی تربیتی و مشاوره دانشگاه تهران
**گروه روانشناسی دانشگاه تربیت مدرس
***دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه خوارزمی
□ Department of Educational Psychology and Conseling , University of Tehran. I.R. Iran.
✉ Email: shahabibe@ut.ac.ir

● **مقدمه**

"*هوش سیال*"[1] یک توانایی شناختی پیچیده است که به افراد اجازه می‌دهد تفکرشان را با موقعیت‌ها یا مسائل جدید منطبق سازند(انگل د ابرو، کانوی و کترکول، ۲۰۱۰). کتل(۱۹٤۱)نخستین بار این مفهوم را وارد ادبیات روانشناسی نمود و آن را فهم پیچیدگی روابط و عمل بر اساس این فهم در شرایطی که فرد برای پاسخگویی به چنین موضوعات پیچیده‌ای از قبل اطلاعاتی در حافظه ذخیره نکرده باشد، تعریف کرده است. به عبارت دیگر هوش سیال توانایی استدلال در شرایط جدید است و در مقابل عملکرد مبتنی بر فرایندها یا مهارت‌های قبلاً یادگرفته‌شده(هوش متبلور)قرار دارد(معتهدی و اژه‌ای ، ۱۳۸۲،هاویستون و لهتو، ۲۰۰۵). شواهد(کانوی، کووان، بانتینگ، ترییولت و مینکوف، ۲۰۰۲؛ کالوم، فلورس مندوزا، کویروگا و پریوادو، ۲۰۰۵؛ کانه و همکاران، ۲۰۰٤؛ کووان و همکاران، ۲۰۰۵؛ اوبرور، شولز، ویلهلم و ساب، ۲۰۰۵؛ اونثوورث، ردیک، هیتز، برادوی و انگل، ۲۰۰۹)نشان می‌دهد حافظه کاری[1] قویترین پیش‌بینی‌کننده هوش سیال است تا جایی که برخی از پژوهشگران(به طور مثال بلر، ۲۰۰٦)این دو را سازه‌ای واحد و تحت عنوان «شناخت سیال[2]» مورد توجه قرار داده‌اند. حافظه کاری دلالت بر یک نظام شناختی دارای ظرفیت محدود دارد که در حالی‌که اطلاعات را اندوزش‌می‌کند به طور همزمان همان اطلاعات و یا اطلاعات اضافی را دستکاری می‌کند(هورنونگ، برونر، رویتر و مارتین، ۲۰۱۱).

بدلی(۲۰۱۰) حافظه کاری را مشتمل بر٤ مولفه می‌داند: "*اجرایی مرکزی*" یک مولفه نظارتی حیطهٔ کلی است که در تخصیص منابع توجهی، کاربرد دارد و درگیر درگستره‌ای از کارکردهای تنظیمی از جمله هماهنگی شناختی در انجام فعالیت‌های چندگانه همزمان، اختصاص دادن منابع به دیگر بخش‌های حافظه کاری و نیز بازیابی اطلاعات از حافظه بلندمدت، است. در الگوی بدلی، اندوزش موقتی اطلاعات بوسیله دو انباره حیطه خاص انجام می‌شود: یکی حلقه واج‌شناختی که اندوزش موقتی اطلاعات کلامی را بر عهده دارد و دیگری لوح دیداری فضایی که مسئول نگهداری و دستکاری بازنمائی‌های دیداری فضایی است. چهارمین مولفه نیز میانگیر رویدادی است که وظیفه تبدیل خرده‌سیستم‌های حافظه و ابعاد اطلاعاتی به قطعات یکپارچه را بر عهده دارد.

علی‌رغم تایید رابطه قوی بین حافظهٔ کاری و هوش سیال آنچه تاکنون بدون پاسخ مورد توافق، باقی‌مانده است چرایی و مکانیسم زیربنایی این رابطهٔ است. به عبارت دیگر کدام مولفه یا کارکرد حافظه کاری تبیین‌کننده اصلی رابطه حافظه کاری با "*هوش سیال*" است. شناسایی این موضوع در طراحی مداخلاتی که با هدف ارتقای هوش و پیشرفت تحصیلی انجام می‌گیرد حائز اهمیت فراوان است.

یکی از عوامل تبیین‌کننده مکانیسم زیربنایی این رابطه، "*کارکرد توجهی اجرایی مرکزی*" است که به آن توجه اجرایی[۳] می‌گویند. توجه اجرایی دلالت بر توانایی ما در به نظم‌درآوردن افکار، هیجان‌ها و پاسخ‌هایمان بویژه در موقعیت تعارض و تداخل دارد(رودا، چکا و کمبیتا، ۲۰۱۲). انگل و همکاران(۱۹۹۹)نیز این مفهوم را توانایی حفظ بازنمایی‌های ذهنی در وضعیت نسبتاً فعال تعریف کرده‌اند.

بدلی(۲۰۰۲)معتقد است توانایی تمرکز ظرفیت توجهی در دسترس یکی از ویژگی-های مهم مولفه اجرایی مرکزی حافظه کاری است و انجام تکالیف پیچیده شناختی تا حدود زیادی به این توانایی بستگی دارد. به نظر می‌رسد فرایندهای توجه اجرایی حیطه کلی، برای فعال‌سازی اطلاعاتی که پایین‌تر از آستانه آگاهی هشیارانه قرار دارند و نیز برای بازیابی اطلاعاتی که مدت زیادی فعال نبوده‌اند و یا خارج از تمرکز آگاهانه قرار دارند، درگیر شوند. این فرایندهای اجرایی هنگامی که رمزگذاری عادی امکانپذیر نیست و یا در بافت‌های ویژه (مانند مواجهه با مواد بصری فضایی جدید) می‌توانند مفید واقع شوند و از طریق بازداری بازنمائی‌های نامربوط و یا پاسخ‌های فراخوانده شده از محیط، کارکردهای اجرایی حافظه کاری را بهبود بخشند و منجر به عملکرد بهتر افراد در آزمون‌های هوش سیال شوند.

انگل و کانه(۲۰۰٤)نیز توجه اجرایی را یکی از مولفه‌های الگوی حافظهٔ کاری خود می‌دانند و معتقد هستند بسیاری از آنچه که ما نیاز به دانستن آنها در موقعیت‌ها و دنیای جدید داریم مبتنی بر بازیابی از حافظه بلندمدت حاصل می‌شوند. این بازیابی در شرایط معمول به شکل خودکار انجام می‌گیرد و تنها بوسیله نشانه‌ها فراخوانده می‌شوند. با این حال در شرایط و یا مواجهه با تکالیف جدید، بازیابی خودکار اطلاعات می‌تواند منجر به پاسخ غلط یا نامناسب شود. از این رو بین پاسخ به طور خودکار فراخوانده شده و

تمایل به نشان‌دادن پاسخ مناسب تعارض بوجود می‌آید. این تعارض باید به سرعت حل شود و ما برای حل آن نیازمند فعال‌نگه‌داشتن اطلاعات مربوط به تکلیف جدید و بازداری اطلاعات نامربوط هستیم.

در مجموع و بر اساس این دو دیدگاه، افراد دارای ظرفیت حافظه کاری بالا، در کنترل کردن توجه خود برای فعال نگه‌داشتن اطلاعات مربوط به هدف بهتر از افراد دارای ظرفیت حافظه کاری پایین عمل می‌کنند. این امر بویژه در شرایط تداخل بالا یا ورود اطلاعات نامربوط اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و منجر به عملکرد موفقیت‌آمیز فرد در موقعیت‌های استدلال سیال می‌شود(کانه و همکاران، ۲۰۰۷).

نقش زیربنایی توجه اجرایی در رابطه بین حافظه کاری و هوش سیال در پژوهش‌های انثوورث، اسپیلرز و بریور(۲۰۰۹)،کانوی و همکاران(۲۰۰۲)و کانه و همکاران(۲۰۰٤) مورد تایید قرار گرفته است. با این حال برخی شواهد پژوهشی نشان می‌دهد کارکرد توجهی اجرایی مرکزی نمی‌تواند تعیین‌کننده صرف رابطه حافظه کاری و هوش سیال باشد بلکه توانایی‌های مبتنی بر حافظه تعیین‌کننده مهم حافظه کاری هستند و نقش مهمی در قدرت پیش‌بینی‌کنندگی حافظه‌کاری برای هوش سیال دارند. یکی از این توانایی‌ها ظرفیت اندوزش کوتاه‌مدت یا تعداد ماده‌هایی است که می‌تواند همزمان نگه داشته شوند یا در دسترس باشند. این امر بدین معنا است که باید متناسب با پیچیدگی مساله ظرفیت اندوزشی وجود داشته باشد تا پردازش مناسب آن مساله صورت گیرد(اسویلر، ۱۹۸۸). هنگامی که پیچیدگی متجاوز از ظرفیت باشد برای تبدیل مساله به بخش‌های مناسب باید عملیات اضافی انجام شود. این امر نیازمند زمان و ظرفیت پردازشی اضافی است و احتمال موفقیت کاهش می‌یابد.

انگل، توهولسکی، لافلین و کانوی(۱۹۹۹)؛ کانوی و همکاران(۲۰۰۲)و کانه و همکاران(۲۰۰٤)دریافتند که حافظه کاری و نه حافظه کوتاه‌مدت پیش‌بینی کننده تفاوت‌های فردی در هوش هستند اما هنگامیکه داده‌های آنها در قالب الگوی متغیر مکنون مورد بررسی دوباره قرار گرفتند نتایج نشان داد هنگامی که واریانس مشترک حافظه کاری و حافظه کوتاه‌مدت از تحلیل خارج شود حافظه کوتاه‌مدت بهتر از حافظه کاری پیش‌بینی‌کننده هوش سیال است.

مطالعات فوق و تایید نقش زیربنایی اندوزش کوتاه‌مدت در رابطه بین حافظه کاری و هوش سیال پژوهشگران را به سمت بررسی همزمان نقش توجه اجرایی و اندوزش کوتاه‌مدت برده است. در این زمینه مطالعات کمی مشاهده شده است. کالوم، آباد، کوروگا، شیه و فلورس مندوزا(۲۰۰۸)در مطالعه خود که بر روی ۱۱۱ دانش‌آموز دبیرستانی و دانشجوی کالج انجام دادند به این نتیجه رسیدند هنگامی که واریانس مشترک اندوزش کوتاه‌مدت و توجه اجرایی از واریانس توجه اجرایی حذف شود واریانس توجه اجرایی باقی‌مانده نمی‌تواند حافظه کاری را پیش‌بینی کند بنابراین آنها نتیجه گرفتند که توجه اجرایی نمی‌تواند نقش زیربنایی در رابطه بین حافظه کاری و هوش سیال داشته باشد و آنچه این رابطه را پایه‌ریزی می‌کند اندوزش کوتاه‌مدت است.

عمده مطالعات در این زمینه در مورد بزرگسالان انجام شده است در حالیکه بین حافظه کاری کودکان و بزرگسالان ممکن است تفاوت‌های ساختاری وجود داشته باشد و این تفاوت می‌تواند بر چگونگی اثرگذاری حافظه کاری بر انجام تکالیف شناختی موثر باشد. به طور مثال مقایسه تحول اندوزش کوتاه‌مدت و توجه اجرایی در کودکان نشان می‌دهد ظرفیت اندوزش کوتاه‌مدت کودکان در مقایسه با توانایی توجه اجرایی آنها محدودیت بیشتری دارد. در این زمینه نتایج نشان داده است ظرفیت اندوزش کوتاه‌مدت از حدود ٤ تا ٨ سالگی افزایشی سریع و سپس تا ۱۱،۱۲ سالگی افزایشی تدریجی خواهد داشت(گترکول، ۱۹۹۹)؛ در مقابل پژوهش‌ها در مورد تحول توجه اجرایی نشان می‌دهد که این توانایی شناختی طی سنین ٤ تا ٦ سالگی رشد قابل ملاحظه دارد(ریودا و همکاران، ۲۰۰٤)بطوریکه توانایی برای بازداری بین ۳٦ تا ٤٨ ماهگی از ۲۲ درصد به ۹۰ درصد افزایش می‌یابد(جوینز، روتبارت و پوسنر، ۲۰۰۳)و نیز بین ۲ تا ٤ سالگی در موقعیت‌هایی که کودک می‌بایست پاسخ غالب را نادیده بگیرد و یک پاسخ متعارض را جانشین سازد، افزایش عملکرد قابل توجه وجود دارد(گرادی کالتون، ۲۰۰۰).

● روش

جامعهٔ آماری این پژوهش عبارت است از کلیه دانش‌آموزان دختر و پسر ۸ و ۱۲ ساله که در سال تحصیلی ۹۲-۱۳۹۱ در مدارس ابتدایی شهر تهران مشغول به تحصیل هستند که از این جامعه نمونه‌ای به حجم ۳۵٦ دانش‌آموز ۸ و ۱۲ ساله به روش نمونه-گیری تصادفی مرحله‌ای انتخاب گردید. ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش عبارتند از:

□برای سنجش "*اندوزش کوتاه مدت*"[۵] از سه تکلیف فراخنای مستقیم اعداد، فراخنای مستقیم حروف و حافظه دیداری کیم کاراد استفاده شده است.

-*فراخنای مستقیم اعداد*؛ این تکلیف شامل ۲۱ سری عدد است که در ۷ بخش ۳ کوششی ارائه شده‌اند. تعداد اعداد در هر بخش به ترتیب عبارتند از ۳-٤-٥-٦-۷-۸ و ۹ عدد. به عبارت ساده‌تر در سه کوشش اول(بخش نخست)، هر سری شامل ۳ عدد؛ در سه کوشش دوم(بخش دوم)هر سری شامل ٤ عدد؛ در سه کوشش سوم هر سری شامل ٥ عدد و به همین ترتیب تا آخر ادامه می‌یابد. روش اجرا بدین ترتیب است که آزمایشگر اعداد را به صورت یک عدد در هر ثانیه با صدای بلند و واضح می‌خواند و پس از اتمام قرائت هر سری، ده ثانیه به شرکت‌کننده فرصت می‌دهد تا اعداد را دقیقاً به همان ترتیبی که شنیده است یادآوری و تکرار کند. تکلیف زمانی قطع می‌شود که شرکت‌کننده نتواند هر سه کوشش یک بخش را به درستی یادآوری و تکرار کند. این تکلیف به دو شکل متفاوت نمره‌گذاری می‌شود. به نظر می‌رسد در مطالعات با هدف تحلیل گروهی، تعداد کوشش‌هایی که شرکت‌کننده به درستی یادآوری می‌کند به عنوان نمره فرد در نظر گرفته می‌شود(به طور مثال انگل دی‌ابرو، ۲۰۱۰؛ آلووی و همکاران، ۲۰۰٤)اما در سطح فردی، نمره آزمودنی، فراخنای حافظه کوتاه‌مدت وی خواهد بود یعنی بالاترین تعداد اعدادی که درست تکرار کرده است. مثلاً اگر آزمودنی بتواند یکی از کوشش‌های ٤، ٥ و ٦ که شامل ٤ عدد هستند را درست تکرار کند اما نتواند به تمرین‌های بعدی درست پاسخ دهد نمره وی ٤ خواهد بود. در این پژوهش همسو با پژوهش‌های گذشته از نمره شرکت‌کننده تعداد کوشش‌های درست بوده است.

اعتبـار بازآزمـایی ایـن آزمـون در پـژوهش، آلـووی و همکـاران(۲۰۰٤)، ۰/۸۱؛ در پژوهش گترکول و همکاران(۲۰۰٤)، ۰/۸۱؛ و در پژوهش آلوی(۲۰۰٦)، ۰/۸٤ گـزارش شده است. انگل‌دی ابرو و همکاران(۲۰۱۰) از نسخه رایانه‌ای این ابزار استفاده کردند و اعتبار ارزیابی‌های آن را در کودکان پیش‌دبستانی ۰/۸٤، در کودکان پایه اول ۰/۹۱ و در کودکان پایه دوم ۰/۸۹ گزارش نمودند. هر چهار پژوهش ذکر شـده بـر روی کودکـان انجام شده است. این ابزار جزء آزمون‌هایی بوده است که عابدی(۱۳۸۷)آن را بر نمونه کودکان ایرانی هنجار کرده است و از آن در پژوهش‌های داخلی به کرّات استفاده شـده است(به طور مثال الهی، آزادفلاح، فتحی آشتیانی و پورحسین، ۱۳۸۸). اعتبار بازآزمایی تکلیف فراخنای مستقیم اعداد در پژوهش امین‌زاده و حسن‌آبادی(۱۳۸۸)، ۰/۸ گزارش شده است. در همه مطالعات ذکر شده این تکلیف برای سنجش اندوزش کلامی حافظه کاری مورد استفاده قرار گرفته است.

○ "*تکلیف فراخنای مستقیم حروف*"؛همانند تکلیف فراخنای مستقیم اعداد اسـت بـا این تفاوت که به جای عدد از حروف استفاده می‌شود. استفاده از حروف امکان مطالعه اثر شباهت واج‌شناختی را فراهم می‌سازد.

□ "*تکلیف حافظه*" بصری کیم کاراد؛ این آزمون شامل مواد زیر است: ۱- یک صفحه مقوایی ۲۰ خانه‌ای که در هر خانه تصویری رنگی وجود دارد که مابین بعضـی از آنهـا تشابهاتی از لحاظ رنگ، جهت و شکل دیده می‌شود. ۲- یک صفحه مقوایی ۲۰خانه‌ای سفید و ۳- ۲۰ قطعه مقوایی که روی هر یک از آنهـا یکـی از تصـاویر صـفحه اصـلی آزمون وجود دارد. روش اجرای آزمون بدین ترتیب خواهد بـود کـه آزماینـده صـفحه اصلی آزمون را جلو آزمودنی قرار می‌دهد و می‌گوید«این صفحه مقـوایی بـه ۲۰ خانـه تقسیم شده و در هر خانه تصویری وجود دارد. شما به مدت ۱ دقیقه آن را نگاه کنیـد، من پس از یک دقیقه آن را از جلو چشم شما برمی‌دارم، آنگاه از شما مـی‌خـواهم ایـن صفحه سفید را که ۲۰ خانه دارد، با این قطعات که آنها نیز همان تصاویر صفحه اول را در بر دارند، همانطور که دیدید بچینید. شما باید سعی کنید سـعی کنیـد تـا صـفحه را کاملاً صحیح و قطعات را در جای خود و در جهت صحیح خود قرار دهید». سپس این کار انجام خواهد شد. در پایان آزمایشگر تعـداد قطعـات درسـت چیـده شـده، تعـداد

قطعاتی که در جای خود ولی در جهت غلط گذاشته شده‌اند و تعداد قطعاتی که در جای خود قرار نگرفته‌اند را یادداشت خواهد کرد. نمره آزمودنی عبارت خواهد بود برای هر قطعه صحیح ۱ امتیاز و برای هر قطعه‌ای که در جای خود قرار گرفته ولی جهت آن اشتباه است ۰/۵ امتیاز. از این تکلیف نیز در مورد کودکان ایرانی به کرّات استفاده شده است. *علیرضایی مطلق، مرادی و فرزاد*(۱۳۸۷)از این تکلیف بر روی کودکان ٦ تا ۱۲ ساله استفاده کردند و اعتبار ابزار را ۰/۹٤ گزارش نمودند.

□ همسو با پیکره وسیع پژوهش‌های گذشته، حافظه کاری به عنوان یک سازه کلی با استفاده از تکالیفی که به طور همزمان اندوزش و پردازش اطلاعات را درگیر می-سازند اندازه گرفته می‌شود. در این پژوهش با هدف اندازه‌گیری همزمان اندوزش کوتاه‌مدت و پردازش اضافی اطلاعات کلامی(اندوزش و پردازش همزمان)از ابزاهای-یادآوری وارونه عدد، یادآوری وارونه حروف و فراخنای شمارش استفاده شده است.

○"یادآوری وارونه عدد؛" این تکلیف همان تکلیف فراخنای مستقیم اعداد است با این تفاوت که در این تکلیف از کودکان خواسته می‌شود لیست اعداد صحیح ارائه شده را به طور وارونه یادآوری کنند(۳ ، ۵ به صورت ۵ ،۳). نمره شرکت‌کننده در این تکلیف مجموع کوشش‌های درست در لیست‌های با فراخنای متفاوت است. به عبارت دیگر تعداد کوشش‌های درست نمره حافظه کاری فرد خواهد بود. انگل، کانوی و گاترکول(۲۰۱۰)در پژوهش خود که بر روی کودکان پیش‌دبستانی و دبستانی انجام دادند از نسخه رایانه‌ای و به زبان لوکزامبورگی این تکلیف استفاده کردند. اعتبار گزارش شده این تکلیف در کودکان پیش‌دبستانی، اول دبستان و دوم دبستان به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۸٤ و ۰/۸۰ بوده است. هورنوگ، برونر، ریوتر و مارتین(۲۰۱۱)از این تکلیف در پژوهش خود بر روی کودکان پیش‌دبستانی(میانگین سنی ۷٤/۸ ماه) استفاده کردند. نتایج اعتبار خوبی(۰/۸٤) را نشان داده است. از این تکلیف در ایران نیز به وفور استفاده شده است و عابدی(۱۳۸۷)آن را به عنوان یکی از خرده‌مقیاس‌های حافظه کاری مربوط به آزمون هوش وکسلر چهار هنجاریابی کرده است. در پژوهش امین‌زاده وحسن-آبادی(۱۳۸۹)اعتبار بازآزمایی این تکلیف ۰/۸۵ گزارش شده است.یادآوری وارونه حروف؛ همانند یادآوری وارونه عدد عمل خواهد شد.

○"*فراخنای شمارش*؛" این تکلیف شامل مجموعه‌ای کارت است که بر روی هر کارت به طور تصادفی تعدادی دایره‌های قرمز و آبی رنگی وجود دارد. مجموعه از سری دو کارتی شروع می‌شود و پس از سه بار کوشش در هر مجموعه یک کارت به هر سری اضافه می‌شود. روش اجرای تکلیف بدین ترتیب بوده است که ابتدا یک مجموعه دو کارتی به شرکت‌کننده داده می‌شد و از وی خواسته می‌شد تعداد دایره‌های قرمز رنگ را بشمارد و سپس آنها را به ترتیب هر کارت یادآوری کند(اندوزش و پردازش همزمان). در واقع دایره‌های آبی‌رنگ با هدف انحراف شرکت‌کننده بر روی کارت‌ها رسم شده است. پس از سه کوشش، یک کارت به مجموعه دو کارتی اضافه می‌شد و این بار یک مجموعه سه کارتی در اختیار شرکت‌کننده قرار می‌گرفت و شرکت‌کننده می‌بایست با شمارش و اندوزش تعداد دایره‌های قرمز رنگ، در پایان هر کوشش تعداد آنها را یادآوری کند. اگر شرکت‌کننده حتی در یکی از سه کوشش یک مجموعه، تعداد دایره‌های قرمز را به ترتیب درست یادآوری کند یک کارت به مجموعه کارت‌ها اضافه می‌شود. این کار تا مجموعه ۹ کارتی ادامه پیدا می‌کرد. آزمایش تا زمانیکه شرکت‌کننده هر سه کوشش یک مجموعه را نادرست یادآوری کند ادامه پیدا می‌کرد. تعداد کل کوشش‌های درست نمره شرکت‌کننده در این تکلیف بوده است. از این تکلیف در پژوهش‌های بسیاری از جمله انگل‌دی ابرو، کانوی و گترکول(۲۰۱۰)؛ آلووی و همکاران(۲۰۰٤)؛ گترکول و همکاران(۲۰۰٤)؛ بارولیت و لپین(۲۰۰۵)والهی و همکاران(۱۳۸۸)برای سنجش حافظه کاری استفاده شده است و اعتبار این تکلیف در سه مطالعه نخست به ترتیب ۰/۸۱ تا ۰/۸۹، ۰/۷٤ و ۰/٦۲ گزارش شده است.

□انگل(۲۰۱۰)معتقد است برای اندازه‌گیری "*توجه اجرایی*" باید تکالیفی مورد استفاده قرار گیرد که فاصله بین توجه و حافظه را منعکس می‌کنند. در این‌گونه تکالیف در عین حالی که تقویت فعال‌سازی بازنمائی‌های ضروری برای تکلیف در حال انجام اهمیت دارد کاهش و یا بازداری از بازنمائی‌هایی که می‌تواند با تکلیف تداخل کند نیز واجد اهمیت است. بر این اساس تکالیف مورد استفاده در این پژوهش برای اندازه-گیری توجه اجرایی عبارت بوده است از تکالیف استروپ و نگهداشتن رد.

○ *تکلیف استروپ(بازداری پاسخ غالب)*؛ از این تکلیف به شکل‌های مختلف استفاده می‌شود. در این پژوهش از نسخه ویکتوریا(اسپرین و استراس، ۱۹۹۸؛ نقل از امین‌زاده و حسن‌آبادی، ۱۳۸۹)استفاده شده است. این تکلیف شامل سه مرحله است که در هر سه مرحله واژه‌های قرمز، آبی، سبز و زرد در چهار ردیف ٦ تایی(در مجموع ٢٤ بار) به تصادف نوشته شده است. در مرحله اول که مرحله خط پایه نیز گفته می‌شود آزمایشگر از شرکت‌کننده می‌خواهد واژه‌های قرمز، آبی، سبز و زرد را که با جوهر مشکی چاپ شده‌اند با سرعت بخواند. مرحله دوم شرایط همگرایی است و در آن واژه قرمز به رنگ قرمز؛ واژه سبز به رنگ سبز؛ واژه آبی به رنگ آبی و واژه زرد به رنگ زرد نوشته شده است. در این مرحله نیز از کودک خواسته می‌شود واژه‌ها را به سرعت بخواند. مرحله سوم شرایط ناهمگرایی است و در آن به طور مثال کلمه قرمز به رنگ سبز و مثلا واژه سبز به رنگ زرد نوشته شده است. در این شرایط یعنی در مرحله سوم از شرکت‌کننده خواسته می‌شود رنگ واژه و نه خود واژه را بگوید(در این مثال در مورد واژه قرمز پاسخ درست سبز و در مورد واژه سبز پاسخ درست زرد است). سه نمره حاصل از اجرای آزمون استروپ می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. این سه نمره عبارتند از الف)نمره تداخل که از تفاضل زمان اجرای شرایط ناهمگرا و زمان اجرای مرحله نخست(مرحله خط پایه) حاصل می‌شود. در اینجا نمره بیشتر به معنای نقش بیشتر عوامل مداخله‌کننده در شرایط ناهمگرا است. ب)نمره تسهیل که از تفاضل زمان اجرای شرایط همگرا و زمان اجرای مرحله نخست(خط پایه)به دست می‌آید و نمره بالاتر در آن نشان‌دهنده نقش موثر عوامل تسهیل‌کننده در شرایط همگرا است. و ج) تعداد خطا در مرحله سوم که نمایانگر عدم توانایی بازداری پاسخ غالب است. زمان اجرای مرحله سوم حداکثر ٤٠ ثانیه در نظر گرفته شده است(آنوم، ٢٠٠٦). تعداد خطا از تعداد کل(٢٤) کسر خواهد شد و عدد باقی‌مانده نشاندهنده توانایی فرد در بازداری پاسخ غالب است. از این تکلیف نیز در مطالعات مختلف به وفور استفاده شده است. در پژوهش امین‌زاده و حسن‌آبادی(۱۳۸۹)اعتبار نمره تداخل، تسهیل و تعدا خطا با روش بازآزمایی به ترتیب ۰/۹، ۰/٤ و ۰/۳ بوده است. در این پژوهش از دو نمره تداخل و بازداری به عنوان نشانگرهای توجه اجرایی استفاده شده است.

○ "*نگهداری رد*"؛در این پژوهش از نسخه اصلاح شده تکلیف "*نگهداری رد*" که بوسیله مارتینز و همکاران(۲۰۱۱)برای سنجش بروزرسانی اجرایی بکار رفته بود استفاده شده است. این تکلیف شامل ۹ ردیف کلمه است که این کلمات مربوط به سه مقوله مختلف وسایل آشپزخانه، رنگ و میوه هستند. سه ردیف اول ٦ کلمه(هر مقوله ۳ کلمه)؛ ردیف‌های چهار، پنج و شش شامل ۹ کلمه(هر مقوله ۳ کلمه) و سه ردیف آخر نیز شامل ۱۲ کلمه(هر مقوله ٤ کلمه)بوده است. در هر ردیف، کلمات مربوط به مقوله-های مختلف به صورت تصادفی مرتب شده‌اند. آزمایشگر به ترتیب از ردیف اول لیست کلمات را از ابتدا تا انتها می‌خواند و از شرکت‌کننده می‌خواهد آخرین کلمه مربوط به سه مقوله را به ترتیب بیان کند. به طور مثال در ردیف اول که ٦ کلمه وجود دارد هر ٦ کلمه با صدای بلند و واضح خوانده می‌شود و شرکت‌کننده می‌بایست آخرین کلمه مربوط به مقوله وسایل آشپزخانه، آخرین کلمه مربوط به مقوله رنگ و آخرین کلمه مربوط به مقوله میوه را به ترتیب بیان کند. در این مثال این ٦ کلمه عبارت بودند از؛ قرمز- خیار – پرتقال- اجاق گاز- آبی و یخچال. پاسخ درست نیز عبارت است از یخچال، آبی، پرتقال. چنانچه شرکت‌کننده هر سه ردیف اول و یا هر سه ردیف دوم را اشتباه پاسخ دهد اجرای تکلیف متوقف خواهد شد. نمره شرکت‌کننده در این تکلیف برابر با تعداد کوشش‌های درست است.

□در این پژوهش از "*آزمون هوشی کتل*" که با مبانی نظری پژوهش نیز همسویی بیشتری دارد برای سنجش "*هوش سیال*" استفاده شده است. آزمون هوشی کتل در سه نسخه برای کودکان ٤ تا ۸ سال، کودکان ۸ تا ۱۳ ساله و برای سطوح سنی بالاتر از ۱۳ سال و در دو فرم الف و ب طراحی شده است. فرم الف آن که در این پژوهش از آن استفاده شده است شامل ٤٦ سئوال و از ٤ خرده‌آزمون تشکیل شده است: خرده‌آزمون زنجیره‌ها شامل ۱۲ سئوال و ۳ دقیقه وقت؛ خرده‌آزمون طبقه‌بندی شامل ١٤ سئوال و ٤ دقیقه وقت؛ خرده‌آزمون ماتریس‌ها شامل ۱۲ سئوال و ۳ دقیقه وقت و شرط‌ها یا توپولوژی شامل ۸ سئوال و ۲ دقیقه و نیم وقت است. از این آزمون نیز در ایران به کرّات استفاده شده است به طور مثال جوکار(۱۳۷۸)این آزمون را بر روی ۱۲۳۰ کودک دختر و پسر کلاس‌های چهارم دبستان تا سوم راهنمایی شهر شیراز هنجار نموده است

و اعتبار آزمون را با روش‌های بازآزمایی و گونه‌های همتا به ترتیب ۰/۷۰، ۰/۷۷، گزارش کرده است.

- **یافته‌ها**

اطلاعات توصیفی و ماتریس همبستگی در جدول ۱ ۲ نشان داده شده است.به منظور دستیابی به هدف پژوهش، نخست این الگو مورد بررسی قرار گرفته است که آن بخش از حافظه کاری که بوسیله اندوزش کوتاه‌مدت تبیین نمی‌شود(حافظه کاری باقی-مانده یا حافظه کاری بدون اندوزش کوتاه‌مدت)چه سهمی در پیش‌بینی هوش سیال دارد.

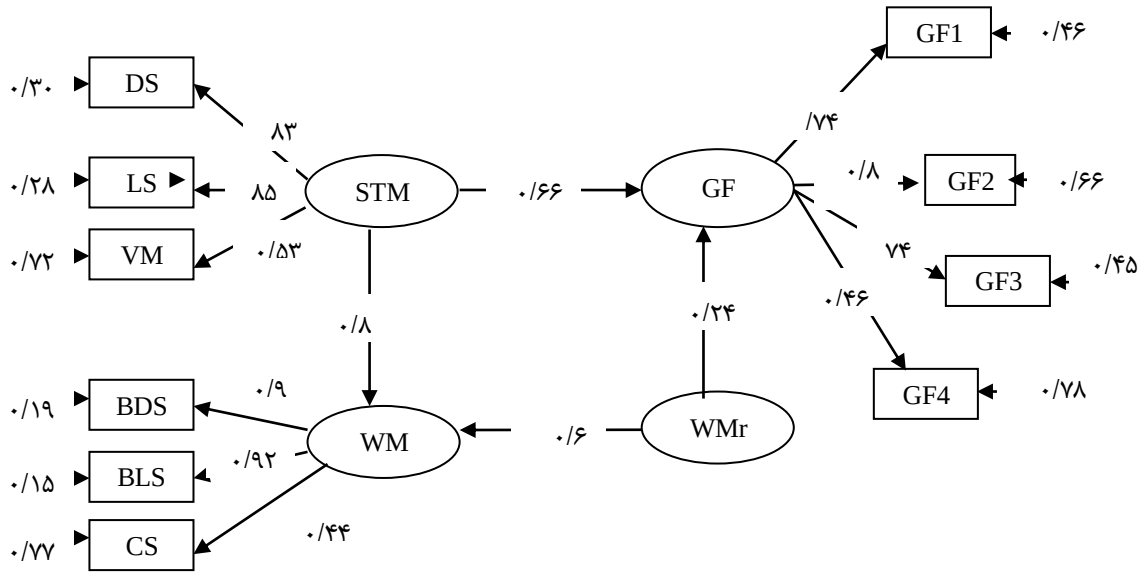
جدول ۱. اطلاعات توصیفی و ماتریس همبستگی متغیرهای پژوهش

	متغیرها	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
•	**اندوزش کوتاه‌مدت**													
۱	فراخنای مستقیم اعداد	۱												
۲	فراخنای‌مستقیم حروف	۰/٦٤	۱											
۳	حافظه دیداری کیم‌کاراد	۰/٤	۰/۳٥	۱										
•	**حافظه کاری**													
٤	فراخنای وارونه اعداد	۰/٤۸	۰/٤۹	۰/٤۳	۱									
٥	فراخنای وارونه حروف	۰/٥۱	۰/٥٦	۰/٤۳	۰/۷٦	۱								
٦	فراخنای شمارش	۰/۳٥	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۳۳	۰/۳٤	۱							
•	**توجه اجرایی**													
۷	تکلیف استروپ ۱	۰/۱٤	۰/۱٦	۰/۰۰۷	۰/۱٥	۰/۱٤	۰/۱٥	۱						
۸	تکلیف استروپ ۲	-۱٥/	-۰/۱۷	-۰/۱۳	-۰/۲۸	-۰/۲۹	-۰/۱٤	-۰/۱۲	۱					
۹	تکلیف نگهداشتن رد	۰/۳٦	۰/۲۹	۰/۱٦	۰/۳٥	۰/۳٦	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۳٤	۱				
•	**هوش سیال**													
۱۰	آزمون اول هوش	۰/٤٥	۰/۳۷	۰/۲٤	۰/٤۸	۰/٥۰	۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۳۱	۱			
۱۱	آزمون دوم هوش	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۲٦	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۰۰٤	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/٤٦	۱		
۱۲	آزمون سوم هوش	۰/٤۳	۰/۳۳	۰/۲۷	۰/٥۰	۰/٥۰	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/٥۳	۰/٤۰	۱	
۱۳	آزمون چهارم هوش	۰/۳۲	۰/۲۲	۰/۱٤	۰/۲۰	۰/۲٥	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۳٥	۱
	میانگین	۸/۲۲	۷/۲٦	٥/۳۸	٥/۰٦	٤/۷۹	۷/۰٤	۲۱/٥٤	۱٦/۸۱	۲/٥۲	۱۲/۷	٦/٦٥	٦/٤۷	۳/٦۰
	انحراف امعیار	۲/٥۲	۲/٤۰	۲/٥۱	۲/۲٦	۱/۹۷	۲/٦۳	۲/۰٤	۷/۲٥	۱/۹۸	۲/٤۷	۲/۰٦	۲/٦۱	۱/٦۰

p</05, n=356

شکل ۱ نشان می دهد ضریب مسیر بین اندوزش کوتاه‌مدت و هوش سیال ۰/٦٦ (t =۹/۷۱) است. این ضریب بین اندوزش کوتاه‌مدت و حافظه کاری نیز ۰/۸ (t =۱٤/۸٦) است که هر دو ضریب به لحاظ آماری معنادار بوده‌اند. شکل ۱ همچنین نشان می‌دهد ۳٦ درصد از واریانس حافظه کاری بوسیله اندوزش کوتاه‌مدت تبیین نمی‌شود که این مقدار باقی‌مانده به عنوان حافظه کاری باقی‌مانده یعنی آن بخش از حافظه کاری که بوسیله اندوزش کوتاه‌مدت تبیین نمی‌شود مد نظر قرار گرفت. نتایج نشان داده است اثر حافظه کاری باقی‌مانده بر هوش سیال معنادار است(۰/۲٤، t=٥/۲٤).

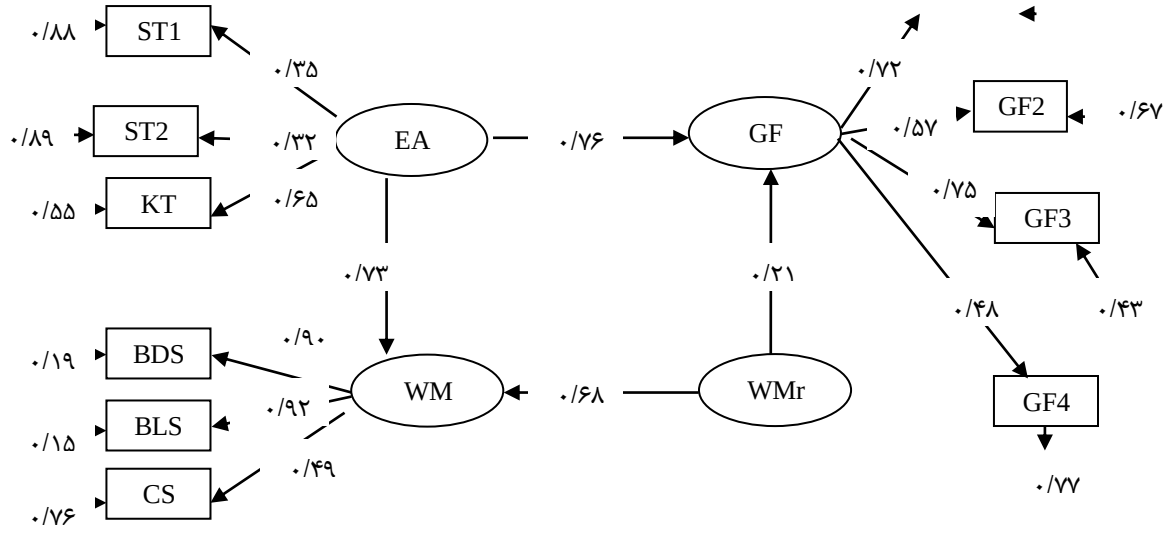
این در واقع بدین معنا است که اگر واریانس اندوزش کوتاه‌مدت را از حافظه کاری جدا کنیم آنچه که باقی می‌ماند هنوز می‌تواند به طور معنادار هوش سیال را پیش‌بینی کند. بر این اساس نتیجه گرفته می‌شود که اندوزش کوتاه‌مدت به تنهایی مکانیسم زیربنایی رابطه حافظه کاری و هوش سیال نیست.



شکل ۱.(الگوی اول). الگوی معادلات ساختاری اندوزش کوتاه‌مدت(STM)، و حافظه کاری باقی-مانده(WMr)با هوش سیال(الگوی اول). در این شکلDS فراخنای اعداد؛ LSفراخنای حروف؛VM فراخنای دیداری؛ BDS فراخنای وارونه اعداد؛ BLS فراخنای وارونه حروف؛ CS فراخنای شمارش و GFها نیز آزمون‌های هوش سیال است.

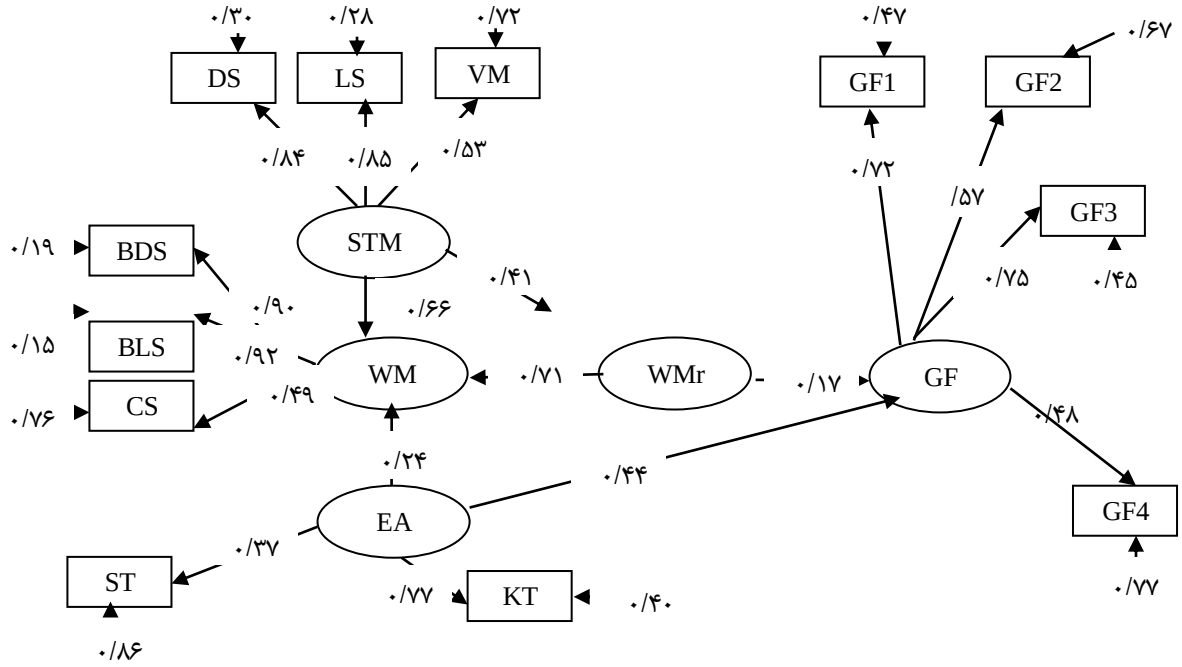
شکل ۲ نشان می‌دهد ضریب مسیر بین توجه اجرایی و هوش سیال ۰/۷۶ (t=۸/۲۶) است. این ضریب بین توجه اجرایی و حافظه کاری نیز ۰/۷۳ (t=۹/۱۶)است که هر دو ضریب به لحاظ آماری معنادار بوده‌اند. شکل ٤-٥- همچنین نشان می‌دهد ٤٦ درصد از واریانس حافظه کاری بوسیله توجه اجرایی تبیین نمی‌شود که این مقدار باقی‌مانده به عنوان حافظه کاری باقی‌مانده یعنی آن بخش از حافظه کاری که بوسیله توجه اجرایی تبیین نمی‌شود مد نظر قرار گرفته است. نتایج نشان داده است اثر حافظه کاری باقی-مانده بر هوش سیال معنادار است(۰/۲۱ ، ۲/۲٤ = t). این در واقع بدین معنا است که

اگر واریانس توجه اجرایی را از حافظه کاری جدا کنیم آنچه که باقی می‌ماند هنوز می-تواند به طور معنادار هوش سیال را پیش‌بینی کند. بر این اساس نتیجه گرفته می‌شود که توجه اجرایی به تنهایی مکانیسم زیربنایی رابطه حافظه کاری و هوش سیال نیست.



شکل ۲.(مدل دوم). الگوی معادلات ساختاری توجه اجرایی(EA)، و حافظه کاری باقی‌مانده(WMr)با هوش سیال(الگوی اول). در این شکل ST تکلیف استروپ؛ SC دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین و KT تکلیف نگهداشتن رد است. سایر علائم با الگوی قبلی مشابه است.

بر اساس نتایج به دست آمده در الگوهای ۱ و ۲ در الگوی سوم متغیرهای اندوزش کوتاه‌مدت، توجه اجرایی و حافظه کاری باقی‌مانده(آن بخش از حافظه کاری که بوسیله اندوزش کوتاه‌مدت و توجه اجرایی پیش‌بینی نمی‌شود)به عنوان متغیرهای پیش‌بین هوش سیال در نظر گرفته شدند. شاخص‌های برازش این الگو در جدول ۲ آمده است. نتایج حاکی از برازش خوب الگو بوده است. شکل ۳ نشان می‌دهد اثر مستقیم اندوزش کوتاه‌مدت بر حافظه کاری ۰/٦٦ (t =۹/۱۷) و اثر مستقیم توجه اجرایی بر حافظه کاری ۰/۲٤ (t =۳/۱۲) است. اثر مستقیم اندوزش کوتاه‌مدت و توجه اجرایی بر هوش سیال نیز به ترتیب ۰/٤۱(t =٤/۰٦) و۰/٤٤ (t =۳/۹۵) بوده است. با توجه به مقادیرt همه مسیرهای یاد شده معنادار بوده است. نتایج همچنین نشان می‌دهد ضریب مسیر حافظه کاری باقی‌مانده یعنی آن بخش از حافظه کاری که نه توسط اندوزش کوتاه‌مدت و نه توسط توجه اجرایی پیش‌بینی می‌شود و هوش سیال به لحاظ آماری معنادار است (۰/۱۷).



شکل ۳.(مدل سوم). الگوی معادلات ساختاری اندوزش کوتاه‌مدت(STM)، توجه اجرایی(EA)و حافظه کاری باقی‌مانده(WMr)با هوش سیال(GF)(الگوی نخست). در این شکلDS فراخنای اعداد؛ LSفراخنای حروف؛ VM فراخنای دیداری؛ BDS فراخنای وارونه اعداد؛ BLS فراخنای وارونه حروف؛ CS فراخنـای شـمارش، ST تکلیف استروپ؛ SC دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین و KT تکلیف نگهداشتن رد و GFها نیز آزمون-های هوش سیال است.

این بدین معنا است پس از آنکه واریانس مشترک حافظه کاری، اندوزش کوتاه‌مـدت و توجه اجرایی کنترل می‌شود، حافظه کاری باقی‌مانده یعنی حافظه کاری بدون انـدوزش کوتاه‌مدت و توجه اجرایی، رابطه معناداری با هوش سیال دارد اما تنها حدود ۳ درصد از واریانس هوش سیال را پیش‌بینی می‌کند. بر اساس مبانی نظری فرض می‌شـود ایـن واریانس مربوط به سایر کارکردهای اجرایی مرکزی می‌باشد.

جدول ۲. شاخص‌های برازش الگوهای مورد بررسی

شاخص برتر / الگو	مجذور خی	درجه آزادی	نسبت مجذور خی به درجه آزادی	سطح-معناداری	RMSEA	GFI	AGFI
الگوی اول	۱۰۵/۱٤	۳۲	۳/۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۷٦	۰/۹۵	۰/۹۱
الگوی دوم	٦۸/۰۸	۲٤	۲/۸٤	۰/۰۰۰	۰/۰٦۹	۰/۹٦	۰/۹۳
الگوی سوم	۱٤٤/٤٥	٤۸	۳	۰/۰۰۰	۰/۰۷۲	۰/۹٤	۰/۹۰

● بحث و نتیجه‌گیری

○ علی رغم وجود رابطه قوی بین حافظه کاری و هوش سیال، چرایی این رابطه بویژه در کودکان مورد بررسی قرار نگرفته بود. بدین منظور نتایج این پژوهش نشان داده است با وجود آنکه اثر مستقیم اندوزش کوتاه‌مدت بر هوش سیال معنادار و نیرومند بوده است اما هنگامی که واریانس اندوزش کوتاه‌مدت از حافظه کاری کنار گذاشته شود، حافظه کاری باقی‌مانده هنوز رابطه معناداری با هوش سیال دارد و بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت بخش اندوزش کوتاه‌مدت حافظه کاری نمی‌تواند تنها تعیین‌کننده رابطه حافظه کاری و هوش سیال باشد. در گام بعد واریانس مشترک توجه اجرایی و حافظه کاری کنار گذاشته شد و این بار نیز نتایج نشان داده است علی‌رغم اثر مستقیم معنادار توجه اجرایی بر هوش سیال، حافظه کاری باقیمانده یعنی حافظه کاری بدون کارکردهای توجهی اجرایی مرکزی نیز رابطه معناداری با هوش سیال دارد و بنابراین توجه اجرایی نیز نمی‌تواند ایجادکننده صرف رابطه حافظه کاری و هوش سیال باشد . این دو یافته منجر به بررسی الگوی سومی شده است که در آن اثر حافظه کاری بدون بخش اندوزشی کوتاه‌مدت و بخش توجهی، بر هوش سیال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده است حافظه کاری باقی‌مانده یعنی حافظه کاری بدون اندوزش کوتاه‌مدت و توجه اجرایی هنوز نیز رابطه معناداری با هوش سیال دارد هر چند مقدار واریانس تبیینی بسیار پایین است. این یافته‌ها با پژوهش‌هایی که بر نقش تعیین‌کنندگی یکی از این دو یعنی اندوزش کوتاه‌مدت(کالوم و همکاران، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸؛ انگل دی‌ابرو، کانوی و گترکول، ۲۰۱۰؛) و یا توجه اجرایی(انگل و همکاران، ۱۹۹۹؛ انگل و کانه، ۲۰۰٤؛ کانوی و همکاران، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳)تاکید داشتند همسو نیست بلکه همسو با پژوهش تیلمن، نای‌برگ و بوهلین(۲۰۰۸) نشان می‌دهد نه اندوزش کوتاه‌مدت و نه توجه اجرایی هیچ یک به تنهایی تعیین‌کننده رابطه حافظه کاری و هوش سیال نیستند بلکه هر دو می‌توانند با هم در این زمینه تعیین‌کننده باشند. ناهمسویی می‌تواند ناشی از تفاوت‌های روش‌شناختی مهمی باشد که بین این مطالعات وجود داشته است. در پژوهش کالوم و همکاران، رابطه حافظه کاری و هوش سیال پس

از کنترل اندوزش کوتاه‌مدت کاهش یافته بود اما هنوز هم معنادار بود. در پژوهش انگل‌دی ابرو و همکاران نیز رابطه اندوزش کوتاه‌مدت باقی‌مانده با هوش سیال مورد بررسی قرار گرفت و نه حافظه کاری باقی‌مانده. ضمن آنکه در این مطالعه کارکردهای توجهی اجرایی مرکزی مورد بررسی قرار نگرفته بود و واریانس مشترک توجه اجرایی، با حافظه کاری و اندوزش کوتاه‌مدت می‌توانست بر یافته‌های پژوهش موثر باشد.

- چنانچه یک تکلیف بتواند مبتنی بر فرایندهای خودکار و معمول مانند قطعه‌بندی و مرور انجام شود مکانیسم‌های توجهی اجرایی مرکزی درگیر نخواهند شد و در اینگونه موارد تفاوت‌های فردی در انجام اینگونه تکالیف با تفاوت‌های فردی در هوش مرتبط نخواهد بود(کانوی و همکاران، ۲۰۰۲) اما اینکه تکالیف فراخنای پیچیده که برای سنجش حافظه کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند با هوش سیال مرتبط هستند احتمالاً می‌تواند به این دلیل باشد که اینگونه تکالیف با فرایندهای خودکار و معمول انجام نمی‌شوند و فعال‌سازی اطلاعات مربوط به هدف مستلزم بهره‌گیری از مکانیسم-های توجهی اجرایی مرکزی مانند بازداری از اطلاعات نامربوط است. به عبارت دیگر انجام تکالیف سیال متکی به فعال نگه داشتن اطلاعات مربوط به هدف در مواجهه با پردازش‌های جاری و یا پرت‌کننده‌های حواس است. کارپنتر و همکاران(۱۹۹۰)معتقد هستند یک جنبه مهم در انجام تکالیف سیال، کشف و نگهداری یک قاعده به محض ورود به مساله است. به موازات جلو رفتن در ماتریس‌های‌پیش‌رونده قاعده‌های بیشتری درگیر می‌شود. بنابراین برای حل ماتریس‌های دشوارتر فرد باید بتواند یک قاعده را کشف و نگه دارد و همزمان نیز قاعده بعد را جستجو و کشف و ذخیره کند و به همین ترتیب تا حل کامل مساله پیش رود. بنابراین توانایی نگهداری اطلاعات مربوط به هدف(یعنی قاعدع‌ها)در مواجهه با پردازش‌های جاری(یعنی جستجوی قاعده جدید)و پرت‌کننده‌های حواس(یعنی فیلتر کردن اطلاعات نامربوط)برای انجام موفق آزمون‌های هوش سیال ضروری است.

- از سوی دیگر، برخی از پژوهشگران (به طور مثال هارنونگ و همکاران، ۲۰۱۱)، اندوزش کوتاه‌مدت را مولفه شناختی مشترک بین حافظه کاری و کارکرد اجرایی می-دانند که می‌توان تفاوت‌های فردی در هوش سیال را بوسیله آن تبیین کرد. این ادعا از

این حیث می‌تواند مورد توجه قرار گیرد که شواهد پژوهشی(جاییجی و همکاران، ۲۰۰۸؛ ۲۰۱۰) نشان داده است با آموزش در افزایش فراخنای اندوزش کوتاه‌مدت می-توان نمرات هوش سیال را ارتقاء بخشید. این موضوع شاید ناشی از مکانیسم‌های مشترکی باشد که علی‌رغم تفاوت‌ها،بین اندوزش کوتاه‌مدت و هوش سیال وجود دارد؛ فرایندهای پایه برای رمزگردانی،نگهداری و بازیابی می‌تواند مولفه‌های این مکانیسم مشترک باشد (مارتینز و همکاران،۲۰۱۱). پس اندوزش کوتاه‌مدت از یک سو مولفه شناختی مشترک بین حافظه کاری و کارکرد اجرایی است و از سوی دیگر با هوش سیال نیز مکانیسم مشترکی دارد و بر این اساس می‌تواند ایجادکننده رابطه بین حافظه کاری و هوش سیال باشد.

○در مجموع به نظر می‌رسد در فاصله زمانی کوتاهی که یک ماده آزمون هوش سیال می‌خواهد پاسخ داده شود تعدادی نتایج میانجی می‌بایست ذخیره شود. این نتایج میانجی می‌توانند برای مدت خیلی کوتاهی در اندوزش کوتاه‌مدت ذخیره شوند اما در نتیجه دستکاری در دیگر جنبه‌های مساله، ممکن است یک بازداری پیش‌گستر اتفاق بیفتد و این نتایج میانجی در اندوزش کوتاه‌مدت از بین بروند و یا با نتایج میانجی دیگر تداخل پیدا کنند. بر این اساس برای ممانعت از این بازداری پیش‌گستر نیاز به کارکردهای توجهی اجرایی مرکزی وجود دارد. به عبارت دیگر برای حل یک ماده هوش سیال هم نیاز به ظرفیت اندوزشی کوتاه‌مدت بیشتر برای نگهداری پاسخ‌های میانجی و هم نیاز به کارکرد توجهی گسترده‌تر وجود دارد تا فرد بتواند اطلاعات مربوط به تکلیف را فعال نگه دارد و از فعالیت اطلاعات و تفاسیر نامربوط ممانعت به عمل آورد.

○ به هر حال باید به این نکته نیز توجه داشت که علاوه بر اندوزش کوتاه‌مدت و توجه اجرایی، نظام حافظه کاری شامل یک میانگیر رویدادی است که هم یادآوری زنجیره‌ای را پشتیبانی می‌کند و هم قادر به یکپارچه‌سازی اطلاعات‌واج‌شناختی، دیداری و دیگر انواع اطلاعات است. میانگیر رویدادی می‌تواند مقدار زیادی از اطلاعات را که فراتر از ظرفیت اندوزشی کوتاه‌مدت هستند را در خود ذخیره کند و ادراک‌های جداگانه اطلاعات را در یک ساختار منسجم جدید یکپارچه سازد (دهن، ۲۰۰۸) و از

این اطلاعات یکپارچه،بازنمایی‌های رابطه‌ای۵ جدید درست می‌کند. ساخت بازنمایی-های رابطه‌ای جدید نیازمند مکانیسمی برای به هم پیوند دادن عناصری است که یکپارچه شدند؛ این پیوند یا از طریق اتصال آنها به موقعیت در یک نظام هماهنگ شناختی مشترک و یا پیوند آنها به طور مستقیم به یکدیگرانجام می‌شود. مخرج مشترک حافظه کاری و دیگر تکالیف پیچیده مانند استدلال سیال می‌تواند توانایی ساخت و حفظ چنین ترکیب‌هایی باشد. یافته‌های این پژوهش در قالب وجود رابطه حافظه کاری بدون کارکردهای اندوزشی و توجهی با هوش سیال(الگوی سوم) نشان داده است که جایگاه میانگیر رویدادی در ایجاد رابطه حافظه کاری و هوش سیال می‌بایست در پژوهش‌های آتی مورد توجه و مطالعه قرار گیرد.

○ این پژوهش دلالت‌های کاربردی بسیاری نیز داشته است از جمله آنکه می‌توان ادعا کرد با انجام مداخله در حافظه کاری می‌توان عملکرد در آزمون‌های هوش سیال را ارتقاء بخشید. در انجام مداخلات برای ارتقای عملکرد در تکالیف شناختی پیچیده بویژه هوش سیال در کودکان نیز می‌بایست به این نکته توجه داشت که مداخله را نمی‌توان به مولفه‌های اندوزشی و یا توجهی حافظه کاری محدود نمود بلکه این مداخله‌ها می‌تواند در هر دو مولفه انجام شود.

○ به عنوان نتیجه‌گیری باید اذعان داشت که عملکرد در یک تکلیف معین متاثر از فرایندهای بسیاری است، این فرایندها هم باید در پژوهش‌های آزمایشی و هم پژوهش-های غیرآزمایشی مورد بررسی قرار گیرند. بر این اساس، بررسی یافته‌های این پژوهش در قالب یک مطالعه آزمایشی به پژوهشگران آتی توصیه می‌شود.

○ ○ ○

یادداشت‌ها:

1-Fluid latelligence
2-working memory
3-fluid cognition
4-episodic buffer
5-executive attention
6-relational presentation

● منابع

الهی، طاهره؛ آزادفلاح، پرویز؛ فتحی آشتیانی، علی؛ پورحسین، رضا(۱۳۸۸). نقش حافظه کاری در جمع ذهنی کودکان پیش‌دبستانی. مجله علوم رفتاری. ۳(٤). ۲۷۷-۲۷۱.

امین‌زاده، انوشه و حسن‌آبادی، حمیدرضا(۱۳۸۹). نارسایی‌های شناختی زیربنایی در ناتوانی ریاضی. روان‌شناسی تحولی:روان‌شناسان ایرانی. ٦(۲۳). ۲۰۰-۱۸۷.

جوکار، بهرام(۱۳۷۸)هنجاریابی مقیاس دو آزمون هوشی فرهنگ ناوابسته کتل برای کودکان مدارس ابتدایی و راهنمایی شهر شیراز. مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز. شماره ۲(پیاپی ۲۸).٤٠-۲۱.

عابدی، محمدرضا(۱۳۸۷). *انطباق و هنجاریابی آزمون هوش کودکان وکسلر*. اصفهان: نوشته.

علیرضائی مطلق، مرجان؛ مرادی، علی‌رضا و فرزاد، ولی‌الله (۱۳۸۷). بررسی و مقایسه حافظه کاری کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه/ بیش‌فعالی با کودکان عادی. *پژوهش در حیطه کودکان استثنائی*. ۳، ۲۸۰-۲۷۱.

معتهدی،عبداله و اژه‌ای،جواد(۱۳۸۲) تحلیل،ماهیت هوش در دورهٔ سالمندی و رابطهٔ آن با سالمندی موفق. *مجلهٔ روانشناسی* ۷ (۲۸)، ٤۲۱-۳۹۸

Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin, 131*,30–60.

Alloway, T. P., Gathercole, S. E.,Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. Journal of Experimental *Child Psychology*, *87*,85−106.

Anum, A. (2006). *Predicting performance on fluid intelligence from speed of processing, working memory, and controlled attention*. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for degree of Doctor of Philosophy. Department of Psychology. Brock University.

Baddeley, A. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist. 7*(2), 85-97.

Baddeley, A., (2010). Working memory. *Current Biology*, *20*(4), 136-141.

Blair, C. (2006). How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability. *Behavioral and Brain Sciences*, *29*, 109−160.

Brydges, C. R., Reid, C. L., Fox, A. M., Anderson, M.(2012). A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence*. In press. Date of access from www.Elsevier.com. 18/3/2013.

Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, *97*, 404–431.

Colom, R., Flores-Mendoza, C., Quiroga, M. A., & Privado, J. (2005). Working memory and general intelligence: The role of short-term storage. *Personality and Individual Differences*, 39(5), 1005−1014.

Colom, R., Rebollo, I., Abad, F. J., & Shih, P. C. (2006). Complex span tasks, simple span tasks, and cognitive abilities: A reanalysis of key studies. *Memory & Cognition*, *34*(1), 158−171.

Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. A., Shih, P. C., & Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs but why? *Intelligence*, *36*, 584–606.

Cowan, N., Elliott, E. M., Saults, J. S., Morey, C. C., Mattox, S., Hismjatullina, A.,et al. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, *51*(1),42−100.

Conway, A. R. A., Kane,M. J., & Engle, R.W. (2003).Workingmemory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 547−552. doi:10.1016/j.tics.2003.10.005.

Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Therriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, *30*, 163−183.

Dehn, M. J., (2008). *Working memory and academic learning*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short term memory, and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology, 128,*309–331.

Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004*). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control.* In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation, 44.* (pp. 145–199)New York, NJ:Elsevier.

Engle de Abreu, P. M. J., Conway, A. R. A., Gathercole, S. E.(2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*. *38*, 552-561.

Engle, A. W. (2010). Role of working memory capacity in cognitive control. *Current Anthropology*, *51*, 1-10.

Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short term memory. *Trends in Cognitive Science. 3* (11), 410-419.

Gerardi-Caulton, G. (2000). Sensitivity to spatial conflict and the development of self-regulation in children 24–36 months of age. *Developmental Science*, *3* (4), 397–404.

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, *40*(2), 177−190.

Haavisto,M. L., & Lehto, J. E. (2005). Fluid/spatial and crystallized intelligence in relation to domain-specific working memory: A latent-variable approach. *Learning and Individual Differences*, *15*(1), 1−21.

Hornung, C., Brunner, M, Reuter, A.P., Martin, R.(2011). Children,s working memory: Its structure and relationship to fluid intelligence. *Intelligence*, *39*, 210-221.

Jaeggi, S. M., Buschkuehl, M., Jonides, J., & Perrig,W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *PANAS*, 105,6829–6833.

Jaeggi,S.M.,Studer-Luethi,B.,Buschkuehl, M., Su, Y., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2010). The relationship between n-back performance andmatrix reasoning — Implications for training and transfer. *Intelligence*, *38,*625–635.

kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuo-spatial memory span anreasoning. *Journal of Experimental Psychology*. General, 133, 189–217.

Kane, M. J., Conway, A. R. A., Hambrick, D. Z., & Engle, R.W. (2007). Variation in workingmemory capacity as variation in executive attention and control. In A. R. A.

Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, & J. N. Towse(Eds.), *Variation in working memory* (pp. 21–48). Oxford: Oxford University Press.

Krumm, S., Schmidt-Atzert, L., Buehner,M., Ziegler,M.,Michalczyk, K., & Arrow, K. (2009). Storage and non-storage components ofworkingmemory predicting reasoning: A simultaneous examination of a wide range of ability factors. *Intelligence*, *37*(4), 347−364.

Martinez, K., Burgaleta, M., Roman, F. J., Escorial, S., Shih, P. C., Quiroga, M. A., & Colom, R. (2011). Can fluid intelligence be reduced to simple short term storage? Intelligence, 39, 473-480.

Mukunda, K. V., & Hall, V. C (1992). Does performance on memory for order correlate with performance on standardized measures of ability? A meta-analysis. *Intelligence*, *16*, 81–97.

Oberauer, K., Schulze, R.,Wilhelm, O., & Süß, H. M. (2005).Working memory and intelligence — Their correlation and their relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, *131*(1), *61*−65.

Redick, T. S., and R. W. Engle. (2006). Working memory capacity and attention network test performance. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: *Effects on Learning*. *Cognitive Science*, *12*, 257–285.

Rueda, M. R., Fan, J., *McCandliss, B. D.*, Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., et al. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, *42*(8), 1029-1040.

Rueda, M. R., Checa, P., Combita, M.(2012). Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: immediate changes and effects after two months. *Developmental Cognitive Neuroscience*,*2*, 192-204.

Tillman, C. M., Nyberg, L., & Bohlin, G. (2008).Working memory components and intelligence in children. *Intelligence*, *36*(5), 394−402.

Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and workingmemory: An examination of simple and complex spans and their relation to higher order abilities. *Psychological Bulletin*, *133*, 1038−1066.

Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M., & Engle, R.W. (2009) Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory*, *17*(6), 635−654.

Unsworth, N., Spillers, G. J., & Brewer, G. A. (2009). Examining the relations among working memory capacity, attention control and fluid intelligence from a dual componenet framework. *Psychology Science Quarterly*, *51*(4), 338-402.

○ ○ ○