حافظهٔ کاری و مهارتهای ریاضی کودکان بهنجار
نیمرخی از تواناییهای ریاضی و ارتباط آنها با «یادآوری شمارش»
در پسران بهنجار سال چهارم ابتدایی

نامیه اصفهانیان*
دکتر ماریا وفایی**
دکتر حسن عشایری***

چکیده

این پژوهش در صدد ارزیابی سهم کنش اجراکنندهٔ مرکزی[1] در دامنه‌ای از مهارتهای ریاضی در میان کودکان است. به این منظور، از مقیاسی از«حافظهٔ کاری[2]» که در سطح بین‌المللی استاندار شده، استفاده می‌کند که شامل محرکهای عددی[3] است. این ارزیابی با کنترل هوش سیال[4] و توانایی خواندن آزمودنیها صورت گرفته است. شرکت‌کنندگان در پژوهش، متشکل از گروه نمونه‌ای هستند که به طور تصادفی از میان دانش‌آموزان پسر سال چهارم دبستان انتخاب شده‌اند (با میانگین سنی ۹ سال و ۱۱ ماه). این دانش‌آموزان رشدی بهنجار داشته و هیچگونه ناتوانی در یادگیری نداشته‌اند. آنان مقیاس حافظهٔ کاری «یادآوری شمارش[5]» (آلوی و دیگران[6]، ۲۰۰۴) و نیز آزمون ریاضی کی‌مت (کنولی[7]، ۱۹۸۸؛ نقل از محمداسماعیل، ۱۳۸۱) را کامل کردند. آزمون کی‌مت مطابق با محتوای

دریافت مقاله: ۸۷/۱/۲۶ پذیرش نهایی: ۸۷/۱۱/۶

*. کارشناس ارشد روانشناسی عمومی، دانشگاه تربیت مدرس nais.ka@gmail.com
**. استاد دانشگاه تربیت مدرس vafaiesm@modares.ac.ir
***. استاد دانشگاه علوم پزشکی ایران hassanasha@yahoo.com

1. Central Executive Function
2. Working Memory (WM)
3. Numerical Stimuli
4. Fluid Intelligence
5. Counting Recall
6. Alloway
7. Konnolly

درسی دورهٔ ابتدایی طراحی شده و با توجه به محتوای کتابهای درسی ریاضی در ایران روایی‌سازی شده است. همچنین آزمودنیها دو آزمون ماتریس پیشروندهٔ ریون[1] (پن‌رز[2] و ریون، ۱۹۳۸؛ نقل از کرمی، ۱۳۸۵) و توانایی خواندن پوراعتماد، ۱۳۸۰) را نیز به منظور کنترل دو متغیر هوش و توانایی خواندن، تکمیل کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که یادآوی شمارش، حتی پس از مهار کردن هوش سیال و توانایی خواندن، واریانس منحصر به فردی را در توانایی اولیهٔ ریاضی تبیین کرد. الگوی این تبیین بر اساس مهارتهای گوناگون ریاضی، متفاوت بود. ما یافته‌های خود را در قالب اهمیت حافظهٔ کاری در تحول توانایی تحصیلی ریاضی بیان خواهیم کرد.

کلید واژه‌ها: توانایی ریاضی، حافظهٔ کاری، یادآوری شمارش، کنشگری اجرایی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Raven Progressive Matrices Test
2. PenRose

پیشگفتار

یادگیری انجام دادن اعمال سادهٔ ریاضی، به طور مؤثر و با اندکی سعی و تلاش، از مهمترین مهارتهای پایه‌ای است که در سالهای نخستین دبستان آموزش داده می‌شود. بر اساس یک بررسی انجام شده ۵ تا ٦ درصد از کودکان دبستانی (شالو[1]، آورباخ[2]، مانور[3] و گراس- تسور[4]، ۲۰۰۰) و نیز طبق یک بررسی دیگر ٤/٦ درصد از کودکان دبستانی (لویس[5]، هیچ[6] و واکر[7]، ۱۹۹٤) از کمبودها و ناراحتیهای شناختی و عصب – روانشناختی[8] رنج می‌برند که – علی‌رغم داشتن هوش میانگین یا بالا و نیز برخورداری از آموزش کافی – توانایی آنها را در کسب مهارتهای متناسب با سطح کلاس مختل می‌کند (ناتوانی در یادگیری ریاضی[9]). پژوهشهای بعدی به سمت کسانی متمایل شدند که فقط ناتوانی در دانش حساب[10] داشتند (۱/۳ درصد)، و نیز آنهایی هم که ناتوانی در دانش حساب داشتند و هم ناتوانی در خواندن[11] (۲/۳ درصد). این تخمینها در تقابل با رقم ۳/۹ درصد قرار گرفت، که صرفاً برای بیان میزان ناتوانی در خواندن بود. این یافته‌ها نشان می‌دهند که علائم ناتوانی در ریاضی و ناتوانی در خواندن، در بسیاری از کودکان همزمان ظاهر می‌شوند (آکرمن[12] و دیکمن[13]، ۱۹۹۵) و به مطالعهٔ عملکرد ریاضی نیز مربوطند. چرا که به نظر می‌رسد مشکلات مربوط به زبان، یادگیری ریاضی را مختل می‌کند (گیری[14]، ۱۹۹۳). در یک بررسی مهم، بول[15] و سریف[16] (۲۰۰۱) با مطالعهٔ کودکان بهنجار، به این نتیجه رسیدند که توانایی ریاضی تا حد زیادی با توانایی خواندن ($p<۰/۰۰۱$ و $r=۰/٦۱$)

1. Shalev
2. Auerbach
3. Manor
4. Gross- Tsur
5. Leis
6. Hitch
7. Walker
8. Neuropsychological
9. Math Learning Disability (MD)
10. Arithmetic Disability
11.Reading Disability (RD)
12. Ackerman
13.Dykman
14. Geary
15. Bull
16. Scerif

و هوش (p<۰/۰۰۱ و r=۰/٦۸) همبسته است. چارچوبی که می‌توان به کار برد و با آن به طور نظامدار، ناتوانی ریاضی را مطالعه کرد (که منجر به طراحی برنامه‌های مداخله‌ای مناسب نیز می‌شود)، بهره‌گیری از الگوها و روشهایی است که از طریق آنها، تحول یادگیری ریاضی را در کودکان دارای پیشرفت تحصیلی بهنجار تا کودکانی که دستاوردهای ضعیفی در ریاضی داشته‌اند، بررسی کنیم (گیری و براون[1]، ۱۹۹۱).

متأسفانه در بسیاری از حیطه‌های ریاضیات، نظیر حیطهٔ «مفاهیم پایه[2]» (مانند شمارش و هندسه)، حیطهٔ «عملیات[3]» (مانند جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) و حیطهٔ «کاربرد[4]» (مانند اندازه‌گیری، تفسیر و تخمین)، دانش کافی دربارهٔ تحول بهنجار مهارتهای مرتبط در دست نیست، تا از طریق آن بتوانیم چارچوبی نظامدار و منسجم برای مطالعهٔ ناتوانی در یادگیری ریاضی تهیه کنیم؛ اگرچه الگوهای نظری و روشهای تجربی، همگی به میزان کافی در زمینهٔ اعداد، شمارش و دانش حساب مقدماتی و ساده، گسترش یافته‌اند تا چنین چارچوبی را فراهم آورند (گلمن و مکب[5]، ۱۹۸۳؛ مک کلوزی[6]، آلیمینوسا[7] و ماکاروسو[8]، ۱۹۹۱؛ زیگلر[9]، ۱۹۹٦؛ زیگلر و شراگر[10]، ۱۹۸٤).

الگوی امواج متداخل[11] زیگلر (۲۰۰۵) یکی از این الگوهاست. الگوی زیگلر مبتنی بر این مشاهده است که هر کودک، مجموعه‌ای متنوع از راهبردها را برای حل مسائل ریاضی خاص به کار می‌برد؛ این شیوه‌ها شامل بازیابی[12] (توانایی بازیابی احکام پایهٔ حساب از حافظهٔ بلند – مدت)، تجزیه‌کردن[13]، شمردن همهٔ اجزا[14]، و نیز روشهای کمینهٔ[15] محاسبه است. همچنین،

1. Brown
2. Basic Concepts
3. Operations
4. Applications
5. Gelman & Meck
6. McCloskey
7. Aliminosa
8. Macaruso
9. Siegler, R
10. Siegler & Shrager
11. Overlapping Waves Model
12. Retrieval
13. Decomposition
14. Count- all
15. Min Procedures

توسعهٔ توانایی ریاضی منوط به ایجاد تغییراتی در استفاده از راهبردهای متفاوت است (به جای استفادهٔ صرف از یک راهبرد) و نیز انتخاب هر راهبرد، به دشواری مسئله مربوط می‌شود (زیگلر، ۱۹۹۶). همچنین بررسیها نشان می‌دهند که کودکان دبستانی برای حل مسائل سادهٔ حساب، به حافظهٔ کاری خود تکیه می‌کنند (لمر و دیگران[1]، ۱۹۹۶؛ اندرسن[2]، ردر[3] و لبیر[4]، ۱۹۹۶). علاوه بر این، درگیر کردن منابع اجراکنندهٔ مرکزی[5] (مانند بارگذاری حافظه در تکالیف دو- کاره[6]) در کودکان، به عملکرد ضعیفتر در حساب منجر می‌شود (لوجی[7] و بدلی[8]، ۱۹۸۷؛ لوجی و دیگران، ۱۹۹٤). این نتایج نشان می‌دهند که منابع حافظهٔ کای برای گزینش اطلاعات از حافظهٔ بلند – مدت[9] مورد نیازند (باروئیلت[10] و لپین[11]، ۲۰۰۵؛ باروئیلت، برناردین[12] و کامس[13]، ۲۰۰٤؛ کوان[14]، ۱۹۹۵، ۱۹۹۹؛ لوت[15]، ردر و لبیر، ۱۹۹۹). مهم است به یاد داشته باشیم، مواقعی که نیاز است تا پاسخها از حافظهٔ بلند- مدت بازیابی شوند، در مقایسه با مواقعی که مسئلهٔ ریاضی با فراهم کردن پاسخهای صحیح به کودک ارائه می‌شود، ظرفیت اجراکنندهٔ مرکزی، تأثیری بیشتر و مهمتر به همراه دارد. به عنوان مثال، باروئلیت و لپین (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای روی کودکان بهنجار در مقطع دبستان، مشاهده نمودند که در مقایسه با کودکانی که بهره‌گیری مؤثر از اطلاعات ذخیره‌شده برای حل آنی[16] مسئله را ندارند (ظرفیت حافظهٔ کاری پایینتر)، کودکانی که توانایی بالایی در بهره‌گیری مؤثر از اطلاعات ذخیره‌شده برای حل آنی مسئله را دارند (ظرفیت بالای حافظهٔ کاری)، مسئله‌های سادهٔ جمع اعداد را مؤثرتر حل می‌کنند

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Lemaire, P.
2. Anderson, J. R.
3. Reder, L. M.
4. Lebiere, C.
5. Central Executive Resources
6. Dual-Task Demands
7. Logie, R. H.
8. Baddeley, A. D.
9. Long- term Memory
10. Barrouillet, P.
11. Lepine, R.
12. Bernardin, S.
13. Camos, V.
14. Cowan, N.
15. Lovett, M. C.
16. Online

و نیز اینکه درصد به کارگیری شیوهٔ «بازیابی» در میان ظرفیت – بالاها[1]، بیشتر از کودکان ظرفیت - پایین[2] بود. همچنین، ظرفیت حافظهٔ کاری و انتخاب روشهای مؤثر در حل مسئله، با یکدیگر همبسته بودند. به شیوه‌ای جالب توجه، نقص و کمبود اینگونه مکانیزمهای مشابه شناختی، به عنوان عامل اصلی ناتوانی کودکان در ریاضیات شناخته شده است (آکرمن و دیکمن، ۱۹۹۵؛ بول و جانستون[3]، ۱۹۹۷؛ بول، جانستون و ری[4]، ۱۹۹۹؛ آستاد[5]، ۱۹۹۷؛ رورکی[6]، ۱۹۹۳). بنابراین می‌توان گفت که حافظهٔ کاری در رشد و تحول توانایی اولیهٔ ریاضی در کودکان سنین پایینتر، نقشی مهمتر دارد. در همین راستا، تغییرات وابسته به سن، در نسبت میان منابع حافظهٔ کاری موجود و نیازمندیهای تکالیف سادهٔ حساب، به این نکته اشاره دارند که هرچه کودکان بزرگتر می‌شوند، تأثیر منفی بارگذاری روی اجراکنندهٔ مرکزی کاهش می‌یابد. توضیح و تبیین ماجرا به این مربوط است که وقتی بچه‌ها کوچکترند از راهبردهای غیربازیابانه[7] استفاده می‌کنند که به لحاظ رشدیافتگی، روشهایی ابتدایی‌تر محسوب می‌شوند. در راهبردهای غیربازیابانه، دانش‌آموزان مسئله را با چند بار شمردن دقیق حل می‌کنند (روش شمارش[8])، یا اینکه با مراجعه به عملیات جبری مرتبط و یا از طریق بهره‌گیری از احکام[9] شناخته شده، به جواب می‌رسند (روش تبدیل[10]). با نگاه به اینگونه راهبردها، این نتیجه حاصل شد که اثر و نقش حافظهٔ کاری، در کودکان کوچکتر، مهمتر از بازیابی مستقیم از حافظه است- که مشخصهٔ کودکان بزرگتر است. نگاه دقیقتر به ماهیت راهبردهای غیربازیابانه این نکته را می‌رساند که روش «شمارش» و «تبدیل»، تلفیق و ترکیبی هستند از بازیابیها و مراجعه‌های مکرر و متعد به حافظهٔ بلند – مدت، ضمن اینکه هر کدام از آنها شامل فرآیندهایی متعدد هستند که ممکن است نیازمند منابع اجرایی اضافی باشند، منابعی مانند انجام دادن محاسبات، دستکاری پاسخها و نتایج موقت و نظارت بر فرآیندهای شمارش که همگی، منابع حافظهٔ کاری را به خدمت

1. High- capacity Children
2. Low- capacity Children
3. Johnston, R. S.
4. Roy, J. A.
5. Ostad
6. Rourke
7. Non –retrieval Strategies
8. Count
9. Facts
10. Transtormation

می‌گیرند. به طور خلاصه، می‌توان اینگونه جمعبندی کرد که برای کودکان خیلی کوچک، در جریان نخستین مراحل کسب تجربه و مهارت، رجوع به منابع حافظهٔ کاری بیشتر مورد نیاز واقع می‌شود. در این زمان، راهبردهای رویه‌ای[1] حل مسئله (مثل شمارش و تبدیل)، به طور مکرر به کار گرفته می‌شوند و همچنان که کودکان بزرگتر می‌شوند، به منابع حافظهٔ کاری کمتر نیاز پیدا می‌کنند؛ چرا که در این هنگام، فرایند یادگیری به وقوع پیوسته و راهبردهای بازیابی به فراوانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (آکرمن، ۱۹۸۸؛ گیری و دیگران، ۲۰۰۰).

توانایی تکیه بر فرآیندهای بازیابانه (حافظهٔ بلند- مدت) و استفادهٔ بدون غلط از روشهای رویه‌ای تحول – یافتهٔ حل مسئله، دو توانایی زیربنایی هستند که تحول بهنجار را متمایز می‌کنند (بول و سریف، ۲۰۰۱؛ هکت[2]، ترگسن[3]، واگنر[4] و و راشت[5]، ۲۰۰۱) و همهٔ اینها، آنچنانکه بحث شد، به شیوه‌ای ظریف و حساس، بستگی به اثربخشی حافظهٔ کاری دارند.

همچنین، با توجه به وجود دوره‌ای حساس در تحول یافتن توانایی خواندن و درس ریاضی که در سالهای سوم و چهارم دبستان به وقوع می‌پیوندند، بروز مشکلات تحصیلی در اواسط این دوره، گاهی در قالب «افت کلاس – چهارمیها[6]» و یا تمایل به افول عملکرد تحصیلی در میان این کودکان مطرح می‌شود. این افت تحصیلی محصول تلاقی همزمان دو پدیده است؛ یکی تکالیف و خواسته‌های آموشی جدید که به لحاظ کیفی انتزاعی‌ترند و دیگری وقوع مرحلهٔ گذار در رشد و تحول توانایی شناختی کودکان (مین‌چن‌بام[7] و بی‌میلر[8]، ۱۹۹۸؛ سویت[9] و اسنو[10]، ۲۰۰۳). بنابراین، توجه به سطح تحصیلی باید یک اولویت در پژوهش باشد و از این روست که مطالعهٔ حاضر، عملکرد ریاضی پسران کلاس – چهارمی را در سه حیطه از برنامهٔ درسی ریاضی ارزیابی می‌کند و نیز به ارتباط این سه حیطه با تواناییهایی شناختی که از تحول حمایت

1. Procedural Strategies
2. Hecht
3. Torgesen
4. Wagner
5. Rashotte
6. Fourth- grade Slum
7. Meichenbaum
8. Biemiller
9. Sweet
10. Snow

می‌کنند، می‌پردازد. الگوهای نظری مربوط و نیز مروری بر پژوهش حاضر، به ترتیب در بخشهای بعد ارائه خواهند شد.

الگوهای حافظهٔ کاری در زمینهٔ پردازش اطلاعات حساب در کودکان: فراگیری[1]، ذخیره[2] و بازیابی

اکثر پژوهشهای پیشین که عملکرد حافظهٔ کاری را در کودکان بهنجار مورد آزمون قرار داده‌اند، الگوی حافظهٔ کاری سه – بخشی[3] را (به عنوان پایهٔ نظری) انتخاب کرده‌اند (که به الگوی چند – منبعی[4] هم معروف است) که ابتدا بدلی و هیچ (۱۹۷٤) پیشنهاد کرده‌اند (بدلی، ۱۹۸٦، ۱۹۹، ۱۹۹۷).

در الگوی بدلی، حافظهٔ کاری به عنوان مجموعه‌ای از منابع پردازش تعریف می‌شود که دارای ظرفیتهای محدودی هستند و در فرایند نگهداری و پردازش اطلاعات دخالت دارند (برای مثال، انگل[5]، تولسکی[6]، لاف لین[7] و کان‌وی[8]، ۱۹۹۹؛ میاک[9]، ۲۰۰۱). این الگو متشکل از اجراکنندهٔ مرکزی است که به عنوان سیستمی عام‌گستر[10] و مهارکنندهٔ توجه فرض می‌شود و دارای کارکردهای متفاوتی است. با توجه به نظریهٔ بدلی (۱۹۹۳)، اجراکنندهٔ مرکزی، خودش به تنهایی هیچ ظرفیتی برای ذخیرهٔ اطلاعات ندارد، بلکه به وسیلهٔ دو دستگاه فرعی مورد پشتیبانی قرار می‌گیرد؛ یکی حلقهٔ آوایی[11] است و دیگری دفتر یادداشت دیداری – فضایی[12]، که دو جزء ذخیرهٔ خاص‌گستر[13] و غیرفعال هستند و به ترتیب، برای ذخیره کردن اطلاعات کلامی و اطلاعات دیداری–فضایی به کار می‌روند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Acquisition
2. Storage
3. Three-component Working Memory Model
4. Multiple – resource Model
5. Engle
6. Tuholski
7. Laughlin
8. Conway
9. Miyake
10. Domain- general
11. Phonological loop
12. Visuospatial Dketchpad (VSSP)
13. Domain - specific

اخیراً، بدلی (۱۹۹٦) دامنهٔ این الگوی نظری را در مورد کنشهای اجراکنندهٔ مرکزی که با دستاوردهای دیگر پژوهشگران، نظیر انگل و دیگران (۱۹۹۹) توافق دارد، گسترش داده است. بدلی چهار عملکرد را به اجراکنندهٔ مرکزی نسبت داده است: الف) هماهنگ کردن[1] عملکرد در دو تکلیف یا عملیات جداگانه (برای مثال؛ ذخیره و پردازش همزمان اطلاعات)؛ ب) تغییر[2] تکالیف، راهبردهای بازیابی، یا عملیات ذهنی؛ پ) توان توجه انتخابی به اطلاعات خاص و بازداری[3] اطلاعات نامربوط و ت) بازیابی اطلاعات از حافظهٔ بلند – مدت و روزآمد کردن[4] اطلاعات در حافظهٔ کاری.

پژوهش حاضر در پی مطالعهٔ کنشگری اجرایی[5]، طبق الگوی حافظهٔ کاری بدلی است که پیرامون این الگو، هم دربارهٔ کودکان بهنجار (ایمبو و ون‌دیرن دونک، ۲۰۰٦) و هم کودکان ناتوان در یادگیری ریاضی (اندرسن و لیکسل[6]، ۲۰۰٦؛ سوانسن و بیب – فرانکن برگر[7]، ۲۰۰٤) نتایج همگرا و منسجمی وجود دارد. اهمیت پژوهش حاضر از این روست که پژوهشهای کمی به صورت نظامدار، سهم حافظهٔ کاری را در مجموعه‌ای از تواناییهای ریاضی مورد سنجش قرار داده‌اند؛ در حالی که این موضوع را مدنظر داشته‌اند که هنوز بحثهای بسیار دربارهٔ اهمیت حلقهٔ آوایی و دفتر یادداشت دیداری – فضایی در زمینهٔ دستاوردهای ریاضی وجود دارد. چنانکه مطالعات اخیر نیز در زمینهٔ سهم حلقهٔ آوایی در عملکرد ریاضی کودکان بهنجار، در سالهای سوم و چهارم دبستان، نتایجی در برنداشته‌اند (برای مثال؛ هلمز و آدامز[8]، ۲۰۰٦؛ سوانسن، ۲۰۰٤). بنابراین، اینطور نتیجه گرفتند که نقش دفتر یادداشت دیداری- فضایی در سالهای پیش از دبستان، بسیار حیاتی و مهمتر از سالهای دبستان است (مک کنزی و دیگران[9]، ۲۰۰۳؛ راسموسن[10] و بیسانز[11]، ۲۰۰۵)؛ یعنی درست زمانی که کودکان از

1. Coordination
2.Switching
3. Inhibition
4. Updating
5. Executive Functioning
6. Anderson & Lyxell
7. Suanson & Beebe- Frankenberger
8. Adams, J. W.
9. McKenzie
10. Rasmussen
11. Bisanz

حالت اولیهٔ کسب دانش حساب، که به صورت دیداری – فضایی است، به نوعی دانش نمادین و زبان‌شناختی[1] متحول می‌شوند (هوده[2]، ۱۹۹۷).

در مجموع، هدف اصلی پژوهش حاضر، آزمودن همبستگی میان عملکرد حافظهٔ کاری و کارایی ریاضی کودکان، پس از کنترل هوش سیال و توانایی خواندن است که به وسیلهٔ مقیاس «یادآوری شمارش» انجام می‌شود. یادآوری شمارش به عنوان مقیاس کنشگری اجرایی عمل می‌کند که شامل دسترسی مستقیم به اعداد و دانش مبتنی بر عدد است. چنین رویکردی، بر مبنای یافته‌های هلمز و آدامز (۲۰۰۶) استوار است که اظهار می‌کنند آن دسته از مقیاسهای اجراکنندهٔ مرکزی که شامل درونداد عددیند، به اندازهٔ آنهایی که شامل درونداد کلامی هستند، در پیش‌بینی توانایی ریاضی کودکان اهمیت دارند. بر این اساس، فرض می‌شود که «یادآوری شمارش» به طور فزاینده قادر است توانایی ریاضی را، جدا از هوش سیال و توانایی خواندن، پیش‌بینی کند. علاوه بر این، با در نظر گرفتن این امکان که مهارتهای ریاضی متفاوت ممکن است به میزان متفاوتی، اجراکنندهٔ مرکزی را درگیر کنند، هدف دوم این پژوهش، ارزیابی سهم یادآوری شمارش در دامنه‌ای از مهارتهای ریاضی، شامل محاسبهٔ ذهنی و توانایی عمومی در ریاضی است که با آزمونهای استاندارد شده مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. با نظر به اجتناب پژوهشها از بررسی دامنه‌ای از مهارتهای ریاضی، شواهد محکمی که بتوانند این ادعا را تأیید کنند، به دست نیامد؛ به همین دلیل، پژوهش حاضر به منظور پاسخگویی به این سوال شکل گرفت که: آیا نقش «یادآوری شمارش» با در نظر گرفتن مهارتهای ریاضی متفاوت، تغییر می‌کند؟

روش پژوهش

گروه نمونه

شرکت‌کنندگان در پژوهش، ۷۳ دانش‌آموز پسر بودند که در سال تحصیلی ۸۶–۸۵ ، در سه مدرسهٔ ابتدایی شهر تهران تحصیل می‌کردند. اعضای گروه نمونه به روش تصادفی خوشه‌ای چند – مرحله‌ای، در طبقات، از میان مدارس ابتدایی دولتی شهر تهران انتخاب شدند. به این صورت که خوشه‌ها به روش تصادفی ساده و افراد در خوشهٔ نهایی، به صورت تصادفی

1. Smbolic- linguistic
2. Houde

نظامدار انتخاب شدند. برای این منظور، ابتدا مناطق آموزش و پرورش شهر تهران، در سه ناحیهٔ شمال، جنوب و سایر مناطق قرار گرفتند؛ سپس با مراجعه به ادارهٔ آموزش و پرورش شهر تهران، از میان مناطق آموزش و پرورش هر ناحیه، یک منطقه انتخاب شد. پس از آن، با مراجعه به فهرست آموزشگاههای پسرانهٔ مناطق انتخاب شده، از هر منطقه، یک مدرسه به صورت تصادفی انتخاب شد. در نهایت، گروه نمونهٔ مورد نیاز از میان این سه مدرسه و از روی فهرست اسامی دانش‌آموزان در مدرسه، به روش تصادفی سادهٔ نظامدار انتخاب شدند. همهٔ اعضای گروه نمونه، از پایهٔ چهارم ابتدایی انتخاب شدند. ۲۵ نفر از آزمودنیها از منطقهٔ ۵ (شمال)، ۲۵ نفر از منطقهٔ ۱۲ (مرکز) و ۲۳ نفر از منطقهٔ ۱۷ (جنوب) بودند. لازم به یادآوری است عدهٔ گروه نمونه برای تحلیل رگرسیون، عدهٔ مناسبی است (هومن، ۱۳۸٤).

طرح پژوهش

همهٔ کودکان در چهار جلسهٔ سنجش شرکت کردند. در نخستین جلسه، هر کدام از آزمودنیها، مجموعهٔ کامل آزمون کی‌مت را اجرا کردند که هر سه حیطهٔ آموزش ریاضی (مفاهیم، عملیات و کاربرد) را مورد ارزیابی قرار می‌داد. در جلسهٔ دوم، سوم و چهارم، آزمودنیها به ترتیب، آزمون ماتریسهای پیشروندهٔ ریون، آزمون توانایی خواندن و آزمون یادآوری شمارش را انجام دادند. هر کدام از آزمودنیها به طور جداگانه و در محیطی آرام در مدرسه، مورد سنجش قرار گرفتند.

ابزارهای پژوهش

تکلیف یادآوری شمارش (آلوی و دیگران، ۲۰۰۴)

این تکلیف که بر اساس تکلیف فراخنای شمردن[1] (کیس و دیگران[2]، ۱۹۸۲) طراحی شده است، برای ارزیابی فراخنای شمردن در حافظهٔ کای استفاده می‌شود (الوی و دیگران، در دست انتشار). یادآوری شمارش یکی از آزمونهای مجموعه‌ای به نام ارزیابی خودکار حافظهٔ کاری[3] است که ابزاری کامپیوتری برای ارزیابی حافظهٔ کوتاه – مدت و حافظهٔ کاری در کودکان ٤ تا ۱۱ سال است. در تکلیف فراخنای یادآوری، محرکها به صورت دیداری ارائه می‌شوند. در هر

1. Counting Span Task
2. Case
3. Automated Working Memory Assessment (AWMA)

صفحه تعدادی مثلث آبی و دایرهٔ قرمز به قطر یک سانتی‌متر و با آرایش تصادفی قرار دارند که تعدادشان از چهار تا هفت تغییر می‌کند (تصویر ۱). این صفحه‌ها به صورت توالیهایی به ترتیب ارائه می‌شوند. کوششهای تمرینی شامل توالیهای یک تا سه‌تایی و کوششهای آزمایشی، با یک بلوک یک ردیفی آغاز می‌شوند که تعداد ردیفهای دایره و مثلث در هر بلوک، به ترتیب تا ۷ افزایش پیدا می‌کند. مثلثها به عنوان موارد انحراف ارائه می‌شوند. در هر توالی ارائه شده از کودک خواسته می‌شود که تعداد دایره‌ها را در هر توالی بشمارد و سپس آنها را به همان ترتیبی که شمرده، به خاطر بسپارد. بعد از ارائهٔ توالیهای مربوط به یک بلوک و با دیدن صفحهٔ خالی روی کامپیوتر، کودک باید تعداد محرکها را به همان ترتیبی که شمرده یادآوری کند. برای مثال، در یک بلوک سه ردیفی، اگر ردیف اول شامل ٤ دایره باشد، کودک باید بشمارد: ۱، ۲، ۳، ٤ و عدد ٤ را یادآوری کند، همین طور در ردیف دوم که شامل ۵ دایره است و ردیف سوم که شامل ۷ دایره است. پاسخ درست برای این بلوک به این صورت است: ٤، ۵، ۷. نمرهٔ این آزمون بر اساس یادآوری درست توالیها محاسبه می‌شود. در برگهٔ امتیازی که برای این تکلیف در نظر گرفته شده است، ترتیب درست توالیهایی که باید یادآوری شوند، فهرست شده‌اند. بالاترین نمرهٔ یادآوری، ۱۳۲ است که به صورت کامپیوتری محاسبه شده، در اختیار آزمونگر قرار می‌گیرد. مدت زمان اجرای این آزمون ۱۵ دقیقه است.

از آزمون فراخنای شمردن در پژوهشهای متعددی، به منظور ارزیابی ظرفیت حافظهٔ کاری، استفاده شده است (برای مثال، بول و جانستون، ۱۹۹۷؛ بول و سریف، ۲۰۰۱؛ گدرکول و دیگران، ۲۰۰٤).

پایایی این آزمون با استفاده از روش آزمون – بازآزمون، ۰/۷۹ محاسبه شد (الوی و تمپل[1]، در دست انتشار). همچنین با روش دو نیمه کردن، ضریب پایایی ۰/۷۱ برای آزمون به دست آمد (گدرکول و دیگران، ۲۰۰۵).

تصویر ۱. نمونه‌ای از یک توالی سه تایی، تکلیف یادآوری شمارش
آزمون ریاضیات ایران – کی‌مت (کنولی، ۱۹۸۸؛ نقل از محمد اسماعیل، ۱۳۸۱)

1. Olvy & Temple

در این پژوهش، از آزمون تجدیدنظر شدهٔ کی‌مت استفاده شد. این آزمون که کنولی (۱۹۸۸، نقل از محمد اسماعیل، ۱۳۸۱) هنجارگزینی کرده است، به منظور تعیین نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان در حوزه‌های گوناگون ریاضی، نشان دادن اثرات آموزش ریاضی در یک برنامهٔ ترمیمی، سنجش آمادگی دانش‌آموزان برای آغاز آموزش درس ریاضی و ارائهٔ اطلاعات دقیق و کافی به معلمان برای برنامه‌ریزی و ارزشیابی برنامه‌های آموزشی، مورد توجه قرار گرفته است (محمداسماعیل، ۱۳۸۱). آزمون کی‌مت، شامل سه حیطهٔ مفاهیم، عملیات و کاربرد است.

حیطهٔ مفاهیم، از سه خرده آزمون شمارش، اعداد گویا و هندسه تشکیل شده است. این بخش، ٦٦ سؤال دارد، بنابراین بالاترین نمره‌ای که آزمودنی می‌تواند در بخش مفاهم دریافت کند ٦٦ است. حیطهٔ عملیات شامل خرده آزمونهای جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و محاسبهٔ ذهنی است. تعداد سؤالات این بخش و بالاترین نمرهٔ دریافتی ۹۰ است. حیطهٔ کاربرد نیز شامل پرسشهایی است که اندازه‌گیری، زمان و پول، حل مسئله، تفسیر و تخمین را می‌سنجند. این بخش ۱۰۲ سؤال دارد. مدت زمان اجرای کل آزمون کی‌مت مطابق دستور کار ۳۰ تا ۵۰ دقیقه است، ولی در این پژوهش، هر آزمودنی در حدود ٦۰ تا ۹۰ دقیقه زمان نیاز داشت.

آزمون کی‌مت را محمد اسماعیل، در سال ۱۳۷۸ در ایران هنجاریابی کرده است. پایایی آزمون با بهره‌گیری از روش آلفای کرونباخ، در پنج پایه، ۸۰ تا ۸٤ درصد گزارش شده است (محمد اسماعیل، ۱۳۸۱). پایایی آزمون کی‌مت در این پژوهش با بهره‌گیری از روش آلفای کرونباخ، ۰/۸۹ به دست آمد.

آزمون ماتریسهای پیش‌روندهٔ ریون (پن رز و ریون، ۱۹۳۸؛ نقل از کرمی، ۱۳۸۵)

این آزمون را که در سال ۱۹۳۸ پن رز و ریون (نقل از کرمی، ۱۳۸۵) ساخته‌اند، دارای ٦۰ سوال تصویری است و از پنج سری ۱۲ تایی (سریهای A, B, C, D, E) تشکیل شده است. این آزمون به دو شکل فردی و گروهی قابل اجراست. در این پژوهش، آزمون به صورت فردی اجرا شد. پایایی این آزمون در پژوهش حاضر، با بهره‌گیری از روش آلفای کرونباخ، ۰/۸٤ به دست آمد.

آزمون توانایی خواندن (پوراعتماد، ۱۳۸۰؛ نقل از حسینی لر، ۱۳۸۰)

این آزمون شامل یازده متن فارسی است که هر یک روی کارتی نوشته شده است. کارت شمارهٔ یک، کارت تمرین است و نتایج آن در محاسبات مورد توجه قرار نمی‌گیرد. کارتهای دو

تا یازده، کارتهای اصلی‌اند و هر دو کارت به یک پایه تعلق دارند. نخستین متن هر پایه (کارتهای ۲، ٤، ٦، ۸ و ۱۰) داستانی است که از «آزمون توانایی تحلیل خواندن نیل»[1] گرفته شده و بر اساس فهرست واژگان کتابهای فارسی هر پایه بازنویسی شده است. متن شمارهٔ دو در هر پایه (کارتهای ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱) از کتاب فارسی همان پایه اقتباس شده است. پایایی این آزمون در پژوهش حاضر ۰/۹٦ محاسبه شد.

یافته‌های پژوهش

اطلاعات توصیفی مربوط به حافظهٔ کاری، هوش سیال، توانایی خواندن، آزمون کی‌مت و حیطه‌های سه‌گانهٔ آن، در جدول ۱ آمده است. در مقایسه با میانگین بهنجار استان تهران، شرکت‌کنندگان در این پژوهش، نمراتی پایینتر را در کل آزمون کی‌مت و نیز در حیطه‌های سه‌گانهٔ مفاهیم، عملیات و کاربرد به دست آوردند (هیچ یک از آزمودنیها به خرده – آزمون اعداد گویا پاسخ درست ندادند؛ بنابراین، این خرده – آزمون از محاسبات حذف شد).

جدول شماره ۱. اطلاعات توصیفی مربوط به حافظهٔ کای، هوش سیال، توانایی خواندن، آزمون کی‌مت و حیطه‌های سه‌گانهٔ آن

مقیاسها	میانگین	انحراف معیار
یادآوی شمارش	۸۷/٦۳ (۱۱۷)	۱/۵۸
هوش سیال	۱۰۹/٤٤ (۱۳۷)	۱/۵۲
توانایی خواندن	۱/۱٦ (۲/۱۱)	۰/۰٤۰
کی‌مت (کل)	۱۰٤/۹۳ (۱۵۸)	۲/۸۱
حیطه‌های آزمون کی‌مت	۲۷/۳۷۰ (٤۱)	
مفاهیم	۲۷/۳۷ (٤۱)	٦/٤۷
عدد	۱۵/٤۸ (۲۲)	۳/٤۲
هندسه	۱۱/۸۹ (۱۹)	۳/٦۷
عملیات	٤۰/۳۱ (۵۳)	۸/۱۹
جمع	۱۰/۱۹ (۱۲)	۱/۱۵
تفریق	۹/۵۲ (۱۱)	۲/۰۳
ضرب	۹/۲۱ (۱۳)	۲/۷۷
تقسیم	٦/۷۱ (۱۲)	۲/٤۱
محاسبهٔ ذهنی	٤/٦۸ (۱۱)	۲/۵٤
کاربرد	۳۷/۲۵ (٦۷)	۱۲/۰۵
اندازه‌گیری	۱۱/۷۰ (۱۹)	۳/۲۹
زمان و پول	۷/٦۰ (۲۱)	٤/۸۱
حل مسئله	۷/۲۲ (۱٤)	۲/۹۹
تفسیر	٦/۷۳ (۱۲)	۲/۷۹
تخمین	٤/۰۰ (۹)	۱/۸۹

تعداد نمونه: ۷۳، نمرهٔ بیشینه در هر مقیاس، در پرانتز آمده است.

1. Neale Analysis of Reading Ability

تحلیل همبستگی[1]

همبستگی میان یادآوری شمارش، هوش سیال، توانایی خواندن، نمرات کل کی‌مت و حیطه‌هایش، در جدول شمارهٔ ۲ ارائه شده است. یادآوری شمارش، هوش سیال و نمرهٔ کل کی‌مت، همبستگی متقابل[2] داشتند (p <۰۱ و rs =۳۰). توانایی خواندن با یادآوری شمارش و نمرهٔ کل کی‌مت همبسته بود (p< ۰/۰۱ و rs >۳۰)، اما با هوش سیال ارتباط معنادار نداشت (ns و r=۲۰). به طور مشابه، عملکرد در حیطه‌های ریاضی نیز با هم همبستگی متقابل داشتند (دامنهٔ همبستگیها از: r=۰/۲۹ تا r=۰/۷۰). همهٔ همبستگیها در سطح معنادار بودند (پایینتر از p< ۰/۰۱).

نمرات یادآوری شمارش، ارتباط معنادار با مهارتهای ریاضی داشتند (p<۰/۰۱ و rs>۰/۲۷)، به استثنای حیطهٔ تخمین[3] که ارتباط آن معنادار نبود (ns و r= ۰/۱۷).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Correlational Analysis
2. Intercorrelated
3. Estimation

جدول شماره ۲. ضرایب همبستگی میان یادآوری شمارش، مهارتهای ریاضی، هوش سیال و توانایی خواندن

متغیرها	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸	۱۹
۱. یادآوری شمارش	–																		
۲. هوش سیال	۰/٤٦**	–																	
۳. توانایی خواندن	۰/۳٤**	۰/۲۰	–																
٤. کی‌مت (کل)	۰/٥۲**	۰/٦٦**	۰/۳٤**	–															
٥. مفاهیم	۰/٥۲**	۰/٦٦**	۰/۳۲**	۰/۸٦**	–														
٦. عدد	۰/٥٥**	۰/٦۸**	۰/۳۰**	۰/۸۲**	۰/۹۱**	–													
۷. هندسه	۰/٤۰**	۰/٥٤**	۰/۲۸**	۰/۷٥**	۰/۹۲**	۰/٦۷**	–												
۸. عملیات	۰/٤۸**	۰/٥۰**	۰/۳۰**	۰/۸۳**	۰/٦٥**	۰/٦٥**	۰/٥٤**	–											
۹. جمع	۰/۳۰**	۰/۳۷**	۰/۱۰	۰/٥٥**	۰/٤۰**	۰/۳۸**	۰/۳٤**	۰/٦٦**	–										
۱۰. تفریق	۰/٤٤**	۰/٤۸**	۰/۲۰	۰/۷٤**	۰/٦۰**	۰/٥۹**	۰/٥۱**	۰/۸۸**	۰/٥۹**	–									
۱۱. ضرب	۰/٤۲**	۰/٤۱**	۰/۳۱**	۰/٦٦**	۰/٤۸**	۰/٤۸**	۰/٤۰**	۰/۸۳**	۰/٤۰**	۰/٦۲**	–								
۱۲. تقسیم	۰/۳٥**	۰/۳٥**	۰/۳۱**	۰/٦۹**	۰/٥۸**	۰/٥۹**	۰/٤۸**	۰/۸۱**	۰/٤۱**	۰/٦۲**	۰/٤۷**	–							
۱۳. محاسبهٔ ذهنی	۰/۳۱**	۰/۳۲**	۰/۲۰	۰/٦۳**	۰/٤٦**	۰/٤٦**	۰/۳۹**	۰/٤٤**	۰/۲٦*	۰/۳۸**	۰/۳۱**	۰/٤۲**	–						
۱٤. کاربرد	۰/٤۳**	۰/٦۲**	۰/۳۱**	۰/۹٤**	۰/۷۱**	۰/٦۹**	۰/٦۱**	۰/٦٦**	۰/٤٦**	۰/٥۸**	۰/٥۳**	۰/٥۳**	۰/٥٥**	–					
۱٥. اندازه‌گیری	۰/۳۸**	۰/٥۸**	۰/۲۰	۰/۷٦**	۰/٦۲**	۰/٥٤**	۰/٥۹**	۰/٥۸**	۰/٤٦**	۰/٥٥**	۰/٤۷**	۰/٤۱**	۰/۳۳**	۰/۷۹**	–				
۱٦. زمان و پول	۰/۳٦**	۰/٤۰**	۰/۲٥*	۰/۷۲**	۰/٥۲**	۰/٥۰**	۰/٤٥**	۰/٤۲**	۰/۳۲**	۰/۳۳**	۰/۳۰**	۰/٤۰**	۰/٤٥**	۰/۸۲**	۰/٤۸**	–			
۱۷. حل مسئله	۰/۳۹**	۰/٤۹**	۰/۳۰**	۰/۸۸**	۰/٦٦**	۰/۷۰**	۰/٥۰**	۰/٦۲**	۰/۲۹*	۰/٥٤**	۰/٥۰**	۰/٥٦**	۰/٥۸**	۰/۷٤**	۰/٥۰**	۰/٤۲**	–		
۱۸. تفسیر	۰/۲۷**	۰/٥۷**	۰/۱۰	۰/۷۰**	۰/٤۷**	۰/٥۰**	۰/۳٦**	۰/٥۱**	۰/٤۱**	۰/٤۷**	۰/٤٦**	۰/۳۱**	۰/۳۳**	۰/۷۸**	۰/٥۹**	۰/٥۱**	۰/٥۷**	–	
۱۹. تخمین	۰/۱۷	۰/۳۰**	/۳۱**	۰/٥٥**	۰/٤۰**	۰/۳۳**	۰/۳۹**	۰/۳۸**	۰/۲۹**	۰/۳٦**	۰/۲۹**	۰/۳۰**	۰/٤۰**	۰/٥۹**	۰/٤۰**	۰/٤۳**	۰/۳٤**	۰/٥٥**	–

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تحلیل رگرسیون[1]

به منظور بررسی سهم نمرات یادآوری شمارش، در تبیین تغییرات مربوط به نمرات آزمون کی‌مت، از روش تحلیل رگرسیون چند – متغیری استفاده شد. نتایج این تحلیل در جدول ۳ نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که نمونهٔ مورد بررسی در پژوهش حاضر، هم از نظر تعداد و هم از نظر دارا بودن مفروضات تحلیل رگرسیون (مستقل بودن و نرمال بودن توزیع نمرات، یکسانی واریانس نمرات و ارتباط خطی میان متغیرها) نمونه‌ای مناسب برای تحلیل رگرسیون بود.

ابتدا، تحلیل رگرسیون سادهٔ خطی نشان داد که «یادآوری شمارش» ۲۸٪ از واریانس در نمرات کل ریاضی را در کودکان تبیین می‌کند (الگوی ٤–۱). به طور مشابه، الگوهای ۱–۱، ۲–۱ و ۳–۱ نشان می‌دهند که «یادآوری شمارش» ۲۷٪ ، ۲٤٪ و ۱۹٪ از تغییرات را به ترتیب در مفاهیم، عملیات و کاربرد تبیین می‌کند. سپس از روش تحلیل رگرسیون چند متغیری با گامهای ثابت[2] استفاده شد تا سهم خالص یادآوری شمارش در تبیین واریانس نمرات ریاضی بررسی شود (الگوهای ۱–۲، ۲–۲، ۳–۲ و ٤–۲ در جدول ۳). در هر الگو، نمرات آزمون کی‌مت، نقش متغیر ملاک را ایفا می‌کند و سهم خالص یادآوری شمارش (که با R^2 اندازه‌گیری شد) به عنوان متغیر پیش‌بین، وارد تحلیل شده است. هر الگو دو گام دارد. در گام اول، نمرات هوش سیال و توانایی خواندن و در گام دوم، نمرات یادآوری شمارش وارد معادله شدند. هر الگو مربوط به قدرت تبیین – کنندهٔ یادآوری شمارش در هر یک از حیطه‌های آزمون کی‌مت است.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌کنید، نمرات یادآوری شمارش می‌توانند ۰/۰٤ درصد از واریانس نمرات کل آزمون کی‌مت (الگوی ٤–۲) و ۰/۰۱ از واریانس نمرات در حیطه کاربرد (الگوی ۳–۲) را تبیین کنند.

1. Regression Analyses
2. Fixed – Order Multiple Regression

جدول شماره ۳. تحلیل رگرسیون چند متغیری، با گامهای ثابت، برای پیش‌بینی واریانس یگانهٔ عملکرد ریاضی، با کنترل هوش سیال و توانایی خواندن

متغیرهای پیش‌بین	نمرات پیش‌بینی شدهٔ ریاضی	الگو	ترتیب ورود متغیرها به معادلهٔ رگرسیون	B	SE	β	R^2	$R^2\ \Delta$	F
یادآوری شمارش	مفاهیم	۱-۱	۱. یادآوری شمارش	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۵۲	۰/۲۷	۰/۲۷	۲۵/۷۹***
			۱. توانایی خواندن و	۲/۵۷	۱/٦۷	۰/۱٤	۰/٤۸	۰/٤۸	
		۲-۱	هوش	۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۵۳			۲٤/۲۱***
			۲. یادآوری شمارش	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۵۱	۰/۰٤	
	عملیات	۱-۲	۱. یادآوری شمارش	۰/۳	۰/۰٦	۰/٤۹	۰/۲٤	۰/۲٤	۲۲/۷۸***
			۱. توانایی خواندن و	۳/۲۷	۲/٤۱	۰/۱٤	۰/۳	۰/۳	
		۲-۲	هوش	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۳۵			۱۵/۲۵***
			۲. یادآوری شمارش	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۲۸	۰/۳٦	۰/۰٦	
	کاربرد	۱-۳	۱. یادآوری شمارش	۰/۳۹	۰/۱	۰/٤۳	۰/۱۹	۰/۱۹	۱٦/۳۸***
			۱. توانایی خواندن و	۵/٤٦	۳/۳٦	۰/۱٦	۰/٤۲	۰/٤۲	
		۲-۳	هوش	۰/٤۸	۰/۱	۰/۵۲			۱۷/۲٦***
			۲. یادآوری شمارش	۰/۱۲	۰/۱	۰/۱٤	۰/٤۳	۰/۰۱	
	نمرهٔ کل آزمون ریاضی	۱-٤	۱. یادآوری شمارش	۰/۹۳	۰/۱۸	۰/۵۲	۰/۲۸	۰/۲۸	۲٦/۹۳***
			۱. توانایی خواندن و	۱/۳۱	٦/۱۲	۰/۱٦	۰/٤۹	۰/٤۹	
		۲-٤	هوش	۰/۹۷	۰/۱۸	۰/۵۳			۲۵/۱۳***
			۲. یادآوری شمارش	۰/٤	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۵۲	۰/۰٤	

*** معناداری در سطح ۰/۰۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر، ارتباطی معنادار را میان حافظهٔ کاری و دستاوردهای ریاضی در کودکان نشان می‌دهند. تحلیل رگرسیون نشان داد که یادآوری شمارش ۲۸ درصد از واریانس نمرات کل آزمون ریاضی کودکان را تبیین کرد؛ گرچه این تبیین با متغیری دیگر چون هوش سیال، به عنوان یک سازهٔ شناختی سطح بالا (کانوی و دیگران، ۲۰۰۳) صورت گرفت. این نتیجه نشان می‌دهد که یادآوری شمارش، به منزلهٔ یکی از اجزای کنشگری اجرایی حافظهٔ کاری (بدلی، ۱۹۸٦؛ بدلی و هیچ، ۱۹۷٤)، تبیین‌کنندهٔ دقیقی از عملکرد ریاضی در کودکان است. بنابراین، همانطور که در پژوهشهای اخیر ادعا می‌شود (به عنوان مثال، هلمز و آدامز، ۲۰۰٦)، با این یافته، درگیری حافظهٔ کاری درتوانایی ریاضی کودکان تأیید می‌شود؛ به خصوص، نقش

پیش‌بینی‌کنندهٔ حافظهٔ کاری در مهارتهای گوناگون ریاضی مبتنی بر برنامهٔ درسی مدارس ایران آشکار شده است. این یافته با یافته‌های پیشین گدرکول و پیکرینگ (۲۰۰۰ آ) هماهنگ است که در آنها نشان دادند کودکان دارای سطوح پایین پیشرفت تحصیلی، در مقیاسهای کنش اجرایی نیز آسیبهایی را نشان می‌دهند.

در این پژوهش، روابط میان هر یک از حیطه‌های آزمون ریاضی که به عنوان حیطه‌های دانش ریاضی مبتنی بر برنامهٔ درسی مطرح می‌شوند، با توانایی یادآوری شمارش بررسی شد. نتایج تحلیل رگرسیون نشان داد که مطالبات حافظهٔ کاری روی مهارتهای گوناگون ریاضی متفاوت است؛ به این صورت که یادآوری شمارش، بیشتر از همه، تغییرات در عملیات ریاضی (۲۷ درصد)، پس از آن، تغییرات در مفاهیم ریاضی (۲٤ درصد) و در نهایت، تغییرات در کاربرد دانش ریاضی (۱۹ درصد) را تبیین می‌کند.

ارتباط بالای میان یادآوری شمارش و هوش سیال ($p<۰/۰۱$ و $r= ۰/٤٥$) از یک طرف و روابط بالای میان هوش سیال و نمرات ریاضی ($p<۰/۰۱$ و $r= ۰/٦٦$) از طرف دیگر، در کنار نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون، نشان می‌دهند که مقیاس مورد استفاده در این پژوهش برای ارزیابی اجراکنندهٔ مرکزی، با یک منبع عمومی‌تر مانند هوش، در ارتباط است. در واقع، ظرفیت اجراکنندهٔ مرکزی یا در مفهوم کلی‌تر، ظرفیت حافظهٔ کاری، با هوش سیال یا همان عامل g اسپیرمن[1] در ارتباط است (برای مثال، میاک و دیگران، ۲۰۰۱) و تواناییهای مربوط به حافظهٔ کاری، پیش‌بینی‌کنندهٔ عملکرد در آزمونهای هوش عمومی است (برای مثال، کارپنتر و دیگران، ۱۹۹۰؛ انگل و دیگران، ۱۹۹۹). پژوهش حاضر، شواهدی نیرومند را دربارهٔ نقش هوش عمومی در توانایی ریاضی ارائه می‌کند؛ به این صورت که روابط معنادار میان ظرفیت اجراکنندهٔ مرکزی و دامنه‌ای از تواناییهای ریاضی، بعد از کنترل دو متغیر هوش سیال و توانایی خواندن، به میزانی قابل توجه کاهش می‌یابد.

به عنوان نتیجه، این پژوهش شواهدی را برای درگیری حافظهٔ کاری در مهارتهای ریاضی کوکان فراهم می‌کند. دلالتهای عملی این پژوهش در آموزش به این صورت است که ارزیابی حافظهٔ کاری می‌تواند پیش‌بینی‌کنندهٔ پیشرفت تحصیلی در سالهای آتی باشد (برای مثال،

1. Spearman, C.

گدرکول و پیکرینگ، ۲۰۰۰ ب) و تلاش برای گزینش کودکان دارای حافظهٔ کاری آسیب‌دیده می‌تواند در شناسایی کودکانی که در خطر مشکلات ریاضی هستند، کمک کند (گدرکول و پیکرینگ، ۲۰۰۱).

پژوهش حاضر با محدودیتهای متعدد مواجه بود. یکی از مهمترین آنها معدود و همگن بودن گروه نمونه بود. بنابراین نمی‌توان بر اساس نتایج این پژوهش مشخص کرد که آیا بر مبنای یک گروه نمونهٔ بزرگتر و نیز آزمودنیهای دختر و پسر، نتایج متفاوت خواهند بود یا خیر. محدودیت دیگر، نبود ارزیابی سایر بخشهای حافظهٔ کاری (مانند حلقهٔ آوایی و دفتر یادداشت دیداری – فضایی) است که نتیجه‌گیری دربارهٔ نقش اجراکنندهٔ مرکزی را در عملکرد کودکان در ریاضیات محدود می‌کند. همچنین،کم بودن تعداد پژوهشهای صورت گرفته در ایران در زمینهٔ کنشهای گوناگون اجراکنندهٔ مرکزی، نتایج مربوط به روایی و پایایی ابزارهای مورد استفاده را محدود می‌کند.

سرانجام اینکه به دلیل محدود بودن گروه نمونه، نتایج باید با احتیاط تفسیر شوند و لازم است پژوهشهای بیشتر با گروههای نمونهٔ بزرگتر تکرار شوند تا یافته‌های این پژوهش گسترش یابد.

نتایج پژوهش حاضر می‌تواند برای مطالعات آتی در زمینهٔ روابط حافظه کاری با دستاوردهای تحصیلی کودکان سودمند باشد. پیش از به کاربردن مقیاسهای حافظهٔ کاری در موقعیتهای آموزشی، اطلاعات هنجاری و روانسنجی بیشتری، از جمله مطالعاتی که روایی سازه[1]، همگرا[2] و تمیزی[3] سازه‌های اجراکنندهٔ مرکزی، حلقهٔ آوایی و دفتر یادداشت دیداری – فضایی را بررسی کنند، مورد نیازند. همچنین، لازم است که روایی و سودمندی آموزشی مقیاسهای حافظهٔ کاری به این صورت مشخص شوند که آیا ساختار چند – بخشی حافظهٔ کاری در الگوی بدلی با پیامدهای حیاتی دیگر، بجز عملکرد تحصیلی در ریاضی، برای مثال در پیشرفت تحصیلی به طور کلی، ارتباط دارد یا خیر. همچنین، تغییرات تحولی در فرآیندهای حافظهٔ کاری که در عملکرد ریاضی کودکان سنین پایینتر درگیر هستند (برای مثال، بین ۷ تا ۱۰

1. Construct Validity
2. Convergent Validity
3. Discriminant Validity

سالگی) نشان می‌دهند که پژوهشهای آتی باید روی گروههای سنی که در آنها این تغییرات اتفاق می‌افتد، تمرکز کنند. چنین مطالعاتی می‌توانند اطلاعاتی مفید را برای کاربرد آموزشی فراهم کنند.

در نهایت، با توجه به اینکه پژوهشها نشان داده‌اند که عملکرد حساب در کودکان بهنجار، درتکالیف مربوط به ظرفیت حافظهٔ کاری، با عملکرد کودکان دارای مشکلات ریاضی که در حل مسائل حساب کندتر عمل می‌کنند، قابل مقایسه است (برای مثال، گیری، ۱۹۹۳؛ هیچ و مک آلی[1]، ۱۹۹۱؛ پاسولونگی و زیگل، ۲۰۰۱؛ سوانسن، ۱۹۹۳). پژوهشهای آتی باید تلاش کنند تا بر اساس این واقعیت که ناتوانی ریاضی اغلب به وجود محدودیتهایی در حافظهٔ کاری و به خصوص، محدودیتهای در کنش اجرایی حافظهٔ کاری نسبت داده می‌شود (برای مثال، مک‌لین[2] و هیچ، ۱۹۹۹؛ پاسولونگی[3] و زیگل، ۲۰۰۱) به طراحی برنامه‌های مداخله‌ای اقدام کنند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. McAuley
2. McLean
3. Passolunghi

منابع

حسینی لر, فخرالسادات (۱۳۸٤). *مقایسهٔ مهارتهای واج‌شناختی در دو زیر گروه ادراکی و زبانی اختلال خواندن*، به راهنمایی دکتر پوراعتماد. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

کرمی، ابوالفضل (۱۳۸۵). *اندازه‌گیری هوش کودک*، آزمونهای روان‌سنجی، شمارهٔ ۲. تهران: روان‌سنجی.

محمداسماعیل، الهه (۱۳۷۸). *انطباق و هنجارگزینی آزمون پیشرفت تحصیلی ریاضی ایران – کی‌مت*. تهران: پژوهشکدهٔ کودکان استثنایی.

هومن، حیدرعلی (۱۳۸٤). *مدل‌یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم‌افزار لیزرل*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت).

Ackerman, P. L (1988). Determinants of individual differences during skill acquisition: cognitive abilities and information processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 288-318.

Ackerman, P. T & Dykman, R. A (1995). Reading – disabled students with and without comorbid arithmetic disability. *Developmental Neuropsychology*, 11, 351-371.

Alloway, T. P, Gatherocole, S. E & Pickering, S. J (2004). *Automated Working Memory Assessment*. Durham University, UK.

Alloway, T. P, Gatherocole, S. E & Pickering, S. J (2006). Verbal and visuo – spatial short-term and working memory in children: are they separable? *Child Development. 77*,1698-1716.

Alloway, T. P & Temple, K. J (2007). A comparison of working memory profiles and learning in children with developmental coordination disorder and moderate learning difficulties. *Applied Cognitive Psychology*, *21*,473-487.

Andersson, U & Lyxell, B (2006). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology* Article obtained from www.sciencedirect.com on July, 2007.

Atkinson, R. c & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence (Ed). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 2, pp. 89-195). New York: Academic Press.

Baddeley, A. D (1986). *Working memory* .Oxford, UK: Clarendon.

Baddeley, A. D (1990). *Human memory: Theory and practice*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum.

Baddeley, A. D (1993). Working memory or working attention? In A. D. Baddeley & L. Weiskrantz (Eds), *Attention: Selection, awareness, and control – A tribute to Donald Broadbent* (pp. 152-170). New York: Oxford University Press.

Baddeley, A. D (1997). *Human memory: Theory and practice*. Hove, UK: Psychology Press.

Baddeley, A. D & Hitch, G (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed). *The psychology of learning and motivation* (pp. 47-89). New York: Academic Press.

Barrouillet, P, Bernardin, S, & Camos , V (2004). Time constraints and resource sharing in adults working memory spans. *Journal of Experimental Psychology*: General, 133, 83-100.

Barrouillet, P, & Lepine , R (2005). Working memory and children's use of retrival to solve addition problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 183-204.

Bull, R, & Johnston, R. S (1997). Children's arithmetical difficulties:contributions from processing speed, item identification, and short – term memory, *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, 1-24.

Bull. R, Johnston, R. S & Roy, J. A (1999). Exploring the roles of the visual – spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 15, 421-442.

Bull, R, & Scerif, G (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematical ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273-293.

Case, R, Kurland, D. M, & Goldberg, J (1982). Operational efficiency and the growth of short – term memory span . *Journal of Experimental Child Psychology* 33. 386-404.

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.

Conway, A. R. A, Kane, M. J, & Engle, R. W (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 547-552.

Cowan, N (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York: Oxford University Press.

Cowan, N (1995). An embedded – process model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62-101). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Daneman, M, & Carpenter, P. A (1980). Individual differences in working memory and reading . *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.

Daneman, M, & Tardif, T (1987). Working memory and reading skill reexamined. In M. Coltheart (Ed), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (pp. 491-508). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Engle, R. W, Kane , M. J, & Tuholski, S. W (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shal (Eds). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). NY: Cambridge Univ. Press.

Gathercole, S. E, & Alloway , T. P (2005). *Understanding working Memory: A classroom guide*. Available from the authors on request.

Gathercole, S. E, & Pickernig, S. J (2000a). Workig memory deficits in children with low achievements in the national curriculum ant 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.

Gathercole, S. E, & Pickernig, S. J (2000b). Workig memory deficits in children with low achievements in the national curriculum ant 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.

Gathercole, S. E, & Pickernig, S. J (2001). Workig memory deficits in children with speial educational needs. *British Journal of Special Education*, 28, 89-97.

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

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

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

Geary, D. C (1993) Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin, 114*, 345-362.

Geary, D. C & Brown, S. C (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed – of – processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 398-406.

Geary, D. C, Hamson, C. O, & Hoard, M. K (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology, 77*, 236-263.

Gelman, R, & Meck, E (1983). Preschooler's counting: Principles befor skill. *Cognition*, 13, 343-359.

Hecht, S. A. Torgesen, J. K, Wagner, R. K, & Rashotte, C. A (2001). The relations between phonological processing abilities and emerging indigidual differences in mathematical computation skills: a longitudinal study from second to Fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology, 79*, 192-227.

Hitch, G. J, & McAuley, E (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology*, 82, 375-386.

Holmes, J & Adams, J. W (2006). Working memory and children's mathematical skills: implications for mathematical development and mathematical curricula. *Educational Psychology, 26* (3), 339-366.

Houde, O (1997). Numerical development: From the infant to the child. Wynn's (1992) paradigm in a 2- and 3- year olds. *Cognitive Development*, 12, 373-391.

Imbo, I. & Vandierendonck, A (2006). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology*. Article obtained from www.sciencedirect.com on July, 2007.

Jarvis, H. L , & Gathercole, S. E (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology, 7*, 377-380.

Jonides, J, Lacey, S. C, & Nee, D. E (2005). Processes of working memory in mind and brain. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 2-5.

Kane, M. J, Hambrich, 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 Visuospatial Memory Span and Reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General, 133* (2), 189-217.

Lehto, J (1996). Are executive function tests dependent on working memory capacity? *Quarterly Journal of Experimental Psychology* A, 49, 29-50.

Lewis, C, Hitch, G. J, & Walker, P (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9-and 10-year okd boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiarty, 35*, 283-292.

Logie, R. H, & Baddeley, A. D (1987). Cognitive processes in counting. *Jornal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 13, 310-326.

Logie, R. H, Gilhooly, K. J, & Wynn, V (1994). Counting on working memory in arithmetic problem solving. *Memory & Cognition*, 22, 395-410.

Lovett, M. C, Reder, L. M & Lebiere, C (1999). Modeling working memory in a unified architecture: an ACT-R perspective. In A. Miyake & P. Shah (Eds). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 35-182).

Lyons, G. R, Fletcher, J. M, & Barnes, M. C (2003). Learning disabilities. In E. J. Mash & R. A. Barkley (Eds). *Child Psychopathology, 2nd Ed*. (pp. 520-586). NY: *The Guilford* Press.

McCloskey, M, Aliminosa, D, & Macaruso, P (191). Thery – based assessment of acquired dyscalculia. *Brain and Cognition*, 17, 285-308.

McKenzie, B, Bull, R, & Gray, C (2003). The effects of phonological and visual- spatial interference on children's arithmetic. *Educational and Child Psychology, 20*, 93-118.

McLean, J, & Hitch, G. J (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 240-260.

Meichenbaum, D & Biemiller, A (1998). *Nurturing independent learners: Helping students take charge of their earnin*g. Cambridg, MA: Brookline.

Miyake, A (2001). Individual differences in working memory: Introduction to the special section. *Journal o Experimental Psychology: General, 130*, 163-168.

Miyake, A, Friedman, N. P, Emerson, M. J, Witzki, A. H& Howerter, A (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49-100.

Ostad, S. A (1997). Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology, 67*, 345-357.

Passolunghi,M. C, & Siegel, L. S (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. Journal of Experimental Child Psychology, 80, 44-57.

Rasmussen, C & Bisanz, J (2005) Reprenentation and working memory in early arithmetic *Journal of Experimenal Child Psychology, 91*, 137-157.

Rourke, B. P (1993). Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 214-26.

Shah, P, & Miyake, A (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Exprimental Psychology: General*, 125, 4-27.

Shalev, R. S, Auerbach, J, Manor, O, & Gross- Tsur, V (2000). Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. *European child and Adolescent Psychiatry, 9, 58-64.*

Siegler, R. S (1996). Emerging minds: The process of change in children's thinking. New York: Oxford University Press.

Siegler,R. S (2005). Children's learning *American Psychologist*, 60, 769-778.

Siegler, R. S & Shrager, J (1984). Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed), *Origins of cognitive skills* (pp. 229-293). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Swanson, H. L (1992). Generality and modifiability of working memory anong dkilled and less skilled readers. *Journal of Educational Psychology*, 84, 473-488.

Swanson, H. L (1993). Executive processing in learning disabled readers. Intelligence, 17, 117—149.

Swanson, H. L (2004). Working memory and phonological processing as predictors of childrin's mathematical problem solving at differint ages. *Memory & Cognition*, 32, 648-661.

Swanson, H. L & Beebe – Frankenberger, M (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serius math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96, 471-491.

Sweet, A. P , & Snow , C. E (Eds) (2003). *Rethinking reading comprehension*, New York: Guilford Press.