Quarterly Journal of
Child Mental Health
Vol. 6, No. 2, Summer 2019

Research Paper

Study of Numerical Processing Speed, Implicit and Explicit Memory, Active and Passive Memory, Conservation Abilities, and Visual-Spatial Skills of Students with Dyscalculia

Somayeh Keshavarz[1], Alireza Kakavand[*2]

1. Assistant Professor, Department of Psychology, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
2. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Citation: Keshavarz S, Kakavand A. Study of numerical processing speed, implicit and explicit memory, active and passive memory, conservation abilities, and visual-spatial skills of students with dyscalculia. Quarterly Journal of Child Mental Health. 2019; 6(2): 53-67.

http://dx.doi.org/10.29252/jcmh.6.2.6

ARTICLEINFO

Keywords:
Cognitive-perceptual characteristics,
learning disorder,
dyscalculia,
normal students

Received: 20 Nov 2018
Accepted: 13 Mar 2019
Available: 7 Aug 2019

ABSTRACT

Background and Purpose: Learning disorder is one of the common disorders in students, which can lead to the occurrence of educational problems and secondary disorders in them. Based on psychopathological criteria, dyscalculia is one of the subcategories of learning disorder. Children with this disorder have problems in perception of spatial relations and in different cognitive abilities. Therefore, the present research aimed to compare the cognitive-perceptual abilities like numerical processing, implicit and explicit memory, active and passive memory, conservation ability, and visual-spatial skills in children with dyscalculia and normal students.

Method: This study was of causal- comparative design. The sample consisted of 70 students with learning disorder selected by convenience sampling from centers for learning disability in Karaj and Qazvin and 80 normal students selected by multistage random sampling. The used instruments included *Wechsler Intelligence Scale (WIS), Visual- Spatial Memory Test* (Cornoldi, 1995), *Active - Passive Memory Test* (Cornoldi, 1995), *Explicit and Implicit Memory Test* (Snodgrass and Vanderwart, 1980), *Iran Key Math Diagnostic Test* (Cornoli et al., 1976), *Numerosity Processing Speed Test* (Cappelletti et al., 2007), and *Conservation of Liquid Task* with Bogardo and Russ method (1991). Data were analyzed by multivariate analysis of variance.

Results: The findings demonstrated that there were significant differences between the groups in terms of liquid conservation, explicit memory, active memory, numerical processing speed, and visual-spatial skills ($p < 0.001$). However, no significant difference was observed between the groups in the components of passive and implicit memory ($p < 0.05$).

Conclusion: Based on the obtained results, it can be concluded that the children with dyscalculia have more problems in conservation ability, visual-spatial ability, and numerical processing speed. These deficits are not related to the intelligence but to the executive functions, especially the active memory. Therefore, it can be suggested that these components are among the distinctive characteristics of this group of students with special learning disability and should be paid special attention at the time of identification and planning for treatment.

* **Corresponding author:** Alireza Kakavand, Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
E-mail addresses: Ar.kakavand@soc.ikiu.ac.ir

2476-5740/ © 2019 The Authors. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/).

مقاله پژوهشی

مطالعه سرعت پردازش عددی، حافظه آشکار و نهان، فعال و منفعل، توانایی نگهداری ذهنی، و مهارت های دیداری- فضایی دانش‌آموزان با اختلال ریاضی

سمیه کشاورز[۱]، علیرضا کاکاوند*[۲]

۱. استادیار گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

۲. دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

مشخصات مقاله

کلیدواژه‌ها:
ویژگی‌های شناختی - ادراکی،
اختلال یادگیری،
اختلال ریاضی،
دانش‌آموزان بهنجار

دریافت شده: ۹۷/۰۸/۲۹
پذیرفته شده: ۹۷/۱۲/۲۲
منتشر شده: ۹۸/۰۵/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: اختلال یادگیری یکی از اختلال‌های شایع در دانش‌آموزان است که موجب بروز مشکلات تحصیلی و اختلال‌های ثانوی در آنها می‌شود. اختلال یادگیری ریاضی بر طبق ملاک‌های آسیب‌شناسی روانی یکی از زیرمجموعه‌های ناتوانی یادگیری است. کودکان مبتلا به این اختلال مشکلاتی در روابط فضایی و توانایی‌های مختلف ادراکی دارند. بدین ترتیب هدف از پژوهش حاضر مقایسه ویژگی‌های شناختی- ادراکی مانند سرعت پردازش عددی، حافظه آشکار و نهان، فعال و منفعل، توانایی نگهداری ذهنی، و مهارت‌های دیداری - فضایی در دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی و بهنجار است.

روش: طرح پژوهش، توصیفی از نوع علی-مقایسه‌ای است. به همین منظور از مراکز اختلال‌های یادگیری شهرکرج و قزوین ۷۰ دانش‌آموز دارای اختلال یادگیری به شکل در دسترس و ۸۰ دانش‌آموز فاقد این اختلال نیز به روش نمونه‌گیری تصادفی چندمرحله‌ای انتخاب و مورد آزمون قرار گرفتند. جهت جمع‌آوری داده‌ها از آزمون هوش وکسلر، آزمون حافظه دیداری- فضایی (کورنولدی ۱۹۹۵)، آزمون حافظه فعال و منفعل (کورنولدی ۱۹۹۵)، آزمون حافظه آشکار و نهان (اسنودگراس و ویندرورت ۱۹۸۰)، آزمون تشخیصی ایران کی‌مت (کورنولی و همکاران ۱۹۷۶)، آزمون سرعت پردازش عددی (کاپلتی و همکاران ۲۰۰۷) و تکلیف نگهداری ذهنی مایع به روش بوگاردو و روس (۱۹۹۱) استفاده شد. داده‌ها با روش تحلیل واریانس چندمتغیره تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بین گروه‌ها در مؤلفه‌های نگهداری ذهنی مایع، حافظه آشکار، حافظه فعال، سرعت پردازش عددی، و مهارت دیداری - فضایی به لحاظ آماری تفاوت معنادار وجود دارد ($p<۰/۰۰۱$)، اما بین گروه‌ها در دو مؤلفه حافظه نهان و منفعل ($p>۰/۰۵$) تفاوت وجود ندارد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط کرد که توانایی نگهداری ذهنی، مهارت دیداری –فضایی، و سرعت پردازش عددی از مؤلفه‌هایی هستند که بیشتر در گروه‌های دارای اختلال ریاضی با اشکال روبه‌رو هستند. این ضعف‌ها مرتبط به هوش افراد نیست، که مربوط به نارسایی در کنش‌های اجرایی به طور خاص حافظه فعال است. بنابراین می‌توان بیان کرد این مؤلفه‌ها از ویژگی‌های متمایزکننده این گروه از دانش‌آموزان دارای نارسایی ویژه در یادگیری هستند که باید در هنگام شناسایی و برنامه‌ریزی جهت درمان به آنها توجه خاص داشت.

* **نویسنده مسئول:** علیرضا کاکاوند، دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

پست الکترونیکی: Ar.kakavand@soc.ikiu.ac.ir

تلفن: ۰۲۸-۳۳۷۸۰۰۲۱

مقدمه

افراد مبتلابه اختلال یادگیری[1]، دارای مشکلات ویژه‌ای در حوزه تحصیلی (خواندن، نوشتن و ریاضی) هستند. بر اساس راهنمای تجدیدنظر شده تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی[2]، حدود ۲ تا ۱۰ درصد از کودکان مبتلا به این اختلال هستند و معمولاً تعداد پسرهای مبتلا به این اختلال، سه برابر بیشتر از دخترها است (۱). در ویرایش پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی، اختلال یادگیری به اختلال یادگیری خاص تغییر نام داده است و اختلال خواندن، نوشتن و ریاضی که هر یک به‌عنوان یک اختلال مستقل شناخته می‌شدند، اکنون به‌عنوان یک نشانگر یا تصریح‌کننده در اختلال یادگیری خاص در نظر گرفته شدند. بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که اختلال یادگیری شرایط عصبی–زیستی است و امروزه از فن‌آوری‌های الکتروفیزیولوژیک[3] و تصویربرداری مغز به‌منظور افزایش دقت تشخیصی و روشن شدن زمینه عصبی–زیستی در شناسایی اختلال‌های یادگیری استفاده می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از ابزارهای الکترو انسفالوگرافی، پتانسیل‌های مربوط به رویداد، پتانسیل‌های برانگیخته بی‌نظمی‌های مغزی، و عملکرد نابهنجار مغز را در افراد مبتلا به اختلال‌های یادگیری شناسایی کرده است (۲).

شواهد پژوهشی در سبب‌شناسی اختلال به‌طور ویژه بر دو ساختار مغزی تأکید دارند، قطعه آهیانه‌ای و پیشانی و مکانیسم‌هایی که توسط این دو قطعه مهار می‌شود. یکی از مکانیسم‌های قطعه پیشانی که بسیار مهم است کنش‌های اجرایی[4] است. کنش‌های اجرایی در ادبیات عصب‌روان‌شناختی، آن دسته از فرایندهای شناختی هستند که تحت عنوان رفتارهای جهت‌دار و هدف‌مدار شناخته می‌شوند و دربرگیرنده دامنه وسیعی از فرایندهای شناختی و توانایی‌های رفتاری است که استدلال، حل مسئله، برنامه‌ریزی، توانایی‌های توجه پایدار، مقابله با تداخل و عملکرد چندتکلیفی را شامل می‌شود. حافظه فعال، بازداری، و انعطاف‌پذیری ذهنی به ترتیب به‌عنوان هسته مرکزی کنش‌های اجرایی در عملکرد یادگیری شناخته می‌شوند (۲ و ۳).

پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که کودکان با اختلال‌های یادگیری، نارسایی ویژه‌ای در حافظه فعال دارند (۴). یکی از جدیدترین نظریات مربوط به حافظه که محور پژوهش‌های بسیاری شده است مدل حافظه فعال بدلی[5] است. بر طبق نظر بدلی (۲۰۰۷)، حافظه فعال، سیستمی متشکل از مؤلفه‌های حافظه مربوط به هم است که در قسمت‌های مختلف مغز قرار گرفته‌اند و برای ذخیره کوتاه‌مدت و دستکاری اطلاعات لازم برای تکلیف شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حافظه فعال شامل یک مجری مرکزی و چند نظام فرعی است. مجری مرکزی یک نظام مهار توجه است که در هماهنگی و سازمان‌دهی تکالیف نقش دارد. دومین مؤلفه در حافظه فعال، طرح دیداری فضایی است که در نگهداری تصاویر، عکس‌ها و اطلاعات مربوط به مکان‌ها نقش دارد. سومین بخش مدار آوایی است که در ذخیره مطالب گفتاری مانند اعداد، لغات، و جملات نقش دارد. مؤلفه چهارم ذخیره موقت رویدادی است که این مؤلفه اطلاعات را از دو مؤلفه فرعی حافظه فعال یعنی مدار آوایی و بخش دیداری فضایی و از حافظه بلندمدت فراهم کرده و با هم یکپارچه و هماهنگ می‌کند (۱).

رادکین، پیرسون و لوجی (۵) بیان می‌کنند که طرح دیداری–فضایی یکی از مؤثرترین عوامل در یادگیری ریاضی است و از بین اجزا حافظه فعال، بیشترین ارتباط را با یادگیری ریاضی دارد. همچنین ژانگ و همکاران (۶)، سوانسون و جرمن (۷) نشان داده‌اند که کودکان دارای ناتوانی در ریاضی در حافظه فعال و به‌ویژه حافظه دیداری–فضایی، عملکرد پایین‌تری نسبت به سایر دانش‌آموزان دارند.

نکته‌ای که قابل توجه است این است که چه عاملی باعث نگهداری محرک‌ها و اشیا دیداری در حافظه می‌شود و مکانیسم نگهداری اعداد یا کلمات و هرگونه محرک دیگر در حافظه دیداری–فضایی چیست؟ یافته‌های پژوهش اخوان تفتی، بویل و کرافورد (۱) نشان می‌دهد که توجه دیداری–فضایی در نگهداری محرک‌های دیداری در حافظه دیداری–فضایی یک مکانیسم کمک‌کننده و مهم است و این موضوع منطقی است که فرض کنیم توجه دیداری–فضایی نقش مهمی در فرایندهای یادگیری مانند ریاضیات دارد. دو مکانیسم از توجه دیداری–فضایی در این‌باره قابل توضیح است: یکی فرایند تسهیل‌کننده برای توجه به محرک‌ها و انتخاب اطلاعات مورد نیاز و دیگری فرایند بازداری برای

1. Learning disorders
2. Diagnostic and Statistical Manual for Mental Disorder
3. Electrophysiological technology
4. Executive functions
5. Baddeley

محرک‌های نامربوط و عدم انتخاب آن اطلاعات است. هر دو مکانیسم برای پردازش کارآمد مورد نیاز است. پژوهش‌ها به عدم توانایی بازداری و انتخاب موارد نامربوط به تکلیف در مشکلات یادگیری تأکید داشته‌اند و یا سرعت‌پایین در توجه و پردازش می‌تواند مسئول کاهش سرعت یادگیری و ضعف در ریاضیات باشد.

بنابراین با توجه به نکاتی که بیان شد می‌توان این‌گونه پیش‌بینی کرد که کارکردهای شناختی مانند نگهداری ذهنی، سرعت پردازش عددی، حافظه فعال، و مهارت‌های دیداری-فضایی در دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی متفاوت از دانش‌آموزان بهنجار باشد. مطالعات نشان داده‌اند که مهارت‌های دیداری– فضایی[1]، سرعت پردازش عددی[2] و توانایی‌های نگهداری ذهنی[3] و حافظه دانش‌آموزان ابتدایی با پیشرفت و مشکلات ریاضی آنها رابطه دارد (۹ و ۸). با این‌حال، سؤال‌های متعددی در رابطه با تعامل‌ها و تغییرات تحولی مبهم باقی‌مانده است. به دلیل آن‌که کودکان دارای مشکلات یادگیری از نوع ریاضی در مقایسه با کودکان دارای پیشرفت بهنجار، سطوح هوش‌بهر کمتری نشان می‌دهند (۱۰)، تفاوت‌ها در توانایی نگهداری ذهنی، مهارت‌های دیداری – فضایی و ابعاد حافظه ممکن است صرفاً نتیجه تفاوت در هوش‌بهر باشد که در پژوهش‌ها به‌قدر کافی مورد توجه قرار نگرفته است.

برخی پژوهش‌ها به‌طور مکرر نشان داده‌اند که نمایش فضایی مناسب مقدار اعداد – که معمولاً توسط تکالیف برآورد خط ارزیابی می‌شود– پیامدهای یادگیری در ریاضی را پیش‌بینی می‌کند (۱۱). بکات[4] و همکاران (۲۰۰۵)، دریافتند کودکان دارای نارسایی‌های دیداری – فضایی اغلب بیشتر از کودکان دارای سطوح پیشرفت معمول، مشکلات ریاضی دارند. کودکان دارای مشکلات ریاضی همچنین اعداد را در خط اعداد، کمتر به‌طور صحیح قرار داده بودند (به نقل از ۱۲-۱۴). یک شاهد دیگر برای وجود ارتباط میان مشکلات ریاضی و توانایی دیداری– فضایی از پژوهش درباره حافظه فعال دیداری – فضایی به‌دست‌آمده است. نتایج مطالعات نشان می‌دهند حافظه فعال یا فعال دیداری – فضایی پیشرفت ریاضی را در چندین حوزه پیش‌بینی می‌کند (۱۲، ۱۵-۱۸). کودکان دارای مشکلات ریاضی در مقایسه با کودکان دارای پیشرفت معمول، مشکلات بیشتری در تکالیف مربوط به حافظه دیداری – فضایی نشان می‌دهند (۱۹-۱۲).

در هر صورت، درحالی‌که برخی از مطالعات بین مهارت‌های دیداری– فضایی و توانایی‌های ریاضی، رابطه معناداری را یافته‌اند (۲۲،۹) اما برخی مطالعات رابطه‌ای در این زمینه پیدا نکرده‌اند (۲۳)؛ بنابراین، این موضوع مبهم باقی می‌ماند که آیا کودکان دارای مشکلات ریاضی درمجموع نارسایی‌های دیداری– فضایی را نشان می‌دهند؟ سرعت پردازش به ظرفیت ذهنی برای پردازش سریع اطلاعات معین اشاره دارد. مطالعات به‌طور منسجم نشان داده‌اند که سرعت پردازش عددی با پیشرفت ریاضی رابطه دارد (۲۴،۱۰). توانایی تشخیص مقادیر کوچک (۴-۱) بدون شمردن – که تعبیر کردن نامیده می‌شود– یک جنبه از مکانیسم آغازین ذاتی است. نتایج پژوهشی در این زمینه نشان داده است که کودکان دارای مشکلات ریاضی هنگامی‌که تلاش می‌کنند اعداد کوچک را تشخیص دهند وقفه در پاسخ‌دهی و نرخ خطای بیشتری دارند (۲۵). به نظر می‌رسد که این موضوع در رابطه با اعداد بزرگ‌تر از ۴ و همچنین برای گستره تعبیری (۴-۱) مصداق داشته باشد. کودکان دارای مهارت‌های ریاضی پایین همچنین در تکالیف مقایسه مقدار نمادین و غیرنمادین، وقت بیشتری صرف می‌کنند (۸).

از جمله مهارت‌های شناختی مورد مطالعه دیگر در این پژوهش می‌توان به توانایی نگهداری ذهنی اشاره کرد که با اختلال‌های ریاضی به‌خصوص اختلال ریاضی در ارتباط است. توانایی نگهداری ذهنی به آگاهی از عدم تغییر مقدار با وجود تغییر در حالت، شکل یا اندازه آشکار گفته می‌شود. پیاژه (۱۹۷۱، ۱۹۶۵) فرض کرد که توانایی نگهداری مقدار، گام مهمی برای شکل‌گیری مهارت ریاضی است (۱۹). پیاژه بحث کرده است که کودکان نسبت به ماهیت اعداد بینش کسب خواهند کرد و بنابراین اگر فقط بتوانند درک کنند که مقادیر و اعداد خودشان مستقل از ترتیبشان ثابت هستند، قادر خواهند بود فرایندهای درگیر در اعمال محاسباتی اصولی را بفهمند. فرضیه‌های نظریه پیاژه به‌طور مکرر مورد انتقاد قرارگرفته است، اما تأیید شده است که کودکان باید نسبت به روابط کمیّت آگاه باشند قبل از آن‌که بتوانند

1. Visuospatial Skills
2. Numerosity Processing Speed
3. Conservation Abilities
4. Bachot

آنها را به مسائل عددی نسبت دهند (۲۳)؛ بنابراین توانایی نگهداری در مرحله عملیات عینی ممکن است عامل مهمی در تحول مهارت‌های ریاضی باشد.

پژوهش‌ها رابطه میان مهارت‌های ریاضی و نگهداری‌های ذهنی مختلف را در کودکان ابتدایی حتی در سطوح هوش‌بهر بالا نشان داده‌اند (۲۵). مطالعات نشان می‌دهند که کودکان در مقطع پیش‌دبستانی و سال‌های آغازین مدرسه که به نگهداری ذهنی دست نیافته‌اند به شکل حائز اهمیتی از کودکانی که به نگهداری ذهنی (ماده و عدد) دست‌یافته‌اند از نظر عملیات محاسباتی اولیه (جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) و از نظر دقت و سرعت در حل مسائل محاسباتی اولیه (برای مثال، ۵ = ۳+۲، ۲۰ = ۵×۴، ۹ = ۵÷۴۵)، تفاوت دارند (۱۱). همچنین مشخص شد کودکان پایه اول و دومی که به نگهداری ذهنی دست نیافته بودند مهارت‌های جمع و تفریق ضعیف‌تری داشتند (۲۶). درعین‌حال، توانایی نگهداری باثبات می‌تواند تحت‌تأثیر آموزش رسمی ریاضی قرار بگیرد (۲۵) و کودکانی که از مهارت‌های عددی اساسی برخوردار نیستند ممکن است نتوانند به فهم اصول نگهداری نائل شوند و این باعث می‌شود حتی عقب‌تر بمانند؛ با این حال هیچ مطالعه‌ای هنوز به‌طور نظام‌دار توانایی‌های نگهداری در کودکان دارای مشکلات ریاضی را بررسی نکرده است. تنها یک مطالعه رابطه بین تکالیف نگهداری ذهنی مایع و پیشرفت ریاضی را موردبررسی قرار داده است که نتایج آن نشان داد که بین این دو واقعیت در کودکان ۶ تا ۷ ساله، ارتباط نیرومندی وجود دارد (۲۶).

باوجود مدل‌ها و دیدگاه‌های نظری مختلف، بررسی حافظه در کودکان دارای اختلال یادگیری هنوز به یک دیدگاه یا تعریف جامع منتهی نشده است. برخی از پژوهش‌های انجام‌شده در مورد حافظه این کودکان به این نتیجه رسیده‌اند که این کودکان با کودکان بهنجار در عملکرد حافظه متفاوت هستند و این موضوع در تمام تکالیف مربوط به حافظه صادق نیست. این نتایج در مقابل نتایج برخی از پژوهشگران به‌دست‌آمده که اعتقاد دارند ضعف در حافظه این کودکان کلی است (۲۷). همچنین برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کودکان دارای مشکلات یادگیری در انواع تکالیف مربوط به حافظه کوتاه‌مدت از گروه گواهی که از نظر سنی با آنها همتا شده بودند ضعیف‌تر عمل می‌کنند. برای نشان دادن این موضوع که نارسایی در حافظه این کودکان کلی نیست، کودکان دارای مشکلات یادگیری از نظر یادآوری چهره‌ها و کلمه‌ها با کودکان عادی هم‌سن آنها مقایسه شدند. در مورد یادآوری چهره‌ها هیچ تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشد (۲).

با توجه به آنچه بیان شد و همچنین با توجه به این دیدگاه که دانش‌آموزان دارای اختلال‌های یادگیری در تکالیفی مشکل‌دارند که راهبردی هستند (بر اساس دیدگاه پردازش اطلاعات)، یکی دیگر از اهداف پژوهش حاضر بررسی دو نوع از حافظه نهان[1] شناختی و حافظه منفعل[2] در این کودکان جهت روشنگری برخی از فرضیه‌های موجود است. حافظه نهان در برابر حافظه آشکار[3] و حافظه منفعل در برابر حافظه فعال[4] بررسی خواهد شد. حافظه نهان و منفعل غیرراهبردی، و حافظه آشکار و فعال نیز راهبردی هستند. نتایج چنین پژوهشی می‌تواند در تشخیص نشانگرهای اختلال ریاضی مؤثر باشد به‌گونه‌ای که با تأکید بر این نشانگرها، اهمیت لزوم آموزش مبتنی بر این توانایی‌ها برای این دسته از کودکان روشن‌تر خواهد شد. به‌طور خلاصه، مطالعه حاضر با هدف بررسی دو فرضیه تدوین‌شده است: سرعت پردازش عددی، نگهداری ذهنی، ابعاد حافظه و توانایی دیداری– فضایی با پیشرفت ریاضی و اختلال در ریاضی رابطه دارند (فرضیه یکم)؛ دانش‌آموزان دارای مشکلات ریاضی در همه متغیرها سطوح توانایی پایین‌تری را نشان دهند (فرضیه دوم)؛ بنابراین سؤال اصلی پژوهش این است که آیا سرعت پردازش عددی، حافظه آشکار و نهان، فعال و منفعل، توانایی نگهداری ذهنی، مهارت‌های دیداری - فضایی با اختلال در ریاضی رابطه دارند و می‌توان از آنها به‌عنوان نشانگرهای تشخیصی استفاده کرد؟

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: روش انجام پژوهش حاضر توصیفی و از نوع علی-مقایسه‌ای است. جامعه آماری پژوهش را تمامی دانش‌آموزان پایه دوم تا چهارم مبتلا و غیرمبتلا به اختلالات یادگیری مقطع دبستان شهر کرج و قزوین در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ تشکیل

1. Implicit memory
2. Passive memory
3. Explicit memory
4. Active memory

می‌دهند. مجموع شرکت‌کنندگان در این پژوهش ۱۵۰ نفر شامل ۸۰ دانش‌آموز بهنجار و ۷۰ دانش‌آموز دارای نارسایی ویژه در یادگیری بودند. دانش‌آموزان دارای نارسایی از سه گروه اختلال ریاضی؛گروه خواندن و نوشتن؛ وگروه خواندن، نوشتن و ریاضی که در پژوهش حاضر گروه مختلط نام‌گذاری شدند، تشکیل شدند. با توجه به بررسی‌های آماری درباره مقطع تحصیلی مشخص شد که ۴۲ درصد از کودکان در پایه دوم، ۳۱/۳ درصد در پایه سوم، و ۲۶/۷ درصد در پایه چهارم مشغول به تحصیل هستند. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس و مراجعه به مراکز اختلالات یادگیری شهر کرج و قزوین ۷۰ نفر برای شرکت در پژوهش انتخاب شدند. دانش‌آموزان بهنجار نیز به تعداد ۸۰ نفر با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی چندمرحله‌ای انتخاب و مورد آزمون قرار گرفتند. ملاک‌های ورود به پژوهش برای کودکان مبتلا به اختلال یادگیری شامل:۱) تشخیص اختلال یادگیری توسط روان‌شناس یا روان‌پزشک، ۲) عدم وجود سایر اختلال‌های روان‌پزشکی، ۳) رضایت والدین جهت شرکت در پژوهش؛ و ملاک ورود دانش‌آموزان بهنجار نیز شامل: ۱) عدم وجود هرگونه اختلال روان‌پزشکی، و ۲) رضایت معلم و کادر مدرسه جهت شرکت در پژوهش بوده است. ازآنجایی‌که در پژوهش حاضر تمرکز اصلی بر نمونه مبتلا به اختلال یادگیری از نوع ریاضی بود جهت ارزیابی و تشخیص مشکلات ریاضی از تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش، آزمون ریاضی ایران کی‌مت به عمل آمد و دانش‌آموزانی که نمرات آنها در این آزمون دو انحراف استاندارد، کمتر از میانگین آزمون (میانگین ۱۰۰ و انحراف استاندارد ۱۵) قرار داشت به عنوان گروه نمونه دارای مشکلات ریاضی انتخاب شدند. از این آزمون به عنوان آزمون تکمیلی در مورد دانش‌آموزانی که در مراکز اختلال‌های یادگیری و سایر مراکز، پرونده تشخیصی توسط روان‌شناس یا روانپزشک داشتند، استفاده شد.

ب) ابزار:

۱) آزمون هوش وکسلر: این مقیاس در سال ۱۹۴۹ توسط وکسلر تهیه شده است و در سال ۱۹۷۴ مورد تجدیدنظر قرار گرفت و پس از هنجاریابی به مقیاس هوش وکسلر کودکان[1] نام‌گذاری شد. این مقیاس دارای ۱۲ خرده‌آزمون است که ۲ ازمون آن جنبه ذخیره دارد و۶ آزمون آن، کلامی و ۶ آزمون، غیرکلامی است. این مقیاس توسط شهیم در سال ۱۳۶۴ به منظور ارزیابی هوش کودکان ۶ تا ۱۳ ساله و برای استفاده در شهر شیراز ترجمه، انطباق و با استفاده از یک نمونه ۱۴۰۰ نفری هنجاریابی شد. پایایی به روش بازآزمایی ۰/۴۴ تا۰/۹۴ و پایایی دو نیمه کردن آن ۰/۴۲ تا ۰/۹۸ گزارش شده است. روایی همزمان آن با استفاده از همبستگی نمرات با نمرات بخش عملی مقیاس وکسلر برای کودکان پیش‌دبستانی ۰/۷۴ گزارش شد. به‌وسیله این آزمون برای هر فرد سه هوش‌بهر کلامی، غیرکلامی و کلی محاسبه می‌شود. ضرایب همبستگی بین سه نوع هوش‌بهر کلامی، غیرکلامی، و کلی به ترتیب ۰/۸۴، ۰/۷۴ و ۰/۸۵ به‌دست‌آمده است (۲۸).

۲) آزمون حافظه بینایی-فضایی[2]: این آزمون به‌وسیله کورنولدی (۲۹) تهیه شده و توانایی تکلیف تصاویر را اندازه‌گیری می‌کند. آزمون حافظه بینایی- فضایی از ۹ جدول ۴×۴ تشکیل‌شده است و شامل تصاویری آشناست که در خانه‌های متفاوت و با وضعیتی متفاوت، در جداول قرارگرفته‌اند. از دانش‌آموز خواسته می‌شود که هر تصویر را در جدول ۴×۴، برای ۳۰ ثانیه مشاهده کند تصویر مربوطه و محل آن را به خاطر بسپارد. در این تکلیف، دو نمره جداگانه قابل محاسبه است، نمره فضایی از تعداد محل‌های درست یادآوری شده و نمره بینایی از تعداد تصاویر درستی که نام آنها بیان شده است، به دست می‌آید. برای هر یادآوری درست به آزمودنی یک نمره تعلق می‌گیرد. پایایی این آزمون با روش آزمون-بازآزمون برای کودکان ۴/۵ تا ۱۱/۵ سال، ۰/۸۳ گزارش شده است (۲۹). در پژوهش حاضر اعتبار این آزمون با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۹ به دست آمد.

۳) آزمون حافظه فعال و منفعل[3]: حافظه فعال از طریق آزمونی که توسط کورنولدی (۲۹) طراحی و مورداستفاده قرارگرفته است اندازه‌گیری می‌شود. این آزمون به ماتریس حافظه فعال معروف است. در این تکلیف از یک ماتریس ۳×۳ که تنها مربع سمت چپ پایین آن به رنگ قرمز است استفاده می‌شود. مربع قرمز به‌عنوان نقطه شروع در نظر گرفته شده است. این آزمون سه بار اجرا می‌شود و هر بار یا هر مرحله نیز از ۶ دستور

1. Wechsler Intelligence Scale for Children
2. Visual_spatial memory test
3. Active and passive memory test

تشکیل‌شده است. نمره هر آزمودنی بر اساس موفقیت در این مراحل محاسبه می‌شود. حافظه منفعل بر اساس ماتریس حافظه منفعل که توسط کورنولدی (۲۹) به کار گرفته شده است اندازه‌گیری شد. پایایی این آزمون نیز ۰/۶۱ است. این آزمون دارای سه فرم است و هر فرم نیز دو بار تکرار شده است. فرم‌های به‌کاربرده شده ماتریس‌های ۵×۵ هستند که در دو فرم اول سه خانه، در دو فرم دوم چهارخانه و در دو فرم سوم نیز پنج‌خانه زردرنگ وجود دارد. برای هر خانه درست یک نمره به آزمودنی تعلق می‌گیرد. تکلیف آزمودنی در این آزمون به خاطر سپردن جای خانه‌های زردرنگ است. در پژوهش حاضر با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ پایایی این آزمون ۰/۸۳ به دست آمد.

۴) آزمون حافظه آشکار و نهان[1]: برای اندازه‌گیری حافظه نهان، از آزمون تکمیل تصاویر، اقتباس‌شده از آزمون اصلی اسنودگراس و ویندروارت[2] (۱۹۸۰)، استفاده شد. اعتبار این آزمون به روش آلفای کرونباخ ۰/۷۱ گزارش شده است (۳۰). این آزمون شامل ۳۰ تصویر از تصاویر آشنا است. هر محرک به ۸ مرحله تقسیم شده است که اولین مرحله ناکامل‌ترین و مرحله هشتم تصویر کامل شیء است. محرک‌ها به دو گروه A و B، هرکدام شامل ۱۵ تصویر تقسیم شده‌اند و تلاش شده است که در هر گروه تصاویری گنجانده شود که از نظر آشنا بودن و پیچیدگی، برابر باشند. ابتدا مجموعه A به کودک ارائه می‌شود (تصاویر هدف)، به این صورت که هر تصویر را از ناکامل‌ترین ارائه می‌کنیم تا به شکل کامل تصویر برسیم. بعد از مرحله اول یعنی ارائه تصاویر هدف، ۱۵ دقیقه به آزمودنی استراحت داده می‌شود و بعد از آن مرحله دوم اجرا می‌شود. در این مرحله ۱۵ تصویر مجموعه A که در مرحله اول کودک آنها را دیده بود با ۱۵ تصویر مجموعه B به شکلی درهم‌آمیخته و به طریقی تصادفی به آزمودنی ارائه می‌شوند. طریقه ارائه کارت‌ها و شرایط اجرا کاملاً شبیه به مرحله مطالعه است. بعد از شناسایی هر تصویر، در مرحله آزمون از آزمودنی پرسیده می‌شود که آیا او قبلاً این تصویر را دیده است یا خیر. صرفه‌جویی در مرحله‌ای که آزمودنی نام تصویر را بین مرحله مطالعه و آزمون در تصاویر هدف تشخیص می‌دهد به‌عنوان اندازه‌ای از حافظه نهان، و بازشناسی و یادآوری درست تصاویر هدف به‌عنوان اندازه‌ای از حافظه آشکار در نظر گرفته می‌شوند.

۵) آزمون تشخیصی ایران کی‌مت: این آزمون به‌منظور شناسایی دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی در سال ۱۹۷۶ توسط کورنولی، ناچمن و پریچت[3] طراحی و تهیه شده است و برای دانش‌آموزان رده سنی ۶ – ۱۱ سال کاربرد دارد (۳۱). این آزمون به لحاظ گستره و توالی شامل سه بخش مفاهیم اساسی، عملیات، و کاربرد است. این بخش‌ها در مجموع به ۱۳ خرده‌آزمون تقسیم شده‌اند. این آزمون دارای ۲۵۸ پرسش است که به‌طور انفرادی قابل اجرا است. پس‌از این که نمرات دانش‌آموز در هر یک از خرده‌آزمون‌ها محاسبه شد و مجموع آنها نیز به دست آمد، بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گروه مرجع که قبلاً هنجاریابی شده و برای هر پایه موجود است، نمره استاندارد هر دانش‌آموز به‌صورت نمره Z گزارش می‌شود. پایایی این آزمون با استفاده از روش آلفای کرونباخ برآورد و میزان آن در ۵ پایه بین ۰/۸۴ – ۰/۸۰ گزارش‌شده است. این آزمون در سال ۱۳۸۱ توسط محمد اسماعیل و هومن هنجاریابی شده است (۳۲).

۶) آزمون سرعت پردازش عددی[4]: این آزمون در سال ۲۰۰۷ توسط کاپلتی و همکاران طراحی و اجرا و اعتبار آن به روش آلفای کرونباخ ۰/۷۹ گزارش شده است (۳۳). به کودکان ۲۱ کارت با تعداد متفاوتی از نقطه‌های قرمز (۲ تا ۱۳ عدد) نشان داده می‌شود و از آنها خواسته می‌شود تعداد نقطه‌ها را با سرعت هر چه تمام‌تر بگویند. زمان پردازش و تعداد اشتباهات به‌عنوان ملاکی برای ارزیابی سرعت پردازش عددی در نظر گرفته می‌شود که در این پژوهش ملاک ارزیابی این توانایی، میانگین زمان پردازش در نظر گرفته شد. در پایان اجرای آزمون میانگین زمان پردازش عددی برای هر دانش‌آموز محاسبه می‌شود و آن عدد ملاک مقایسه قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر نیز میانگین سرعت پردازش عددی در گروه‌های مورد مقایسه محاسبه و تفاوت آنها ارزیابی شد (۳۳). اعتبار این آزمون به روش آلفای کرونباخ بر اساس داده‌های پژوهش حاضر ۰/۷۸ محاسبه شد.

۷) تکلیف نگهداری ذهنی مایع[5]: در این آزمون به کودکان سه اندازه مختلف از محفظه پلاستیکی همانند مطالعه بوگاردو روس[6] (۱۹۹۱) شامل

1. Implicit and explicit memory test
2. Snodgrass & Vanderwart
3. Cornoli, Natchman & Pritchet
4. Numerosity Processing Speed Test
5. Conservation-of-Liquid Task
6. Bugard, Roos

یک لیوان بلند، دو لیوان متوسط هم‌اندازه، و یک لیوان پهن کوتاه داده می‌شود. لیوان‌های با اندازه متوسط با مقدار هم‌اندازه‌ای از مایع پر می‌شوند و به‌عنوان لیوان‌های مرجع در نظر گرفته می‌شوند. این آزمون بر اساس فعالیت گلدستون (۳۴) انجام می‌شود. بعد از ریختن آب از یک لیوان به لیوان دیگر، از کودکان خواسته می‌شود قضاوت کنند که آیا لیوان‌ها به ترتیب میزان آب برابری داشتند. حداکثر امتیاز این آزمون، ۶ است و کودکانی که از ۶ امتیاز، حداقل ۵ بگیرند به‌عنوان افراد دارای نگهداری ذهنی مایع تلقی می‌شوند و بنابراین به مرحله عملیات عینی رسیده‌اند. لازم به ذکر است که پایایی این آزمون به روش دو نیمه کردن مبتنی بر داده‌های پژوهش حاضر ۰/۶۱ محاسبه شد.

ج) روش اجرا: برای جمع‌آوری داده‌های این پژوهش، پس از کسب مجوز از آموزش و پرورش، پرسشنامه‌های مربوط به ویژگی‌های شناختی–ادراکی در اختیار دانش‌آموزان حاضر در نمونه پژوهش قرار گرفت. با هماهنگی‌های به عمل آمده پرسشنامه‌ها به صورت فردی توسط دانش‌آموزان تکمیل شد. همچنین در صورت مشکل در پاسخ‌گویی به سوال‌ها، توضیحات لازم به آنان داده شد. پیش از پاسخ‌گویی به سوال‌ها به تناسب تحول شناختی دانش‌آموزان، آگاهی لازم به آنها داده شد. در این مطالعه ملاحظات اخلاقی مورد توجه قرار گرفت بدین ترتیب در زمینه محرمانه بودن اطلاعات افراد نمونه، نیز نام و نام خانوادگی آن‌ها پرسیده نشد و پرسش در مورد سایر ویژگی‌ها با رضایت کادر آموزشی و دانش‌آموزان صورت گرفت. همچنین به افراد نمونه اطمینان داده شد که اطلاعات حاصل از این پژوهش به صورت گروهی تحلیل می‌شود . فقط برای اهداف پژوهشی به‌کار گرفته می‌شود.

یافته‌ها

درجدول ۱، شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش از قبیل میانگین و انحراف معیار گزارش‌شده‌اند. همچنین برای بررسی نرمال بودن متغیرها از آزمون چولگی و کشیدگی استفاده شد که این شاخص‌ها نیز در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱: شاخص‌های توصیفی مربوط به متغیر ویژگی‌های شناختی–ادراکی و نتایج بررسی نرمال بودن متغییرها

متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	z	سطح معناداری	چولگی	کشیدگی
نگهداری ذهنی	اختلال ریاضی	۲۰	۳/۳۵	۱/۰۴۰	۱/۰۳۷	۰/۲۳۳	-۰/۱۷۹	۰/۱۹۱
	اختلال خواندن و نوشتن	۲۰	۴/۱۵	۰/۶۷۱	۱/۲۹۰	۰/۰۷۲	۰/۱۷۷	-۰/۵۴۸
	مختلط	۳۰	۲/۶۷	۱/۰۲۸	۱/۰۶۱	۰/۲۱۰	۰/۱۲۸	-۰/۳۷۰
	بهنجار	۸۰	۴/۶۷	۰/۹۲۵	۱/۰۵۱	۰/۰۱۵۳	۰/۴۸۳	۰/۵۳۸
	کل	۱۵۰	۴/۰۳	۱/۲۳۱	۱/۰۸۱	۰/۲۱۰	-۰/۴۴۵	-۰/۳۶۸
حافظه نهان	اختلال ریاضی	۲۰	۲/۹۰	۱/۰۲۱	۱/۱۶۷	۰/۱۳۱	۰/۵۴۸	۰/۳۷۲
	اختلال خواندن و نوشتن	۲۰	۲/۴۰	۱/۵۳۶	۰/۹۰۷	۰/۳۸۳	۰/۲۰۹	-۰/۹۴۴
	مختلط	۳۰	۲/۲۳	۱/۳۰۵	۱/۱۱۹	۰/۱۶۳	۰/۴۳۴	-۰/۱۹۸
	بهنجار	۸۰	۲/۰۹	۱/۲۳۴	۱/۲۰۳	۰/۰۷۲	۰/۲۸۵	۰/۰۸۸
	کل	۱۵۰	۲/۲۷	۱/۲۸۳	۱/۸۸	۰/۱۰۵	۰/۲۶۰	-۰/۲۳۶
سرعت پردازش عددی	اختلال ریاضی	۲۰	۷۷/۵۰	۱۲/۵۲	۰/۹۰۰	۰/۳۹۲	۰/۰۹۰	-۱/۱۴۱
	اختلال خواندن و نوشتن	۲۰	۶۶/۶۵	۱۱/۲۵	۰/۶۷۸	۰/۷۴۷	۰/۲۴۲	-۰/۹۱۵
	مختلط	۳۰	۸۴/۰۷	۱۴/۷۰	۰/۹۰۲	۰/۳۹۰	-۰/۶۶۸	-۰/۶۲۸
	بهنجار	۸۰	۴۲/۶۴	۱۲/۶۳	۱/۲۱۶	۰/۱۰۴	-۰/۵۶۰	-۰/۲۷۵
	کل	۱۵۰	۵۸/۷۷	۲۲/۰۶	۱/۳۳۸	۰/۰۵۶	۰/۱۴۷	-۰/۶۸۲
حافظه منفعل	اختلال ریاضی	۲۰	۲/۹۵	۰/۹۹۹	۰/۸۰۵	۰/۵۳۶	۰/۱۰۸	-۰/۴۱۰
	اختلال خواندن و نوشتن	۲۰	۳/۱۵	۱/۴۶	۰/۹۳۵	۰/۳۴۶	۰/۴۰۰	-۰/۲۹۹
	مختلط	۳۰	۲/۶۰	۱/۱۳	۱/۱۰۶	۰/۱۷۳	-۰/۰۳۷	-۰/۱۶۱
	بهنجار	۸۰	۲/۸۳	۱/۱۰۰	۱/۱۶۷	۰/۱۳۴	۰/۲۹۹	-۰/۴۸۷
	کل	۱۵۰	۲/۸۴	۱/۱۴۷	۱/۵۶	۰/۰۵۱	۰/۱۰۳	-۰/۳۸۳
ج –	اختلال ریاضی	۲۰	۶/۷۵	۲/۲۹	۰/۵۷۴	۰/۸۹۷	۰/۳۹۱	-۰/۰۷۵

	اختلال خواندن و نوشتن	۲۰	۸/۱۵	۱/۲۶	۰/۹۰۷	۰/۳۸۲	۰/۸۲۶	۰/۷۱۲
	مختلط	۳۰	۷/۹۰	۱/۳۲	۱/۲۹۳	۰/۰۸۲	۰/۴۲۷	۰/۷۳۹
	بهنجار	۸۰	۹/۴۶	۲/۰۱۲	۱/۱۳۹	۰/۱۵۳	۰/۵۱۵	۰/۹۳۰
	کل	۱۵۰	۸/۶۱	۲/۰۸	۰/۹۹۸	۰/۳۸۳	۰/۲۶۱	۰/۱۱۶
دیداری –فضایی	اختلال ریاضی	۲۰	۳/۸۰	۰/۷۶۸	۱/۱۲۴	۰/۱۶۰	۰/۳۷۲	-۱/۱۳۱
	اختلال خواندن و نوشتن	۲۰	۵/۷۵	۱/۲۰	۱/۱۹۹	۰/۱۱۳	۰/۵۳۴	۰/۰۷۲
	مختلط	۳۰	۳/۵۰	۱/۰۰۹	۱/۲۲۳	۰/۱۰۰	-۰/۱۰۸	-۰/۹۹۰
	بهنجار	۸۰	۵/۶۸	۱/۲۵۱	۱/۱۹۰	۰/۱۱۰	-۰/۰۷۲	۰/۱۸۱
	کل	۱۵۰	۵	۱/۵۰۲	۱/۰۲۷	۰/۲۲۲	۰/۰۸۴	-۰/۴۰۷
	اختلال ریاضی	۲۰	۱	۰/۸۵۸	۱/۱۱۸	۰/۱۶۴	۰/۵۵۵	-۰/۰۸۰
	اختلال خواندن و نوشتن	۲۰	۱/۴۵	۰/۵۱۰	۱/۱۴۶	۰/۱۲۳	۰/۲۱۸	۰/۹۹۲
حافظه فعال	مختلط	۳۰	۱/۲۳	۰/۸۵۸	۱/۳۱۷	۰/۰۶۲	۰/۲۱۴	-۰/۴۸۴
	بهنجار	۸۰	۲/۱۴	۰/۷۲۵	۰/۸۰۹	۰/۴۰۱	-۰/۴۲۰	-۰/۲۹۳
	کل	۱۵۰	۱/۷۱	۰/۸۷۷	۱/۰۲	۰/۰۷۸	-۰/۱۹۰	-۰/۶۵۷

در این جدول نتایج آزمون چولگی و کشیدگی برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها در گروه‌ها گزارش شده است. با توجه به این جدول قدرمطلق مقادیر چولگی و کشیدگی برای تمامی متغیرهای پژوهش کوچک‌تر از ۲ است. این نتیجه نشان می‌دهد توزیع متغیرها نرمال است و می‌توان از آزمون‌های پارامتریک مانند تحلیل واریانس چندمتغیره استفاده کرد. قبل از ارائه نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره ، در ابتدا پیش‌فرض‌های آن مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی همگنی واریانس متغیرهای پژوهش از آزمون لوین استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که آماره آزمون لوین جهت بررسی همگنی واریانس متغیرها در گروه‌های پژوهش برای متغیرهای نگهداری ذهنی (۱/۷۷۸)، حافظه آشکار (۲/۷۳)، حافظه نهان (۱/۷۹)، دیداری–فضایی (۱/۰۹)، سرعت پردازش (۰/۷۳۲)، حافظه فعال (۰/۹۴۰)، و حافظه منفعل (۰/۸۴۴) معنی‌دار نیست. همچنین یافته‌ها نشان داد که واریانس این متغیرها در گروه‌ها همگن است. برای بررسی همگنی ماتریس واریانس–کوواریانس متغیرهای مورد بررسی در گروه‌ها از آزمون ام‌باکس استفاده شد که یافته‌ها نشان داد که آماره F آزمون ام‌باکس (۱/۱۹۸) معنادار نیست (p=۰/۱۰۶). برای بررسی مفروضه کرویت یا معناداری رابطه بین متغیرها از آزمون مجذور خی بارتلت استفاده شد که نتایج نشان داد که آماره مجذور خی بارتلت ۱۱۲/۲۹۲ در سطح ۰/۰۰۱ معنادار است.

پس از بررسی پیش‌فرض‌های تحلیل واریانس چندمتغیری، نتایج آزمون نشان داد که بین گروه‌ها در ویژگی‌های شناختی–ادراکی (Wilks Lambada= ۰/۱۶۴ ، F = ۱۶/۷۸ ، P = ۰/۰۰۱) تفاوت معناداری وجود دارد. برای پی‌بردن به تفاوت مذکور نتایج حاصل از تحلیل واریانس تک‌متغیره در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که حداقل بین یکی از متغیرهای مورد بررسی در بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد.

جدول ۲: نتایج مربوط به تحلیل واریانس تک‌متغیره ویژگی‌های شناختی – ادراکی در گروه‌ها

منبع تغییر	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	Eta
گروه	نگهداری ذهنی	۹۸/۵۷	۳	۳۲/۸۵	۳۷/۶۸	۰/۰۰۱	۰/۴۳۶
	حافظه آشکار	۱۴۶/۶۸	۳	۴۸/۸۹	۱۴/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۲۲۷
	حافظه نهان	۱۰/۹۷	۳	۳/۶۶	۲/۲۸	۰/۰۸۲	۰/۰۴۵
	دیداری – فضایی	۱۴۴	۳	۴۸	۳۶/۵۰	۰/۰۰۱	۰/۴۳
	پردازش عددی	۴۸۲۷۶/۳۸	۳	۱۶۰۹۲/۱۳	۹۶/۷۶	۰/۰۰۱	۰/۶۱
	حافظه فعال	۳۲/۸۶	۳	۱۰/۹۵	۱۹/۵۵	۰/۰۰۱	۰/۲۹
	حافظه منفعل	۳/۹۱۰	۳	۱/۳۰۳	۰/۹۹	۰/۳۹۹	۰/۲۰

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بین گروه‌ها تنها در مؤلفه‌های حافظه منفعل (p = ۰/۳۹۹) و حافظه نهان (p = ۰/۰۸۲) تفاوت آماری معناداری وجود ندارد، اما در سایر مؤلفه‌ها یعنی نگهداری ذهنی مایعات، حافظه آشکار، مهارت دیداری–فضایی، پردازش عددی، و حافظه فعال به لحاظ آماری تفاوت معنادار وجود دارد. نتایج مربوط به جایگاه تفاوت‌ها از طریق آزمون بونفرونی بررسی و در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون مقایسه‌های چندگانه

متغیر وابسته	گروه ها	تفاوت	خطای برآورد	P
	ریاضی – خواندن و نوشتن	۰/۸۰	۰/۲۹۵	۰/۰۰۴
	ریاضی – مختلط	۰/۶۸	۰/۲۷۰	۰/۰۷۴
نگهداری ذهنی	ریاضی – بهنجار	۱/۳۲	۰/۲۳۳	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – مختلط	۱/۴۸	۰/۲۷۰	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – بهنجار	۰/۵۲	۰/۲۳۳	۰/۱۵۶
	مختلط – بهنجار	۲/۰۱	۰/۲۰۰	۰/۰۰۱
	ریاضی – خواندن و نوشتن	۱/۴۰	۰/۵۸۶	۰/۱۰۹
	ریاضی – مختلط	۱/۱۵	۰/۵۳۵	۰/۱۹۹
حافظه آشکار	ریاضی – بهنجار	۲/۷۱	۰/۴۶۳	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – مختلط	۰/۲۵	۰/۵۳۵	۰/۸۱
	خواندن و نوشتن – بهنجار	۱/۳۱	۰/۴۶۳	۰/۰۳۱
	مختلط – بهنجار	۱/۵۶	۰/۳۹۷	۰/۰۰۱
	ریاضی – خواندن و نوشتن	۰/۵۰	۰/۴۰۱	۰/۷۰
	ریاضی – مختلط	۰/۶۷	۰/۳۶۶	۰/۴۲۲
حافظه نهان	ریاضی – بهنجار	۰/۸۱	۰/۳۱۷	۰/۰۶۸
	خواندن و نوشتن – مختلط	۰/۱۷	۰/۳۶۶	۰/۶۲۰
	خواندن و نوشتن – بهنجار	۰/۳۱	۰/۳۱۷	۰/۴۸۰
	مختلط – بهنجار	۰/۱۵	۰/۲۷۱	۰/۴۸۲
	ریاضی – خواندن و نوشتن	۱/۹۵	۰/۳۶۳	۰/۰۰۱
	ریاضی – مختلط	۰/۳۰	۰/۳۳۱	۰/۴۹۱
دیداری – فضایی	ریاضی – بهنجار	۱/۸۸	۰/۲۸۷	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – مختلط	۲/۲۵	۰/۳۳۱	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – بهنجار	۰/۰۷	۰/۲۸۷	۰/۵۲۳
	مختلط – بهنجار	۲/۱۸	۰/۲۴۶	۰/۰۰۱
	ریاضی – خواندن و نوشتن	۱۰/۸۵	۴/۰۷	۰/۰۰۶
	ریاضی – مختلط	۶/۵۷	۳/۷۲	۰/۴۷۹
پردازش عددی	ریاضی – بهنجار	۳۴/۸۶	۳/۲۲	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – مختلط	۱۷/۴۲	۳/۷۲	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – بهنجار	۲۴/۰۱	۳/۲۲	۰/۰۰۱
	مختلط – بهنجار	۴۱/۴۳	۲/۷۶	۰/۰۰۱
	ریاضی – خواندن و نوشتن	۰/۴۵	۰/۲۳۷	۰/۳۵۶
	ریاضی – مختلط	۰/۲۳	۰/۲۱۶	۰/۴۶۲
حافظه فعال	ریاضی – بهنجار	۱/۱۴	۰/۱۸۷	۰/۰۰۱
	خواندن و نوشتن – مختلط	۰/۲۲	۰/۲۳۷	۰/۴۲۸
	خواندن و نوشتن – بهنجار	۰/۶۹	۰/۱۸۷	۰/۰۰۲

	مختلط - بهنجار	۰/۹۰	۰/۱۶۰	۰/۰۰۱
	ریاضی – خواندن و نوشتن	۰/۲۰	۰/۳۶۳	۰/۴۹۱
	ریاضی - مختلط	۰/۳۵	۰/۳۳۱	۰/۵۱۲
حافظه منفعل	ریاضی - بهنجار	۰/۱۲	۰/۲۸۷	۰/۴۸۰
	خواندن و نوشتن – مختلط	۰/۵۵	۰/۳۳۸	۰/۵۹۴
	خواندن و نوشتن - بهنجار	۰/۳۲	۰/۲۸۷	۰/۴۹۲
	مختلط - بهنجار	۰/۲۳	۰/۲۴۶	۰/۴۹۶

نتایج مقایسه‌ها نشان می‌دهد که میانگین نگهداری ذهنی در گروه با مشکل ریاضی و گروه مختلط پایین‌تر از دیگر گروه‌ها است. در مؤلفه حافظه آشکار تمام گروه‌های سه‌گانه مورد بررسی (اختلال ریاضی، اختلال خواندن و نوشتن، و اختلال مختلط) با دانش‌آموزان بهنجار تفاوت آماری معناداری داشتند (p = ۰/۰۰۱) اما تفاوت در این مؤلفه بین گروه‌های سه‌گانه دارای اختلال به لحاظ آماری معنادار نبود، بنابراین می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که حافظه آشکار تحت تأثیر اختلال است. در مؤلفه حافظه نهان و منفعل بین هیچ‌کدام از گروه‌ها تفاوت معنادار آماری وجود نداشت که می‌توان نتیجه گرفت این دو حافظه تحت تأثیر اختلال قرار ندارند. مهارت دیداری – فضایی بر اساس نتایج بین دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی و مختلط با دانش‌آموزان دارای اختلال خواندن و نوشتن (p< ۰/۰۰۱)، دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی با بهنجار (p< ۰/۰۰۱) به لحاظ آماری متفاوت است اما بین سایر گروه‌ها تفاوت آماری معنادار وجود ندارد.

در مؤلفه سرعت پردازش عددی بین دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی و مختلط با اختلال خواندن و نوشتن (p< ۰/۰۰۱) و بهنجار (p< ۰/۰۰۱)، همچنین بین دانش‌آموزان دارای اختلال خواندن و نوشتن با دانش‌آموزان بهنجار (p< ۰/۰۰۱) به لحاظ آماری تفاوت وجود دارد. در بُعد حافظه فعال تنها بین دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی، دانش‌آموزان دارای اختلال خواندن و نوشتن، و مختلط با بهنجار (p< ۰/۰۰۱) تفاوت آماری معنادار وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت دیده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مطالعه ویژگی‌های شناختی-ادراکی کودکان دارای مشکلات یادگیری با تاکید بر اختلال ریاضی در مقایسه با کودکان بهنجار انجام شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره نشان داد که در توانایی نگهداری ذهنی، برخی از ابعاد حافظه، مهارت‌های دیداری– فضایی، و سرعت پردازش عددی بین دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی، اختلال خواندن و نوشتن، و بهنجار تفاوت معناداری وجود دارد. کنش اجرایی به گستره‌ای از توانایی‌های به هم مرتبط اشاره دارد که فعالیت‌هایی از قبیل شروع آگاهانه و ساده یک رفتار و بازداری آن تا فعالیت‌هایی مانند برنامه‌ریزی پیچیده و حل‌مسئله را شامل می‌شود (۳۵). مؤلفه‌های کنش اجرایی در عملکرد ریاضی اثر دارند. ازجمله مؤلفه‌های اثربخش در یادگیری ریاضی توانایی حل‌مسئله است که با وجود اشکال کنش‌های اجرایی در این دانش‌آموزان قابل تبیین است که زمینه را برای بسیاری از مشکلات تحصیلی ازجمله مدرسه‌هراسی‌ها و شکست‌های تحصیلی فراهم می‌کند (۳۶ و ۳۷).

نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره نشان داد که بین نگهداری ذهنی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی با گروه بهنجار و گروه دارای ناتوانی یادگیری کلامی، تفاوت وجود دارد. نتایج این مطالعه در ارتباط بین مهارت‌های ریاضی و مفهوم نگهداری ذهنی در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی با مطالعات شایر، گینزبرگ و کو (۲۵)، همسو است. توانایی نگهداری ذهنی پایین به مشکلات محاسبه یا مسائل مربوط به معادله باز می‌انجامد. پژوهش ووبنا (۲۶) نشان داد دانش‌آموزانی که به مفهوم نگهداری ذهنی نرسیده‌اند در مهارت‌های اولیه محاسباتی مثل جمع و تفریق ضعیف‌تر هستند. در تبیین این یافته می‌توان این‌گونه بیان کرد که دانش‌آموزانی که به نگهداری ذهنی دست یافته‌اند هنگام ارزیابی اعمال، فقط بر یک جنبه اتکا نمی‌کنند،که از استدلال برگشت‌پذیر استفاده می‌کنند تا به شکل ذهنی تغییر شکل یا تبدیلی را که قبلاً اتفاق افتاده است را معکوس کنند. بر این اساس دانش‌آموزان نسبت به ماهیت اعداد بینش کسب خواهند کرد و بنابراین قادر خواهند بود فرایندهای دخیل در

اعمال محاسباتی اصولی را درک کنند؛ چنانچه فقط بتوانند درک کنند که مقادیر و اعداد خودشان مستقل از ترتیب‌شان ثابت هستند.

مفهوم مورد مطالعه دیگر در این پژوهش سرعت پردازش عددی بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره نشان داد که در این مفهوم نیز بین دانش‌آموزان دارای اختلال در ریاضی و بهنجار، تفاوت معنادار وجود دارد. مطالعات به‌طور منسجم نشان داده‌اند که سرعت پردازش عددی با پیشرفت و مشکلات در ریاضی رابطه دارد (۱۰ و ۲۴). دانش‌آموزان دارای مشکلات ریاضی هنگامی‌که تلاش می‌کنند اعداد را تشخیص دهند وقفه در پاسخ‌دهی و نرخ خطای بیشتری دارند (۱۴ و ۳۸). سرعت پردازش پایین مقادیر و اعداد ممکن است به نارسایی در عملکرد ریاضی منجر شود (۸). در تبیین این نتایج می‌توان به ارتباط بین سرعت پردازش عددی و توجه دیداری– فضایی اشاره کرد. توجه دیداری – فضایی یکی از مؤثرترین عوامل در یادگیری، به‌خصوص یادگیری ریاضیات است (۳۹). این نوع توجه به‌عنوان یک فیلتر عمل می‌کند که هم می‌تواند نقش تسهیل‌کننده (افزایش اطلاعات از شیء هدف) و هم نقش بازدارنده (سرکوب دریافت اطلاعات از اشیایی که موجب حواس‌پرتی می‌شوند) را ایفا کند؛ بنابراین در فرایند تحول شناختی، توانایی ایجاد توجه بر روی شیء هدف می‌تواند در جهت تعدیل و تنظیم توجه این کودکان بسیار مؤثر واقع شود. در واقع می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که کمک مهارت‌های دیداری- فضایی به پیشرفت ریاضی کاملاً توسط سرعت پردازش عددی توجیه می‌شود. با توجه به تفاوت مهارت دیداری – فضایی دانش‌آموزان دارای مشکلات ریاضی نسبت به دانش‌آموزان بهنجار، تفاوت بین سرعت پردازش عددی آنها نیز قابل توجیه است. یافته‌های به‌دست‌آمده در این حوزه نیز با پژوهش بارتلت، انصاری، واسین، و بلومرت (۱۲)، ونت نوردن، ون هوگمود، اسکات و کروسبرگن (۱۴)، همسو است. آنها دریافتند که دانش‌آموزان دارای نارسایی‌های دیداری – فضایی اغلب بیشتر از دانش‌آموزان دارای سطوح پیشرفت عادی، مشکلات ریاضی دارند، این کودکان اعداد را در خط اعداد کمتر، به‌طور صحیح قرار داده بودند. ووبنا (۲۶) در پژوهشی نشان داد که خوانندگان ضعیف در تکالیف بینایی – فضایی نسبت به تکالیف کلامی، بهتر عمل می‌کنند. تفاوت موجود توجیه زیستی نیز دارد. توانایی ریاضی و فضایی مربوط به نیمکره راست است و کسانی که در ریاضی مشکل دارند، یک دلیل احتمالی این است که ممکن است نیمکره مربوطه در آنها دارای آسیب جزئی خفیف باشد و کسانی که مشکل ریاضی ندارند به احتمال زیاد نیمکره راست سالمی دارند. همچنین در پژوهشی که کورنولدی و همکاران (۲۹) در مورد کودکان ناتوان در یادگیری غیرکلامی انجام داد، به این یافته رسید که این کودکان در حافظه کلامی خوب عمل می‌کنند اما در تکالیف مربوط به مهارت‌های دیداری – فضایی دارای نارسایی هستند. شاهد دیگر برای وجود ارتباط میان ریاضی و توانایی دیداری – فضایی از پژوهش درباره حافظه فعال دیداری – فضایی به‌دست‌آمده است. حافظه فعال دیداری – فضایی پیشرفت ریاضی را در چندین حوزه پیش‌بینی می‌کند (۱۲، ۱۵–۱۸). درحالی‌که برخی از مطالعات بین مهارت‌های دیداری – فضایی و توانایی ریاضی رابطه معناداری یافته‌اند، سایر مطالعات رابطه‌ای را گزارش نکرده‌اند؛ بنابراین این موضوع که بین مشکلات ریاضی و نارسایی‌های دیداری – فضایی رابطه وجود دارد، نیاز به تأمل بیشتری است.

تمرکز دیگر پژوهش حاضر بر ابعاد حافظه بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره نشان داد که در ابعاد حافظه فعال و آشکار بین دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری و بهنجار تفاوت معنادار است، اما در ابعاد منفعل و نهان بین دو گروه، تفاوت معنادار وجود ندارد. یافته‌های این پژوهش با نتایج پژوهش‌های پیشین، مبنی بر عدم تفاوت حافظه منفعل دانش‌آموزان بهنجار و دارای ناتوانی یادگیری، و وجود تفاوت معنادار در حافظه آشکار و حافظه فعال، همسو است (۲۶ و ۲۹). در تبیین این نتایج می‌توان بیان کرد که تفاوت در ابعاد حافظه آشکار و فعال و عدم تفاوت در ابعاد حافظه نهان و منفعل در بین دانش‌آموزان بهنجار و دارای اختلال یادگیری، مربوط به نوع پردازش‌ها است. آزمون‌های حافظه نهان و منفعل در مقایسه با آزمون‌های حافظه آشکار و فعال به پردازش عمیق‌تری نیاز ندارند و دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری در پردازش‌های عمیق مشکل داشته و تکالیفی که نیاز به پردازش عمیق دارند باعث ایجاد تفاوت می‌شوند. یک دیدگاه دیگر، این گوناگونی در ابعاد حافظه بین دو گروه را این‌گونه تبیین می‌کند: حافظه منفعل و نهان خودکار هستند و به استفاده از راهبردها نیازی ندارند، بنابراین تحت تأثیر تفاوت‌های فردی قرار ندارند (۲۹)؛ اما حافظه فعال و آشکار راهبردی هستند، بنابراین دانش‌آموزانی که در راهبردهای بسط معنایی،

سازمان‌دهی، گروه‌بندی، و استفاده از پردازش‌های عمیق معنایی در مقابل پردازش‌های ادراکی سطحی مشکل دارند، قابل پیش‌بینی است که در این ابعاد مشکل داشته باشند. تاکید نظریه‌های مربوط به اختلال‌های پردازش روان‌شناختی که اساس این پژوهش نیز مبتنی بر آن است بر ویژگی‌های یادگیری منحصربه‌فرد دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری و این‌که این ویژگی‌ها چگونه در پیشرفت آنها تأثیر می‌گذارد، متمرکز است. این نظریه‌ها بر تحلیل نارسایی‌های پردازش و ضعف مهارت‌های ضروری به ویژه پردازش شنیداری و دیداری تاکید می‌کنند (۳۸). بر اساس این نظریه، یافته‌ها ی این مطالعه را می‌توان این گونه تبیین کرد: در کودکان با ناتوانی یادگیری کلامی، مشکلات مختص حافظه، مربوط به کلمه‌هاست و هرگاه از سایر محرک‌ها استفاده شود این مشکلات دیده نمی‌شود.کودکان ناتوان در یادگیری اطلاعات موجود در حافظه فعال را کندتر از افراد بهنجار وارسی می‌کنند، اما سرعت وارسی در کودکانی که مشکل آنها از علت‌های مختلف سرچشمه می‌گیرد، بسته به نوع مشکل یادگیری، متفاوت است و نیز بر اساس ماهیت محرک‌های ارایه شده، تغییر می‌کند (۳۸). در پژوهش حاضر ماهیت محرک‌ها عمدتاً غیرکلامی هستند، بنابراین وجود تفاوت مطرح شده بین گروه‌ها کاملا قابل تبیین است. بنا بر پژوهش کورنولدی و همکاران (۲۹) کودکان دارای ناتوانی یادگیری از نوع ریاضی در فراخنای عددی، بینایی، و فضایی مشکل دارند و در تکالیفی که نیاز به فراخنای کلامی شنیداری دارند نارسایی نشان نمی دهند،که این نتیجه خود حمایت دیگری از نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر است. این کودکان در جلوگیری از ورود اطلاعات غیرضروری به حافظه فعال مشکل داشته و بنابراین به احتمال بیشتری از تکلیف، تعبیر و تفسیرهایی می‌کنند که غیرمرتبط بوده و نتیجه آن، شکست در پی‌گیری عملیات ریاضی است. همچنین کودکان با مشکلات ویژه در یادگیری ریاضی اگر از آنها خواسته شود که اطلاعات مربوط به مجموعه‌های عددی راکه از طریق کانال بینایی دریافت می‌کنند به طور همزمان و موقت نگهداری کنند، مشکل خواهند داشت، اما اگر با اطلاعات غیر ریاضی به طور هم‌زمان مواجه شوند مشکل نخواهند داشت. این نارسایی انتخابی به نارسایی در سیستم حافظه فعال ریاضی در این گروه از کودکان نسبت داده شده است (۳۹).

در پژوهش حاضر چندین محدودیت وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد: ابتدا این‌که اندازه‌های گروه برای تحلیل زیرگروه‌ها در پژوهش کنونی کوچک بودند. این موضوع ممکن است منجر به از دست دادن توان آماری شود به‌گونه‌ای که ممکن است تفاوت‌های قابل‌توجه‌تری با اندازه نمونه‌های بزرگ‌تر به دست آید. محدودیت دیگر این‌که برای بررسی توانایی نگهداری ذهنی، از تکلیف نگهداری ذهنی مایع استفاده شد. نقش سایر تکالیف نگهداری ذهنی مثل طول و ماده باید در مشکلات ریاضی به‌طور روشن‌تر مورد بررسی قرار گیرند. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مشابه با در نظر گرفتن متغیر جنسیت انجام شوند تا تفاوت‌های احتمالی بین دو جنس ازنظر نشانگرها، مشخص شود. همچنین پیشنهاد می‌شود تأثیر برنامه‌های مداخله‌ای متمرکز بر نتایج پژوهش حاضر، بررسی شود. در سطح پژوهشی نیز توصیه می‌شود از روش تصادفی برای انتخاب افراد نمونه و همچنین با حجم نمونه بیشتر، انجام شود.

به‌طورکلی و بر اساس نتایج حاضر در این پژوهش، مهارت دیداری – فضایی، نگهداری ذهنی، سرعت پردازش عددی، و حافظه آشکار و فعال در دانش‌آموزان مقطع دبستان مبتلا به اختلال ریاضی به‌طور معناداری ضعیف‌تر از کودکان بهنجار است. این پژوهش شواهد بیشتری مبنی بر این‌که بین دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی و بهنجار در این ابعاد تفاوت وجود دارد فراهم آورد. نتایج این پژوهش می‌تواند بار دیگر بر این تفاوت‌ها تأکید کرده و اهمیت لزوم آموزش مبتنی بر این توانایی‌ها را برای این دسته از کودکان روشن سازد.

تشکر و قدردانی: این مطالعه به‌صورت مستقل اجرا شده است و حاصل پایان‌نامه یا طرح پژوهشی مصوب نیست و مجوز اجرای آن بر روی افراد نمونه از سوی سازمان آموزش‌وپرورش استان البرز شهر کرج با شماره مجوز ۲۴۰۴/۰۱۵۷۱/۶۱ در تاریخ ۱۳۹۷/۰۲/۰۷ صادر شد. بدین‌وسیله از تمامی والدین دانش‌آموزان شرکت‌کننده شهر کرج و قزوین و همچنین مرکز مفید، وصال، البرز، و راستا که در اجرای این پژوهش مشارکت داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع: این پژوهش بدون حمایت مالی سازمان یا نهاد خاصی انجام شده و هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود نداشته است.

References

1. Akhavan Tafti M, Boyle JR, Crawford CM. Meta – Analysis of visual-spatial deficits in dyslexia. Int J Brain Cogn Sci. 2014; 3(1): 25-34. [Link]
2. Sadeghi N, Nazari MA. Effect of neurofeedback on visual-spatial attention in male children with reading disabilities: an event-related potential study. Neurosci Med. 2015; 6(2): 71–79. [Link]
3. Taghizadeh H, Soltani A, Manzari Tavakoli H, Zeinaddiny Maymand Z. The structural model of the role of executive functions in learning performance of students with specific learning disabilities. Quarterly Journal of Child Mental Health. 2017; 4(2): 25-36. [Persian]. [Link]
4. Andersson U. Mathematical competencies in children with different types of learning difficulties. J Educ Psychol. 2008; 100(1): 48–66. [Link]
5. Rudkin SJ, Pearson DG, Logie RH. Executive processes in visual and spatial working memory tasks. Q J Exp Psychol (Hove). 2007; 60(1): 79–100. [Link]
6. Zhang H, Chang L, Chen X, Ma L, Zhou R. Working memory updating training improves mathematics performance in middle school students with learning difficulties. Front Hum Neurosci. 2018; 12: 154. [Link]
7. Swanson HL, Jerman O. Math disabilities: a selective meta-analysis of the literature. Rev Educ Res. 2006; 76(2): 249–274. [Link]
8. Geary DC, Hoard MK, Nugent L, Bailey DH. Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: a five-year prospective study. J Educ Psychol. 2012; 104(1): 206–223. [Link]
9. Rosselli M, Ardila A, Matute E, Inozemtseva O. Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. Child Neuropsychol. 2009; 15(3): 216–231. [Link]
10. Fuchs LS, Fuchs D, Craddock C, Hollenbeck KN, Hamlett CL, Schatschneider C. Effects of small-group tutoring with and without validated classroom instruction on at-risk students' math problem solving: are two tiers of prevention better than one? J Educ Psychol. 2008; 100(3): 491–509. [Link]
11. Booth JL, Siegler RS. Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. Child Dev. 2008; 79(4): 1016–1031. [Link]
12. Bartelet D, Ansari D, Vaessen A, Blomert L. Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties in primary education. Res Dev Disabil. 2014; 35(3): 657–670. [Link]
13. Landerl K, Fussenegger B, Moll K, Willburger E. Dyslexia and dyscalculia: two learning disorders with different cognitive profiles. J Exp Child Psychol. 2009; 103(3): 309–324. [Link]
14. Van't Noordende JE, van Hoogmoed AH, Schot WD, Kroesbergen EH. Number line estimation strategies in children with mathematical learning difficulties measured by eye tracking. Psychol Res. 2016; 80(3): 368–378. [Link]
15. Casey BM, Pezaris E, Fineman B, Pollock A, Demers L, Dearing E. A longitudinal analysis of early spatial skills compared to arithmetic and verbal skills as predictors of fifth-grade girls' math reasoning. Learn Individ Differ. 2015; 40: 90–100. [Link]
16. Caviola S, Mammarella IC, Lucangeli D, Cornoldi C. Working memory and domain-specific precursors predicting success in learning written subtraction problems. Learn Individ Differ. 2014; 36: 92–100. [Link]
17. Kolkman ME, Kroesbergen EH, Leseman PPM. Involvement of working memory in longitudinal development of number–magnitude skills. Infant Child Dev. 2014; 23(1): 36–50. [Link]
18. Van de Weijer-Bergsma E, Kroesbergen EH, Van Luit JEH. Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. Mem Cognit. 2015; 43(3): 367–378. [Link]
19. Kroesbergen EH, van Dijk M. Working memory and number sense as predictors of mathematical (dis-)ability. Z Psychol. 2015; 223(2): 102–109. [Link]
20. Schuchardt K, Maehler C, Hasselhorn M. Working memory deficits in children with specific learning disorders. J Learn Disabil. 2008; 41(6): 514–523. [Link]
21. Szucs D, Devine A, Soltesz F, Nobes A, Gabriel F. Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. Cortex. 2013; 49(10): 2674–288. [Link]
22. Reuhkala M. Mathematical skills in ninth-graders: Relationship with visuo-spatial abilities and working memory. Educ Psychol. 2001; 21(4): 387–399. [Link]
23. Krajewski K, Schneider W. Early development of quantity to number-word linkage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties: Findings from a four-year longitudinal study. Learn Instr. 2009; 19(6): 513–526. [Link]
24. Cowan R, Donlan C, Shepherd D-L, Cole-Fletcher R, Saxton M, Hurry J. Basic calculation proficiency and mathematics achievement in elementary school children. J Educ Psychol. 2011; 103(4): 786–803.

[Link]
25. Shayer M, Ginsburg D, Coe R. Thirty years on - a large anti-Flynn effect? The piagetian test volume & heaviness norms 1975-2003. Br J Educ Psychol. 2007; 77(Pt 1): 25–41. [Link]
26. Wubbena ZC. Mathematical fluency as a function of conservation ability in young children. Learn Individ Differ. 2013; 26: 153–155. [Link]
27. Williams M, Pouget P, Boucher L, Woodman GF. Visual-Spatial attention aids the maintenance of object representations in visual working memory. Mem Cognit. 2013; 41(5): 698–715. [Link]
28. Abedi MR, Sadeghi A, Rabiei M. Standardization of the wechsler intelligence scale for children-iv in Chahar Mahal va Bakhteyri state. Journal of Personality & Individual Differences. 2013; 2(3): 138–158. [Persian]. [Link]
29. Cornoldi C, Rigoni F, Tressoldi PE, Vio C. Imagery deficits in nonverbal learning disabilities. J Learn Disabil. 1999; 32(1): 48–57. [Link]
30. Ahadi H, Kakavand AR. Comparing explicit and implicit memory of children with special disability in learning and normal children by using picture test. Knowledge & Research in Applied Psychology. 2004; (21/22): 155-168. [Persian]. [Link]
31. Shahim S, Haroon Rashidi H. A comparison of performance of children with nonverbal learning disabilities (NLD) and verbal learning disabilities (VLD) on thscale for children-revised (WISC-R), the bendevisual-motor gestalt test and the Iranian key Mathâre wechsler intelligence. Knowledge & Research in Applied Psychology. 2017; 0(32): 61–90. [Persian]. [Link]
32. Mohammadesmaeil E, Hooman H A. Adaptation and standardization of the IRAN KEY-MATH test of mathematics. Journal of Exceptional Children. 2003; 2(4): 323-332. [Persian]. [Link]
33. Cappelletti M, Barth H, Fregni F, Spelke ES, Pascual-Leone A. rTMS over the intraparietal sulcus disrupts numerosity processing. Exp Brain Res. 2007; 179(4): 631–642. [Link]
34. Gladstone R. Conservation and compensation. J Genet Psychol. 1981; 138(2): 193–205. [Link]
35. Arffa S. The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. Arch Clin Neuropsychol. 2007; 22(8): 969–978. [Link]
36. Peng P, Congying S, Beilei L, Sha T. Phonological storage and executive function deficits in children with mathematics difficulties. J Exp Child Psychol. 2012; 112(4): 452–466. [Link]
37. Tavangar Marvasti F, Abarghoi MR, Sharifi Saki S, Ahmadi H, babai Sanglagi M, Karimi R. Efficacy of number concepts training using separate skimming in reducing school phobia in students with mathematics disorder. Quarterly Journal of Child Mental Health. 2015; 2(3): 85-94. [Persian]. [Link]
38. Moeller K, Neuburger S, Kaufmann L, Landerl K, Nuerk H-C. Basic number processing deficits in developmental dyscalculia: Evidence from eye tracking. Cogn Dev. 2009; 24(4): 371–386. [Link]
39. Arjmandnia AA, Sharifi A, Rostami R. The effectiveness of computerized cognitive training on the performance of visual-spatial working memory of students with mathematical problems. Journal of Learning Disabilities. 2014; 3(4): 6–24. [Persian]. [Link]