



## Development, Design and Validation of Multidimensional Cognitive Assessment Tasks for Children with Mathematics Disorder

Melissa Hanifi vahed<sup>1</sup>, Siavash Talepasand<sup>2✉</sup>, Shahab Moradi<sup>3</sup>

1. Department of Psychology, Se.C., Islamic Azad University, Semnan, Iran. E-mail: [m.hanifi@stu.semnaniau.ac.ir](mailto:m.hanifi@stu.semnaniau.ac.ir).

2. Department of Education, Faculty of Education and Psychology, Semnan University, Semnan, Iran. E-mail: [stalepasand@semnan.ac.ir](mailto:stalepasand@semnan.ac.ir)

3. Department of Psychology, Se.C., Islamic Azad University, Semnan, Iran. E-mail: [Shahab.moradi@iau.ac.ir](mailto:Shahab.moradi@iau.ac.ir)

### ARTICLE INFO

#### Article type:

Research Article

#### Article history:

Received 18 June 2025

Received in revised form 19 May 2026

Accepted 12 July 2026

Published Online 23 August 2026

#### Keywords:

validation,  
cognitive tasks,  
mathematics disorder.

### ABSTRACT

**Background:** Cognitive assessment of mathematical disorders requires the evaluation of multidimensional processes (such as working memory and numerical processing). However, existing Persian tools lack the ability to accurately diagnose these dimensions. This study aims to fill this research gap by designing localized multidimensional tasks to facilitate the identification of subgroups of mathematical disorders.

**Aims:** This research was conducted with the goal of developing and designing a set of cognitive tasks specifically for children with mathematical disorders.

**Methods:** The current study is a developmental-applied design. The statistical population includes third to sixth grade elementary school students from Alborz province in the academic year 2023-2024. The participants comprised 96 students (72 boys, 24 girls) with learning disabilities in mathematics, selected through stratified random sampling. A set of cognitive tasks was identified based on the literature. Participants completed the designed cognitive tasks in the Psycopy software environment. Eleven tasks were included, measured through both the number of correct responses and reaction time. The data analysis utilized item-total correlation, Cronbach's alpha coefficient, and exploratory factor analysis. The data were analyzed using SPSS version 26.

**Results:** The results of the exploratory factor analysis revealed six distinct factors that collectively explained 74% of the variance. The factors identified included cognitive arithmetic performance, cognitive comparison performance, cognitive numerical processing, cognitive processing speed, arithmetic processing speed, and cognitive response accuracy. The reliability coefficients for the tasks ranged from 0.62 to 0.89.

**Conclusion:** The results support the satisfactory construct validity of the designed tasks in assessing children with mathematical disorders, which can aid in the precise identification of cognitive strengths and weaknesses related to mathematical learning.

**Citation:** Hanifi vahed, M., Talepasand, S., & Moradi, Sh. (2026). Development, design and validation of multidimensional cognitive assessment tasks for children with mathematics disorder. *Journal of Psychological Science*, 25(162), 1-20. [10.66224/jps.25.162.15](https://doi.org/10.66224/jps.25.162.15)

*Journal of Psychological Science*, Vol. 25, No. 162, 2026

© The Author(s). DOI: [10.66224/jps.25.162.15](https://doi.org/10.66224/jps.25.162.15)



✉ **Corresponding Author:** Siavash Talepasand, Professor, Department of Education, Faculty of Education and Psychology, Semnan University, Semnan, Iran.

E-mail: [stalepasand@semnan.ac.ir](mailto:stalepasand@semnan.ac.ir), Tel: (+98)9126040690

## **Extended Abstract**

### **Introduction**

Specific learning disorders are developmental, neurobiological conditions marked by persistent academic difficulties that cannot be attributed to low effort or intellectual disability. These disorders, which affect reading, writing, and math skills, are influenced by genetic, cognitive, and environmental factors and often disrupt daily functioning (Benifassi et al., 2020). In particular, children with math learning disorders struggle not only with mathematical concepts but also with broader cognitive processes such as memory, processing speed, spatial awareness, planning, and information retention (Bishara, 2023). Research has highlighted the role of both domain-specific (e.g., number sense, calculation, counting) and general cognitive abilities (e.g., attention, language, working memory) in these difficulties (Agostinho et al., 2022), underlining the critical role cognition plays in academic and everyday functioning. Computerized cognitive assessments offer a practical, modern means of identifying cognitive strengths and weaknesses and diagnosing learning disorders. These tools evaluate a range of functions including memory, attention, reasoning, and problem-solving (Ritchie et al., 2018). Given the lack of culturally adapted digital tools for assessing cognitive deficits in math disorders, this study aimed to develop and validate a multidimensional, computerized assessment tool using exploratory factor analysis. Among the various models of cognitive abilities, the Cattell–Horn–Carroll (CHC) theory is the most comprehensive. It describes a hierarchical model of intelligence, comprising narrow abilities at the base, broad abilities in the middle, and general intelligence at the top (Reynolds et al., 2013; Schneider & McGrew, 2012). Broad abilities such as fluid reasoning, processing speed, short-term

memory, and visual/auditory processing are particularly relevant to learning disorders.

Given the shortage of validated cognitive tools tailored to children with math difficulties, designing such instruments is crucial. These tools can help identify specific cognitive deficits, support targeted interventions, and challenge the idea of math disorder as a uniform condition by revealing distinct cognitive subtypes. While local research has focused more on interventions than assessment tools (e.g., Mohammadi et al., 2023; Sadeghi et al., 2018), international efforts have begun to fill this gap. For example, Bartlett et al. (2014) and Chan & Wong (2020) developed specific cognitive tasks to assess various aspects of mathematical cognition, identifying multiple subgroups of children with math difficulties. These findings emphasize the importance of robust cognitive assessments in educational settings (Richerson et al., 2014).

### **Method**

This developmental–applied study involved students in grades 3 through 6 who had been referred to six learning disability centers in Alborz Province due to difficulties in mathematics ( $N = 648$ ). Based on estimated prevalence and error margins, 96 students (72 boys, 24 girls) were selected through random sampling, with each center contributing 16 participants. Students with acute medical conditions or who withdrew were excluded. Participants completed eleven cognitive tasks designed to assess different aspects of cognitive functioning, including dot density, number comparison, estimation, number line, basic response time, and both verbal and spatial working memory.

### **Results**

The average age, mathematical progress, and performance in general and specific cognitive

processing tasks for children with math learning disorders are presented in Table 1.

**Table 1. Mean Standard deviation for age, math progress, and cognitive processing task in children with and without math**

| Variable                                            | 96) = n(MLD |             |
|-----------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                     | M           | SD          |
| <b>Age &amp; General Cognitive Processing Tasks</b> |             |             |
| Age (years)                                         | 10.31       | 0.85        |
| Overall IQ                                          | 96.92       | 6.57        |
| Verbal Comprehension IQ                             | 85.21       | 6.29        |
| Perceptual Reasoning IQ                             | 93.36       | 6.72        |
| Processing Speed IQ                                 | 89.37       | 4.74        |
| Baseline (Correct Responses)                        | 39.82       | 24.42       |
| Baseline (Time Performance)                         | 1.15        | 0.31        |
| Verbal Short-Term Memory                            | 54.16       | 9.17        |
| Spatial Short-Term Memory                           | 79.89       | 6.44        |
| <b>Math Operations Performance</b>                  |             |             |
| Addition (Correct Responses)                        | 77.56       | 8.94        |
| Addition (Time Performance)                         | 0.33        | 0.12        |
| Subtraction (Correct Responses)                     | 75.62       | 11.88       |
| Subtraction (Time Performance)                      | 0.30        | 0.96        |
| Multiplication (Correct Responses)                  | 79.21       | 10.58       |
| Multiplication (Time Performance)                   | 0.33        | 0.08        |
| Basic Concepts (Iran- Keymath )                     | 85.17       | 6.98        |
| Operations (Iran- Keymath)                          | 87.08       | 7.17        |
| Applications (Iran- Keymath)                        | 86.46       | 6.72        |
| Overall Standard Score (Iran-Keymath)               | 85.11       | 5.44        |
| <b>Specific Cognitive Processing Tasks</b>          |             |             |
| Point Density (Correct, Time Performance)           | 73.19(0.93) | 18.63(0.21) |
| Estimation                                          | 0.69        | 0.45        |
| Point Counting (Correct, Time Performance)          | 81.40(0.34) | 7.11(0.05)  |
| Object Matching (Correct, Time Performance)         | 50.94(0.35) | 12.18(0.08) |
| Verbal Number Matching (Correct, Time Performance)  | 87.31(0.57) | 6.98(0.14)  |
| Number Comparison (Correct, Time Performance)       | 77.94(0.79) | 7.24(0.09)  |
| Number Line (Correct, Time Performance)             | 12.34       | 3.84        |

**Note:** Bonferroni correction was applied, and all p-values  $\leq 0.002$  were considered significant at the 5% level.

The specific numerical cognitive processing tasks were significantly correlated. The strongest correlations were between verbal short-term memory and dot counting/verbal number matching, while spatial short-term memory correlated significantly with numerical comparison and verbal number matching and weakly with estimation. The zero-order correlation between working memory tasks and specific cognitive processing tasks is reported in

Table 2. For theoretical clarity, all variables (measured both by correct responses and response times) were included in the exploratory factor analysis, totaling 22 variables. The EFA resulted in a six-factor solution. The first factor explained 26% of the variance, while the next five explained 17%, 12%, 9%, 5%, and 5%, respectively. Together, the six factors accounted for 74% of the variance. The scree plot clearly supported a six-factor solution.

Table 2. Zero-order correlation matrix between working memory tasks and specific cognitive processing tasks

| variables                    | 1 | 2    | 3     | 4      | 5      | 6     | 7      | 8      | 9      |
|------------------------------|---|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Dot comparison               | - | 0/43 | -0/09 | 0/23*  | -0/169 | 0/20* | 0/04   | -0/15  | 0/22*  |
| Estimation                   |   | -    | 0/11  | 0/35** | -0/01  | -0/01 | 0/51** | -0/01  | 0/20*  |
| Counting                     |   |      | -     | 0/37** | 0/39** | 0/21* | 0/16   | 0/43** | 0/16   |
| Matching objects             |   |      |       | -      | 0/16   | 0/06  | 0/43** | -0/14  | 0/05   |
| Verbal matching              |   |      |       |        | -      | 0/25* | -0/15  | 0/39** | 0/35** |
| Dot enumeration              |   |      |       |        |        | -     | 0/26** | 0/09   | 0/40** |
| Number line                  |   |      |       |        |        |       | -      | -0/15  | 0/11   |
| Verbal short working memory  |   |      |       |        |        |       |        |        |        |
| Spatial short working memory |   |      |       |        |        |       |        | -      | 0/30** |

0/01 &lt; P    \*\* 0/05 &gt; P

An examination of factor loadings in the rotated factor matrix showed that the first dominant factor, with an eigenvalue of 25.9, clearly represents a numerical operations factor combined with spatial memory. The second dominant factor, with an eigenvalue of 16.8, represents approximate numerical knowledge (dot comparison task and estimation task). The third dominant factor, with an eigenvalue of 12.3, clearly reflects a counting-memory factor (counting and object matching tasks). In the fourth factor, with an eigenvalue of 9.1, counting (response time) and matching (response time) had the highest factor loadings per unit of time. The fifth factor, with an eigenvalue of 4.8, showed the highest loadings for arithmetic performance(response time) and basic response time. The sixth factor, with an eigenvalue of 4.7, included base response line (percentage of correct responses) and numerical comparison (percentage of correct responses) with the highest factor loadings.

The findings indicate that the extracted factors have acceptable validity. For example, the arithmetic-cognitive performance factor had a standardized Cronbach's alpha of 0.773, and the range of item-total discrimination coefficients in this factor varied from 0.22 (performance on subtraction operations – response time) to 0.68 (performance on subtraction operations – percentage of correct responses).

## Conclusion

The findings of this study indicate that numerical cognitive processing tasks are significantly associated with components of verbal and spatial short-term working memory. However, the pattern of these correlations supports a functional distinction between these two types of memory. The strongest relationship was found between verbal memory and language-based tasks (such as counting dots and verbal matching of numbers), likely due to the linguistic nature of number encoding in short-term memory. In contrast, the prominent role of spatial memory in non-verbal tasks like numerical comparison and estimation aligns with cognitive theories emphasizing the spatial representation of numbers in quantity processing. Exploratory factor analysis identified six independent factors, confirming the multidimensional structure of numerical cognitive processing. The high variance explained by the first factor (26%) —identified as numerical operations–spatial memory—indicates the central role of integration between numerical and spatial systems in basic arithmetic computations. The second factor (approximate numerical knowledge), explaining 17% of the variance, supports the theoretical distinction between exact and approximate number processing. Acceptable reliability

coefficients (e.g., Cronbach's alpha of 0.773 for arithmetic performance) and the diverse range of item discrimination coefficients (0.22 to 0.68) demonstrate strong internal validity of the designed instrument. These findings have important implications for designing educational interventions for children with mathematical learning disorders: it appears essential to simultaneously strengthen verbal working memory (for mastery of language-based number concepts) and spatial memory (for understanding quantitative and approximate relationships). However, to improve generalizability, future studies with larger samples and investigation of moderating variables (such as age and educational level) are recommended.

### **Ethical Considerations**

**Compliance with ethical guidelines:** This article is taken from the doctoral dissertation of the first author in the field of educational psychology, Islamic Azad University, Semnan Branch. The participants voluntarily participated in the research and the researcher does not consider any risk for the participants.

**Funding:** This study was conducted as a PhD thesis with no financial support.

**Authors' contribution:** The first author was the senior author, the second were the supervisors and the third was the advisors.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest for this study.

**Acknowledgments:** I would like to appreciate the supervisor, the advisors in the study.



## تدوین، طراحی و رواسازی تکالیف سنجش شناختی چندبعدی برای کودکان با اختلال ریاضی

ملیسا حنیفی واحد<sup>۱</sup>، سیاوش طالع پسند<sup>۲</sup>✉، شهاب مرادی<sup>۳</sup>

۱. گروه روانشناسی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران. رایانامه: [m.hanifi@stu.semnaniau.ac.ir](mailto:m.hanifi@stu.semnaniau.ac.ir)

۲. گروه علوم تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. رایانامه: [stalepasand@semnan.ac.ir](mailto:stalepasand@semnan.ac.ir)

۳. گروه روانشناسی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران. رایانامه: [shahab.moradi@iau.ac.ir](mailto:shahab.moradi@iau.ac.ir)

### چکیده

### مشخصات مقاله

#### نوع مقاله:

پژوهشی

#### تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۸

بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۹

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۱

انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۶/۰۱

#### کلیدواژه‌ها:

رواسازی،

تکالیف شناختی،

اختلال ریاضی.

**زمینه:** ارزیابی شناختی اختلال ریاضی نیازمند سنجش فرآیندهای چندبعدی (مانند حافظه کاری و پردازش عددی) است، اما ابزارهای موجود فارسی فاقد توانایی تشخیص دقیق این ابعاد هستند. این مطالعه با طراحی تکالیف چندبعدی بومی، درصدد پرکردن این خلأ پژوهشی و تسهیل شناسایی زیرگروه‌های اختلال ریاضی است.

**هدف:** این پژوهش باهدف تدوین و طراحی مجموعه‌ای از تکالیف شناختی مختص کودکان با اختلال ریاضی انجام شد.

**روش:** طرح مطالعه حاضر توسعه‌ای - کاربردی است. جامعه آماری شامل دانش آموزان ابتدایی پایه سوم تا ششم استان البرز در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بود. شرکت کنندگان شامل ۹۶ دانش آموزان (۷۲ پسر، ۲۴ دختر) با اختلال یادگیری ریاضی بودند که با روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند. مجموعه‌ای از تکالیف شناختی براساس پیشینه شناسایی شد. شرکت کنندگان تکالیف شناختی طراحی شده در محیط نرم افزار سایکوپای را تکمیل کردند. یازده تکالیف گنجانده شد که به دو صورت تعداد پاسخ درست و زمان واکنش ثبت شدند. از ضریب همبستگی سوال - نمره کل، ضریب آلفای کرونباخ و تحلیل عاملی اکتشافی برای تحلیل داده‌ها استفاده شد. داده‌ها با نرم افزار SPSS26 تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** نتایج تحلیل عاملی اکتشافی شش عامل آشکار را نشان داد که بر روی هم ۷۴ درصد واریانس را تبیین می کردند. عامل‌ها شامل عملکرد حسابی شناختی، عملکرد مقایسه شناختی، پردازش عددی شناختی، سرعت پردازش حسابی، سرعت پردازش حسابی و دقت پاسخ شناختی شناسایی شدند. دامنه ضرایب اعتبار تکالیف از ۰/۶۲ تا ۰/۸۹ بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج مؤید روایی سازه مطلوب تکالیف طراحی شده در ارزیابی کودکان با اختلال ریاضی است که می‌توانند به شناسایی دقیق نقاط ضعف و قوت شناختی مرتبط با یادگیری ریاضی کمک کنند.

**استاد:** حنیفی واحد، ملیسا؛ طالع پسند، سیاوش؛ و مرادی، شهاب (۱۴۰۵). تدوین، طراحی و رواسازی تکالیف سنجش شناختی چندبعدی برای کودکان با اختلال ریاضی. *مجله علوم روانشناختی*، دوره ۲۵، شماره ۱۶۲، ۱-۲۰.

DOI: 10.66224/jps.25.162.15. ۱۴۰۵، شماره ۱۶۲، دوره ۲۵، *مجله علوم روانشناختی*



✉ نویسنده مسئول: استاد، گروه علوم تربیتی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. رایانامه: [stalepasand@semnan.ac.ir](mailto:stalepasand@semnan.ac.ir)

تلفن: ۰۹۱۲۶۰۴۰۶۹۰

## مقدمه

مشکلات جدی و اخیر در چند جنبه‌ی درسی که ناشی از کمبود تلاش یا کم‌توانی هوشی نباشد و صرفاً به دلیل تفاوت‌های فردی باشد را اختلال یادگیری خاص<sup>۱</sup> می‌نامند که دسته‌ای از اختلال‌های عصبی تحولی بوده و از طریق اندازه‌گیری مهارت‌های ریاضی، خواندن و نوشتن شناسایی می‌شود و دارای منشأ ژنتیکی، شناختی و زیست‌محیطی است و موجب بروز مشکلات در زندگی روزمره می‌شود (بنیفاسی و همکاران، ۲۰۲۰). در مجموعه تشخیصی و آماری انجمن روان‌پزشکی آمریکا (۲۰۲۲)، ناتوانی‌های یادگیری خاص<sup>۱</sup> با این سه زیر دسته مشخص می‌شود: آسیب در خواندن، آسیب در بیان نوشتاری یا نارسا نویسی، آسیب در ریاضیات یا حساب نارسایی و دانش آموزانی که ناتوانی‌های یادگیری خاص دارند، اغلب از مشکلات شناختی رنج می‌برند (آبباریکی و همکاران، ۱۳۹۶). ناتوانی‌های یادگیری خاص ممکن است در زمینه‌هایی توجه، حافظه کاری، سرعت پردازش، برنامه‌ریزی، حل مسئله، بازدارایی پاسخ و انعطاف‌پذیری شناختی خود را نشان دهد (جیتین و همکاران، ۲۰۱۸). اختلال یادگیری خاص نوعی از اختلال عصبی - رشدی است که در نتیجه تعامل برخی عوامل ارثی و محیطی که در توانایی مغز برای ادراک سریع، صحیح و آسان اطلاعات کلامی و غیر کلامی تأثیر می‌گذارند، به وجود می‌آید (سوات و میرث، ۲۰۲۱). ازدید برخی از پژوهشگران، نارسایی در کارکردهای شناختی و به‌ویژه در حافظه فعال، دلیل اولیه برای عملکرد تحصیلی ضعیف دانش آموزان دارای اختلال یادگیری خاص است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۹). از سوی دیگر در مورد علل زمینه‌ساز زیربنایی اختلال یادگیری نظریه‌های متفاوتی وجود دارد عده‌ای بر این باورند که ضعف حافظه و سازمان عملکرد شناختی موجب این اختلال می‌شود (وانگ، ۲۰۲۰). کودکان با اختلال یادگیری خاص مانند ریاضی نه تنها با مشکلات ویژه در زمینه یادگیری ریاضیات روبه‌رو هستند، بلکه بیشتر در فرایندهای شناختی، ذخیره‌سازی اطلاعات، برنامه‌ریزی، سرعت پردازش، حافظه و روابط فضایی دچار نقایص جدی هستند (بیشارا، ۲۰۲۳). در نتیجه حساب را می‌توان توانایی پیچیده‌ای دانست که از مهارت‌های مختلفی تشکیل شده است که به نظر می‌رسد متکی بر فرایندهای شناختی مختلف است. این اختلال همبودی بالایی با مشکلات شناختی دارد؛ زیرا کودک با

<sup>۱</sup>. Specific Learning Disorder

اختلال ریاضی در درک سیستم عددی و یافتن روابط ریاضی در معادلات مشکل دارد و بخش عمده‌ای از مشکل به اختلال در بازیابی اطلاعات از حافظه مربوط می‌شود (ون هروگن، ۲۰۱۹).

مدل‌های زیادی به دنبال کشف عوامل شناختی زمینه‌ای برای عدم موفقیت دانش‌آموزان در ریاضی بودند که یا به حوزه شناختی خاص (محاسبه، شمارش، پردازش اعداد، مهارت‌های اولیه اعداد و بازیابی اطلاعات) و یا به حوزه شناختی عمومی (حافظه فعال، زبان، توجه، یادگیری دیداری و فضایی) و یا تعامل این عوامل اشاره دارند (آگوستینی و همکاران، ۲۰۲۲). در نتیجه می‌توان گفت شناخت و فرایندهای شناختی نقشی اساسی در یادگیری، حل مسئله، تصمیم‌گیری و عملکرد کلی افراد در زندگی روزمره ایفا می‌کنند.

از سوی دیگر شیوع اختلال ریاضی نیز امری مهم و مورد توجه است. خبرنامه اختلال‌های یادگیری مینه سوتا میزان شیوع اختلال ریاضی را در سن دبستان ۶ درصد برآورد می‌کند (بیرامی و همکاران، ۱۳۹۵). دسوت و روئیز (۲۰۰۴) نیز اذعان می‌دارند که تقریباً ۶ درصد از کودکان سن مدرسه رو دارای مهارت‌های ریاضی کافی نیستند. در ایران میزان شیوع اختلال ریاضی توسط انصاری اردلی و همکاران (۱۴۰۰) ۹/۸۳ درصد گزارش شده است. با پیشرفت علوم در جهان امروز و تأثیر آن بر سطح زندگی انسان‌ها دنیای کودکان نیز از این تغییر مصون نمانده (صالح و مزلان، ۲۰۱۹). یکی از این جلوه‌های تغییر و دگرگونی، تغییر در سرگرمی‌ها، نوع ابزارها و آزمون‌هایی است که نمود آن را می‌توان در گسترش فعالیت‌های رایانه‌ای و دیجیتال مشاهده کرد و هم‌زمان با شیوع این فعالیت‌ها، شیوه‌ی کار و آزمون‌ها و ابزارهای طراحی شده برای کودکان نیز باید دستخوش تغییراتی شود (وگل و همکاران، ۲۰۰۶). ارزیابی‌های شناختی با استفاده از ابزارهای رایانه‌ای روشی نوین و کارآمد برای شناسایی توانایی‌ها و ضعف‌ها و همچنین تشخیص مشکلات احتمالی یادگیری یا اختلالات یادگیری و یا شناختی است. این ابزارها با ارائه طیف گسترده‌ای از تست‌ها و آزمون‌ها می‌توانند اطلاعات جامعی در مورد عملکرد شناختی فرد در زمینه‌های مختلف مانند توجه، حافظه کاری، استدلال، حل مسئله و حافظه بینایی و شنوایی ارائه دهند (ریچی و همکاران، ۲۰۱۸). تا کنون دیدگاه‌های مختلفی در مورد توانایی‌های شناختی و سنجش آنها مطرح

شده است که جامع ترین نظریه در مورد ساختار توانایی های شناختی مربوط به نظریه کتل - هورن - کارول است (رینولد و همکاران، ۲۰۱۳). این نظریه یک الگوی سه لایه ای را مطرح می کند که در لایه ی پایین توانایی های جزئی، در لایه ی میانی توانایی های گسترده تر و در لایه ی بالا یک عامل عمومی مطرح است. توانایی های لایه دوم همراه با توانایی لایه نخست شامل استدلال سیال، دانش ادراکی، حافظه کوتاه مدت، اندوزش و بازیابی بلندمدت، پردازش دیداری، پردازش شنیداری، سرعت پردازش، سرعت تصمیم گیری و واکنش، و دانش کمی است (اشنایدر و مک گریو، ۲۰۱۲). باتوجه به یافته های مطالعات تجربی در زمینه ساخت و اعتباریابی آزمون های شناختی خاص و فقدان پژوهش های مناسب در این زمینه، انجام یک مطالعه در این مورد بسیار مهم و ضروری است. امروزه بسیاری از موفقیت های آموزشی و تحصیلی به یادگیری و شناخت کودکان وابسته است و نگاهی اجمالی به یافته های مطالعات داخلی بیان کننده این فقدان و عدم تمرکز کافی بر این موضوع است برای مثال در پژوهش های داخلی بیشتر به اثربخشی برنامه های شناختی و شناخت درمانی اشاره شده است و هیچ ابزاری در خصوص سنجش فرایندهای شناختی خاص طراحی نشده است. در پژوهشی که محمدلو و همکاران (۱۴۰۲) با عنوان مقایسه اثربخشی توان بخشی شناختی و شناخت درمانی بر ذهن آگاهی و پیشرفت تحصیلی کودکان با اختلال یادگیری خاص پرداختند که نتایج نشان داد مداخلات شناختی بر عملکرد تحصیلی دانش آموزان اثرگذار است.

در پژوهشی دیگر که صادقی و همکاران (۱۳۹۷) با عنوان تأثیر آموزش مهارت های شناختی بر توانایی های شناختی کودکان با اختلال یادگیری، نتایج نشان دادند که این آموزش ها بر توانایی های شناختی کودکان با اختلال ریاضی اثر دارد و در مرور پژوهش های خارجی نیز که پژوهشگران در آنها به بررسی نیمرخ های شناختی اختلال های یادگیری پرداخته اند، تنها تعداد کمی از مطالعات بر روی فرایندهای شناختی خاص و طراحی این تکالیف بخصوص متمرکز شده اند. برای مثال بارتلت و همکاران (۲۰۱۴) با طراحی تکالیف شناختی خاص در زمینه مقایسه اعداد، تطبیق کلامی اعداد، شمارش، تخمین زدن و زمان پاسخ پایه و حافظه کاری کوتاه مدت کلامی و فضایی به شناسایی خوشه های مختلف اختلال ریاضی در کودکان پرداختند و همچنین در پژوهشی دیگر لان چان و وونگ (۲۰۲۰) با طراحی تکالیف شناختی خاص در زمینه شمارش، مقایسه غیر نمادین، خط پایه،

مقایسه عددی و استراتژی های جمع به شناسایی زیر گروه های اختلال ریاضی پرداختند که در آن پنج زیر گروه متمایز را در بین کودکان دارای مشکلات ریاضی در دو سال اول دبستان شناسایی کردند.

ارزیابی دقیق و معتبر این فرایندها می تواند در زمینه های مختلفی از جمله، مشاوره، آموزش، روان شناسی و پژوهش کاربرد داشته باشد. باتوجه به گستردگی و پیچیدگی فرایندهای شناختی، نیاز به ابزارهای سنجش، کارآمد و دقیق بیشتر احساس می شود. آزمون های استاندارد شناختی از جمله ابزارهایی هستند که بیشترین استفاده را توسط روان شناسان دارند. به طور خاص در مدارس اغلب این آزمون ها یکی از اجزای اصلی ارزشیابی روان شناختی دانش آموزان برای تعیین شایستگی و یا تشخیص اختلال و یا ضعف در زمینه ای خاص استفاده می کنند (ریچرسون و همکاران، ۲۰۱۴). از سوی دیگر آزمون های شناختی برای کسب اطلاعات در مورد توانایی های دانش آموزان در مدارس مورد استفاده قرار می گیرد و از این اطلاعات می توان جهت تدوین برنامه ها برای کودکان با نیازمندی های خاص بهره برد و یا همچنین با استفاده از آنها می توان اقدام به شناسایی افراد با توانمندی های بالای شناختی و یا ضعف های شناختی و هدایت آنها در برنامه های مناسب آموزشی کرد (مشیورن، ۲۰۲۱). در نتیجه باتوجه به اهمیت شناخت و به ویژه ارزیابی شناختی که نقش مهمی در موفقیت آموزشی، درسی و یادگیری و تشخیص مشکلات یادگیری در دانش آموزان دارد و عدم وجود یک ابزار سنجش معتبر شناختی که بتواند در مدت زمان کوتاه به صورت رایانه ای و متناسب با شرایط فرهنگی موارد موردنظر را بسنجد، می توان پرسید آیا تکالیف سنجش شناختی چندبعدی برای کودکان با اختلال ریاضی دارای اعتبار و روایی مناسب است؟

## روش

### الف) طرح پژوهش و شرکت کنندگان

طرح مطالعه حاضر توسعه ای - کاربردی است. جامعه آماری شامل تمامی دانش آموزان پایه سوم تا ششم ابتدایی ارجاع شده به شش مرکز ناتوانی یادگیری استان البرز با تشخیص اختلال ریاضی بودند ( $N = 648$ ). باتوجه به اینکه شیوع اختلال ریاضی در جامعه ۳ تا ۶ درصد است با در نظر گرفتن ریسک خطای نوع ۱ در سطح ۵ درصد،  $p = 0.06$ ، مجذور خطای ۰/۰۰۲۵ حداقل حجم نمونه ۸۷ نفر برآورد شد. در این مطالعه برای حجم نمونه ۹۶

نفر انتخاب شد. از روش نمونه‌گیری تصادفی برای انتخاب نمونه استفاده شد. شش مرکز اختلال یادگیری در استان البرز فعال بود. تعداد مراجعه‌کنندگان با تشخیص اختلال ریاضی ۶۴۸ (۴۴۰ پسر و ۲۰۸ دختر) در کل سال تحصیلی بودند. از هر مرکز ۱۶ دانش‌آموز انتخاب شد. از این تعداد ۱۲ پسر و ۴ دختر بود. در مجموع ۷۲ پسر و ۲۴ دختر انتخاب شدند. ملاک‌های ورود شامل بهره‌های هوشی مساوی یا بالاتر از ۸۵، نداشتن مشکلات رفتاری و نداشتن اختلالات ادراک حسی. ملاک‌های خروج ابتلا به بیماری پزشکی حاد و عدم رضایت برای ادامه شرکت در مطالعه بود.

### (ب) ابزار

تکالیف‌های شناختی: یازده تکلیف شناختی طراحی شد. این تکالیف باتوجه‌به پژوهش‌های قبلی (بارتلت و همکاران، ۲۰۱۴، لان چن و وونگ، ۲۰۲۰) طراحی شد. تکالیف در نرم‌افزار سایکوپای<sup>۱</sup> طراحی و به صورت رایانه‌ای اجرا شدند. برای هر تکلیف ۴ الی ۶ کوشش آزمایشی اجرا شد.

**تکلیف اول. تراکم نقطه<sup>۲</sup>:** این تکلیف شامل دو سطح است. سطح اول (اعداد ۱ تا ۹) و سطح دوم (اعداد ۱۰ تا ۳۹) و ۶۴ محرک دارد. نسبت فاصله ۰/۲۵، ۰/۳۳، ۰/۶۶، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ بود. هر نسبت ۱۶ بار ارائه شد. در این تکلیف دو آرایه نقطه به‌طور همزمان روی یک صفحه نمایش ۱۵ اینچی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از آزمودنی ارائه شد. فاصله زمانی بین ارائه محرک‌ها ۱۹۵۱ میلی‌ثانیه تنظیم شد. تکالیف در صفحه نمایش به ترتیب تصادفی به کودکان ارائه شد. کودک باید دکمه مربوط به دایره با تعداد نقاط بیشتر را در کمترین زمان فشار می‌داد. پاسخ و زمان واکنش وی ثبت شد.

**تکلیف دوم. مقایسه عددی<sup>۳</sup>:** این تکلیف شامل دو سطح است. سطح اول (اعداد ۱ تا ۹) و سطح دوم (اعداد ۱۰ تا ۳۹) و ۶۴ محرک دارد. نسبت فاصله ۰/۲۵، ۰/۳۳، ۰/۶۶، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ بود. هر نسبت ۱۶ بار ارائه شد. در این تکلیف آزمودنی دو عدد را به‌طور همزمان می‌دید و می‌بایست عدد بزرگتر را در کمترین زمان انتخاب کند. مدت زمان پاسخ و تعداد پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت شد. برای مثال، محرک اول عددهای ۲ و ۸ همزمان در صفحه نمایش داده شد و آزمودنی باید گزینه مربوط به پاسخ صحیح را در کوتاه‌ترین زمان فشار دهد.

1. PsychoPy

2. dot comparison

3. numeral comparison

**تکلیف سوم. تطبیق کلامی عددها<sup>۴</sup>:** شامل همان عددها و همان سطوح دو تکلیف قبلی بود. با ۶۴ محرک که آزمودنی‌ها از طریق هدفون عددها را می‌شنیدند. هم‌زمان دو عدد در صفحه‌نمایش داده می‌شد. پاسخ‌های مثبت و منفی به‌صورت تصادفی توزیع و مرتب شدند. تکلیف این بود که می‌بایست عددهای شنیداری و دیداری را تطبیق دهند و در صورت یکی بودن دکمه مربوطه را فشار دهند. در این تکلیف تعداد پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت شد. برای مثال، محرک پانزدهم در سطح اول دیداری اعداد ۲ و ۷ نمایش داده شد و به‌صورت شنیداری اعداد ۸ و ۲ ارائه شد.

**تکلیف چهارم. شمارش نقطه‌ها<sup>۵</sup>:** شامل ۴۵ محرک بود. هر محرک شامل یک مربع سیاه پر از ۱ تا ۹ نقطه سفید با اندازه‌های مختلف به ترتیب غیر خطی است که نیمی بر اساس تطبیق مساحت و نیمی دیگر براساس تطبیق محیط طراحی شده بود. یک سوم محرک‌ها مقادیری را نشان می‌دادند که در محدوده (۱، ۲ یا ۳) و دو سوم محرک‌ها در محدوده شمارش (۴، ۵، ۶، ۷، ۸ یا ۹) طراحی شدند. از کودکان خواسته شد که پاسخ خود را که شمارش تعداد نقاط آرایه شده بود با صدای بلند بیان کنند و هم‌زمان دکمه مربوطه به عدد مورد نظر را فشار دهند. تعداد پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت شد.

**تکلیف پنجم. تطابق اشیا<sup>۶</sup>:** شامل ۱۵ محرک بود. کودکان باید تصمیم می‌گرفتند که کدام یک از دو صفحه چهار ضلعی نشان داده شده در پایین صفحه نمایش شامل همان مقدار از اشیا در صفحه چهار ضلعی ارائه شده در بالای صفحه است. مقدار اشیا از ۱ تا ۶ شی متغیر بود. کودکان انتخاب خود را با فشار دادن دکمه مربوطه نشان می‌دادند. از اشیا مختلف استفاده شد، به ویژه چهار حیوان (خرگوش، اسب، سگ و گربه) و چهار میوه (موز، سیب، گلابی و آناناس). در سطح یک، یک آیتم به یک دسته تعلق دارد. برای مثال، حیوانات؛ و در سطح دو، آیتم‌ها به دسته میوه‌ها تعلق می‌گرفت؛ و سطح سه، اشیا متفاوت در یک دسته قرار می‌گرفتند که شامل هم حیوانات و هم میوه‌هاست. برای مثال، در تصویر بالای صفحه، سه حیوان به کودک آرایه می‌شد و در پایین صفحه دو چهار ضلعی با حیوانات متغیر نمایش داده می‌شد و کودک می‌بایست اشیا یکسان و یا تصویر سازگار را انتخاب کند و تعداد پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت شد.

4. Verbal matching

5. dot enumeration

6. matching objects

**تکلیف ششم. تخمین<sup>۱</sup>:** شامل ۶۷ محرک بود. کودکان با سرعت ۷۵۰ میلی ثانیه مجموعه‌ای از نقاط سفید را می‌دیدند و این زمان برای به حداقل رساندن شمارش و یا محاسبات در کودک بود. کودکان توسط آزمونگر تشویق می‌شدند تا تعداد نقطه‌های ارائه شده را حدس بزنند. به آنها یادآوری می‌شد که هدف شمارش نیست و کودک بدون داشتن اجازه شمارش نقطه‌ها باید تعداد نقطه‌های ارائه شده را فقط حدس می‌زد. تعداد نقطه‌ها شامل ۱-۲-۳-۵-۷-۱۱ و ۱۶ بود. نقطه‌ها در دایره‌ای که از نظر محیط و مساحت کنترل شده بود به کودک ارائه می‌شد. هر محرک چند بار تکرار شد؛ و در نهایت تعداد پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت شد.

**تکلیف هفتم. محور عددها<sup>۲</sup>:** شامل ۲۶ محرک بود. تعدادی خط نمایش داده می‌شد که نقطه شروع آن ۰ و نقطه پایان آن ۱۰۰۰ بود. ارقام هدف در بالای خط و در مرکز آن نمایش داده می‌شد. کودک باید محدوده تقریبی نقطه هدف را در بین خطوط از ۰ تا ۱۰۰۰ مشخص کند. تعداد پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت شد.

**تکلیف هشتم. زمان پاسخ پایه<sup>۳</sup>:** شامل ۲۰ محرک بود. در ردیفی از چهار مربع خالی که ارائه می‌شد تصویری نمایشی ظاهر می‌شد و محو می‌شد. آزمودنی با بالاترین سرعت ممکن دکمه مربوط به مکان آن تصویر را باید انتخاب می‌کرد. زمان واکنش در این تکلیف بیشترین اهمیت را داشت. تصاویر انیمیشنی شامل تصویر توپ یا گل بود. زمان پاسخ‌دهی آزمودنی و پاسخ‌های صحیح برای این تکلیف ثبت شد.

**تکلیف نهم. حافظه کاری کوتاه مدت کلامی<sup>۴</sup>:** در این تکلیف ۱۳ محرک وجود داشت. آزمودنی درحالی که روبروی صفحه‌نمایش رایانه قرار داشت، از طریق هدفون تعدادی کلمات شبیه به هم کلماتی که به یک صدا و آوای مشخص و مشابه ختم می‌شدند را می‌شنید؛ مانند، یار و کار. از آنها خواسته می‌شد کلمات شبیه به هم را به همان ترتیب تکرار کنند. تعداد کلمات از ۲ تا ۶ کلمه بود. در انتهای هر آیتیم نیز، کودکان صدای خاصی را می‌شنیدند که نشان می‌داد رشته شبه کلمات به پایان رسیده است. پاسخ‌های صحیح آزمودنی در این تکلیف ثبت شد.

<sup>1</sup> estimation  
<sup>2</sup> number line  
<sup>3</sup> baseline response time  
<sup>4</sup> verbal short-term working memory  
<sup>5</sup> spatial short-term working memory

**تکلیف دهم. حافظه کاری کوتاه مدت فضایی<sup>۵</sup>:** این تکلیف شامل ۱۳ محرک بود. ردیفی از چهار مربع خالی نمایش داده می‌شد. به ترتیب تناوبی مربع‌ها به رنگ قرمز در می‌آمدند و سپس محو می‌شدند. کودک باید توالی مربع‌های قرمز شده را به حافظه می‌سپرد و پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت می‌شد.

**تکلیف یازدهم تکالیف تسلطی حساب<sup>۶</sup>:** این تکلیف در چهار سطح اندازه‌گیری شد. تکلیف گزینش اختلال یادگیری ریاضی<sup>۷</sup>، این آزمون به صورت مداد کاغذی و زمان‌بندی شده اجرا شد. شامل تکالیف جمع و تفریق و ضرب و تقسیم بود. از تکالیف آزمون ریاضی ایران کی مت استفاده شد. پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت و در نهایت نمره گذاری شد. تکلیف تسلط جمع<sup>۸</sup>، کودکان عملیات جمع را در بالای صفحه‌نمایش می‌دیدند. هم‌زمان دو پاسخ در پایین صفحه‌نمایش ارائه می‌شد. برای مثال، ۱+۲ و دو جواب در زیر این عملیات نمایش داده می‌شد. کودک باید پاسخ صحیح را انتخاب کند. شامل ۲۰ تمرین در دو سطح (سطح اول حاصل جمع تا ۱۰ و سطح دوم حاصل جمع بالغ بر ۱۰ بود). در این تکلیف نیز پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت گردید.

**تکلیف تسلط تفریق<sup>۹</sup>:** در این تکلیف یک عملیات تفریق به کودکان ارائه می‌شد. در پایین صفحه رایانه دو پاسخ وجود داشت. از کودکان خواسته می‌شد که دکمه مربوط به پاسخ صحیح را فشار دهند. شامل ۲۰ تمرین در دو سطح بود. در سطح یک حاصل تفریق تا ۱۰ یا کمتر و در سطح دو بالاتر از ۱۰ بود. در این تکلیف نیز پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت گردید.

**تکلیف تسلط ضرب<sup>۱۰</sup>:** در بالای صفحه رایانه یک معادله ضرب نمایش داده می‌شد. در زیر این عملیات دو پاسخ ارائه می‌شد. کودکان باید دکمه مربوط به پاسخ صحیح را فشار دهند. این تکلیف شامل ۴۰ تمرین بود. در این تکلیف نیز پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت گردید.

در این پژوهش، به منظور برآورد دقیق اختلال یادگیری خاص ریاضیات مطابق معیارهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) و انجمن روان‌شناسی آمریکا (APA)، ابتدا کلیه آزمون‌های غربالگری (هوش، ادراک بینایی، ادراک شنوایی و مشکلات رفتاری) بر روی نمونه (n=96) اجرا شد.

<sup>6</sup> arithmetic fluency tasks  
<sup>7</sup> MLD selection task  
<sup>8</sup> addition fluency task  
<sup>9</sup> subtraction fluency task  
<sup>10</sup> multiplication fluency task

## یافته‌ها

متوسط سن شرکت‌کنندگان (۷۲ پسر و ۲۴ دختر)  $۰/۸۵ \pm ۱۰/۳۱$  بود. متوسط هوش‌بهر در بعد کلی، کلامی، استدلال ادراکی، سرعت پردازش نشان می‌دهد که بهره هوش آنها مساوی یا بالاتر از ۸۵ است. عملکردهای محاسباتی ریاضی، عملکرد در مفاهیم اساسی، عملیات و کاربردهای آزمون کی مت در حدود یک انحراف استاندارد زیر میانگین است. متوسط عملکرد در تکالیف پردازش شناختی خاص عدد که به دو صورت پاسخ درست و زمان پاسخ اندازه‌گیری شده است در جدول ۱ گزارش شده است. (جدول ۱).

شرکت‌کنندگان دارای هوش‌بهر پایین، اختلالات ادراک حسی یا اختلالات رفتاری از مطالعه حذف گردیدند تا گروه خالص مبتلا به اختلال ریاضی (با بهره هوشی در دامنه نرمال) تشکیل شود. سپس، آزمون پیشرفت تحصیلی ریاضی (کی مت) و تکالیف شناختی طراحی شده (اجرا شده با نرم‌افزار PsychoPy) بر روی گروه نهایی اجرا و داده‌های حاصل جمع‌آوری و تحلیل گردید. مشکلات دیداری و شنیداری در شرکت‌کنندگان مشاهده نشد. نمرات هیچ‌یک از آنها در پرسش‌نامه راتر نشانه‌ای از مشکلات رفتاری نداشت. ابتدا نمرات خام همه تکالیف شناختی به نمره استاندارد تبدیل شدند. برای شناسایی مقادیر پرت تکالیف زمانی که پاسخ آنها سریع‌تر از ۲۰۰ میلی‌ثانیه بود، به عنوان مقادیر پرت در نظر گرفته شدند. هیچ داده پرتی مشاهده نشد. تمام متغیرهای تکالیف شناختی به مقادیر استاندارد Z تبدیل شدند و سپس تحلیل عاملی اکتشافی اجرا شد.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد سن، پیشرفت ریاضی و تکالیف پردازش شناختی خاص و عمومی در کودکان با اختلال یادگیری ریاضی

| ۹۶ = نمونه) با اختلال                        |            |                  |
|----------------------------------------------|------------|------------------|
| متغیر                                        | میانگین    | انحراف استاندارد |
| <b>سن و تکالیف پردازش شناختی عمومی</b>       |            |                  |
| سن (سال)                                     | ۱۰/۳۱      | ۰/۸۵             |
| هوش‌بهر                                      | ۹۶/۹۲      | ۶/۵۷             |
| هوش‌بهر (فهم کلامی)                          | ۸۵/۲۱      | ۶/۲۹             |
| هوش‌بهر (استدلال ادراکی)                     | ۹۳/۳۶      | ۶/۷۲             |
| هوش‌بهر (سرعت پردازش)                        | ۸۹/۳۷      | ۴/۷۴             |
| خط پایه پاسخ‌های صحیح (زمان پاسخ)            | ۱/۱۵)۳۹/۸۲ | ۰/۳۱)۲۴/۴۲       |
| حافظه کاری کوتاه‌مدت کلامی                   | ۵۴/۱۶      | ۹/۱۷             |
| حافظه کاری کوتاه‌مدت فضایی                   | ۷۹/۸۹      | ۶/۴۴             |
| <b>عملکرد محاسباتی</b>                       |            |                  |
| عملکرد در عملیات جمع پاسخ صحیح (زمان پاسخ)   | ۰/۳۳)۷۷/۵۶ | ۰/۱۲)۸/۹۴        |
| عملکرد در عملیات تفریق پاسخ صحیح (زمان پاسخ) | ۰/۳۰)۷۵/۶۲ | ۰/۹۶)۱۱/۸۸       |
| عملکرد در عملیات ضرب پاسخ صحیح (زمان پاسخ)   | ۰/۳۳)۷۹/۲۱ | ۰/۰۸)۱۰/۵۸       |
| عملکرد در مفاهیم اساسی آزمون کی مت           | ۸۵/۱۷      | ۶/۹۸             |
| عملکرد در عملیات آزمون کی مت                 | ۸۷/۰۸      | ۷/۱۷             |
| عملکرد در کاربردهای آزمون کی مت              | ۸۶/۴۶      | ۶/۷۲             |
| نمره استاندارد کل آزمون کی مت                | ۸۵/۱۱      | ۵/۴۴             |
| <b>تکالیف پردازش شناختی خاص</b>              |            |                  |
| تراکم نقاط پاسخ درست (زمان پاسخ)             | ۰/۹۳)۷۳/۱۹ | ۰/۲۱)۱۸/۶۳       |
| تخمین‌زدن (مقادیر خطا)                       | ۰/۶۹       | ۰/۴۵             |
| شمارش نقاط پاسخ درست (زمان پاسخ)             | ۰/۳۴)۸۱/۴۰ | ۰/۰۵)۷/۱۱        |
| تطابق اشیا پاسخ درست (زمان پاسخ)             | ۰/۳۵)۵۰/۹۴ | ۰/۰۸)۱۲/۱۸       |
| تطبیق کلامی اعداد پاسخ درست (زمان پاسخ)      | ۰/۵۷)۸۷/۳۱ | ۰/۱۴)۶/۹۸        |
| مقایسه عددی پاسخ درست (زمان پاسخ)            | ۰/۷۹)۷۷/۹۴ | ۰/۰۹)۷/۲۴        |
| محور اعداد پاسخ درست (زمان پاسخ)             | ۱۲/۳۴      | ۳/۸۴             |

**روایی هم‌زمان:** همبستگی صفر مرتبه بین تکالیف حافظه کاری و تکالیف پردازش شناختی خاص در جدول ۲ گزارش شده است. همبستگی‌های معنی‌دار متعددی بین تکالیف پردازش شناختی خاص عددی مشاهده شد. بیشترین شدت همبستگی بین حافظه کاری کوتاه‌مدت کلامی با شمارش نقاط و تطبیق کلامی اعداد بود، درحالی‌که حافظه کاری کوتاه‌مدت فضایی به طور معنی‌دار با مقایسه عددی و تطبیق کلامی اعداد و به طور ضعیف با تخمین زدن مرتبط بود.

**روایی سازه:** به منظور تمایز عامل‌های معنادار از لحاظ نظری، تمامی متغیرهای تکالیف پردازش شناختی خاص که به دو صورت پاسخ صحیح و زمان پاسخ اندازه‌گیری شده بودند شامل مقایسه نقاط به دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ، مقایسه عددی به دو صورت درصد پاسخ

صحیح و زمان پاسخ، تطبیق کلامی به دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ، شمارش نقاط به دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ، تطابق اشیا به دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ، تخمین زدن (مقادیر خطا)، محور اعداد به صورت درصد خطا، برآورد خط پایه به دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ، حافظه کوتاه‌مدت کلامی به صورت درصد پاسخ صحیح، همچنین، عملکرد در عملیات جمع دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ، عملکرد در عملیات تفریق به دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ، و عملکرد در عملیات ضرب دو صورت درصد پاسخ صحیح و زمان پاسخ در کل ۲۲ متغیر در یک تحلیل عامل اکتشافی وارد شدند (مؤلفه اصلی با چرخش واریماکس).

جدول ۲. ماتریس همبستگی صفر مرتبه بین تکالیف حافظه کاری و تکالیف پردازش شناختی خاص

| متغیر                         | ۱                   | ۲                   | ۳                   | ۴                   | ۵                   | ۶                   | ۷     | ۸                   | ۹ |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|---|
| ۱. تراکم نقطه                 | -                   |                     |                     |                     |                     |                     |       |                     |   |
| ۲. تخمین زدن                  | ۰/۴۳ <sup>***</sup> | -                   |                     |                     |                     |                     |       |                     |   |
| ۳. شمارش نقاط                 | -۰/۰۹               | ۰/۱۱                | -                   |                     |                     |                     |       |                     |   |
| ۴. تطابق اشیا                 | ۰/۲۳ <sup>***</sup> | ۰/۳۵ <sup>***</sup> | ۰/۳۷ <sup>***</sup> | -                   |                     |                     |       |                     |   |
| ۵. تطبیق کلامی اعداد          | -۰/۱۶۹              | -۰/۰۱               | ۰/۳۹ <sup>***</sup> | ۰/۱۶                | -                   |                     |       |                     |   |
| ۶. مقایسه عددی                | ۰/۲۰ <sup>*</sup>   | -۰/۰۱               | ۰/۲۱ <sup>*</sup>   | ۰/۰۶                | ۰/۲۵ <sup>*</sup>   | -                   |       |                     |   |
| ۷. محور اعداد                 | ۰/۰۴                | ۰/۵۱ <sup>***</sup> | ۰/۱۶                | ۰/۴۳ <sup>***</sup> | -۰/۱۵               | ۰/۲۶ <sup>***</sup> | -     |                     |   |
| ۸. حافظه کاری کوتاه مدت کلامی | -۰/۱۵               | -۰/۰۱               | ۰/۴۳ <sup>***</sup> | -۰/۱۴               | ۰/۳۹ <sup>***</sup> | ۰/۰۹                | -۰/۱۵ | -                   |   |
| ۹. حافظه کاری کوتاه مدت فضایی | ۰/۲۲ <sup>*</sup>   | ۰/۲۰ <sup>*</sup>   | ۰/۱۶                | ۰/۰۵                | ۰/۳۵ <sup>***</sup> | ۰/۴۰ <sup>***</sup> | ۰/۱۱  | ۰/۳۰ <sup>***</sup> | - |

بهترین راه حل عاملی برای نمونه اختلال یادگیری ریاضی بر اساس سه معیار تعیین شد. هر عامل باید حداقل دارای مقادیر ویژه‌ای حداقل ۰/۷۰ (جولیف، ۱۹۸۶) باشد، متغیرها باید دارای برآورد اشتراک حداقل ۰/۷۰ باشند (مک‌کولوم و همکاران، ۱۹۹۹) و عوامل باید از لحاظ نظری معنادار باشند. تحلیل عاملی مبتنی بر مفروضه‌های متعددی از جمله خطی بودن، نرمال بودن، مقیاس فاصله‌ای، بعد پذیری است. از طرفی نسبت به موارد مفقوده و پرت حساس است (واتکین، ۲۰۱۴).

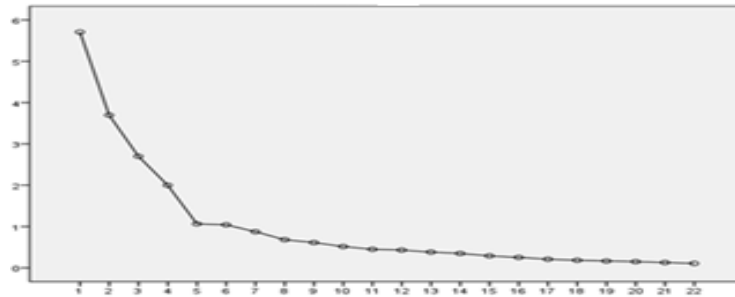
برای کنترل این موارد اقدامات زیر صورت گرفت. برای اطمینان از خطی بودن و نرمالیت نمودارهای پراکنش و p-p پلات بررسی شدند. نخست تمام متغیرها به مقادیر استاندارد Z تبدیل شدند و سپس تحلیل عاملی

۱. kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO)

اکتشافی با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی اجرا شد. از روش واریماکس با نرمالیزه کردن کیزر استفاده شد. برای روشن ساختن ماتریس عامل، بارهای عاملی زیر ۰/۳ حذف شدند. برای اطمینان از بعد پذیری و کفایت نمونه قبل از اجرای تحلیل عاملی آماره کفایت نمونه<sup>۱</sup> بررسی شد.

مقدار آماره کفایت نمونه ( $KMO = ۰/۷۴$ ) نشان داد که نمونه از کفایت لازم برای تحلیل عاملی برخوردار است. آزمون کرویت بارتلت ( $0.001 = p, 1186.25 = X^2_{BTS} (df = 231)$ ) نیز معنادار بود. تحلیل عاملی اکتشافی منجر به یک راه حل شش عاملی شد. عامل اول ۲۶ درصد واریانس را به حساب می‌آورد. سهم عامل‌های دوم تا ششم به ترتیب ۱۷، ۱۲، ۹، ۵ و ۵ درصد واریانس بود. شش عامل روی هم ۷۴ درصد واریانس را تبیین می‌کردند.

نمودار اسکری عامل ها به وضوح یک راه حل شش عاملی را نشان می دهد (نمودار ۱).



نمودار ۱. ارزش های ویژه بر حسب تعداد عامل ها

زیربنای آنها هستند را به تصویر می کشد. عامل غالب دوم با ارزش ویژه ۱۶/۸ به وضوح یک عامل دانش عددی تقریبی (تکلیف مقایسه نقطه و تکلیف تخمین) است. متغیرهای مقایسه نقاط (زمان پاسخ)، محور اعداد (درصد خطا)، تخمین زدن، مقایسه نقاط (درصد پاسخ صحیح)، تطابق اشیا (درصد پاسخ صحیح) و مقایسه عددی (زمان پاسخ) بر روی این عامل بار گرفته اند. این عامل فراگیر می تواند «عملکرد مقایسه شناختی» نام گذاری شود. جنبه شناختی، فرایندهای ذهنی درگیر در ارزیابی و مقایسه انواع مختلف اطلاعات را برجسته می کند و جنبه عملکرد مقایسه بر این موضوع تمرکز می کند که افراد چگونه می توانند تکالیفی را که نیاز به مقایسه دارند چه از نظر دقت (درصد پاسخ صحیح) و چه از نظر کارایی (زمان پاسخ) انجام دهند. اجزای کلیدی این عامل شامل مقایسه امتیازات (زمان - اندازه - گیری سرعت افراد می تواند نقاط را مقایسه کند)، محور اعداد (درصد خطا - دقت را در مقایسه های عددی ارزیابی می کند)، تخمین (توانایی قضاوت سریع در مورد مقادیر را ارزیابی می کند)، تطبیق اشیا (پاسخ صحیح - بر دقت در شناسایی یا تطبیق موارد تمرکز می کند) و مقایسه عددی (زمان - سرعت) انجام مقایسه های عددی را در نظر می گیرد.

بررسی بارهای عاملی در ماتریس چرخش یافته عامل نشان داد که نخستین عامل غالب با ارزش ویژه ۲۵/۹ به وضوح یک عامل عملیات عددی به همراه حافظه فضایی است. متغیرهای عملکرد در عملیات ضرب (زمان پاسخ)، عملکرد در عملیات ضرب (درصد پاسخ صحیح)، حافظه کاری کوتاه مدت فضایی، عملکرد در عملیات جمع (درصد پاسخ صحیح)، عملکرد در عملیات تفریق (درصد پاسخ صحیح)، عملکرد در عملیات تفریق (زمان پاسخ) بر روی این عامل بار گرفته اند. این عامل نشان دهنده ادغام فرآیندهای شناختی درگیر در عملیات ریاضی و عملکردهای حافظه است. جنبه شناختی شامل فرآیندهای ذهنی مانند ادراک، حافظه و استدلال است که برای انجام کارهای حسابی ضروری هستند. جنبه عملکرد حسابی به طور خاص به توانایی انجام دقیق و کارآمد عملیات ریاضی اشاره دارد که شامل ضرب، جمع و تفریق است. لذا اجزای کلیدی این عامل شامل عملکرد در عملیات ضرب (هم زمان صرف شده و هم دقت را ارزیابی می کند)، عملکرد در عملیات جمع و تفریق (معیارهای مشابهی از زمان و دقت را دربر می گیرد)، حافظه کاری کوتاه مدت فضایی است (این جنبه بر توانایی افراد در دستکاری اعداد و انجام محاسبات بر اساس آگاهی مکانی تأثیر می گذارد). این عامل را می توان به عنوان «عملکرد حسابی شناختی» نام گذاری کرد که هم عملیات ریاضی و هم فرآیندهای شناختی که

جدول ۳. ضرایب تمیز، آلفای کرونباخ و ماتریس چرخش یافته عامل تکالیف پردازش شناختی

| عامل                                    | محرك  | ضریب تمیز | آلفا با حذف | عامل ها | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|-----------------------------------------|-------|-----------|-------------|---------|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد در عملیات ضرب (درصد پاسخ صحیح)   | ۰/۶۶۴ | ۰/۶۵۲     | ۰/۷۹۷       |         |   |   |   |   |   |   |
| عملکرد در عملیات ضرب (زمان پاسخ)        | ۰/۲۳۱ | ۰/۷۷۶     | ۰/۷۷۸       |         |   |   |   |   |   |   |
| عملکرد حسابی                            | ۰/۶۰۴ | ۰/۶۷۴     | ۰/۷۵۴       |         |   |   |   |   |   |   |
| شناختی                                  | ۰/۶۶۸ | ۰/۶۵۰     | ۰/۷۱۸       |         |   |   |   |   |   |   |
| آلفا = ۰/۷۷۳                            |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| عملکرد در عملیات تفریق (درصد پاسخ صحیح) | ۰/۶۸۲ | ۰/۶۴۶     | ۰/۶۳۸       |         |   |   |   |   |   |   |
| عملکرد در عملیات تفریق (زمان پاسخ)      | ۰/۲۲۱ | ۰/۷۷۷     | ۰/۵۲۹       |         |   |   |   |   |   |   |
| مقایسه نقاط (زمان پاسخ)                 | ۰/۶۹۸ | ۰/۵۸۳     | ۰/۷۸۶       |         |   |   |   |   |   |   |
| محور اعداد (درصد خطا)                   | ۰/۵۴۳ | ۰/۵۱۷     | ۰/۷۶۷       |         |   |   |   |   |   |   |
| عملکرد مقایسه                           | ۰/۲۹۴ | ۰/۵۸۹     | ۰/۶۹۸       |         |   |   |   |   |   |   |
| شناختی                                  | ۰/۶۴۸ | ۰/۲۹۵     | ۰/۶۹۶       |         |   |   |   |   |   |   |
| آلفا = ۰/۸۵۴                            | ۰/۷۶۵ | ۰/۲۴۶     | ۰/۵۴۴       |         |   |   |   |   |   |   |
| تطابق اشیا (درصد پاسخ صحیح)             | ۰/۷۴۴ | ۰/۵۸۱     | ۰/۵۳۴       |         |   |   |   |   |   |   |
| مقایسه عددی (زمان پاسخ)                 | ۰/۵۱۳ | ۰/۲۲۶     | ۰/۸۲۲       |         |   |   |   |   |   |   |
| شمارش (درصد پاسخ صحیح)                  | ۰/۴۵۳ | ۰/۵۱۱     | ۰/۷۸۹       |         |   |   |   |   |   |   |
| پردازش عددی                             | ۰/۴۳۱ | ۰/۳۱۹     | ۰/۶۵۷       |         |   |   |   |   |   |   |
| شناختی                                  | ۰/۲۵۴ | ۰/۴۰۳     | ۰/۵۹۷       |         |   |   |   |   |   |   |
| آلفا = ۰/۶۲۵                            |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| تطابق کلامی (درصد پاسخ صحیح)            |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| سرعت پردازش                             | ۰/۶۶۲ | -         | ۰/۷۸۲       |         |   |   |   |   |   |   |
| شناختی                                  | ۰/۶۶۲ | -         | ۰/۷۷۴       |         |   |   |   |   |   |   |
| آلفا = ۰/۷۹۷                            |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| تطابق اشیا (زمان پاسخ)                  | ۰/۴۵۰ | -         | ۰/۷۶۴       |         |   |   |   |   |   |   |
| سرعت پردازش                             | ۰/۴۵۰ | -         | ۰/۶۴۰       |         |   |   |   |   |   |   |
| حسابی                                   | ۰/۸۰۷ | -         | ۰/۷۰۷       |         |   |   |   |   |   |   |
| آلفا = ۰/۶۲۱                            |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| زمان پاسخ پایه                          | ۰/۸۰۷ | -         | ۰/۷۰۵       |         |   |   |   |   |   |   |
| خط پاسخ پایه (درصد پاسخ صحیح)           |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| دقت پاسخ                                |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| شناختی                                  |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| آلفا = ۰/۸۹۳                            |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |
| مقایسه عددی (درصد پاسخ صحیح)            |       |           |             |         |   |   |   |   |   |   |

به اعداد، از جمله شمارش، تطبیق و وظایف حافظه تمرکز می‌کند. اجزای کلیدی این عامل شمارش متغیرها (پاسخ‌های صحیح - دقت را در شمارش تکالیف اندازه گیری می‌کند)، تطبیق کلامی اعداد (زمان - سرعت تطبیق اطلاعات عددی را به صورت شفاهی ارزیابی می‌کند)، حافظه کلامی (پاسخ صحیح - دقت را در یادآوری اطلاعات کلامی ارزیابی می‌کند) و تطبیق کلامی اعداد (پاسخ صحیح - بر دقت در تطبیق اعداد به صورت شفاهی تمرکز می‌کند). این نام گذاری به طور موثر توانایی های شناختی

عامل غالب سوم با ارزش ویژه ۱۲/۳ به وضوح یک عامل شمارش-حافظه (تکلیف شمارش و تکلیف تطابق اشياء) است. در این عامل، شمارش (درصد پاسخ صحیح)، تطبیق کلامی اعداد (زمان پاسخ)، حافظه فضایی (درصد پاسخ صحیح) و تطبیق کلامی اعداد (درصد پاسخ صحیح) ادغام می‌شوند. این عامل کلی می‌تواند «پردازش عددی شناختی» نام گذاری شود. جنبه شناختی به فرآیندهای ذهنی مربوط به درک و دستکاری اطلاعات عددی اشاره دارد. جنبه پردازش عددی بر وظایف مختلف مربوط

اعتبار. برای بررسی اعتبار عامل‌های استخراج شده از آلفای کرباخ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که اعتبار عامل‌های استخراج شده مناسب است. برای مثال، عملکرد حسابی شناختی دارای آلفای استاندارد ۰/۷۷۳ است و دامنه ضرایب تمیز محرک - نمره کل در این عامل از ۰/۲۲ (عملکرد در عملیات تفریق - زمان پاسخ) تا ۰/۶۸ (عملکرد در عملیات تفریق - درصد پاسخ صحیح) است. برای سایر عوامل نیز ضرایب هماهنگی درونی نشان می‌دهد که اعتبار عامل‌ها مناسب هستند.

### بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش باهدف طراحی و اعتبارسنجی یک ابزار ارزیابی شناختی اختصاصی برای کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی (MLD) انجام شد. بر اساس چارچوب نظری، مجموعه‌ای از تکالیف محاسباتی مبتنی بر شواهد تجربی پیشین طراحی گردید. یافته‌ها نشان داد علی‌رغم اینکه میانگین نمرات هوش بهر کلی، کلامی، استدلال ادراکی و سرعت پردازش در این گروه در محدوده نرمال قرار دارد، نیمرخ شناختی آنان در حوزه‌های مرتبط با ریاضیات به طور معناداری ضعیف بود. این تناقض، ماهیت پیچیده MLD را آشکار می‌سازد که در آن علی‌رغم حفظ توانایی‌های شناختی عمومی، انتقال این قابلیت‌ها به مهارت‌های ریاضی با اختلال مواجه می‌شود. همسو با پژوهش‌های پیشین (متیو و همکاران، ۲۰۲۲)، یافته‌ها تأیید می‌کند که کودکان مبتلا به MLD غالباً از ضریب هوشی متوسط یا بالاتر برخوردارند، اما به‌طور ویژه در حل مسائل ریاضی ناتوانی نشان می‌دهند. یک تبیین نظری برای این یافته در نظر گرفتن نقص اختصاصی حوزه عددی (دهاین، ۲۰۱۱) است که آسیب‌پذیری مسیرهای عصبی ویژه پردازش کمی را مستقل از هوش عمومی تبیین می‌کند. مطالعات نوروسایکولوژیک (گری، ۲۰۱۱) نشان می‌دهند که کودکان مبتلا به MLD در یکپارچه‌سازی بازنمایی‌های نمادین/غیرنمادین (مانند اعداد و مجموعه‌های نقطه‌ای) دچار اختلال هستند، حتی زمانی که توانایی‌های کلامی و استدلالی دست‌نخورده باقی می‌ماند. این ناتوانی در انتقال دانش پایه به حیطه ریاضیات، علت عملکرد ضعیف آن‌هاست.

یک یافته دیگر در این مطالعه نقش حافظه فعال و عملکردهای اجرایی بود. تحلیل داده‌ها نشان داد که ضعف در حافظه کاری دیداری - فضایی (روقان و هادوین، ۲۰۱۱) و نقص در عملکردهای اجرایی، از جمله موانع کلیدی

مربوط به وظایف عددی و پردازش آنها را نشان می‌دهد. در عامل چهارم باارزش ویژه ۹/۱ شمارش (زمان پاسخ) و تطابق (زمان پاسخ) در واحد زمان بالاترین بار عاملی را داشتند، لذا این عامل فراگیر می‌تواند «سرعت پردازش شناختی» نام‌گذاری شود. جنبه شناختی نشان می‌دهد که این عامل به فرآیندهای ذهنی مربوط به درک و پاسخ به تکالیف مربوط می‌شود؛ و جنبه سرعت پردازش به تمرکز بر سرعت انجام کارهایی که شامل شمارش و تطبیق است، تأکید می‌کند. اجزای کلیدی این عامل شمارش متغیرها (زمان پاسخ - زمان صرف شده برای شمارش دقیق آیت‌ها را اندازه‌گیری می‌کند) و تطبیق شی (زمان پاسخ - سرعت تطبیق صحیح اشیاء را ارزیابی می‌کند). این نام‌گذاری به طور موثر کارایی شناختی مربوط به تکالیف زمان‌بندی شده شامل مقایسه‌های عددی و شی را نشان می‌دهد. در عامل پنجم باارزش ویژه ۴/۸ عملکرد جمع (زمان پاسخ) و زمان پاسخ پایه بالاترین بارعاملی را داشتند. لذا این عامل فراگیر «سرعت پردازش حسابی» نام‌گذاری شد. جنبه «حساب» نشان می‌دهد که عامل به طور خاص به عملیات ریاضی، به ویژه جمع مربوط می‌شود؛ و جنبه سرعت پردازش به تمرکز بر سرعت انجام کارها که با زمان پاسخ اندازه‌گیری می‌شود تأکید می‌کند. اجزای کلیدی این عامل عملکرد در عملیات جمع (زمان پاسخ - زمان صرف شده برای انجام وظایف جمع را اندازه‌گیری می‌کند) و زمان پاسخ پایه به‌عنوان یک نقطه مرجع برای ارزیابی سرعت پردازش حسابی عمل می‌کند. این نام‌گذاری به طور مؤثر کارایی شناختی مربوط به وظایف حسابی زمان‌بندی شده را نشان می‌دهد. در عامل ششم باارزش ویژه ۴/۷ خط پاسخ پایه (درصد تعداد صحیح) و مقایسه عددی (درصد تعداد صحیح) بالاترین بارعاملی را داشتند؛ لذا این عامل فراگیر «دقت پاسخ شناختی» نام‌گذاری شد. جنبه شناختی نشان می‌دهد که این عامل شامل فرایندهای ذهنی مربوط به درک و پاسخ به تکالیف است. جنبه دقت پاسخ هم بر صحت و هم بر کارایی پاسخ‌ها در کارهای زمان‌بندی شده تأکید می‌کند. اجزای کلیدی این عامل شامل زمان پاسخ اولیه (درصد پاسخ صحیح - میزان دقیق پاسخگویی افراد در یک بازه زمانی معین را اندازه‌گیری می‌کند)، مقایسه عددی (درصد پاسخ صحیح - دقت را در مقایسه مقادیر عددی ارزیابی می‌کند). این نام‌گذاری به طور مؤثر تمرکز دوگانه بر دقت و کارایی پاسخ در تکالیف شناختی را نشان می‌دهد.

در پردازش مسائل پیچیده ریاضی (مانند مسائل کلامی یا محاسبات چندمرحله‌ای) است. این یافته با مدل‌های نظری مبتنی بر نقش سیستم عدد تقریبی ذاتی ((ANS (دهاین، ۲۰۱۱) و ارتباط آن با توانایی مقایسه نمادین/غیر نمادین همخوانی دارد. به علاوه، ناتوانی در انتقال مهارت‌های پایه (مانند جمع و ضرب) به بافت‌های پیچیده‌تر، احتمالاً ناشی از اختلال در یکپارچگی شناختی مورد نیاز برای دست کاری اطلاعات و سازماندهی راهبردهاست. یک تبیین نظری بر اساس مدل سیستم عدد تقریبی ذاتی (دی‌هان، ۲۰۱۱) ضعف در حافظه کاری فضایی مانع از نگهداری و دستکاری اطلاعات کمی در مسائل چندمرحله‌ای می‌شود. همسو با یافته‌های (کراگ و همکاران، ۲۰۱۷)، نقص در به‌روزرسانی راهبردها (جزء عملکرد اجرایی) توضیح‌دهنده ناتوانی کودکان در انتقال مهارت‌های محاسباتی ساده (مثل جمع) به مسائل کلامی پیچیده است. این امر ناشی از شکست در بازداری راهبردهای ناکارآمد و سازماندهی شناختی است.

یافته دیگر ساختار عاملی تکالیف شناختی بود. بر اساس تحلیل عاملی اکتشافی، تکالیف طراحی شده به شش عامل متمایز تقسیم شدند که شامل عملکرد حسابی - شناختی (شامل محاسبات پایه)، عملکرد مقایسه - شناختی (مبتنی بر ANS و توانایی تمایز کمی)، پردازش عددی - شناختی (شمارش و تطابق اشیا)، سرعت پردازش شناختی، سرعت پردازش حسابی و دقت پاسخ - شناختی است. عامل پردازش عددی - شناختی که بر تکالیف شمارش و تطابق متمرکز است، مستلزم اتصال بازنمایی‌های نمادین به غیر نمادین است (کوردس و گل‌مان، ۲۰۰۵). در مقابل، عامل مقایسه - شناختی، نشان‌دهنده عملکرد ANS در تخمین و مقایسه کمی است (بارتلت، ۲۰۱۴). جالب آنکه تکلیف تخمین، علی‌رغم ماهیت ترکیبی (استفاده از دانش نمادین برای پاسخ به محرک‌های غیر نمادین)، در این عامل بارگذاری شد که احتمالاً ناشی از وابستگی مشترک به پردازش کمی غیر نمادین است. بر پایه نظری تفکیک عامل پردازش عددی-شناختی از مقایسه-شناختی از نظریه تمایز بازنمایی نمادین/غیر نمادین (کوردس و گل‌مان، ۲۰۰۵) و نقش مستقل ANS (بوترورث، ۲۰۰۵) پشتیبانی می‌کند.

از جنبه تجربی بارگذاری تکلیف تخمین بر روی عامل مقایسه-شناختی (علیرغم ماهیت ترکیبی آن) با مطالعات تصویربرداری عصبی (پیازا و همکاران، ۲۰۰۷) همخوان است که نشان می‌دهد پردازش کمی غیرنمادین محور اصلی این تکلیف است، نه تبدیل نمادین.

همچنین در زمینه اعتبارسنجی و نوآوری ابزار یافته‌ها نشان داد پایایی درونی عوامل شش‌گانه با ضرایب آلفای کرونباخ بین ۰.۸۸ تا ۰.۹۷، تأیید گردید. این ابزار نخستین ابزار بومی سازی شده در ایران است که با الهام از پروتکل‌های رایانه‌ای بین‌المللی (بارتلت و همکاران، ۲۰۱۴، لاچان و وونگ، ۲۰۲۰) طراحی شده و شامل خرده آزمون‌هایی چون تراکم نقاط، محور اعداد و حافظه کاری فضایی - کلامی است. تفاوت کلیدی در طراحی، استفاده هم‌زمان از معیارهای دقت و زمان پاسخ برای ارزیابی کارایی شناختی است. در زمینه پیامدهای بالینی و آموزشی، یافته‌ها بر ضرورت طراحی مداخلات هدفمند تأکید دارد که به جای تمرکز بر تقویت هوش عمومی، بر بهبود یکپارچگی شناختی در حوزه‌های خاص (مانند پیوند بازنمایی‌های عددی و تقویت حافظه کاری) متمرکز شوند. به عنوان مثال، بهره‌گیری از نقاط قوت کلامی این کودکان می‌تواند بستری برای انتقال مفاهیم ریاضی از طریق راهبردهای زبانی فراهم کند. نخست محدودیت نمونه‌گیری است. نمونه مورد مطالعه ممکن است از نظر اندازه یا تنوع جمعیت شناختی (مانند سن، جنسیت، منطقه جغرافیایی - استان البرز) محدود باشد که تعمیم‌پذیری نتایج را تحت تأثیر قرار می‌دهد. محدودیت دوم، روش تحلیل عاملی اکتشافی است. اگرچه تحلیل عاملی اکتشافی ساختار شش عاملی را شناسایی کرد، برای تأیید این ساختار به تحلیل عاملی تأییدی با نمونه‌های بزرگ‌تر و مستقل نیاز است. محدودیت سوم عدم بررسی طولی است. پژوهش حاضر مقطعی است و رابطه علی بین نقص‌های شناختی و MLD را به طور قطعی نشان نمی‌دهد. محدودیت چهارم وابستگی به ابزار رایانه‌ای است. طراحی رایانه‌ای ابزار ممکن است دسترسی به آن را در مناطق محروم یا برای کودکانی با محدودیت فناوری دشوار سازد. محدودیت پنجم تمرکز بر حوزه‌های خاص شناختی است. ابزار طراحی شده عمدتاً بر پردازش عددی و حافظه کاری متمرکز است و ممکن است سایر حوزه‌های مؤثر در MLD (مانند توجه پایدار یا عوامل هیجانی - انگیزشی) را نادیده گرفته باشد. ششم تأثیر متغیرهای مداخله‌گر (اضطراب/انگیزش) بر عملکرد کودکان. هفتم خارج از کنترل پژوهشگر بود. پیشنهاد می‌شود اعتبارسنجی گسترده‌تر صورت گیرد. انجام مطالعات اعتباریابی با نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر (شامل کودکان با سطوح مختلف MLD و اختلال‌های همراه) برای تأیید ساختار عاملی و قابلیت تشخیصی ابزار. دوم پیشنهاد می‌شود مداخلات هدفمند طراحی شود. توسعه برنامه‌های مداخله‌ای مبتنی بر یافته‌ها، مانند

## منابع

- آبباریکی، اکرم؛ یزدانبخش، کامران و مؤمنی، خدا مراد. (۱۳۹۶). اثربخشی توان بخشی شناختی رایانه‌ای بر کاهش نارسایی شناختی در دانش آموزان با اختلال یادگیری. *فصلنامه روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۷(۲۶)، ۱۲۷-۱۵۷.  
<https://doi.org/10.22054/jpe.2017.22223.1571>
- انصاری اردلی، سجاد؛ حاجی حسنی دره شوری، کرامت؛ حاجی حسنی دره شوری، پیمان و حاجی حسنی دره شوری، کامران. (۱۴۰۰). بررسی اختلال های یادگیری و میزان شیوع آن در بین دانش آموزان. *ماهنامه پیشرفت های نوین در روانشناسی*، ۴(۳)، ۳۴-۴۴.  
<http://ensani.ir/file/download/article/1621421917-10146-34-4.pdf>
- بیرامی، منصور؛ نظری، محمدعلی؛ هاشمی، تورج و موحدی، یزدان. (۱۳۹۵). تاثیر توان بخشی نوروسایکولوژی بر بهبود عملکرد حل مسئله در افراد مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی. *پژوهش توان بخشی در پرستاری*، ۳(۲)، ۶۱-۶۷.  
<http://ijm.ir/article-1-222-fa.html>
- محمد لو، اکرم؛ مروتی، ذکراه و یوسفی افراشته، مجید. (۱۴۰۰). اثربخشی توان بخشی شناختی رایانه‌ای بر مسئله گشایی خلاق و سرعت پردازش اطلاعات دانش آموزان دختر مقطع ابتدایی. *فصلنامه پژوهش های کاربردی روان شناختی*، ۱۲(۳)، ۳۰۷-۳۳۳.  
<https://doi.org/10.22059/JAPR.2021.314576.643710>
- صادقی، عباس؛ زینعلی، شینا و فروغی، زهرا. (۱۳۹۷). تأثیر آموزش مهارت های شناختی بر کنش های اجرایی و توانایی های شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری. *مجله ناتوانی های یادگیری*، ۸(۲)، ۳۸-۵۷.  
<https://www.sid.ir/paper/210234/fa>
- عزیزی، امیر؛ میر دریکوند، فضل اله و سپهوندی، محمدعلی (۱۳۹۹). مقایسه تأثیر توان بخشی شناختی، نوروفیدبک و بازی درمانی شناختی - رفتاری بر حافظه فعال در دانش آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص. *دانش و پژوهش در روان شناسی کاربردی*، ۱۱(۱)، ۴۱-۳۱.  
<https://doi.org/10.30486/jsrp.2019.578548.1541>

تمرینات تقویت حافظه کاری دیداری - فضایی و یکپارچه سازی بازنمایی های نمادین/غیر نمادین. سوم پیشنهاد می شود محتوای آموزشی مبتنی بر نقاط قوت کلامی کودکان MLD برای تسهیل انتقال مفاهیم ریاضی (مثل استفاده از داستان های ریاضی یا استعاره های زبانی) استفاده شود. چهارم پیشنهاد می شود آموزش تخصصی معلمان صورت گیرد. برگزاری کارگاه های آموزشی برای معلمان درباره تفسیر نیم رخ شناختی کودکان MLD و تطبیق روش های تدریس با نیازهای شناختی آنان انجام شود. همچنین، پیشنهاد می شود نقش عوامل هیجانی بررسی شود. مطالعه تأثیر اضطراب ریاضی یا خودکارآمدی بر عملکرد شناختی کودکان MLD در کنار نقص های عصب شناختی. استفاده از فناوری های نوین ادغام ابزار با سیستم های هوش مصنوعی برای تحلیل بلادرنگ خطاها و ارائه بازخورد شخصی سازی شده به کودکان. تلفیق یافته ها با علوم اعصاب یعنی شناسایی همبستگی یافته های شناختی با شاخص های عصبی (مانند fMRI یا EEG) برای درک مکانیسم های مغزی زیربنایی MLD.

## ملاحظات اخلاقی

**پیروی از اصول اخلاق پژوهش:** این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول در رشته روان شناسی تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان است. از اطلاعات جمع آوری شده فقط در راستای هدف پژوهشی استفاده شد. حریم خصوصی آزمودنی مراجع کننده در طول پژوهش رعایت شده و به جهت حفظ اصول اخلاقی در این پژوهش سعی شد تا جمع آوری اطلاعات پس از جلب رضایت شرکت کنندگان انجام شود.

**حامی مالی:** این پژوهش در قالب رساله دکتری و بدون حمایت مالی می باشد.

**نقش هر یک از نویسندگان:** نویسنده اول این مقاله به عنوان پژوهشگر اصلی، نویسنده دوم به عنوان استاد راهنما و نویسنده سوم نیز به عنوان استاد مشاور در این پژوهش، نقش داشتند.

**تضاد منافع:** نویسندگان همچنین اعلام می دارند که در نتایج این پژوهش هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

**تشکر و قدردانی:** بدین وسیله از همه دانش آموزان و مشاوران مراکز اختلال یادگیری البرز که در اجرای این پژوهش ما را یاری دادند، تشکر و قدردانی می شود.

## References

- Azizi, A., Mir Darikvand, F., & Sepahvandi, M. (2020). Comparison of the effect of the cognitive rehabilitation, neurofeedback and cognitive-behavioral play therapy on working memory in elementary school students with specific learning disability: *Knowledge & Research in applied Psychology*, 1 (79), 31-41. <https://doi.org/10.30486/jsrp.2019.578548.1541>. [in persian].
- Abbariki, A., Yazdanbakhsh, k., & Momeni, KH. (2017). The effectiveness of computer-based cognitive rehabilitation on reducing cognitive failure in Students with Learning Disability: *Quarterly of Psychology of Exceptional Individuals Allameh Tabataba'i University*, 7(26), 127-157. <https://doi.org/10.22054/jpe.2017.22223.1571> [In Persian].
- Agostini, F., Zoccolotti, P., & Casagrande, M. (2022). Domain-general cognitive skills in children with mathematical difficulties and dyscalculia: A systematic review of the literature. *Brain sciences*, 12(2), 2-34. <https://doi.org/10.3390/brainsci12020239>
- Ansari ardali, S., Dere shouri, K., Dere shouri, p., & Dere shori, K. (2021). investigating learning disorders and their prevalence among students. *institute of humanities and cultural studies*, 4(3), 34-44. [in persian]. <http://ensani.ir/file/download/article/1621421917-10146-34-4.pdf>
- Bartelet, D., Ansary, D., Vaessen, A., & Blomert, I. (2014). Cognitive subtypes of mathematic learning difficulties in primary education. *Research in developmental disabilities*, 35(3), 657-670. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.12.010>
- Bartelet, D., Vaessen, A., Blomert, L & Ansari, D. (2014). What basic number processing measure in kindergarten explain unique variability in first- grade arithmetic proficiency?. *Journal of experimental child psychology*, 117, 12-28. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.08.010>
- Bonifacci, P., Tobia, V., Marra, V., Desideri, L., Baiocco, R., & Ottaviani, C. (2020) Rumination and emotional profile in children with specific learning disorders and their parents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 389-399. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020389>.
- Bishara, S. (2023). Humor, motivation and achievements in mathematics in students with learning disabilities. *Cogent Education*, 10(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2162694>.
- Bayrami, M., Nazari, M., Hashemi, T., & Movahedi, Y. (2017). The Effectiveness of Neuropsychological Rehabilitation Treatment on the Performance of Problem Solving in Patients With Math Learning Disabilities. *Journal of rehabilitation*, 3(2), 61-67. [in persian].
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of child psychology and psychiatry*, 46(1), 3-18. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>
- Cordes, S., & Gelman, R. (2005). *The young numerical mind: When does it count?* In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 127–142). New York, NY: Psychology Press. <https://psycnet.apa.org/record/2005-04876-008>
- Cragg, L., Richardson, S., Hubber, P. J., Keeble, S., & Gilmore, C. (2017). When is working memory important for arithmetic? The impact of strategy and age. *PLOS ONE*, 12 (12), e0188693. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188693>
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2004). Children with mathematics learning disabilities in Belgium. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 50–61. <http://doi.org/10.1177/00222194040370010601>
- Diagnostic, A. P. A. (2013). *Statistical manual of mental disorders—Fifth edition (DSM-5)*. *Edisi ke-5*. Washington DC: American Psychiatric Association.

- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics (second ed.)*. New York, NY: Oxford University Press. <https://cognitionandculture.net/wp-content/uploads/the-number-sense-how-the-mind-creates-mathematics.pdf>
- GEA, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics (second ed.)*. New York, NY: Oxford University Press. <https://cognitionandculture.net/wp-content/uploads/the-number-sense-how-the-mind-creates-mathematics.pdf>
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539–1552. <https://doi.org/10.1037/a0025510>
- Githin, V. G., Jasseer, J. & Raju, S. (2018). Neuroplasticity phenomena in the remediation of learning disabilities. *Journal Of Humanities And Social Science*, 23(4), 33-38.
- Jolliffe, I. T. (1986). *Principal Component Analysis*. New York, NY: Springer. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00045608.2012.689236>
- Lan Chan, W & Wong, T. (2020). Subtypes of mathematical difficulties and their stability. *Journal of educational psychology*. 112(3), 649-666. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/edu0000383>
- Mashburn, C. A., Tsukahara, J. S., & Engle, R. W. (2021). Individual differences in attention control: Implications for the relationship between working memory capacity and fluid intelligence. In R. H. Logie, V. Camos, & N. Cowan (Eds.), *Working memory: State of the science* (pp. 175–211). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842286.003.0007>
- Mohammadlou, A., Marovvati, Z., & Yousefi Afrashteh, M. (2021). The effectiveness of computerized cognitive rehabilitation on creative problem-solving and information processing speed of female elementary students. *Journal of Applied Psychological Research*, 12(3), 307-333. doi: 10.22059/JAPR.2021.314576.643710. [in persian].
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4, 84–99. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/1082-989X.4.1.84>
- Mathew, V., Srivastava, R.H., & Nair, A. (2022). Difference in the cognitive profile of children with specific learning disabilities. *Santosh University Journal of Health Sciences*, 8, 48 - 51. [http://dx.doi.org/10.4103/sujhs.sujhs\\_16\\_22](http://dx.doi.org/10.4103/sujhs.sujhs_16_22).
- Piazza, M., Pinel, P., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2007). A magnitude code common to numerosities and number symbols in human intraparietal cortex. *Neuron*, 53(2), 293–305. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.11.022>
- Ritchie, S. J., & Tucker-Drob, E. M. (2018). How much does education improve intelligence? A meta-analysis. *Psychological science*, 29(8), 1358-1369. <https://doi.org/10.1177/095679761877425>
- Richerson, L. P., Watkins, M. W., & Beaujean, A. A. (2014). Longitudinal invariance of the Wechsler Intelligence Scale for Children–Fourth Edition in a referral sample. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 32(7), 597–609. <https://doi.org/10.1177/0734282914538802>
- Reynolds, C. R., Vannest, K. J., and Fletcher-Janzen, E. (2013). *Encyclopedia of Special Education*, John Wiley & Sons, Inc.
- Roughan, L., Hadwin, J. (2011). The impact of working memory training in young people with social, emotional and behavioral difficulties. *Learning and individual difference*, 21(6), 759- 764. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.lindif.2011.07.011>
- Saleh, S., & Mazlan, A. (2019). The effects of brain-based teaching with i-think maps and brain gym approach towards physics understanding. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(1), 12-21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i1.16022>

- Savatt, J. M., & Myers, S. M. (2021). *Genetic Testing in Neurodevelopmental Disorders*. *Frontiers in Pediatrics*, 19(9), 526779. DOI:10.3389/fped.2021.526779
- Schneider, J. & McGrew (2012). The Cattell-Horn-Carroll. (CHC). Model of (IAP).
- Sadeghi, A., Zainali, sh., & Foroughi, Z. (2019). The Effect of Cognitive Skills Training on the Performance and Cognitive Abilities of Children with Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 2 (29), 38-57. <https://www.sid.ir/paper/210234/fa>. [in persian].
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer Gaming and Interactive Simulations for Learning: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243. <https://doi.org/10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-HOYM>.
- Van Herwegen, J. (2019). Math disorder: Definition, causes, and interventions. *The Encyclopedia of Child and Adolescent Development*. (11) 1-9. <http://doi:10.1002/9781119171492.wecad136>
- Wang, L. (2020). Mediation relationships among gender, spatial ability, math anxiety, and math achievement. *Educational Psychology Review*, 32(1), 1-15. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s10648-019-09487>
- Watkins, M. W. (2018). Exploratory factor analysis: A guide to best practice. *Journal of black psychology*, 44(3), 219-246. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0095798418771807>