Journal of Psychological Science
Print ISSN: 1735-7462 Online ISSN: 2676-6639
Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

Clustering of cognitive subtypes of mathematics disorders in elementary school students with math disorders

Melissa Hanifi Vahed[1], Siavash Talepasand[2], Shahab Moradi[3]
1. Ph.D Candidate in Educational Psychology, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran. E-mail: m.hanifi@stu.semnaniau.ac.ir
2. Professor, Department of Educational Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran. E-mail: talepasand@semnan.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Education and Psychology, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran. E-mail: Shahabmoradi66@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received 17 October 2024
Received in revised form 13 November 2024
Accepted 19 December 2024
Published Online 23 August 2025

Keywords:
math disorder,
cognitive cluster,
clustering,
with & without math disorder

ABSTRACT

Background: Mathematics disorder is a learning disability that makes understanding and performing mathematical calculations challenging for children. Furthermore, numerous gaps exist in domestic studies regarding the identification and classification of the cognitive subtypes of this disorder. This study aims to evaluate general and specific cognitive processing types in children with mathematics disorder.

Aims: The study aimed to identify the cognitive subtypes of mathematics disorder in elementary school students.

Methods: This descriptive-correlational study was conducted with two target populations, the first consisted of all students referred to learning disability centers in Alborz Province diagnosed with poor mathematical performance, and the second comprised all third- to sixth-grade elementary students in Alborz Province during the 2023-2024 academic year. The participants included 96 students diagnosed with mathematics disorder selected through random sampling and 180 typically developing students selected through stratified random sampling. Participants completed twelve cognitive tasks designed using Psychopy software, the Wechsler Intelligence Scale for Children-IV, the Frostig visual perception test, the Wepman auditory perception test, the Iran-Key math test, and the Rutter Behavioral Rating Scale. The data were analyzed using t-test, exploratory factor analysis and cluster analysis spss 24 software was used for data analysis.

Results: The exploratory factor analysis identified six factors: arithmetic cognitive performance, cognitive comparison performance, numerical cognitive processing, cognitive processing speed, arithmetic processing speed, and response accuracy, which together explained 74% of the variance. The cluster analysis revealed six distinct cognitive clusters among children with math disorders: cognitive processing divergence, computation and accuracy with delayed processing, impaired numerical cognition, numerical and accuracy deficits, processing and accuracy deficits, and arithmetic and comparison deficits.

Conclusion: The findings suggest that mathematics disorder is a heterogeneous condition. Therapists and educational systems can use these results to design targeted interventions tailored to the specific subtype of mathematics disorder in children with mathematical difficulties.

Citation: Hanifi Vahed, M., Talepasand, S., & Moradi, Sh. (2025). Clustering of cognitive subtypes of mathematics disorders in elementary school students with math disorders. *Journal of Psychological Science*, 24(150), 185-208. 10.52547/JPS.24.150.185

Journal of Psychological Science, Vol. 24, No. 150, 2025
© The Author(s). **DOI**: 10.52547/JPS.24.150.185

✉ **Corresponding Author:** Siavash Talepasand, Professor, Department of Educational Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.
E-mail: talepasand@semnan.ac.ir, Tel: (+98) 9126040690

Extended Abstract

Introduction

Specific learning disorders are give rise to significant academic problems and delays that are not due to lack of effort or low intellectual ability but are caused by individual differences. These disorders are classified as neurodevelopmental and are identified through assessments of skills in mathematics, reading, and writing, having genetic, cognitive, and environmental origins that cause problems in daily life (Benifacio et al., 2020). Math learning disorder is characterized by difficulties in understanding numbers, remembering rules, accuracy, and fluency in calculations (Rullison et al., 2020). Different theories exist regarding the underlying causes of math disorder, with some suggesting that weaknesses in memory and cognitive organization contribute to the condition (Wang, 2020). As a complex skill, mathematics relies on various abilities that appear to depend on different cognitive processes. Math disorder frequently coexists with cognitive problems because children with math learning disabilities struggle to understand the numerical system and identify mathematical relationships, often due to issues with retrieving information from memory. Math disorder represents a heterogeneous spectrum in which all children with the disorder experience mild to severe problems across different cognitive areas (Von Herwegen, 2019). Consequently, it has been suggested that math disorder is likely a heterogeneous condition (Gray, 2010).

children with weak math skills experience significant challenges with executive functions, including memory retention and problem-solving. These students typically show major weaknesses in cognitive and executive functioning, which serve as a bridge between performance and brain structure, encompassing a broad range of individual abilities (Wilkie et al., 2020). Currently, many researchers agree that children with math learning disorders encounter significant challenges encoding mathematics into long-term memory, supporting the idea that math disorder is heterogeneous (Bartlett et al., 2014). This heterogeneity indicates that there may be various subtypes of math disorders, each characterized by a specific cognitive feature (Lan chan et al., 2020). Several studies confirm that children with math disorders may have different cognitive profiles. Von Aster (2000) examined fundamental number processing skills in children with math disorders, identifying one low-performance cluster and three distinct clusters using a clustering approach. Bartlett et al. (2014) also distinguished six clusters in children with math disorders based on specific and general cognitive criteria, providing evidence for various cognitive subtypes. The current study aims to evaluate general and specific cognitive processing in children with math disorders because understanding the subtypes of this condition is essential for performing effective interventions and better comprehending the needs of these children.

Method

The Design of this study is descriptive. The first population consisted of all students referred to learning disorder centers in Alborz Province with a diagnosis of poor math performance (N=648). The second population included all elementary students in grades three to six in Alborz Province during the 2023-2024 academic year (N=151,610). Participants included 276 students (180 without MLD, 96 with MLD). Random sampling was used to choose students from learning disorder centers, with 16 students from each of the six active centers in Karaj (12 boys and 4 girls per center). Stratified random sampling was employed to select students from regular schools. The Instruments used on the study included cognitive tasks based on previous research (Bartlett et al., 2014; Lan Chan & Wong, 2020) and implemented using Psychopy software. Four to six trial attempts were conducted for each task. The tasks included Dot comparison, number comparison, verbal matching, Dot enumeration, matching objects, estimation, number line, baseline response time, verbal short-term memory, spatial short-term working memory, and arithmetic mastery tasks. Students were screened for intelligence, visual perception, auditory perception, and behavioral difficulties. All participants fell within the normal range for intelligence, with no significant visual, auditory, or behavioral difficulties observed. Raw

scores for all cognitive tasks were converted to standardized scores. Any responses faster than 200 milliseconds were reviewed, but no outliers were detected. Independent t-tests with Bonferroni correction ($p \leq 0.002$) were used to compare students with and without math learning disorders. All cognitive tasks variables were transformed into z-scores, and exploratory factor analysis with principal component analysis and Varimax rotation was performed. Factor scores were used in subsequent cluster analyses, employing hierarchical clustering (Ward's method) to determine the optimal number of clusters.

Results

The average age, mathematical progress, and performance in general and specific cognitive processing tasks for children with and without 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	MLD(n = 96)		Non- MLD(n =180)		t-test	Sig.
	M	SD	M	SD		
Age & General Cognitive Processing Tasks						
Age (years)	10.31	0.85	10.55	1.15	1.82	0.000
Overall IQ	96.92	6.57	104.32	8.76	7.21	0.004
Verbal Comprehension IQ	85.21	6.29	93.34	9.54	7.48	0.000
Perceptual Reasoning IQ	93.36	6.72	93.74	9.61	0.34	0.000
Processing Speed IQ	89.37	4.74	93.74	8.23	4.77	0.000
Baseline (Correct Responses)	39.82	24.42	82.44	11.49	19.62	0.000
Baseline (Time Performance)	1.15	0.31	1.59	0.34	10.16	0.359
Verbal Short-Term Memory	54.16	9.17	84.48	10.56	23.62	0.155
Spatial Short-Term Memory	79.89	6.44	87.52	9.78	6.85	0.000
Math Operations Performance						
Addition (Correct Responses)	77.56	8.94	90.98	7.79	12.87	0.026
Addition (Time Performance)	0.33	0.12	0.72	0.31	11.47	0.000
Subtraction (Correct Responses)	75.62	11.88	86.98	8.89	8.92	0.000
Subtraction (Time Performance)	0.30	0.96	0.63	0.23	13.32	0.000
Multiplication (Correct Responses)	79.21	10.58	86.56	9.95	5.68	0.376
Multiplication (Time Performance)	0.33	0.08	0.69	0.26	12.67	0.000
Basic Concepts (Iran- Keymath)	85.17	6.98	105.24	12.18	14.80	0.000
Operations (Iran- Keymath)	87.08	7.17	105.55	8.33	18.28	0.431
Applications (Iran- Keymath)	86.46	6.72	104.86	10.73	15.20	0.000
Overall Standard Score (Iran-Keymath)	85.11	5.44	105.09	10.48	17.35	0.000
Specific Cognitive Processing Tasks						
Point Density (Correct, Time Performance)	73.19(0.93)	18.63(0.21)	95.11(1.44)	3.16(0.40)	15.34	0.000
Estimation	0.69	0.45	0.36	0.27	-6.6	0.000
Point Counting (Correct, Time Performance)	81.40(0.34)	7.11(0.05)	90.20(0.51)	5.94(0.12)	10.87	0.001
Object Matching (Correct, Time Performance)	50.94(0.35)	12.18(0.08)	90.18(0.60)	9.62(0.15)	29.22	0.102
Verbal Number Matching (Correct, Time Performance)	87.31(0.57)	6.98(0.14)	92.94(0.81)	9.03(0.20)	5.29	0.791
Number Comparison (Correct, Time Performance)	77.94(0.79)	7.24(0.09)	92.91(1.48)	5.10(0.41)	19.87	0.000
Number Line (Correct, Time Performance)	12.34	3.84	6.06	2.09	-17.51	0.000

Note: Bonferroni correction was applied, and all p-values≤0.002 were considered significant at the5% level.

The overall intelligence scores, including verbal comprehension, perceptual reasoning, and processing speed, indicated that the intelligence of the group with math disorders was within the normal range but significantly lower than that of the group without learning disorders (see Table 1). Students with MLD generally performed worse in cognitive tasks and mathematical skills. In the group with math disorder, the zero-order correlation between working memory tasks and specific cognitive processing tasks is reported in Table 2. Several significant correlations were observed between number-specific cognitive processing tasks, suggesting that they may reflect the same underlying construct.

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	-	0.06	0.32**	0.67**	0.09	0.58**	-0.32**	0.53**	0.34**
Estimation		-	-0.18**	-0.32**	-0.41**	-0.46**	0.61	-0.31**	0.20**-
Counting			-	0.57**	0.26**	0.52**	-0.41**	0.48**	0.39**
Matching objects				-	0.17**	0.67**	-0.61**	0.75**	0.32**
Verbal matching					-	0.52**	-0.15*	0.20**	-0.05
Dot enumiration						-	-0.57**	0.67**	0.34**
Number line							-	-0.61**	-0.28**
Verbal short working memory								-	0.36**
Spatial short working memory									

P< 0.05 **P< 0.01

Factor scores for the six identified factors were calculated, and these scores were used in cluster analyses. Factor scores were standardized to ensure that differences in measurement scale did not affect the results. A hierarchical clustering approach (Ward's method) was used to determine the optimal number of clusters, resulting in six distinct clusters: (1) Cluster1, Cognitive Processing Divergence (CPD) – Characterized by high numerical processing abilities but poor performance in comparative cognitive tasks and response accuracy, (2) Cluster 2, Arithmetic and Accuracy Cluster with Processing Delays (AACPD)– Notable for strengths in arithmetic and accuracy despite weaknesses in processing speed, (3) Cluster 3, Impaired Numerical Cognition Cluster (INCC) – Focused on specific difficulties in numerical cognition, (4) Cluster 4, Numerical and Accuracy Deficit Cluster (NADC) – Highlights weaknesses in both numerical processing and response accuracy, (5) Cluster5, Processing and Accuracy Impairment Cluster (PAIC) – Signifies specific weaknesses in processing speed and response accuracy, and (6) Cluster 6, Arithmetic and Compare Deficit Cluster (ACDC) – Reflects specific deficits in arithmetic and comparative cognitive tasks.

Conclusion

Overall, children with math disorders exhibited significantly lower cognitive performance than their typically developing peers. The findings provide valuable insights into the cognitive profiles of children with math learning disabilities, showing that while their average intelligence—covering general, verbal, perceptual reasoning, and processing speed—fell within the normal range, their math performance was significantly weaker. This discrepancy underscores the complexity of math learning disabilities, where cognitive abilities may not directly correlate with academic achievement. Another significant finding was the role of working memory deficits, particularly visual-spatial working memory, as one of the primary predictors of math performance. Deficiencies in executive functioning and working memory, which are essential for organizing and manipulating information during problem-solving, might contribute to the inability to use basic arithmetic skills in more complex tasks. The study has certain limitations. Since it is cross-sectional, findings cannot be generalized over time. The relationships identified are correlational, making it impossible to draw causal inferences. Moreover, the results are generalizable only to students from the educational districts in Karaj, and caution should be exercised regarding overgeneralization. Based on the identification of different clusters of math learning disorders, it is recommended that practitioners design interventions tailored to the specific type of disorder in each cluster. Future research should be planned to examine the stability of these clusters over time. It is also suggested that future studies explore whether the identified clusters of math learning disorders remain consistent or if they respond differently to similar interventions. Understanding the stability and variability in these clusters can help in designing more effective, targeted interventions for children with different cognitive profiles.

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.

مجله علوم روانشناختی

شاپا چاپی: ۷۴۶۲-۱۷۳۵ شاپا الکترونیکی: ۶۶۳۹-۲۶۷۶

Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

خوشه‌بندی خرده انواع شناختی اختلال‌های ریاضی در دانش‌آموزان مدارس ابتدایی

ملیسا حنیفی واحد[۱]، سیاوش طالع‌پسند[۲]✉، شهاب مرادی[۳]

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی تربیتی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.

۲. استاد، گروه روانشناسی تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم‌تربیتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۳. استادیار، گروه روانشناسی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۶
بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۳
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۹
انتشار برخط: ۱۴۰۴/۰۶/۰۱

کلیدواژه‌ها:
اختلال ریاضی،
خوشه شناختی،
خوشه‌بندی،
دانش‌آموزان با و بدون اختلال ریاضی

چکیده

زمینه: اختلال ریاضی یک ناتوانی یادگیری است که درک و محاسبات ریاضی را برای کودکان دشوار می‌کند. ازآنجایی‌که در زمینه شناسایی و تشخیص خرده انواع شناختی این اختلال در مطالعات داخلی نارسایی‌های متعددی به چشم می‌خورد. در این پژوهش سعی شده است انواع پردازش شناختی عمومی و خاص در کودکان با اختلال ریاضی ارزیابی شود.

هدف: شناسایی خرده انواع شناختی اختلال ریاضی در دانش‌آموزان ابتدایی بود.

روش: مطالعه حاضر توصیفی - همبستگی است. جامعه آماری اول (تمامی دانش‌آموزان ارجاع شده به مراکز ناتوانی‌های یادگیری استان البرز با تشخیص عملکرد ضعیف ریاضی) و جامعه آماری دوم (تمامی دانش‌آموزان ابتدایی پایه سوم تا ششم استان البرز) در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بودند. شرکت کنندگان شامل ۱۸۰ نفر بدون اختلال ریاضی و ۹۶ نفرمبتلا به اختلال ریاضی بودند. دانش آموزان با اختلال ریاضی با روش نمونه گیری تصادفی و دانش‌آموزان عادی با روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند. شرکت کنندگان تکالیف شناختی طراحی شده در نرم افزار سایکوپای، آزمون هوش وکسلر IV، آزمون فراستیگ، آزمون وپمن، آزمون ایران- کی‌مت و فرم ارزشیابی رفتاری راتر را تکمیل کردند. داده ها با تحلیل عاملی اکتشافی و خوشه‌ای تحلیل شدند. از نرم افزار SPSS-24 برای تحلیل داده ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل عاملی اکتشافی نشان داد شش عامل عملکرد حسابی شناختی، عملکرد مقایسه شناختی، پردازش عددی شناختی، سرعت پردازش شناختی، سرعت پردازش حسابی و دقت پاسخ شناختی شناسایی شدند. شش عامل بر روی‌هم ۷۴ درصد واریانس را تبیین می کردند. شش خوشه شناختی اختلال ریاضی شامل واگرایی پردازش شناختی، محاسبات و دقت با تاخیر در پردازش، شناخت عددی مختل، نقص عددی و دقت، نقص پردازش و دقت، نقص حسابی و مقایسه بودند.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان داد اختلال ریاضی یک اختلال ناهمگن است. درمانگران و سیستم آموزشی می‌توانند مداخلات متناسب با نوع اختلال هر خوشه را برای کودکان با مشکلات ریاضی براین‌اساس طراحی و استفاده کنند.

استناد: حنیفی واحد، ملیسا؛ طالع‌پسند، سیاوش؛ و مرادی، شهاب (۱۴۰۴). خوشه‌بندی خرده انواع شناختی اختلال‌های ریاضی در دانش‌آموزان مدارس ابتدایی. مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۴، شماره ۱۵۰، ۱۸۵-۲۰۸.

مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۴، شماره ۱۵۰، ۱۴۰۴. **DOI:** 10.52547/JPS.24.150.185

© نویسندگان.

✉ **نویسنده مسئول:** سیاوش طالع‌پسند، استاد، گروه روانشناسی تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم‌تربیتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. رایانامه: stalepasand@semnan.ac.ir
تلفن: ۰۹۱۲۶۰۴۰۶۹۰

مقدمه

اختلال ریاضی[1] یک ناتوانی یادگیری است که درک، یادگیری و انجام محاسبات ریاضی را برای کودکان دشوار می‌کند. پسران و دختران به طور مساوی به اختلال ریاضی مبتلا هستند و معمولاً به‌محض شروع کلاس‌های ریاضی در مدرسه، شروع به نمایش رفتارهای مشکل‌دار می‌کنند (معینی و همکاران، ۱۴۰۳). مشکلات جدی و تاخیر در چندجنبه‌ی درسی که ناشی از کمبود تلاش یا کم توانی هوشی نباشد و صرفا بدلیل تفاوت های فردی باشد را اختلال یادگیری خاص[2] می نامند که دسته ای از اختلال های عصبی تحولی بوده و از طریق اندازه گیری مهارت های ریاضی، خواندن و نوشتن شناسایی می شود و دارای منشا ژنتیکی، شناختی و زیست محیطی است و موجب بروز مشکلات در زندگی روزمره می شود (بنیفاسی و همکاران، ۲۰۲۰). اختلال در یادگیری ریاضی به صورت مشکل در درک کردن اعداد، حفظ کردن قواعد، دقت و روان بودن محاسبه ها مشخص می شود (رولیسون و همکاران،۲۰۲۰). از دید برخی از پژوهشگران، نارسایی در کارکردهای شناختی و به ویژه در حافظه فعال، دلیل اولیه برای عملکردتحصیلی ضعیف دانش آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۹). از سوی دیگر در مورد علل زمینه ساز زیربنایی اختلال در ریاضی نظریه‌های متفاوتی وجود دارد عده ای بر این باورند که ضعف حافظه و سازمان عملکرد شناختی موجب اختلال ریاضی می شود (وانگ،۲۰۲۰).

کودکان با اختلال یادگیری ریاضی نه‌تنها 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 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. این اختلال در برگیرنده طیف ناهمگونی است و کودکان با این اختلال در تمامی جنبه‌های شناختی واجد مشکلات خفیف تا شدید هستند (ون هروگن، ۲۰۱۹)؛ لذا اختلال ریاضی احتمالاً یک اختلال ناهمگن است (گری، ۲۰۱۰). 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). کودکانی که ریاضی آنها ضعیف است در کارکردهای اجرایی از جمله حفظ اطلاعات و حل مسئله مشکلات زیادی دارند. در واقع آنها در عملکرد شناختی و کارکردهای اجرایی ضعف عمده‌ای دارند که کارکردهای اجرایی رابط بین عملکرد و ساختار مغز هستند و گسترهٔ وسیعی از توانایی‌های فرد را در بردارند (ویلکی و همکاران،۲۰۲۰). کودکان مبتلا به اختلال ریاضی مشکلات جدی در رمزگردانی ریاضی در حافظه بلندمدت دارند، لذا اختلال ریاضی یک اختلال ناهمگن است (بارتلت و همکاران، ۲۰۱۴). یعنی انواع فرعی اختلال ریاضی وجود دارد که هر کدام با یک ویژگی شناختی خاص مشخص می‌شود (لان چن، و وونگ، ۲۰۲۰). مرور مطالعاتی که پژوهشگران در آنها به بررسی نیمرخ-های شناختی اختلال‌های ریاضی پرداخته‌اند، نشان می‌دهد که تنها تعداد کمی از مطالعات بر روی فرایندهای شناختی خاص متمرکز شده‌اند. برای مثال، گری و هوآرد (۲۰۰۵) سه زیر گروه کلیدی در اختلال ریاضی را مطرح کردند؛ زیرگروه رویه‌ای که در آن کودکان در دستیابی به راهبردهای ساده حسابی مشکل نشان می‌دهند که ناشی از کمبود حافظه کاری کلامی[3] است، حافظه معنایی[4] که در آن کودکان در بازیابی حقایق به دلیل کمبود حافظه طولانی‌مدت دچار نقص شده‌اند و حافظه فضایی که در آن کودکان در بازنمایی فضایی عدد نقص نشان می‌دهند. وون آستر (۲۰۰۰) یک خوشه عملکرد ضعیف و سه خوشه متفاوت را در کودکان با اختلال ریاضی تشخیص داد. کاراگیناکیس و همکاران (۲۰۱۴) چهار خرده انواع اختلال ریاضی شامل عدد میانی، حافظه (ارزیابی و پردازش)، استدلال و مؤلفه بینایی - فضایی را شناسایی کردند. بارتلت و همکاران (۲۰۱۴) شش خوشه قابل‌تشخیص از کودکان دارای اختلال ریاضی را شناسایی

[1]. mathematic disorder
[2]. Specific Learning Disorder
[3]. Verbal Working Memory
[4]. Semantic Memory

کردند. لان چان و وونگ (۲۰۲۰) پنج زیرگروه متمایز را در بین کودکان دارای مشکلات ریاضی در دو سال اول دبستان شناسایی کردند. زیرگروه نقص مفهوم عدد، نقص رمزگذاری عدد، نقص نمادین، حافظه فعال و یک زیرگروه خفیف که برخی از آنها پایداری متوسطی در طول زمان داشتند و برخی دیگر در طول زمان پایدار بودند.

در ایران نیز مطالعات در این زمینه بسیار محدود و بیشتر معطوف بر اثربخشی روش‌های شناختی و عصب‌شناختی بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان و یا ارتقا عملکرد آنها متمرکز بوده است. برای مثال آقایی ثابت و همکاران (۱۳۹۷) به اثربخشی دو روش‌شناختی حافظه کاری کلامی و دیداری – فضایی بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان با اختلال ریاضی پرداخته است. سفری وصال و همکاران (۱۴۰۲) بر اثربخش‌بودن توان‌بخشی شناختی بر عملکرد توجه، بازداری پاسخ و درک کلامی کودکان با اختلال ریاضی پرداختند. در نتیجه می‌توان چنین گفت که شواهد اخیر به‌گونه‌ای با این اختلال برخورد کرده‌اند که گویی کودکان با مشکلات یادگیری ریاضی یک گروه همگن را تشکیل می‌دهند. تا به امروز، اکثر پژوهشگران در کشور تفاوت سنتی بین خوشه‌های از پیش تعریف شده مشکلات یادگیری ریاضی را موردتوجه قرار داده‌اند و همان‌طور که مرور شد در زمینه شناسایی خرده انواع شناختی این اختلال در مطالعات داخلی نارسایی‌های متعددی به چشم می‌خورد. در این پژوهش سعی شده است انواع پردازش شناختی عمومی و خاص در کودکان با اختلال ریاضی ارزیابی شود. زیرا انجام مداخلات و درک بهتر اختلال ریاضی و نیاز این کودکان بیشتر در گرو آگاهی از خرده انواع این اختلال است. اهمیت این مطالعه از آنجا است که در صورت شناسایی خوشه‌های مختلف اختلال ریاضی، از جنبه نظری، دیدگاه سنتی همگنی اختلال ریاضی مورد تردید قرار می‌گیرد و از جنبه کاربردی مداخلات آموزشی – درمانی هر خوشه متناسب‌سازی خواهد شد. در نتیجه مداخلات مؤثرتری طرح خواهد شد. به‌این‌ترتیب، هدف این مطالعه شناسایی خوشه‌های ویژه اختلال ریاضی در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال ریاضی بود.

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: طرح مطالعه حاضر توصیفی – همبستگی است. پژوهشگر صرفاً عملکردهای شناختی عمومی و خاص را در هر یک از دانش‌آموزان با و بدون اختلال اندازه‌گیری کرد. جامعه آماری اول شامل تمامی دانش‌آموزان ارجاع شده به شش مرکز ناتوانی یادگیری استان البرز با تشخیص عملکرد ضعیف ریاضی بودند (N= ۶۴۸). جامعه دوم شامل تمامی دانش‌آموزان ابتدایی پایه سوم تا ششم استان البرز در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بودند (N= ۱۵۱۶۱۰). حجم نمونه با استناد به پیشینه پژوهش انجام تعیین شد. لوننبرگ و ایربی (۲۰۰۸) معتقدند حجم نمونه به چهار روش انتخاب می‌شود. یکی از آنها استناد به مطالعات قبلی است. بارتلت و همکاران (۲۰۱۴) برای شناسایی خوشه‌های اختلال ریاضی از جامعه با و بدون اختلال یادگیری نمونه‌ای با حجم به ترتیب ۷۶ و ۲۲۶ انتخاب کردند. باتوجه‌به اینکه شیوع اختلال ریاضی در جامعه ۳ تا ۶ درصد است با درنظرگرفتن ریسک خطای نوع ۱ در سطح ۵ درصد، p=۰/۰۶ برای گروه با اختلال و p=۰/۰۳ برای گروه بدون اختلال، مجذور خطای ۰/۰۰۲۵ حداقل حجم نمونه برای گروه اختلال ۸۷ نفر و برای گروه عادی ۴۵ نفر برآورد شد. در این مطالعه برای گروه با اختلال ریاضی ۹۶ نفر انتخاب شد. برای گروه عادی باتوجه‌به چهار ناحیه آموزشی حجم نمونه ۱۸۰ نفر در نظر گرفته شد. از روش نمونه‌گیری تصادفی برای انتخاب نمونه دانش‌آموزان با اختلال از مراکز اختلال یادگیری 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 که 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. باتوجه‌به چهار ناحیه آموزشی در استان البرز و اطمینان از انتخاب دانش‌آموزان از پایه‌های سوم تا ششم، از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای برای انتخاب دانش موزان از مدارس عادی استفاده شد. تعداد دانش‌آموزان در پایه‌های سوم تا ششم استان البرز در چهار ناحیه آموزشی ۱۵۱۶۱۰ (۷۷۳۸۷ پسر و ۷۴۲۲۳ دختر) نفر بود. این تعداد به تفکیک هر ناحیه آموزشی استخراج شد. ناحیه یک ۳۴۸۵۱ (۱۷۷۵۰ پسر و ۱۷۱۰۱ دختر) ، ناحیه دو ۳۸۰۹۷ (۱۸۶۳۲ دختر و ۱۹۴۶۵ پسر)، ناحیه سه ۴۱۱۱۰ (۲۰۰۹۰ دختر و ۲۱۰۲۰ پسر) و ناحیه چهار شامل ۳۷۵۵۲ (۱۸۴۰۰ دختر و ۱۹۱۵۲ پسر) بود. از هر ناحیه ۴۵ دانش‌آموز (۲۵ پسر، ۲۰ دختر) انتخاب شدند. در این مطالعه ملاک ورود به نمونه انتخاب تصادفی بود. ملاک خروج داشتن بیماری پزشکی حاد و عدم رضایت برای ادامه شرکت در مطالعه بود.

ب) ابزار

تکلیف‌های شناختی: یازده تکلیف شناختی طراحی شد. این تکالیف باتوجه‌به پژوهش‌های قبلی (بارتلت و همکاران،۲۰۱۴، لان چن و وونگ،۲۰۲۰) طراحی شد. تکالیف در نرم افزار سایکوپای[1] طراحی و به صورت رایانه‌ای اجرا شدند. برای هر تکلیف ۴ الی ۶ کوشش آزمایشی اجرا شد.

تکلیف اول. تراکم نقطه[2]: 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 به طور همزمان روی یک صفحه نمایش ۱۵ اینچی به فاصله ۵۰ سانتی متر از آزمودنی ارائه شد. فاصله زمانی بین ارائه محرکها ۱۹۵۱ میلی ثانیه 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 می داد. پاسخ و زمان واکنش وی ثبت شد.

تکلیف دوم. مقایسه عددی[3]: 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 ارئه شد. در این تکلیف ازمودنی دو عدد را به طور همزمان می‌دید و می‌بایست عدد بزرگتر را در کمترین زمان انتخاب کند. مدت زمان پاسخ و تعداد پاسخ های 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 کوتاه ترین زمان فشار دهد.

تکلیف سوم. تطبیق کلامی عددها [4]: 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[5]: شامل ۴۵ محرک بود. هر محرک شامل یک مربع سیاه پر از ۱ تا ۹ نقطه سفید با اندازه های 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 می دادند 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 ارایه شده بود با صدای بلند بیان کنند و همزمان دکمه مربوطه به عدد مورد نظر را فشار دهند. تعداد پاسخ های صحیح آزمودنی ثبت شد.

تکلیف پنجم. تطابق اشیا[6]: 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 اشیاء در صفحه چهار ضلعی ارائه شده در بالای صفحه است. مقدار اشیا از ۱ تا ۶ شی متغیربود. کودکان انتخاب خود را با فشار دادن دکمه مربوطه نشان می‌دادند. از اشیاء مختلف استفاده شد، به ویژه چهار حیوان (خرگوش، اسب، سگ و گربه) و چهار میوه (موز، سیب، گلابی وآناناس). در سطح یک، یک آیتم به یک دسته تعلق دارد. برای مثال، حیوانات؛ و در سطح دو، آیتم ها به دسته میوه ها تعلق می‌گرفت؛ و سطح سه، اشیاء متفاوت در یک دسته قرار می‌گرفتند، که شامل هم حیوانات و هم میوه هاست. برای مثال، در تصویربالای صفحه، سه حیوان به کودک ارایه می‌شد و در پایین صفحه دو چهار ضلعی با حیوانات متغیر نمایش داده می‌شد و کودک می‌بایست اشیا یکسان و یا تصویرسازگار را انتخاب کند و تعداد پاسخ های صحیح آزمودنی ثبت شد.

تکلیف ششم. تخمین[7]: 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 نقطه های ارائه شده را حدس بزنند. به آنها یادآوری می‌شد که هدف شمارش نیست و کودک بدون داشتن اجازه

[1]. PsychoPy
[2]. dot comparison
[3]. numeral comparison
[4]. Verbal matching
[5]. dot enumeration
[6]. matching objects
[7]. estimation

شمارش نقطه ها باید تعداد نقطه های ارائه شده را فقط حدس می‌زد. تعداد نقطه ها 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 تعدادپاسخ های صحیح ازمودنی ثبت شد.

تکلیف هفتم. محور عددها[1]: 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[2]: 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 گردید.

تکلیف نهم. حافظه کاری کوتاه‌مدت کلامی[3]: در این تکلیف ۱۳ محرک وجود داشت. آزمودنی درحالی‌که روبروی صفحه‌نمایش رایانه قرار داشت، از طریق هدفون تعدادی کلمات شبیه به هم کلماتی که به یک‌صدا 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 آیتم نیز، کودکان صدای خاصی را می‌شنیدند که نشان می‌داد رشته شبه کلمات به پایان رسیده است. پاسخ‌های صحیح آزمودنی در این تکلیف ثبت شد.

تکلیف دهم. حافظه کاری کوتاه‌مدت فضایی[4]: این تکلیف شامل ۱۳ محرک بود. ردیفی از چهار مربع خالی نمایش داده می‌شد. به ترتیب تناوبی مربع ها به رنگ قرمز در می‌آمدند و سپس محو می‌شدند. کودک باید توالی مربع های قرمز شده را به حافظه می‌سپرد و پاسخ های صحیح آزمودنی ثبت می شد.

تکلیف یازدهم تکالیف تسلطی حساب[5]: این تکلیف در چهار سطح اندازه-گیری شد. تکلیف گزینش اختلال یادگیری ریاضی[6]، این آزمون به‌صورت مداد کاغذی و زمان‌بندی‌شده 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 نمره‌گذاری شد. تکلیف تسلط جمع[7]، کودکان عملیات جمع را در بالای صفحه‌نمایش می‌دیدند. هم‌زمان دو پاسخ در پایین صفحه‌نمایش ارائه می‌شد. برای مثال، ۲+۱ 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 حاصل‌جمع تا ۱۰، و سطح دوم حاصل‌جمع بالغ بر ۱۰ بود). در این تکلیف نیز پاسخ‌های صحیح آزمودنی ثبت گردید. تکلیف تسلط تفریق[8]، 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[9]، 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. مقیاس هوش وکسلر[10](WAIS -IV). این آزمون برای اندازه گیری هوش و توانایی شناختی اجرا شد. مقیاس هوش وکسلر توسط دیوید وکسلر در سال ۱۹۴۹ ساخته شد و نسخه چهارم مقیاس هوشی وکسلر کودکان در سال ۲۰۰۳ توسعه یافت. هدف از اجرای دفترچه اول این آزمون غربال کودکان و شناسایی دانش آموزان با بهره ی هوشی مساوی و یا بیشتر از ۸۵ بود. چهار نمره ی ترکیبی این آزمون که تحت عنوان مقیاس مطرح می شوند از هوشبهرهای چندگانه به دست آمدند که با تاکید بر آزمونهای سازنده، به شرح زیر مطرح می شوند: (۱) فهم کلامی: شباهت ها (اصلی)، واژگان (اصلی)، فهمیدن (اصلی)، اطلاعات (جانشین) و استدلال کلمه

1. number line
2. baseline response time
3. verbal short-term working memory
4. spatial short-term working memory
5. arithmetic fluency tasks
6. MLD selection task
7. addition fluency task
8. subtraction fluency task
9. multiplication fluency task
10. The Wechsler Adult Intelligence Scale|Fourth Edition (WAIS-IV)

(جانشین)؛ (۲) استدلال ادراکی: طراحی با مکعب (اصلی)، مفاهیم تصویر (اصلی)، استدلال ماتریس (اصلی) و تکمیل تصویر (جانشین)؛ (۳) حافظه فعال: ظرفیت عدد (اصلی)، توالی عدد–حرف (اصلی) و محاسبات (جانشین)؛ (۴) سرعت پردازش: رمزگذاری (اصلی)، نمادیابی (اصلی) و حذف کردن (جانشین). ضریب پایایی آزمون در ایران به روش باز آزمایی ۰/۴۴ تا ۰/۹۴ گزارش شده وضریب پایایی به روش دونیمه کردن ۰/۴۲ تا ۰/۹۸ گزارش شده است (حسین‌خانزاده و همکاران، ۱۳۹۸). ضریب روایی آزمون از ۰/۶۸ تا ۰/۹۰ گزارش شده است (کریمی لیچاهی و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین ضریب اعتبار این آزمون از روش بازآزمایی درخارج از کشور ۰/۹۳، ۰/۸۹ و ۰/۸۶ گزارش شده است (اندریکوپولوس،۲۰۲۱).

آزمون رشد ادراک دیداری فراستیگ[1](DTVP). این آزمون توسط فراستیگ لفور و ویتلسی در سال (۱۹۶۶) تهیه شده است و به صورت گروهی و هم به صورت انفرادی قابل اجرا است. این آزمون توسط کردنوقابی و درتاج در سال ۱۳۸۶ در ایران هنجاریابی شد. دارای ۵ آزمون فرعی است که شامل: هماهنگی حرکتی چشم، تشخیص شکل، ثبات شکل، ادراک فضایی، ارتباط فضایی است. روش اجرای آزمون در پژوهش حاضر به شیوه گروهی بود. آزمودنی یک نمره کل بدست می آورد که از مجموع نمرات آزمونهای فرعی تشکیل می‌شود. بر اساس آن بهره ادراکی آزمودنی محاسبه می‌شود. حداکثر نمره در آزمون شماره ۱ (هماهنگی حرکتی و چشم) ۳۰ نمره، در آزمون دوم (تشخیص شکل و زمینه) ۲۰ نمره در آزمون سوم (ثبات شکل)۱۷ نمره، در آزمون چهارم (ادراک فضایی) ۸ نمره، و آزمون پنجم (ارتباط فضایی) ۸ نمره، حداکثر نمره کلی که فرد در این آزمون کسب می کند برابر با ۸۳ است. ضریب پایایی آن با آلفای کرانباخ ۰/۶۷ گزارش شده است (ذوالفقاریان و همکاران،۱۴۰۲). در مطالعه هارتمن نیز (۱۹۹۳) اعتبار این آزمون با استفاده از روش باز آزمایی و ضریب آلفای کرونباخ به ترتیب،۰/۷۹ و ۰/۸۱ گزارش شده است.

آزمون ادراک شنیداری[2] وپمن (ADT). این آزمون در سال ۱۹۵۸ توسط وپمن ساخته شد و به طورانفرادی اجرا می‌شود. تمیز شنیداری یعنی توانایی کودک در تشخیص تفاوتهای موجود بین دو هجای مشابه یا متفاوت را اندازه‌گیری می کند. در اجرای این آزمون کودک به آزماینده گوش فرا داده و پس از آن تعیین می کند که آیا کلماتی که شنیده است با هم یکسان و یا متفاوت هستند. آزمون وپمن متشکل از ۳۰ جفت کلمه متفاوت و ۱۰ جفت کلمه مشابه است. نمره گذاری بر اساس تشخیص کودک از کلمات متفاوت و یکسان است. ضریب اعتبار این آزمون ۰/۷۸ تا ۰/۸۱ گزارش کرده است (رینولدز و روبین،۱۹۸۷). همچنین در مطالعات داخلی اعتبار این آزمون ۰/۷۹ گزارش شده است (نریمانی و رجبی،۱۳۸۴).

پرسشنامه رفتاری راتر[3] (مقیاس ارزشیابی معلم از کودکان). این پرسشنامه توسط راتر در سال ۱۹۶۴ ساخته شد و برای کودکان ۷ تا ۱۳ سال طراحی شده است. دارای ۳۰ پرسش است که ۲۴ پرسش آن مستقیماً از پرسشنامه راتر گرفته‌شده است. پرسش‌های آن در یک طیف لیکرت (۰=اصلا صدق نمی کند، ۲=کاملا صدق می کند) توسط معلمان درجه بندی می‌شود. در این پرسشنامه در جلوی هر پرسش، اعداد (۰)، (۱) و (۲) قرار دارد و از معلمان خواسته می‌شود که هر یک از پرسش‌ها را بخوانند و ببینند تا چه حد در مورد دانش آموزان مورد نظر صدق می کند. بدین ترتیب از مجموع نمراتی که به هر یک از پرسشها داده می‌شود یک نمره کلی بدست می آید. اعتبار این آزمون با روش دو نیمه کردن پرسشنامه حدود ۰/۸۹ و روایی آن را از طریق اجرا روی ۹۱ نفر و کسب درصد توافق بین پرسشنامه و تشخیص روانپزشکی ۰/۷۶/۷ گزارش شده است. اعتبار بازآزمایی این پرسشنامه ۰/۹۱ گزارش شده است (مهری نژاد، ۱۳۸۵).

آزمون ریاضیات کی ـ مت[4]. یکی از مهمترین آزمون های تشخیصی است که تاکنون مورد توجه قرار گرفته است. این آزمون توسط کانلی در سال ۱۹۹۸ تهیه و هنجاریابی شده است. از لحاظ گستره شامل سه بخش مفاهیم اساسی، عملیات و کاربرد است که از اهمیت آموزشی تقریباً یکسانی برخورد دارند. این بخش‌ها در مجموع به سیزده خرده آزمون تقسیم می‌شود. دراین آزمون کارکرد فرد به سه حوزه تقسیم می شودکه عبارتند از: (۱) حوزه مفاهیم اساسی که از سه آزمون فرعی تشکیل می شود: شمارش، اعداد گویا و هندسه. (۲) حوزه عملیات که عبارت است از: جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و محاسبه ذهنی. (۳) حوزه کاربرد شامل پرسش‌هایی است که اندازه گیری زمان و پول، تخمین، تحلیل داده‌ها و حل مسئله را اندازه

[1]. Frostig Developmental Test of Visual Perception
[2]. Wepman Auditory Discrimination Test (ADT)
[3]. The Rutter Children Behaviour Questionnaire for teachers
[4]. keymath diagnostic assessment

گیری می کند. پس از اجرای هر ۱۳ خرده آزمون، نمره استاندارد و معادل کلاسی از کتابچه نمره گذاری آزمون استخراج می‌گردد. این آزمون در ایران توسط محمد اسماعیل در سال ۱۳۷۹ برای دانش آموزان سنین ۶/۶ تا ۱۱/۸ هنجاریابی شده است. ضریب همبستگی این آزمون با آزمون ریاضی مداد کاغذی محاسبه شده و در پایه های اول تا پنجم به ترتیب به میزان ۰/۵۷، ۰/۶۷/۶۲، ۰/۵۶/۰ و ۰/۵۵ محاسبه شده است. اعتبار آزمون با استفاده از روش آلفای کرونباخ برآورد شده و میزان آن در پنج پایه ۰/۸۰ تا ۰/۸۴ گزارش گردید (محمد اسماعیل و هومن،۱۳۷۹). بعد از اجرای آزمون‌ها داده‌ها جمع‌آوری و تحلیل شدند. دانش‌آموزان ابتدا از نظر بهره هوش، ادراک دیداری، شنیداری و مشکلات رفتاری غربال شدند. دانش‌آموزان با و بدون اختلال یادگیری از نظر بهره هوشی در دامنه نرمال بودند. مشکلات دیداری و شنیداری در شرکت‌کنندگان مشاهده نشد. مبتنی بر پرسش‌نامه راتر نشانه‌ای از مشکلات رفتاری نداشتند. نخست نمرات خام همه تکالیف شناختی به نمره استاندارد تبدیل شدند. تکالیف زمانی که پاسخ آنها سریع‌تر از ۲۰۰ میلی‌ثانیه بود، و در تکالیف برآورد، مقادیر پرت بررسی شدند. هیچ داده پرتی مشاهده نشد. مقایسه بین گروه دانش‌آموزان با و بدون اختلال یادگیری ریاضی با آزمون تی مستقل با تصحیح بن فرونی ($p< ۰/۰۰۲$) اجرا شد. تمام متغیرهای تکالیف شناختی به مقادیر استاندارد z تبدیل شدند و سپس تحلیل عاملی اکتشافی با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی اجرا شد. از روش چرخش واریماکس با نرمالیزه کردن کیزر استفاده شد. در مرحله بعد، نمرات عاملی به‌عنوان متغیرها در تحلیل‌های خوشه‌ای وارد شدند. تمامی نمرات عامل‌های نهفته به نمرات استاندارد شده z تبدیل شدند تا اطمینان حاصل شود که تفاوت‌های مقیاس اندازه‌گیری بر نتایج تأثیر نگذارد. یک رویکرد خوشه بندی سلسله مراتبی (روش وارد[1]) برای تعیین تعداد خوشه ها ی بهینه اجرا شد.

یافته‌ها

متوسط سن دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی (۷۲ پسر و ۲۴ دختر) ۰/۸۵ ± ۱۰/۳۱ و در دانش‌آموزان بدون اختلال (۱۰۰ پسر، ۸۰ دختر) ۱/۱۵ ± ۱۰/۵۵ بود. متوسط پیشرفت ریاضی و عملکرد در تکالیف پردازش شناختی خاص عددی و عمومی کودکان با و بدون اختلال یادگیری ریاضی در جدول ۱ گزارش شده است. متوسط هوش‌بهر در بعد کلی، کلامی، استدلال ادراکی، سرعت پردازش نشان می‌دهد که بهره هوش گروه با اختلال ریاضی نرمال است. اما به طور معنادار ضعیف‌تر از گروه بدون اختلال یادگیری است. عملکردهای محاسباتی ریاضی کودکان با اختلال ریاضی (به‌استثنای پاسخ صحیح در جمع و ضرب) به طور معنادار از کودکان بدون اختلال ریاضی ضعیف‌تر بود. در تکالیف پردازش شناختی خاص عددی (به‌استثنای تطابق اشیا و تطبیق کلامی عددها) گروه کودکان عادی به طور معنادار از کودکان مبتلا به اختلال ریاضی بهتر عمل کردند. نیمرخ عملکرد شناختی کودکان با اختلال ریاضی به طور معنادار ضعیف‌تر از کودکان عادی بود (جدول ۱).

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

متغیر	با اختلال (۹۶ = نمونه)		بدون اختلال (۱۸۰ = نمونه)		T	معناداری
	میانگین با اختلال (n =۹۶)	انحراف معیار با اختلال	میانگین بدون اختلال (n =۱۸۰)	انحراف معیار بدون اختلال		
سن و تکالیف پردازش شناختی عمومی						
سن (سال)	۱۰/۳۱	۰/۸۵	۱۰/۵۵	۱/۱۵	۱/۸۲	۰/۰۰۰
هوش‌بهر	۹۶/۹۲	۶/۵۷	۱۰۴/۳۲	۸/۷۶	۷/۲۱	۰/۰۰۴
هوش‌بهر (فهم کلامی)	۸۵/۲۱	۶/۲۹	۹۳/۳۴	۹/۵۴	۷/۴۸	۰/۰۰۰
هوش‌بهر (استدلال ادراکی)	۹۳/۳۶	۶/۷۲	۹۳/۷۴	۹/۶۱	۰/۳۴	۰/۰۰۰
هوش‌بهر (سرعت پردازش)	۸۹/۳۷	۴/۷۴	۹۳/۷۴	۸/۲۳	۴/۷۷	۰/۰۰۰
خط پایه (پاسخ‌های صحیح)	۳۹/۸۲	۲۴/۴۲	۸۲/۴۴	۱۱/۴۹	۱۹/۶۲	۰/۰۰۰
خط پایه (عملکرد در زمان)	۱/۱۵	۰/۳۱	۱/۵۹	۰/۳۴	۱۰/۱۶	۰/۳۵۹

[1]. Ward method

متغیر	با اختلال (۹۶ = نمونه)		بدون اختلال (۱۸۰ = نمونه)		T	معناداری
	میانگین با اختلال (n =۹۶)	انحراف معیار با اختلال	میانگین بدون اختلال (n =۱۸۰)	انحراف معیار بدون اختلال		
حافظه کاری کوتاه‌مدت کلامی	۵۴/۱۶	۹/۱۷	۸۴/۴۸	۱۰/۵۶	۲۳/۶۲	۰/۱۵۵
حافظه کاری کوتاه‌مدت فضایی	۷۹/۸۹	۶/۴۴	۸۷/۵۲	۹/۷۸	۶/۸۵	۰/۰۰۰
عملکرد محاسباتی						
عملکرد در عملیات جمع (پاسخ صحیح)	۷۷/۵۶	۸/۹۴	۹۰/۹۸	۷/۷۹	۱۲/۸۷	۰/۰۲۶
عملکرد در عملیات جمع (پاسخ در زمان)	۰/۳۳	۰/۱۲	۰/۷۲	۰/۳۱	۱۱/۴۷	۰/۰۰۰
عملکرد در عملیات تفریق (پاسخ صحیح)	۷۵/۶۲	۱۱/۸۸	۸۶/۹۸	۸/۸۹	۸/۹۲	۰/۰۰۰
عملکرد در عملیات تفریق (پاسخ در زمان)	۰/۳۰	۰/۹۶	۰/۶۳	۰/۲۳	۱۳/۳۲	۰/۰۰۰
عملکرد در عملیات ضرب (پاسخ صحیح)	۷۹/۲۱	۱۰/۵۸	۸۶/۵۶	۹/۹۵	۵/۶۸	۰/۳۷۶
عملکرد در عملیات ضرب (پاسخ در زمان)	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۶۹	۰/۲۶	۱۲/۶۷	۰/۰۰۰
عملکرد در مفاهیم اساسی آزمون کی مت	۸۵/۱۷	۶/۹۸	۱۰۵/۲۴	۱۲/۱۸	۱۴/۸۰	۰/۰۰۰
عملکرد در عملیات آزمون کی مت	۸۷/۰۸	۷/۱۷	۱۰۵/۵۵	۸/۳۳	۱۸/۲۸	۰/۴۳۱
عملکرد در کاربردهای آزمون کی مت	۸۶/۴۶	۶/۷۲	۱۰۴/۸۶	۱۰/۷۳	۱۵/۲۰	۰/۰۰۰
نمره استاندارد کل آزمون کی مت	۸۵/۱۱	۵/۴۴	۱۰۵/۰۹	۱۰/۴۸	۱۷/۳۵	۰/۰۰۰
تکالیف پردازش شناختی خاص						
تراکم نقاط پاسخ درست (پاسخ در زمان)	(۰/۹۳) ۷۳/۱۹	(۰/۲۱) ۱۸/۶۳	(۱/۴۴) ۹۵/۱۱	(۰/۴۰) ۳/۱۶	۱۵/۳۴	۰/۰۰۰
تخمین‌زدن	۰/۶۹	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۲۷	-۶/۶	۰/۰۰۰
شمارش نقاط پاسخ درست (پاسخ در زمان)	(۰/۳۴) ۸۱/۴۰	(۰/۰۵) ۷/۱۱	(۰/۵۱) ۹۰/۲۰	(۰/۱۲) ۵/۹۴	۱۰/۸۷	۰/۰۰۱
تطابق اشیا پاسخ درست (پاسخ در زمان)	(۰/۳۵) ۵۰/۹۴	(۰/۰۸) ۱۲/۱۸	(۰/۶۰) ۹۰/۱۸	(۰/۱۵) ۹/۶۲	۲۹/۲۲	۰/۱۰۲
تطبیق کلامی اعداد پاسخ درست (پاسخ در زمان)	(۰/۵۷) ۸۷/۳۱	(۰/۱۴) ۶/۹۸	(۰/۸۱) ۹۲/۹۴	(۰/۲۰) ۹/۰۳	۵/۲۹	۰/۷۹۱
مقایسه عددی پاسخ درست (پاسخ در زمان)	(۰/۷۹) ۷۷/۹۴	(۰/۰۹) ۷/۲۴	(۱/۴۸) ۹۲/۹۱	(۰/۴۱) ۵/۱۰	۱۹/۸۷	۰/۰۰۰
محور اعداد پاسخ درست (پاسخ در زمان)	۱۲/۳۴	۳/۸۴	۶/۰۶	۲/۰۹	-۱۷/۵۱	۰/۰۰۰

*. ملاک تصحیح بن فرونی: تمام مقادیر احتمال کمتر یا مساوی با ۰/۰۰۲ در سطح ۵ درصد معنادار هستند

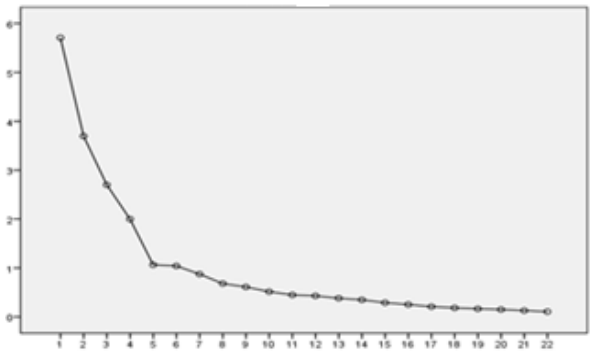
در گروه با اختلال ریاضی، همبستگی صفر مرتبه بین تکالیف حافظه کاری و تکالیف پردازش شناختی خاص در جدول ۲ گزارش شده است. همبستگی‌های معنی‌دار متعددی بین تکالیف پردازش شناختی خاص عددی مشاهده شد که نشان می‌دهد ممکن است آن‌ها منعکس‌کننده سازه زیربنایی مشابهی باشند. علاوه بر این، بیشترین شدت همبستگی بین حافظه کاری کوتاه‌مدت کلامی به ترتیب با تطابق اشیا و مقایسه عددی بود، درحالی‌که حافظه کاری کوتاه‌مدت فضایی به طور معنی‌دار با شمارش و تطابق اشیا مرتبط بود.

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

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱. تراکم نقطه	۰/۸۲								
۲. تخمین زدن	۰/۰۶	۰/۷۸							
۳. شمارش نقاط	۰/۳۲**	-۰/۱۸**	۰/۷۵						
۴. تطابق اشیا	۰/۶۷**	-۰/۳۲**	۰/۵۷**	۰/۸۷					
۵. تطبیق کلامی اعداد	۰/۰۹	-۰/۴۱**	۰/۲۶**	۰/۱۷**	۰/۷۲				
۶. مقایسه عددی	۰/۵۸**	-۰/۴۶**	۰/۵۲**	۰/۶۷**	۰/۵۲**	۰/۸۲			
۷. محور اعداد	-۰/۳۲**	۰/۶۱**	-۰/۴۱**	-۰/۶۱**	-۰/۱۵*	-۰/۵۷**	۰/۷۸		
۸. حافظه کاری کوتاه مدت کلامی	۰/۵۳**	-۰/۳۱**	۰/۴۸**	۰/۷۵**	۰/۲۰**	۰/۶۷**	-۰/۶۱**	۰/۸۷	
۹. حافظه کاری کوتاه مدت فضایی	۰/۳۴**	-۰/۲۰**	۰/۳۹**	۰/۳۲**	-۰/۰۵	۰/۳۴**	-۰/۲۸**	۰/۳۶**	۰/۶۲

تذکر: ضرایب اعتبار بر روی قطر ماتریس قرار دارند **P< ۰/۰۱ *P< ۰/۰۵

به‌منظور تمایز سازه‌های معنادار از لحاظ نظری، تمامی متغیرهای تکالیف پردازش شناختی خاص که به دو صورت پاسخ صحیح و پاسخ در زمان اندازه‌گیری‌شده بودند (هفت تکلیف پردازش شناختی خاص که به دو صورت پاسخ صحیح و پاسخ در زمان به‌صورت چهارده متغیر مجزا)، در یک تحلیل عامل اکتشافی وارد شدند (مؤلفه اصلی با چرخش واریماکس). بهترین راه‌حل 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 مفروضه های متعددی از جمله خطی بودن، نرمال بودن، مقیاس فاصله ای، 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 نرمالیته نمودارهای پراکنش و p-p پلات بررسی شدند. نخست تمام متغیرها به مقادیر استاندارد z تبدیل شدند و سپس تحلیل عاملی اکتشافی با روش تحلیل مولفه‌های 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[1] بررسی شد. مقدار آماره کفایت نمونه (KMO= ۰/۷۴) نشان داد که نمونه از کفایت لازم برای تحلیل عاملی برخوردار است. آزمون کرویت بارتلت (p= ۰/۰۰۱، $X^2_{BTS\ (df=231)}$ =۱۱۸۶/۲۵) نیز معنادار بود. تحلیل عاملی اکتشافی منجر به یک راه‌حل شش‌عاملی شد. عامل اول ۲۶ درصد واریانس را به حساب می آورد. سهم عامل های دوم تا ششم به ترتیب ۱۷، ۱۲، ۹، ۵ و ۵ درصد واریانس بود. شش عامل روی هم ۷۴ درصد واریانس را تبیین می کردند. 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

بررسی بارهای عاملی در ماتریس چرخش‌یافته عامل نشان داد که نخستین عامل غالب باارزش ویژه ۲۵/۹ به وضوح یک عامل عملیات عددی به همراه حافظه فضایی است. متغیرهای عملکرد در عملیات ضرب (پاسخ در زمان)، عملکرد در عملیات ضرب (پاسخ صحیح)، حافظه‌کاری کوتاه‌مدت فضایی، عملکرد در عملیات جمع (پاسخ صحیح)، عملکرد در عملیات تفریق (پاسخ صحیح)، عملکرد در عملیات تفریق (پاسخ در زمان) 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 صرف‌شده و هم دقت را ارزیابی می‌کند)، عملکرد در عملیات جمع و تفریق (معیارهای مشابهی از زمان و دقت را دربر می‌گیرد)، حافظه‌کاری کوتاه مدت فضایی است (این جنبه بر توانایی افراد در دستکاری اعداد و انجام محاسبات بر اساس آگاهی مکانی تأثیر می‌گذارد). این عامل را می‌توان به عنوان "عملکرد حسابی شناختی" نام‌گذاری کرد که هم عملیات ریاضی و هم فرآیندهای شناختی که زیربنای آنها هستند را به تصویر می کشد. عامل غالب دوم باارزش ویژه ۱۶/۸ به وضوح یک عامل دانش عددی تقریبی (تکلیف مقایسه نقطه و تکلیف تخمین) است. متغیرهای مقایسه نقاط (پاسخ در زمان)، محور اعداد (درصد خطا)، تخمین زدن، مقایسه نقاط (پاسخ صحیح)، تطابق اشیا (پاسخ صحیح) و مقایسه عددی (پاسخ در زمان) بر روی این عامل بار گرفته‌اند. این عامل فراگیر

[1]. kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO)

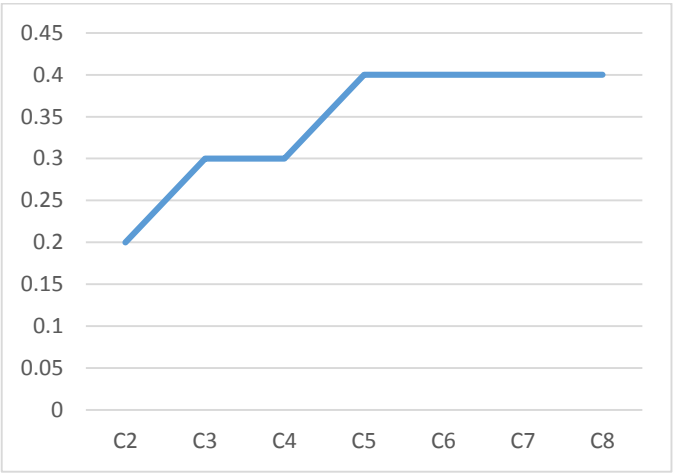
می‌تواند "عملکرد مقایسه شناختی" نام‌گذاری شود. جنبه شناختی، فرآیندهای ذهنی درگیر در ارزیابی و مقایسه انواع مختلف اطلاعات را برجسته می کند و جنبه عملکرد مقایسه بر این موضوع تمرکز می‌کند که افراد چگونه می‌توانند تکالیفی را که نیاز به مقایسه دارند چه از نظر دقت (پاسخ های صحیح) و چه از نظر کارایی (زمان پاسخ) انجام دهند. اجزای کلیدی این عامل شامل مقایسه امتیازات (زمان – اندازه‌گیری سرعت افراد می‌تواند نقاط را مقایسه کند.)، محور اعداد (درصد خطا - دقت را در مقایسه‌های عددی ارزیابی می‌کند.)، تخمین (توانایی قضاوت سریع در مورد مقادیر را ارزیابی می‌کند.)، تطبیق اشیاء (پاسخ صحیح - بر دقت در شناسایی یا تطبیق موارد تمرکز می‌کند.) و مقایسه عددی (زمان - سرعت انجام مقایسه‌های عددی را در نظر می‌گیرد.). عامل غالب سوم باارزش ویژه ۱۲/۳ به وضوح یک عامل شمارش-حافظه (تکلیف شمارش و تکلیف تطابق اشیاء) است. در این عامل، شمارش (پاسخ‌های صحیح)، تطبیق کلامی اعداد (پاسخ در زمان)، حافظه فضایی (پاسخ صحیح) و تطبیق کلامی اعداد (پاسخ صحیح) ادغام می‌شوند. این عامل کلی می‌تواند "پردازش عددی شناختی" نام‌گذاری شود. جنبه شناختی به فرآیندهای ذهنی مربوط به درک و دستکاری اطلاعات عددی اشاره دارد. جنبه پردازش عددی بر وظایف مختلف مربوط 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 می کند.)، حافظه مکانی (پاسخ صحیح - دقت را در یادآوری اطلاعات عددی مرتب‌شده مکانی ارزیابی می‌کند.) و تطبیق کلامی اعداد (پاسخ صحیح - بر دقت در تطبیق اعداد به صورت شفاهی تمرکز می‌کند.). این نام‌گذاری به طور موثر توانایی های شناختی مربوط به وظایف عددی و پردازش آنها را نشان می دهد. در عامل چهارم باارزش ویژه ۹/۱ شمارش و تطابق در واحد زمان بالاترین بار عاملی را داشتند، لذا این عامل فراگیر می تواند "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 (پاسخ در زمان - زمان صرف شده برای شمارش دقیق آیتم ها را اندازه گیری می‌کند.) و تطبیق شی (پاسخ در زمان- سرعت تطبیق صحیح اشیاء را ارزیابی می‌کند.). این نام گذاری 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 در واحد زمان 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 (پاسخ در زمان - 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 (تعداد صحیح) و مقایسه عددی (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 (پاسخ‌های صحیح - میزان دقیق پاسخگویی افراد در یک بازه زمانی معین را اندازه‌گیری می‌کند.)، مقایسه عددی (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.

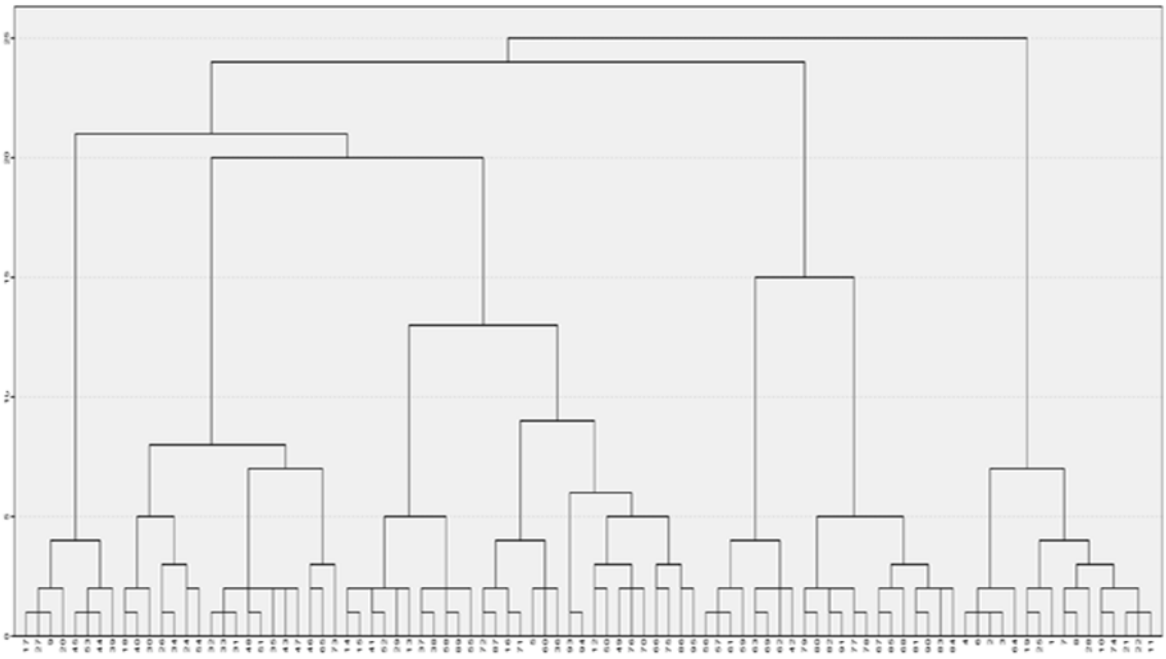
در تشخیص خرده انواع شناختی اختلال ریاضی، نخست نمرات عاملی برای شش عامل عملکرد حسابی شناختی، عملکرد مقایسه شناختی، پردازش عددی شناختی، سرعت پردازش شناختی، سرعت پردازش حسابی و دقت پاسخ شناختی که بر اساس تحلیل عاملی شناسایی شدند، محاسبه شد. نمرات عاملی به‌عنوان متغیرها در تحلیل‌های خوشه‌ای وارد شدند. تمامی نمرات عامل‌های نهفته به نمرات استاندارد شده z تبدیل شدند تا اطمینان حاصل شود که تفاوت‌های مقیاس اندازه‌گیری بر نتایج تأثیر نگذارد. ابتدا، یک رویکرد خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تجمعی (روش وارد) برای تعیین

تعداد خوشه‌های بهینه اجرا شد. این روش خوشه‌بندی با تمام افراد که یک مورد را نمایندگی می‌کنند شروع می‌شود و به‌تدریج موارد ترکیب شده و سعی می‌کند خوشه‌هایی را تشکیل دهد که با کمترین افزایش در مجموع مربعات خطا مشخص شوند تا زمانی که تنها یک خوشه باقی بماند (موئی و سارسد، ۲۰۱۱). سپس، برای تعیین پروفایل‌های شناختی شش خوشه مختلف MLD، یک رویکرد خوشه‌بندی K-means تکراری ۲۰۰ بار (فاصله اقلیدسی) اجرا شد (مت ورک، ۱۹۹۹).

نتیجه تحلیل خوشه‌ای با درخت‌واره در شکل ۱ گزارش شده است. ارتفاع گره‌های مختلف در درخت‌واره نشان داد که راه‌حل شش خوشه‌ای بهینه‌ترین گزینه است. این موضوع با مشاهده «زانو» در C= 6 (تعداد خوشه ها) در نمودار ضریب سیلهوت[1] تأیید می‌شود (نمودار ۲). برای محاسبه ضریب سیلهوت تحلیل‌های متوالی برای استخراج ۲ تا ۸ خوشه با روش تحلیل خوشه‌ای دو مرحله‌ای[2] اجرا شد. ضریب سیلهوت برای هر مرحله محاسبه شد.



نمودار ۲. اندازه ضریب سیلهوت به صورت تابعی از تعداد خوشه ها

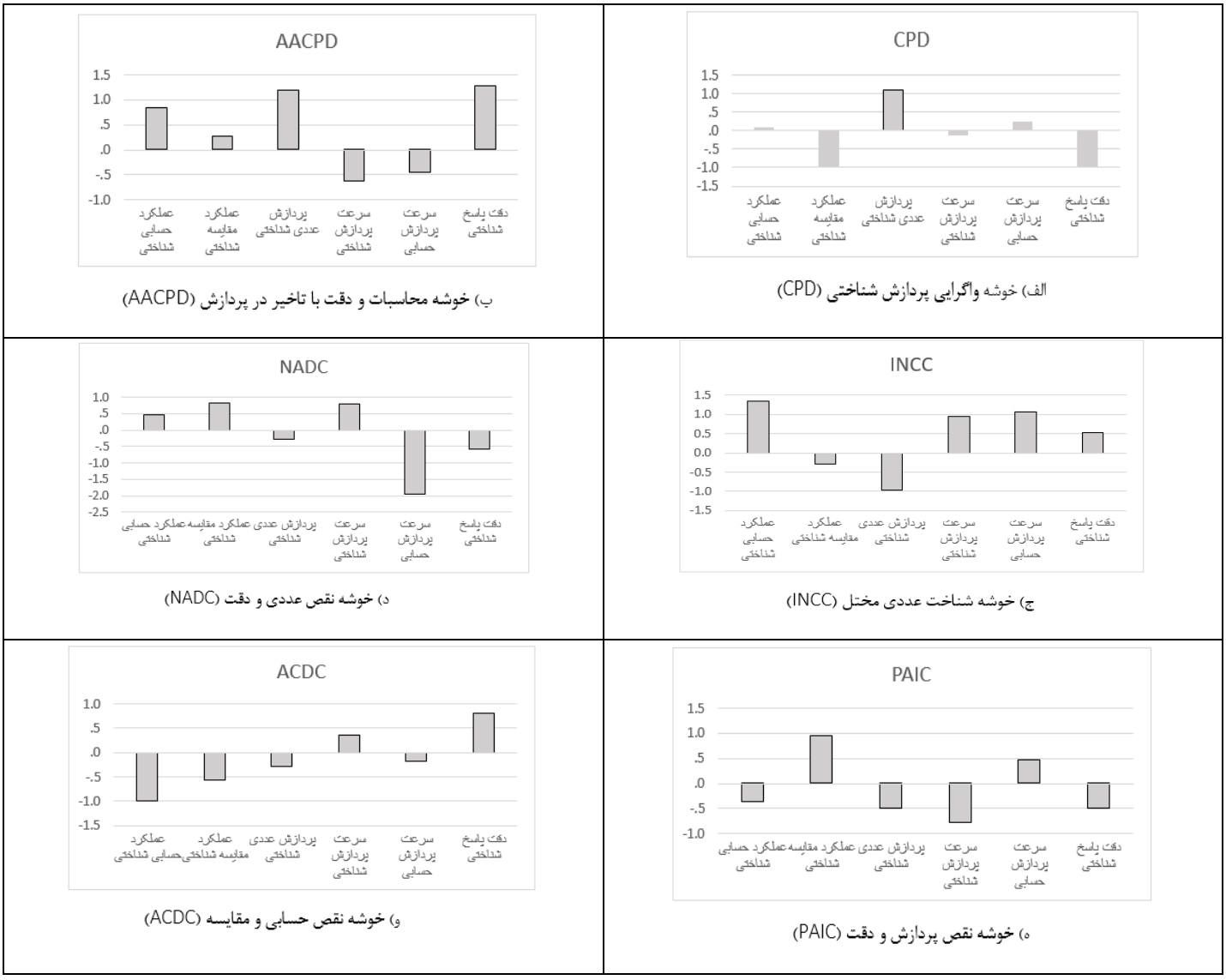


شکل ۱. درخت واره تحلیل خوشه ای تکالیف پردازش شناختی خاص

خوشه یک (۱۸ نفر) شامل کودکان با اختلال ریاضی بودند. خوشه یک به عنوان "واگرایی پردازش شناختی[3] (CPD)" نام‌گذاری شد. این نام گذاری واگرایی بین قابلیت‌های پردازش عددی بالا و عملکرد ضعیف در مقایسه‌های شناختی و دقت را نشان می‌دهد. خوشه دو (۹ نفر) به عنوان "خوشه محاسبات و دقت با تاخیر در پردازش[4] (AACPD)" نام‌گذاری شد. این نام‌گذاری ضمن اذعان به نقاط ضعف در سرعت پردازش، نقاط

[1]. Silhouette
[2]. TwoStep Cluster
[3]. Cognitive Processing Divergence (CPD)
[4]. Arithmetic and Accuracy Cluster with Processing Delays (AACPD)

قوت را در حساب و دقت برجسته می‌کند. خوشه سه (۱۱ نفر) به عنوان "خوشه شناخت عددی مختل[1] (INCC)" نام‌گذاری شد. این نام‌گذاری بر اختلال خاص مربوط به شناخت عددی تمرکز می کند. خوشه چهارم (۱۰ نفر) به عنوان " خوشه نقص عددی و دقت[2] (NADC)" نام‌گذاری شد. این نام گذاری بر تمرکز بر نقاط ضعف دوگانه در پردازش عددی و دقت پاسخ اشاره دارد. خوشه پنجم (۲۳ نفر) به عنوان " خوشه نقص پردازش و دقت[3] (PAIC)" نام‌گذاری شد. این نام‌گذاری نقاط ضعف خاص در سرعت پردازش و دقت پاسخ را برجسته می‌کند. خوشه ششم (۲۱ نفر) به عنوان "خوشه نقص حسابی و مقایسه[4] (ACDC)" نام‌گذاری شد. این نام‌گذاری بر کاستی‌های خاص در عملکرد محاسباتی و مقایسه‌ای تمرکز دارد.



الف) خوشه واگرایی پردازش شناختی (CPD)

ب) خوشه محاسبات و دقت با تاخیر در پردازش (AACPD)

ج) خوشه شناخت عددی مختل (INCC)

د) خوشه نقص عددی و دقت (NADC)

ه) خوشه نقص پردازش و دقت (PAIC)

و) خوشه نقص حسابی و مقایسه (ACDC)

شکل ۲. نیمرخ خرده انواع شناختی اختلال ریاضی در کودکان با اختلال ریاضی

[1]. Impaired Numerical Cognition Cluster (INCC)
[2]. Numerical and Accuracy Deficit Cluster (NADC)
[3]. Processing and Accuracy Impairment Cluster (PAIC)
[4]. Arithmetical and Compare Deficit Cluster(ACDC)

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر باهدف تشخیص زیرگروه‌های اختلال ریاضی طرح‌ریزی و انجام شد. در زمینه‌پردازش شناختی عمومی و خاص، و عملکردهای محاسباتی تکالیفی بر اساس مطالعات تجربی قبلی طراحی شد. سپس نمونه‌ای از دانش‌آموزان با و بدون اختلال یادگیری ریاضی انتخاب شد. تکالیف در دو گروه مقایسه شد. سپس در گروه با اختلال ریاضی تکالیف شناختی با روش تحلیل عامل اکتشافی و در پی آن با تحلیل خوشه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. هدف از این اقدام، تمایز زیرگروه‌های کودکان با اختلال یادگیری ریاضی بر اساس تفاوت در نقص‌های پردازش شناختی عمومی و خاص بود. واردکردن این نقص‌های شناختی به‌عنوان متغیرهای ورودی در یک تحلیل خوشه‌ای، نشان داد که اختلال یادگیری ریاضی همان‌طور که فرض شده بود، یک اختلال ناهمگن است.

نخستین یافته این مطالعه نشان داد که متوسط هوش‌بهر در بعد کلی، کلامی، استدلال ادراکی، سرعت پردازش در گروه با اختلال ریاضی نرمال است. اما به طور معنادار ضعیف‌تر از گروه بدون اختلال یادگیری است. عملکردهای محاسباتی ریاضی کودکان با اختلال ریاضی (به‌استثنای پاسخ صحیح در جمع و ضرب) به طور معنادار از کودکان بدون اختلال ریاضی ضعیف‌تر بود. در تکالیف پردازش شناختی خاص عددی (به‌استثنای تطابق اشیا و تطبیق کلامی عددها) گروه کودکان عادی به طور معنادار از کودکان با اختلال ریاضی بهتر عمل کردند. در کل، نیمرخ عملکرد شناختی کودکان با اختلال ریاضی به طور معنادار ضعیف‌تر از کودکان عادی بود. یافته‌های این مطالعه بینش‌های ارزشمندی در مورد نیمرخ شناختی کودکان با اختلال‌های یادگیری ریاضی فراهم می‌کند. به طور قابل‌توجهی، میانگین هوش—شامل هوش عمومی، کلامی، استدلال ادراکی و سرعت پردازش—در محدوده طبیعی برای کودکان با اختلال های یادگیری ریاضی مشاهده شد. بااین‌حال، این کودکان عملکرد ریاضی به‌شدت ضعیف‌تری نسبت به همسالان خود که اختلال یادگیری ندارند، نشان دادند. این تفاوت، پیچیدگی اختلال‌های یادگیری ریاضی را برجسته می‌کند، جایی که توانایی‌های شناختی ممکن است مستقیماً به موفقیت تحصیلی در ریاضی تبدیل نشود. مشاهده این که کودکان با اختلال‌های یادگیری ریاضی سطوح هوش نرمالی را نشان می‌دهند با پیشینه موجود در مورد اختلال‌های یادگیری خاص مطابقت دارد. بسیاری از کودکان تشخیص‌داده‌شده با اختلال‌های یادگیری ریاضی دارای هوش متوسط یا بالاتر از متوسط هستند؛ اما به طور خاص در ریاضی دچار مشکل‌اند (متیو و همکاران، ۲۰۲۲). این موضوع پیشنهاد می‌کند که مداخله‌ها باید بر بهبود مهارت‌های ریاضی متمرکز باشند. به‌عنوان‌مثال، استفاده از توانایی‌های استدلال کلامی آن‌ها می‌تواند به درک بهتر مفاهیم ریاضی از طریق استراتژی‌های مبتنی بر زبان کمک کند. ضعف‌های قابل‌توجه در عملکرد ریاضی—به جز جمع و ضرب پایه—نشان می‌دهد که مهارت‌های بنیادی حساب ممکن است کمتر تحت‌تأثیر قرار گیرند تا توانایی‌های استدلال ریاضی سطح بالاتر و حل مسئله. این موضوع با شواهد قبلی که نشان می‌دهد کودکان با اختلال‌های یادگیری ریاضی معمولاً با وظایف ریاضی پیچیده؛ مانند مسائل کلامی و محاسبات چندمرحله‌ای مواجه هستند مطابقت دارد (سودها و شالینی، ۲۰۱۴). همچنین یکی دیگر از یافته‌های این پژوهش که با شواهد قبلی همسوست بحث حافظه فعال و ضعف عملکردی این دانش‌آموزان در این حوزه است که امروزه یکی از موضوعات مهم و موردتوجه است و بهترین پیش‌بینی‌کننده عملکردی مرتبط با شمارش و استدلال ریاضیات در دانش‌آموزان مربوط به همین حوزه یعنی حافظه فعال دیداری فضایی است (روقان و هادوین، ۲۰۱۱) و ناتوانی در به‌کارگیری مهارت‌های بنیادی حساب در زمینه‌های پیچیده‌تر هم ممکن است ناشی از نقص در عملکردهای اجرایی و حافظه کاری باشد که برای سازماندهی و دست‌کاری اطلاعات در حین حل مسئله ضروری است.

یافته دیگر این مطالعه نشان داد که تکلیف‌های پردازش شناختی خاص می‌تواند به شش عامل متمایز عملکرد حسابی شناختی، عملکرد مقایسه شناختی، پردازش عددی شناختی، سرعت پردازش شناختی، سرعت پردازش حسابی، و دقت پاسخ شناختی کاهش یابد. عامل پردازش عددی شناختی یک عامل شمارش - حافظه (تکلیف شمارش و تکلیف تطابق اشیا) است. تکلیف شمارش نقاط و تطبیق اشیا که بر روی عامل شمارش بارگذاری می‌شوند، نیازمند درک این مطلب از سوی کودکان است که هر عدد (شی) دقیق به مجموعه خاصی از عددها (شی ها) مربوط است (کوردس و گلمان، ۲۰۰۵). فرض بر این است که تکالیف مقایسه غیر نمادین و نمادین کودکان به سیستم عدد تقریبی ذاتی[1] (دهاین، ۲۰۱۱)

[1]. Inborn approximate number system (ANS)

متکی هستند. این عامل مشابه با عاملی است که در مطالعات قبلی تحت عنوان عامل نقص سیستم عدد تقریبی ذاتی (ANS) اشاره شده است (بارتلت و همکاران، ۲۰۱۴). عامل عملکرد مقایسه شناختی یک عامل دانش عددی تقریبی (تکلیف مقایسه نقطه و تکلیف تخمین) است. همه متغیرهای این عامل نیاز دارند که کودکان دانش اندازه راجع به عددها داشته باشند، دو اندازه نمادین را تمییز دهند. مقایسه نقاط به همراه تکلیف تخمین بر روی عامل دانش عددی تقریبی بارگذاری شد. از یک سو، این امر غیرمنتظره است چرا که تخمین‌زدن یک تکلیف خالص غیر نمادین سیستم عدد تقریبی ذاتی نیست؛ زیرا کودکان باید از دانش اندازه نمادین خود برای تخمین اندازه غیر نمادین استفاده کنند. از سوی دیگر، مانند مقایسه نقاط، تخمین‌زدن از محرک‌های غیر نمادین استفاده می‌کند که ممکن است توضیح دهد چرا این تکالیف بر روی یک بعد بارگذاری می‌شوند (بارتلت و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین، این استدلال با بارگذاری تکلیف محور عددها که نیازمند استفاده کودکان از نمایش‌های نمادین خود برای تخمین یک اندازه غیر نمادین تأیید می‌شود. یافته‌های این مطالعه خوشه‌های شناختی مختلفی در اختلال‌های یادگیری ریاضی شناسایی کرد. از بین شش زیر نوع شناسایی شده، خاص‌ترین آنها خوشه‌های نقص پردازش و دقت، و خوشه نقص حسابی و مقایسه بود. این خوشه‌ها نسبت به سایر زیرنوع‌ها آسیب‌پذیرتر هستند. علاوه بر این، تقریباً نیمی از گروه با اختلال یادگیری در این خوشه‌ها قرار گرفته‌اند. در نهایت، نیمرخ شناختی خوشه‌های نقص پردازش و دقت، و خوشه نقص حسابی و مقایسه در اکثر معیارها عملکرد زیر متوسط نشان دادند. در پیشینه زیرگروه نقص دسترسی بیشترین آسیب را نشان داده است به‌طوری‌که نمرات در شمارش و دانش عددی بیش از یک انحراف استاندارد زیر میانگین قرار گرفته‌اند (بارتلت، ۲۰۱۴). در این مطالعه خوشه واگرایی پردازش شناختی در عامل عملکرد مقایسه شناختی که یک عامل دانش عددی تقریبی توأم با عامل دقت پاسخ شناختی است، نمرات کمتر از یک انحراف استاندارد زیر میانگین قرار دارند؛ بنابراین، یافته‌های این مطالعه از این دیدگاه حمایت می‌کند که نقص‌های شناختی زیربنایی اختلال یادگیری ریاضی در کودکان ناهمگن است. یک فرض نظری این است که اختلال یادگیری ریاضی ناشی از یک نقص عمده در سیستم عدد تقریبی ذاتی ناشی می‌شود (مازاکو و همکاران، ۲۰۱۱؛ پیازا، ۲۰۱۰) فرض بر این است که رشد ناکافی سیستم عدد تقریبی ذاتی، از طریق عملکرد ضعیف مداوم در تکالیف پردازش عدد غیر نمادین و نمادین ظاهر می‌شود (اندرسون و استورجن، ۲۰۱۲). شواهد تأییدکننده این فرض در خوشه شناخت عددی مختل، و تا حدودی در خوشه نقص پردازش و دقت قابل‌مشاهده است. گرچه خوشه واگرایی پردازش شناختی و خوشه محاسبات و دقت با تأخیر در پردازش شناختی به ضعف در تکالیف پردازش عدد خاص مرتبط نیست. به‌این‌ترتیب، خوشه‌هایی وجود دارد که ربطی به تأخیر در رشد سیستم عدد تقریبی ذاتی ندارد و در حدود ۳۰ درصد (۹۶/ (۱۸+۹)۲۷) گروه با اختلال ریاضی در این خوشه قرار دارند. یک فرضیه رقیب مطرح می‌کند که اختلال یادگیری ریاضی ناشی از ناتوانی در پیونددادن مناسب بازنمایی‌های عددی نمادین به غیر نمادین است نه از مشکلات عمیق در پردازش خود عددها (روسله و نوئل، ۲۰۰۷). در راستای این دیدگاه، نیمرخ شناختی زیر نوع نقص دسترسی مطرح می‌شود. در این مطالعه واگرایی پردازش شناختی به طور بارز با این فرضیه مطابقت دارد. در این خوشه نمرات عملکرد مقایسه شناختی که دانش عددی را در برمی‌گیرد پائین‌تر از یک انحراف استاندارد است. البته این کودکان در دانش عددها و مقایسه عددی و نه شمارش با مشکلات شدید مواجه هستند درحالی‌که سایر توانایی‌های شناختی به طور قابل‌توجهی ضعیف یا قوی نبودند. لازم به ذکر است که فرض شد برای موفقیت در تکالیفی که عوامل شمارش و دانش اعداد را تشکیل می‌دهند، کودکان باید بازنمایی‌های نمادین را به بازنمایی‌های غیر نمادین مرتبط کنند. بااین‌حال، همچنین می‌توان ادعا کرد که این تکالیف ممکن است واقعاً اندازه‌گیری ارتباط را نشان ندهند، بلکه تنها دانش عددی نمادین را اندازه‌گیری کنند (لیونز و همکاران، ۲۰۱۲).

در این مطالعه عملکرد کودکان در محور عددها بر روی عملکرد مقایسه شناختی بار شد. این عامل در خوشه واگرایی پردازش شناختی بسیار ضعیف و در خوشه نقص حسابی و مقایسه ضعیف است. ازآنجاکه اجزای کلیدی این عامل شامل محور عددها، تخمین، تطبیق اشیا و مقایسه عددی است، بعید به نظر می‌رسد که بتوان استدلال کرد نقص صرف در محور عددها به‌عنوان یک پیوند معیوب بین یک عدد نمادین و یک نمایش غیر نمادین و اساس اختلالات یادگیری حساب در کودکان محسوب می‌شود. بااین‌حال، اندازه‌گیری محور عددها به مهارت‌های شناختی اضافی فراتر از دسترسی به یک مقدار عددی که با یک عدد نمایش‌داده‌شده است، نیاز

دارد. کودکان باید بازنمایی‌های نمادین اندازه را بر روی یک مقدار غیرعددی، یعنی یک خط در فضا، ثبت کنند (سیگلر و بوث، ۲۰۰۵). در نهایت ویژگی خوشه‌ها در مطالعهٔ بارتلت (۲۰۱۴) با این مطالعه متفاوت است، اما این ممکن است به تفاوت در طراحی‌های مطالعه نسبت داده شود. بارتلت (۲۰۱۴) شش خوشه قابل‌تشخیص از کودکان دارای اختلال در یادگیری ریاضی را آشکار کرد، به طور خاص (الف) گروه‌محور اعداد ضعیف، (ب) گروه ضعیف در سیستم عدد تقریبی ذاتی، (ج) گروه دشواری‌های فضایی، (د) گروه نقص دسترسی، (ه) گروه بدون نقص شناختی عددی و (و) گروه متنوع معمولی. در این مطالعه دو خوشه متناظر با خوشه‌های بارتلت (۲۰۱۴) است. خوشه شناخت عددی مختل معادل با گروه ضعیف در سیستم عدد تقریبی ذاتی است و ازآنجاکه خوشه واگرایی پردازش شناختی با افت شدید در عامل عملکرد مقایسه شناختی که یک عامل دانش عددی تقریبی توأم با عامل دقت پاسخ شناختی است، تااندازه‌ای مشابه با گروه نقص دسترسی است. سایر خوشه‌ها شباهتی با خوشه‌های بارتلت (۲۰۱۴) ندارند. در نتیجه باتوجه‌به یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت مطالعه حاضر دارای بعضی از محدودیت‌ها است. نخست آنکه مطالعه حاضر از نوع مقطعی است و یافته‌ها را نمی‌توان در طول زمان تعمیم داد؛ لذا امکان بررسی تداوم این نقص و پایش آنها در طول عمر وجود ندارد. مشخص نیست چه میزان از این نقص‌ها در طی رشد و تحول بهبود می‌یابند یا ثبات خود را حفظ کرده یا بدتر می‌شوند. از روابط به‌دست‌آمده نمی‌توان استنباط‌های علی به عمل آورد. یافته‌های این مطالعه قابل‌تعمیم به دانش‌آموزان نواحی آموزشی استان البرز است، لذا نسبت به تعمیم‌های غیرمجاز هشدار داده می‌شود. باتوجه‌به شناسایی خوشه‌های مختلف اختلال یادگیری ریاضی پیشنهاد می‌شود درمانگران به طراحی مداخلات متناسب با نوع اختلال هر خوشه اقدام نمایند. همچنین، پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعاتی طرح‌ریزی شود که ثبات این خوشه‌ها بررسی شود. مطالعات آتی باید بررسی کنند که آیا خوشه‌های اختلال ریاضی پایدار هستند یا خیر، و اینکه آیا این خوشه‌ها به مداخلات مشابه پاسخ متفاوتی می‌دهند یا خیر؟ اگر زیرگروه‌های متمایز شده به مداخلات متناسب پاسخ متفاوتی بدهند، می‌تواند به درک بهتر رابطه بین پردازش شناختی و اختلال ریاضی در آینده کمک کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول در رشته روانشناسی تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان است. از اطلاعات جمع‌آوری شده فقط در راستای هدف پژوهشی استفاده شد. حریم خصوصی آزمودنی مراجعه‌کننده در طول پژوهش رعایت شده و به جهت حفظ رعایت اصول اخلاقی در این پژوهش سعی شد تا جمع‌آوری اطلاعات پس از جلب رضایت شرکت‌کنندگان انجام شود.

حامی مالی: این پژوهش در قالب رساله دکتری و بدون حمایت مالی می‌باشد.

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

تضاد منافع: نویسندگان همچنین اعلام می‌دارند که در نتایج این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از استاد راهنما و استاد مشاوره که در اجرای این پژوهش با من همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

نارس و عادی. *ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه شاهد، دوره جدید، ۴(۲)، ۱-۱۰.*

https://dorl.net/dor/20.1001.1.23452188.1385.4.2.1.0

معینی، زهره؛ کشاورزی ارشدی، فرناز. غلامعلی لواسانی، مسعود و حسن‌زاده، سعید (۱۴۰۳). اثربخشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی. *مجله علوم روانشناختی؛ ۲۳ (۱۴۱) ۲۱۴۷-۲۱۶۷. ۴۱.۲۱۴۷.*

http://doi: 10.52547/JPS.23.141.2147

نریمانی، محمد و رجبی، سوران (۱۳۸۴). بررسی شیوع و علل اختلالات یادگیری در دانش آموزان دوره ابتدایی استان اردبیل. *پژوهش در حیطه کودکان استثنایی،۵(۳)- ۳۲۳-۳۴۸.*

http://dorl.net/dor/20.1001.1.16826612.1384.5.3.1.1

References

Aghaei Sabet, S., Banijamali, S., Dehshiri, G. (2019). Effectiveness of Cognitive Rehabilitation of Verbal and Visuospatial Working Memory in Improving the Mathematical Performance of Students with Dyscalculia. *Journal of exceptional children*.18 (2),5-22 (In Persian). https://doi.org/20.1001.1.16826612.1397.18.2.9.8

Andersson, U., & O'stergren, R. (2012). Number magnitude processing and basic cognitive functions in children with mathematical learning disabilities. *Learning and Individual Differences, 22,* 701–714. http://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.05.004

Azizi, A., Mir Drikvand, F., & Sepahvandi, M. A. (2020). Comparison of the effect of the cognitive rehabilitation, neurofeedback and cognitivebehavioral play therapy on working memory in elementary school students with specific learning disability. *Knowledge & Research in Applied Psychology, 21(1),* 31-41. (In persian). http://doi.org/10.30486/jsrp.2019.578548.1541

Andrikopoulos, V. (2021). Exploring the Validity and Reliability of the WISC-IV. *Journal of Social Science Studies*, 8 (2),101-110. https://doi.org/10.5296/jsss.v8i2.18166.

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

Bishara, S. (2023). Humor, motivation and achievements in mathematics in students with learning

منابع

آقایی ثابت، سارا؛ بنی جمالی، شکوه سادات و دهشیری، غلامرضا (۱۳۹۷). اثربخشی دو روش توانبخشی شناختی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی بر بهبود عملکرد ریاضی دانش آموزان مبتلا به اختلال ریاضی. *فصلنامه کودکان استثنائی، سال هجدهم، شماره ۲، ۵.*

https://doi.org/20.1001.1.16826612.1397.18.2.9.8

سفری وصال، مروارید؛ نظری، محمدعلی و بافنده قراملکی، حسن (۱۴۰۲). اثربخشی توان‌بخشی شناختی بر عملکرد توجه، بازداری پاسخ و درک کلامی کودکان با اختلال یادگیری ریاضی. *مجله علوم روانشناختی، ۲۲ (۱۲۴) ۷۴۳-۷۶۰.*

http://doi:10. 2547/JPS.22.124.743

حسین خانزاده عباسعلی؛ ابراهیمی، شهربانو. خداکرمی، فائزه و حصیرچمن، احیا (۱۳۹۸). تأثیر آموزش از طریق بازی‌های حرکتی بر یادگیری مفاهیم و علاقه به ریاضی‌دانش‌آموزان دیرآموز. *مجله علوم روانشناختی، ۱۸ (۷۹)، ۷۹۷-۸۰۶.*

http://dorl.net/dor/20.1001.1.17357462.1398.18.79.7.4

ذوالفقاریان، فاطمه؛ درتاج، فریبرز. ابراهیمی قوام، صغری، شیوندی چلیچه، کامران و اخوان تفتی، مهناز. (۱۴۰۲). بررسی اثربخشی به‌کارگیری راهبردهای جبرانی مبتنی بر پردازش شناختی نارساخوانان بر روی درک متن، دقت و سرعت خواندن در کودکان فارسی‌زبان. *مجله علوم روانشناختی، ۲۲ (۱۳۲)، ۲۵۰۱-۲۴۸۵.*

https://doi.org/10.52547/JPS.22.132.2485

عزیزی، امیر؛ میر دریکوند، فضل اله و سپهوندی، محمدعلی (۱۳۹۹). مقایسه تأثیر توان‌بخشی شناختی، نوروفیدبک و بازی‌درمانی شناختی - رفتاری بر حافظهٔ فعال در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص. *دانش و پژوهش در روانشناسی کاربردی. ۱(۱)، ۴۱-۳۱.*

https://doi:10.30486/jsrp.2019.578548.1541

کریمی لیچاهی، رقیه؛ آذریان، آلما و اکبری، بهمن (۱۳۹۸). اثربخشی بازی‌درمانی بر عملکرد خواندن، مهارت‌های سازشی و مشکلات رفتاری دانش‌آموزان نارساخوان. *فصلنامه سلامت‌روان کودک ۲۰۰-۶،۲۱۴(۳).*

http://doi.org/10.29252/jcmh.6.3.18

محمد اسماعیل، الهه و هومن، حیدرعلی (۱۳۷۹). انطباق و هنجار گزین آزمون پیشرفت تحصیلی ریاضی کی-مت. تهران، *پژوهشکده کودکان استثنایی. ۲(۴)، ۳۲۳-۳۳۲.*

http://dorl.net/dor/20.1001.1.16826612.1381.2.4.1.2

مهری‌نژاد، ابوالقاسم (۱۳۸۵). مقایسه توانایی های هماهنگی دیداری –حرکتی، دقت و توجه، هوش، اختلالات یادگیری و اختلالات رفتاری کودکان

disabilities. *Cogent Education, 10(1), 1-16.* http://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2162694

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 uniqe 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:10.3390/ijerph17020389.

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

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

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

Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., & DeSoto, M. C. (2005). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology, 88, 121*–151. http;// doi: 10.1016/j.jecp.2004.03.002

Geary, D. C. (2010). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences, 20,130-133.* http://doi: 10.1016/j.lindif.2009.10.008

Hartman, R. C. (1993*)*. New direction for student services. *Transition to higher education. 64, 31-43.* https://doi.org/10.1002/ss.37119936405

Hosseinkhanzadeh, A, Ebrahimi, S., Khodakarami, F., & Hasirchaman, A. (2019). The effect of education through motor games on the learning math concepts and interest to mathematics in slow learner students. *Journal of Psychological Science*. *18*(79), 797-806. (In persian). http://dorl.net/dor/20.1001.1.17357462.1398.18.79.7.4

Jolliffe, I. T. (1986*). Principal Component Analysis*. New York, NY: Springer. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00045608.2012.689236

Karagiannakis, G.,Baccglini-Frank,A.,& Papadatos, Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Human neuroscience. 57(8), 1-5.* https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00057

Karimi Lichahi,R,. Azarian, A,. & Akbari, B. (2019). The Effectiveness of Play Therapy on Reading Performance, Adaptive Skills and Behavioral Problems in Students with Dyslexia. Quarterly. *Journal of Child Mental Health; 6(3), 200-214.* (persian). http://dx.doi.org/10.29252/jcmh.6.3.18.

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

Lyons, I. M., Ansari, D., & Beilock, S. L. (2012). Symbolic estrangement: Evidence against a strong association between numerical symbols and the quantities they represent. *Journal of Experimental Psychology: General, 141, 635–641*. https://doi.org/10.1037/a0027248

Lunenburg, F. C., & Irby, B. J. (2008). *Writing a successful thesis or dissertation: Tips and strategies for students in the social and behavioral sciences* Corwin Press. https://doi.org/10.4135/9781483329659

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.

MathWorks. (1999*). MATLAB [computer software]. Natick, MA: MathWorks*.

Mazzocco, M. M. M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Impaired acuity of the approximate number

system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). *Child Development, 82, 1224–1237.* https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01608.x

Mehrinejad, A.S. (2015).Comparison of visual-motor coordination abilities, accuracy and attention, intelligence, learning disorders and behavioral disorders of premature and normal children. *Journal of institute of humanities and cultural studies. 4(2), 1-10.* (In persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.23452188.1385.4.2.1.0

Mohammadesmaeil, E., & Hooman, H.A. (2003). Adaptation and Standardization of the IRAN KEY-MATH Test of Mathematics. *Journal of exceptional children.2 (4),323-332.* (In persian). http://dorl.net/dor/20.1001.1.16826612.1381.2.4.1.2.

Mooi, E., & Sarstedt. (2011). A concise guide to market research: *The process, data, and methods using IBM SPSS Statistics. London, UK: Springer.* http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-12541-6

Moeini, Z., Keshavarzi Arshadi,F., Gholamali Lavasani,M & Hassanzadeh,S. (2024). The efficacy of training on the four quadrant brain processes on cognitive functions of students with mathematical disorders. *Journal of Psychological Science, Vol. 23(141) 2147-2164.* (In persian). http://doi: 10.52547/JPS.23.141.2147.

Narimani, M., Rajabi, S. (2005). A study of the Prevalence and Causes of Learning Disorders among Elementary Students of Ardebil Province. *Journal of exceptional children. 5(3),323-348.* (In persian). http://dorl.net/dor/20.1001.1.16826612.1384.5.3.1.1.

Piazza, M. (2010). Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences, 14, 542–551.* http://doi: 10.1016/j.tics.2010.09.008

Reynolds, W. M., & Rubin, M. (1987). National standardization of the auditory discrimination test: Normative and reliability results. *Archives of clinical neuropsychology.2(1), 67-79.* https://doi.org/10.1016/0887-6177(87)90034-5

Rousselle, L., & Noel, M.-P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities*: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. Cognition, 102, 361–395.* http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2006.01.005

Rolison, J. J., Morsanyi, K., & Peters, E. (2020). Understanding health risk comprehension: the role of math anxiety, subjective numeracy, and objective numeracy. *Medical Decision Making, 40(2), 222-234* https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0272989X20904725

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

Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2005). Development of numerical estimation*: A review. In J. I. D. Campbell (Ed.), Handbook of mathematical cognition (pp. 197–212).* New York, NY:PsychologyPress.

Sudha, P., & Shalini, A. (2014). Dyscalculia: A specific learning disability among children. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research, 2(4), 912-918.* http://www.rspublication.com/ijst/index.html

Safari vesal, M., Nazari, M. A., & Bafande Gharamaleki, H. (2023). The effectiveness of cognitive rehabilitation on the performance of attention, response inhibition, and verbal comprehension of children with mathematical learning disabilities. *Journal of Psychological Science*. *22*(124), 743-760. (In persian). http://doi:10.52547/JPS.22.124.743

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

Von Aster, M. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: *Varieties of developmental dyscalculia. European Child & Adolescence psychiatry9, 41-57.* http://doi: 10.1007/s007870070008.

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

Wilkey, ED., Pollack, C.,& Price, GR. (2020). Dyscalculia and typical math achievement are associated with individual differences in number-specific executive function. *Child Development. 91(2), 596-619.* http://doi:10.1111/cdev.13194

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/10.1177/009579841877 1807

Zolfagharian, F., Dortaj, F., Ebrahimi qavam, S., Sheivandi chalicheh, K., & Akhavan Tafti, M. (2024). Investigating the effectiveness of using compensatory strategies based on cognitive processing of dyslexics on text comprehension, reading accuracy and speed in persian-speaking children. *Journal of Psychological Science*. *22*(132), 2485-2501. (In persian). https://doi.org/10.52547/JPS.22.132.2485