

عملکرد حافظه کاری در کودکان مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی

Working memory performance in children with mathematical disability

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۴/۲۸

Dalvand MH. MSc[✉], Elahi T. PhD

میرحسین دالوند[✉]، طاهره الهی^۱

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to examine the performance of working memory components (central executive, phonological loop, and visual-spatial sketchpad) in students with mathematical disability (MD) in comparison to students without MD.

Method: 30 students (female and male) with MD from the Learning Disability Center of Zanjan and 30 elementary school students were matched according to IQ, age, gender and academic performance. The participants performed forward and backward Corsi span tests, counting span tests, and the Sun-Moon Stroop test. Data were analyzed using a T-test and logistic regression.

Results: All working memory tasks showed significant differences between the scores of students with MD and students without MD, with the exception of the Corsi span results. Logistic regression analysis showed that impaired backward digit span test results (an assessment of the central executive system of working memory) are a strong predictor of learning disability in students with MD.

Conclusion: Results indicated that phonological loop and central executive functioning play an important role in mathematical learning that is presented verbally given that these components of working memory are responsible for the maintenance of verbal information, inhibition of irrelevant information, the simultaneous processing of verbal and visual-spatial information, and the recovery of information from long-term memory. Deficits in these aspects of working memory may result in impaired mathematical learning.

Keywords: Working Memory, Mathematical Disability, Learning Disability, Student

چکیده

مقدمه: پژوهش حاضر با هدف بررسی عملکرد مؤلفه‌های حافظه کاری (مجری مرکزی، مدار آوایی و بخش دیداری-فضایی) در دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی (MD) و مقایسه آنها با هم‌تایان عادی انجام شد.

روش: ۳۰ دانش‌آموز دختر و پسر MD مرکز ناتوانی‌های یادگیری شهر زنجان انتخاب و با ۳۰ نفر از دانش‌آموزان عادی که از لحاظ هوش، سن، جنس و پایه تحصیلی هم‌تا شده بودند مقایسه شدند. آزمودنی‌ها با استفاده از تکالیف فراخوانی ارقام مستقیم، فراخوانی ارقام معکوس، فراخوانی کرسی، فراخوانی شمارش و آزمون استروپ ماه-خورشید مورد آزمون قرار گرفتند. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل و تحلیل رگرسیون لجستیک انجام شد.

یافته‌ها: تفاوت معناداری بین میانگین نمرات دانش‌آموزان MD و هم‌تایان عادی آنها در همه آزمون‌های حافظه کاری به استثنای آزمون فراخوانی کرسی مشاهده شد. بر اساس نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک، آزمون فراخوانی ارقام معکوس (مجری مرکزی) قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده ناتوانی یادگیری در کودکان MD بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت در یادگیری حقایق ریاضی که به صورت کلامی ارائه می‌شوند مدار آوایی و مجری مرکزی نقش مهمی دارند زیرا حفظ و نگهداری اطلاعات کلامی، بازداری اطلاعات نامربوط، هماهنگی و مدیریت پردازش همزمان و کارآمد اطلاعات کلامی و دیداری-فضایی و نیز بازیابی اطلاعات از حافظه بلندمدت بر عهده این دو مؤلفه از حافظه کاری می‌باشد و نارسایی آنها منجر به عملکرد ضعیف در کودکان مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: حافظه کاری، ناتوانی ریاضی، اختلال یادگیری، دانش‌آموز

✉ **Corresponding Author:** Department of Psychology, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran
E-mail: dmirhossein@yahoo.com

✉ گروه روانشناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۱- گروه روانشناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

مقدمه

یکی از مسائلی که در دهه‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته، ناتوانی‌های یادگیری (learning disability) است. ناتوانی یادگیری ریاضی (Mathematic disability) یکی از ناتوانی‌های یادگیری است که به صورت ناتوانی در انجام مهارت‌های مربوط به حساب مشخص می‌شود [۱].

ناتوانی یادگیری ریاضی در مقایسه با سایر ناتوانی‌های یادگیری به طور کامل مورد بررسی و مطالعه قرار نگرفته است [۲، ۳، ۴]. میزان شیوع ناتوانی یادگیری ریاضی بین ۵ تا ۸ درصد تخمین زده شده است. احتمالاً یکی از دلایل اختلاف نظر در میزان برآورد ناتوانی یادگیری ریاضی، همزمانی آن با نارسایی‌های دیگر مانند ناتوانی مبتنی بر زبان است [۵].

دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی (MD) گروه ناهمگنی را تشکیل می‌دهند، این دانش‌آموزان تفاوت‌هایی در نیمرخ شناختی، دانش، میزان یادگیری و نارسایی یادگیری نشان می‌دهند. همچنین دانش‌آموزان با MD درک درستی از کمیت‌ها، عملیات چهارگانه ضرب، تقسیم، جمع، تفریق و مفهوم ارزش عدد ندارند [۶]. یکی از ویژگی‌های مهم دانش‌آموزان MD اختلال در کارکردهای حافظه کاری است [۳، ۷، ۸، ۹]. حافظه کاری از چهار بخش مجری مرکزی، مدار آوایی، بخش دیداری-فضایی و ذخیره موقت رویدادی تشکیل شده است. مجری مرکزی سیستمی برای کنترل توجه است که در اکثر فرایندها درگیر می‌باشد مثل زمان انتخاب و اجرای راهبردها، بازیابی اطلاعات از حافظه بلندمدت، بازداری اطلاعات نامربوط، کنترل دروندادهای ذخیره و پردازش همزمان اطلاعات، هماهنگی و اختصاص منابع به دیگر بخش‌های سیستم حافظه کاری. اطلاعات شنیداری از طریق مدار آوایی ذخیره و مرور می‌شوند در حالی که اطلاعات دیداری و فضایی از طریق بخش دیداری-فضایی ذخیره و مرور می‌شوند. ذخیره موقت رویدادی در سال ۲۰۰۰ به این مدل اضافه شده است و مولفه‌ای است که زیاد آزمون نشده و فرض می‌شود که میان مولفه‌های حافظه کاری و حافظه بلندمدت تحت کنترل مجری مرکزی ارتباط ایجاد می‌کند و باعث یکپارچگی اطلاعات پردازش شده می‌شود [۱۰].

پژوهش‌های روانشناختی و آموزشی که در بیست سال گذشته بر اساس مدل حافظه کاری بدلی انجام گرفته [برای مثال ۱۱، ۸، ۱۲، ۱۳، ۱۴] شواهدی را ارائه داده‌اند که ثابت می‌کند بین عملکردهای ریاضی و حافظه کاری رابطه نیرومندی وجود دارد. همچنین مطالعات زیادی گزارش کرده‌اند که دانش‌آموزان با ناتوانی عمومی یادگیری و یا آنهایی که در

حوزه خاصی از یادگیری مانند یادگیری ریاضی اختلال دارند، در همه مولفه‌های حافظه کاری عملکرد ضعیفی را نشان می‌دهند [۹، ۱۵] برای مثال پاسولانکی و سیگل [۷] حافظه کاری را به عنوان نارسایی اصلی در دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری تشخیص دادند. همچنین سوانسون و ساچرلسی [۱۶] در یک تحلیل مقایسه‌ای، پس از بررسی عملکرد حافظه کاری دانش‌آموزان MD و دانش‌آموزان عادی، دریافتند دانش‌آموزان MD در مؤلفه‌های مدار آوایی، بخش دیداری فضایی و مجری مرکزی از دانش‌آموزان عادی ضعیف‌تر عمل می‌کنند. جبری [۳] معتقد بود دانش‌آموزان MD در بازیابی اطلاعات که یکی از وظایف مؤلفه مجری مرکزی است نارسایی دارند. روسلی و همکاران [۱۷] و سوانسون و ژرمن [۱۸] در پژوهشی جداگانه به مقایسه توانایی‌های حافظه کاری در کودکان MD و کودکان با ناتوانی خواندن-ریاضیات پرداختند. مطالعه آنها نشان داد که هر دو گروه در حافظه کاری نمراتی کمتر از گروه شاهد کسب کردند. در کل گروهی که به هر دو ناتوانی یادگیری دچار بود در بیشتر آزمون‌های حافظه کاری نسبت به گروه کودکان MD نمرات کمتری گرفت.

مابوث و بیزناس [۱۹] در پژوهشی به بررسی مهارت‌های محاسباتی، حافظه کاری و دانش ادراکی کودکان بزرگتر (سال آخر ابتدایی) دارای ناتوانی در یادگیری ریاضی پرداختند. کودکان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی، در عمل ضرب کردن، سرعت محاسبه و حافظه کاری عملکردی ضعیف‌تر از همتایان عادی خود داشتند. عملکرد دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی، در مقیاس‌های حافظه شبیه به کودکان کم‌سن‌تر اما بدون مشکل یادگیری بود. این پژوهشگران بیان می‌دارند که ممکن است ناتوانی یادگیری ریاضی به مشکلات مربوط به مهارت‌های ادراکی و حافظه کاری مرتبط باشد. یافته‌های دیگر ادعا می‌کنند که کودکان با ناتوانی‌های یادگیری ریاضی در تکالیف حافظه کاری که شامل اطلاعات شمارشی است ضعیف عمل می‌کنند؛ و در تکالیفی که شامل اطلاعات کلامی است مشکلی ندارند [نگاه کنید به ۲۰]. مطالعات دیگر، نارسایی مؤلفه مجری مرکزی را در کودکان MD بررسی کرده‌اند و نتایج مختلفی در مورد اینکه کدام جنبه از مؤلفه مجری مرکزی دچار نارسایی است به دست آورده‌اند. برخی ادعا می‌کنند که مشکل در کنترل توجه است در حالی که دیگر مطالعات نشان می‌دهند که علت نارسایی، نقص بازیابی اطلاعات از حافظه بلندمدت و عملکرد رمزگردانی و عملیات جداگانه ذخیره‌سازی همراه با پردازش اطلاعات است [۲۰].

بال و همکاران دریافتند تفاوت‌های بین کودکان MD و عادی مربوط به تفاوت در سرعت پردازش عمومی و توجه

تصادفی را می‌خواند و آزمودنی باید اعداد را به همان ترتیب گفته شده تکرار نماید. سری اعداد ابتدا دو رقم دارند و بعد از هر بار ارائه یک رقم به زنجیره اعداد اضافه می‌شود تا حداکثر، زنجیره هفت رقم شود. آزمون زمانی قطع می‌شود که کودک دو بار متوالی، یک زنجیره را نادرست تکرار کند. هیچ فیدبکی هم به کودک در طول آزمون داده نمی‌شود. عملکرد به عنوان تعداد کل سری‌هایی که به درستی یادآوری شده‌اند، نمره‌گذاری می‌شود. اعتبار آزمون-بازآزمون فراخنای ارقام ۰/۸۱ است. این آزمون به طور گسترده برای سنجش مدار آوایی حافظه کاری استفاده شده است [۲۵].

فراخنای ارقام وارونه: روش اجرای این آزمون مثل فراخنای ارقام مستقیم است به جز اینکه کودک باید ارقام را به ترتیب معکوس ارائه یادآوری نماید. آزمون به عنوان تعداد کل یادآوری درست نمره‌گذاری می‌شود. این آزمون در کودکان ۶ و ۷ ساله با موفقیت استفاده شده است و همبستگی بالایی با دیگر مقیاس‌های مجری مرکزی دارد و اعتبار آزمون-بازآزمون آن ۰/۷۱ است [۲۵].

فراخنای کرسی: یک کاغذ که روی آن ۱۱ نقطه تیره‌رنگ ترسیم شده در جلوی هر آزمودنی گذاشته می‌شود و به کودک گفته می‌شود که نقطه‌ها، سنگ‌هایی هستند در یک مرداب و انگشت ما، قورباغه‌ای است که از یک سنگ به سنگ دیگر می‌پرد. شما هم باید قورباغه خودتان را روی همان سنگ‌ها و به همان ترتیب بپرانید. آزمایشگر، یک سری از نقطه‌ها را به ترتیب کاملاً تصادفی لمس می‌کند. زنجیره ابتدا شامل دو نقطه است و سپس در هر بار ارائه، یک نقطه اضافه می‌شود تا جایی که زنجیره به ۶ نقطه برسد. در طول اجرای آزمون هیچ فیدبکی به آزمودنی داده نمی‌شود. آزمون زمانی قطع می‌شود که کودک دو سری ارائه از یک زنجیره نقطه‌ها را غلط تکرار کند. عملکرد او هم تعداد کل سری‌هایی خواهد بود که درست یادآوری شوند. اعتبار آزمون-بازآزمون فراخنای کرسی، ۰/۵۳ است و معمولاً به عنوان مقیاس بخش دیداری-فضایی حافظه کاری استفاده می‌شود [۲۶].

فراخنای شمارش: آزمون فراخنای شمارش به عنوان مقیاس سنجش ظرفیت حافظه که ذخیره کوتاه‌مدت و دستکاری اطلاعات را درگیر می‌کند، برای سنجش مؤلفه مجری مرکزی حافظه کاری استفاده می‌شود. به هر کودک کارتی نشان داده می‌شود که دارای شکل‌های دایره و مثلث هستند، دایره‌ها به رنگ آبی و مثلث‌ها به رنگ قرمز می‌باشند و گفته می‌شود که دایره‌های آبی را بشمارد. سپس کارت دیگری به او داده می‌شود و خواسته می‌شود که دایره‌های آبی را بشمارد. در آخر یک مجموعه از کارت‌ها (زنجیره‌های ۲ تا

پایدار است، به این ترتیب، تقریباً در تمام عملیات ممکن است عامل زمینه‌ساز نارسایی حافظه کاری این کودکان، مؤلفه مجری مرکزی باشد. با این حال مهم است توجه داشته باشیم که کیلر و سوانسون هیچ تفاوتی در عملکرد حافظه کاری بین کودکان با ناتوانی‌های ریاضی و کودکان عادی پیدا نکرده‌اند [نگاه کنید به ۲۰].

بررسی نقش مؤلفه‌های حافظه کاری، طبق الگوی چند مؤلفه‌ای حافظه کاری بدلی، هم درباره کودکان بهنجار [۲۱] و هم کودکان ناتوان در یادگیری ریاضی [۲۰، ۲۲] به نتایج ناهمگرا و نامنسجمی انجامیده است. کما اینکه هنوز بحث‌های بسیاری درباره اهمیت مدار آوایی و بخش دیداری-فضایی در زمینه دستاوردهای ریاضی وجود دارد. چنانچه مطالعات اخیر نیز در زمینه سهم مدار آوایی در عملکرد ریاضی کودکان بهنجار در سال‌های سوم و چهارم دبستان نتایجی در بر نداشته است [برای مثال ۲۳، ۲۴].

پژوهش حاضر به بررسی نقش اختصاصی مؤلفه‌های مختلف حافظه کاری در عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی و کمک به رفع تناقض‌های موجود در نتایج تحقیقات مربوط می‌پردازد. با توجه به اینکه نتایج تحقیقات پیشین در مورد نقش اختصاصی مؤلفه‌های حافظه کاری در عملکرد حساب و ریاضی ناهماهنگ است و این موضوع در کودکان با ناتوانی‌های یادگیری ریاضی نیز کمتر مورد توجه بوده است، پژوهش حاضر در صدد دستیابی به پاسخ برای این سوال است که آیا تفاوتی در میزان درگیری مؤلفه‌های حافظه کاری در ناتوانی یادگیری ریاضی وجود دارد؟

روش

جامعه آماری تحقیق حاضر را دانش‌آموزان MD دختر و پسر پایه‌های سوم، چهارم و پنجم شهر زنجان که با مرکز اختلالات یادگیری در ارتباط بودند، تشکیل می‌داد؛ به دلیل تعداد محدود آنها همه جامعه برای نمونه‌گیری انتخاب شد. گروه مقایسه ۳۰ نفر از دانش‌آموزان عادی شهر زنجان بودند که بر اساس متغیرهای سن، جنس، پایه تحصیلی و هوش (با استفاده از آزمون هوشی و کسلر کودکان) با گروه دانش‌آموزان MD هم‌تا شدند. پس از انتخاب نمونه، دانش‌آموزان به صورت انفرادی در یک جلسه ۱۵ دقیقه‌ای تکالیف را اجرا کردند. جلسه در یک اتاق ساکت و با حضور دانش‌آموز و آزمایشگر اجرا شد و پاسخ‌ها در طول اجرای آزمون‌ها، توسط آزمایشگر ثبت شدند. برای سنجش مؤلفه‌های مختلف حافظه کاری از انواع تکالیف استفاده شد که در زیر به معرفی آنها می‌پردازیم.

فراخنای ارقام مستقیم: آزمایشگر یک سری اعداد تک‌رقمی

ممکن و درست در محدوده ۶۰ ثانیه برآورد می‌شود. نمره تداخل هم از طریق کم کردن تعداد موارد صحیح موقعیت اول از تعداد موارد صحیح موقعیت دوم و سپس تقسیم این تفاوت بر تعداد موارد صحیح موقعیت اول محاسبه می‌شود. هر چه عدد منفی بزرگتر باشد تداخل بیشتر است. اعتبار آزمون- بازآزمون این مقیاس در میان کودکان ۷ تا ۱۲ ساله ۰/۸۶ به دست آمده است [۲۶].

یافته‌ها

نمونه تحقیق شامل ۳۰ دانش‌آموز MD و ۳۰ دانش‌آموز عادی بود که در هر دو گروه ۵۶/۷ درصد از آزمودنی‌ها را دختران و ۴۳/۳۰ درصد را پسران تشکیل دادند. همچنین ۱۳/۳۳ درصد از نمونه دانش‌آموزان پایه سوم، ۲۳/۳۳ درصد دانش‌آموزان پایه چهارم و ۲۰ درصد دیگر از دانش‌آموزان پایه پنجم بودند.

میانگین نمرات آزمون‌های حافظه کاری دانش‌آموزان MD در همه آزمون‌ها پایین‌تر از گروه دانش‌آموزان عادی بود. دانش‌آموزان هر دو گروه کمترین نمره را در آزمون فراخوانی ارقام معکوس و بیشترین نمره را در آزمون فراخوانی شمارش کسب کردند. در آزمون استروپ نیز میانگین نمره تداخل دانش‌آموزان MD بالاتر از دانش‌آموزان عادی بود.

به منظور بررسی تفاوت میانگین نمره دانش‌آموزان MD و عادی از آزمون t برای گروه‌های مستقل استفاده شد. اطلاعات جدول ۱ خلاصه نتایج تحلیل آزمون t مربوط به مقایسه میانگین آزمون‌های فراخوانی حافظه کاری دو گروه دانش‌آموزان MD و دانش‌آموزان عادی را نشان می‌دهد.

۵ کارتی) از کودک خواسته می‌شود تا تعداد دایره‌های آبی هر کارت را به همان ترتیبی که به او ارائه شده یادآوری نماید. قبل از شروع آزمون به کودک گفته می‌شود که باید تعداد دایره‌های آبی هر کارت را به ترتیب به خاطر بسپارد. مجموعه‌ها از ۲ کارت شروع شده و پس از سه بار کوشش در هر مجموعه، یک کارت به مجموعه اضافه می‌شود تا جایی که آخرین مجموعه حداکثر ۵ کارت داشته باشد. آزمون زمانی قطع می‌شود که کودک به هر سه کوشش یک مجموعه، پاسخ نادرست بدهد. نمره عملکرد به عنوان تعداد کل کوشش‌ها (حداکثر ۱۲ کوشش) که درست یادآوری شوند، محاسبه می‌شود. این آزمون به طور گسترده در کودکان ۵ ساله و بزرگتر استفاده شده است. اعتبار این آزمون با استفاده از روش آزمون- بازآزمون ۰/۷۹ محاسبه شد. همچنین با روش دونیمه کردن، ضریب اعتبار ۰/۷۱ برای آزمون بدست آمد [۲۶].

آزمون استروپ ماه و ستاره: این آزمون توسط آرشى *بالد* و کرنز ساخته شده است و شامل دو صفحه با ردیف‌هایی از تصاویر ماه و ستاره است که به صورت تصادفی مرتب شده‌اند. در موقعیت اول، کودکان باید در طول ردیف‌ها حرکت کرده و به تصویر هر ستاره بگویند «ستاره» و به تصویر هر ماه هم بگویند «ماه». در موقعیت دوم، کودکان باید به تصویر ماه بگویند «ستاره» و به تصویر ستاره بگویند «ماه». در هر دو موقعیت از کودکان خواسته می‌شود که در مدت زمان ۶۰ ثانیه هر چه می‌توانند سریع‌تر پیش رفته و هر جا خطا کردند، متوقف شده و اصلاحش نمایند. اگر کودک قبل از اتمام ۶۰ ثانیه به آخر صفحه رسید، زمان لازم برای تکمیل صفحه ثبت شده و تعداد کار

جدول ۱- نتایج آزمون t گروه‌های مستقل برای مقایسه میانگین آزمون‌های حافظه کاری در بین دانش‌آموزان MD و عادی

شاخص‌های آماری	گروه‌ها	میانگین	انحراف معیار	مقدار t	درجه آزادی	سطح معناداری
فراخوانی ارقام مستقیم	MD	۳/۷۳	۰/۵۸	۲/۴۴	۵۸	۰/۰۱۸
	عادی	۴/۱۳	۰/۶۸			
فراخوانی ارقام معکوس	MD	۲/۳۳	۰/۶۰	۵/۴۱	۵۸	۰/۰۰۱
	عادی	۳/۲۳	۰/۶۷			
فراخوانی کرسی	MD	۳/۴۰	۰/۶۷	۱/۸۲	۵۸	۰/۰۰۷
	عادی	۳/۷۰	۰/۵۹			
فراخوانی شمارش	MD	۵/۳۶	۱/۶۹	۲/۸۳	۵۸	۰/۰۰۱
	عادی	۶/۶۳	۱/۷۱			
استروپ	MD	-۰/۳۰	۰/۱۵	۲/۹۵	۵۸	۰/۰۰۱
	عادی	-۰/۲۰	۰/۰۶			

میانگین‌ها نشان می‌دهد که دانش‌آموزان عادی در آزمون‌های فراخوانی ارقام مستقیم، فراخوانی ارقام معکوس، فراخوانی شمارش و آزمون استروپ (بازداری توجه) بهتر از

اطلاعات جدول فوق نشان می‌دهد که تفاوت میان نمرات دانش‌آموزان MD و عادی در تمامی آزمون‌ها به جز آزمون فراخوانی کرسی، در سطح ($P < 0.05$) معنادار است و مقایسه

شده‌اند. به عبارت دیگر از ۳۰ دانش آموز عادی ۲۵ نفر از آنها به عنوان دانش آموز عادی، صحیح پیش‌بینی شده‌اند.

جدول ۲- خلاصه نتایج پیش‌بینی بر اساس رگرسیون لجستیک

مشاهده شده‌ها	تعداد	تعداد پیش‌بینی شده‌ها		مقدار درصد
		MD	عادی	
دانش آموزان MD	۳۰	۲۲	۸	۷۳/۳
دانش آموزان عادی	۳۰	۵	۲۵	۸۳/۳
کل	۶۰			۷۸/۳

جدول شماره ۳ اطلاعات اساسی مربوط به تحلیل لجستیک را شامل می‌شود. اولین ستون این جدول ضرایب هر کدام از متغیرهای پیش‌بین را نشان می‌دهد. آماره والد نشان‌دهنده سودمندی هر کدام از متغیرهای پیش‌بین است. در این مورد فقط فراخنای ارقام معکوس معنادار است. ستون (B) Exp نشان‌دهنده میزان تغییر در شانس پیش‌بینی شده برای MD شدن دانش آموزان به ازاء هر واحد تغییر در متغیر پیش‌بین است. مقادیر کمتر از ۱ نشان می‌دهد که افزایش مقدار متغیر پیش‌بین با کاهش شانس رویداد وابسته است. برای مثال با افزایش مقدار متغیر پیش‌بین فراخنای ارقام مستقیم، احتمال اینکه دانش آموز به طور شانس MD شود ۸۱ درصد کاهش می‌یابد. مقدار ۹۵ درصد برای CI (ستون آخر) نشان‌دهنده کاهش احتمالی شانس می‌باشد.

دانش آموزان MD عمل کردند.

به منظور بررسی سهم مولفه‌های حافظه کاری در پیش‌بینی ناتوانی یادگیری ریاضی در بین دانش‌آموزان MD از روش تحلیل رگرسیون لجستیک استفاده شد. در این تحلیل عضویت در گروه (MD و عادی) به عنوان متغیر وابسته و مولفه‌های حافظه کاری که توسط آزمون‌های فراخنای ارقام مستقیم، فراخنای ارقام معکوس، آزمون کرسی، فراخنای شمارش و استروب سنجیده شدند به عنوان متغیرهای پیش‌بین وارد معادله شدند. نتایج این تحلیل در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که نمونه مورد بررسی در پژوهش حاضر هم از نظر تعداد و هم از نظر دارا بودن مفروضات تحلیل رگرسیون لجستیک (نرمال بودن توزیع نمرات، ارتباط خطی میان متغیرها و اسمی بودن متغیر ملاک) نمونه‌ای مناسب برای تحلیل رگرسیون لجستیک بود.

جدول ۲ نتایج پیش‌بینی ما را خلاصه کرده است. مدل ما برای ۷۸/۳ درصد از دانش‌آموزان، نتیجه را به درستی پیش‌بینی کرده است که در واقع درصد بالایی است. همچنین تحلیل رگرسیون لجستیک بر اساس نمرات متغیرهای پیش‌بین نشان می‌دهد که ۷۳/۳ درصد از دانش‌آموزان MD، به درستی MD هستند یعنی از ۳۰ دانش آموز MD، ۲۲ از نفر آنها صحیح پیش‌بینی شده‌اند. نتایج تحلیل برای دانش آموزان عادی نیز نشان می‌دهد که ۸۳/۳ درصد از آنها به درستی پیش‌بینی

جدول ۳- تحلیل سهم مولفه‌های حافظه کاری در پیش‌بینی ناتوانی یادگیری ریاضی با استفاده از رگرسیون لجستیک

نسبت شانس	Exp (B)	درجه آزادی	سطح معناداری	Wald	خطای استاندارد	ضرایب رگرسیون	
(فاصله اطمینان ۹۵٪)							
پایین‌ترین							
بالاترین							
۲/۷۲	۰/۲۴	۰/۸۱	۱	۰/۷۴	۰/۱۱	۰/۶۱	-۰/۲۰
۰/۴۹	۰/۰۴	۰/۱۴	۱	۰/۰۱	۹/۴۵	۰/۶۳	-۱/۹۵
۲/۳۶	۰/۲۱	۰/۷۱	۱	۰/۵۸	۰/۳۰	۰/۶۱	-۰/۳۳
۱/۷۰	۰/۶۳	۱/۰۴	۱	۰/۸۷	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۰۴
۸/۳۴	۰/۰۱	۰/۰۹	۱	۰/۱۷	۱/۸۲	۳/۴۷	-۴/۶۶

مدار آوایی (که به وسیله فراخنای ارقام مستقیم سنجیده شد) بین دو گروه دانش‌آموزان MD و دانش‌آموزان عادی تفاوت معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر عملکرد مدار آوایی دانش‌آموزان MD ضعیف‌تر از عملکرد مدار آوایی دانش‌آموزان عادی بود. این یافته با نتایج تحقیقات روسلی و همکاران [۱۷]، برگ [۸] و پاسولانکی و سیگل [۷] همخوان است.

در تبیین نقش مدار آوایی در عملکرد ریاضیات دانش‌آموزان MD و تفاوت میان عملکرد مدار آوایی آنها و دانش‌آموزان عادی می‌توان تحقیقات قبلی را که رابطه بین مدار آوایی و یادگیری ریاضی را مورد بررسی قرار داده‌اند، ملاک قرار داد. به عنوان نمونه آسووی و همکاران [۱۳]

تحلیل انجام شده با پیش‌بینی درست ۷۳/۳ درصد از دانش‌آموزان MD با واریانس بین ۰/۳۶ تا ۰/۴۸، موقعیت MD شدن را تبیین می‌کند. در کل ۷۸/۳ درصد از پیش‌بینی‌ها درست بودند. اطلاعات جدول فوق نشان می‌دهد که فقط فراخنای ارقام معکوس که مجری مرکزی را می‌سنجد به طور معناداری MD ($P < 0/001$) شدن دانش‌آموزان را پیش‌بینی می‌کند. مقادیر ضرایب نشان می‌دهد که افزایش نمره فراخنای ارقام معکوس با کاهش شانس MD شدن با عاملی از ۰/۱۴ (۰/۴۹ - ۰/۰۴) درصد (CI) همراه است.

بحث

نتایج تحلیل داده‌های تحقیق حاضر نشان داد که در عملکرد

ارتباط معناداری ($F=0/49$) بین ظرفیت مدار آوایی و توانایی ریاضی در دانش آموزان ابتدایی به دست آوردند. کوپنن و همکاران [۲۷] نیز یک همبستگی $0/58$ بین مدار آوایی و پیشرفت ریاضی در مطالعات طولی گزارش کردند. همچنین یافته‌های هیتچ و همکاران [نگاه کنید به ۲۸] نشان داد که همبستگی درونی قوی بین پیش‌بینی‌کننده‌های مدار آوایی (مثلاً طبقه‌بندی صداها و ترکیب واج‌ها) و عملکرد ریاضی در دانش آموزان پایه دوم و پنجم به ترتیب با ضریب همبستگی $0/47$ و $0/56$ وجود دارد. الهی و همکاران [۲۶] نیز در تحقیق خود نقش مدار آوایی را در عملکرد جمع ذهنی کودکان پیش‌دبستانی نشان دادند. علاوه بر این در یک مطالعه طولی که توسط سیمونز و همکاران [۲۹] انجام شد، مشخص گردید نمرات مدار آوایی در بین کودکان پنج ساله توانایی ریاضی را در یک سال بعد پیش‌بینی می‌کند. گرچه یافته پژوهش حاضر از نتایج مطالعات قبلی حمایت می‌کند با این حال مطالعاتی در دست است که یافته‌های متناقضی را ارائه داده‌اند. برای مثال هلمز و آدامز [۲۳]، سوانسون [۲۴] و جیری و همکاران [نگاه کنید به ۲۶] نتوانستند بین ظرفیت مدار آوایی کودکان با ناتوانی یادگیری و کودکان عادی تفاوت معناداری را بدست بیاورند. فاجز و همکاران [۳۰] نیز نتایجی را گزارش کردند که نشان می‌داد پردازش‌های مدار آوایی پیش‌بینی‌کننده ضعیفی برای عملکرد ریاضی می‌باشد. علت این نتایج متناقض ممکن است به خاطر نادیده گرفتن متغیر تعدیل‌کننده مانند مجری مرکزی باشد زیرا نارسایی در مجری مرکزی موجب نقص در به کارگیری اطلاعات مدار آوایی و همچنین کندی پردازش اطلاعات کلامی می‌شود [۳۱]. علاوه بر این سیمونز و سینگلتون [۳۲] با بررسی نتایج مطالعات قبلی، مدعی شدند که علت این نتایج متناقض تفسیر متفاوتی است که از توانایی مدار آوایی وجود دارد. آنها نشان دادند نارسایی مدار آوایی به جنبه‌هایی از عملکرد ریاضیات که شامل دستکاری رمزهای کلامی است آسیب می‌رساند اما به حوزه‌هایی از ریاضیات که به طور کلامی رمزگردانی نمی‌شوند آسیب نخواهند رساند.

علاوه بر این مدار آوایی وظیفه اندوزش موقتی اطلاعات کلامی، کنترل، تمرین و تکرار بازنمایی‌های ذهنی را بر عهده دارد. از سوی دیگر در یادگیری ریاضی و پاسخ کلامی به مسائل حساب، به اطلاعات کلامی نگه داشته شده در مدار آوایی و تکرار و تمرین آن نیاز است. همچنین شواهد نشان می‌دهد در استفاده از راهبردهای کلامی برای پاسخ دادن به مسائل ریاضی فضای بیشتری از ظرفیت مدار آوایی اشغال می‌شود؛ بنابراین دانش‌آموزانی که ظرفیت مدار آوایی پایینی دارند در استفاده از راهبردهای کلامی

برای حل مسائل ریاضی شکست می‌خورند [۳۳]. همچنین یافته‌های به دست آمده در تحقیق حاضر نشان داد که بین عملکرد بخش دیداری-فضایی دانش‌آموزان عادی و دانش‌آموزان MD تفاوت معناداری وجود ندارد. این یافته با نتایج تحقیقات راسموسن و بیزانس [۳۴]، ایمبو و همکاران [۳۵] و مایر و همکاران [۳۶] هماهنگ است. در مقابل یافته‌های این پژوهش، نتایج تحقیقات سوانسون و ژرمن [۱۸]، روسلی و همکاران [۱۷]، آندرسون و لیکسل [۲۰] و هلمز و آدامز [۲۳] را حمایت نمی‌کند. در تبیین عدم معناداری تفاوت عملکرد دو گروه دانش‌آموزان MD و دانش‌آموزان عادی در بخش دیداری-فضایی می‌توان به شواهدی اشاره کرد که نشان می‌دهد برتری بخش دیداری-فضایی در عملکرد ریاضی عمر کوتاهی دارد و همچنین در سال‌های میانی مدرسه در یادگیری ریاضی نقش مهمی ندارد [۳۴]. علاوه بر این شواهد نشان می‌دهد هنگامی که دانش‌آموزان بزرگتر با یک مسأله ریاضی که به صورت دیداری ارائه شده برخورد می‌کنند، گرایش دارند که اطلاعات دیداری را از طریق مدار آوایی رمزگشایی کنند. یک دلیل قانع‌کننده دیگر که می‌توان برای این شواهد ارائه داد این است که در سیستم آموزشی کشورمان متناسب با رشد ظرفیت حافظه کاری در سال‌های میانی مدرسه بر یادگیری کلامی تأکید می‌شود تا یادگیری دیداری. این نوع آموزش باعث می‌شود که دانش‌آموزان بیشتر بر توانایی‌های مدار آوایی تکیه کنند. در مقابل دانش‌آموزان MD که ظرفیت مدار آوایی پایینی دارند برای جبران این ناتوانی از بخش دیداری-فضایی کمک می‌گیرند که این خود موجب تقویت هرچه بیشتر بخش دیداری-فضایی می‌شود.

بر اساس تحلیل داده‌ها مشخص شد که دانش‌آموزان عادی از عملکرد مجری مرکزی (فراخانی ارقام و ارونه، فراخانی شمارش و آزمون استروپ) بالاتری نسبت به دانش‌آموزان MD برخوردارند. این نتیجه با یافته‌های تحقیقات سوانسون [۲۴]، آندرسون و لیکسل [۲۰]، هلمز و آدامز [۲۳]، همخوانی دارد. در تبیین دلایل تأیید این یافته‌ها می‌توان گفت مجری مرکزی در انواع عملکرد ریاضیات و تکالیف استدلالی نقشی ضروری را ایفا می‌کند. همچنین پیش‌بینی‌کننده مهمی برای توانایی‌های ریاضی و پیشرفت در ریاضیات است [۲۴، ۳۱، ۳۶]. مجری مرکزی مسؤل نظارت بر منابع اطلاعات و هماهنگی آنها در تکالیف ریاضی، راه‌اندازی راهبردهای مناسب، توجه انتخابی و بازداری اطلاعات نامربوط و دستکاری و فعالیت بر روی حقایق ریاضی و ارقام ذخیره شده است. یادگیری ریاضی به طور واضح به سه فرایند از مجری مرکزی نیاز دارد: اندوزش موقتی و نگهداری اطلاعات مسأله، بازیابی

حافظه کاری و بخش‌های جداگانه آن بعد از ۳ سالگی قابل سنجش و ارزیابی است، پیشنهاد می‌شود از آزمون‌های حافظه کاری به عنوان ابزاری برای غربالگری اولیه مشکلات یادگیری ریاضی در اوایل شروع آموزش رسمی استفاده شود تا بتوان با شناسایی زود هنگام کودکان دارای مشکلات اولیه حساب و ریاضی، در جهت آموزش و تقویت این مؤلفه‌ها و پیشگیری از MD شدن دانش‌آموزان اقدامات پیشگیرانه انجام داد.

تشکر و قدردانی: بر خود لازم می‌دانیم از همکاری سازمان آموزش و پرورش کودکان استثنایی شهرستان زنجان، کارشناسان مرکز اختلالات یادگیری بهار و همه دانش‌آموزانی که در انجام این پژوهش صمیمانه همکاری نمودند تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

- 1- Kaplan HI, Sadock BJ. Synopsis of psychology: Translated by Poorafkari N. Tehran: Azad; 2004. [Persian]
- 2- Mazzocco MM. Math learning disability and math ID subtypes: Evidence from studies of Turner syndrome, fragile X syndrome and neurofibromatosis type 1. *J Learn Disabil.* 2001;34(6):520-33.
- 3- Geary DC. Mathematics and learning disabilities. *J Learn Disabil.* 2004;37(1):4-15.
- 4- Miller K. The role of executive functioning in childrens arithmetic calculation [Dissertation]. Mount Saint Vincent University; 2008.
- 5- Hale JB, Fiorello CA, Bertin M, Sherman R. Predicting math achievement through neuropsychological interpretation of WISC-III variance components. *J Psychoeduc Assess.* 2003;21(4):358-80.
- 6- Chan BM, Ho CS. The cognitive profile of Chinese children with mathematics difficulties. *J Exp Child Psychol.* 2010;107(3):260-79.
- 7- Passolunghi MC, Siegel LS. Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *J Exp Child Psychol.* 2004;88(4):348-67.
- 8- Berg DH. Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. *J Exp Child Psychol.* 2008;99(4):288-308.
- 9- DeStefano D, LeFevre J. The role of working memory in mental arithmetic. *Eur J Cogn Psychol.* 2004;16(3):353-86.
- 10- Arjmandnia A, Seifnaraghi M. Effect of rehearsal on working memory performance in dyslexic students. *J Behav Sci.* 2009;3(3):173-8. [Persian]
- 11- Geary DC, Hoard MK, Byrd-Craven J, Nugent L, Numtee C. Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Dev.* 2007;78(4):1343-59.
- 12- Bull R, Espy K, Wiebe SA. Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Dev Neuropsychol.* 2008;33(3):205-28.
- 13- Alloway TP, Gathercole SE, Adams AM, Willis C, Eaglen R, Lamont E. Working memory and phonological

اطلاعات از حافظه بلندمدت و عملیات پردازش که اطلاعات را به برون‌داد عددی تبدیل می‌کند [۲۱]. همچنین در پاسخ به مسأله ریاضی معمولاً به حفظ توالی اطلاعات، یکپارچگی اطلاعات، بازیابی حقایق ریاضی از حافظه بلندمدت، تطبیق راه‌حل صحیح با مسأله نیاز است؛ تمامی این موارد وظیفه مجری مرکزی است [۲۲]. بنابراین نارسایی مجری مرکزی باعث شکست در یادگیری و حل مسائل ریاضی می‌شود. نارسایی در بازداری مجری مرکزی موجب می‌شود که اطلاعات نامربوط به حافظه کاری وارد شوند یا اینکه در آن باقی بمانند، که در نهایت باعث عملکرد ضعیف در تکالیف ریاضی می‌شود [۳۷]. یکی دیگر از جنبه‌های مهم حل مسائل ریاضی، انعطاف‌پذیری در استفاده از راهبردهای مناسب است که به وسیله مجری مرکزی کنترل می‌شود. افرادی که نارسایی مجری مرکزی دارند نمی‌توانند از راهبردهای مناسب برای حل مسائل ریاضی استفاده کنند، همچنین به سختی می‌توانند اطلاعات بخش دیداری-فضایی و مدار آوایی را با یکدیگر یکپارچه کنند [۷] بنابراین ممکن است که آسیب‌های وارده به مجری مرکزی ریشه ناتوانی یادگیری ریاضی در دانش‌آموزان باشد. همچنین تحلیل داده‌های تحقیق حاضر نشان داد فراخنای ارقام معکوس به تنهایی پیش‌بینی‌کننده ناتوانی یادگیری ریاضی است. این یافته با نتایج تحقیقات سوانسون [۲۴]، آندرسون و لیکسل [۲۰] و مازوکو [۲] همسو است. در تبیین اینکه چرا در بین آزمون‌های حافظه کاری تنها آزمون فراخنای ارقام معکوس پیش‌بینی‌کننده ناتوانی یادگیری ریاضی است می‌توان گفت این آزمون بخشی از مجری مرکزی را می‌سنجد که با اطلاعات کلامی در ارتباط است. یکی از وظایف مجری مرکزی دستکاری و پردازش اطلاعات کلامی است. بنابراین افرادی که در پردازش اطلاعات کلامی عملکرد ضعیفی دارند در آزمون فراخنای ارقام معکوس نیز نمره پایینی کسب می‌کنند. از سوی دیگر در سال‌های میانی مدرسه، آموزش ریاضی بیشتر به صورت کلامی و شنیداری است. این نوع آموزش مستلزم یادگیری از طریق دستکاری و پردازش اطلاعات کلامی است. بنابراین دانش‌آموزانی که در پردازش و دستکاری اطلاعات کلامی عملکرد ضعیفی دارند، در یادگیری ریاضی نیز مشکل خواهند داشت.

نتیجه‌گیری

به طور کلی بر اساس نتایج تحقیق حاضر می‌توان دو مولفه مدار آوایی و مجری مرکزی را به عنوان مهمترین بخش‌های حافظه کاری در نظر گرفت که در یادگیری و پیشرفت در ریاضی درگیرند. از آنجا که ظرفیت و عملکرد

- preschool children. *J Behav Sci.* 2009;3(4):271-7. [Persian]
- 27- Koponen T, Aunola K, Ahonen T, Nurmi JE. Cognitive predictors of single-digit and procedural calculation skills and their covariation with reading skill. *J Exp Child Psychol.* 2007;97(3):220-41.
- 28- Krajewski K, Wolfgang S. Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *J Exp Child Psychol.* 2009;103(4):516-31.
- 29- Simmons FR, Singleton C. Do weak phonological representations impact on arithmetic development? A review of research into arithmetic and dyslexia. *Dyslexia.* 2008;14(2):77-94.
- 30- Fuchs LS, Fuchs D, Compton DL, Powell SR, Seethaler PM, Capizzi AM et al. The cognitive correlates of third-grade skills in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *J Educ Psychol.* 2006;98(1):29-43.
- 31- Passolunghi MC, Vercelloni B, Schadee H. The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cogn Dev.* 2007;22(2):165-84.
- 32- Simmons F, Singleton C, Horne JK. Phonological awareness and visual-spatial sketchpad functioning predict early arithmetic attainment: Evidence from a longitudinal study. *Eur J Cogn Psychol.* 2008;20(4):711-22.
- 33- Dehn-Milton J. Working memory and academic learning :assessment and intervention. New Jersey; John Wiley & Sons; 2008.
- 34- Rasmussen C, Bisanz J. Representation and working memory in early arithmetic. *J Exp Child Psychol.* 2005;91(2):137-57.
- 35- Imbo I, Vandierendonck A, Vergauwe E. The role of working memory in carrying and borrowing. *Psychol Res.* 2007;71(4):467-83.
- 36- Meyer ML, Salimpoor VN, Wu SS, Gery DC, Menon V. Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd grade. *Learn Individ Diff.* 2010;20(2):101-9.
- 37- Passolunghi MC, Siegel LS. Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem-solving. *J Exp Child Psychol.* 2001;80(1):44-57.
- awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *Brit J Dev Psychol.* 2005; 23:417-26.
- 14- Swanson HL. Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *J Exp Child Psychol.* 2006;93(3):239-64.
- 15- Pickering SJ, Gathercole SE. Distinctive working memory profiles in children with special educational needs. *Educ Psychol.* 2004;24(3):393-408.
- 16- Swanson HL, Sachse-Lee C. Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *J Exp Child Psychol.* 2001;79(3):294-321.
- 17- Rosselli M, Matute E, Pinto N, Ardila A. Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Dev Neuropsychol.* 2006;30(3):801-18.
- 18- Swanson HL, Jerman O. Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Rev Educ Res.* 2006;76(2):249-74.
- 19- Mabbott DJ, Bisanz J. Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *J Learn Disabil.* 2008;41(1):15-28.
- 20- Andersson U, Lyxell B. Working memory deficit in children with mathematical disabilities: A general or specific deficit. *J Exp Child Psychol.* 2007;96(3):197-228.
- 21- Imbo I, Vandierendonck A. The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *J Exp Child Psychol.* 2007;96(4):284-309.
- 22- Swanson HL, Beebe-Frankenberger M. The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *J Educ Psychol.* 2004; 96(3):471-91.
- 23- Holmes J, Adams JW. Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educ Psychol.* 2006;26(3):339-66.
- 24- Swanson HL. Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *J Exp Child Psychol.* 2006;93(3):239-64.
- 25- Elahi T, Azadfallah P, Fathi-Ashtiani A, Pourhossein R. Study of working memory development in 5-7 years-old children. *J Psychol.* 2009;4(14):8-29. [Persian]
- 26- Elahi T, Azadfallah P, Fathi-Ashtiani A, Pourhossein R. Role of working memory in mental addition of