مهارت‌های بنیادی در کودکان دارای ناتوانی ریاضی و ناتوانی توأم ریاضی و خواندن

Basic Skills in Children with Mathematics Disability and Co-morbid Mathematics and Reading Disability

دکتر انوشه امین‌زاده
روان‌شناس تربیتی

دکتر حمیدرضا حسن‌آبادی
استادیار دانشگاه تربیت معلم

Anoosheh Aminzadeh, PhD
Educational Psychologist

Hamidreza Hassanabadi, PhD
Tarbiat Moallem University

چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین مهارت‌های بنیادی ۱۰۳ دانش‌آموز پایهٔ چهارم دارای ناتوانی ریاضی بر اساس آزمون ایران کی‌مت (هومن و محمداسماعیل، ۱۳۸۱) و ناتوانی توأم ریاضی و خواندن بر اساس خرده‌آزمون خواندن کلمه‌ها در آزمون خواندن (کرمی‌نوری و مرادی، ۱۳۸۷) بود. نمونه متشکل بود از سه گروه که از لحاظ بهرهٔ هوش همگن شده بودند: کودکان واجد ناتوانی ریاضی و توانایی متوسط در خواندن (۲۴ نفر)، ناتوانی توأم در خواندن و ریاضی (۲۴ نفر) و پیشرفت متوسط در ریاضی و خواندن (۲۶ نفر). مهارت‌های بنیادی شامل پردازش آوایی، پردازش زمانی ـ شنیداری و حافظهٔ کوتاه‌مدت آوایی و حافظهٔ‌کاری آوایی بودند. نتایج تحلیل واریانس تک‌متغیری و آزمون‌های تعقیبی (توکی) نشان دادند که کودکان دارای ناتوانی ریاضی نسبت به کودکان واجد پیشرفت متوسط در خواندن و ریاضی در پردازش زمانی ـ شنیداری عملکرد ضعیف‌تری دارند. نتایج در کل نشان دادند که نارسایی در پردازش آوایی، پردازش زمانی ـ شنیداری و حافظهٔ کوتاه‌مدت آوایی در شکل‌گیری ناتوانی توأم خواندن و ریاضی نسبت به ناتوانی ریاضی، نقش بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: ناتوانی ریاضی، ناتوانی توأم خواندن و ریاضی، حافظهٔ‌کاری، پردازش زمانی ـ شنیداری، پردازش آوایی

Abstract

The purpose of this study was to assess basic skills in 103 fourth- grade students with math disability based on Iran Key Math (Hooman & Mohamadesmael, 2002) and co-morbid mathematics and reading disability based on word reading sub test of Reading Test (Kormi-Nouri & Moradi, 2008). The sample consisted of three IQ homogenate groups: Children with mathematics disability and average reading ability (n= 24), children with co-morbid mathematics and reading disability (n=24) and children with average achievement in mathematics and reading (n=26). The basic skills were phonological processing, temporal-auditory processing, phonological short-term /working memory. ANOVA and Post Hoc tests (Tukey) results indicated that children with math disability and average reading ability performed worse than average group in temporal-auditory processing. Overall, deficits in phonological processing, temporal- auditory and phonological short-term memory had more influences on co-morbid mathematics and reading disability than on math disability.

Keywords: math disability, co-morbid mathematics and reading disability, working memory, temporal- auditory processing, phonological processing

دریافت:۹۰/۲/۳۱
پذیرش:۹۰/۹/۲۳

recived:13 February 2011
accepted:13 December 2011

Contact information: amnanoosh@yahoo.com

مقدمه

برآوردهای حاصل از مطالعات متعدد نشان می‌دهند که تقریباً شش الی هفت درصد جمعیت مدارس، مبتلا به ناتوانی ریاضی هستند (بدیان، ۱۹۸۳؛ گراس‌تسر، مانر و شالو، ۱۹۹۶؛ کاسک، ۱۹۷۴). اگرچه این مقدار ممکن است به علت تفاوت در تعریف‌ها از ناتوانی ریاضی، بیش از اندازه موجود گزارش شده باشد، یافته‌ها نشان می‌دهند که ناتوانی ریاضی به اندازه ناتوانی در خواندن شیوع دارد و زمانی که هر دو ناتوانی با هم اتفاق می‌افتند، عامل مشترکی در بروز آنها دخالت دارد (گیری، ۱۹۹۳).

به منظور تعیین عوامل مشترک و یا خاص در بروز ناتوانی ریاضی و خواندن می‌توان علل بنیادی در شکل‌گیری هر ناتوانی (مثلاً ناتوانی در خواندن) را در مورد ناتوانی دیگر (مثلاً ناتوانی در ریاضی) بررسی کرد. در زمینهٔ ناتوانی ریاضی، پژوهشگران به علل متفاوتی مانند نارسایی در حافظهٔ کاری[1] (گترکل، پیکرینگ، نایت و استگمن، ۲۰۰۴)، بازداری[2] (سن‌سبلا و نوئل، ۲۰۰۸) و ادراک و سازماندهی دیداری-فضایی[3] (امین‌زاده و حسن‌آبادی، ۱۳۸۹) دست یافتند. اما، عمده پژوهش‌ها در زمینهٔ ناتوانی خواندن و رابطهٔ آن با مهارت‌های زیربنایی خواندن مانندپردازش واج‌شناختی[4]، پردازش زمانی- شنیداری[5] و حافظهٔ کوتاه‌مدت/حافظهٔ کاری واج‌شناختی[6] بوده است. بررسی نقش نارسایی در مهارت‌های ذکرشده در شکل‌گیری ناتوانی ریاضی و ناتوانی توأم خواندن و ریاضی می‌تواند گامی در جهت دستیابی به علل بنیادی خاص و مشترک در بروز هر یک از این ناتوانی‌ها باشد.

لاندرل، فاسنجر، مول و ویلبرگر (۲۰۰۹) نشان داده‌اند کودکان واجد ناتوانی توأم خواندن و ریاضی در مقایسه با کودکان دارای ناتوانی خواندن در پردازش واج‌شناختی و در مقایسه با کودکان واجد ناتوانی ریاضی در پردازش بزرگی اعداد با نارسایی بیشتری مواجه‌اند. نکتهٔ قابل توجه این است که رابطه‌ای بین توانایی خواندن و ریاضی در هیچ یک از تکالیف واج‌شناختی و عددی دیده نشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، ناتوانی توأم، ناشی از دو نارسایی جداگانه بوده و مشکلات این گروه نسبت به گروه‌هایی که صرفاً ناتوانی خواندن و یا ناتوانی ریاضی دارند، بیشتر است اما تفاوت کیفی نسبت به آنها ندارد.

یافته‌های حاصل از مطالعات نشان داده‌اند کودکان و بزرگسالان دارای ناتوانی خواندن در پردازش واج‌شناختی مشکل دارند (استرینگر، ۱۹۹۷). نارسایی در پردازش واج‌شناختی اساساً به نارسایی در خواندن غیرکلمه‌ها[7] منجر می‌شود (سیگل و رایان، ۱۹۸۸). پژوهشگران با استفاده از متغیرهایی مانند هوش یا سن، گروه گواه را با نارساخوان‌ها[8] همتا کردند و نهایتاً از این فرضیه حمایت کردند که نارسایی خاصی در پردازش شنیداری در خواندن تأثیرگذار است (راک، اسنولینگ و السون، ۱۹۹۲). اما در زمینهٔ ناتوانی ریاضی، گترکل و آدامز (۱۹۹۴) نشان داده‌اند کودکان ناتوان در ریاضی در مقایسه با کودکان واجد ناتوانی توأم یا ناتوانی خواندن، سرعت بیشتری در خواندن کلمه‌های آشنا که بیانگر توانایی دستیابی به اطلاعات از حافظهٔ بلندمدت است، دارند امّا فرقی در خواندن غیرکلمه‌ها در بین گروه‌ها دیده نشد. این یافته‌ها احتمالاً تجسم ضعیف کلمه‌ها در حافظهٔ بلندمدت کودکان دارای ناتوانی توأم یا ناتوانی خواندن را نشان می‌دهد و ناتوانی ریاضی تحت تأثیر نارسایی در پردازش واج‌شناختی یا تجسم کلمه‌ها نیست. از سوی دیگر رابطهٔ بین نارسایی در پردازش شنیداری[9] و بازنمایی واج‌شناختی[10] نیز مطرح شده است. مطالعات نشان داده‌اند کودکان واجد ناتوانی خواندن در پردازش زمانی - شنیداری محرک‌هایی که به سرعت و در فواصل زمانی کوتاه ارائه می‌شوند، عملکرد ضعیف‌تری دارند (مورفی و اسکاچت، ۲۰۰۹).

پردازش زمانی- شنیداری به پردازش خاص زمانی علائم شنیداری (فرکانس[11] و دوره زمانی[12]) اشاره دارد (نیتروئر، ۱۹۹۹). مشکلات بنیادی در پردازش زمانی به نارسایی در فرایند سخن گفتن منجر می‌شود که تأثیر زیانباری در تحول خواندن خواهند داشت. کودکان دارای ناتوانی خواندن در

1. working memory
2. inhibition
3. visual-spatial organization
4. phonological processing
5. temporal auditory
6. phonological short-term/ working memory
7. non-work
8. dyslexic individuals
9. auditory processing
10. phonological representation
11. frecance
12. duration

یادآوری ترتیب صداهای غیرگفتاری که با سرعت بالا ارائه می‌شوند و صداهایی که دورهٔ زمانی ۱۰۰ میلی‌ثانیه یا کوتاه‌تر دارند، با مشکلاتی مواجه هستند (تالال،۱۹۸۰). کودکان مبتلا به نارسایی خواندن به علت عدم دریافت سریع عناصر شنوایی در سخن انسانی، مشکلات سخن گفتن نیز دارند. نارسایی در پردازش واج‌شناختی احتمالاً ناشی از نارسایی در مکانیزم‌های تعیین‌کنندهٔ پردازش سریع علائم شنیداری است (تالال، ۱۹۸۴). پردازش واج‌شناختی به آگاهی و دستکاری ساختار واج‌شناختی زبان اشاره دارد. کودکان واجد مشکلات خواندن در بخش‌کردن هجاها به واج‌ها با مشکلاتی روبه‌رو هستند، در حالی که خوانندگان خوب این مشکل را ندارند. پژوهش‌های متعددی در زمینهٔ تصویربرداری عصبی[1] سعی داشته‌اند که اثر تمرین شنیداری (از جمله آموزش موسیقی) در سازماندهی مغز برای زبان را نشان دهند (تالال و گاب، ۲۰۰۶).

در زمینهٔ رابطهٔ یادگیری ریاضی و پردازش زمانی ـ شنیداری پژوهشی مشاهده نشده است فقط در این زمینه می‌توان به تأثیر موسیقی در تحول زبان، توانایی خواندن، ریاضی، انواع خاص استدلال و خلاقیت (وین‌برگر و مک‌کنا، ۱۹۸۸) اشاره کرد. آموزش موسیقی هم به ادراک موسیقی و هم به کارایی ذخایر واج‌شناختی که از طریق فراخنای عددی مستقیم و آزمون تکرار غیرکلمه‌ها که به نظر می‌رسد اندازه‌های خالص ذخایر واج‌شناختی در حافظه کوتاه‌مدت و مؤلفه واج‌شناختی حافظهٔ کاری را نشان می‌دهند مرتبط است (لی، لو و کو، ۲۰۰۷).

بدلی و لوجی (۱۹۹۹) حافظهٔ کاری را به عنوان یک نظام اجرایی مرکزی[2] با ظرفیت محدود معرفی کرده‌اند که با دو نظام متفاوت ذخیرهٔ اطلاعات، یعنی نظام مدار واج‌شناختی[3] و صفحه دیداری–فضایی[4] در تعامل است. اجرا کنندهٔ مرکزی مسئولیت هماهنگی فعالیت نظام شناختی را دارد. مؤلفهٔ دیگری که بعدها از اجرا کنندهٔ مرکزی تفکیک شد، حائل رویدادی[5] است که مسئول ترکیب اطلاعات به دست آمده از زیرمؤلفه‌های حافظهٔ کاری و حافظهٔ بلندمدت است (بدلی، ۲۰۰۰). حافظهٔ کاری و حافظهٔ کوتاه‌مدت رابطهٔ نزدیکی دارند، اما تکالیف حافظهٔ کاری نیازمند حجم بالایی از پردازش اطلاعات در نظام اجرایی مرکزی است، در حالی که نگهداری اطلاعات در حافظهٔ کوتاه‌مدت به چنین پردازش سطح بالایی نیاز ندارد. در زمینهٔ بررسی رابطهٔ نظام‌های مختلف حافظهٔ کاری بر اساس نظریهٔ بدلی و توانایی ریاضی، گروهی از پژوهشگران در مورد کودکان واجد پیشرفت متوسط به این نتیجه رسیدند که نظام اجرایی مرکزی بهترین پیش‌بینی‌کنندهٔ توانایی ریاضی کودکان است (سوانسون، ۲۰۱۱؛ ناوارو و دیگران، ۲۰۱۱).

نتایج پژوهش لاندرل و دیگران (۲۰۰۹) حاکی از آن بود که گروه‌هایی که فقط یک نارسایی (خواندن یا ریاضی) دارند تفاوت معناداری از گروه گواه در فراخنای عددی مستقیم (حافظهٔ کوتاه‌مدت واج‌شناختی) و معکوس (حافظهٔ کاری واج‌شناختی) و مکعب‌های کرسی (حافظهٔ کاری دیداری–فضایی) ندارند، اما در گروه توأم این تفاوت‌ها به طور معنادار دیده می‌شود. دامنهٔ هجاهای بی‌معنا در گروه‌های واجد ناتوانی خواندن و ناتوانی توأم خواندن و ریاضی به طور معناداری از گروه عادی ضعیف‌تر بود که به خوبی در جهت پژوهش‌های گذشته است (دیانگ، ۲۰۰۶).

از سوی دیگر، نتایج مطالعات نشان داده‌اند کودکان دارای ناتوانی یادگیری در ریاضی، خواندن و توأم، فراخنای عددی مستقیم و معکوس ضعیف‌تری نسبت به گروه عادی دارند (گیری و براون، ۱۹۹۱؛ گیری، هامسون و هورد، ۲۰۰۰). اگرچه وقتی بهرهٔ هوش به طور تفکیکی خارج شد تنها مقایسهٔ معنادار از لحاظ آماری برای گروه توأم و عادی در فراخنای عددی معکوس باقی ماند (گیری و دیگران، ۲۰۰۰).

هدف مطالعه حاضر، شناخت نقش برخی از مهارت‌های بنیادی مانند پردازش واج‌شناختی، پردازش زمانی ـ شنیداری و حافظهٔ کوتاه‌مدت/حافظهٔ کاری واج‌شناختی در بروز ناتوانی ریاضی از طریق مقایسهٔ کودکان مبتلا به ناتوانی ریاضی با کودکان واجد پیشرفت متوسط تحصیلی و کودکان دارای ناتوانی توأم در خواندن و ریاضی بود. بر این اساس سؤال‌های زیر مطرح شد:

۱– آیا توانایی دو گروه واجد ناتوانی ریاضی و مبتلا به

1. neuroimaging
2. central executive
3. phonological loop
4. visual-spatial sketch pad
5. episodic buffer

ناتوانی توأم خواندن و ریاضی در دستیابی به اطلاعات حافظه‌کاری برای خواندن غیرکلمه‌ها با یکدیگر و با گروه دارای پیشرفت متوسط تفاوت دارد؟

۲- آیا توانایی دو گروه دارای ناتوانی ریاضی و مبتلا به ناتوانی توأم خواندن و ریاضی در ذخیره‌سازی اطلاعات در حافظهٔ کوتاه‌مدت با یکدیگر و با گروه واجد پیشرفت متوسط تفاوت دارد؟

۳- آیا توانایی دو گروه واجد ناتوانی ریاضی و مبتلا به ناتوانی توأم خواندن و ریاضی در ذخیره سازی و پردازش اطلاعات در حافظه‌کاری آوایی با یکدیگر و با گروه دارای پیشرفت متوسط تفاوت دارد؟

۴- آیا توانایی دو گروه دارای ناتوانی ریاضی و مبتلا به ناتوانی توأم خواندن و ریاضی در پردازش زمانی ـ شنیداری با یکدیگر و با گروه واجد پیشرفت متوسط تفاوت دارد؟

روش

داده‌ها یک طرح علّی-مقایسه‌ای است. در این مطالعه، کودکان مبتلا به ناتوانی ریاضی، گروهی هستند که با وجود هوش متوسط، در مهارت‌های ریاضی مشکلاتی دارند. طبقه‌بندی بر این مبنا بود که کودکان با نمرهٔ استاندارد ریاضی زیر صدک ۳۳، دارای ناتوانی ریاضی شدید بودند و کودکانی که نمرهٔ استاندارد ریاضی آنها بین صدک ۳۳ تا ۶۷ قرار می‌گرفت ، ناتوانی متوسطی داشتند. صدک ۳۳ یک نقطهٔ برش معمول در پیشینه پژوهشی کودکان مبتلا به ناتوانی ریاضی است (سیگل و رایان، ۱۹۸۸). تعداد ۱۵۷ نفر (با میانگین سنی ۱۰ سال و چهار ماه و انحراف استاندارد شش ماه) از دانش آموزان کلاس چهارم ابتدایی مدارس دولتی منطقهٔ چهار شهر تهران (۱۰ مدرسهٔ دخترانهٔ دولتی؛ یک کلاس از هر مدرسه به طور تصادفی انتخاب شد) در این مطالعه شرکت داشتند. در مرحلهٔ اول، بر اساس مصاحبه با معلمان، دانش‌آموزان ضعیف در درس ریاضی در کلیهٔ کلاس‌های چهارم شناسایی شدند (۸۰ نفر). از میان سایر دانش‌آموزان نیز ۸۰ نفر به طور تصادفی انتخاب شدند. دانش‌آموزانی که بهرهٔ هوشی پایین‌تر از ۷۰ داشتند و سن تقویمی آنها با سن کلاسی مطابقت نداشت از پژوهش خارج شدند. در مرحلهٔ دوم، افراد نمونه بر اساس دامنهٔ بهرهٔ هوش بین ۷۰ تا ۱۱۰ انتخاب شدند (۱۰۳ نفر). در مرحلهٔ سوم، از میان این افراد تعداد ۷۴ نفر بر اساس ملاک‌های زیر در سه گروه قرار گرفتند:

الف) گروه دارای ناتوانی ریاضی (۲۴ نفر): این گروه با دو ویژگی مشخص شد؛ ناتوانی در ریاضی: نمرهٔ استاندارد ریاضی پایین‌تر از صدک ۳۳ در آزمون استاندارد ریاضی (نمرهٔ پایین‌تر از ۸۵) و توانایی متوسط در خواندن: نمرهٔ خواندن کلمه‌ها بین صدک ۳۰ تا ۷۰، ب) گروه واجد ناتوانی توأم خواندن و ریاضی (۲۴ نفر): این گروه با دو ویژگی مشخص شد؛ ناتوانی در ریاضی: نمرهٔ ریاضی پایین‌تر از صدک ۳۳ در آزمون استاندارد ریاضی (نمرهٔ پایین‌تر از ۸۵) و ناتوانی در خواندن: نمرهٔ خواندن کلمه‌ها پایین‌تر از صدک ۳۰، ج) گروه دارای پیشرفت متوسط در ریاضی (گروه گواه، ۲۶ نفر): گروه گواه نیز با دو ویژگی مشخص شد؛ پیشرفت متوسط در ریاضی: نمره آزمون استاندارد ریاضی بین صدک ۳۳ تا ۶۷ (نمرهٔ بین ۸۵ و ۱۱۵) و توانایی متوسط در خواندن: نمرهٔ خواندن کلمه‌ها بین صدک ۳۰ تا ۷۰. در این پژوهش از ابزارهای زیر استفاده شد:

فرم کوتاه مقیاس وکسلر کودکان[1] (مک‌نمار، ۱۹۵۰): در پژوهش حاضر برای مشخص کردن بهره هوش ۷۰ و بالاتر، از فرم دوتایی مقیاس هوش وکسلر برای کودکان (مک‌نمار، ۱۹۵۰) که در جامعهٔ ایران هنجاریابی شده است (شهیم، ۱۳۷۳الف)، استفاده شد. محاسبات آماری نشان داده‌اند بهترین فرم دوتایی، واژه‌ها و تکمیل تصاویر است (شهیم، ۱۳۷۳ب). فرم دوتایی اطلاعات و تکمیل تصاویر و واژه‌ها و فهم با ضریب اعتبار ۰/۸۷ (از همبستگی بین دو فرم به عنوان اعتبار استفاده شد) در بین فرم‌های دوتایی دیگر بالاترین ضریب اعتبار را دارند. از سوی دیگر، فرم دوتایی اطلاعات و تکمیل تصاویر، بر فرم‌های دوتایی دیگر که همبستگی بالایی با بهرهٔ هوش کلی دارند (مانند لغات و مکعب‌ها) برتری دارد چرا که اغلب کودکان دارای ناتوانی یادگیری ریاضی، به علت نارسایی

1. Abbreviated Wechsler Scale for Children

دیداری- فضایی احتمالی، در طراحی مکعب‌ها مشکل دارند (سن‌سبلا و نوئل، ۲۰۰۸).

میانگین بهرهٔ هوش گروه واجد ناتوانی ریاضی (S=۷/۰۶، $\overline{X}$ =۷۴/۷) با میانگین گروه توأم (S=۶/۸، $\overline{X}$ =۸۳/۰۸) تفاوت معنادار نداشت. میانگین هوش گروه گواه (S=۶/۹، $\overline{X}$ =۸۷/۶) با گروه دارای ناتوانی ریاضی و گروه توأم تفاوت معنادار نداشت.

آزمون ریاضی ایران کی‌مت[1] (هومن و محمداسماعیل، ۱۳۸۱): در این پژوهش به منظور اندازه‌گیری توانایی ریاضی از آزمون ریاضی ایران کی‌مت استفاده شد. این آزمون از سه بخش و هر بخش از خرده‌آزمون‌هایی[2] تشکیل شده است: ۱) مفاهیم پایه[3]: شمارش، اعداد گویا و هندسه، ۲) عملیات[4]: جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و محاسبهٔ ذهنی، ۳) کاربردها[5]: اندازه‌گیری، زمان و پول، تخمین، تفسیر داده‌ها و حل مسئله. تعداد ۲۵۸ سؤال در کل آزمون مطرح می‌شود. در این آزمون روایی محتوا، تفکیکی، پیش‌بین، همزمان، گردآوری و درجهٔ دشواری پرسش‌ها بر مبنای درصد آزمودنی‌هایی که به آنها پاسخ داده‌اند و همبستگی هر پرسش با کل آزمون و همبستگی هر پرسش با خرده‌آزمون محاسبه شده است. اعتبار این آزمون با روش آلفای کرونباخ در پنج پایه بین ۰/۸۰ تا ۰/۸۴ به‌دست آمد. در این آزمون، نمرهٔ خام کل آزمون (مجموع نمرهٔ خرده‌آزمون‌ها) به نمرهٔ استاندارد تبدیل شده است. این نمرهٔ استاندارد دارای میانگین ۱۰۰ و انحراف استاندارد ۱۵ است. معادل‌های سنی (میانگین عملکرد افراد در آن سن ویژه) و کلاسی (کلاس یا کلاس‌هایی در سطح کل کشور و استان‌ها که نمره خام آنها برای استاندارد کردن نمره‌ها مورد استفاده قرار گرفته است) نمره‌های استاندارد ارائه شده است. حداکثر نمرهٔ استاندارد در کلیه معادل‌های سنی و کلاسی ۱۴۵ و حداقل آن ۵۵ است. در این پژوهش از نمرهٔ استاندارد سنی استفاده شده است.

میانگین نمرهٔ استاندارد سنی ریاضی گروه واجد ناتوانی ریاضی (S=۸/۰۸، $\overline{X}$ =۷۵/۰۸) با میانگین گروه توأم (S=۶/۹، $\overline{X}$ =۷۵/۷) تفاوت معنادار نداشت و میانگین گروه گواه (S=۶/۴، $\overline{X}$ =۹۱/۰۷) از گروه با ناتوانی ریاضی و گروه توأم به طور معناداری بالاتر بود (P<۰/۰۰۱).

آزمون کلمه‌ها و غیرکلمه[6]: آزمون خواندن (کرمی‌نوری و مرادی، ۱۳۸۷) به منظور بررسی میزان توانایی خواندن دانش‌آموزان عادی دختر و پسر در دورهٔ دبستان با ویژگی‌های دوزبانگی و یک‌زبانگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر به منظور تعیین دانش‌آموزانی که همزمان مبتلا به ناتوانی ریاضی و خواندن هستند از خرده‌آزمون خواندن کلمه‌ها (کلمه‌های آشنا) استفاده شد. خرده‌آزمون خواندن کلمه‌ها شامل سه فهرست (با بسامد بالا، متوسط و کم) ۴۰ کلمه‌ای است. خرده‌آزمون غیرکلمه (کلمه‌های بی‌معنی) به منظور بررسی توانایی پردازش واج‌شناختی گروه‌ها به‌کار گرفته شد. این آزمون شامل ۴۰ کلمهٔ بدون معنی است که آزمودنی باید بدون توجه به معنی، آنها را بخواند. زمان اجرای هر یک از آزمون‌ها دو دقیقه بود و تعداد خطاها در هر یک از آزمون‌ها اندازه‌گیری شد.

میانگین خواندن کلمه‌های گروه با ناتوانی ریاضی (S=۱۲/۰۶، $\overline{X}$ =۱۰۸/۶۶) با میانگین گروه توأم (S=۱۵/۰۹، $\overline{X}$ =۹۶/۰۴) تفاوت معناداری داشت (P<۰/۰۰۱). میانگین گروه گواه (S=۴/۱، $\overline{X}$ =۱۱۲/۳) با گروه واجد ناتوانی ریاضی تفاوت معنادار نداشت و با گروه توأم تفاوت معنادار داشت (P<۰/۰۰۱).

فراخنای عددی[7] (وکسلر، ۱۹۷۴): به منظور اندازه‌گیری ظرفیت ذخیره و پردازش اطلاعات در حافظهٔ کوتاه‌مدت واج‌شناختی و حافظهٔ کاری واج‌شناختی به ترتیب از خرده‌آزمون‌های فراخنای عددی مستقیم و معکوس فرم تجدید نظرشدهٔ هوش وکسلر برای کودکان[8] (وکسلر، ۱۹۷۴) که در جامعهٔ ایرانی هنجاریابی شده‌است (شهیم، ۱۳۷۳الف)، استفاده شد. در آزمون فراخنای عددی مستقیم، اعداد به تدریج از سه تا ۹ عدد در هر ردیف افزایش می‌یابند و از آزمودنی خواسته می‌شود تا دقیقاً به همان ترتیبی که اعداد را شنیده است، تکرار کند. در آزمون فراخنای عددی معکوس، اعداد به تدریج از دو تا هشت عدد در هر ردیف افزایش می‌یابند و از آزمودنی

1. Iran Key Math
2. subtest
3. basic concepts
4. operations
5. applications
6. Word and Non-Word Test
7. digit span
8. Wechsler Intelligent Scale for Children- Revised (WISC-R)

خواسته می‌شود تا در جهت معکوس، اعدادی را که شنیده است، تکرار کند. در هر ردیف، دو سری از اعداد قرار دارند، بنابراین هر ردیف دو نمره دارد. اگر در یک ردیف یکسری اعداد، صحیح گفته شود یک نمره به آزمودنی اختصاص می‌یابد و اگر هر دوسری اشتباه گفته شود، آزمون متوقف می‌شود. در این پژوهش، تعداد پاسخ‌های صحیح در فراخنای عددی مستقیم و معکوس اندازه‌گیری شدند. سنت‌کلر-تامپسون و گترکل (۲۰۰۶) اعتبار آزمون فراخنای عددی معکوس را از طریق بازآزمایی، ۰/۷۱ به دست آوردند. همچنین الوی (۲۰۰۶) اعتبار فراخنای عددی مستقیم و معکوس را از طریق بازآزمایی به ترتیب ۰/۸۴ و ۰/۶۰محاسبه کرد. در پژوهش حاضر از طریق بازآزمایی، اعتبار فراخنای حافظهٔ معکوس ۰/۶۸ و فراخنای حافظهٔ مستقیم ۰/۸ محاسبه شد.

آزمون استمباک[1] (استمباک، ۱۹۶۰): در این پژوهش به منظور تعیین مشکلات ضرب‌آهنگی (پردازش زمانی ـ شنیداری) آزمودنی‌ها از آزمون‌های ضرب‌آهنگی استمباک (دادستان، ۱۳۷۹ برگرفته از استمباک، ۱۹۶۰) استفاده شد. این آزمون با هدف تولید یک ساخت ضرب‌آهنگی ارائه می‌شود و شکست در اجرای آن به این معناست که آزمودنی، ضرب‌آهنگ یا تعداد ضربه‌ها را نمی‌تواند به طور صحیح تکرار کند.

مجموعه آزمون‌های ضرب‌آهنگی استمباک متشکل از سه آزمون است: آزمون سرعت ارتجالی ضرب آهنگ[2]، آزمون بازپدیدآوری ساخت‌های ضرب‌آهنگی[3] و آزمون درک رمزگرایی ساخت‌های ضرب‌آهنگی و بازپدیدآوری آنها[4]. در این پژوهش، مرحله باز پدیدآوری ساخت‌های ضرب‌آهنگ مورد توجه قرار گرفته است. در این مرحله آزمایشگر مداد را دریک دست و ورقه مقوایی را در دست دیگر می‌گیرد و آن را بین خود و کودک به گونه‌ای قرار می‌دهد که دستی که مداد در آن قرار دارد از دید کودک پنهان شود. سپس در حالی که مداد دیگری در دست کودک است به او می‌گوید: خوب گوش کن. آزمایشگر به بازپدیدآوری نخستین ساخت (• •) می‌پردازد. «شروع کن مثل من بزن». سپس آزمایشگر دومین ردیف (• •) را بازپدیدآوری می‌کند. اگر زمان‌های کوتاه و بلند به گونه‌ای کاملاً متمایز بازپدیدآوری شوند، آزمون را آغاز می‌کنیم و در غیر این صورت آموزش را تا دستیابی به موفقیت ادامه می‌دهیم. زمان‌های کوتاه تقریباً با یک‌چهارم ثانیه و زمان‌های بلند با یک ثانیه مطابقت دارند. اگر کودک در یک ردیف موفق نشود، شمارهٔ آن ردیف را یادداشت می‌کنیم و همان ردیف را برای بار دوم تکرار می‌کنیم. اگر باز هم با شکست مواجه شود، شمارهٔ ردیف را با کشیدن دایره‌ای دور آن مشخص می‌کنیم. اگر کودک در چهار ردیف متوالی که هر یک دوبار تکرار شده‌اند، موفق نشود آزمایش به پایان رسیده است، اما به هر حال باید کار را تا ردیف ۱۲ ادامه می‌دهیم. ناتوانی آزمودنی در بازپدیدآوری یک ردیف پس از دو بار تکرار به عنوان شکست محسوب می‌شود. در این پژوهش تعداد شکست‌های این مرحله با عنوان خطای استمباک مورد توجه قرار گرفته است. نمرهٔ بالا نشان دهندهٔ ناتوانی فرد در ساخت‌دهی زمانی‌ـشنیداری و نمرهٔ پایین نشان‌دهندهٔ توانمندی فرد در ساخت‌دهی زمانی ـ شنیداری است. در پژوهش حاضر، اعتبار این آزمون با روش بازآزمایی بر اساس تعداد خطا در آزمون بازپدیدآوری ساخت‌های ضرب‌آهنگی ۰/۷۰ به‌دست آمد.

آزمون‌ها در یک اتاق ساکت و آرام در مدرسه و در دو جلسه، حداکثر به فاصله یک هفته اجرا شدند. هر جلسه به طور تقریبی یک ساعت طول کشید. در هر جلسه، به آزمودنی ۱۵ الی ۲۰ دقیقه در بین اجرای آزمون‌ها وقت استراحت داده شد. در جلسهٔ اول، ابتدا فرم دوتایی مقیاس هوش وکسلر کودکان شامل خرده‌آزمون اطلاعات از بخش کلامی و خرده‌آزمون تکمیل تصاویر از بخش عملی، سپس آزمون استانداردشدهٔ ریاضی ایران کی‌مت و از مجموعه آزمون استانداردشدهٔ خواندن و نارساخوانی، خرده‌آزمون‌های خواندن کلمه‌ها و خواندن غیرکلمه اجرا شدند. آزمون‌های مربوط به کنش‌های اجرایی در جلسهٔ دوم انجام شدند. به منظور جلوگیری از دخالت اثر توالی، ترتیب اجرای آزمون‌های مربوط به کنش‌های اجرایی به طور تصادفی تغییر داده شد.

تحلیل نتایج در هر کنش به طور جداگانه انجام شد. ابتدا همبستگی بین نمره‌های تکالیف در هر کنش به دست آمد،

1. Stambac Test
2. Spontaneous Speed Rhythm Test
3. Rhythm Structuring Reproduction Test
4. Symbolization and Reproduction of Rhythm Structuring Test

سپس با استفاده از تحلیل واریانس تک‌متغیری عملکرد گروه واجد ناتوانی ریاضی و ناتوانی توأم خواندن و ریاضی (گروه توأم) با گروه دارای پیشرفت متوسط (گروه گواه) مقایسه شد. همچنین آزمون‌های تعقیبی برای مقایسه میانگین گروه‌ها بر اساس آزمون توکی انجام شد. در کلیهٔ مراحل شاخص d نشان‌دهندهٔ حجم اثر متغیرهایی است که در دو مرحله محاسبه شده است. حجم اثر نخست (d۱) مربوط به تفاضل میانگین نمرهٔ گروه گواه از نمرهٔ گروه دارای ناتوانی ریاضی و تقسیم حاصل آن بر انحراف استاندارد گروه گواه است. حجم اثر دوم (d۲) مربوط به تفاضل میانگین نمره گروه گواه از نمره گروه توأم و تقسیم حاصل آن بر انحراف استاندارد گروه گواه است. در کلیهٔ مراحل df=۲ است.

یافته‌ها

خواندن غیرکلمه‌ها: همبستگی بین خواندن کلمه‌ها و غیرکلمه‌ها بالا و معنادار بود (r=۰/۷۰، P<۰/۰۰۱). نتایج تحلیل واریانس تک‌متغیری در جدول ۱ نشان دادند که تفاوت میانگین عملکرد گروه‌ها در آزمون غیرکلمه‌ها معنادار است (F= ۷/۴ ،P<۰/۰۰۱). تفاوت میانگین عملکرد گروه واجد ناتوانی ریاضی و گروه توأم (P=۰/۰۲، Δm =۳/۵۴) معنادار نبود. تفاوت میانگین عملکرد گروه گواه با گروه دارای ناتوانی ریاضی (P=۰/۰۸، Δm =۴/۵) معنادار نبود، امّا با گروه توأم (Δm =۸ ،P<۰/۰۰۱) معنادار بود. حجم اثر نخست (d۱=۲/۱) و دوم (d۲=۳/۸) بالا و به نفع گروه گواه بود.

ادراک زمانی ـ شنیداری: نتایج تحلیل واریانس تک‌متغیری نشان دادند که تفاوت میانگین عملکرد گروه‌ها در آزمون استمباک معنادار است (F=۶/۷۴ ،P<۰/۰۱) (جدول ۱). تفاوت میانگین عملکرد گروه واجد ناتوانی ریاضی و گروه توأم (P=۰/۵، Δm =-۰/۵) معنادار نبود، امّا تفاوت میانگین عملکرد گروه گواه با گروه دارای ناتوانی ریاضی (P=۰/۰۳، Δm =-۱/۴) و گروه توأم (P=۰/۰۰۳، Δm =-۲/۰۶) معنادار بود. حجم اثر نخست (d۱=-۰/۶) و دوم (d۲=-۰/۹) بالا و به نفع گروه گواه بود.

حافظهٔ کاری: همبستگی آزمون‌های فراخنای عددی مستقیم و معکوس معنادار نبود (p=۰/۹، r=۰/۰۱). نتایج تحلیل واریانس تک‌متغیری نشان دادند گروه‌ها در آزمون فراخنای عددی مستقیم با یکدیگر تفاوت معنادار دارند (F=۴/۲۹ ،P<۰/۰۱) و در آزمون فراخنای عددی معکوس این تفاوت معنادار نیست (P=۰/۶، F=۰/۳۶) (جدول ۱). در آزمون فراخنای عددی مستقیم، تفاوت میانگین گروه واجد ناتوانی ریاضی با گروه توأم (P=۰/۱، Δm =۱/۱۲۵) و با گروه گواه (P=۰/۶، Δm =۰/۴) معنادار نبود، اما تفاوت میانگین گروه توأم با گروه گواه (P=۰/۰۱، Δm =۱/۶۱) معنادار بود. حجم اثر d۲=۰/۷۵ بالا و به نفع گروه گواه بود.

جدول۱

میانگین، انحراف استاندارد و خلاصهٔ تحلیل واریانس تک‌متغیری برای سه گروه در متغیرهای وابسته

گروه‌ها	ناتوان در ریاضی (n=۲۴)		ناتوان توأم (n=۲۴)		گواه (n=۲۶)		آزمون تک‌متغیری			
اندازه‌ها	M	SD	M	SD	M	SD	F	P	d_1	d_2
خواندن کلمه‌ها	۱۰۸/۶۶	۱۲/۰۶	۹۶/۰۴	۱۵/۰۹	۱۱۲/۳	۴/۱	۱۴/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۷۵	۴
خواندن غیرکلمه‌ها	۳۲/۸	۸/۷	۲۹/۲	۹/۳	۳۷/۳	۲/۰۹	۷/۴	۰/۰۰۱	۲/۱	۳/۸
فراخنای عددی مستقیم	۵/۰۸	۱/۲	۳/۹	۱/۴	۵/۵۷	۲/۲	۴/۲۹	۰/۰۱	۰/۲	۰/۷۵
فراخنای عددی معکوس	۳/۲	۰/۸	۳	۰/۸	۳/۲	۰/۹	۰/۳۶	۰/۶	۰	۰/۲
خطای استمباک	۶/۲	۲/۰۹	۶/۸	۱/۸۳	۴/۷	۲/۲	۶/۷۴	۰/۰۰۲	-۰/۶	-۰/۹

بحث

پژوهش‌های متعددی در زمینهٔ ناتوانی خواندن و علل مؤثر در بروز آن انجام شده است. به علت بروز توأم اختلال خواندن و ریاضی این احتمال وجود دارد که عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری ناتوانی خواندن، در بروز ناتوانی ریاضی نقش داشته باشند و بالعکس. همچنین این عوامل می‌توانند در ایجاد ناتوانی توأم نقش داشته باشند. هدف از این پژوهش، شناخت تأثیر نارسایی در مهارت‌های بنیادی احتمالی مانند نارسایی در

پـردازش واج‌شـناختی، پـردازش زمـانی ـ شـنیداری و حافظـهٔ کاری/حافظهٔ کوتاه‌مدت واج‌شناختی –که در شـکل‌گیـری نـاتوانی خواندن نقش مهمی دارند– در بروز ناتوانی ریاضـی و نـاتوانی تـوأم خواندن و ریاضی بود.

پردازش واج‌شناختی از طریق خواندن غیرکلمه‌هـا بررسـی شد و عملکرد گروه واجد ناتوانی توأم در خوانـدن غیرکلمـه‌هـا نسبت به گروه گواه به طور معناداری ضـعیف‌تـر بـود. تفـاوت عملکرد گروه با ناتوانی ریاضی با گروه گواه معنادار نبود (اما به علت حجم اثر بسیار بالایی که وجود داشـت، یعنـی d۲=۲/۱، در تحلیل نتایج مورد توجه قرار گرفت). این نتـایج در راسـتای پـژوهش‌هـای لانـدرل و دیگـران (۲۰۰۹) اسـت کـه فقـط گروه‌های دارای ناتوانی خواندن و تـوأم در خوانـدن هجاهـای بی‌معنا نسبت بـه گـروه گـواه و گـروه واجـد نـاتوانی ریاضـی عملکرد ضعیف‌تری نشان دادند. این ناتوانی می‌توانـد ناشـی از ضعف در پردازش زمانی ـ شنیداری باشد (مورفی و اسـکاچت، ۲۰۰۹).

نتایج به دست آمده در پردازش زمانی ـ شنیداری گروه‌هـا نشان دادند عملکرد دو گروه دارای ناتوانی ریاضـی و تـوأم بـا یکدیگر تفاوت معنادار ندارند و عملکرد هر دو گروه نسـبت بـه گروه گواه ضعیف‌تراسـت. ایـن نتیجـه بـه طـور مشـخص در راستای پژوهش تـالال (۱۹۸۴) بـود کـه نشـان داد پـردازش واج‌شناختی تحت تـأثیر پـردازش زمـانی ـ شـنیداری اسـت و می‌تـوان احتمـالاً ضـعف مشـترک هـر دو گـروه در پـردازش واج‌شناختی را ناشی از ضعف پردازش زمانی‌ـ شنیداری گروه‌ها نسبت به گروه گواه دانست. بنـابراین وجـه مشـترک دیگـر در ناتوانی ریاضی و توأم ضـعف در پـردازش زمـانی ـ شـنیداری است. با مقایسهٔ میانگین‌ها و حجم اثرها می‌توان گفـت گـروه توأم در مقایسه با گروه واجد ناتوانی ریاضی نسـبت بـه گـروه گواه در پـردازش واج‌شـناختی و پـردازش زمـانی ـ شـنیداری عملکرد ضعیف‌تری داشت.

بر خلاف نتـایج پـژوهش‌هـای گیـری و بـراون (۱۹۹۱) و گیـری و دیگـران (۲۰۰۰) کـه تفـاوت معنـادار در عملکـرد گروه‌های دارای نـاتوانی ریاضـی، خوانـدن، تـوأم و عـادی در اجرای حافظهٔ عددی معکوس را نشان دادند، در پژوهش حاضر فراخنای عـددی معکـوس در سـه گـروه تفـاوتی بـا یکـدیگر نداشتند. این تفاوت در نتایج می‌تواند بـه علـت‌هـای مختلـف ایجاد شده باشد. اول این که ناتوانی ریاضی در پژوهش حاضـر براساس توانایی ریاضی کودکان از جنبه‌های گونـاگون تعیـین شـد، ولـی پژوهشـگران مـذکور تنهـا بـه بررسـی بخشـی از توانایی‌های کودکان مانند استدلال ریاضی بـرای نشـان دادن ضعف ریاضی اکتفا کردند. همچنین شیوه انتخـاب گـروه‌هـا و کنترل یا عدم کنترل بهرهٔ هوشی می‌تواند در نتایج بـه دسـت آمده تأثیرگذار باشد. به طوری که گیری و دیگران (۲۰۰۰) بعد از این که بهرهٔ هوشی را به طور آماری خـارج کردنـد، تفـاوت معنادار فقط بین گروه‌های گواه و توأم باقی ماند.

یکی از متغیرهایی که دو گروه واجد ناتوانی نتایج متفـاوتی را در آن نشان دادند، آزمون فراخنای عددی مسـتقیم (حافظـهٔ کوتاه‌مدت واج‌شناختی) بود. عملکرد گروه توأم با گروه گواه در آزمون فراخنای مستقیم، تفاوت معنادار همراه با حجم اثر بـالا (d=۰/۷) داشت، امـا چنـین تفـاوت معنـاداری در گـروه دارای ناتوانی ریاضی مشاهده نشد. لاندرل و دیگران (۲۰۰۹) نیـز در نتایج خود عدم تفاوت معنادار عملکرد گروه‌های دارای نـاتوانی ریاضی و ناتوانی خواندن را با گروه گواه در آزمون‌های حافظـه عددی معکـوس و مسـتقیم نشـان دادنـد، امـا گـروه تـوأم در فراخنای عددی مستقیم، معکوس و خواندن هجاهای بی‌معنا از گروه گواه ضعیف‌تر بود. در همین جهـت، سوانسـون و جـرمن (۲۰۰۶) در مطالعهٔ فراتحلیلی نشان داده‌اند ضعف‌های کودکان مبتلا بـه نـاتوانی ریاضـی در حـوزهٔ حافظـه بـه مهـارت‌هـای واج‌شناختی مربوط نمی‌شود. شاید بتوان گفت ریاضی بیشتر بـا مؤلفه دیداری–فضایی حافظهٔ کـاری در ارتبـاط اسـت کـه در پژوهش حاضر مورد ارزیابی قرار نگرفته اسـت. پـژوهش‌هـای آتی می‌توانند این مؤلفهٔ حافظهٔ کاری را به طور مشخص و بـا آزمون‌های متعدد بررسی کنند. این پـژوهش تنهـا پیشـنهادی کـه می‌تواند ارائه کند این است که حافظهٔ کوتاه‌مدت و حافظهٔ کاری واج‌شناختی نقش تعیین‌کننده‌ای در بروز ناتوانی ریاضی ندارند.

همان‌طور که گفته شد دلایل متعدد در بروز نتایج متفاوت در پژوهش‌هـا مـی‌تواننـد نقـش داشـته باشـند. اول ایـن کـه استانداردهای عملیاتی متفاوتی برای انتخاب کودکان مبتلا بـه

ناتوانی ریاضی و ناتوانی خواندن در مطالعات مختلف وجود دارد. برای مثال، اندازه‌هایی که برای ناتوانی ریاضی قرار داده می‌شود از صدک ۴۸ام تا صدک هشتم در نوسان است. گیری (۲۰۰۴) معتقد بود که مانند حیطهٔ خواندن یک ملاک جهانی برای تشخیص ناتوانی ریاضی وجود ندارد. از ضوابط گسترده‌ای برای تعریف کودکان مبتلا به ناتوانی ریاضی استفاده می‌شود؛ بنابراین ملاک‌های متعددی در این زمینه وجود دارد. گیری (۱۹۹۳)، کودکانی را که نمرهٔ ریاضی آنها زیر صدک ۳۰ یا ۳۵ قرار داشت، مبتلا به ناتوانی ریاضی می‌دانست. جردن، کاپلان و هانیچ (۲۰۰۲) کودکانی را که نمره ریاضی آنها زیر صدک ۳۵ قرار داشت مبتلا به ناتوانی ریاضی در نظر گرفتند. کونتز و برچ (۱۹۹۶) از نمره‌های زیر صدک ۲۵ به عنوان نقطهٔ برش برای تعیین کودکان مبتلا به ناتوانی ریاضی استفاده کردند. دلیل دوم این است که در بسیاری از مطالعات مقایسه‌ای، فرایندهای طبقه‌بندی بر اساس اندازه‌های مختلف انجام شده است. برای مثال، در گروهی از مطالعات توانایی ریاضی کودکان مبتلا به ناتوانی ریاضی و کودکان دارای پیشرفت متوسط بر مبنای اندازه‌های محاسبه و حل مسائل کلامی به دست آمده، در حالی که در پژوهش‌هایی که از آزمون‌های استاندارد سود جسته‌اند، عملیات ریاضی متفاوتی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. بنابراین تعجب‌آور نیست که افراد مختلفی در گروه‌های واجد ناتوانی ریاضی یا توأم با خواندن قرار گیرند و نتایج متفاوتی بر این اساس به دست آید.

همچنین نتایج متفاوت می‌تواند ناشی از سطح تحصیلی گروه گواه باشد. در بسیاری از پژوهش‌ها گروه‌های قوی تحصیلی با گروه‌های ضعیف مقایسه می‌شوند که همین موضوع موجب می‌شود در بسیاری از متغیرها تفاوت معناداری در عملکرد گروه‌ها با گروه عادی دیده شود. اما در مقایسه با گروه متوسط تحصیلی، بسیاری از تفاوت‌ها حذف می‌شوند.

در کل، مقایسه میانگین عملکرد گروه‌ها در مهارت‌های بنیادی مورد بررسی نشان داد که از این مهارت‌ها، متغیری که بیشترین نقش را در بروز ناتوانی ریاضی و ناتوانی توأم دارد، پردازش زمانی ـ شنیداری است که احتمالاً موجب بروز مشکلاتی در پردازش واج‌شناختی نیز می‌شود. همچنین پژوهش حاضر با توجه به حجم اثر متغیرهای ذکر شده در دو گروه مبتلا به ناتوانی به این نتیجه رسید که نارسایی‌های بنیادی ذکر شده در گروه توأم در مقایسه با گروه واجد ناتوانی ریاضی شدت بیشتری دارند که این یافته با نتایج پژوهش لاندرل و دیگران (۲۰۰۹) و سوانسون و جرمن (۲۰۰۶) هماهنگ بود.

به هرحال، نتایج این پژوهش کمک کرد تا گروهی از فرایندهای روان‌شناختی و عصب روان‌شناختی در ارتباط با صلاحیت ریاضی به طور دقیق مورد بررسی قرار گیرند. این یافته‌ها به مشاوران کمک می‌کند تا با نگاهی عمیق‌تر و جامع‌تر، طرح‌های بازپروری فردی‌شده متناسب با نیازهای کودکان مبتلا به ناتوانی ریاضی یا ناتوانی توأم خواندن و ریاضی را ارائه کنند و در نتیجه به نتایج بهتر در مدت زمان کوتاه‌تر دست یابند. پژوهش‌های آتی می‌توانند علاوه بر بررسی مجدد متغیرهای این پژوهش، به نقش مهارت‌های پایه‌ای دیگر در این گروه‌ها و در کودکان مبتلا به ناتوانی خواندن به طور همزمان توجه کنند. همچنین، استفاده از نمرهٔ خرده‌آزمون‌های مختلف در ریاضی در این بررسی‌ها، می‌تواند به شناخت علل زیربنایی کمک بیشتری کنند.

منابع

امین‌زاده، ا. و حسن‌آبادی، ح. (۱۳۸۹). نارسایی‌های شناختی زیربنایی در ناتوانی ریاضی. *فصلنامهٔ روان‌شناسان تحولی، ۶ (۲۳)*، ۲۰۰-۱۸۷.

دادستان، پ. (۱۳۷۹). *اختلال‌های زبان: روش‌های تشخیص و بازپروری (روان‌شناسی مرضی تحولی ۳)*. تهران: سمت.

شهیم، س. (۱۳۷۳الف). *مقیاس تجدید نظرشده هوش وکسلر برای کودکان/انطباق و هنجاریابی* (چاپ سوم). شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.

شهیم، س. (۱۳۷۳ب). بررسی فرم‌های کوتاه مقیاس وکسلر کودکان برای استفاده در ایران. *مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز*، ۹، ۲، ۷۷-۶۷.

کرمی‌نوری، ر. و مرادی، ع. (۱۳۸۷). *آزمون خواندن و نارساخوانی* (چاپ اول). تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم.

هومن، ح. ع. و محمداسماعیل، ا. (۱۳۸۱). *انطباق و هنجاریابی*

آزمون ریاضیات ایران کی‌مت. تهران: انتشارات سازمان آموزش و پرورش کودکان استثنایی.

Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews, 1*, 134-139.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4,* 417–423.

Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory* (pp. 28–61). New York: Cambridge University Press.

Badian, N. A. **(1983).** Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In H. R. Myklebust (Ed.), *Progress in learning disabilities* (Vol. 5, pp. 235–264). New York: Stratton.

Censabella, S., & Noël, M. P. (2008). The inhibition capacities of children with mathematical disabilities. *Child Neuropsychology*, *14,* 1–20.

DeJong, P. F. (2006). Understanding normal and impaired reading development: A working memory deficit. In S. J. Pickering (Ed.), *Working memory and education* (pp. 34–61). San Diego: Elsevier.

Gathercole, S. E., & Adams, A. M. (1994). Children's phonological working memory: Contributions of long term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language, 33*, 672–688.

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from National Curriculum Assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology, 18,* 1–16.

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

Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *37*, 4-15.

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

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

Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology, 38*, 25-33.

Jordan, N. C., Kaplan, D., & Hanich, L. B. (2002). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: Findings of a two-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology, 9*, 586–597.

Koontz, K. L., & Berch, D. B. (1996). Identifying simple numerical stimuli: Processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled children. *Mathematical Cognition, 2*, 1–23.

Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities, 7*, 164–177.

Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with three different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology, 4*,234-244.

Lee, Y., Lu, M., & Ko, H. (2007) . Effects of skill

(2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59,* 745–759.

Stringer, R. (1997). *Adult reading disability and temporal processing deficits*. PhD dissertaton, Department of Human Development and Applied Psychology, Ontario, Institute for Studies in Education of the University of Toronto.

Swanson, H. L. (2011). Working memory, attention, and mathematical problem solving: A longitudinal study of elementary school children. *Journal of Educational Psychology, 35*, 311- 331.

Swanson, H. L., Jerman, O. (2006). Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research*, *76*, 249-274.

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language, 9*, 182-198.

Tallal, P. (1984). Temporal or phonetic processing deficits in dyslexia? That is the question. *Applied Psycholinguistics, 5*, 167-169.

Tallal, P., & Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends in Neurosciences, 29*, 382-390.

Weinberger, N. M., & McKenna, T. M. (1988). Senility of single neurons in auditory cortex to contour: Toward a neurophysiology of music perception. *Music Perception*, *5*, 355-390.

training on working memory capacity. *Learning and Instruction, 17*, 336-344.

McNemar, Q. (1950). An abbreviated Wechsler-Bllevue Scales. *Journal of Clinical Psychology, 14*, 79-81.

Murphy, C. F. B., & Schochat, E. (2009). How auditory temporal processing deficits relate to dyslexia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 42*, 647-654.

Navarro, J. I., Manuel Aguilar, M., Alcalde, C., Ruiz, G., Marchena, E., & Inmaculada Menacho, I. (2011). Inhibitory processes, working memory, phonological awareness, naming speed, and early arithmetic achievement. *The Spanish Journal of Psychology , 14*(2), 580- 588.

Nittrouer, S. (1999). Do temporal processing deficits cause phonological processing problems? *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 42*, 925-942.

Rack, J. P., Snowling, M. J., & Olson, R. K. (1992). The nonword reading deficit in developmental dyslexia: A review. *Reading & Research Quarterly, 27*, 28-53.

Siegel, L. S., & Ryan, E. B. (1988). Development of grammatical-sensitivity, phonological, and short term memory skills in normally achieving and learning disabled children. *Developmental Psychology, 24*, 28-31.

StClair-Thompson, H. L., &. Gathercole, S. E.