

اثر مداخلات عصب روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی

کودکان دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی

دکتر احمد عابدی
عضو هیأت علمی دانشگاه اصفهان

هدف: بررسی اثر مداخلات عصب‌روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی کودکان دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی. جامعه آماری پژوهش را دانش‌آموزان پسر سوم دبستان (سال تحصیلی ۸۹-۸۸) با ناتوانی‌های یادگیری ریاضی تشکیل می‌دادند. برای اجرای این پژوهش، ۳۰ کودک دچار ناتوانی یادگیری ریاضی به شیوه نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چند مرحله‌ای انتخاب و با روش تصادفی در دو گروه آزمایشی (۱۵ نفر) و شاهد (۱۵ نفر) جای داده شدند. **روش:** روش پژوهش آزمایشی بود. برای گروه آزمایش مداخلات عصب‌روان‌شناختی انجام شد. ابزارهای پژوهش آزمون عصب‌روان‌شناختی نپسی، مقیاس هوش کودکان و کسلر، آزمون ازان‌کی‌مت و آزمون عملکرد تحصیلی ریاضی بود. داده‌ها با روش آماری تحلیل کواریانس تجزیه و تحلیل شد. **یافته‌ها:** نتایج پژوهش نشان داد که مداخلات عصب‌روان‌شناختی بر عملکرد تحصیلی این دانش‌آموزان تأثیر دارد. نتیجه‌گیری: مداخلات عصب‌روان‌شناختی همانند مهارت‌های زیربنایی یادگیری ریاضی می‌تواند رویکردی مؤثر در درمان ناتوانی‌های یادگیری ریاضی باشد.

کلیدواژه‌ها: ناتوانی‌های یادگیری ریاضی، مداخلات عصب‌روان‌شناختی، عملکرد تحصیلی

Investigation of Effectiveness of Neuropsychological Interventions for Improving Academic Performance of Children with Mathematics Learning Disabilities

Objective: The aim of the current research was to investigation of efficacy of neuropsychological interventions for improving academic performance of children with mathematics learning disabilities. For this purpose, 30 3rd grade elementary students with math learning disabilities that were selected using multistage random cluster sampling (each group consist of 15 children). The instrument of this research included neuropsychological test of NEPSY, Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC), Keymath test, math academic performance test and Clinical Interview. The design was experimental and neuropsychological interventions was performed in experimental group. Data was analyzed by analysis of Covariance. Findings indicate that neuropsychological interventions can improve academic performance of children with mathematics learning disabilities.

Ahmad Abedi
Isfahan University

Keywords: mathematics learning disabilities, neuropsychological interventions, academic performance

Email: a.abedi@edu.ac.ir

مقدمه

گروه از کودکان در رمزگردانی اطلاعات از حافظه بلندمدت مشکل دارند، احتمالاً در خواندن دچار ناتوانی اند و عملکردشان در ریاضی ضعیف است. دومین نوع ناتوانی مربوط به سرعت پردازش کم و اشتباهات محاسباتی در تکالیف ریاضی است. این گروه از کودکان در حافظه فعال مشکل دارند و به همین دلیل در محاسبات ریاضی از راهبردهای رشد نیافته مانند شمارش با انگشتان دست استفاده می کنند. سومین نوع به صورت ناتوانی در پردازش بینایی - فضایی است که خود را در اطلاعات ریاضی نشان می دهد. گری (۲۰۰۶) با مطالعه صدها کودک دچار ناتوانی یادگیری ریاضی، مدارک قانع کننده ای ارائه داده که نشان می دهد کودکان این گروه در پردازش بینایی - فضایی، سازمان دهی روانی - حرکتی، ادراکی - بینایی و ساخت مفهوم ضعیف اند.

یکی از نتایج نویدبخش پژوهش های انجام شده در زمینه ناتوانی های یادگیری ریاضی، پایداری این نتایج در رابطه بین ویژگی های عصب روان شناختی و مشکلات ریاضی است (هال^{۱۶} و فیرو^{۱۷}، ۲۰۰۴). در سبب شناسی، طراحی و تهیه مداخلات آموزشی، توجه به ویژگی ها و نیم رخ های عصب روان شناختی این کودکان بسیار اهمیت دارد. به نظر هال و فیرو در ایجاد سه مشکل فوق، عوامل شناخت بالقوه عصب روان شناختی دخالت دارند؛ از این رو، در سال های اخیر، درباره ویژگی های عصب روان شناختی کودکان دچار ناتوانی های یادگیری ریاضی مطالعات بسیاری شده است.

یکی از مشکلات این کودکان که توجه پژوهشگران و صاحب نظران را جلب کرده، ضعف کارکردهای اجرایی و توجه آنهاست که تحقیقات بسیاری آن را نشان داده اند (سمرود - کلیکمن^{۱۸} و همکاران، ۱۹۹۲؛ گری، هرد^{۱۹} و هامسون^{۲۰}، ۱۹۹۹؛

ناتوانی های یادگیری ریاضی^۱، در سال ۱۹۸۰، در سومین نسخه راهنمایی تشخیصی و آماری اختلالات روانی^۲ (DSM-III) به عنوان یک اختلال مطرح شد. این اختلال عبارت است از ناتوانی در مهارت های محاسباتی با توجه به ظرفیت هوش و سطح آموزش کودک. این مهارت ها به کمک آزمون های میزان شده فردی اندازه گیری می شود. براساس ویراست چهارم بازنویسی شده راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM-IV-TR)، این کودکان در چهار گروه مهارت های زبانی، ادراکی، ریاضی و توجهی مرتبط با ریاضیات مشکل دارند. به عبارت دیگر، ناتوانی های یادگیری ریاضی اصطلاحی است که برای گستره وسیعی از ناتوانی های دیرپا در حوزه ریاضیات به کار می رود (دوکر^۳، ۲۰۰۵). این اختلال در برخی کودکان از سنین کم شروع می شود، ولی اغلب در دوره دبستان خود را نشان می دهد و تا دوره راهنمایی و دبیرستان نیز ادامه می یابد (گرستن^۴، جوردن^۵ و فلوجو^۶، ۲۰۰۵؛ دوکر، ۲۰۰۵).

صاحب نظران مشکل در شمارش اعداد، مقایسه کمیت ها، تشخیص اعداد و حافظه فعال را از شاخص های معتبر در تشخیص زود هنگام ناتوانی های یادگیری ریاضی کودکان می دانند. فوکس^۷ و فوکس (۲۰۰۵) همه گیری ناتوانی یادگیری ریاضی را در دبستان پنج تا هشت درصد و رضانی (۱۳۸۰) در شهر تهران حدود پنج درصد برآورد کرده اند. در سبب شناسی این اختلال نیز فرضیه هایی مطرح شده که در مجموع می توان به ترکیبی از تأثیرات محیط و ژنتیک اشاره کرد (سیف نراقی و نادری، ۱۳۷۹؛ احدی و کاکاوند، ۱۳۸۲؛ افروز، ۱۳۸۵؛ لرنر^۸، ۱۳۸۴، ترجمه دانش؛ روسولی^۹ و نوئل^{۱۰}، ۲۰۰۷).

مازاکو^{۱۱} (۲۰۰۱) به سه نوع ناتوانی یادگیری ریاضی توجه کرده است که عبارت اند از حافظه معنایی^{۱۲}، روندی^{۱۳}، و بینایی - فضایی^{۱۴}. ناتوانی اول به مشکل بازبانی واقعیات بنیادی ریاضی از حافظه معنایی مربوط می شود. گری^{۱۵} (۲۰۰۴) نشان داده که این

- | | |
|--|---------------------|
| 1- mathematics learning disabilities | |
| 2- Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-third Edition | |
| 3- Dowker | 4- Gersten |
| 5- Jordan | 6- Flojo |
| 7- Fuchs | 8- Lerner |
| 9- Rousselle | 10- Noel |
| 11- Mazzocco | 12- semantic memory |
| 13- procedural | 14- visuospatial |
| 15- Geary | 16- Hale |
| 17- Fiorello | 18- Semrud-Clikeman |
| 19- Hoard | 20- Hamson |

چپ است (لانگدن^{۵۱} و وارینگتون^{۵۲}؛ ۱۹۹۷؛ دیهن و همکاران، ۱۹۹۹؛ ایساک^{۵۳}، ادموندز^{۵۴}، لوکاس^{۵۵} و گادیان^{۵۶}؛ ۲۰۰۱؛ منون، مکنزی^{۵۷}، ریورا^{۵۸} و ریس^{۵۹}؛ ۲۰۰۲؛ هال، فیارلو^{۶۰}، برتین^{۶۱} و شرمان^{۶۲}؛ ۲۰۰۳؛ هال و فیرو، ۲۰۰۴) که ممکن است مربوط به ماهیت تکالیف ریاضی باشد که تفاوت‌های نیمکره‌ای را آشکار می‌سازد؛ به‌طوری که بیماران دچار آسیب نیمکره چپ در محاسبه و بیماران دچار آسیب نیمکره راست فقط در استدلال ریاضی با مشکل مواجه‌اند (لانگدن و وارینگتون، ۱۹۹۷؛ باسو^{۶۳}، برجیو^{۶۴} و کاپورالی^{۶۵}؛ ۲۰۰۰؛ ایساک و همکاران، ۲۰۰۱؛ منون و همکاران، ۲۰۰۲؛ هال و فیرو، ۲۰۰۴ و گری، ۲۰۱۰).

درضمن، مطالعات هال، ناگلیری^{۶۶}، کافمن^{۶۷} و کاواله^{۶۸} (۲۰۰۴) نشان داده که مهارت‌های بینایی - ترسیمی و سرعت پردازش، پیشرفت ریاضی را پیش‌بینی می‌کند، اما بیشتر واریانس

مارشال^۱، شافر^۲، ادونل^۳، الیوت^۴ و هاندورک^۵؛ ۱۹۹۹؛ آکرمن^۶، آنهال^۷ و دیکمن^۸؛ ۲۰۰۱؛ سیدمن^۹، بیدرمان^{۱۰}، مندوکس^{۱۱}، دیل^{۱۲} و فرائه^{۱۳}؛ ۲۰۰۱؛ سمروود - کلیکمن، ۲۰۰۵؛ فلچر^{۱۴}، لیون^{۱۵}، فوکس^{۱۶} و بارنر^{۱۷}؛ ۲۰۰۷؛ ملتزر^{۱۸}؛ ۲۰۰۷؛ مک کلووسکی^{۱۹}، پرکینس^{۲۰} و دیونر^{۲۱}؛ ۲۰۰۹؛ گری، ۲۰۱۰). پژوهش‌های دیگری نیز نشان داده‌اند که دانش آموزان دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی در مهارت‌های زبان از جمله آگاهی واج‌شناسی، نام‌گذاری سریع و خودکار و تولید گفتار مشکلات جدی دارند (گری، ۱۹۹۳؛ بلی^{۲۲} و تورنتون^{۲۳}؛ ۲۰۰۱؛ ۲۰۰۱؛ گری، ۲۰۰۴؛ سوانسون^{۲۴} و جرمن^{۲۵}؛ ۲۰۰۶).

همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند که دانش آموزان دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی، در پردازش بینایی - فضایی (نسبت به گروه عادی) مشکل دارند (رورک^{۲۶}؛ ۱۹۹۳؛ کرونین - کولومب^{۲۷} و براون^{۲۸}؛ ۱۹۹۷؛ دیهن^{۲۹}، اسپلک^{۳۰}، پینل^{۳۱}، استانسکو^{۳۲} و سیوکین^{۳۳}؛ ۱۹۹۹؛ سمروود - کلیکمن، ۲۰۰۵؛ گری، ۲۰۰۶). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که عملکرد این دانش آموزان در کارکردهای حافظه، مثلاً، حافظه فعال، حافظه اسامی، حافظه چهره‌ها، حافظه فعال دیداری - فضایی و حافظه درازمدت (کورکمن^{۳۴} و پسونن^{۳۵}؛ ۱۹۹۴؛ کورکمن و هاکنین - ریهو^{۳۶}؛ ۱۹۹۴؛ مک لین^{۳۷} و هیتچ^{۳۸}؛ ۱۹۹۹؛ هانلی^{۳۹}؛ ۲۰۰۵؛ سوانسون و جرمن، ۲۰۰۶؛ جردن، کاپلان^{۴۰} و هانیچ^{۴۱}؛ ۲۰۰۷ و مایر^{۴۲}، سالیمپور^{۴۳}، وو^{۴۴}، گری و منون^{۴۵}؛ ۲۰۱۰) به‌طور معنادار و در فراگیری و یادآوری مفاهیم ریاضی، برای مثال، واقعیات و اصول ریاضی، مفهوم عدد، شمارش، محاسبه و حل مسأله (هانیچ، جوردن، کاپلان و دیک^{۴۶}؛ ۲۰۰۱؛ جوردن، هانیچ و کاپلان، ۲۰۰۳؛ استیل^{۴۷}؛ ۲۰۰۴؛ فوکس و فوکس، ۲۰۰۵؛ سوانسون، جرمن و زنگ^{۴۸}؛ ۲۰۰۹ و جردن، گلویتینگ^{۴۹} و رامینسی^{۵۰}؛ ۲۰۱۰) ضعیف‌تر از دانش آموزان عادی است.

مطالعات مربوط به نیمکره‌های مغز نیز نشان داده‌اند که ریاضیات تکلیفی دوسویه و نیازمند فعالیت هر دو نیمکره راست و

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1- Marshall | 2- Schafer |
| 3- O'Donnell | 4- Elliott |
| 5- Handwerk | 6- Ackerman |
| 7- Anhalt | 8- Dykman |
| 9- Seidman | 10- Biederman |
| 11- Monuteaux | 12- Doyle |
| 13- Faraone | 14- Fletcher |
| 15- Lyon | 16- Fuchs |
| 17- Barnes | 18- Meltzer |
| 19- McCloskey | 20- Perkins |
| 21- Divner | 22- Bley |
| 23- Thornton | 24- Swanson |
| 25- Jerman | 26- Rourke |
| 27- Cronin- Golomb | 28- Braun |
| 29- Dehaene | 30- Spelke |
| 31- Pinel | 32- Stanesco |
| 33- Tsivkin | 34- Korkman |
| 35- Pesonen | 36- Hakkinen-Rihu |
| 37- McLean | 38- Hitch |
| 39- Hanly | 40- Kaplan |
| 41- Hanich | 42- Meyer |
| 43- Salimpoor | 44- Wu |
| 45- Memon | 46- Dick |
| 47- Steele | 48- Zheng |
| 49- Glutting | 50- Ramineni |
| 51- Langdon | 52- Warrington |
| 53- Isaacs | 54- Edmonds |
| 55- Lucas | 56- Gadian |
| 57- Mackenzie | 58- Rivera |
| 59- Reiss | 60- Fiorello |
| 61- Bertin | 62- Sherman |
| 63- Basso | 64- Burgio |
| 65- Caporali | 66- Naglieri |
| 67- Kaufman | 68- Kavale |

از مجموعه تحقیقات فوق چنین استنباط می شود که کودکان دچار ناتوانی های یادگیری ریاضی، از نظر عملکرد در آزمون های عصب روان شناختی، تفاوت دارند؛ از این رو، هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی اثر مداخلات عصب روان شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی کودکان دچار ناتوانی های یادگیری ریاضی در درس ریاضی است.

روش

روش پژوهش از نوع آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون برای گروه شاهد است. متغیر مستقل، مداخلات عصب روان شناختی و متغیر وابسته، عملکرد تحصیلی ریاضی دانش آموزان دچار ناتوانی یادگیری ریاضی است. جامعه آماری پژوهش دانش آموزان پسر سوم دبستان (سال تحصیلی ۸۹-۸۸) مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی شهر اصفهان بودند و نمونه پژوهش را ۳۰ دانش آموز پسر دچار ناتوانی یادگیری ریاضی تشکیل می دادند. این آزمودنی ها از نواحی مختلف آموزش و پرورش شهر اصفهان با روش نمونه گیری تصادفی خوشه ای چند مرحله ای انتخاب شدند؛ بدین ترتیب که از بین نواحی و مناطق آموزش و پرورش شهر اصفهان پنج ناحیه آموزشی و سپس از هر ناحیه آموزشی دو دبستان به صورت تصادفی انتخاب شدند. در مرحله بعد، از هر دبستان، دو کلاس به صورت تصادفی انتخاب و آزمون کی مت برای تشخیص ناتوانی یادگیری ریاضی اجرا شد (در مجموع ۱۰ دبستان پسرانه و ۲۰ کلاس). سپس ۳۰ نفر که با آزمون کی مت^{۱۱} مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی تشخیص داده شده بودند به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفره (آزمایش و شاهد) قرار داده شدند و روی گروه آزمایش مداخلات عصب روان شناختی (متغیر مستقل) انجام شد.

موفقیت در ریاضی مربوط به حافظه معنایی و حافظه فعال است. این دیدگاه ها این باور را تقویت می کند که ناتوانی های یادگیری ریاضی مبنای چند گانه عصب روان شناختی دارد. همچنین مطالعات جدید تصویربرداری از فرآیندهای عصب روان شناختی در ریاضیات نیز روشن کرده که مناطق پیش پیشانی و آهیانه ای تحتانی (شامل مدار زاویه ای و سوپرا مارژینال)^۱ بیشتر در مهارت های ریاضی درگیرند (هال و همکاران، ۲۰۰۳؛ هال و فیرلو، ۲۰۰۴؛ وارما^۲ و شوارتز^۳، ۲۰۰۷؛ پنینگتون^۴، ۲۰۰۹).

تحقیقات عریضی، عابدی و تاجی (۱۳۸۴)، عابدی (۱۳۸۷)، عابدی، ملک پور، مولوی، عریضی و امیری (۱۳۸۷ الف و ب) و میرمهدی، عزیزاده و سیف نراقی (۱۳۸۸) نشان داده که کودکان دچار ناتوانی های یادگیری، به ویژه دانش آموزان دچار ناتوانی های یادگیری ریاضی، در جنبه های عصب روان شناختی (کارکردهای اجرایی و توجه، زبان، پردازش بینایی-فضایی و حافظه و یادگیری) مشکل دارند و دیگر اینکه نارسایی در مهارت های عصب روان شناختی می تواند ناتوانی های یادگیری کودکان را پیش بینی کند.

تعدادی از محققان (مثلاً، بلگر^۵ و بانیک^۶، ۱۹۹۸؛ بلی و تورنتون، ۲۰۰۱؛ مک لین و هیتچ^۷، ۲۰۰۱؛ ویلسون^۸، ۲۰۰۱؛ وندر اسلویز^۹، دی جنگ^{۱۰} و ندرلیچ^{۱۱}، ۲۰۰۳؛ هال و فیرلو، ۲۰۰۴؛ گرتسن و همکاران، ۲۰۰۵؛ دوکر، ۲۰۰۵؛ سوانسون و جرمن، ۲۰۰۶؛ مک کلو سکی و همکاران، ۲۰۰۹؛ پنینگتون، ۲۰۰۹؛ مایر و همکاران، ۲۰۱۰؛ جردن و همکاران، ۲۰۱۰؛ گری، ۲۰۱۰ و مازاکو و هانیک، ۲۰۱۰) به اثر مداخلات عصب روان شناختی (برای مثال، آموزش و تقویت کارکردهای اجرایی، توجه، مهارت های زبان، پردازش بینایی-فضایی و حافظه فعال) بر بهبود عملکرد تحصیلی کودکان دچار ناتوانی های یادگیری ریاضی اشاره کرده اند. همچنین این پژوهشگران تأکید می کنند که با توجه به اینکه تکالیف ریاضی زیربنای چند گانه عصب روان شناختی دارند، مداخلات عصب روان شناختی باید شامل تمام جنبه ها شود.

1- Angular and supramarginal gyri

2- Varma

4- Pennington

6- Banich

8- Wilson

10- de Joung

12- Keymath

3- Schwartz

5- Belger

7- Hitch

9- Van der Sluis

11- Van der Leij

ابزار پژوهش

۱- **آزمون عصب روان‌شناختی نپسی: آزمون نپسی**^۱ یک ابزار جامع، منعطف و جذاب برای ارزیابی رشد عصب‌روان‌شناختی کودکان پیش‌دبستانی و دبستانی سه تا ۱۲ ساله است. نام نپسی از سرواژه یا کلمه عصب (NE از Neuro) و روان‌شناسی (Psy از Psycholog) گرفته شده است. نسخه نهایی این آزمون که تحول کارکردهای عصب روان‌شناختی کودکان را در پنج حیطه و ۲۵ خرده‌آزمون ارزیابی می‌کند، به وسیله کورکمن، کرک و کمپ در سال ۱۹۹۷ منتشر شده است (کورکمن، کرک^۲ و کمپ^۳، ۱۹۹۸). این حیطه‌ها عبارت‌اند از: (۱) کارکردهای اجرایی/توجه^۴؛ (۲) زبان^۵؛ (۳) کارکردهای حسی- حرکتی^۶؛ (۴) پردازش بینایی - فضایی^۷ و (۵) حافظه و یادگیری^۸. عابدی و همکاران این آزمون را در ۱۳۸۷ در ایران (شهر اصفهان) هنجاریابی کردند. جدول ۱ ضرایب پایایی آزمون نپسی را با روش بازآزمایی، پس از چهار تا پنج هفته، در حیطه‌ها و خرده‌آزمون‌های آن برای کودکان ۱۰ تا ۱۱ ساله نشان می‌دهد. روایی آزمون نپسی با استفاده از روش تحلیل عاملی مناسب بود.

در مورد روایی، پایایی و کاربردهای آزمون نپسی مطالعات بسیاری شده است که برای نمونه می‌توان به مطالعات کورکمن و پسونن (۱۹۹۴)؛ کورکمن و هاگینین-ریهو (۱۹۹۴)؛ کورکمن (۱۹۹۵)؛ کورکمن، لیکانن^۹ و فلمن^{۱۰} (۱۹۹۶)؛ کورکمن (۱۹۹۸)؛ مولنگا^{۱۱}، آهینن^{۱۲} و آرو^{۱۳} (۲۰۰۱)؛ استینت^{۱۴}، اوهلر- استینت^{۱۵}، فوکوآ^{۱۶} و پالمیر^{۱۷} (۲۰۰۲)؛ کورکمن، آتی-رامو^{۱۸}، کوپولهتو^{۱۹} و گرانستورن^{۲۰} (۱۹۹۸)؛ اسمیت^{۲۱} و وودریج^{۲۲} (۲۰۰۴)؛ گارات^{۲۳} و کلی^{۲۴} (۲۰۰۸) و عابدی و همکاران (۱۳۸۷) الف و ب) اشاره کرد.

۲- **آزمون هوش کودکان وکسلر**^{۲۵}: این مقیاس را وکسلر^{۲۶} در سال ۱۹۴۹ تهیه کرد. این آزمون در سال ۱۹۷۴ مورد تجدید نظر قرار گرفت و پس از هنجاریابی، مقیاس هوش تجدیدنظر شده وکسلر کودکان (WISC-R) نام گرفت. شهیم (۱۳۶۴) آن را در ایران هنجاریابی کرده است. پایایی این آزمون در بازآزمایی در

محدوده ۰/۴۴ تا ۰/۹۴ و ضرایب پایایی تنضیف خرده‌آزمون‌ها از ۰/۴۳ تا ۰/۹۴ گزارش شده است. از آزمون هوش کودکان (WISC-R) برای سنجش هوش دو گروه استفاده می‌شود. در تحقیقات مربوط به ناتوانی‌های یادگیری، پس از تشخیص اختلال، گرفتن آزمون هوش از آزمودنی‌ها ضروری است تا مشخص شود مشکل یادگیری آنها ناشی از کم‌هوشی نیست (سیف نراقی و نادری، ۱۳۷۹؛ احدی و کاکاوند، ۱۳۸۲؛ افروز، ۱۳۸۵؛ لرنر، ۱۳۸۴، ترجمه دانش).

۳- **آزمون کی‌مت**^{۲۷}: این آزمون ریاضی را که کانلی^{۲۸} در سال ۱۹۸۸ ساخته از لحاظ موضوع و توالی شامل سه بخش مفاهیم اساسی، عملیات و کاربردهاست. هر بخش به سه یا چهار حیطه تقسیم می‌شود. حوزه مفاهیم/اساسی از سه آزمون فرعی شمارش، اعداد گویا و هندسه؛ حوزه عملیات از جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و محاسبه ذهنی، و حوزه کاربرد از پرسش‌هایی برای اندازه‌گیری، زمان، پول، و تخمین، تفسیر داده‌ها و حل مسأله تشکیل شده است. پایایی این آزمون که محمد اسماعیل و هومن (۱۳۷۸) برای دانش‌آموزان ایرانی ۶/۶ تا ۱۱/۸ ساله هنجاریابی کرده‌اند، به روش آلفای کرونباخ^{۲۹} ۰/۵۷، ۰/۶۲، ۰/۶۷، ۰/۵۶ و ۰/۵۵ گزارش شده است. این آزمون در شناسایی دانش‌آموزان دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی بسیار کاربرد دارد (کانلی، ۱۹۸۸). در این پژوهش نیز برای شناسایی دانش‌آموزان دچار ناتوانی یادگیری ریاضی از این آزمون استفاده شده است.

۴- **آزمون عملکرد تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان سوم دبستان**:

این آزمون را گروه آموزشی پایه سوم دبستان شهر اصفهان برای

1- NEPSY test	2- Kirk
3- Kemp	4- executive functions / attention
5- language	6- sensory – motor functions
7- visuospatial processing	8- memory and learning
9- Liikanen	10- Fellman
11- Mulenga	12- Ahonen
13- Aro	14- Stinnett
15- Oehler-Stinnett	16- Fuqua
17- Palmer	18- Autti-Ramo
19- Koivulehto	20- Granstrom
21- Schmitt	22- Wodrich
23- Garratt	24- Kelly
25- Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised	
26- Wechsler	27- Keymath
28- Connolly	29- Cronbach's alpha

برج، نگهداری و یادآوری جزئیات مربوط به انجام دادن یک تکلیف ریاضی، دسته‌بندی کارت‌ها بر اساس رنگ، شکل و اندازه؛

۳- حافظه کاری: تقویت حافظه شنوایی، حافظه بینایی، تمرینات حافظه شنوایی و بینایی، بازی با تصاویر، اجرای دستورات، نمایش فیلم، حافظه بازشناسی، حافظه یادآوری، فهرست یادگیری، دنبال کردن دستورالعمل‌ها؛

۴- زبان: تقویت توجه شنیداری، تمیز شنیداری، حساسیت شنوایی، آگاهی واج‌شناختی، درک جملات و مسایل، درک مطلب شنیداری، درک لغات و مفاهیم ریاضی؛

۵- پردازش بینایی- فضایی: تقویت هماهنگی حرکت چشم، شناسایی اشکال هندسی، وضعیت در فضا، مسیریابی در مازها، جهت یابی، ادراک شکل، ادراک شکل و زمینه، آگاهی فضایی، کپی کردن یک تصویر از بین تصاویر مختلف.

در پایان هر جلسه آموزشی، تکالیفی نیز برای انجام دادن بعضی تمرین‌ها به والدین داده می‌شد. ضمناً آموزش گروهی (سه نفره) بود و در محل اجرای تحقیق (دبستان بامداد اصفهان) داده می‌شد. در این پژوهش از میانگین و انحراف معیار برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و از تحلیل کواریانس^۱ برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

برای نشان دادن تفاوت گروه‌ها، ابتدا میانگین و انحراف معیار گروه‌های آزمایش و شاهد و سپس تحلیل کواریانس ارائه شده است. جدول ۲ میانگین و انحراف معیار گروه آزمایش و شاهد در حیطه‌های آزمون نپسی را نشان می‌دهد. بر اساس این اطلاعات، میانگین‌های هر دو گروه (آزمایش و شاهد) در حیطه‌های آزمون نپسی کمتر از میانگین هنجار است. آزمون نپسی میانگین و انحراف معیار ۱۰۰ و ۱۵ دارد.

سنجش عملکرد تحصیلی ریاضی تهیه کرده و روایی محتوایی آن را پنج متخصص تأیید کردند. ضریب پایایی این آزمون که شامل هندسه، جمع و تفریق، ضرب و تقسیم، اندازه‌گیری و حل مسأله است، به روش بازآزمایی و آلفای کرونباخ به ترتیب ۰/۸۹۱ و ۰/۸۲۴ به دست آمد.

۵- مصاحبه بالینی: از این ابزار برای تشخیص بالینی ناتوانی یادگیری ریاضی استفاده شد. بدین منظور یک روان‌شناس بالینی با دانش آموزانی که با آزمون ایران کی‌مت مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی تشخیص داده شده بودند، مصاحبه کرد تا از نبود یک اختلال دیگر اطمینان حاصل کند. اجماع دو ابزار معیار تشخیص پژوهش حاضر بود.

روش اجرا

پس از اجرای پیش‌آزمون، برای تقویت و آموزش جنبه‌های عصب‌روان‌شناختی (توجه، کارکردهای اجرایی، زبان، پردازش بینایی- فضایی و حافظه کاری) مداخلات عصب‌روان‌شناختی بر پایه ترکیبی از برنامه‌های آموزشی کورکن و همکاران (۱۹۹۸)، بلی و تورنتون (۲۰۰۱) و گری (۲۰۱۰) طراحی و اجرا شد. مداخلات عصب‌روان‌شناختی در ۲۴ جلسه یک ساعته (هفته‌ای سه جلسه) انجام شد. آموزش گروه آزمایش سه ماه طول کشید. برای آموزش کودکان از دو کارشناس ارشد روان‌شناسی کودکان استثنایی کمک گرفته شد که در طی چند جلسه به طور کامل آموزش دیده و با یکدیگر کاملاً هماهنگ شده بودند.

زیربنای مداخلات عصب‌روان‌شناختی فعالیت‌هایی است که موجب تحریک و تقویت پیوندهای عصب‌روان‌شناختی کودک می‌شود. این فعالیت‌ها شامل این مواردند:

۱- تقویت توجه: توجه شنیداری، توجه بینایی، حرکات موزون، نگهداری و تغییر توجه، بازی با عروسک و کارت‌های شلوغ؛

۲- کارکردهای اجرایی در سطح برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی: برنامه‌ریزی برای یک هدف کوتاه‌مدت، طراحی با مکعب‌ها، ساختن

1 - Analysis of Covariance

جدول ۱- ضرایب پایایی به روش بازآزمایی حیطه‌ها و خرده‌آزمون‌های نپسی برای کودکان سنین ۱۱ تا ۱۰ سال

ضرایب پایایی	حیطه‌های آزمون نپسی	ضرایب پایایی	حیطه‌های آزمون نپسی
۰/۸۸	کارکردهای های حسی حرکتی	۰/۸۵	کارکردهای اجرایی / توجه
۰/۹۰	ضربه سر انگشت	۰/۸۹	ساختن برج
۰/۸۹	تقلید وضعیت دست	۰/۸۲	توجه شنیداری
۰/۷۰	دقت حرکتی بینایی	۰/۷۵	حالت (مجسمه)
۰/۶۸	توالی حرکت دست	۰/۶۹	توجه بینایی
۰/۹۱	تشخیص انگشت	۰/۶۵	روانی طرح
۰/۸۲	پردازش بینایی - فضایی	۰/۶۳	کوبیدن ضربه زدن
۰/۸۹	کپی برداری از طرح	۰/۹۱	زبان
۰/۷۶	جهت نماها (پیکان‌ها)	-	نامیدن اعضاء بدن
۰/۷۵	ساختن بلوک‌ها	۰/۹۲	پردازش واج شناختی
۰/۹۰	مسیر یابی	۰/۷۸	نام بردن سریع
۰/۷۶	حافظه و یادگیری	۰/۸۶	درک دستورات
۰/۹۳	حافظه چهره‌ها	۰/۸۸	روانی کلامی
۰/۷۹	حافظه اسامی	۰/۸۱	توالی های دهانی حرکتی
۰/۸۴	حافظه داستانی		
۰/۷۵	تکرار جملات		

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار دو گروه آزمایش و شاهد در حیطه‌های آزمون نپسی

گروه شاهد		گروه آزمایش		حیطه‌های آزمون نپسی
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۱۳/۸۶	۸۵/۲۳	۱۴/۳۱	۸۶/۳۶	کارکردهای اجرایی/توجه
۱۵/۰۲	۸۹/۳۵	۱۴/۶۴	۸۷/۳۲	زبان
۱۵/۱۱	۹۷/۸۵	۱۵/۱۴	۹۷/۴۱	کارکردهای حسی - حرکتی
۱۴/۳۷	۹۲/۷۸	۱۴/۵۲	۹۲/۳۸	پردازش بینایی - فضایی
۱۴/۱۸	۸۵/۴۲	۱۴/۶۵	۸۸/۶۵	حافظه و یادگیری

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار گروه‌های آزمایش و شاهد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد تحصیلی ریاضی

پس‌آزمون		پیش‌آزمون		شاخص آماری
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۱/۴۱	۱۳/۸۶	۱/۳۷	۶/۸۰	گروه آزمایش
۱/۹۵	۶/۹۵	۱/۵۶	۶/۸۵	گروه شاهد

جدول ۴- خلاصه نتایج تحلیل کواریانس مربوط به تأثیر مداخلات عصب‌روان‌شناختی بر عملکرد تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی

منابع	شاخص آماری	مجموع	درجه آزادی	میانگین	F	سطح	مجذور اتا	توان
		مجذورات		مجذورات		معناداری		
پیش‌آزمون		۰/۱۲۲	۱	۰/۱۲۲	۰/۰۸	۰/۷۷۹	۰/۰۰۳	۰/۰۵۹
گروه		۳۰۵/۵۴	۱	۳۰۵/۵۴	۲۰۰/۱۸	۰/۰۰۱	۰/۸۸	۱۰۰
خطا		۴۱/۲۱	۲۷	۱/۵۲	-	-	-	-

عملکرد ریاضی دانش آموزان دبستانی دچار ناتوانی یادگیری ریاضی تأثیر داشته است. لذا، یافته‌های پژوهش زمینه‌چنین استنباطی را فراهم می‌کند که ریاضیات تکلیفی دوسویه و نیازمند فعالیت هر دو نیمکره (راست و چپ) است و این باور را قوت می‌بخشد که ناتوانی‌های دانش آموزان در یادگیری ریاضی مبنای چندگانه عصب‌روان‌شناختی دارد و از این رو مستلزم بررسی همه جانبه جنبه‌های عصب‌روان‌شناختی و مداخلات چندبعدی عصب‌روان‌شناختی است.

نتایج پژوهش با یافته‌های تحقیقات بلگر و بانچ (۱۹۹۸)، گری و همکاران (۱۹۹۹)، مارشال و همکاران (۱۹۹۹)، آکرمن و همکاران (۲۰۰۱)، بلی و تورنتون (۲۰۰۱)، مک لین و هیچ (۲۰۰۱)، سوانسون و ویلسون (۲۰۰۱)، وندر اسلویز و همکاران (۲۰۰۳)، هال و فیرو (۲۰۰۴)، گرسن و همکاران (۲۰۰۵)، دوکر (۲۰۰۵)، گری (۲۰۰۶)، سوانسون و جرمن (۲۰۰۶)، مک کلوکی و همکاران (۲۰۰۹)، پنیگتون (۲۰۰۹)، گری (۲۰۱۰)، مایر و همکاران (۲۰۱۰)، جردن و همکاران (۲۰۱۰) و مازاکو و هانیچ (۲۰۱۰) همسوست. این محققان، در تحقیقات خود نشان داده‌اند که مداخلات عصب-روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی ریاضی کودکان دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی تأثیر دارد. آنها گزارش کرده‌اند که عملکرد کودکان دبستانی دچار ناتوانی‌های یادگیری ریاضی در آزمون‌های عصب‌روان‌شناختی (توجه، کارکردهای اجرایی، پردازش بینایی-فضایی و حافظه) به طور چشمگیری ضعیف‌تر از کودکان عادی است. مطالعات فوق نشان داده‌اند که نقص مهارت‌های عصب‌روان‌شناختی کودکان تا حدود زیادی عملکرد ریاضی آنها را در مدرسه پیش‌بینی می‌کند. این مهارت‌ها، فرآیندهای درونی هستند که کودکان هنگام انجام دادن تکالیف یادگیری، برای یادگیری، کنترل و نظارت از آنها استفاده می‌کنند.

در تبیین یافته‌های پژوهش می‌توان گفت که کودکان برای انجام دادن تکالیف ریاضی باید بر مجموعه‌ای از مهارت‌ها که وجوه عصب‌روان‌شناختی همچون توجه، کارکردهای اجرایی، زبان، پردازش بینایی-فضایی و حافظه هستند، مسلط باشند. این

جدول ۳ میانگین و انحراف معیار گروه آزمایش و شاهد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد تحصیلی ریاضی را نشان می‌دهد. بر اساس این اطلاعات، میانگین‌های گروه آزمایش پس از مداخلات عصب‌روان‌شناختی افزایش یافته است.

جدول ۴ نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن نمرات پیش-آزمون به عنوان متغیر همپراش (کمکی)، مداخلات عصب‌روان‌شناختی به تفاوت معنادار بین گروه آزمایش و شاهد منجر شده است ($p < 0/001$). میزان تأثیر ۰/۸۸ بوده است؛ یعنی ۸۸ درصد واریانس پس‌آزمون (عملکرد تحصیلی ریاضی) به مداخلات عصب‌روان‌شناختی برمی‌گردد. توان آماری ۱۰۰ نیز نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه است. بنابراین، از جدول ۴ نتیجه گرفته می‌شود که مداخلات عصب‌روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری ریاضی تأثیر داشته است.

نتیجه‌گیری

فرض رویکرد عصب‌روان‌شناختی عبارت است از توانایی ذهنی برقراری یک رابطه علت و معلولی بین محل خطای مغزی و انحراف در توانایی ریاضیات دانش‌آموز. متخصصان اعصاب و روان برای تفکیک نواحی خاص تلاش می‌کنند تا نشان دهند کدام یک از بخش‌ها مسؤول عملکرد ریاضی فراگیرانی است که در ریاضیات مشکل دارند. سپس، با همکاری متخصصان ناتوانی‌های یادگیری و عصب‌روان‌شناس، مجموعه مداخلات عصب‌روان‌شناسی را طراحی می‌کنند.

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر مداخلات عصب‌روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان دچار ناتوانی یادگیری ریاضی بود. نتایج تحلیل کواریانس نشان داد که با در نظر گرفتن نمرات پیش‌آزمون، به عنوان متغیر همپراش (کمکی)، مداخلات عصب‌روان‌شناختی (تقویت توجه کارکردهای اجرایی در سطح برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی، حافظه کاری، مهارت‌های زبان و پردازش بینایی-فضایی) برافزایش و بهبود

در این راستا، توجه به مداخلات عصب‌روان‌شناختی به مثابه مهارت‌های زیربنایی یادگیری ریاضی می‌تواند رویکردی مؤثر در درمان ناتوانی‌های یادگیری ریاضی باشد. آزمون‌های عصب‌روان‌شناختی نیز می‌توانند دربارهٔ ناکارآمدی‌های زیربنایی (نقص در کارکردهای اجرایی، نقص توجه، ضعف پردازش بینایی - فضایی، اختلال زبان، مشکل حافظه) که ممکن است بر یادگیری ریاضی تأثیر بگذارند، اطلاعات باارزشی فراهم کنند. یک متخصص تعلیم و تربیت یا روان‌شناس باید در آموزش و درمان ناتوانی‌های یادگیری همهٔ زمینه‌های عصب‌روان‌شناختی را بررسی کند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر دربارهٔ جنبه‌های عصب‌روان‌شناختی کودکان دبستانی مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضی، می‌توان با استفاده از ابزارهای معتبر این جنبه‌ها را سنجید و ارزیابی کرد و بدین وسیله کودکانی را که در معرض خطر ناتوانی یادگیری هستند، شناخت و برای آنها برنامه‌های مداخله‌ای مناسب طراحی کرد. در این مورد، آزمون عصب‌روان‌شناختی نپسی که برای اولین بار در ایران هنجاریابی و در این پژوهش معرفی شد، ابزار بسیار مناسبی برای تشخیص جنبه‌های عصب‌روان‌شناختی کودکان دبستانی است.

نکتهٔ بسیار مهم در تدوین مداخلات عصب‌روان‌شناختی این است که ناتوانی یک کودک در ریاضی می‌تواند به چند جنبه از مهارت‌های عصب‌روان‌شناختی او، همچون توجه، کارکردهای اجرایی، پردازش بینایی - فضایی، زبان و حافظه مربوط باشد؛ مثلاً، ممکن است مشکلات حافظه اساساً یک مسألهٔ ثانوی باشد. در این پژوهش تلاش شد مداخلات عصب‌روان‌شناختی تمام جنبه‌های عصب‌روان‌شناختی را دربرگیرد.

مهارت‌ها حاصل تجربه، آموزش و یادگیری‌اند. بیشتر کودکان این مهارت‌ها را به صورت خودکار انجام می‌دهند، در حالی که کودکان دچار ناتوانی یادگیری ریاضی هنگام کاربست این مهارت‌ها در یادگیری با مشکل مواجه می‌شوند و باید در این زمینه آموزش ببینند.

همچنین براساس این نوع پژوهش‌ها می‌توان متغیرهای عصب‌روان‌شناختی را حداقل پیش‌بینی کنندهٔ پیشرفت ریاضی دانست، چون حتی اگر نتوانند به تنهایی نمرهٔ هوشی را تصریح کنند وقتی به نمره‌های بهرهٔ هوشی اضافه شوند، پیش‌بینی صحیحی خواهند داشت. به عبارت دیگر، شناسایی اینکه دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی‌های یادگیری ریاضی در جنبه‌های عصب‌روان‌شناختی چه مشکلاتی دارند، می‌تواند در فهم نوع مشکل یا طراحی و تدوین برنامه‌های آموزشی مناسب به مجموعهٔ آموزش و پرورش کمک کند.

این یافته‌ها ضمن اینکه در زمینهٔ شیوه‌های ارزیابی و مداخلات عصب‌روان‌شناختی به منظور بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دلایل چشمگیری فراهم می‌آوردند، به این نکته نیز اشاره می‌کنند که در فرآیند محاسبات ریاضی، مناطق مختلف مغزی عملکردهای متفاوتی دارند و کودکان برای حل مسایل ریاضی از یک روش استفاده نمی‌کنند. اگر برای حل مسایل ریاضی متفاوت مناطق مغزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و سطوح توانایی کودکان نیز متفاوت است، پس ممکن است کودکان از راه‌های گوناگون به پاسخ برسند. بدیهی است که مدت تکمیل این روش‌ها نیز فرق می‌کند. با این استدلال ممکن است خطای ریاضی کودکان نیز از الگوهای متفاوتی پیروی کند، بنابراین کسب اطمینان از فهم نیازها و استعداد‌های ریاضی هر کودک نیازمند بررسی همه جانبه است. در این مورد پیشنهاد می‌شود مدیران و معلمان دبستان با همکاری متخصصان، محیط‌های آموزشی غنی همراه با بازی‌های آموزشی طراحی کنند تا پیش‌نیازهای یادگیری ریاضی کودکان همچون کارکردهای اجرایی، توجه، پردازش بینایی - فضایی، زبان و حافظه بیشتر تقویت شود و بهبود یابد.

منابع

- احدی، ح.، و کاکاوند، ع. ر. (۱۳۸۲). اختلال‌های یادگیری. تهران: نشر ارسباران.
- افروز، غ. ع. (۱۳۸۵). اختلالات یادگیری. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- رمضانی، م. (۱۳۸۰). بررسی میزان شیوع حساب نارسایی در دانش آموزان پایه های چهارم و پنجم مدارس تهران. تهران: پژوهشکده کودکانی استثنایی.
- سیف نراقی، م.، و نادری، ع. ا. (۱۳۷۹). نارسایی های ویژه در یادگیری. تهران: انتشارات مکیال.
- شهیم، س. (۱۳۶۴). انطباق و هنجاریابی آزمون هوش کودکان و کسلسر. شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.
- عابدی، ا. (۱۳۸۷). پیشایندهای شناختی و عاطفی یادگیری ریاضی در کودکان. دهمین کنفرانس آموزش ریاضی کشور، یزد.
- عابدی، ا.، ملک پور، م.، مولوی، ح.، عریضی، ح. ر.، و امیری، ش. (۱۳۸۷الف). مقایسه ویژگی های عصب روان شناختی کودکان خردسال با ناتوانی های یادگیری عصب روانشناختی / تحولی و عادی پیش از دبستان. فصلنامه علمی پژوهشی حیطه کودکان استثنایی، ۸ (۲۷)، ۱۸-۱.
- عابدی، ا.، ملک پور، م.، مولوی، ح.، عریضی، ح.، و امیری، ش. (۱۳۸۷ب). مقایسه کارکردهای اجرایی و توجه در کودکان پیش دبستانی دچار ناتوانی های عصب روان شناختی / تحولی با کودکان عادی. فصلنامه علمی پژوهشی تازه های علوم شناختی، ۱۰ (۲)، ۴۹-۳۸.
- عریضی، ح.، عابدی، ا.، و تاجی، م. (۱۳۸۴). رابطه ی میان توانایی شمارش، توجه بینایی، درک شنوایی و دانش فرا شناختی با شایستگی ریاضی در کودکان پیش دبستانی شهر اصفهان. فصلنامه نوآوری های آموزشی، ۱۲، ۱۴۷-۱۳۳.
- لرنز، ژ. (۱۳۸۴). ناتوانی های یادگیری (نظریه ها، راهبردها و روش ها) (ترجمه ع. دانش). تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- محمد اسماعیل، ا.، و هومن، ح. ع. (۱۳۸۱). انطباق و هنجاریابی آزمون ریاضیات ایران کی مت. فصلنامه پژوهش در حیطه کودکان استثنایی، ۴، ۳۳۲-۳۲۳.
- میر مهدی، س. ر.، عزیزاده، ح.، و سیف نراقی، م. (۱۳۸۸). تاثیر آموزش کارکردهای اجرایی بر عملکرد ریاضیات و خواندن دانش آموزان دبستانی با ناتوانی های یادگیری ویژه. فصلنامه پژوهش در حیطه کودکان استثنایی، ۹ (۱)، ۱۲-۱.

Ackerman, P. T., Anhalt, J. M., & Dykman, R. A. (2001). Arithmetic automatization failure in children with attention and reading disorders: Associations and sequelae. *Journal of Learning Disabilities, 19*(4), 222-232.

Basso, A., Burgio, F., & Caporali, A. (2000). Acalculia, aphasia and spatial disorders in left and right brain-damaged patients. *Cortex, 36*(2), 265-280.

Belger, A., & Banich, M. T. (1998). Costs and benefits of integrating information between the cerebral hemispheres: A computational perspective. *Neuropsychology, 12*(3), 380-398.

Bley, N. S., & Thornton, C. A. (2001). Anchoring adolescents understanding of math concepts in rich problem-solving environments. *Remedial and Special Education, 22*(5), 299-314.

Connolly, A. J. (1988). *Keymath-revised: A diagnostic inventory of essential mathematics*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.

Cronin-Golomb, A., & Braun, A. E. (1997). Visuospatial dysfunction and problemsolving in Parkinson's disease. *Neuropsychology, 11*(1), 44-52.

Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking:

Behavioral and brain-imaging evidence. *Science, 284*(5416), 970-974.

Dowker, A. (2005). Early identification and intervention for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 38*(4), 324-332.

Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., & Barnes, M. A. (2007). *Learning disabilities: From identification to intervention*. New York: Guilford Press.

Fuchs, L. S., & Fuchs, D. (2005). Mathematical problem-solving profiles of students with mathematics disabilities with and without comorbidity reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 35*(6), 563-574.

Garratt, L. C., & Kelly, T. P. (2008). To what extent does bilingualism affect children's performance on the NEPSY? *Child Neuropsychology, 14*, 71-81.

Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin, 114*(2), 345-352.

Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 37*(1), 4-15.

Geary, D. C. (2006). Role of cognitive theory in the study of learning of learning disability in mathematics. *Journal of Learning Disabilities, 38*(4), 305-307.

- Geary, D. C. (2010). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences, 20*(2), 130-133.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., & Hamson, C. O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology, 74*, 213-239.
- Gersten, R., Jordan, N., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 38*(4), 293-304.
- Hale, J. B., & Fiorello, C. A. (2004). *School neuropsychology: A practitioner's handbook*. New York: Guilford Press.
- Hale, J. B., Fiorello, C. A., Bertin, M., & Sherman, R. (2003). Predicting math achievement through neuropsychological interpretation of WISC-III variance components. *Journal of Psychoeducational Assessment, 21*(4), 358-380.
- Hale, J. B., Naglieri, J. A., Kaufman, A. S., & Kavale, K. A. (2004). Specific learning disability classification in the new individuals with disabilities education act: The danger of good ideas. *The School Psychologist, 58*(1), 6-14.
- Hanich, L., B. Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performances across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology, 93*(3), 615-626.
- Hanly, T. V. (2005). Commentary on early identification and intervention for students with mathematical difficulties: Make sense-do the math. *Journal of Learning Disabilities, 38*(4), 346-349.
- Isaacs, E. B., Edmonds, C. J., Lucas, A., & Gadian, D. G. (2001). Calculation difficulties in children with very low birthweight. *Brain, 124*(9), 1701-1707.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences, 20*(2), 82-88.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development, 74*(3), 834-850.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., & Hanich, L. B. (2007). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: Findings of a two-year longitudinal study. *Journal of Education Psychology, 94*(3), 569-597.
- Korkman, M. (1988). *NEPSY. A proposed neuropsychological test battery for young developmentally disabled children: Theory and evaluation*. Academic dissertation. University of Helsinki. 114p.
- Korkman, M. (1995). A test-profile approach in analyzing cognitive disorders in children: Experiences of the NEPSY. In M. G. Tramontana & S. R. Hooper (Eds.), *Advances in child neuropsychology* (pp. 84-116). New York: Springer-Verlag.
- Korkman, M., & Hakkinen-Rihu, P. (1994). A new classification of deamong clinic-referred children. *Journal of Abnormal Child Psychology, 18*, 29-45.
- Korkman, M., & Pesonen, A. E. (1994). A comparison of neuropsychological test profiles of children with attention deficit-hyperactivity disorder and/or learning disorder. *Journal of Learning Disabilities, 27*(6), 383-392.
- Korkman, M., Autti-Ramo, I., Koivulehto, H., & Granstrom, M. L. (1998). Neuropsychological effects at early school age of fetal alcohol exposure of varying duration. *Child Neuropsychology (Neuropsychology, Development and Cognition: Section C), 4*(3), 199-212.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (1998). *NEPSY: A developmental neuropsychological assessment*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Korkman, M., Liikanen, A., & Fellman, V. (1996). Neuropsychological consequences of very low birth weight and asphyxia at term: Follow-up until school-age. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 18*(2), 220-233.
- Langdon, D. W., & Warrington, E. K. (1997). The abstraction of numerical relations: A role for the right hemisphere in arithmetic? *Journal of the International Neuropsychological Society, 3*(3), 260-268.
- Marshall, R. M., Schafer, V. A., O'Donnell, L., Elliott, J., & Handwerk, M. L. (1999). Arithmetic disabilities and ADD subtypes: Implications for DSM-IV. *Journal of Learning Disabilities, 32*(3), 239-247.
- Mazzocco, M. M. M. (2001). Math learning disability and math LD subtypes: Evidence from studies of Turner syndrome, fragile X syndrome, and neurofibromatosis type 1. *Journal of Learning Disabilities, 34*(6), 520-533.
- Mazzocco, M. M. M., & Hanich, L. B. (2010). Math achievement, numerical processing, and executive functions in girls with Turner Syndrome (TS): Do girls

- with Turner syndrome have math learning disability? *Learning and Individual Differences*, 20(2), 70-81.
- McCloskey, G., Perkins, L., & Divner, B. (2009). *Assessment and intervention for executive function difficulties*. New York: Routledge Press.
- McLean, J. F., & Hitch, G. H. (1999). Working memory impairments in children with specific mathematics learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 240-260.
- McLean, K., & Hitch, J. (2001). Executive functions in student with and without mathematics disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 214-225.
- Meltzer, L. (Ed.) (2007). *Executive function in education: From theory to practice*. New York: Guilford Press.
- Menon, V., Mackenzie, K., Rivera, S. M., & Reiss, A. L. (2002). Prefrontal cortex involvement in processing incorrect arithmetic equations: Evidence from event-related fMRI. *Human Brain Mapping*, 16(2), 119-130.
- Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematical achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 101-109.
- Mulenga, K., Ahonen, T., & Aro, M. (2001). Performance of Zambian children on the NEPSY: A pilot study. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 375-383.
- Pennington, B. F. (2009). *Diagnosing learning disorders: A neuropsychological framework*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B. P. (1993). Arithmetic disabilities, specific and other wise: A neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, 26(4), 214-226.
- 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(3), 361-365.
- Schmitt, A. J., & Wodrich, D. L. (2004). Validation of a developmental Neuropsychological Assessment (NEPSY) through comparison of neurological, scholastic concerns, and control groups. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(8), 1077-1093.
- Seidman, L. J., Biederman, J., Monuteaux, M. C., Doyle, A., & Faraone, S. V. (2001). Learning disabilities and executive dysfunction in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 15(4), 544-556.
- Semrud-Clikeman, M. (2005). Neuropsychological aspects for evaluating disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(6), 563-568.
- Semrud-Clikeman, M. S., Biederman, J., Sprich-Buckminster, S., Krifcher, B., Norman, D., & Faraone, S. (1992). Comorbidity between ADHD and learning disability: A review and report in a clinically referred sample. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 31(3), 439-448.
- Steele, M. M. (2004). Making the case for early identification and intervention for young children at risk for learning disabilities. *Children Education Journal*, 32(2), 75-79.
- Stinnett, T. A., Oehler-Stinnett, J., Fuqua, D. R., & Palmer, L. S. (2002). Examination of the underlying structure of the NEPSY: A developmental neuropsychological assessment. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 20(1), 66-82.
- Swanson, H. L., & Wilson, K. M. (2001). Are mathematics disabilities due to a domain-general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities*, 34(3), 237-248.
- Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2009). Math disabilities and reading disabilities: Can they be separated? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 175-196.
- Swanson, H. L., & Jerman, O. (2006). Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research*, 76(2), 249-274.
- Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2003). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(3), 239-266.
- Varma, S., & Schwartz, D. L. (2007). Beyond dyscalculia: The neural bases of elementary school mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 39(8), 371-379.
- Wilson, K. M. (2001). Are mathematics disabilities due to a domain-general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities*, 34(3), 237-248.