

# اثربخشی مداخله بازتوانی شناختی رایانه محور بر کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه کاری دانش آموزان با اختلال یادگیری ریاضی

کامبیز پوشنه<sup>۱</sup>، علی شریفی<sup>۲</sup>، نگین معتمدیگانه<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۳

تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۲۳

## چکیده

پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی مداخله بازتوانی شناختی رایانه محور بر کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه کاری دانش آموزان با اختلال یادگیری ریاضی انجام شده است. روش پژوهش از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی دانش آموزان با اختلال ریاضی شهر تهران بودند که از بین آنان تعداد ۲۲ دانش آموز با اختلال ریاضی به روش نمونه گیری در دسترس از مدارس ابتدایی مناطق ۱ و ۳ شهر تهران انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه گواه (۱۲) و آزمایش (۱۰) قرار داده شدند. گروه آزمایش در ۲۵ جلسه ۶۰-۴۵ دقیقه‌ای طی ۶ هفته به وسیله نرم افزار Brain ware safari آموزش دیدند. ابزارهای پژوهش شامل آزمون ریاضی ایران کی‌مت، آزمون هوش ریون و نرم افزار آزمون علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی بود. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره نشان داد که مداخله شناختی رایانه محور بر کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه کاری دانش آموزان با اختلال ریاضی تأثیر مثبت داشته است. از این رو به نظر می‌رسد که برنامه‌های مداخله شناختی رایانه محور می‌تواند بهبود عملکرد حافظه کاری و کارکردهای اجرایی را در پی داشته باشد.

واژگان کلیدی: دانش آموزان با مشکلات ریاضی، تمرین رایانه‌ای شناختی، حافظه کاری، کارکردهای اجرایی

---

۱. دانشیار گروه روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

poushaneh@hotmail.com

۲. دانشجوی دکتری روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی دانشگاه علامه طباطبائی تهران (نویسنده مسئول)

sharifi931@atu.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی دانشگاه تهران negin.motamed@ut.ac.ir

## مقدمه

اصطلاح اختلال یادگیری ویژه به مشکلاتی در عملکرد مغز و دستگاه عصبی اشاره دارد که همزمان با رشد فرد بر هیجان، توانایی یادگیری و حافظه تأثیر منفی می‌گذارند. انجمن روانپزشکی آمریکا<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) اختلال خواندن، اختلال نوشتن و اختلال ریاضی را تحت عنوان اختلال یادگیری ویژه با مشخصه‌ی خواندن، نوشتن یا ریاضی معرفی می‌کند. در این میان اختلال یادگیری ویژه با مشخصه ریاضی به افرادی اشاره دارد که در انجام دادن محاسبات ریاضی در سطحی بسیار پایین‌تر از سن تقویمی، هوشبهر و سوابق تحصیلی خود عمل کرده و در برخی مهارت‌های مرتبط با عملکرد ریاضی مانند درک مسائل ریاضی، فهم اصطلاحات ریاضی، تشخیص و خواندن اعداد کتبی، حل معادله‌های ریاضی و یادآوری چگونگی انجام عملیات ریاضی نارسایی دارند. تخمین زده می‌شود که حدود یک درصد کودکان دبستانی اختلال یادگیری ویژه با مشخصه مشکل ریاضی دارند (انجمن روانپزشکی آمریکا، ۲۰۱۳).

طی دو دهه اخیر پژوهش‌های بسیاری بر رابطه بین نارسایی در یادگیری ریاضی و ضعف در کارکردهای اجرایی و حافظه کاری تأکید داشته‌اند (بوتگ، هنریشز، چان و سرلین<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱؛ گری، ۲۰۰۴؛ راسل و نوئل<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷؛ کورکمن و پسونن<sup>۴</sup>، ۱۹۹۴؛ سوانسون و سیگل<sup>۵</sup>، ۲۰۰۱؛ سوانسون، کوچران و اویرس<sup>۶</sup>، ۱۹۹۰؛ گری، همسون و هوارد<sup>۷</sup>، ۲۰۰۰). از دیدگاه نظری کارکردهای اجرایی به مجموعه‌ای از توانایی‌ها برای عملکرد مفید و مناسب برای تفکر به صورت انتزاعی، برنامه‌ریزی، توالی، نظارت و بازداری رفتارهای پیچیده و هدف‌دار گفته می‌شود (لزاک، هویسون و لورینگ<sup>۸</sup>، ۲۰۰۴). هرچند بین پژوهشگران در مورد مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی اتفاق نظر کلی وجود ندارد، اما سه مؤلفه‌ی حافظه‌ی کاری، برنامه‌ریزی و

1. American Psychiatric Association
2. Bottge, Heinrichs, Chan & Serlin
3. Rousselle & Noël
4. Korkman & Pesonen
5. Swanson & Siegel
6. Cochran & Ewers
7. Hamson & Hoard
8. Lezak, Howieson & Loring

بازداری<sup>۱</sup> به عنوان مؤلفه‌های اصلی کارکردهای اجرایی مورد توافق اکثر پژوهشگران است (گیویا و ایسکیوت<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ ولش و پنینگتون<sup>۳</sup>، ۱۹۸۸؛ پنینگتون و اوزونف<sup>۴</sup>، ۱۹۹۶؛ لزاک، هویسون، لورینگ، ۲۰۰۴؛ دنکلا<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷؛ بارکلی<sup>۶</sup>، ۱۹۹۷، ۲۰۰۶؛ نیگ<sup>۷</sup>، ۲۰۰۶). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بین ۳۰ تا ۵۰ درصد کودکان با اختلال یادگیری مشکلات قابل توجهی در زمینه کارکردهای اجرایی دارند (نیگ، ۲۰۰۶؛ ویلکات<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). برای مثال علیزاده و سلطانی (۱۳۸۳) بیان کرده‌اند که دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی در کارکردهای بازداری، تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی، ضعیف‌تر از دانش‌آموزان بدون اختلال ریاضی هستند.

در حیطه اختلال یادگیری علاوه بر اهمیت کارکردهای اجرایی می‌توان به نقش حافظه کاری نیز به عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم کارکردهای اجرایی اشاره کرد. حافظه کاری به عنوان نظام جامعی که خرده نظام‌ها و عملکردهای حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت را به هم متصل می‌سازد، در نظر گرفته می‌شود (بدلی<sup>۹</sup>، ۱۹۹۲) و بدلی (۲۰۰۷). یافته‌های پژوهشی به رابطه بین حافظه کاری و عملکرد دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی اشاره کرده‌اند. برای مثال کورکمن و پسونن (۱۹۹۴) هانلی<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۵) سوانسون و جرمن<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۶) راسل و نونل (۲۰۰۷) کورکمن و هاکینن-ریهو<sup>۱۲</sup> (۲۰۱۰) نشان داده‌اند که کودکان با ناتوانی ریاضی در حافظه کاری، حافظه‌ی اسامی، چهره‌ها و به‌ویژه حافظه‌ی دیداری-فضایی و حافظه بلندمدت عملکرد پایین‌تری نسبت به دانش‌آموزان عادی دارند. همچنین، دی‌آمیگو و گوآرنرا<sup>۱۳</sup> (۲۰۰۵) بیان کرده‌اند که حافظه

1. Working memory, Planning & Inhibition
2. Gioia & Isquith
3. Welsh & Pennington
4. Ozonoff
5. Denckla
- 6 . Barkely
- 7 . Nigg
8. Willcutt & etal
9. Baddeley
10. Hanly
11. Jerman
12. Hakkinen-Rihu
- 13 . D'Amico & Guarnera

کاری دیداری-فضایی مانند یک تخته سیاه ذهنی در تکالیف ریاضی عمل می‌کند و رابطه نزدیکی با توانایی‌های ریاضی دارد.

با توجه به موارد گفته‌شده، عملکرد ضعیف دانش‌آموزان با اختلال یادگیری در آزمون‌های مربوط به کارکردهای اجرایی و حافظه کاری در پژوهش‌های بسیاری تأیید شده است (رینولدز<sup>۱</sup>، ۱۹۸۴؛ بوهم، اسمدلر و فراسبرگ<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ والرا و سیدمن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶). تمرکز اصلی این دسته از پژوهش‌ها بر نقش مهارت‌های شناختی، به ویژه کارکردهای اجرایی و حافظه کاری بر بهبود اختلال یادگیری است. از طرفی، افزایش اهمیت مهارت‌های شناختی و گسترش فناوری‌های رایانه‌ای و همه‌گیر شدن برنامه‌های آموزشی و همچنین دقت و سهولت استفاده‌ی آن‌ها، موجب شده است که برنامه‌های رایانه‌ای شناختی متنوعی در زمینه‌های مختلف آموزشی طراحی و پژوهش‌هایی نیز در جهت بررسی اثربخشی این برنامه‌ها انجام شود. برای مثال، پیکرینگ و چاب<sup>۴</sup> (۲۰۰۵)، پیکرینگ (۲۰۰۶)، گثرکول و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر استفاده از فناوری و نرم‌افزارهای آموزشی را بر بهبود عملکرد حافظه و هیگینس<sup>۵</sup> (۱۹۹۳)، الکلند<sup>۶</sup> (۱۹۹۷)، به نقل از بریانت، بریانت، برین و راسکیند<sup>۷</sup> (۱۹۹۸) این تأثیر را برای دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری نشان داده‌اند. لوزلی، باشکوهل، پریگ و جائیگی<sup>۸</sup> (۲۰۱۱) نشان دادند که تنها با ۲ هفته تمرین اختصاصی در تکالیف شناختی و حافظه کاری، تفاوت معناداری بین عملکرد کودکان با مشکلات رشدی و کودکان گروه گواه در حافظه کاری و عملکرد خواندن مشاهده شده است. همچنین، شکوهی‌یکتا و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که تمرین رایانه‌ای شناختی موجب بهبود عملکرد حافظه کاری دیداری-فضایی در کودکان با مشکلات خواندن شده است. ارجمند نیا، شریفی و رستمی (۱۳۹۳) نیز در پژوهش خود اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر حافظه کاری دیداری-فضایی در دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی را نشان دادند.

- 
1. Reynolds
  2. Bohm B, Smedler & Forsberg
  3. Valera & Seidman
  4. Chubb
  5. Higgins
  6. Elkind
  7. Bryant, Bryant, Brain & Raskind
  8. Loosli, Buschkuehl, Perrig & Jaeggi

با توجه به این یافته‌ها و همچنین وجود شواهد پژوهشی دال بر ضعف کارکردهای اجرایی و حافظه کاری در دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی به نظر می‌رسد که تمرین رایانه‌ای شناختی موجب افزایش فراخوانی حافظه و سرعت پردازش حافظه کاری، در نتیجه موجب بهبود کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه کاری در کودکان با مشکلات ریاضی شود و در نهایت بهبود عملکرد آن‌ها را در ریاضیات به دنبال خواهد داشت. از این رو، پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه کاری کودکان با اختلال ریاضی انجام شده است.

### روش

روش پژوهش حاضر شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی دانش‌آموزان با اختلال ریاضی ۹ تا ۱۲ سال شاغل به تحصیل در پایه‌های سوم و چهارم ابتدایی شهر تهران بودند. گروه نمونه شامل ۳۰ نفر از این دانش‌آموزان بود که به صورت نمونه‌گیری در دسترس از مدارس ابتدایی مناطق ۱ و ۳ انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۵) و گواه (۱۵) تقسیم شدند. در طی مراحل اجرای مداخله ۳ نفر از افراد گروه آزمایش برنامه مداخله را تا انتها ادامه ندادند و ۵ نفر از افراد گروه گواه نیز در پس‌آزمون شرکت نکردند و در مجموع داده‌های حاصل از ۲۲ نفر از دانش‌آموزان شامل ۱۲ نفر گروه آزمایش و ۱۰ نفر گروه گواه تحلیل شد. به منظور کنترل هوش و همچنین تشخیص اختلال ریاضی در این دانش‌آموزان به ترتیب از آزمون ریون و آزمون ریاضی ایران کی‌مت (هومن و محمد اسماعیل، ۱۳۸۱) استفاده شد و دانش‌آموزان با عملکرد هوشی طبیعی (دامنه هوشی ۸۵ تا ۱۲۰) که در آزمون ریاضی کی‌مت نمراتی به اندازه دو انحراف استاندارد یا بیشتر، پایین‌تر از میانگین داشتند به عنوان گروه نمونه انتخاب شدند. همچنین، به منظور ارزیابی کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه کاری از آزمون علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی<sup>۱</sup> در پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد.

---

1 . central nervous system vital signs (CNSVS)

**آزمون علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی:** آزمون علائم حیاتی سیستم اعصاب مرکزی مجموعه آزمون‌های عصب‌شناختی است که به‌عنوان ابزار غربالگری بالینی در مراکز درمانی استفاده می‌شود. این آزمون مجموعه چندین آزمون عمده شامل حافظه کلامی و دیداری، رمزگذاری نمادهای عددی<sup>۱</sup>، ضربه زدن با انگشت، آزمون استروپ<sup>۲</sup>، تغییر توجه و آزمون عملکرد پیوسته<sup>۳</sup> و کارکردهای اجرایی است. نمره‌گذاری این آزمون به این شکل است که پس از اجرای کامل آزمون، نرم‌افزار خروجی تفکیک‌شده‌ای برای هر یک از عملکردهای فرد در آزمون ارائه می‌دهد. این خروجی شامل نمرات استاندارد و همچنین نمرات خام است. این آزمون بر روی ۱۰۶۹ نفر از افراد در دامنه سنی ۷-۹۰ سال هنجار شده است. ضرایب بازآزمایی آزمون با میانگین فاصله ۶۲ روز برای آزمون‌های مختلف این مجموعه آزمون به‌صورت جداگانه، توسط گولاتری و جانسون<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) گزارش شده است. ضریب بازآزمایی برای آزمون عملکردهای پیوسته که حافظه کاری را نیز ارزیابی می‌کند ۰/۷۲ گزارش شده است (گولاتری و جانسون، ۲۰۰۶).

**آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده رنگی ریون کودکان:** این آزمون یکی از آزمون‌های غیرکلامی هوش است که در سال ۱۹۳۸ توسط ریون، روان‌شناس انگلیسی، منتشر شد و در حال حاضر فرم تجدیدنظر شده ۱۹۵۶ آن مورداستفاده روان‌شناسان قرار می‌گیرد. فرم رنگی این آزمون برای کودکان ۵ تا ۱۱ سال منتشر شده است. این آزمون در ایران توسط رجبی (۱۳۸۵) هنجاریابی شده است. آزمون ریون یک آزمون غیرکلامی توانایی استدلال است و به‌عنوان شاخصی از توانایی هوشی با حداقل تأثیرات محیط فرهنگی است (ریون، کورت و ریون<sup>۵</sup>، ۱۹۸۳). نمره‌گذاری آزمون ریون به‌صورت صفر و یک است و اگر آزمودنی به سؤال پاسخ صحیح داد نمره یک و اگر پاسخ صحیح نداد نمره صفر می‌گیرد. حداقل و حداکثر نمره به ترتیب ۰ و ۳۶ است. آزمون هوشی ریون محدودیت زمانی ندارد. ستلر<sup>۶</sup> (به نقل از رجبی،

- 
1. Symbol digit coding
  2. The Stroop
  3. The continuous performance test
  4. Gualtieri & Johnson
  - 5 Rayven, Court & Rayven
  6. Satler

۱۳۸۵) دامنه ضرایب پایایی های بازآزمایی آزمون را ۰/۷۱ تا ۰/۹۲ گزارش کرده است. ریون و سامرز<sup>۱</sup> (۱۹۸۶) ضرایب بازآزمایی آزمون تجدیدنظر شده ریون کودکان ۶/۵ و ۹/۵ سال را با فاصله یک سال به ترتیب ۰/۶۰ و ۰/۸۰ گزارش کردند که نشانگر حساسیت آزمون به نوسان‌هایی در برون‌داد فعالیت‌های هوشی اوایل دوران کودکی است.

**برنامه‌ی مداخله:** برنامه تمرین رایانه‌ای شناختی با نام تجاری Brain Ware Safari برنامه‌ای است که به منظور کمک به رشد مهارت‌های شناختی در قالب یک بازی ویدئویی برای کودکان ۶ تا ۱۵ سال طراحی شده است. هدف این برنامه رشد جامع ۴۱ مهارت شناختی است که شامل حوزه‌های اصلی پردازش دیداری، پردازش شنیداری، حافظه، توجه، یکپارچگی حسی و توانایی تفکر می‌باشد. در حال حاضر این برنامه در برخی مدارس کشور آمریکا در دامنه سنی ۶ تا ۱۸ سال اجرا می‌شود. این برنامه از قالب گرافیکی جذابی با پس‌زمینه‌ی جنگل‌های انبوه و حیوانات و مسیرهای مختلف تشکیل شده است که هر یک از این مسیرها تمرین‌های متفاوتی را برای توانمندسازی یک مهارت شناختی مشخص در بر می‌گیرد. رشد مهارت‌ها در هر یک از مراحل بازی تا آنجا ادامه می‌یابد که این مهارت‌ها در فرد به‌طور خودکار عمل کند (هلمز و سوآتل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷). این برنامه طی ۶ هفته و هر هفته ۴ جلسه و در جلسات ۴۵ تا ۶۰ دقیقه‌ای به‌وسیله درمانگران آموزش‌دیده به دانش‌آموزان شرکت‌کننده در گروه آزمایش به‌صورت انفرادی آموزش داده شد. قبل از اجرای هر مرحله درمانگران چگونگی اجرای هر مرحله را برای دانش‌آموز توضیح می‌دادند و در طی اجرا نیز به تشویق آزمودنی جهت کامل کردن هر یک از مراحل می‌پرداختند. در پایان هر جلسه نیز با توجه به عملکرد آزمودنی و اجرای صحیح برنامه جایزه‌ای به عنوان تقویت به او داده می‌شد.

## نتایج

در جدول ۱ یافته‌های توصیفی جمعیت‌شناختی، نمرات آزمودنی‌ها در آزمون هوش ریون شامل میانگین، انحراف استاندارد، خطای استاندارد میانگین، کمینه و بیشینه‌ی سن و هوش و همچنین تعداد افراد شرکت‌کننده در هر دو گروه گواه و آزمایش به تفکیک ارائه شده است.

1. Summers
2. Helms & Sawtelle

جدول ۱. یافته‌های توصیفی گروه آزمایش و گواه بر اساس سن و نمره هوش

ویژگی	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین	کمینه	بیشینه
سن	آزمایش	۱۲	۹/۷۵	۰/۶۲	۰/۱۷	۹	۱۱
	گواه	۱۰	۹/۸۰	۰/۹۱	۰/۲۹	۹	۱۲
هوش	آزمایش	۱۲	۹۹/۵۰	۶/۲۷	۱/۸۱	۸۹	۱۱۵
	گواه	۱۰	۹۹/۴۸	۶/۶۸	۲/۱۱	۸۶	۱۰۵

همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین سنی گروه آزمایش برابر با ۹/۷۵ و میانگین سنی گروه گواه نیز برابر با ۹/۸۰ به دست آمده است. همچنین میانگین هوش گروه آزمایش و گواه بر اساس نمرات آزمون هوش ریون به ترتیب برابر با ۹۹/۵۰ و ۹۹/۴۸ بوده است. جدول ۲ شامل میانگین، انحراف استاندارد، خطای استاندارد میانگین و کمینه و بیشینه نمرات دانش‌آموزان در آزمون‌های حافظه کاری و کارکردهای اجرایی مجموعه آزمون‌های عصب‌شناختی علائم حیاتی است.

جدول ۲. یافته‌های توصیفی آزمون حافظه کاری و کارکردهای اجرایی آزمون

مقیاس	گروه	مرحله	میانگین	خطای استاندارد میانگین	انحراف استاندارد	کمینه	بیشینه
آزمون حافظه کاری	آزمایشی	پیش آزمون	۷۸/۰۸	۳/۳۵	۱۱/۶۳	۶۰	۹۵
		پس آزمون	۸۱/۷۵	۲/۸۳	۹/۸۳	۶۹	۹۵
CNS	گواه	پیش آزمون	۷۸/۷۰	۳/۳۹	۱۰/۷۳	۶۲	۹۷
		پس آزمون	۷۹/۰۰	۳/۴۱	۱۰/۸۰	۶۱	۹۵
آزمون کارکردهای اجرایی	آزمایشی	پیش آزمون	۸۲/۸۳	۳/۰۵	۱۰/۵۷	۵۵	۹۶
		پس آزمون	۸۶/۵۸	۳/۱۵	۱۰/۹۲	۶۰	۹۹
اجرایی	گواه	پیش آزمون	۸۵/۴۰	۲/۷۴	۸/۶۸	۶۵	۹۷
		پس آزمون	۸۶/۲۰	۲/۸۴	۹/۰۰	۶۷	۹۹

همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین نمرات دانش‌آموزان گروه آزمایش در پس آزمون هم در آزمون حافظه کاری و هم در آزمون کارکردهای اجرایی تغییراتی را نسبت به نمرات



این گروه در پیش‌آزمون نشان می‌دهد، اما گروه گواه تغییرات چشمگیری را در میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان نمی‌دهند. به‌منظور بررسی معناداری یا عدم معناداری تغییرات ایجاد شده در نمره دانش‌آموزان در پس‌آزمون از تحلیل کوواریانس تک متغیره استفاده شده است.

قبل از استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس مفروضه‌های این آزمون شامل نرمال بودن توزیع با استفاده از آزمون کالموگروف-اسمیرنوف ( $Z=0.76$ ,  $p=0.59$ ) و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین ( $F=1.73$ ,  $P=0.20$ ,  $df_1=1$ ,  $df_2=20$ ) بررسی شد و پس از اطمینان از برقراری این مفروضه‌ها آزمون تحلیل کوواریانس به‌منظور بررسی معناداری آماری تفاوت نمرات آزمون کارکردهای اجرایی و آزمون حافظه کاری مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۳. یافته‌های آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری  
برای آزمون حافظه کاری مجموعه آزمون‌های عصب‌شناختی

مقیاس‌ها	نوع سوم مجموع مجذورات	درجات آزادی	نسبت F	سطح معناداری	مجذورات ای سهمی	توان آزمون
پیش‌آزمون	۱۹۷۷/۲۸	۱	۷/۹۰	۰/۰۰۰	۰/۹۶	۱/۰۰
گروه	۴۸/۰۶	۱	۱۳/۹۹	۰/۰۰۱	۰/۴۲	۰/۹۴
خطا	۳/۴۳	۱۹				

نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره در جدول ۳ نشان می‌دهد که گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه پس از شرکت در مداخله در نمره آزمون حافظه کاری از نظر آماری تفاوت معناداری داشته است ( $\eta^2 P_2=0.42$ ,  $F=13.99$ ,  $P=0.001$ ,  $df=1$ ) و اندازه اثر<sup>۱</sup> فوق ( $\eta^2=0.42$ )، مطابق مطالعه‌ی کرک<sup>۲</sup> (۱۹۸۲؛ به نقل از بکر<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲)، متوسط است. همچنین، توان آزمون نیز برابر با ۰/۹۴ به دست آمد که توان بالای آزمون را نشان می‌دهد.

1. Effect Size
2. Kirk
3. Becker

جدول ۴. یافته‌های آزمون تحلیل کوواریانس برای کارکردهای اجرایی مجموعه آزمون‌های عصب‌شناختی

مقیاس‌ها	نوع سوم مجموع مجذورات	درجات آزادی	نسبت F	سطح معناداری	مجذور اتای سهمی	توان آزمون
پیش‌آزمون	۱۹۹۶/۶۷	۱	۳۲۲/۶۷	۰/۰۰۰	۰/۹۴	۱/۰۰
گروه	۵۹/۲۸	۱	۹/۵۸	۰/۰۰۶	۰/۳۳	۰/۸۳
خطا	۱۱۷/۵۲	۱۹				

به‌منظور تعیین اثربخشی برنامه مداخله بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان از تحلیل کوواریانس تک متغیره استفاده شد. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود با در نظر گرفتن نمرات پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر هم پراش (کمکی) برنامه آموزشی منجر به ایجاد تفاوت معنادار بین گروه آزمایش و گواه شده است ( $p = ۰/۰۰۶$ ) و مجذور اتای سهمی نیز معادل ۰/۳۳ و توان ۰/۸۳ به‌دست آمده است. به عبارتی آموزش رایانه‌ای شناختی تأثیر مثبت معناداری بر کارکردهای اجرایی گروه آزمایش داشته است ( $P = ۰/۰۰۶$ ،  $P2 = ۰/۳۳$ ،  $P = ۹/۵۸$ ،  $P = ۰/۰۰۶$ )؛ اما اندازه اثر به‌دست آمده رقم بالایی را نشان نمی‌دهد.

### بحث

پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی مداخله بازتوانی شناختی رایانه محور بر کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه کاری دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی انجام شد. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره که به‌منظور بررسی اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر کارکرد اجرایی کودکان با اختلال ریاضی انجام شد، نشان می‌دهد که برنامه مداخله موجب بهبود عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمایش در آزمون کارکردهای اجرایی شده است. یافته‌های این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌ها در این زمینه همسو است (براردی-کولتا و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵؛ میر مهدی، ۱۳۸۶؛ فراست و هیچ، ۲۰۰۰). لویر (۱۹۸۰) در همین راستا بیان می‌کند که توجه به آموزش فرایندهای شناختی (از جمله حافظه کاری و کارکردهای اجرایی) به‌عنوان مهارت‌های زیربنایی یادگیری ریاضیات می‌تواند رویکردی مؤثر در درمان اختلال یادگیری

1. Berardi-Coletta & etal

ریاضی باشند و آموزش این مهارت‌ها و مؤلفه‌های مربوط به آن موجب تقویت کارکردهای اجرایی و حافظه کاری شده که این امر نیز به نوبه خود می‌تواند بهبود عملکرد تحصیلی را در پی داشته باشد (لویر، ۱۹۸۰). همچنین فراست و هیچ (۲۰۰۰) نیز با اشاره به رشد سریع کارکردهای اجرایی در دامنه سنی ۷ تا ۱۰ سال ضرورت آموزش و بهبود کارکردهای اجرایی از ابتدای کودکی و به ویژه در دوران تحصیلی دبستان را مورد توجه قرار می‌دهند. به نظر می‌رسد آموزش کارکردهای اجرایی یکی از راهکارهای مناسب برای کمک به حل مشکل کودکان با اختلال ریاضی است (لی، لیلانی و گربر، ۲۰۰۶) و برنامه‌های رایانه‌ای شناختی نیز در این زمینه می‌تواند یکی از راه‌های مناسب برای آموزش این گونه توانمندی‌های شناختی به دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی باشد.

همچنین، یافته‌ی دیگر این پژوهش حاکی از آن بود که برنامه‌ی مداخله منجر به بهبود عملکرد دانش‌آموزان گروه آزمایش در نمرات آزمون حافظه کاری در مقایسه با گروه گواه شده است. این یافته نیز با یافته‌های سایر پژوهش‌ها در این زمینه همسو است (الوی، بیبل و لوانا، ۲۰۱۳؛ بکمن و ترویدسون، ۲۰۰۸؛ راسل و نوتل، ۲۰۰۷؛ پنینگتون، ۲۰۰۸؛ کلینبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ دالوند و الهی، ۱۳۹۱ و ارجمندنیا و همکاران، ۱۳۹۳). برای مثال هولمز و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود نشان داده‌اند که آموزش حافظه کاری می‌تواند بر عملکرد حافظه دیداری-فضایی تاثیر مثبت بگذارد. افزون بر این، الوی و همکاران (۲۰۱۳) نیز اثربخشی این گونه تمرین‌ها را بر حافظه کاری کودکان دوره ابتدایی نشان داده‌اند و با مقایسه عملکرد افراد در مرحله پس‌آزمون و پیگیری، اثربخشی این گونه تمرین‌ها را در طول زمان تأیید کرده‌اند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر و سایر پژوهش‌های همسو با این پژوهش مبنی بر بهبود کارکردهای اجرایی (براردی-کولتا و همکاران، ۱۹۹۵؛ میر مهدی، ۱۳۸۶؛ فراست و هیچ، ۲۰۰۰) و حافظه کاری (راسل و نوتل، ۲۰۰۷؛ پنینگتون، ۲۰۰۸؛ دالوند و الهی، ۱۳۹۱ و ارجمندنیا و همکاران، ۱۳۹۳) به نظر می‌رسد به کارگیری تمرین‌های رایانه‌ای شناختی، می‌تواند

1. Lee, Leilani & Gerber
- 2 . Bibile & Lua
3. Pennington

بهبود عملکرد این طیف از دانش‌آموزان در زمینه‌های کارکردهای اجرایی و حافظه کاری را در پی داشته باشد و با توجه به ارتباط تنگاتنگ بین توانایی در کارکردهای اجرایی و حافظه، بهبود این فرایندهای شناختی می‌تواند در بلندمدت بهبود عملکرد تحصیلی را به‌طور عام و بهبود عملکرد در تکالیف ریاضی را به‌صورت خاص در برداشته باشد (دنکلا<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶؛ ویتلین، ۲۰۱۰؛ مونت، بیگراس و گای<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱).

یکی از نکات مهم در یافته‌های به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر نتایج مرتبط با اندازه اثر برنامه مداخله است. همان‌طور که در بخش یافته‌ها نیز به آن اشاره شد اگرچه تحلیل کوواریانس در هر دو متغیر تفاوت معناداری را قبل و بعد از اجرای برنامه مداخله در دو متغیر مورد ارزیابی نشان می‌دهد، اما اندازه اثر موجود ( $\eta^2 = 0/33$  و  $0/42$ ) نشان‌دهنده‌ی میزان اثربخشی بالای برنامه مداخله نیست. به عبارتی، اگرچه برنامه مداخله شناختی تفاوت آماری معناداری را در میانگین‌ها قبل و بعد از آموزش ایجاد کرده است، اما با توجه به اندازه اثرهای گزارش‌شده برنامه مداخله اثربخشی بالایی نداشته است. در تبیین این نکته باید به این موضوع اشاره کرد که اکثر پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه تنها به گزارش اثربخشی و عدم اثربخشی این‌گونه برنامه‌ها پرداخته‌اند و کمتر پژوهشی اندازه اثر را مورد تأکید قرار داده است. علاوه بر این، یافته‌های پژوهش‌هایی که اندازه اثر را نیز مورد توجه قرار داده‌اند متناقض است. برای مثال شکوهی‌یکتا و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهش خود اندازه اثر پایین معادل  $0/43$  و  $0/25$  را گزارش کرده‌اند؛ درحالی‌که در پژوهشی مشابه ارجمندنیا و همکاران (۱۳۹۳) اندازه اثر معادل  $0/76$  که نسبتاً بالا است را گزارش کرده‌اند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی پژوهشگران علاوه بر تعیین اثربخشی تمرین‌های رایانه‌ای شناختی، توجه ویژه‌ای نیز به اندازه اثر و میزان اثربخشی این‌گونه تمرین‌ها داشته باشند.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به اجرای برنامه مداخله برای نمونه‌های در دسترس اشاره کرد که روایی بیرونی و تعمیم‌پذیری یافته‌ها را تهدید می‌کند. همچنین، حجم کم نمونه و ریزش افراد در طی اجرای پژوهش نیز از جمله مشکلات و محدودیت‌هایی است که

- 
1. Denckla
  2. Monette, Bigras & Guay

تعمیم‌پذیری نتایج پژوهش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از طرفی، به دلیل در دسترس نبودن نمونه‌های شرکت‌کننده در پژوهش امکان تعیین اثربخشی مداخله در مرحله پیگیری وجود نداشت؛ از این رو پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی ارزیابی در مرحله پیگیری نیز مورد توجه قرار گیرد.

پژوهش حاضر می‌تواند پیشنهادهایی را برای مدارس داشته باشد. با توجه به اینکه به‌طور تقریبی در تمامی مدارس رایانه وجود دارد می‌توان این‌گونه برنامه‌ها را به‌عنوان بخشی از برنامه‌ی آموزشی دانش‌آموزانی که با مشکلات ریاضی روبرو هستند قرار داد و از این طریق مهارت‌های حافظه کاری و کارکردهای اجرایی آنان را بهبود بخشید و دنبال آن عملکرد ریاضی این گروه را ارتقاء داد و از ایجاد یک فرایند معیوب شکست در این دانش‌آموزان پیشگیری کرد.

## منابع

- ارجمندنیاء، ع.، شریفی، ع.، و رستمی، ر. (۱۳۹۳). اثربخشی برنامه‌ی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه فعال دیداری-فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی. *مجله ناتوانی‌های یادگیری*، ۴(۳)، ۲۴-۶.
- دالوند، م.، و الهی، ط. (۱۳۹۱). عملکرد حافظه کاری در کودکان مبتلابه ناتوانی یادگیری ریاضی. *مجله علوم رفتاری*، ۶(۳)، ۵-۶.
- رجبی، غ. (۱۳۸۵). هنجاریابی آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده‌ی ریون رنگی کودکان در دانش‌آموزان شهر اهواز. *روان‌شناسی معاصر*، ۳(۱)، ۳۳-۲۳.
- سادوک، ب. ج.، و سادوک، ب. آ. (۲۰۰۷). *خلاصه روان‌پزشکی کاپلان و سادوک*. ترجمه فرزین رضاعی (۱۳۸۹). جلد ۳. تهران: انتشارات ارجمند.
- سیف نراقی، م.، و نادری، ع. (۱۳۸۹). *نارسایی‌های ویژه‌ی یادگیری*. تهران: نشر ارسباران.
- شکوهی یکتا، م.، و پرند، ا. (۱۳۸۹). *ناتوانی‌های یادگیری*. چاپ دوم. تهران: انتشارات تیمورزاده.

- شکوهی‌یکتا، م.، لطفی، ص.، رستمی، ر.، ارجمندنیا، ع.، معتمدیگانه، ن.، و شریفی، ع. (۱۳۹۳). اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد حافظه فعال کودکان نارساخوان. *شنوایی‌شناسی*. ۲۳(۳)، ۴۶-۵۶.
- عابدی، ا.، و آقا بابایی، س. (۱۳۸۹). اثربخشی آموزش حافظه‌ی فعال بر بهبود عملکرد تحصیلی کودکان با ناتوانی یادگیری ریاضی. *فصلنامه روان‌شناسی بالینی*، ۴(۲)، ۸۱-۷۳.
- عابدی، ا.، جبل عاملی، ج.، و هادی پور، م. (۱۳۹۰). مقایسه نیم‌رخ حافظه در دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی بر اساس آزمون نورو سایکولوژی Nepsy با گروه شاهد. *مجله تحقیقات علوم رفتاری*، ۹(۳)، ۲۱۵-۲۰۶.
- علیزاده، ح.، و سلطانی، ر. (۱۳۸۳). *اختلال نارسایی توجه/فزون جنبشی*. چاپ سوم، تهران: انتشارات رشد.
- میر مهدی، ر. (۱۳۸۶). تأثیر آموزش کارکردهای اجرایی و روش بیان نوشتاری *Power* بر بهبود عملکرد خواندن، ریاضیات و بیان نوشتاری در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری. رساله دکتری، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی. تهران، ایران.
- هالاهان، د. پی.، و کافمن، ج. ام. (۲۰۰۳). *دانش‌آموزان استثنایی، مقدمه‌ای بر آموزش ویژه*. ترجمه‌ی علیزاده، ح.، صابری، ه.، هاشمی، ژ.، و محی‌الدین، م. (۱۳۸۸). تهران: ویرایش.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Alloway, T.P., & Alloway, R.G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106, 20-29.
- Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students?. *Computers in Human Behavior*. 29 (3). 632-638.
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed., Text Revised)*. Washington, D.C.: APA.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorder (5th ed)*. Washington, DC: Author.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 25, 556-559.

- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Barkely, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford.
- Barkley, R. A. (2006). *Attention deficit/ hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment (3rd ed.)*. New York: Gilford Press.
- Becker, L.A. (2012). *Measures of Effect Size (Strength of Association)*. University of Colorado, College of Letters, Art and Science. Dr. Lee Becker's personal webpage. Retrieved January 5, 2013, from [http://www.uccs.edu/lbecker/glm\\_effectsize.html](http://www.uccs.edu/lbecker/glm_effectsize.html).
- Backman, A., Truedsson, E. (2008) Computerized working memory training in group and the effects of noise: a randomized pilot study with 7 to 9 year old children. No published Master Thesis. Supervisors: Magnus Lindgren & Sverker Sikström. Lund University. Sweden.
- Berardi-Coletta, B., Buyer, L.S., Dominowski, R.L., & Rellinger, E.R. (1995). Metacognition and problem solving: A process oriented approach. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 21(1): 205-23.
- Bohm, B., Smedler, A, C., & Forssberg, H. (2004). Impulse control, working memory and other executive function in preterm children when starting school. *Acta Paediatrica*, 93, 1363-1371.
- Borella, E., Carretti, B., & Pelgrina, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*. 43, 541-552.
- Bottge, B.A., Heinrichs, M, Chan, S-Y., & Serlin, R.C. (2001). Anchoring adolescents' understanding of math concepts in rich problem-solving environment. *Remedial and Special Education*, 22, 299-314.
- Bryant, D., Bryant, P., Brain, R., & Raskind, M. H. (1998). Using assistive technology to enhance the skills of students with learning disabilities. *Intervention in School & Clinic*, 34- 53.
- Bull, R. & Scerif, G. (2001). Executive functions as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, shifting, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273-293.
- D'Amico, A. & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning & Individual Differences*, 15, 189-202.
- Davis, J.C., Marra, C.A., Najafzadeh, M., & Lui-Ambrose, T. (2010). The independent contribution of executive functions to health related quality of life in older women. *BMC Geriatrics*, 10, 16-23.
- Denckla, M.B. (1996). *A theory and model of executive function. A neuropsychological perspective*. In: Lyon GR, Krasnegor NA, Eeditors. Attention, memory, and executive function. Baltimore, MD: P.H. Brookes Pub. p. 263-78.

- Denckla, M.B. (2007). *Executive function: Building together the definitions of attention deficit/hyperactivity disorder and learning disabilities*. In L. Meltzer (ed.), *Executive function in education*, 5–18. New York: Guilford Press.
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A. & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 465-486.
- Furst, A.J., & Hitch, G.J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 28(5), 774-82.
- Fuster, J.M. (2008). *The Prefrontal Cortex* (fourth Eds.). New York: Academic Press.
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. & Adams, A. M. (2004). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental child psychology*, 27(2), 30-65.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4-15.
- 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 Exceptional Child Psychology*, 77(3), 236-63.
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293-304.
- Gioia, G.A. & Isquith, P.K. (2004). Ecological assessment of executive function in traumatic brain injury. *Developmental Neuropsychology*, 23, 135-158.
- Gualtieri, C., & Johnson, L. (2006). Neurocognitive testing supports a broader concept of mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Related Dementia*, 20, 359–366.
- Hanly, T. V. (2005). Commentary on early identification and intervention for students with mathematical difficulties: Make sense-Do the Math. *Journal of Learning Disability*, 10(4), 355-364.
- Helms D, & Sawtelle S., M. (2007). A study of the effectiveness of cognitive therapy delivered in a video game format. *Journal of Optometric Vision Development*, 38(1), 19-26.
- Hulme, C. & Mackenzie, S. (1992). *Working memory and severe learning difficulties*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Korkman, M. & Hakkinen-Rihu, P. (2010). A new classification of deamong clinic-referred children. *Journal of Abnormal Children Psychology*, 11(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.
- Lee, S.H., Leilani, S., & Gerber, M. (2006). Growth in literacy and cognition in bilingual children at risk or not at risk for reading disabilities. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 247-64.
- Lezak, M.D., Howieson, D.B. & Loring, D.W. (2004). *Neuropsychological Assessment (4th ed.)*. New York: Oxford University Press.
- Loosli, S. V., Buschkuehl, M., Perrig, W. J., & Jaeggi, S. M. (2011). Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology*, 1, 1-17.
- Loper, A. B. (1980). Metacognitive Development: Implications for Cognitive Training. *Exceptional Education Quarterly*, 1(1), 1-8.
- Miller, H.V., Barnes, J.C., & Beaver, K.M. (2011). Self-control and health outcomes in a nationally representative sample. *American Journal of Health Behavior*, 35, 15-27.
- Moffitt, T.E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R.J., Harrington, H., Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 2693-2698.
- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M.C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Exceptional Children Psychology*, 109(2): 158-73.
- Nigg, J.T. (2006). *What causes ADHD? Understanding What Goes Wrong and Why*. New York: The Guilford Press.
- Pennington, B.F. (2008). *Diagnosing Learning Disorders, Second Edition: A Neuropsychological Framework*. New York, NY: Guilford Press.
- Pennington, B.F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(1), 51-87.
- Pickering, S. (2006). *Working Memory in Dyslexic Children*. In S. Gathercole, & T. Alloway (Eds.). *Working memory and neurodevelopmental disorders*, 11-77, NY: Psychology Press.
- Pickering, S. J. & Chubb, R. (2005). *Working memory in dyslexia: A comparison of performance of dyslexics and reading age controls on the WMTB-C*. Manuscript in preparation.
- Raven, J. C. & Summers, B. (1986). *Manual for Ravens progressive Matrices and Vocabulary Scale*. Research Supplement, 3, London: Lewis.
- Rayven, J. C., Court, J. H., & Rayven, J. C. (1983). *Manual for Raven Progressive Matrices and Vocabulary Scales*. London: Lewis.
- Reynolds, C, R. (1984). Cortical measurement issues in learning disability. *Journal of special education*, 18, 451-479.

- Riggs, N.R., Blair, C.B., & Greenberg, M.T. (2003). Concurrent and 2-year longitudinal relations between executive function and the behavior of 1st and 2nd grade children. *Child Neuropsychology*, 9, 267-276.
- Rotenberg K. J., Michalik N., Eisenberg N., & Betts L. R. (2008). The relations among young children's peer-reported trustworthiness, inhibitory control, and preschool adjustment. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 288-298.
- 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), 361-95.
- Rudkin, S. J., Pearson, D. G. & Logie, R. H. (2007). Executive processes in visual and spatial working memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(1), 79-100.
- Shallice, T., Marzocchi, G.M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R.F., & Rumiati, R.I. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 21(1), 43-71.
- Swanson, H. L. & Siegel, L. (2001). Learning disabilities as a working memory deficit. *Issues in Education. Contributions of Educational Psychology*, 7(1), 1-48.
- Swanson, H. L., & Jerman, O. (2006). Math disabilities: A selective meta-analysis of literature. *Review of Educational Research*, 76, 249-251.
- Swanson, H. L., Cochran, K. F. & Ewers, C. A. (1990). Can learning disabilities be determined from working memory performance? *Journal of Learning Disability*, 23(1), 59-67.
- Valera, E. M., & Seidman, L. J. (2006). Neurobiology of attention-deficit/hyperactivity disorder in preschoolers. *Infants and Young Children*, 19(2), 94-108.
- 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, 239-266.
- Welsh, M.C. & Pennington, B.Y. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: View from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4, 199-230.
- Wheeler, M., & Treisman, A. (2000). *fMRI study of memory for feature and binding information*. Paper presented at the annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society, San Francisco, CA.
- Willcutt, E.G., Doyle, A.E., Nigg, J.T., Faraone, S.V., & Pennington, B.F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336-1346.

- 
- Wilson, K.M., & Swanson, H.L. (2001). Are mathematics disabilities due to a domain-general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disability*, 34(3): 237-48.
- Wittlin, N. E. (2010). *Diagnostic utility of executive function assessment for adults with learning disorders in reading and mathematics* [Thesis]. New Jersey, NJ: Fairleigh Dickinson University.
- Wittlin, N.E. (2011). *Diagnostic Utility of Executive Function Assessment for Adults with Learning Disorders in Reading and Mathematics*. Charleston, SC: BiblioBazaar.