

## اثر بخشی آموزش حس عدد بر بهبود مهارت های عدد کودکان پیش از دبستان در خطر مشکلات ریاضی

مسعود قاسمی<sup>۱</sup>، فریبرز درتاج<sup>۲</sup>، اسماعیل سعیدی پور<sup>۳</sup>، علی دلاور<sup>۴</sup>، صدیقه سرابی<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۸

### چکیده

این پژوهش اثربخشی یک برنامه آموزش حس عدد را بر روی کودکان در خطر مشکلات ریاضی در سنین پیش از دبستان بررسی کرده است. این برنامه بر اساس مولفه های بنیادی حس عدد (شمارش، عملیات عدد، دانش عدد) و با رویکردی تحولی برای سنین پیش از دبستان طراحی شد. در ابتدا، تعداد ۴۲۴ کودک پیش از دبستان از طریق دو پرسشنامه غربالگری (فرم مربی و فرم والدین) مورد ارزیابی قرار گرفتند و سپس با اجرای آزمون حس عدد جردن و دانش عدد از بین این کودکان، ۹۰ کودک در خطر مشکلات ریاضی تشخیص داده شدند. با بهره گیری از یک طرح شبه آزمایشی و با روش تصادفی آزمودنیها در دو گروه آزمایشی و گواه قرار گرفتند گروههای آزمایشی به مدت ۴ هفته و هر هفته ۳ جلسه ۴۵ دقیقه ای تحت آموزش مداخله ای حس عدد قرار گرفتند. سپس مجدداً هم گروههای آزمایشی و هم گواه توسط آزمون حس عدد جردن مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج توسط روش تحلیل کوواریانس چند متغیره مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تفاوت معنی دار بین پیشرفت دانش آموزان گروه آزمایشی (تحت تاثیر آموزش مداخله ای حس عدد) در مولفه های شمارش، عملیات عدد و دانش عدد در پس آزمون با گروه گواه نشان داد. نتایج دلالت بر این دارد که آموزش حس عدد با بهبود مهارتهای حساب کودکان دارای مشکلات ریاضی، نقش پیشگیرانه ای در اختلالات ریاضی سنین بعدی خواهد داشت.

۱. دانشجوی دکتری رشته روانشناسی تربیتی دانشگاه علامه طباطبائی

۲. استاد روان شناسی تربیتی دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسئول) f\_dortaj@yahoo.com

۳. دانشیار روان شناسی تربیتی دانشگاه علامه طباطبائی

۴. استاد سنجش و اندازه گیری تربیتی دانشگاه علامه طباطبائی

۵. کارشناس ارشد بهداشت خانواده دانشگاه یو کی ام

واژگان کلیدی: آموزش حس عدد، کودکان در خطر مشکلات ریاضی، پیش از دبستان، شمارش، عملیات عدد، دانش عدد،

### مقدمه

کودکان در دوران اولیه رشد، مهارت‌های عدد بنیادی را از طریق تجربه‌های غیر رسمی اکتساب می‌کنند (کلارک، دوآبلر، اسمولفسکی، بکر، فین و استرن‌کری<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶). این مهارت‌های عدد با پیشرفت‌های بعدی در دوره ابتدایی در ریاضیات همبستگی بالایی دارد (گینزبرگ، لی و بوید<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸). پژوهشگران این مهارت‌ها را تحت عنوان حس عدد<sup>۳</sup> تعریف کرده‌اند، که اشاره به زیر مهارت‌هایی از قبیل شمارش، عملیات عدد، ارتباطات عدد، کمیت و دانش عدد دارد (جردن، دیسون و گلو‌تینگ<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱). حس عدد دربرگیرنده شناختی از عدد است که در آن اعداد معرف کمیت‌ها و قدر نسبت‌ها است (جردن و همکاران، ۲۰۱۱). پژوهشگران بر اهمیت حس عدد بعنوان یک پیش نیاز برای تحول توانایی‌های ریاضی پیچیده تر تاکید کرده‌اند (کلارک، بکر، اسمولفسکی، دوآبلر، استرن‌کری، و فین، ۲۰۱۵؛ گرستن<sup>۵</sup>، جردن، و فلو‌جو<sup>۶</sup>، ۲۰۰۵).

امروزه حس عدد بعنوان یک چارچوب مفهومی برای مهارت‌های عدد بنیادی شناخته شده است، که بر اساس آن شخص قادر می‌باشد تا درک عمیقی از اعداد و روابط عدد برای حل مسائل ریاضی پیدا کند (سود و جیتندرا<sup>۷</sup>، ۲۰۱۳). همانطور که سود و جیتندرا (۲۰۰۷) بیان کردند حس عدد به تدریج در طی زمان بعنوان یک نتیجه از جست‌وجوی اعداد و تجسم آن‌ها در زمینه‌های مختلف رشد می‌کند. همچنین حس عدد ساختاری تحولی داشته و مربوط به سیالیت و انعطاف‌پذیری کودک با اعداد است، حسی که فرد به واسطه آن به اعداد معنی می‌دهد و یک توانایی برای انجام عملیات ذهنی و نگریستن به دنیا می‌یابد (مازاکو و تامپسون<sup>۸</sup>، ۲۰۰۵؛ گرستن، ۲۰۱۱). گرستن (۲۰۱۱) همچنین حس عدد را

1. Clarke, Doabler, Smolkowski, Baker, Fien & Strand Cary
2. Ginsburg, Lee & Boyd
3. number sense
4. Jordan, Dyson & Glutting
5. Gersten
6. Flojo
7. Sood & Jitendra
8. Mazzocco Thompson

عبارت از یک توانائی برای انجام عملیات ریاضی ذهنی و انجام مقایسه‌ها می‌داند. گرستن و همکاران (۲۰۰۵)، حس عدد را عبارت از توانائی فکر کردن در مورد اعداد و فهم اینکه چگونه آنها بکار گرفته می‌شوند؛ به نحوی که زیر بنائی برای همه مهارت‌های ریاضی باشد، تعریف کرده‌اند. برچ<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) نیز حس عدد را بعنوان یک ایده بنیادی و اساسی در حوزه عدد در سنین اولیه می‌داند و اعتقاد دارد همانطوریکه تحول می‌یابد با دیگر ساختارهای شناختی بواسطه تجربه و آموزش ارتباط برقرار می‌کند. بطور کلی، این باور که حس عدد یک توانائی ذاتی است و با تجربه تحول می‌یابد، می‌تواند این ایده را که حس عدد از طریق آموزش رسمی و غیر رسمی و تجربه بهبود می‌یابد را حمایت کند (برچ، ۲۰۰۵). با توجه به واقعیت‌های ذکر شده و یافته‌های پژوهشی در مورد حس عدد، فقدان این توانائی در فرآیند تعلیم و تربیت کودک می‌تواند در پیشرفت ریاضیات اثر گذار باشد (برچ، ۲۰۰۵). در تحقیقات طولی اخیر پژوهشگران (جردن، کاپلان، ولوکونیاک، رامینی نی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷؛ جردن، گلوئینگ، و رامینی نی، ۲۰۱۰)، دریافتند که حس عدد (با زیرمولفه‌های: شمارش<sup>۳</sup>، دانش عدد<sup>۴</sup>، عملیات عدد<sup>۵</sup>، بازنمائی<sup>۶</sup> و ارتباطات) در دوره پیش از دبستان به میزان زیادی پیشرفت ریاضی در دوره ابتدائی را پیش‌بینی می‌کند و علاوه بر آن عملکرد ریاضی در مهد کودک را نیز پیش‌بینی می‌کند (وندراهیدن<sup>۷</sup>، ۲۰۱۰). یافته‌های پژوهشی دلالت بر این دارد که مشکل در حوزه حس عدد در سنین اولیه کودکی، منجر به مشکلات ریاضی در سنین مهد و دبستان خواهد شد (اندروز، سائرز و بک<sup>۸</sup>، ۲۰۱۳).

گرچه بیشتر بچه‌ها قبل از شروع مدرسه در برخی از شکل‌های حس عدد تحول یافته‌اند، ولی همه دانش‌آموزانی که مدرسه را شروع می‌کنند توانائی حس عدد مشابهی ندارند (گرستن<sup>۹</sup>، ۲۰۱۱). دانش‌آموزانی که در سطوح مقدماتی فاقد یک حس قوی از عدد در مقایسه با همسالان خود باشند، همان کودکان در خطر مشکلات ریاضی نامیده می‌شوند و

- 
1. Berch
  2. Locuniak, Kaplan & Ramineni
  3. counting
  4. number knowledge
  5. number operation
  6. representations
  7. Vanderheyden
  8. Andrews, Sayers & Back
  9. Gersten

همانهایی هستند که جمعیت کودکان با اختلالات یادگیری ریاضی را در سنین مدرسه تشکیل می‌دهند (جیتندرا، کوروی، و دوپوئیس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳). این کودکان بواسطه حس عدد ضعیف در همان پایه اول دچار شکست تحصیلی می‌شوند (عابدی، ناجی، شوشتری، ۱۳۹۰؛ هالاهان، لوید، کافمن، ویس، و مارتینز، ۱۳۹۰ / علیزاده و همکاران، ۲۰۰۵). دانش‌آموز در این مرحله در یک موقعیت نامطلوب قرار گرفته و ممکن است هرگز موفقیت‌هایی که دیگران بدست می‌آورند را بدست نیاورد (جردن و همکاران، ۲۰۱۰). بطور کلی ضعف در مهارت‌های عدد بنیادی در سنین مهد کودک می‌تواند عواقب گسترده‌ای در سنین مدرسه داشته باشد (جردن، دیسون و گلوتینگک، ۲۰۱۱). همه ساله در زمینه مربوط به مشکل یادگیری ریاضی در برخی از دانش‌آموزان آمارهایی ارائه می‌شود. در برخی دانش‌آموزان مشکل ریاضی از دوره‌ی ابتدایی شروع و تا دوره‌ی های تحصیلی بالاتر تداوم می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهد بین ۶ تا ۷ درصد کودکان سن مدرسه دائماً در هر پایه تحصیلی مشکلاتی در ریاضی یا حوزه‌های مربوطه به آن بروز می‌دهند و بیش از نیمی از دانش‌آموزان در برنامه‌های آموزش انفرادی، شرکت داده می‌شوند (هالاهان و همکاران، ۱۳۹۰/علیزاده و همکاران، ۲۰۰۵).

این یافته‌ها از این جهت حائز اهمیت است که تعیین می‌کند حس عدد می‌تواند از طریق مداخلات زود هنگام آموزشی منظم و هدفمند پرورش یافته و به حل مشکلات ریاضی احتمالی در سنین بعدی منجر شود (وندرهیدن، ۲۰۱۰). مداخله آموزشی در مولفه‌های بنیادی عدد بر اساس این پیش فرض بنا نهاده شده است که در وهله اول ضعف در مهارت‌های عدد اولیه، زمینه وجود آورنده مشکلات ریاضیات است و دوم اینکه این مهارت‌ها می‌تواند از طریق آموزش منظم و هدفمند، بطور زود هنگام پرورش داده شود (برچ، ۲۰۰۵). تاکید این برنامه‌ها بر آموزش شمارش (تک شماری<sup>۲</sup> و شمارش گروهی<sup>۳</sup>)، مقایسه، عملیات عدد، دانش عدد، کمیت، و بازنماییهای تصویری است (مازوکو، فیجنسون، و هالبردا<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱).

- 
1. Corroy & Dupuis
  2. enumeration
  3. subitising
  4. Feigenson & Halberda

باتوجه به خلاء موجود پژوهشی و اجرایی در نظام آموزشی کشور در مورد اقدامات غربالگری تشخیصی- مداخله ای و فقدان برنامه های آموزشی مورد نیاز در سنین مهد کودک در مورد حس عدد و با توجه به اهمیت این مسئله و پیشینه پژوهش حاضرهدف اصلی این پژوهش، بررسی اثربخشی آموزش حس عدد بر بهبود مهارت‌های عددی کودکان سنین ۳ تا ۶ سال در خطر مشکل یادگیری ریاضی است. ما می‌کوشیم با اجرای یک برنامه تشخیصی آموزشی در مورد حس عدد بر روی گروههای تجربی از کودکان درخطر مشکلات یادگیری ریاضی سنین ۳ تا ۶ سال مولفه های حس عدد را مورد آموزش قرار دهیم. بدین منظور این سوال که آیا آموزش حس عدد بر بهبود مهارت‌های عدد کودکان سنین ۳ تا ۶ سال در خطر مشکلات ریاضی مؤثر است مورد بررسی و آزمون قرار گرفته است.

### روش

روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی بود که در آن از یک طرح پیش آزمون، پس آزمون فوری استفاده شد. جامعه آماری پژوهش شامل ۴۲۶ کودک پیش از دبستان ۳ منطقه از شهر تهران تحت آموزش در مهد های کودک، بودند. بر روی همه شرکت کنندگان در ابتدا پرسشنامه غربالگری اجرا شد که از بین ۴۲۶ کودک تعداد ۱۵۵ کودک احتمال داده می شد که در خطر مشکلات ریاضی باشند، انتخاب شدند. سپس آزمون حس عدد جردن بر روی ۱۵۵ کودک اجرا شد که از بین آنها نمونه نهائی کودکان در خطر مشکلات ریاضی، گزینش شدند. نمونه نهائی ۹۵ کودک بود. با هدف اجرای آزمون همتا و تشخیص نهائی کودکان در خطر مشکلات ریاضی یک آزمون دانش اعداد شامل ۱۹ سوال اجرا شد. این کودکان در ۳ گروه سنی (۳، ۴ و ۵ ساله) و هر کدام در دو گروه آزمایشی و گواه قرار گرفتند. در نهایت ۵ کودک قبل از اینکه دوره مطالعه به اتمام برسد از قرار گرفتن در گروه آزمایشی و گواه خارج شدند و فقط ۹۰ نفر افرادی بودند که در دور پژوهش باقی ماندند. این کودکان در ۳ سطح کودکان ۳، ۴، و ۵ ساله (۳۰ نفر در هر سطح) و در دو گروه آزمایشی و گواه قرار داده شدند. ملاک های ورود برای نمونه ها در خطر مشکلات یادگیری ریاضی بودن، عدم دریافت هیچ برنامه آموزش ریاضی مکمل و

داوطلب بودن برای شرکت در آزمایش بود و ملاک‌های خروج عدم تمایل به شرکت در فرآیند تشخیص و آموزش، غیبت بیش از ۳ جلسه در آزمایش بود.

### ابزارهای پژوهش

**الف) آزمون حس عدد جردن:** آزمون حس عدد جردن که از پایانی قوی برای بررسی مهارت‌های بنیادی عدد کودکان در قبل از ورود به مدرسه برخوردار است توسط جردن، کاپلان، لوکونیاک، و رامینی نی (۲۰۰۷) ساخته شد و از معتبرترین مقیاس‌های سنجش حس عدد است (جردن، گلوئینگ، و رامی نینی، ۲۰۱۰). این آزمون با سنجش ۳ مولفه بنیادی شمارش، دانش عدد، و عملیات با اعداد که از مهارت‌های بنیادی عدد کودکان می‌باشد را می‌توان بعنوان یک ابزار غربالگری برای ارزیابی کودکان مشکوک به ناتوانی‌های یادگیری ریاضی مورد استفاده قرار داد (جردن و همکاران، ۲۰۱۰). سازندگان مقیاس ضریب پایانی (همسانی درونی) مقیاس به روش آلفای کرونباخ را ۰/۹۲٪ و ضریب پایانی آن را به روش باز آزمائی ۰/۹۵٪  $r =$  در سطح  $(P < ۰/۰۰۱)$  گزارش کرده‌اند. جدیدی فیقان (۱۳۹۰) در پژوهشی جداگانه که در شهر اصفهان بر روی کودکان پسر پیش دبستانی انجام داد، آزمون را هنجاریابی کرد. وی در این پژوهش ضریب پایانی (همسانی درونی) این مقیاس را به روش باز آزمائی ۰/۸۹ و ضریب پایانی آن را به روش باز آزمائی ۰/۹۰ گزارش کرده است. جدیدی فیقان، فرامرزی، عابدی، جمالی، و جدیدی فیقان (۱۳۹۲) در پژوهشی روائی محتوای این مقیاس را تائید کرده‌اند و نیز ضریب پایانی این آزمون با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۸ بدست آمد، که نشان دهنده پایانی قابل قبولی برای این آزمون است. آزمون دارای ۳۰ سوال می‌باشد و بدون محدودیت زمانی و بطور انفرادی اجرا می‌شود.

روش نمره گذاری: به هر سوال که پاسخ درست داده شده عدد ۱ و به هر سوالی که پاسخ غلط داده شده عدد ۰ داده می‌شود. از سوال‌های ۱ تا ۸ مولفه شمارش، سوال‌های ۸ تا ۱۸ مولفه دانش عدد، و سوال‌های ۱۸ تا ۳۰ عملیات با عدد را می‌سنجد.

**ب) آزمون دانش عدد:** آزمون دانش عدد توسط گرسن، جردن و فلوجو، (۲۰۰۵) ساخته شد. این آزمون با سنجش اصول و مهارت‌های حساب، تشخیص عدد، دانش عدد و

1. Jordan's Number Sense Test
2. Number Knowledge Test

عملیات عدد یکی از معتبرترین ابزارهای سنجش در پیش‌بینی ناتوانی‌های یادگیری ریاضی است که به ارزیابی دانش روندی و مفهومی کودک از اعداد صحیح می‌پردازد. این آزمون از ۴ سطح تشکیل شده است. سطح مقدماتی: این سطح دارای یک آیتم است و حدود سن ۳ سالگی را می‌سنجد و جنبه گرم کردن دارد و کمک می‌کند تا دانش آموز با طبیعت آزمون آشنا شود و به او یک حس موفقیت در شروع آزمون دهد. همچنین شما را به این نکته آگاه می‌کند که آیا هنوز مهارت لازم را کسب کرده یا نیاز به فرصت برای انجام آن دارد. سطح صفر: آیتم‌های این سطح توانایی کودکان در شمارش و تعیین کمیت مجموعه‌های کوچک، با لمس و دستکاری اشیاء قابل دسترس را می‌سنجد. دانش در این سطح سنگ بنای مهم برای موفقیت در سطح بعدی است که محاسبه کمیت‌ها است. سطح ۱: دو گروه از آیتم‌ها در این سطح قرار می‌گیرند. آیتم‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۹ دانش توالی عدد را در کودکان می‌سنجد. آیتم‌های ۱، ۷ و ۸ توانایی حل مسائل ساده حساب کودکان را می‌سنجد. برای حل آیتم‌ها در این سطح، کودکان به چیزهایی شبیه یک "خط شمارشی ذهنی" در جلوی رویشان نیاز دارند. دانش در این سطح یک سنگ بنای مهمی برای حل مسائل در سطوح بعدی فراهم می‌کند. آیتم‌های سطح ۲: در این سطح نیز دو گروه از آیتم‌ها را داریم: آنهایی که دانش توالی عددی را می‌سنجد و آنهایی که دانش محاسباتی را می‌سنجد. تفاوت بین آیتم‌ها در سطح ۱ و سطح ۲ در این است که در آیتم‌های سطح ۲ کودکان می‌بایستی از عهده اعداد دو رقمی بر بیایند (بطور مثال دهگان و یکان). سطح ۳: دو گروه از آیتم‌ها در سطح ۳ در نظر گرفته شده است، آنهایی که دانش توالی عدد را می‌سنجد و آنهایی که دانش محاسباتی را می‌سنجد. تفاوت بین آیتم‌های سطح ۲ و سطح ۳ در این است که کودکان می‌بایستی از عهده اعداد ۳ رقمی و یا حل مسائل پیچیده تر با اعداد دو رقمی بر آیند (بطور مثال مسائل جمع و تفریقی که نیازمند گروه بندی مجدد است). اجرا و نمره گذاری آزمون دانش عدد: دانش عدد یک آزمون شفاهی است و برای همه کودکان، مستلزم پاسخهای شفاهی می‌باشد. کودکان اجازه ندارند از مداد و کاغذ برای پاسخدهی استفاده کنند. این آزمون بدون محدودیت زمانی و بطور انفرادی اجرا می‌شود. روش نمره گذاری: به هر سوال که پاسخ درست داده شده عدد ۱ داده می‌شود و به هر سوالی که پاسخ غلط داده شده عدد ۰ داده می‌شود. در سطح مهد کودک، تست حدود ۵ تا ۱۰ دقیقه تکمیل می‌شود. آزمون دانش عدد (جردن،

گلو تینگ، رامی نینی، و واتکینز، ۲۰۱۰) نیز یک سنجش بدون محدودیت زمانی است و شامل ۱۹ آیت می‌باشد. در این پژوهش روائی محتوایی این آزمون بوسیله چندین متخصص تأیید شده و پایایی این آزمون با آلفای کرونباخ ۰/۹۳ بدست آمده است.

### برنامه مداخله

این برنامه آموزشی بر اساس "راهنمای آموزش موثر در ریاضیات از مهد کودک تا پایه سوم ابتدائی" اقتباس شده از "برنامه راهبردی ریاضیات در سنین اولیه" ایالت اونتاریو کانادا (۲۰۰۳) تنظیم شده است و برگرفته از آخرین پروتکل‌های آموزش حس عدد است که توسط خبرگان آموزش ریاضی به تأیید رسیده است. همچنین محقق محتوی آنرا به تأیید متخصصان داخلی نیز رساند. هدف‌های از پیش تعیین شده این برنامه در سال ۲۰۰۳ توسط گروه متخصصان بعنوان یک برنامه موثر ریاضی در سنین پیش دبستانی مورد تأیید قرار گرفت. این برنامه یک راهبرد آموزشی در زمینه حس عدد است که از کودکان مهد تا پایه سن ورود به مدرسه را شامل می‌شود. اهداف برنامه بالابردن مهارت‌ها و دانش ریاضی در سنین مهد بر اساس مراحل رشد حس عدد در هر سن می‌باشد. مراحل رشد حس عدد در پیش از دبستان و مهد را گریفین (۲۰۰۷)، به شرح ذیل بیان کرده است: پیش از دبستان کلمات شمارشی و کمیت‌ها به‌خوبی توسط کودک بهم ارتباط داده نمی‌شوند و در آموزش کودکان می‌باید؛ ۱) اعداد با صدای بلند از یک تا پنج یا از یک تا ده و به ترتیب خوانده شود؛ ۲) تمرین تناظر یک به یک باید انجام شود، ۳) مقایسه کمیت‌ها مثل بیشتر، کمتر، بلندتر و کوتاه‌تر نیز تمرین شود. در مهد کودک: کلمات شمارشی و کمیت‌ها به هم مرتبط می‌شود و در این سنین می‌باید مفهوم کم به معنی تعداد کم و مفهوم بزرگ به معنی تعداد زیاد آموزش داده شود، ۳) آگاهی به اینکه کودک در یک توالی شمارش، عدد بعدی را به معنای یکی بیشتر بداند. ۴) از اعداد برای مقایسه کمیتها استفاده کند (دو شکلات کمتر، شش مرحله دیگر) و ۵) در نهایت کودک بتواند از اعداد برای تعیین کمیت بدون استفاده از اشیا استفاده کند.

این برنامه بر اساس یک چارچوب نظری بنا شده است (برچ، ۲۰۰۷) و شامل راهبردهای خاصی است که تفکر ریاضی دانش‌آموزان را پرورش می‌دهد و به منظور تقویت منظم حس عدد و مهارت‌های بنیادین ریاضیات در مهد کودک طراحی شده است



و بر اساس حس عدد ذاتی متمرکز است و به یادگیری فرآیند حل مسئله به عنوان زمینه اصلی برای فعالیت ریاضی کمک می‌کند (برنامه راهبردی ریاضیات در سنین اولیه، ۲۰۰۳). این برنامه راهبردهائی را برای ارزیابی و همچنین دست‌ورزی کودکان با اشیاء و تکالیفی در منزل نیز ارائه می‌کند.

برنامه آموزش حس عدد بصورت مهارت‌هائی فزاینده و تدریجی در ۱۳ درس به کودکان ارائه شد. در این برنامه از یک رویکرد بازی، حرکات آهنگین و موزون و مشارکت دادن کودکان و روش مقابله‌ای و مقایسه‌ای استفاده شد. بطور مثال، مقابله‌ای مانند در کنار هم قرار دادن همزمان قبل/ بعد، جمع/تفریق. تدوین برنامه آموزشی حس عدد با واژه‌های مناسب انتخاب و به دقت انجام شد (مانند: بعد، بعلاوه، منها، بزرگتر، کوچکتر، بیشتر، کمتر، رویهمرفته، و غیره). همانطور که در بالا ذکر شد دروس ارائه شده در این برنامه بر روی حس عدد تمرکز داشت و فعالیت‌های ۳ مولفه بنیادی حس عدد ( شمارش، عملیات عدد، دانش عدد) را پوشش می‌داد.

این برنامه برای مربیان دانش‌آموزان تهیه شده است و به همراه راهنما، دلایل و توجیه منطقی آموزش در یک جلسه آموزشی به مربیان ارائه شد. چهار مربی مهد بطور کامل در مورد روش اجرا، مدت زمان اجرا و روش‌های مهم، شامل استفاده از حرکات اشاره، چگونگی اصلاح خطاها، و استفاده از مواد آموزشی در برنامه‌های آموزشی فردی و گروهی هفتگی آموزش کامل دیدند. هر جفت مربی سپس آموزش دروس را با یکدیگر تمرین کردند. پیشنهادهائی که مربیان برای بهتر شدن و ارتقاء آموزشی در جلسات گروهی داشتند مبادله و به اشتراک گذاشته شد.

روش اجرا: جهت اجرای برنامه آموزش مداخله‌ای حس عدد ابتدا مجوزهای لازم از سازمان بهزیستی گرفته شد. سپس آزمون تشخیصی حس عدد و دانش اعداد در یک بازه زمانی ۱ ماهه بر روی همه کودکان اجرا شد. کودکان بطور انفرادی در هر دو گروه آزمایشی و گواه بر اساس سنجه‌های حس عدد در طی یک ماه پیش‌آزمون شدند. پس از اجرای این آزمون‌ها کودکان در خطر مشکلات ریاضی تشخیص داده شدند و سپس این کودکان در دو گروه آزمایشی و گروه گواه گزینش شدند. آموزش مداخله‌ای در گروه‌های کوچک با دو کودک با هدایت یک مربی انجام شد. آموزش برای گروه‌های آزمایشی به مدت ۳ هفته و در هر هفته ۳ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای با ۱۳ درس برنامه ریزی شد.

آموزش در طی زمانی اجرا شد که کودکان آموزش ریاضیات یا سایر آموزش‌های کلامی و یا غیر کلامی مرتبط رسمی نداشتند. بر روی گروه گواه هیچ عمل آزمایشی انجام نشد. برای بررسی اینکه آیا فرآیند مداخله همانطور که طراحی شده انجام خواهد شد، سه درس مداخله برای هر چهار مربی بصورت صوتی ضبط شد. این درس‌ها شامل درس‌های اول، وسط، و آخر برنامه آموزشی بود. دو دستیار پژوهش ضبط مداخلات را با نسخه‌های درسی نوشته شده مطابقت دادند، یکی از آنها در اجرای مداخلات درگیر نشد، این اقدام برای آن بود که آموزش بر طبق برنامه‌ها بطور دقیق اجرا شود، بدون انحراف قابل توجهی همه درسها و فعالیتها بصورت صد در صد انجام شد.

جدول ۱. برنامه آموزشی حس عدد

جلسات	محتوا	فعالیت آموزشی	فعالیت یادگیری	روش
اول	شمارش	لمس اشیاء و شمارش آنها پریدن روی فوم های عدد	یادگیری شمارش شمارش اشیاء معمولی	بازی و حرکات ریتمیک
دوم	تک شماری	لی لی کردن و شمردن اعداد	بالا بردن دقت در شمارش	بازی و حرکات ریتمیک
سوم	گروه شماری	شمارش سریع با کارتهای نقطه دار	بالا بردن سرعت در شمارش	بازی و حرکات ریتمیک
چهارم	دانش عدد	شمارش از یک تا ده و معکوس آن	شناخت جایگاه عدد	بازی انفرادی و گروهی
پنجم	بازشناسی عدد	دبلنای کوچک اعداد گمشده	تقویت تشخیص دیداری اعداد	بازی انفرادی و گروهی
ششم	مقایسه بزرگی و کوچکی اعداد	تاس بریز، پله بساز و مقایسه کن	مقایسه بزرگی و کوچکی اعداد	بازی انفرادی و گروهی
هفتم	عملیات عدد	نخ کردن مهره ها	جمع و تفریق اعداد	بازی و مسابقه با همسالان
هشتم	عملیات عدد	تاس بریز و برج بساز بازی با مکعبهای پیوندی	تقویت جمع اعداد	بازی و مسابقه با همسالان
نهم	عملیات عدد	عددی به یک اضافه کن	جمع و تفریق اعداد	بازی و مسابقه با همسالان

برای تحلیل آماری از آمار توصیفی میانگین، میانه، نما، و جداول فروانی و برای استنباط داده‌ها از روش تحلیل کوواریانس استفاده شد.

## نتایج

در این بخش، ابتدا شاخص‌های توصیفی مربوط به نمرات مولفه‌های حس عدد (شمارش، عملیات عدد، و دانش عدد) شامل میانگین و انحراف معیار هر دو گروه آزمایش و گواه در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۳ رده سنی ارائه شده است. با توجه به جدول ۱، ۲ و ۳ مقادیر میانگین و انحراف معیار تفاوت میان نمرات مولفه‌های حس عدد کودکان گروه آزمایش و گواه، در پیش‌آزمون چندان قابل ملاحظه نیست. از سوی دیگر، میانگین نمرات شمارش، دانش اعداد و عملیات عدد گروه آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغییرات قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد در حالی که در گروه گواه چنین تفاوتی جزئی و ناچیز است.

جدول ۲. شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیرها در سطوح سنی ۴ - ۳ سالگی

سن	گروه	آزمون	شاخص‌ها	شمارش	دانش اعداد	عملیات با عدد	حس عدد جردن	دانش عدد کل
۴-۳	پیش‌آزمون	میانگین	۴/۸۰	۳/۴۷	۱/۲۰	۹/۷۳	۹/۸۰	
		انحراف معیار	۱/۸۲۱	۲/۲۳۲	۱/۴۷۴	۲/۶۸۵	۴/۲۲۹	
	آزمایش	میانگین	۷/۰۰	۵/۷۳	۳/۹۳	۱۳/۰۷	۱۳/۰۷	
		انحراف معیار	۱/۶۹۰	۲/۳۴۴	۱/۵۸۰	۴/۱۱۴	۴/۱۱۴	
گواه	پس‌آزمون	میانگین	۴/۰۷	۲/۵۳	۱/۲۰	۷/۸۰	۱۰/۹۳	
		انحراف معیار	۱/۶۲۴	۲/۱۰۰	۱/۲۰۷	۳/۲۱۲	۴/۲۸۴	
	پیش‌آزمون	میانگین	۴/۳۳	۳/۰۰	۱/۹۳	۸/۶۷	۱۱/۱۳	
		انحراف معیار	۲/۱۹۳	۲/۲۹۹	۱/۲۲۳	۳/۴۹۸	۳/۹۸۰	

جدول ۳. شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیرها در سطوح سنی ۵-۴ سالگی

سن	گروه	آزمون	شاخص‌ها	شمارش	دانش اعداد	عملیات با عدد	حس عدد	دانش عدد کل
۴-۵	آزمایش	میانگین	۴/۲۰	۲/۸۷	۰/۸۰	۷/۸۷	۱۲/۰۰	
		انحراف معیار	۲/۱۷۸	۲/۳۲۶	۱/۰۱۴	۴/۴۲۲	۴/۱۴۰	
		پس‌آزمون						
	گواه	میانگین	۶/۲۰	۵/۱۳	۳/۴۷	۱۵/۸۷	۳/۷۲۰	
		انحراف معیار	۱/۶۱۲	۲/۲۰۰	۱/۰۶۰	۳/۷۲۰	۳/۷۲۰	
		پس‌آزمون						
۴-۵	آزمایش	میانگین	۵/۴۰	۳/۳۳	۰/۸۷	۹/۶۷	۹/۶۷	
		انحراف معیار	۱/۴۰۴	۲/۱۲۷	۱/۳۰۲	۳/۴۷۴	۳/۲۸۸	
		پس‌آزمون						
	گواه	میانگین	۵/۶۰	۳/۲۷	۱/۵۳	۱۰/۴۰	۱۰/۰۰	
		انحراف معیار	۱/۲۹۸	۱/۸۷۰	۱/۱۲۵	۳/۱۳۵	۳/۱۱۷	
		پس‌آزمون						

جدول ۴. شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیرها در سطوح سنی ۶-۵ سالگی

سن	گروه	آزمون	شاخص‌ها	شمارش	دانش اعداد	عملیات با عدد	حس عدد	دانش عدد کل
۵-۶	آزمایش	میانگین	۳/۲۷	۱/۸۷	۰/۸۷	۶/۰۷	۸/۶۷	
		انحراف معیار	۱/۹۰۷	۱/۶۸۵	۱/۳۰۲	۳/۷۸۸	۵/۳۶۷	
		پس‌آزمون						
	گواه	میانگین	۵/۹۳	۴/۴۷	۳/۴۷	۱۲/۰۰	۱۲/۰۰	
		انحراف معیار	۱/۸۷۰	۱/۷۲۷	۱/۱۲۵	۴/۴۵۶	۴/۴۵۶	
		پس‌آزمون						
گواه	میانگین	۴/۳۳	۲/۸۰	۰/۹۳	۸/۰۷	۱۰/۳۳		
	انحراف معیار	۱/۶۷۶	۲/۰۰۷	۱/۱۰۰	۳/۳۲۷	۳/۶۵۸		
	پس‌آزمون							

۱۰/۸۰	۹/۴۷	۱/۷۳	۳/۱۳	۴/۷۳	میانگین	
۴/۰۰۴	۲/۶۶۹	۰/۹۶۱	۱/۵۹۸	۱/۷۹۲	انحراف معیار	پس آزمون

جدول ۵. میانگین و انحراف معیار متغیر وابسته به تفکیک گروه در سطوح سنی

گروه	شاخص‌ها	۳-۴	۴-۵	۵-۶
میانگین		۰/۶۰	۸/۹۳	۱۴/۰۰
آزمایش	انحراف معیار	۰/۵۱	۱/۴۸	۴/۱۷
میانگین		۰/۸۰	۶/۸۰	۹/۶۷
گواه	انحراف معیار	۰/۴۱	۱/۷۸	۱/۱۷

از آنجا که مشاهده جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان می‌دهد که میانگین نمرات حس عدد گروه‌های آزمایش و گروه‌های گواه در پیش‌آزمون نزدیک هم می‌باشد. ولی میانگین نمرات گروه آزمایش در هر ۳ رده سنی در پس‌آزمون تغییر قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. این مسئله نشان دهنده آن است که بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های آزمایشی رده‌های سنی در مولفه‌های حس عدد همبستگی وجود دارد. به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع نمرات در متغیر وابسته شمارش، دانش اعداد، عملیات با اعداد، حس عدد جردن و دانش عدد کل برای ۳ گروه سنی ۳-۴، ۴-۵ و ۵-۶ از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد.

جدول ۶. آزمون کولموگروف اسمیرنوف دو نمونه‌ای برای سطوح سنی ۳-۴

شاخص	متغیر	شمارش	دانش اعداد	عملیات با عدد	فهم عدد جردن	دانش عدد کل
نهایت تفاوت	مستقل	۰/۲۶۷	۰/۳۳۳	۰/۱۳۳	۰/۲۳۵	۰/۱۷۶
	مثبت	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۳۳	۰/۲۳۵	۰/۰۵۹
	منفی	-۰/۲۶۷	-۰/۳۳۳	-۰/۰۶۷	-۰/۲۳۵	-۰/۱۷۶
مقدار K_S		۰/۷۳۰	۰/۹۱۳	۰/۳۶۵	۰/۶۸۶	۰/۵۱۴
سطح معناداری		۰/۶۶۰	۰/۳۷۵	۰/۹۹۹	۰/۷۳۴	۰/۹۵۴

با توجه به نتایج جدول (۶) و سطوح معناداری به دست آمده هر یک از متغیرهای پژوهش، چون مقدار سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ شد، فرضیه صفر تأیید شده و توزیع داده‌های تمام متغیرها نرمال بوده است، به عبارتی یکی از مفروضه‌های لازم جهت اجرای آزمون پارامتریک تحلیل کواریانس وجود داشت.

جدول ۷. آزمون کولموگروف اسمیرنوف دو نمونه‌ای برای سطوح سنین ۵-۴

شاخص	متغیر	شمارش	دانش اعداد	عملیات با عدد	حس عدد جردن	دانش عدد کل
نهایت تفاوت	مستقل	۰/۲۶۷	۰/۲۰۰	۰/۰۶۷	۰/۲۶۷	۰/۳۳۳
	مثبت	۰/۲۶۷	۰/۲۰۰	۰/۰۶۷	۰/۲۶۷	۰/۰۶۷
	منفی	۰/۰۰۱	-۰/۱۳۳	-۰/۰۶۷	-۰/۰۶۷	۰/۳۳۳
مقدار K_S		۰/۷۳۰	۰/۵۴۸	۰/۱۸۳	۰/۷۳۰	۰/۹۱۳
سطح معناداری		۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۳۷۵

با توجه به نتایج جدول ۷ و سطوح معناداری به دست آمده هر یک از متغیرهای پژوهش، چون مقدار سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ شد، فرضیه صفر تأیید شده و توزیع داده‌های تمام متغیرها نرمال بوده است و این به این معنی است که یکی از مفروضه‌های لازم جهت اجرای آزمون پارامتریک تحلیل کواریانس وجود دارد.

جدول ۸. آزمون کولموگروف اسمیرنوف دو نمونه‌ای برای سطوح سنی ۶-۵

شاخص	متغیر	شمارش	دانش اعداد	عملیات با عدد	فهم عدد جردن	دانش عدد کل
نهایت تفاوت	مستقل	۰/۳۳۳	۰/۲۶۷	۰/۱۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳
	مثبت	۰/۳۳۳	۰/۲۶۷	۰/۱۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳
	منفی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۶۷
مقدار K_S		۰/۹۱۳	۰/۷۳۰	۰/۳۶۵	۰/۹۱۳	۰/۹۱۳
سطح معناداری		۰/۳۷۵	۰/۶۶۰	۰/۹۹۹	۰/۳۷۵	۰/۳۷۵

با توجه به نتایج جدول ۸ و سطوح معناداری به دست آمده هر یک از متغیرهای پژوهش، چون مقدار سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ شد، فرضیه صفر تأیید شده و توزیع داده‌های تمام متغیرها نرمال بوده است. این به این معنی است که یکی از مفروضه‌های لازم جهت اجرای آزمون پارامتریک تحلیل کواریانس وجود داشت. برای بررسی تاثیر آموزش

مداخله ای و گواه اثر متغیر پیش آزمون بعنوان متغیر مداخله گر بر روی نمره پس آزمون از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد، اما پیش از آن می‌بایستی مفروضه‌های بکارگیری آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره که همان یکسانی واریانس گروه‌ها است، برقرار باشد. به همین جهت در جدول شماره ۹ نتایج آزمون لوین برای بررسی مفروضه یکسانی آمده است.

جدول ۹. آزمون لوین جهت بررسی یکسانی واریانس‌ها و برای بررسی برقراربودن شرایط و مفروضه‌های بکارگیری آزمون تحلیل کوواریانس

ضریب F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	معنی داری	
۰/۵۷۲	۵	۸۴	۰/۷۲۱	شمارش
۰/۴۳۵	۵	۸۴	۰/۸۲۳	دانش اعداد
۰/۸۹۰	۵	۸۴	۰/۴۹۲	عملیات با اعداد
۱/۷۵۱	۵	۸۴	۰/۱۳۲	حس عدد جردن
۱/۶۰۸	۵	۸۴	۰/۱۶۷	دانش عدد کل

نتایج این آزمون نشان داد که پراکندگی نمرات در گروه‌های آزمایشی و گواه یکسان و در نتیجه پیش فرض یکسانی واریانس برقرار است. با توجه به جدول ۹ مقدار سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ شد بیانگر یکسانی واریانس‌ها در گروه‌ها می‌باشد. در خصوص مفروضه‌های لازم جهت اجرای آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره، که عبارت از توزیع نرمال داده‌ها، همگنی واریانس‌ها و انتساب تصادفی افراد نمونه به دو گروه آزمایشی و گواه، فاصله‌ای بودن مقیاس سنجش داده‌ها وجود دارد. بنابر این استفاده از تحلیل کوواریانس بلا مانع است. یکی دیگر از مفروضه‌های اجرای تحلیل کوواریانس همگنی شیب‌های رگرسیون می‌باشد. این مفروضه بدین معنی است که ضریب رگرسیون متغیر وابسته از روی متغیرهای همپراش در گروه‌ها یکسان می‌باشد. برای بررسی این مفروضه برای هر یک از مولفه‌ها آزمون تحلیل واریانس (آزمون F) اجرا شد.

جدول ۱۰. آزمون تحلیل واریانس برای بررسی همگنی شیب های رگرسیون

شاخص ها متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F مقدار	سطح معناداری
	۱۲/۰۹۹	۶	۲/۰۱۷	۲/۸۴۹	۰/۰۵۵
	۱۱/۷۵۷	۶	۱/۹۶۰	۱/۱۹۵	۰/۳۱۹
گروه، شمارش، دانش اعداد، عملیات	۳/۹۹۳	۶	۰/۶۶۶	۰/۸۶۲	۰/۵۲۷
با اعداد، حس عدد جردن	۲۲/۴۹۳	۶	۳/۷۴۹	۰/۶۹۹	۰/۶۵۱
	۹/۴۳۶	۶	۱/۵۷۳	۰/۶۸۴	۰/۶۶۳
	۱/۰۸۴	۶	۰/۱۸۱	۰/۱۸۲	۰/۹۸۱

همانگونه که نتایج جدول ۱۰ نشان می‌دهد، با توجه به ضرایب F محاسبه شده برای تعامل گروه و پیش آزمون در هیچ یک از متغیرها معنادار نمی‌باشد ( $P > ۰/۰۵$ ). در نتیجه تفاوت معناداری میان ضرایب رگرسیون بین متغیرهای وابسته و همپراش در دو گروه مشاهده نمی‌گردد و فرض همگنی ضرایب رگرسیون در دو گروه آزمایش و گواه برای تمامی مقیاس‌ها برقرار است.

با توجه به مجموع پیش فرض‌های مطرح شده مشاهده می‌گردد که داده‌های این پژوهش قابلیت ورود به تحلیل کواریانس را دارا می‌باشد و می‌توان تفاوت‌های دو گروه را در متغیر وابسته مورد بررسی قرار داد. پیش از انجام تحلیل کواریانس آزمون تحلیل واریانس چند متغیره ضرورت داشت زیرا می‌بایست مشخص شود که آیا بین پیش آزمون و پس آزمون در مولفه‌های حس عدد در گروه‌های آزمایش و گواه تفاوت وجود دارد.

جدول ۱۱. تحلیل کواریانس حس عدد جردن

مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	ضریب اتا
۴۱۶/۵۴۵	۱	۴۱۶/۵۴۵	۴۹/۳۳۵	۰/۰۰۱	۰/۳۷۳
۵۸۱/۳۸۰	۵	۱۱۶/۲۷۶	۱۳/۷۷۲	۰/۰۰۱	۰/۴۵۳
۷۰۰/۷۸۸	۸۳	۸/۴۴۳			
۱۳۷۰۸/۰۰۰	۹۰				



چنانچه در جدول ۱۱ ملاحظه می‌گردد پس از تعدیل نمرات پیش آزمون ، چون مقدار سطح معناداری ( $p < 0/05$ ) شد لذا نتیجه گرفتیم فرض صفر رد شده و فرض پژوهشی تایید گردید. به عبارت دیگر مداخله آموزش شمارش اعداد بر بهبود یادگیری کودکان تأثیر معناداری دارد.

جدول ۱۲. میانگین های تعدیل شده

متغیر وابسته پس آزمون		
خطای انحراف معیار	میانگین	گروه ها بر اساس سطوح سنی
۰/۷۶۳	۱۲/۰۹۸ <sup>a</sup>	۳-۴ سال آزمایش
۰/۷۵۱	۶/۰۷۷ <sup>a</sup>	۴-۵ سال آزمایش
۰/۷۷۴	۳/۳۴۷ <sup>a</sup>	۵-۶ سال آزمایش
۰/۷۵۱	۸/۹۱۹ <sup>a</sup>	۳-۴ سال کنترل
۰/۷۶۲	۹/۴۷۴ <sup>a</sup>	۴-۵ سال کنترل
۰/۷۵۰	۹/۵۵۱ <sup>a</sup>	۵-۶ سال کنترل

چنانچه در جدول (۱۲) ملاحظه می‌گردد پس از تعدیل نمرات پیش آزمون ، چون مقدار سطح معناداری ( $p < 0/05$ ) شد لذا نتیجه گرفتیم فرض صفر رد شده و فرض پژوهشی تایید گردید. به عبارت دیگر مداخله آموزش حس عدد بر بهبود مهارت‌های عدد کودکان تأثیر معناداری دارد.

جدول ۱۳. تحلیل کوواریانس دانش عدد

ضریب اتا	سطح معناداری	F ضریب	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	
۰/۸۵۳	۰/۰۰۱	۴۸۰/۴۶۸	۱۱۰۰/۶۶۳	۱	۱۱۰۰/۶۶۳	پیش آزمون
۰/۵۴۸	۰/۰۰۱	۲۰/۱۱۵	۴۶/۰۷۹	۵	۲۳۰/۳۹۶	مداخله گروه
			۲/۲۹۱	۸۳	۱۹۰/۱۳۷	خطا
				۹۰	۱۴۸۹۷/۰۰۰	کل

چنانچه در جدول (۱۳) ملاحظه می‌گردد پس از تعدیل نمرات پیش آزمون ، چون مقدار سطح معناداری ( $p < 0/05$ ) شد لذا نتیجه گرفتیم فرض صفر رد شده و فرض پژوهشی تایید گردید. به عبارت دیگر مداخله آموزش شمارش اعداد بر بهبود مهارت‌های عدد کودکان در خطر مشکلات یادگیری ریاضی تأثیر معناداری دارد.

جدول ۱۴. میانگین‌های تعدیل شده

متغیر وابسته پس از آزمون		
خطای انحراف معیار	میانگین	گروه‌ها بر اساس سطوح سنی
۰/۳۹۱	۱۳/۴۳۹ <sup>a</sup>	۳-۴ سال آزمایش
۰/۳۹۷	۱۴/۳۴۸ <sup>a</sup>	۴-۵ سال آزمایش
۰/۳۹۶	۱۳/۳۴۸ <sup>a</sup>	۵-۶ سال آزمایش
۰/۳۹۲	۱۰/۵۳۲ <sup>a</sup>	۳-۴ سال کنترل
۰/۳۹۱	۱۰/۴۸۷ <sup>a</sup>	۴-۵ سال کنترل
۰/۳۹۱	۱۰/۷۱۴ <sup>a</sup>	۵-۶ سال کنترل

با توجه به جدول ۱۴ چون مقادیر سطح معنا داری در خرده مقیاس‌ها (شمارش، دانش اعداد و عملیات با اعداد) و کل آزمون حس عدد جردن کوچکتر از ۵٪ و مقادیر آتا ۱۴٪ شد. این نتیجه نشان می‌دهد که برنامه آموزش حس ارائه شده در این پژوهش بر مولفه‌های حس عدد موثر بوده و سبب بهبود مولفه‌های حس عدد در کودکان در خطر مشکلات ریاضی شده است و نتیجه گرفتیم که مداخله خیلی موثر بوده است. اما در مورد آزمون دانش عدد نتایج معنی دار نشد.

جدول ۱۵. آزمون تحلیل کوواریانس دانش اعداد

مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F ضریب	سطح معناداری	ضریب اتا
۲۱۲/۴۹۷	۱	۲۱۲/۴۹۷	۱۳۳/۰۴۱	۱/۰۰۰	۰/۶۱۶
۹۹/۷۹۲	۵	۱۹/۹۵۸	۱۲/۴۹۶	۱/۰۰۰	۰/۴۲۶
۱۳۲/۵۷۰	۸۳	۱/۵۹۷			
۱۹۷۵/۰۰۰	۹۰				

چنانچه در جدول ۱۵ ملاحظه می‌گردد پس از تعدیل نمرات پیش آزمون، چون مقدار سطح معناداری ( $p < ۰/۰۵$ ) شد لذا نتیجه گرفتیم فرض صفر رد شده و فرض پژوهشی تایید گردید. به عبارت دیگر مداخله آموزش شمارش اعداد بر مهارت‌های عدد کودکان تأثیر معناداری دارد.

جدول ۱۶. میانگین‌های تعدیل شده

متغیر وابسته پس از آزمون		
خطای انحراف معیار	میانگین	گروه‌ها بر اساس سطوح سنی
۰/۳۲۹	۵/۲۳۴	۳-۴ سال آزمایش
۰/۳۲۶	۵/۰۹۱	۴-۵ سال آزمایش
۰/۳۳۲	۵/۱۸۶	۵-۶ سال آزمایش
۰/۳۲۷	۳/۲۱۱	۳-۴ سال کنترل
۰/۳۲۸	۲/۸۶۹	۴-۵ سال کنترل
۰/۳۲۶	۳/۱۴۲	۵-۶ سال کنترل

### بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی آموزش حس عدد بر مهارت‌های عدد کودکان پیش دبستانی در خطر مشکلات ریاضی شهر تهران انجام شد. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان داد آموزش حس عدد، مهارت‌های عدد کودکانی که در خطر مشکل ریاضی هستند را بهبود می‌دهد. مهارت‌های عدد در این کودکان در مرحله پس از آزمون و پس از برنامه آموزش مداخله‌ای بطور معناداری افزایش پیدا کرد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که آموزش حس عدد می‌تواند مولفه‌های حس عدد را که عبارتند از شمارش، دانش اعداد و عملیات با اعداد را با عملکرد بالا ارتقاء دهد. علاوه بر این تاثیر این آموزش زمینه ارتقاء در مولفه‌های دیگر حس عدد را هم فراهم می‌کند. حس عدد به طور حتم به واسطه مولفه‌های بنیادی‌اش زمینه ساز اکتسابات ریاضی در سنین مهد و سنین بالاتر خواهد بود (جردن و همکاران، ۲۰۱۱).

نتیجه بدست آمده از فرضیه اول نشان داد آموزش حس عدد موجب ارتقا مهارت‌های شمارش عدد کودکان در خطر مشکل یادگیری ریاضی می‌شود، این یافته با نتایج تحقیقات جردن، دیسون، و گلوئینگ (۲۰۱۱)، جردن، گلوئینگ، رامی نینی، و واتکینز (۲۰۱۰)، همسو می‌باشد. همچنین نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهشی وندر هیدن، (۲۰۱۰)، جردن، دیسون، گلوئینگ (۲۰۱۱)، جونکو و بارون (۲۰۱۴)، که به بررسی تاثیر برنامه آموزشی حس عدد در سنین پیش از دبستان بر روی مهارت‌های شمارش عدد کودکان در خطر مشکلات ریاضی پرداختند، همسو می‌باشد.

نتیجه بدست آمده در فرضیه دوم که تاثیر آموزش حس عدد بر دانش اعداد را در کودکان پیش دبستانی در خطر مشکلات ریاضی مورد تأیید قرار می‌دهد، با نتایج تحقیقات سود و جیتندرا (۲۰۱۳) که مداخله آموزشی حس عدد را بر روی کودکان با موقعیت اجتماعی اقتصادی پائین مورد بررسی قرار داده بود همسو می‌باشد. همچنین با تحقیقات مونونم، اونیو، کوپونن، و آرو، (۲۰۱۴) که بر روی کودکان در خطر مشکل ریاضی انجام شده است و با تحقیقات گرسن (۲۰۱۱) همسو می‌باشد. نتایج این پژوهش‌ها بر این مسئله تأکید دارد که مهارت‌های عدد ضعیف در دوره پیش از دبستان، دانش آموزان را در همان پایه اول دبستان دچار شکست تحصیلی می‌کند و تقویت این مهارت‌ها مانع شکست تحصیلی این کودکان در مدرسه می‌شود.

نتیجه بدست آمده در فرضیه سوم که تاثیر آموزش حس عدد بر مهارت عملیات با اعداد را در کودکان پیش دبستانی در خطر مشکلات ریاضی مورد تأیید قرار می‌دهد با نتایج تحقیقات فوکس (۲۰۱۱)، در زمینه آموزش مداخله‌ای ریاضی کودکان در سنین اولیه برای کاهش فاصله عملکرد کودکان دچار تاخیر در مهارت‌های عدد و نتایج تحقیقات کلارک، دوآبلر، اسمولفسکی، بیکر، فین، و استرنند کری (۲۰۱۶) مبنی بر تاثیر آموزش مداخله‌ای بر ارتقاء عملکرد مهارت‌های حساب در کودکان در خطر مشکلات ریاضی همسو می‌باشد.

تمامی پژوهشگران نام برده تاثیر آموزش مداخله‌ای به منظور ارتقاء مهارت‌های عدد را در سنین پیش از دبستان برای گروه‌های در خطر مشکلات ریاضی بطور مستقیم مورد تأکید قرار داده‌اند. در این پژوهش‌ها مداخله آموزشی حس عدد که محتوی آموزشی آن بر روی مهارت‌های شمارش، اصول شمارش، عملیات با اعداد، شناخت اعداد، از طریق بازی و فعالیت‌های مشارکتی متمرکز است، بعنوان یک مداخله موثر زود هنگام مورد تأکید قرار گرفته است. اهمیت این یافته‌ها از این جهت است که تعیین می‌کنند، مهارت‌های عدد اولیه می‌تواند از طریق مداخلات آموزشی منظم و هدفمند پرورش یابد (وندر هیدن، ۲۰۱۰). این پیش فرض همراه با پیش فرض دیگری که بیان می‌کند ضعف در مهارت‌های عدد اولیه زمینه بوجود آورنده مشکلات ریاضی در سنین مدرسه می‌باشد، پژوهشگران را به این نتیجه رسانده است که سنین پیش از دبستان سنین مهم و حیاتی برای اجرای

برنامه‌های آموزشی مداخله ای برای کودکان در خطر مشکلات یادگیری ریاضی است (برچ، ۲۰۰۵؛ مازوگو و تامپسون، ۲۰۰۵).

یکی از اهداف آموزشی مدارس، توسعه و رشد شایستگی مفاهیم و مهارت‌های ریاضی دانش آموزان است که به طور فزاینده ای برای همه اهمیت پیدا کرده است. برنامه های آموزشی باید به دانش آموزان کمک کند که به طور ویژه موفقیت در اکتساب ریاضی که برای مشاغل تکنولوژی قرن جدید و فعالیت های روزمره ضروری است را کسب کنند (مازوگو و تامسون، ۲۰۰۵). دنیای امروز با تاکید بر تکنولوژی در محیط کار، عملکرد در یک سطح بالایی از مهارت در ریاضی را برای اشخاص، بیشتر از گذشته ایجاب می کند (کلارک و همکاران، ۲۰۱۶). فرصت‌های شغلی با ضعف در توانایی ریاضی، و همچنین ضعف در توان اقتصادی که پیامد اکتساب ضعیف در ریاضی است محدود می شود. زیرا مشاغل ریاضی محور، بازده درآمدی بالاتری دارند و تفاوت در سطوح اکتساب ریاضی ممکن است در این نقش داشته باشد (آرنولد، فیشر، دکتروف، و دابز، ۲۰۰۲). در نتیجه، با توجه به رابطه بین توانایی‌ها و شایستگی ریاضی و فرصت‌های شغلی در جامعه‌ی امروز ضروری است که به فرآیند آموزش مفاهیم بنیادی ریاضی از سنین ابتدائی و حل مشکلات احتمالی این مفاهیم توجه زیادی شود.

در همه جوامع، آموزش ریاضی برای همه کودکان در کلاس درس، بصورت آموزش اصلی ارائه می‌شود، اما برای بهبود عملکرد کودکان با عملکرد ضعیف در ریاضیات، آموزش مداخله ای ریاضیات بصورت آموزش مکمل باید اجرا شود (ریکومینی و اسمیت، ۲۰۱۱؛ هاسلر، ۲۰۰۸). همچنین در گذشته، آموزش ریاضی پیش از دبستان غیر رسمی بوده و اغلب به کودکانی که با مشکلات ریاضی مواجه بوده اند ارائه نمی شد (کلارک و همکاران، ۲۰۱۵). از طرفی تحقیقات نشان داده است مهارت‌های عدد در سالهای پیش از دبستان، یا در زمان ورود به دبستان، یادگیری حساب در دبستان را پیش بینی می‌کنند (مازوگو و تامپسون، ۲۰۰۵). مهمترین دلیل بر این مسئله وجود رابطه مثبت نتایج آزمون‌های تشخیصی مشکلات ریاضی در سنین اولیه و پیش بینی پیشرفت ریاضی در دوره ابتدائی در تحقیقات طولی است (کلارک و همکاران، ۲۰۱۵؛ جردن، و همکاران، ۲۰۰۷؛ جردن گلو تینگ، رامی نینی، و واتکینز، ۲۰۱۰؛ لو کونیاک و جردن، ۲۰۰۸).

کودکانی که در معرض خطر ناتوانی یادگیری ریاضی قرار دارند، احتمالاً قبل از تجربه کردن شکست تحصیلی، می‌باید شناسایی شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهد با در نظر گرفتن رفتار، ویژگی‌های یادگیری، ویژگی‌های شناختی، عصب روان‌شناختی و شرایط زندگی فعلی کودکان در سنین پیش از دبستان و قبل از شروع آموزش مدرسه‌ای می‌توان پیش‌بینی کرد آنها احتمالاً در تحصیل موفق نباشند، اما بطور معمول آنها آموزش ویژه‌ای را دریافت نمی‌کنند (هالاها و همکاران، ۲۰۰۵/۱۳۹۰). همچنین تحقیقات بر روی کودکان در خطر مشکلات یادگیری ریاضی (کودکانی که در مهارت‌های بنیادی عدد مشکل دارند) در پیش از دبستان نشان داده است، همراه با آموزش متداول ریاضیات که هسته اصلی آموزش ریاضی را تشکیل می‌دهد، آموزش تکمیلی ریاضی می‌تواند بعنوان روشی موثر بکار رود (کلارک و همکاران، ۲۰۱۶). در حال حاضر نیز یافته‌های پژوهشی نشان داده است که برنامه‌های آموزشی مکمل در ارتقاء عملکرد کودکان با عملکرد ضعیف در ریاضی بسیار موثر می‌باشد (کلارک و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین تشخیص و مداخله‌ی زودهنگام برنامه‌های آموزش ریاضی برای کودکانی که در خطر یادگیری ریاضی هستند موجب بهبود عملکرد ریاضی هم در مهد و هم در آینده در مدرسه خواهد شد.

همچنین پژوهش‌ها نشان داده است که مداخلات زودهنگام، تأثیر چشمگیری بر بهبود کودکانی داشته است که مشکلاتی در حس عدد (مهارت‌های بنیادی عدد) داشته‌اند. چنانچه برای این کودکان اقدامات زودهنگام انجام نمی‌شد ممکن بود آنها با عنوان ناتوانی یادگیری در سنین مدرسه طبقه بندی شوند. امروزه شناسایی و تشخیص کودکان در معرض خطر در زمینه مشکلات یادگیری به‌طورعام و کودکان مشکل‌دار در زمینه‌ی ریاضی به‌طورخاص در سنین پیش از دبستان و تدارک کمک‌های مداخله‌ای برای آنان به‌ویژه کودکان دارای وضعیت اقتصادی و اجتماعی ضعیف از اولویت‌های مهم آموزش و پرورش عادی و ویژه است (جدیدی فیقان و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج بررسی نشان می‌دهد که طرح‌های آموزشی که شامل آموزش مستقیم، آموزش از طریق بازی، آموزش چند حسی، آموزش از طریق بازنمائی‌های عینی - انتزاعی بود در ارتقا و بهبود عملکرد ریاضی این کودکان موثرتر است. این مطالعه می‌تواند راهکارها و مفاهیم مهمی را برای آموزش کودکان در خطر مشکلات ریاضی ارائه کرده و پیشنهاداتی

برای تحقیقات آینده ارائه دهد. در برنامه های پیش از دبستان که آموزش پیش از مهدکودک را برای کودکان ۳ تا ۵ سال فراهم می‌کند، ممکن است ناتوانی‌های یادگیری شناسایی شود. با وجود اینکه بسیاری از ابزارهای استاندارد شده، مخصوصاً آزمون‌های هوش محدودیت‌های جدی در ارزیابی کودکان پیش‌دبستانی دارد، روش شناسایی که در کلینیک یا پیش‌دبستانی اجرا می‌شود، شامل دامنه وسیعی از آزمون‌های استاندارد شده و مقیاس‌های تحولی است که مهارت‌های کودک را با هنجار مقایسه می‌کند. مشاهده دقیق از کودک در موقعیت‌های مختلف توسط معلمان با تجربه و سنجش مهارت‌های پیش تحصیلی روش مناسب‌تری برای شناسایی مراحل اولیه ناتوانی‌های یادگیری است. بسیاری از کودکانی که بعداً تشخیص ناتوانی یادگیری در مورد آنها داده می‌شود، ظاهراً تحولاتی کاملاً مشابه با همسالانشان داشته‌اند.

تشخیص زودهنگام ناتوانی یادگیری، عملی امید بخش است. تشخیص زودهنگام متوجه این نکته است که باید از شکست جلوگیری کنیم. آموزش ویژه باید بر پیشگیری تمرکز داشته باشد نه بر مداخله پس از شکست تحصیلی کودک. از آنجا که شناسایی کودکانی که بعداً مورد تشخیص ناتوانی یادگیری قرار می‌گیرند در سال‌های اولیه و قبل از ورود به مدرسه فوق‌العاده دشوار است، لذا دیدگاه‌های متفاوتی در این خصوص وجود دارد بررسی‌ها نشان می‌دهد در سنین قبل از مدرسه ابزار اندازه‌گیری واقعی برای تشخیص ناتوانی یادگیری وجود ندارد. تشخیص نخستین مراحل ناتوانی یادگیری، آنقدر که تصور می‌شود، آسان نیست. شیوه‌هایی که امروز برای تشخیص وجود دارند از حد کمال فاصله زیادی دارند. یک تشخیص نه تنها باید دقیق باشد بلکه باید منجر به برنامه ریزی دقیق آموزشی شود. تشخیص زودهنگام صحیح بدون مداخله فوری و موثر، مشکلات موجود را برای کودک و خانواده‌اش بدتر خواهد کرد. بنابر این، مهمترین مسائل در تشخیص زودهنگام، صحت تشخیص و در دسترس بودن مداخله زودهنگام است. در نهایت سوالی که در ارتباط با تشخیص زودهنگام و مداخله زود هنگام بوجود می‌آید این است: آیا می‌توان، کودکانی که در دوره ابتدایی ناتوانی یادگیری خواهند داشت در مهدکودک شناسایی و سپس مداخله موثر در مورد آنها انجام داد؟ یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که این کار شدنی است (هالاها و همکاران، ۲۰۰۵/علیزاده و همکاران، ۱۳۹۰).

در پژوهش حاضر ما کوشیدیم برنامه آموزشی حس عدد که یک راهنمای عملی برای معلمان و والدین در یاری‌رسانی به کودکان سنین ۳ تا ۶ سال است و شامل تقویت مهارت‌های شمارش، دانش عدد و عملیات عدد است را بدست دهیم. این برنامه آموزشی دانش و مهارتی را که می‌باید دانش آموز در پایان هر پایه در مهد بدست آورد را مشخص می‌کند و اجزای آن برای تقویت مولفه‌های حس عدد، که همان مهارت‌های بنیادی عدد است و جنبه تحولی دارد، طراحی شده است. این برنامه بخش مقدماتی از فرآیند آموزشی ریاضی است و می‌تواند به عنوان چارچوب راهبردی برای رشد و توسعه تفکر ریاضی در مراحل اولیه در نظر گرفته شود.

اگرچه حس عدد، همانطور که در این پژوهش به آن پرداخته شد، در مداخلات زودهنگام برای حل مشکلات ریاضی در کودکان پیش دبستانی بعنوان یک مفهوم بنیادی می‌بایستی مورد توجه قرار گیرد ولی برنامه‌های مداخله آموزشی ریاضی برای این گروه از کودکان نیاز مند اجزای دیگری نیز می‌باشد. تحقیقات نشان داده است کودکان مبتلا به مشکل ریاضی دچار مشکلاتی در حوزه‌های شناختی دیگر از قبیل؛ پردازش اطلاعات (رسل، ماتوت، پینتو، و آریدیلا، ۲۰۰۶)، فرآیند تفکر (لی و فانگ<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱)، عصب روان‌شناختی (کلی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱)، حافظه کاری و توانایی در بازیابی اطلاعات از حافظه بلند مدت (روسلی و نول<sup>۴</sup>، ۲۰۰۷) و پردازش زبان و توجه (کلینگرگ<sup>۵</sup>، ۲۰۱۰)، دانش معنایی یا اخباری، درک دستور زبان ریاضی و مهارت‌های دیداری-ادراکی-حرکتی و نظام پردازش عدد هستند. چنانچه بخواهیم چه در فرآیند تشخیص و چه آموزش برنامه جامع و کاملی ارائه کنیم در نظر داشتن متغیرهای تاثیر گذار ذکر شده می‌بایستی جزء لاینفک پژوهش‌های بعدی باشد. لذا بودن متغیرها در پژوهش حاضر تا حدودی تعمیم پذیری نتایج این پژوهش را کاهش می‌دهد. بر همین اساس توصیه می‌شود پژوهش‌های آینده با در نظر گرفتن متغیرهای ذکر شده انجام شود..

- 
1. Rossel, Matute, Pinto & Aridilia
  2. Lee & Fong
  3. Kelly
  4. Rousselle & Noel
  5. Kleinberg



## منابع

- اشرف، مریم. استکی، مهناز. عشایری، حسن. (۱۳۹۰). تاثیر صفحه اعداد بر پیشرفت ریاضی دانش آموزان با بدون ناتوانی های یادگیری ریاضی، فصل نامه تعلیم و تربیت استثنائی (ویژه نامه دانش آموزان با حساب نارسائی)، ۲(۱)، پیاپی ۱۰۷، ۱۴-۶.
- پوشنه، کامبیز. شفیعی، الهام. توکلی طرقي، الهام. (۱۳۹۱). مروری بر الگوهای تشخیصی ناتوانی های یادگیری، فصل نامه تعلیم و تربیت استثنائی، ۱۱۳.
- پوشنه، کامبیز. (۱۳۹۰). غربالگری و تشخیص زود هنگام ناتوانی یادگیری ریاضی. فصل نامه تعلیم و تربیت استثنائی (ویژه نامه دانش آموزان با حساب نارسائی)، ۲(۱)، پیاپی ۱۰۷، ۳۷-۳۱.
- جدیدی فیقان، مهناز. فرامرزی، سالار. عابدی، احمد. جمالی، سمیه. جدیدی فیقان، مریم. (۱۳۹۲). اثربخشی مداخله های زود هنگام آموزشی بر فهم عدد در کودکان پیش دبستانی، دانش و پژوهش در روانشناسی کاربردی، ۱۵ (۲)، ۹۳-۸۵.
- جدیدی فیقان، مهناز. (۱۳۹۰). اثربخشی مداخلات زود هنگام آموزشی بر شایستگی ریاضی کودکان پیش دبستانی شهر اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- جمالی فیروز آبادی، محمود. کشاورزی ارشدی، فرناز. محمد قربان رعیت، هما. (۱۳۸۸). شناسائی زودرس نارسائی های یادگیری با استفاده از نشانگان و ملاک های رشد و تحولی در کودکان پیش دبستانی و پایه اول ابتدائی شهر تهران. فصل نامه تحقیقات روانشناختی، ۱۸(۱)، ۸۵-۱۰۲.
- صفار، افسانه. حاجی آبادی ناهید. (۱۳۹۰). مداخلات اولیه برای شناسائی و پیشگیری از مشکلات ریاضی دانش آموزان. فصل نامه تعلیم و تربیت استثنائی (ویژه نامه دانش آموزان با حساب نارسائی)، ۲(۱)، پیاپی ۱۰۷، ۵۸-۴۹.
- عابدی، احمد. ملک پور، مختار. (۱۳۸۹). اثر بخشی مداخلات زود هنگام آموزشی - روان شناختی بر بهبود کارکردهای اجرائی و توجه کودکان با ناتوانیهای عصب - روان شناختی، رویکردهای نوین آموزشی؛ دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی دانشگاه اصفهان، ۵(۱)، ۸۶-۶۵.

عابدی، احمد. ناجی، مریم. شوشتری، مژگان. (۱۳۹۰). عصب روان‌شناسی یادگیری ریاضی. فصل‌نامه تعلیم و تربیت استثنایی (ویژه‌نامه دانش آموزان با حساب نارسایی)، ۱۲(۱)، پیاپی ۱۰۷، ۳۰-۲۳.

هالاها، دانیل پی. لوید جان و. کافمن جیمز م. ویس، مارگارت پ. و مارتینز، الیزابت ا. (۲۰۰۵). اختلالات یادگیری (مبانی، ویژگی‌ها و تدریس موثر)، ترجمه حمید علیزاده، قربان همتی علمدارلو، صدیقه رضایی دهنوی، ستاره شجاعی، (۱۳۹۰)، چاپ اول، تهران، ارسباران.

- Andrews, P., Sayers, J. & Back, J. (2013). The development of foundational number sense in England and Hungary: a case study comparison. Conference.
- Arnold, D. H., Fisher, P. H., Doctoroff, G. L., & Dobbs, J. (2002). Accelerating math development in head start classrooms. *Journal of Educational Psychology*.
- Fuchs, L. S. (2011). Mathematics intervention at the secondary prevention level of a multi-tier prevention system: *Six key principles*.
- Joonkoo Park Elizabeth M. Brannon (2014) Improving arithmetic performance with number sense training: An investigation of underlying mechanism ScienceDirect Cognition journal homepage: [www.elsevier.com/locate/COGNIT](http://www.elsevier.com/locate/COGNIT) 2014 Elsevier B.V.
- Melissa E. Libertus Lisa Feigenson, Justin Halberda (2013) Is approximate number precision a stable predictor of math ability? (2013) *Learning and Individual Differences* Elsevier Inc. [www.elsevier.com/locate/linlif](http://www.elsevier.com/locate/linlif)
- Aunio, P., Hautamäki, J., Sajaniemi, N., & Van Luit, J. E. H. (2009). Early numeracy in low-performing young children. *British Educational Research Journal*, 35(1), 25-46
- Riikka Mononen, Pirjo Aunio, Tuire Koponen, Mikko Aro, (2014) A Review of Early Numeracy Interventions for Children at Risk in Mathematics, *International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECSE)*, 6(1), 25-54
- Berch, B. B. (2005). Making sense of number sense. Implication for children with mathematical Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333-339.
- Clarke, B., Baker, S. K., Smolkowski, K., Doabler, C. T., Strand Cary, M., & Fien, (2015). Investigating the efficacy of a core kindergarten mathematics curriculum to improve student mathematics learning outcomes. *Journal of Research o Educational*, 8(3), 303-324.
- Clarke, B., Doabler, C. T., Smolkowski, K., Baker, S. K., Fien, H., & Strand Cary, M. (2016) Examining the efficacy of a tier 2 kindergarten mathematics Effectiveness *Journal of Learning Disabilities*, 49, 152-165. doi: 10.1177/0022219414538514.

- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D. B., Baker, S. K., Smolkowski, K., & Fien, H. (2016). The effects of a core kindergarten mathematics program on the mathematics achievement of Spanish-speaking English learners. *School Psychology Review*, 45, 343–361.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 4-15
- 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.
- Ginsburg, H. P., Lee, J. S. & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children, What it is and how to promote it. *Social Policy Report*, 22(1), 194-219.
- Griffin, S. (2004). Building number sense with Number Worlds, A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 173-180.
- Gersten, R. (2011). Early numeracy intervention program for first-grade students with mathematics difficulties. *Exceptional Children*, 78(1), 7-23.
- Jitendra, A. K., Corroy, K. C., & Dupuis, D. N. (2013). Characteristics of students at risk for mathematics difficulty predicting arithmetic word problem solving performance: The role of
- Jordan, N. C., Dyson, N., Glutting, J. (2011). Developing Number Sense in Kindergartners at Risk for Learning Difficulties in Mathematics. *Society for Research on Educational Effectiveness*, University of Delaware.
- Joonkoo Park Elizabeth M. Brannon (2014) Improving arithmetic performance with number sense training: An investigation of underlying mechanism Science Direct Cognition journal homepage: [www.elsevier.com/locate/COGNIT](http://www.elsevier.com/locate/COGNIT) 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.
- Melissa E. Libertus Lisa Feigenson, Justin Halberda (2013) Is approximate number precision a stable predictor of math ability? (2013) *Learning and Individual Differences* Elsevier Inc. [www.elsevier.com/locate/linlif](http://www.elsevier.com/locate/linlif)
- Jordan, N. C., Glutting, J., Ramineni, C. & Watkins, M. W. (2010). Validating a number sense screening tool for use in kindergarten and first grade: Predict mathematics proficiency in third grade. *School Psychology Review*, 39, 181–185.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 36-46.
- Jordan, N. C., Dyson, N. & Glutting, J. (2011). Developing Number Sense in Kindergartners at Risk for Learning Difficulties in Mathematics. University of Delaware *SREE Fall Conference Abstract Template*.

- Jordan, N.C., Glutting, J., Ramineni, C. (2010). A number sense assessment tool for identifying children at risk for mathematical difficulties. *Psychology and Intervention*, SanDiego. Academic press.
- Kelly, A. E. (2011). Can cognitive neuroscience ground a science of learning? *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 17-23.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317-324. doi:10.1016/j.tics.2010.05.00.
- Lee, K. & Fong Ng, S. (2011). Neuroscience and the Teaching of Mathematics. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 81-86.
- Locuniak, M. N., & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities*, 41(5), 451-45.
- Lembke, E. & Foegen, A. (2009). Identifying Early Numeracy Indicators for Kindergarten and First-Grade Students. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(1), 12-20
- Mazzocco, M. M. Feigenson, L. & Halberda, J. (2011). Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). *Child Development* 82(4),
- Mazzoco, M.M. ,Thompson, R.E. (2005). Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disability Research and Practice*, 20(3), 142-155.
- Malofeeva, E. V. (2005). Meta-analysis of mathematics instruction with young children (Unpublished doctoral dissertation). University of Notre Dame, Notre Dame, IN.
- Okamoto, Y. & Case, R. (1996). Exploring the microstructure of children's central conceptual structures in the domain of number. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61, 27-59.
- Ontario Early Math Strategy (2003). A Guide to Effective Instruction in Mathematics, Kindergarten to Grade 3, Ontario.
- Park, J., & Brannon, E. M. (2014). Improving arithmetic performance with number sense training: An investigation of underlying mechanism. *Cognition*, 133(1), 188-200.
- Rousselle. L. & Noel, MP.(2007). Basic numerical skill in children with mathematical learning disabilities: a comparison of symbol vs. non – symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102(3), 361-365. doi: 10.1016/j.cognition.2006.01.005.
- Rossell, M., Matute, E., Pinto. N. & Aridila, A. (2006). Memory Abilities in children with subtype of Dyscalculia. *Developmental Neuropsychology*, 30, 807-809.
- Sood, S., & Jitendra, A. K. (2013). An exploratory study of a number sense program to develop kindergarten students' number proficiency. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 328-346.

VanDerHeyden, A. M. (2010). Determining early mathematical risk: Ideas for extending the research. *School Psychology Review*, 39, 196-202