

بررسی تأثیر واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی با توجه به درک مطلب و عملیات ضرب و تقسیم در دانش‌آموزان دوره دوم ابتدایی دارای اختلال ریاضی

سارا مسافریان^۱، بهرام صالح صدق پور^۲، روشن احمدی^۳

۱. کارشناسی ارشد روان‌شناسی تربیتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

۲. دانشیار دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

۳. استادیار دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: www.sedghpour@sr.u.ac.ir

تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۱۱/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۹

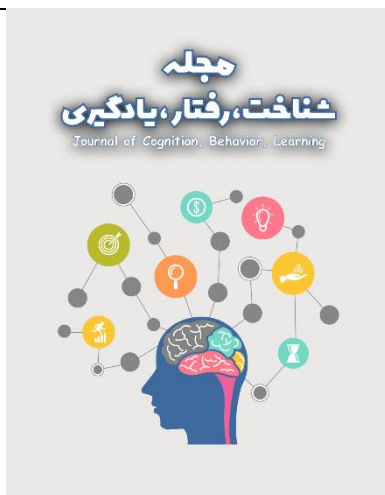
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۱۵

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۴/۱۴

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر آموزش واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی در حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان دارای اختلال خواندن و ریاضی با توجه به نقش درک مطلب و عملیات ضرب و تقسیم بود. این پژوهش از نوع آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی دارای اختلال یادگیری در مدارس مناطق ۵ و ۱۸ شهر تهران بود. نمونه‌گیری به روش تصادفی ساده انجام شد و ۲۰ دانش‌آموز انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل جایگزین شدند. ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل آزمون تشخیصی خواندن و ریاضی استنفورد و خرده‌آزمون‌های واژگان، درک مطلب، محاسبات و مفاهیم چندگزینه‌ای و تشریحی بود. مداخله آموزشی واژه‌شناسی در ۱۰ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای برای گروه آزمایش اجرا شد، در حالی که گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکرد. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس بلوکی (ANCOVA) تحلیل شدند. نتایج نشان داد آموزش واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی کودکان دارای اختلال خواندن و ریاضی تأثیر معناداری داشت ($p \leq 0.05$). افزایش دانش واژگانی باعث بهبود ۹۳ درصدی در مهارت پردازش دیداری-فضایی مرتبط با حل مسائل ریاضی شد. همچنین متغیرهای هم‌پراش شامل درک مطلب و عملیات ضرب و تقسیم، تأثیر معناداری بر متغیر وابسته نداشتند که نشان‌دهنده اثر مستقل آموزش واژه‌شناسی بر بهبود پردازش دیداری-فضایی است. بر اساس یافته‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش واژه‌شناسی نقش مهمی در ارتقای توانایی‌های دیداری-فضایی و بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری دارد. تقویت مهارت‌های واژه‌شناسی به‌عنوان بخشی از برنامه‌های مداخله‌ای می‌تواند رویکردی مؤثر برای ارتقای درک مفاهیم عددی و توانایی حل مسئله باشد.

کلیدواژه‌گان: واژه‌شناسی، اختلال خواندن، اختلال ریاضی، پردازش دیداری-فضایی.



شیوه استناددهی: مسافریان، سارا، صدق پور، بهرام صالح، و احمدی، روشن. (۱۴۰۴). بررسی تأثیر واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی با توجه به درک مطلب و عملیات ضرب و تقسیم در دانش‌آموزان دوره دوم ابتدایی دارای اختلال ریاضی. *شناخت، رفتار، یادگیری*، ۲ (۴)، ۱-۱۶.

Cognition, Behavior, Learning

Investigating the Impact of Lexical Knowledge on Visuospatial Processing with Regard to Reading Comprehension and Multiplication/Division Operations in Elementary School Students with Mathematical Learning Disabilities

Sara. Mosaferian¹, Bahram Saleh. Sedghpour^{2*}, Roshan. Ahmadi³

1. Master's degree in Educational Psychology, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

2. Associate Professor, Faculty of Humanities, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

3. Assistant Professor, Faculty of Humanities, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

*Corresponding Author's Email: www.sedghpour@sru.ac.ir

Submit Date: 2025-07-05

Revise Date: 2025-10-07

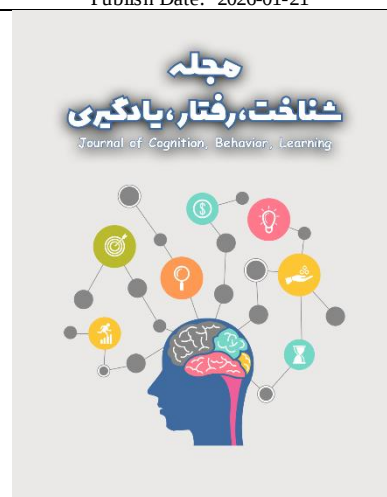
Accept Date: 2025-11-10

Publish Date: 2026-01-21

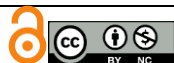
Abstract

This study aimed to investigate the effect of lexical knowledge training on visuospatial processing in mathematical problem-solving among students with comorbid reading and mathematical disabilities, considering the role of reading comprehension and multiplication/division operations. A quasi-experimental pretest-posttest control group design was used. The statistical population included all sixth-grade students with learning disabilities in districts 5 and 18 of Tehran. Using simple random sampling, 20 students were selected and randomly assigned to experimental and control groups. Data were collected using the Stanford Diagnostic Reading and Mathematics Tests, including vocabulary, reading comprehension, computational, and conceptual subtests. The experimental group received a ten-session (90 minutes each) lexical knowledge training program designed to reduce reading and math difficulties, while the control group received no intervention. Data were analyzed using Analysis of Covariance (ANCOVA). Lexical knowledge training had a statistically significant effect on visuospatial processing among children with comorbid reading and mathematical disabilities ($p \leq 0.05$). An increase in lexical knowledge led to a 93% improvement in visuospatial processing skills associated with mathematical problem-solving. Covariate variables (reading comprehension and multiplication/division operations) did not have a significant effect, indicating a direct impact of lexical training. The findings suggest that enhancing lexical knowledge as part of educational interventions significantly improves visuospatial abilities and mathematical performance in children with learning disabilities. Lexical-based programs can effectively strengthen cognitive and linguistic foundations necessary for mathematical problem-solving.

Keywords: Lexical Knowledge, Reading Disorder, Mathematical Disorder, Visuospatial Processing.



How to cite: Mosaferian, S., Sedghpour, B.S., Ahmadi, R. (2025). Investigating the Impact of Lexical Knowledge on Visuospatial Processing with Regard to Reading Comprehension and Multiplication/Division Operations in Elementary School Students with Mathematical Learning Disabilities. *Cognition, Behavior, Learning*, 2(4), 1-16.



© 2025 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

مقدمه

اختلال‌های یادگیری خاص، از جمله اختلال ریاضی یا دیس‌کالکولیا، از چالش‌های اساسی در نظام آموزشی هستند که می‌توانند بر عملکرد تحصیلی، انگیزش یادگیری و رشد شناختی دانش‌آموزان تأثیر عمیقی بگذارند (Bozatli et al., 2024). دیس‌کالکولیا معمولاً به ناتوانی در درک مفاهیم عددی، انجام محاسبات ریاضی و حل مسائل منطبق با سطح سنی و تحصیلی اشاره دارد، درحالی‌که این کودکان از هوش عمومی طبیعی یا حتی بالاتر از میانگین برخوردارند (Menon et al., 2020). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که اختلال ریاضی نه تنها ناشی از نقص در مهارت‌های عددی است، بلکه از ضعف در پردازش شناختی، زبانی و دیداری-فضایی نیز تأثیر می‌پذیرد (Cardillo et al., 2020). به بیان دیگر، یادگیری ریاضی یک فرآیند چندوجهی است که در آن حافظه کاری، مهارت‌های فضایی، زبان و درک مفهومی به صورت هم‌زمان نقش‌آفرینی می‌کنند (Spencer, 2020).

در این میان، پردازش دیداری-فضایی به عنوان یکی از زیرساخت‌های شناختی کلیدی در یادگیری ریاضی مطرح است. این مهارت شامل توانایی درک روابط فضایی، سازمان‌دهی دیداری و تجسم موقعیت اشیاء است که در درک اعداد، عملیات هندسی و حل مسائل کاربردی نقش دارد (Poltz et al., 2025). ضعف در این حوزه موجب می‌شود دانش‌آموزان در شناسایی الگوها، تحلیل روابط کمی و نگهداری اطلاعات عددی در حافظه فعال با مشکل روبه‌رو شوند (Macchitella et al., 2023). از منظر عصب‌شناسی شناختی نیز، پردازش دیداری-فضایی به تعامل میان قشر آهیانه‌ای مغز و حافظه کاری وابسته است، که هرگونه اختلال در این مسیر می‌تواند یادگیری ریاضی را مختل کند (Menon et al., 2020).

حافظه کاری، که به توانایی نگهداری و پردازش هم‌زمان اطلاعات اشاره دارد، نقش بنیادی در انجام محاسبات چندمرحله‌ای و حل مسئله دارد (Baddeley, 2020). بر اساس مدل چندجزئی بادلِی، حافظه کاری شامل دو بخش مجزا یعنی حلقه واج‌شناختی (verbal loop) و اسکچ‌پد دیداری-فضایی (visuospatial sketchpad) است (Spencer, 2020). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ضعف در هر یک از این دو مؤلفه می‌تواند توانایی کودک در انجام تکالیف ریاضی را کاهش دهد (Chen et al., 2023). به‌ویژه، در کودکان دارای اختلال ریاضی، عملکرد ضعیف حافظه کاری دیداری-فضایی یکی از شاخص‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های عملکرد پایین در مفاهیم عددی و محاسبات است (Safari Vesal et al., 2022). افزون بر این، ارتباط دوسویه‌ای میان زبان و حافظه کاری وجود دارد که در درک متون ریاضی و رمزگشایی از دستورهای زبانی نقش مؤثری دارد (Du et al., 2022).

نقش زبان و واژه‌شناسی در رشد مهارت‌های ریاضی طی سال‌های اخیر بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (Turan & De Smedt, 2023). زبان نه تنها ابزار انتقال دانش است، بلکه وسیله‌ای برای سازمان‌دهی شناختی و شکل‌دهی بازنمایی‌های ذهنی از مفاهیم عددی محسوب می‌شود (Karim, 2017). ضعف در درک واژگان و ساختارهای زبانی مربوط به ریاضی، از جمله واژه‌هایی چون «بیشتر از»، «نصف» یا «برابر با»، می‌تواند مانع از تفسیر صحیح روابط عددی و حل منطقی مسائل شود (Dixit & Oates, 2024). در واقع، تعامل میان زبان و ریاضیات فراتر از جنبه‌های نحوی است و شامل درک معنایی، مفهومی و فضایی واژگان نیز می‌شود (Chen et al., 2025). یافته‌های پژوهش‌های اخیر تأکید دارند که آموزش واژه‌شناسی ریاضی می‌تواند هم‌زمان بر بهبود درک مطلب و عملکرد عددی مؤثر باشد (Guez et al., 2023).

از منظر رشدشناختی، کودکان در دوره دبستان در مرحله‌ای قرار دارند که پیوند بین مهارت‌های زبانی، فضایی و عددی در حال تثبیت است. انعطاف‌پذیری مغزی در این سنین باعث می‌شود مداخلات آموزشی هدفمند تأثیرات پایداری بر کارکردهای شناختی داشته باشند (Hauptman et al., 2024). مطالعات عصب‌شناختی اخیر نشان داده‌اند که آموزش‌های چندوجهی که هم‌زمان بر تقویت واژه‌شناسی و پردازش دیداری-فضایی تمرکز دارند، موجب فعال‌سازی شبکه‌های مشترک زبانی و فضایی در قشر آهیانه و پیش‌پیشانی مغز می‌شوند (Hart

et al., 2025). این یافته‌ها مؤید آن است که زبان می‌تواند نقش واسطه‌ای در بهبود عملکرد دیداری-فضایی و در نتیجه ارتقای عملکرد ریاضی ایفا کند.

پژوهش‌های متعددی به ارتباط میان مهارت‌های فضایی و توانایی ریاضی پرداخته‌اند و نشان داده‌اند که آموزش‌های مبتنی بر مهارت‌های دیداری-فضایی به بهبود توانایی حل مسئله، درک روابط هندسی و در نهایت عملکرد ریاضی می‌انجامد (Poltz et al., 2025). در مطالعه‌ای طولی، تقویت مهارت‌های فضایی در سال‌های ابتدایی تحصیل، پیش‌بینی‌کننده پیشرفت در استدلال عددی و محاسبات در سال‌های بعد بود (Linnavalli et al., 2024). این ارتباط، به‌ویژه در کودکانی که زمینه ضعف زبانی یا شناختی دارند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند (Viesel-Nordmeyer et al., 2023). به همین دلیل، مداخلاتی که به‌طور هم‌زمان بر واژه‌شناسی و پردازش فضایی تمرکز دارند، می‌توانند اثربخشی بیشتری نسبت به مداخلات تک‌بعدی داشته باشند (Bouck & Long, 2023).

از سوی دیگر، نظریه‌های یادگیری اجتماعی نیز بر اهمیت تعامل محیط، زبان و شناخت در فرآیند یادگیری تأکید دارند. طبق نظریه بندورا، یادگیری از طریق مشاهده و تعاملات اجتماعی رخ می‌دهد و زبان به‌عنوان واسطه‌ای برای درونی‌سازی مفاهیم عمل می‌کند (Amsari et al., 2024). بنابراین، آموزش واژه‌های کلیدی ریاضی در بسترهای ارتباطی و تعاملی، می‌تواند موجب تثبیت عمیق‌تر مفاهیم و افزایش انگیزش یادگیری شود. این یافته با دیدگاه‌های جدید درباره یادگیری دیجیتال و استفاده از ابزارهای فناوری برای تقویت انعطاف‌پذیری شناختی نیز هم‌خوانی دارد (Palamarchuk et al., 2025). ابزارهای دیجیتال آموزشی می‌توانند فرصت‌های جدیدی برای تمرین پردازش فضایی، واژه‌شناسی و حافظه کاری فراهم آورند و از طریق بازخورد آنی، مسیر رشد شناختی را تسهیل کنند (Paik et al., 2025).

با وجود پیشرفت‌های مذکور، مطالعات نشان داده‌اند که هنوز درک کافی از سازوکار تعامل میان زبان، حافظه کاری و پردازش دیداری-فضایی در کودکان دارای اختلال یادگیری وجود ندارد (Viesel-Nordmeyer et al., 2023). یافته‌های متناقض در این زمینه بیانگر پیچیدگی روابط شناختی است؛ برای مثال، برخی پژوهش‌ها حاکی از آن‌اند که حافظه کاری زبانی نقش پررنگ‌تری نسبت به حافظه فضایی در یادگیری ریاضی دارد، در حالی که مطالعات دیگر نشان داده‌اند مؤلفه دیداری-فضایی تعیین‌کننده‌تر است (Chen et al., 2023). همچنین، آموزش‌های مبتنی بر تمرین حافظه کاری به‌تنهایی، معمولاً فاقد انتقال مؤثر به سایر حوزه‌های شناختی‌اند (Ripp et al., 2022). از این‌رو، رویکردهای آموزشی جامع که بر تلفیق مؤلفه‌های زبانی، فضایی و اجرایی تأکید دارند، می‌توانند اثربخشی بیشتری داشته باشند.

یافته‌های پژوهش‌های داخلی نیز بر اهمیت این ارتباط تأکید دارند. برای نمونه، فوتوچی چاهوکی و مجاهدی نشان دادند که ضعف در پردازش دیداری و ادراک فضایی یکی از عوامل اصلی بروز اختلال یادگیری ریاضی در دانش‌آموزان ابتدایی است و آموزش‌های تلفیقی می‌تواند موجب بهبود این مهارت‌ها شود (Fotuhi Chahouki & Mojahdi, 2023). همچنین، درگیری جمعه بیان می‌کند که ناتوانی در یادگیری مفاهیم ریاضی اغلب ناشی از ضعف در واژه‌شناسی و درک مفاهیم زبانی است که درک روابط عددی را دشوار می‌کند (Dargiri Jomeh, 2024). به‌طور مشابه، خاکزاد با تأکید بر نظریه هوش چندگانه گاردنر، تقویت هوش دیداری-فضایی را یکی از راهکارهای اساسی برای بهبود عملکرد تحصیلی در درس ریاضی می‌داند (Khakzad, 2022).

از دیدگاه عصب‌روان‌شناختی، ارتباط بین حافظه فعال دیداری-فضایی و دانش واژگانی از طریق شبکه‌های مشترک معنایی در مغز برقرار می‌شود (Hart et al., 2025). حافظه فعال به‌عنوان سیستم موقتی ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات، بستری برای نگهداری واژه‌ها، نمادها و روابط عددی فراهم می‌کند (Baddeley, 2020). این سیستم از دو مسیر اصلی یعنی حلقه زبانی و سیستم دیداری-فضایی پشتیبانی می‌کند و تعامل آن‌ها، اساس درک ریاضی و حل مسئله را تشکیل می‌دهد (Spencer, 2020). مطالعات تازه نشان داده‌اند که تقویت یکی از این دو مسیر، می‌تواند به بهبود دیگری نیز بینجامد (Chen et al., 2025). برای نمونه، آموزش واژه‌شناسی موجب افزایش ظرفیت حافظه دیداری-فضایی از طریق برچسب‌گذاری زبانی دقیق‌تر برای اشیاء و روابط عددی می‌شود (Hart et al., 2025).

از منظر عاطفی و انگیزشی، تعامل بین هیجان، زبان و ریاضی نیز بر عملکرد تحصیلی اثرگذار است. احساس اضطراب ریاضی یا ترس از شکست می‌تواند پردازش شناختی را مختل و ظرفیت حافظه کاری را کاهش دهد (Paik et al., 2025). پژوهش‌ها تأکید دارند که مداخلات زبانی و شناختی توأم با راهبردهای هیجانی می‌توانند در کاهش اضطراب و افزایش خودکارآمدی تحصیلی مؤثر باشند (Amsari et al., 2024). این در حالی است که در دوران یادگیری ابتدایی، رشد مهارت‌های هیجانی و شناختی به‌صورت هم‌زمان رخ می‌دهد و آموزش‌های چندبعدی، نقش حیاتی در این فرآیند دارند (Hauptman et al., 2024).

در دهه اخیر، مفهوم انعطاف‌پذیری شناختی و نقش آن در یادگیری ریاضی نیز موردتوجه ویژه قرار گرفته است. انعطاف‌پذیری شناختی به توانایی تغییر دیدگاه، استفاده از راهبردهای جدید و سازگاری با موقعیت‌های متفاوت اشاره دارد (Hauptman et al., 2024). این توانایی با عملکرد حافظه فعال، کنترل اجرایی و پردازش زبانی ارتباط مستقیم دارد. مطالعات جدید نشان داده‌اند که تمرین‌های واژه‌شناسی و پردازش فضایی می‌توانند از طریق تحریک شبکه‌های عصبی پیش‌پیشانی، انعطاف‌پذیری شناختی را افزایش دهند (Hart et al., 2025).

در مجموع، بررسی پیشینه نظری و تجربی نشان می‌دهد که پردازش دیداری-فضایی، زبان و حافظه کاری سه مؤلفه درهم‌تنیده در یادگیری ریاضی‌اند. ضعف در هر یک از این مؤلفه‌ها می‌تواند به بروز اختلال در درک مفاهیم عددی و حل مسئله منجر شود. از سوی دیگر، مداخلات آموزشی مبتنی بر واژه‌شناسی و تمرین‌های دیداری-فضایی می‌توانند از طریق تقویت حافظه فعال و بازنمایی‌های ذهنی، عملکرد ریاضی را بهبود بخشند (Guez et al., 2023; Poltz et al., 2025). بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آموزش واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی با توجه به نقش درک مطلب و عملیات ضرب و تقسیم در دانش‌آموزان دوره دوم ابتدایی دارای اختلال ریاضی انجام می‌شود.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع آزمایشی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه انجام شد. هدف، بررسی تأثیر آموزش واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی در دانش‌آموزان دارای اختلال همبود ریاضی و خواندن بود. در این طرح، دو گروه آزمایش و گواه به‌صورت تصادفی از میان جامعه آماری انتخاب و به‌طور تصادفی در گروه‌ها جایگزین شدند. گروه آزمایش تحت آموزش واژه‌شناسی قرار گرفت، در حالی که گروه گواه هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد. پس از اتمام دوره آموزشی، هر دو گروه در آزمون پس‌آزمون شرکت کردند و نتایج مورد مقایسه قرار گرفتند. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان پسر پایه ششم دبستان دارای اختلال یادگیری ریاضی در مدرسه مشکلات یادگیری (۱) و مدارس مناطق پنج و هجده شهر تهران در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ بود. از میان این جامعه، ۲۰ دانش‌آموز که بر اساس تشخیص متخصص یادگیری دارای اختلال ریاضی بودند، به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب و به‌طور مساوی در دو گروه آزمایش (۱۰ نفر) و گواه (۱۰ نفر) قرار گرفتند. پژوهش حاضر از چهار ابزار اصلی برای گردآوری داده‌ها استفاده کرده است که به شرح زیر معرفی می‌شوند:

آزمون واژه‌شناسی: برای سنجش توانایی واژه‌شناسی از زیرآزمون واژه‌های تصویری برگرفته از آزمون زبان آموزی پیشرفت‌یافته (TOLD-P:3) استفاده شد. این آزمون شامل مجموعه‌ای از واژه‌هاست که کودک باید از بین تصاویر ارائه‌شده، واژه درست را انتخاب کند. این آزمون، توانایی تشخیص و درک معنایی واژه‌ها را می‌سنجد و دارای پایایی بازآزمایی ۰/۸۷ و روایی محتوایی تأییدشده توسط متخصصان زبان و گفتاردرمانی است.

آزمون درک مطلب: برای ارزیابی درک مطلب از آزمون درک خواندن کارول استفاده گردید که شامل چند متن کوتاه با پرسش‌های چندگزینه‌ای است و به سنجش توانایی استخراج معنا، استنباط، و تفسیر منطقی از متن می‌پردازد. نسخه فارسی این آزمون توسط ... (سال ...). بومی‌سازی و دارای ضریب پایایی کرونباخ آلفای ۰/۸۱ گزارش شده است.

¹ Carroll Reading Comprehension Test

آزمون عملیات ضرب و تقسیم: به منظور سنجش مهارت‌های عددی، از خرده‌آزمون محاسبات ریاضی آزمون پیشرفت تحصیلی وودکاک-جانسون استفاده شد. در این آزمون، دانش‌آموزان باید مجموعه‌ای از مسائل ضرب و تقسیم را بدون کمک ماشین حساب حل کنند. زمان پاسخ‌گویی محدود بوده و سرعت و دقت پاسخ‌ها به‌عنوان شاخص عملکرد ریاضی در نظر گرفته شد. این ابزار دارای ضریب پایایی $0/85$ تا $0/90$ گزارش شده است.

آزمون پردازش دیداری-فضایی: برای ارزیابی پردازش دیداری-فضایی از زیرآزمون طراحی با مکعب‌های آزمون هوش وکسلر کودکان (WISC-V) و نیز آزمون ادراک دیداری-فضایی بندر-گشتالت استفاده گردید. آزمون وکسلر میزان توانایی کودک در درک روابط فضایی و سازمان‌دهی دیداری را می‌سنجد، در حالی که آزمون بندر-گشتالت دقت دیداری، هماهنگی چشم و دست و توانایی بازتولید الگوهای فضایی را ارزیابی می‌کند. ضریب پایایی این آزمون‌ها به‌ترتیب $0/88$ و $0/83$ گزارش شده است. همچنین روایی محتوایی ابزارها توسط هیئتی از متخصصان روان‌شناسی شناختی و اختلالات یادگیری بررسی و تأیید شد. پایایی نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ در یک مطالعه مقدماتی روی 30 دانش‌آموز محاسبه گردید که مقادیر به‌ترتیب برای واژه‌شناسی ($0/86$)، درک مطلب ($0/83$)، عملیات ریاضی ($0/89$) و پردازش دیداری-فضایی ($0/84$) به‌دست آمد. نحوه اجرای مداخله: مداخله آموزشی شامل شش جلسه ۶۰ دقیقه‌ای بود که طی سه هفته برای گروه آزمایش اجرا شد. جلسات شامل آموزش واژه‌های کلیدی ریاضی، درک مفاهیم عددی و تمرین‌های فضایی مرتبط با واژگان هدف بودند. تمرکز جلسات بر تقویت ارتباط میان زبان و ادراک فضایی از طریق فعالیت‌هایی چون مقایسه اشکال، تمرین تقارن، درک متون عددی و حل مسائل کاربردی ریاضی بود. گروه گواه در این مدت آموزش خاصی دریافت نکرد و صرفاً طبق برنامه عادی مدرسه آموزش دید.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شدند. در گام نخست، شاخص‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) برای متغیرها محاسبه شد. سپس، جهت آزمون فرضیه‌ها از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) با کنترل اثر پیش‌آزمون استفاده شد تا تأثیر خالص آموزش واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی بررسی شود. سطح معناداری آزمون‌ها برابر با $0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

به منظور بررسی اولیه داده‌ها، شاخص‌های توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون ریاضی در دو گروه آزمایش و گواه محاسبه شد (جدول ۱). جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین نمرات پیش‌آزمون در دو گروه تقریباً مشابه بوده است (گروه آزمایش: $1/40$ و گروه گواه: $1/50$)، که بیانگر هم‌ترازی اولیه دو گروه پیش از اجرای مداخله است. با این حال، در پس‌آزمون تفاوت چشمگیری مشاهده می‌شود؛ میانگین نمرات گروه آزمایش ($35/50$) در مقایسه با گروه گواه ($7/41$) به‌طور قابل‌توجهی بالاتر است. این اختلاف اولیه حاکی از آن است که اجرای پروتکل آموزشی مبتنی بر تقویت واژه‌شناسی و پردازش دیداری-فضایی تأثیر مثبتی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان داشته است. همچنین انحراف معیار پایین در پیش‌آزمون (حدود $0/5$) و افزایش نسبی آن در پس‌آزمون (حدود $1/7$) نشان می‌دهد که تنوع نمرات پس از مداخله افزایش یافته است، که می‌تواند ناشی از تفاوت در میزان پاسخ‌دهی دانش‌آموزان به برنامه آموزشی باشد.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار نمره‌های آزمون ریاضی دانش‌آموزان

گروه	میانگین	انحراف استاندارد	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون
آزمایش	۱/۴۰۰	۳۵/۵۰۰	۰/۵۱۶
گواه	۱/۵۰۰	۷/۴۱۷	۰/۵۲۷

¹ Woodcock-Johnson

² Bender-Gestalt Test

در جدول ۲ میانگین و انحراف معیار متغیرهای هم‌پراش (واژه‌شناسی، درک مطلب و عملیات ریاضی) در دو گروه آزمایش و گواه ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در گروه آزمایش، میانگین نمرات متغیرهای هم‌پراش به‌طور کلی بالاتر از گروه گواه است، به‌ویژه در مؤلفه‌های مربوط به پردازش دیداری-فضایی و درک مطلب. این یافته‌ها به‌صورت توصیفی موید آن است که آموزش مبتنی بر واژه‌شناسی توانسته است عملکرد شناختی و زبانی دانش‌آموزان را بهبود بخشد.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای هم‌پراش در دو گروه آزمایش و گواه

گروه	متغیر هم‌پراش ۱	متغیر هم‌پراش ۲	متغیر هم‌پراش ۳	میانگین (M)	انحراف معیار (SD)
آزمایش	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۳۵.۵۰	۱.۷۱
گواه	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۷.۴۱	۱.۷۴
کل نمونه	—	—	—	۲۱.۴۵	۳.۲۸

با هدف آزمون فرضیه‌های پژوهش مبنی بر تأثیر واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی با در نظر گرفتن اثر متغیرهای هم‌پراش، از مدل تحلیل کوواریانس یک-متغیری استفاده شد. در گام نخست، اثر متقابل بین گروه‌ها و متغیر هم‌پراش نخست (آزمون استنفورد خواندن) بررسی گردید (جدول ۳).

نتایج نشان داد که مقدار $F(1,17)=47.864$ و $P<0.05$ بوده است، که معنادار است. این یافته حاکی از وجود تعامل معنادار بین پیش‌آزمون خواندن و گروه‌های مورد مطالعه است. به عبارت دیگر، فرض همگنی ضرایب رگرسیون رد شده و اثر گروه بر متغیر وابسته (پردازش دیداری-فضایی) با توجه به نمرات خواندن متفاوت است.

در ادامه، برای متغیر هم‌پراش دوم (آزمون استنفورد ریاضی)، نتایج جدول ۴ نشان داد که مقدار $F(1,17)=60.993$ و $P<0.05$ نیز معنادار است. این یافته نشان می‌دهد که اثر پیش‌آزمون ریاضی بر متغیر وابسته نیز با اثر گروه تعامل دارد، و در نتیجه شرط همگنی شیب رگرسیون نقض شده است.

برای متغیر هم‌پراش سوم (آزمون واژگان و درک مطلب ریاضی)، نتایج جدول ۵ نشان داد که $F(1,17)=40.384$ و $P<0.05$ ، بیانگر وجود تعامل معنادار میان متغیر مستقل و متغیر هم‌پراش سوم است.

با توجه به نقض فرض همگنی شیب رگرسیون در سه متغیر هم‌پراش، استفاده از مدل ANCOVA به‌تنهایی معتبر نبوده است؛ از این‌رو، برای تحلیل دقیق‌تر داده‌ها، از تحلیل واریانس بلوکی به عنوان روش جایگزین استفاده شد.

جدول ۳. خلاصه محاسبات تحلیل کوواریانس مربوط به متغیر هم‌پراش (۱)

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
تعامل گروه با متغیر هم‌پراش (۱)	۴۵۲۷/۹۰۴	۲	۲۲۶۳/۹۵۲	۴۷/۸۶۴	۰,۰۰۰
خطا	۸۰۴/۰۹۶	۱۷	۴۷/۳۰۰	—	—
کل اصلاح شده	۵۳۳۲/۰۰	۱۹	—	—	—

جدول ۴. خلاصه محاسبات تحلیل کوواریانس مربوط به متغیر هم‌پراش (۲)

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
تعامل گروه با متغیر هم‌پراش (۲)	۴۶۷۹/۸۱۱۶	۲	۲۳۳۹/۹۰۸	۶۰/۹۹۳	۰,۰۰۰
خطا	۶۵۲/۱۸۴	۱۷	۳۸/۳۶۴	—	—
کل اصلاح شده	۵۳۳۲,۰۰۰	۱۹	—	—	—

^۱ Blocked ANOVA

بر اساس آزمون لوین برای همگنی واریانس‌ها (جدول ۶)، مقدار $F=1.504$ و سطح معنی‌داری $P=0.252$ به‌دست آمد که از 0.05 بزرگ‌تر است. بنابراین، فرض همگنی واریانس‌ها برقرار است و می‌توان نتایج تحلیل واریانس بلوکی را با اطمینان تفسیر کرد. همچنین، آزمون‌های آماری F و t به نرمال بودن داده‌ها مقاوم هستند، لذا بررسی نرمالیتی ضروری تشخیص داده نشد.

جدول ۵. خلاصه محاسبات تحلیل کوواریانس مربوط به متغیر همپراش (۳)

منبع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	سطح معنی‌داری
عامل گروه با متغیر همپراش (۳)	۴۴۰۴/۸۵۹	۲	۲۲۰۲,۴۳۰	۴۰,۳۸۴	۰,۰۰۰
خطا	۹۲۱/۱۴۴	۱۷	-	-	-
کل اصلاح شده	۵۳۳۲/۰۰	۱۹	-	-	-

نتایج نهایی تحلیل در جدول ۷ آورده شده است. بر اساس یافته‌ها، مقدار $F(1,13)=173.775$ و $P<0.05$ برای متغیر مستقل (گروه) نشان‌دهنده‌ی اثر معنادار اجرای پروتکل آموزشی بر پردازش دیداری-فضایی دانش‌آموزان است. به بیان دیگر، مداخله مبتنی بر واژه‌شناسی سبب بهبود قابل توجهی در توانایی‌های دیداری-فضایی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی شده است. از سوی دیگر، نتایج برای متغیرهای همپراش نشان داد:

متغیر همپراش (۱) با $F=0.956$ و $P>0.05$ معنادار نیست؛ بنابراین نمرات پیش‌آزمون خواندن بر متغیر وابسته تأثیر نداشته است. متغیر همپراش (۲) نیز با $F=2.933$ و $P>0.05$ غیرمعنادار است؛ بنابراین دانسته‌های قبلی دانش‌آموزان در ریاضی تأثیر قابل توجهی بر نتیجه پس‌آزمون نداشته است. متغیر همپراش (۳) نیز با $F=1.795$ و $P>0.05$ فاقد اثر معنادار بوده است.

جدول ۶. نتایج مفروضه همگنی واریانس‌ها (آزمون لوین)

آزمون F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	خطا
۱/۵۰۴	۶	۱۳	۰/۲۵۲

به‌طور کلی، نتایج پژوهش نشان داد که اجرای پروتکل آموزشی مبتنی بر واژه‌شناسی به‌طور معناداری موجب افزایش توانایی پردازش دیداری-فضایی در دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی شده است. این یافته تأییدکننده فرضیه اصلی پژوهش است و بیان می‌کند که تقویت مهارت‌های زبانی (واژه‌شناسی) می‌تواند از طریق بهبود پردازش دیداری-فضایی، عملکرد ریاضی دانش‌آموزان را ارتقا دهد. همچنین، با توجه به عدم معناداری متغیرهای همپراش، می‌توان نتیجه گرفت که دانسته‌های قبلی در حوزه خواندن، ریاضی یا درک مطلب نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود عملکرد پس‌آزمون نداشته‌اند و بخش عمده‌ی تغییرات مشاهده‌شده ناشی از اجرای مداخله آموزشی جدید بوده است. به‌عبارتی دیگر، یافته‌ها به‌صورت تجربی از این دیدگاه حمایت می‌کنند که مداخلات زبانی هدفمند می‌توانند به بهبود فرایندهای شناختی و فضایی مؤثر در حل مسئله‌های ریاضی منجر شوند، و این امر می‌تواند مبنایی برای طراحی برنامه‌های درمانی و آموزشی ویژه در دانش‌آموزان دارای همبودی اختلال خواندن و ریاضی باشد.

جدول ۷. خلاصه محاسبات تحلیل کوواریانس مربوط به نمره‌های تأثیرآموزش پروتکل و متغیرهای همپراش بر گروه‌ها

منبع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	سطح معنی‌داری	نتیجه
متغیر مستقل (گروه)	۳۲۷۱,۶۴۵	۱	۳۲۷۱,۶۴۵	۱۷۳,۷۷۵	۰,۰۰۰	۰,۹۳
متغیر همپراش (۱)	۱۸,۰۰۰	۱	۱۸,۰۰۰	۰,۹۵۶	۰,۳۴۶	۰,۰۶۹
متغیر همپراش (۲)	۵۵,۲۲۵	۱	۵۵,۲۲۵	۲,۹۳۳	۰,۱۱۱	۰,۱۸۴
متغیر همپراش (۳)	۳۳,۸۰۰	۱	۳۳,۸۰۰	۱,۷۹۵	۰,۲۰۳	۰,۱۲۱
خطا	۲۴۴,۷۵۰	۱۳	۱۸,۸۲۷	-	-	-
کل اصلاح شده	۳۶۲۳,۴۲	۱۷	-	-	-	-

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی با در نظر گرفتن نقش درک مطلب و عملیات ضرب و تقسیم بود. یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که آموزش واژه‌شناسی تأثیر معناداری بر بهبود پردازش دیداری-فضایی دارد، در حالی که متغیرهای هم‌پراش (درک مطلب و عملیات ریاضی) اثر معناداری نداشتند. این نتایج بیانگر آن است که تقویت مهارت‌های واژه‌شناسی به‌طور مستقیم می‌تواند توانایی‌های فضایی و دیداری کودکان دارای اختلال یادگیری را بهبود بخشد، حتی در صورتی که توانایی‌های خواندن یا محاسبه آنان در سطح پایین‌تری قرار داشته باشد.

نتیجه‌ی نخست پژوهش، مبنی بر اثرگذاری آموزش واژه‌شناسی بر پردازش دیداری-فضایی، با مبانی نظری و شواهد تجربی متعدد هم‌راستا است. بر اساس یافته‌های (Poltz et al., 2025)، مهارت‌های دیداری-فضایی از عوامل کلیدی رشد شناخت عددی در کودکان هستند و می‌توانند از طریق مداخلات آموزشی مبتنی بر زبان و واژه تقویت شوند. در واقع، توانایی پردازش فضایی نه تنها بر حل مسائل هندسی، بلکه بر درک روابط عددی، مقایسه مقادیر و تجسم روابط کمی تأثیر دارد. در همین راستا، (Macchitella et al., 2023) با تحلیل شبکه‌ای روابط میان مهارت‌های ریاضی و حافظه کاری دیداری-فضایی نشان داد که ارتقای مهارت‌های زبانی از طریق واژه‌آموزی می‌تواند به‌طور غیرمستقیم پردازش فضایی را بهبود بخشد؛ زیرا هر واژه ریاضی نوعی «برچسب شناختی» برای سازماندهی مفاهیم عددی در ذهن کودک فراهم می‌کند.

از منظر عصب‌شناختی نیز یافته‌ها تأیید می‌کنند که پردازش زبان و پردازش دیداری-فضایی از شبکه‌های عصبی هم‌پوشان بهره می‌برند. در پژوهش (Hart et al., 2025) نشان داده شد که حافظه کاری، به‌ویژه زمانی که از بازنمایی‌های معنایی طولانی‌مدت پشتیبانی می‌کند، می‌تواند عملکرد حافظه فضایی را بهبود دهد. بنابراین افزایش دقت واژگانی و درک مفهومی از طریق آموزش واژه‌شناسی، امکان برچسب‌گذاری دقیق‌تر برای روابط فضایی را فراهم کرده و کارآمدی شبکه‌های ادراکی مغز را افزایش می‌دهد. این یافته با مدل حافظه کاری بادلی هم‌خوان است که در آن حلقه واج‌شناختی و اسکچ‌پد دیداری-فضایی به صورت تعاملی عمل می‌کنند و تقویت یکی از آن‌ها می‌تواند منجر به بهبود دیگری شود (Baddeley, 2020). بر همین اساس، تقویت مهارت‌های زبانی نه‌تنها موجب تسهیل در درک واژگان ریاضی می‌شود، بلکه توانایی تجسم و سازمان‌دهی فضایی اطلاعات را نیز افزایش می‌دهد (Spencer, 2020).

از سوی دیگر، یافته‌ها حاکی از آن بود که متغیرهای هم‌پراش (درک مطلب و عملیات ضرب و تقسیم) تأثیر معناداری بر پردازش دیداری-فضایی نداشتند. این نتیجه را می‌توان از دو منظر شناختی و آموزشی تبیین کرد. از منظر شناختی، درک مطلب و پردازش فضایی دو فرایند مجزا اما مکمل‌اند؛ اولی متکی بر بازنمایی‌های زبانی و معنایی و دومی مبتنی بر بازنمایی‌های تصویری و فضایی است (Chen et al., 2023). در کودکان دارای اختلال یادگیری، این دو مسیر معمولاً با اختلال‌های هم‌زمان روبه‌رو هستند و ارتباط میان آن‌ها ضعیف است (Viesel-Nordmeyer et al., 2023). در نتیجه، حتی با وجود بهبود در مهارت زبانی، درک مطلب به‌طور مستقیم قادر به تسهیل پردازش فضایی نیست. از منظر آموزشی نیز می‌توان گفت که تمرکز مداخله فعلی بر آموزش واژه‌شناسی به‌صورت هدفمند و نه آموزش خواندن عمومی یا درک مطلب بوده است؛ بنابراین تأثیر مستقیم بر پردازش فضایی مشاهده شده، به‌احتمال زیاد ناشی از نقش خاص واژه‌های ریاضی در ایجاد بازنمایی‌های ذهنی است.

مطالعات گذشته نیز چنین رابطه‌ای را تأیید می‌کنند. در پژوهش (Turan & De Smedt, 2023) مشخص شد که زبان ریاضی از طریق واژگان خاص خود (مانند جمع، نصف، تفاوت، و نسبت) نقش کلیدی در رشد توانایی‌های کمی دارد. همچنین (Guez et al., 2023) نشان داد که مهارت‌های زبانی در دوران پیش‌دبستانی می‌توانند توانایی‌های ضرب و تقسیم در سال‌های بعدی را پیش‌بینی کنند، زیرا زبان ابزاری برای ساخت بازنمایی‌های مفهومی از روابط عددی فراهم می‌کند. یافته‌های حاضر نیز همسو با این دیدگاه است که تقویت واژه‌شناسی، حتی بدون تمرکز مستقیم بر مهارت‌های ریاضی، می‌تواند توانایی‌های فضایی و شناخت عددی را بهبود دهد.

یافته‌های این پژوهش از دیدگاه نظری یادگیری اجتماعی بندورا نیز قابل تبیین است. مطابق نظریه یادگیری مشاهده‌ای، یادگیری از طریق تعامل و مشاهده رفتار دیگران تقویت می‌شود (Amsari et al., 2024). در این چارچوب، زبان نقش میانجی را در انتقال مفاهیم ایفا می‌کند. بنابراین، آموزش واژه‌های ریاضی در بستر تعامل گروهی یا در فعالیت‌های مبتنی بر مشاهده، می‌تواند موجب تثبیت بهتر مفاهیم فضایی شود. به‌طور مشابه، استفاده از روش‌های دیجیتالی در آموزش، از طریق تحریک هم‌زمان کانال‌های زبانی و دیداری، به ارتقای انعطاف‌پذیری شناختی کمک می‌کند (Palamarchuk et al., 2025). این سازوکارها به‌طور ضمنی توضیح می‌دهند که چرا آموزش واژه‌شناسی منجر به افزایش قابل توجه پردازش دیداری-فضایی در گروه آزمایش شد.

همچنین نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های (Hauptman et al., 2024) درباره انعطاف‌پذیری شناختی هم‌راستا است. او نشان داد که تمرین‌های زبانی و واژه‌ای می‌توانند شبکه‌های مغزی مرتبط با انعطاف‌پذیری شناختی را فعال کرده و باعث بهبود در عملکردهای اجرایی مانند توجه انتخابی و جابه‌جایی شناختی شوند. در واقع، تقویت دانش واژگانی می‌تواند راهبردهای ذهنی جدیدی را برای سازماندهی اطلاعات در ذهن کودک فراهم کند، که این امر به بهبود مهارت‌های فضایی نیز منجر می‌شود. بر اساس همین دیدگاه، کودکان دارای اختلال ریاضی در صورت دریافت آموزش‌های مبتنی بر واژه‌شناسی، قادر به بازسازی نقشه‌های ذهنی دقیق‌تری از روابط عددی خواهند بود (Linnavalli et al., 2024).

از منظر عملکرد حافظه کاری، یافته‌ها بیانگر آن است که آموزش واژه‌شناسی باعث افزایش ظرفیت حافظه فعال و بهبود توانایی ذخیره و بازیابی اطلاعات دیداری-فضایی می‌شود. این نتیجه با یافته‌های (Chen et al., 2025) هم‌سو است که نشان داد تمرین‌های زبانی منجر به بهبود حافظه کاری کلامی و در نهایت ارتقای درک مطلب و توانایی استنتاج می‌شود. همچنین، (Du et al., 2022) در پژوهشی بر روی دانش‌آموزان دبستانی دریافت که ظرفیت حافظه کاری ارتباط مستقیمی با عملکرد در فعالیت‌های گروهی و یادگیری ریاضی دارد؛ هرچه ظرفیت حافظه کاری بالاتر باشد، توانایی پردازش هم‌زمان اطلاعات عددی و فضایی نیز افزایش می‌یابد. از این‌رو، می‌توان نتیجه گرفت که تقویت مهارت‌های واژگانی در این پژوهش به‌صورت غیرمستقیم موجب بهبود حافظه کاری فضایی و توانایی حل مسئله در کودکان شده است. در کنار این یافته‌ها، باید به نقش عاطفی و انگیزشی آموزش واژه‌شناسی نیز اشاره کرد. پژوهش (Paik et al., 2025) نشان داد که گزارش تجربیات هیجانی دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی می‌تواند بر عملکرد آن‌ها اثرگذار باشد؛ کودکانی که احساس کنترل و درک بیشتری نسبت به مفاهیم ریاضی دارند، اضطراب کمتری را تجربه کرده و عملکرد بهتری دارند. از این منظر، آموزش واژه‌شناسی با ایجاد حس تسلط زبانی و شناختی، می‌تواند اضطراب ریاضی را کاهش دهد و زمینه را برای پردازش شناختی بهتر فراهم کند. این تبیین با نتایج (Khakzad, 2022) که بر تقویت هوش دیداری-فضایی در محیط یادگیری تأکید دارد نیز هم‌خوان است، چرا که هر دو بر اهمیت انگیزش و درک مفهومی به‌عنوان پیش‌شرط رشد شناختی تأکید دارند.

یافته‌های (Bouck & Long, 2023) نیز از منظر آموزشی تأییدکننده این نتایج هستند. در این پژوهش، آموزش‌های تلفیقی مبتنی بر ریاضی و زبان برای دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری اجرا شد و بهبود معناداری در مهارت‌های ادراکی و عددی مشاهده گردید. این پژوهش تأکید می‌کند که تمرکز صرف بر محاسبه یا تمرین عددی کافی نیست، بلکه باید به توانایی‌های زبانی مرتبط با مفاهیم ریاضی نیز توجه شود. مشابه این نتیجه، (Safari Vesal et al., 2022) نشان داد که توان‌بخشی شناختی، شامل تمرین‌های حافظه و ادراک فضایی، در بهبود مهارت‌های پردازش دیداری و ادراک عددی مؤثر است. پژوهش حاضر با ترکیب این دو رویکرد، یعنی تمرکز هم‌زمان بر زبان و ادراک فضایی، گامی نو در جهت تلفیق مداخلات شناختی و آموزشی برداشت.

از منظر تئوریک، یافته‌های این پژوهش با دیدگاه (Menon et al., 2020) درباره عصب‌شناسی شناخت ریاضی هم‌خوانی دارد. بر اساس این دیدگاه، نواحی آهیانه‌ای مغز مسئول پردازش فضایی و کمی هستند و نواحی زبانی نیم‌کره چپ در رمزگشایی نمادهای ریاضی نقش دارند؛ ارتباط میان این دو ناحیه در یادگیری مؤثر ریاضی ضروری است. در پژوهش حاضر نیز، آموزش واژه‌شناسی از طریق ایجاد پیوندهای قوی‌تر

میان واژگان و بازنمایی‌های عددی، موجب فعال‌سازی این مسیرهای مشترک شده است. افزون بر این، یافته‌های (Ripp et al., 2022) نشان می‌دهد که تمرین‌های حافظه کاری اگر به صورت هدفمند و در بستر معنادار انجام نشوند، اثر انتقالی محدودی دارند. از این رو، موفقیت آموزش واژه‌شناسی در این پژوهش را می‌توان به معناداری زبانی فعالیت‌ها نسبت داد که موجب تقویت هم‌زمان حافظه کاری و پردازش دیداری-فضایی شده است.

همچنین، نتایج با پژوهش‌های داخلی نیز همسو است. (Fotuhi Chahouki & Mojahdi, 2023) گزارش کرد که مداخلات شناختی-زبانی باعث بهبود مهارت‌های فضایی و کاهش نشانه‌های اختلال ریاضی در دانش‌آموزان ابتدایی می‌شود. یافته‌های (Dargiri Jomeh, 2024) نیز بیانگر آن است که ناتوانی در یادگیری مفاهیم ریاضی اغلب ناشی از ضعف در درک واژگان کلیدی است و برنامه‌های آموزشی مبتنی بر واژه‌شناسی می‌توانند این ناتوانی را تا حد زیادی جبران کنند. بدین ترتیب، نتایج پژوهش حاضر ضمن هم‌خوانی با مطالعات داخلی و خارجی، نشان می‌دهد که واژه‌شناسی نه تنها ابزار زبانی بلکه سازوکاری شناختی برای سازمان‌دهی ذهنی مفاهیم عددی است. به طور کلی، یافته‌های این پژوهش بر ضرورت توجه به زبان به عنوان زیربنای شناختی در یادگیری ریاضی تأکید دارد. تقویت واژه‌شناسی و مهارت‌های زبانی می‌تواند مسیرهای عصبی مرتبط با درک فضایی را فعال کرده و زمینه را برای درک عمیق‌تر مفاهیم ریاضی فراهم سازد (Guez et al., 2023; Poltz et al., 2025). به بیان دیگر، زبان نه تنها وسیله انتقال دانش ریاضی بلکه بخشی از خود فرایند شناختی آن است. از این رو، مداخلات آموزشی مؤثر باید بر تعامل میان زبان، حافظه و ادراک فضایی متمرکز شوند تا بتوانند به بهبود پایدار در عملکرد تحصیلی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی منجر گردند.

نخستین محدودیت پژوهش حاضر مربوط به حجم نمونه اندک و جامعه آماری محدود آن است که شامل تنها ۲۰ دانش‌آموز پسر پایه ششم از دو منطقه آموزشی شهر تهران بود. این محدودیت موجب می‌شود تعمیم نتایج به کل جمعیت دانش‌آموزان با احتیاط صورت گیرد. دوم، مدت زمان اجرای مداخله نسبتاً کوتاه (۱۰ جلسه) بوده و احتمال دارد اثرات بلندمدت آموزش واژه‌شناسی بر پردازش فضایی در پیگیری‌های طولانی‌مدت متفاوت باشد. سوم، ابزارهای مورد استفاده برای سنجش درک مطلب و واژه‌شناسی، نسخه‌های بومی‌سازی شده محدود از آزمون‌های بین‌المللی بودند و ممکن است تفاوت‌های فرهنگی در عملکرد زبانی شرکت‌کنندگان تأثیرگذار بوده باشد. چهارم، پژوهش حاضر صرفاً بر جنبه‌های شناختی تمرکز داشت و متغیرهای هیجانی و انگیزشی مرتبط با یادگیری ریاضی، مانند اضطراب ریاضی یا انگیزش درونی، مورد سنجش قرار نگرفتند.

در پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود حجم نمونه افزایش یافته و گروه‌های متنوع‌تری از دانش‌آموزان دختر و پسر از پایه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرند تا اثر جنسیت و سن در رابطه میان واژه‌شناسی و پردازش فضایی مشخص شود. همچنین، استفاده از طرح‌های طولی برای ارزیابی پایداری اثرات آموزش واژه‌شناسی در بازه‌های زمانی بلندمدت توصیه می‌شود. پژوهشگران آتی می‌توانند از روش‌های تصویربرداری عصبی (fMRI یا EEG) برای بررسی تغییرات عملکرد مغز پس از مداخله استفاده کنند. علاوه بر این، بررسی نقش متغیرهای میانجی مانند حافظه فعال، انعطاف‌پذیری شناختی یا اضطراب ریاضی می‌تواند به تبیین جامع‌تر مکانیسم‌های مؤثر در رابطه بین زبان و پردازش فضایی کمک کند.

از منظر کاربردی، نتایج این پژوهش می‌تواند در طراحی برنامه‌های آموزشی تلفیقی برای دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری به کار گرفته شود. معلمان می‌توانند آموزش واژه‌های ریاضی را در قالب بازی‌های زبانی و تمرین‌های دیداری-فضایی ادغام کنند تا فرایند یادگیری برای دانش‌آموزان جذاب‌تر و معنادارتر شود. همچنین، مشاوران آموزشی و روان‌شناسان مدارس می‌توانند از نتایج این پژوهش برای طراحی مداخلات شناختی چندبعدی استفاده کنند که به صورت هم‌زمان مهارت‌های زبانی، فضایی و اجرایی را هدف قرار دهند. استفاده از ابزارهای دیجیتال آموزشی و نرم‌افزارهای تعاملی نیز می‌تواند به ارتقای عملکرد حافظه کاری و پردازش فضایی در کودکان دارای اختلال یادگیری کمک کند.

به‌طور کلی، آموزش واژه‌شناسی هدفمند می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد پیشگیرانه در مدارس ابتدایی برای ارتقای سواد ریاضی و کاهش بروز اختلالات یادگیری مورد توجه سیاست‌گذاران آموزشی قرار گیرد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

Extended Abstract

Introduction

Mathematical learning disability (MLD), or dyscalculia, represents one of the most common and challenging forms of specific learning disorders that significantly affect children's cognitive and academic development (Bozatli et al., 2024). Children with MLD experience persistent difficulties in learning and understanding numerical concepts, performing basic arithmetic operations, and solving mathematical problems despite possessing average or above-average intelligence (Menon et al., 2020). Contemporary research has demonstrated that these difficulties are not limited to the numerical domain but extend to deficits in cognitive processes such as working memory, visuospatial processing, and linguistic comprehension (Cardillo et al., 2020). Learning mathematics requires an intricate integration of cognitive, linguistic, and perceptual processes, in which language and visuospatial reasoning are both essential for conceptual understanding (Spencer, 2020).

Visuospatial processing is one of the most fundamental components underlying mathematical cognition. It encompasses an individual's ability to perceive, interpret, and mentally manipulate visual and spatial information (Poltz et al., 2025). Weaknesses in this area lead to difficulties in recognizing numerical patterns, understanding spatial relationships among quantities, and organizing mental representations of numbers (Macchitella et al., 2023). Cognitive neuroscience research confirms that visuospatial processing is closely tied to activity in the parietal lobes, particularly within neural circuits responsible for spatial reasoning and numerical magnitude processing (Menon et al., 2020). Deficits in visuospatial working memory thus constitute one of the key mechanisms underlying poor mathematical achievement (Safari Vesal et al., 2022). Working memory, defined as the capacity to store and process information simultaneously, plays a central role in arithmetic reasoning and problem-solving (Baddeley, 2020). According to Baddeley's multi-component model, working memory comprises two primary subsystems: the phonological loop (verbal processing) and the visuospatial sketchpad (spatial processing) (Spencer, 2020). Empirical studies have shown that impairment in either component negatively impacts the acquisition of mathematical skills (Chen et al., 2023). Children with MLD frequently exhibit weaknesses in visuospatial working memory, which restricts their ability to manipulate numerical relations and retain multi-step problem-solving sequences. However, recent studies have revealed that language and working memory are functionally interconnected and that improving linguistic knowledge can indirectly enhance spatial and mathematical reasoning (Du et al., 2022).

Language and lexical knowledge play a pivotal role in the development of mathematical competence (Turan & De Smedt, 2023). Mathematical word problems require children to decode key terms, understand sentence structures, and interpret relationships among quantities. As such, deficiencies in mathematical vocabulary hinder the formation of accurate conceptual representations and impair numerical reasoning (Karim, 2017). Indeed, research has shown that vocabulary knowledge contributes not only to reading comprehension but also to mathematical understanding, as both rely on the construction of coherent semantic representations (Chen et al., 2025). According to (Guez et al., 2023), the acquisition of mathematical vocabulary during preschool

years predicts later performance in multiplication and subtraction in middle school, suggesting that linguistic and spatial reasoning share overlapping cognitive foundations.

From a neurocognitive perspective, language-based training can facilitate visuospatial processing by strengthening associative networks across parietal and prefrontal regions involved in semantic and working memory functions (Hart et al., 2025). Neuroimaging evidence has demonstrated that lexical enrichment activates both linguistic and spatial circuits, thereby enhancing cognitive flexibility and problem-solving (Hauptman et al., 2024). This finding aligns with studies highlighting the plasticity of the developing brain in middle childhood, a period when targeted interventions can reshape the integration between linguistic and spatial processing (Palamarchuk et al., 2025). Similarly, (Linnavalli et al., 2024) found that children with stronger language backgrounds exhibit higher mathematical achievement due to enhanced cognitive coordination between verbal and spatial domains.

Social learning theory also provides a useful framework for understanding this relationship. As proposed by Bandura, learning occurs through observation, imitation, and linguistic mediation (Amsari et al., 2024). In the educational context, the verbal articulation of mathematical concepts allows students to internalize abstract relationships more effectively. Moreover, technology-enhanced environments offer new opportunities for integrating linguistic and visuospatial exercises, promoting motivation and engagement (Paik et al., 2025).

Despite this growing body of evidence, research remains limited regarding how lexical knowledge training influences visuospatial processing in students with mathematical learning disabilities. While previous studies have investigated either language or spatial interventions separately, few have examined the interaction between these domains, particularly in the context of comorbid reading and mathematical difficulties (Viesel-Nordmeyer et al., 2023). Furthermore, findings across existing studies are inconsistent; some indicate that verbal working memory plays a greater role in mathematical learning, while others highlight visuospatial processes as the primary determinant (Chen et al., 2023). Therefore, an integrated and experimental approach is necessary to clarify the causal relationship between lexical training and visuospatial enhancement.

Based on this theoretical background, the present study aimed to examine the effect of lexical knowledge training on visuospatial processing among elementary school students with mathematical learning disabilities, considering the potential moderating roles of reading comprehension and arithmetic operations.

Methods and Materials

This study adopted a quasi-experimental pretest–posttest control group design. The population included all sixth-grade male students with diagnosed learning disabilities in districts 5 and 18 of Tehran during the 2022–2023 academic year. Twenty students were randomly selected using simple random sampling and assigned to either the experimental group ($n=10$) or the control group ($n=10$).

Four standardized instruments were employed for data collection. Lexical knowledge was assessed using the Picture Vocabulary subtest of the Test of Language Development–Primary (TOLD-P:3). Reading comprehension was measured using the Carroll Reading Comprehension Test, adapted for Persian-speaking students. Arithmetic operations (multiplication and division) were evaluated through the mathematics subtest of the Woodcock–Johnson Achievement Test. Visuospatial processing was assessed using two tools: the Block Design subtest from the Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-V) and the Bender–Gestalt Visual–Motor Test. All instruments had acceptable reliability and validity indices.

The intervention consisted of ten 90-minute lexical knowledge training sessions conducted over five weeks. The sessions focused on enhancing comprehension of mathematical vocabulary, strengthening conceptual understanding, and linking linguistic representations with spatial visualization exercises. The control group did not receive any specialized training and continued their regular school curriculum. After the intervention, both groups completed posttests on all variables. Data were analyzed using block analysis of covariance (ANCOVA) to determine the adjusted effect of the intervention.

Findings

Descriptive analyses revealed that the mean visuospatial processing scores of the two groups were similar at pretest but diverged significantly at posttest. The experimental group showed a notable improvement (mean=35.50, SD=1.71), while the control group's performance remained nearly unchanged (mean=7.41, SD=1.74). The homogeneity of variance assumption was met ($F=1.504$, $p=0.252$).

Inferential results of ANCOVA indicated a significant main effect of the intervention on visuospatial processing, $F(1,13)=173.775$, $p<0.05$, $\eta^2=0.93$. This suggests that lexical knowledge training accounted for approximately 93% of the variance in visuospatial processing improvement. In contrast, none of the covariates (reading comprehension and arithmetic operations) showed significant effects, indicating that pre-existing differences in reading or math skills did not influence the outcome. Interaction effects between group and covariates were also significant in preliminary models, leading to the use of block ANCOVA for more accurate estimation.

Overall, lexical training was associated with substantial enhancement in the ability to perceive spatial relations, reproduce geometric patterns, and mentally manipulate numerical information. These findings provide empirical support for the hypothesis that language-based instruction can strengthen visuospatial processing even in students with co-occurring reading and math difficulties.

Discussion and Conclusion

The findings of this study highlight the crucial role of lexical knowledge in improving visuospatial processing and, consequently, mathematical performance in children with learning disabilities. The significant impact of lexical training suggests that language and spatial cognition are interdependent processes that mutually reinforce one another. As lexical comprehension improves, children acquire better semantic mapping for mathematical terms, enabling them to construct more coherent mental representations of numerical and spatial relationships. This supports the theoretical proposition that language serves not merely as a tool for communication but as a cognitive system for organizing quantitative reasoning.

From a cognitive perspective, the improvement in visuospatial processing following lexical instruction may be attributed to the enhancement of working memory capacity. By enriching linguistic representations, the intervention likely facilitated dual coding of mathematical information—both verbally and spatially—which improved the efficiency of storage and retrieval processes. This dual representation allows students to visualize mathematical problems more effectively and reduces cognitive load during problem-solving. Additionally, language training may have strengthened executive control and attention mechanisms that underlie flexible cognitive switching, leading to better integration of linguistic and spatial processing during arithmetic reasoning.

Another plausible explanation involves the activation of overlapping neural networks in the parietal and prefrontal cortices. Neurocognitive models suggest that lexical and spatial learning share common substrates responsible for semantic retrieval and spatial manipulation. Lexical enrichment, therefore, may enhance neuroplasticity within these networks, supporting improved visuospatial functioning. The improvement observed in this study aligns with the broader literature on cognitive flexibility and working memory, which emphasizes the capacity of targeted interventions to reshape functional connectivity in the developing brain.

The absence of significant effects for reading comprehension and arithmetic operations further underscores the specificity of the lexical-spatial connection. While reading comprehension depends primarily on sequential linguistic decoding, visuospatial processing relies on parallel integration of perceptual information. The independence of these processes in children with learning disabilities indicates that lexical knowledge acts as a more direct facilitator of spatial understanding than general comprehension ability. Similarly, the lack of significant interaction with arithmetic operations suggests that the observed effects stem from conceptual rather

than procedural learning; that is, lexical training improves the representation of spatial and numerical relations rather than rote calculation skills.

In educational terms, the findings underscore the value of integrated intervention programs that combine linguistic and visuospatial exercises. Traditional remediation approaches often emphasize numerical drills or isolated language training, but this study demonstrates that a holistic approach targeting mathematical vocabulary can produce meaningful cognitive gains. Such programs not only strengthen academic performance but also foster motivation and self-efficacy by enabling children to experience success in previously difficult tasks.

Finally, these findings have implications for both theory and practice. Theoretically, they reinforce the notion that cognitive systems for language and space are dynamically linked and that interventions addressing one domain can have cascading benefits for the other. Practically, they advocate for the inclusion of structured lexical components in mathematics instruction, especially for students with learning disabilities. Teachers and educational psychologists should consider incorporating explicit vocabulary instruction, visual modeling, and verbal-spatial mapping activities into classroom practices.

In conclusion, this study provides compelling evidence that lexical knowledge training can significantly enhance visuospatial processing among elementary school students with mathematical learning disabilities. By bridging linguistic and spatial cognition, such interventions offer an effective pathway to improving mathematical reasoning, reducing learning barriers, and fostering long-term academic development.

References

- Amsari, D., Wahyuni, E., & Fadhilaturrahmi, F. (2024). The social learning theory Albert Bandura for elementary school students. *Jurnal Basicedu*, 8(2), 1654–1662. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i2.7247>
- Baddeley, A. (2020). Working memory. In *Memory* (pp. 71–111). <https://doi.org/10.4324/9780429449642-4>
- Bouck, E. C., & Long, H. (2023). Academic mathematics instruction and intervention for students with mild intellectual disability: An updated review. *Education and training in autism and developmental disabilities*, 58(2), 144–161. <https://doi.org/10.1177/215416472305800203>
- Bozattli, L., Aykutlu, H. C., Sivrikaya Giray, A., Atas, T., Özkan, Ç., Güneydas Yildirim, B., & Görker, I. (2024). Children at risk of specific learning disorder: A study on prevalence and risk factors. *Children*, 11(7), 759. <https://doi.org/10.3390/children11070759>
- Cardillo, R., Vio, C., & Mammarella, I. C. (2020). A comparison of local-global visuospatial processing in autism spectrum disorder, nonverbal learning disability, ADHD and typical development. *Research in Developmental Disabilities*, 103, 103682. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103682>
- Chen, C., Liu, P., Lu, S., Li, S., Zhang, C., & Zhou, X. (2023). Verbal but not visual-spatial working memory contributes to complex arithmetic calculation. *British Journal of Developmental Psychology*, 41(4), 385–399. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12458>
- Chen, J., Wang, Z., & Wu, S. (2025). Comparison of the effects of verbal and visuospatial working memory training on reading comprehension of students with special needs. *International Journal of Developmental Disabilities*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/20473869.2025.2473405>
- Dargiri Jomeh, H. (2024). Mathematical learning disorder as the inability of a child to learn and understand mathematical concepts. The 6th National Conference on Professional Research in Psychology and Counseling from the Teacher's Perspective, Minab. <https://civilica.com/doc/2080373/>
- Dixit, P., & Oates, T. (2024). *Sbi-rag: Enhancing math word problem solving for students through schema-based instruction and retrieval-augmented generation*. <https://arxiv.org/abs/2410.13293>
- Du, X., Chen, C., & Lin, H. (2022). The impact of working memory capacity on collaborative learning in elementary school students. *Frontiers in psychology*, 13, 1027523. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1027523>
- Fotuhi Chahouki, M., & Mojahdi, F. (2023). Investigating mathematical learning disorders in elementary students and strategies for their treatment. The 1st International Conference on New Horizons in Education in the Third Millennium, Bushehr. <https://civilica.com/doc/1943770/>
- Guez, A., Piazza, M., Pinheiro-Chagas, P., Peyre, H., Heude, B., & Ramus, F. (2023). Preschool language and visuospatial skills respectively predict multiplication and addition/subtraction skills in middle school children. *Developmental science*, 26(3), e13316. <https://doi.org/10.1111/desc.13316>

- Hart, R., Logie, R. H., & Brown Nicholls, L. A. (2025). Towards theoretically understanding how long-term memory semantics can support working memory performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 78(2), 370–390. <https://doi.org/10.1177/17470218241284414>
- Hauptman, M., Liu, Y. F., & Bedny, M. (2024). Built to adapt: Mechanisms of cognitive flexibility in the human brain. *Annual Review of Developmental Psychology*, 6. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-120621-042108>
- Karim, H. R. (2017). The effect of linguistic explanation of key vocabulary on improving mathematical comprehension among first to third grade elementary students. National Conference on Mathematics Education in Elementary Schools, Semnan. <https://civilica.com/doc/774143/>
- Khakzad, M. (2022). Gardner and visual-spatial intelligence: How to enhance it in the classroom. The 5th International Conference on Psychology, Educational Sciences, and Social Studies, Hamedan. <https://civilica.com/doc/1647872/>
- Linnavalli, T., Jylänki, P., Kainulainen, J., Tervaniemi, M., & Törmänen, M. (2024). The associations between mathematical skills, cognitive performance, and language background in elementary school children: a two-year follow-up study. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 69(6), 1304–1318. <https://doi.org/10.1080/00313831.2024.2419063>
- Macchitella, L., Tosi, G., Romano, D. L., Iaia, M., Vizzi, F., Mammarella, I. C., & Angelelli, P. (2023). Visuo-spatial working memory and mathematical skills in children: a network analysis study. *Behavioral Sciences*, 13(4), 294. <https://doi.org/10.3390/bs13040294>
- Menon, V., Padmanabhan, A., & Schwartz, F. (2020). Cognitive neuroscience of dyscalculia and math learning disabilities. In. <https://doi.org/10.1093/oxfordhob/9780198827474.013.23>
- Paik, J. H., Himelfarb, I., Yoo, S. H., Lee, J. T., & Ha, H. (2025). The role of students' reporting of emotional experiences in mathematics achievement: Results from an e-learning platform. *Social and Emotional Learning: Research, Practice, and Policy*, 100140. <https://doi.org/10.1016/j.sel.2025.100140>
- Palamarchuk, O., Haba, I., Shulha, H., Khilya, A., & Sarancha, I. (2025). Neuroplasticity and digital tools in lifelong learning: Cognitive challenges and opportunities. ENVIRONMENT. TECHNOLOGY. RESOURCES. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, <https://doi.org/10.17770/etr2025vol2.8599>
- Poltz, N., Ehlert, A., Quandt, S., Kucian, K., von Aster, M., & Esser, G. (2025). Visual-spatial skills and children's math development. *Learning and Instruction*, 101, 102246. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102246>
- Ripp, I., Emch, M., Wu, Q., Lizarraga, A., Udale, R., von Bastian, C. C., & Yakushev, I. (2022). Adaptive working memory training does not produce transfer effects in cognition and neuroimaging. *Translational psychiatry*, 12(1), 512. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-02272-7>
- Safari Vesal, M., Nazari, M. A., & Bafandeh Gharamaleki, H. (2022). The effectiveness of cognitive rehabilitation in improving working memory, visual processing, and spatial perception in children with mathematical learning disorders. <https://doi.org/10.52547/jcmh.9.3.8>
- Spencer, J. P. (2020). The development of working memory. *Current Directions in Psychological Science*, 29(6), 545–553. <https://doi.org/10.1177/0963721420959835>
- Turan, E., & De Smedt, B. (2023). Understanding mathematical development in preschool children: The association between mathematical language and mathematical abilities. *Cognitive Development*, 66, 101318. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2023.101318>
- Viesel-Nordmeyer, N., Reuber, J., Kuhn, J. T., Moll, K., Holling, H., & Dobel, C. (2023). Cognitive profiles of children with isolated and comorbid learning difficulties in reading and math: A meta-analysis. *Educational psychology review*, 35(1), 34. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09735-3>