

The Effectiveness of Brain-Based Mathematics Instruction on Self-Concept and Academic Emotions among Fifth-Grade Students in Ashkezar County

Hamidrza Kamali Ardakani^{*1} , Seyed Mahdi Moafi Madani² , Zahra Salimi Ebrahimabadi³ 

¹ Department of Higher Education Administration, Arda. C., Islamic Azad University, Ardakan, Iran.

² Assistant Professor, Department of Management, Hi.C., Islamic Azad University, Hidaj, Iran.

³ Department of Education, Ashkezar, Iran.



[10.22080/dc.2026.32430.1111](https://doi.org/10.22080/dc.2026.32430.1111)

Date Received:

July 16, 2026

Date of sent to Review:

July 16, 2026

Date Revised:

July 25, 2026

Date Accepted:

August 3, 2026

Abstract

This study aimed to investigate the impact of brain-based mathematics instruction on the mathematical self-concept and academic emotions of fifth-grade students. Adopting a quasi-experimental pretest-posttest design with a control group, the study targeted a population of 1,230 fifth-grade students in Ashkezar during the 2023–2024 academic year. Using convenience sampling, 40 students were selected and were randomly assigned to experimental ($n=20$) and control ($n=20$) groups. Data collection utilized Pekrun et al.'s (2005) Academic Emotions Questionnaire and Marsh's (2004) Mathematical Self-Concept Scale. The experimental group received an eight-session (90 minutes each) educational intervention based on Caine et al.'s (2005) twelve principles of brain-based learning. Data were analyzed using multivariate and univariate analysis of covariance (MANCOVA/ANCOVA) via SPSS 26. Results indicated that brain-based instruction significantly improved mathematical self-concept ($p < 0.001$), with substantial increases in mathematical interest ($\eta^2=0.53$) and perceived mathematical ability ($\eta^2=0.55$). Furthermore, the intervention significantly influenced academic emotions: positive emotions—enjoyment ($\eta^2=0.49$), hope ($\eta^2=0.36$), and pride ($\eta^2=0.20$)—increased, while negative emotions—anxiety ($\eta^2=0.48$), shame ($\eta^2=0.63$), anger ($\eta^2=0.51$), hopelessness ($\eta^2=0.39$), and fatigue ($\eta^2=0.42$)—decreased. The effect sizes (0.20 to 0.63) suggest a moderate to very large impact of the intervention. In conclusion, brain-based mathematics instruction, by fostering a safe, enriched, and collaborative environment aligned with natural brain function, represents an effective approach for simultaneously enhancing mathematical self-concept and regulating academic emotions in elementary students.

Keywords:

Mathematics Instruction, Brain-Based Method, Self-Concept, Academic Emotions, Students

*Corresponding Author: Hamidrza Kamali Ardakani

Address: Islamic Azad University, Ardakan, Iran.

Email: ha.kamali@iau.ac.ir

اثربخشی آموزش ریاضی به روش مغزمحور بر خودپنداره و هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان پایه پنجم (مورد مطالعه: شهرستان اشکذر)

حمیدرضا کمالی اردکانی^{۱*}، سید مهدی معافی مدنی^۲، زهرا سلیمی ابراهیم آبادی^۳

^۱ گروه مدیریت آموزش عالی، واحد اردکان، دانشگاه آزاد اسلامی، اردکان، ایران.

^۲ گروه مدیریت، واحد هیدج، دانشگاه آزاد اسلامی، هیدج، ایران.

^۳ معلم آموزش و پرورش اشکذر



[10.22080/dc.2026.32430.1111](https://doi.org/10.22080/dc.2026.32430.1111)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آموزش ریاضی به روش مغزمحور بر خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان پایه پنجم انجام گرفت. این پژوهش با رویکرد کمی، از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون و گروه گواه بود. جامعه آماری شامل ۱۲۳۰ دانش‌آموز پایه پنجم شهرستان اشکذر در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بود که از میان آن‌ها با روش نمونه‌گیری در دسترس، ۴۰ نفر انتخاب و به‌طور تصادفی در دو گروه آزمایش (۲۰ نفر) و گواه (۲۰ نفر) جای‌گذاری شدند. ابزارهای پژوهش شامل پرسش‌نامه هیجان‌های تحصیلی پکران و همکاران (۲۰۰۵) و پرسش‌نامه خودپنداره ریاضی مارش (۲۰۰۴) بود. مداخله آموزشی طی ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای براساس ۱۲ اصل یادگیری مغزمحور کاین و همکاران (۲۰۰۵) اجرا شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تک‌متغیری در SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شدند. نتایج نشان داد که آموزش مغزمحور تأثیر معناداری بر خودپنداره ریاضی دارد؛ به‌گونه‌ای که علاقه به ریاضی ($\eta^2 = 53\%$) و ادراک از توانایی ریاضی ($\eta^2 = 55\%$) به‌طور چشم‌گیری افزایش یافت. همچنین این روش تأثیر معناداری بر هیجان‌های تحصیلی داشت؛ هیجان‌های مثبت شامل لذت ($\eta^2 = 49\%$)، امیدواری ($\eta^2 = 36\%$) و غرور ($\eta^2 = 20\%$) افزایش و هیجان‌های منفی شامل اضطراب ($\eta^2 = 48\%$)، شرم ($\eta^2 = 63\%$)، خشم ($\eta^2 = 51\%$)، ناامیدی ($\eta^2 = 39\%$) و خستگی ($\eta^2 = 42\%$) کاهش یافتند. دامنه اندازه‌های اثر (۰٫۲۰ تا ۰٫۶۳) نشان‌دهنده تأثیر متوسط تا بسیار زیاد مداخله است. آموزش ریاضی مبتنی بر رویکرد مغزمحور، با فراهم‌کردن محیطی امن، غنی و مشارکتی و هم‌سو با عملکرد طبیعی مغز، روشی کارآمد برای ارتقاء هم‌زمان خودپنداره ریاضی و بهبود هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان ابتدایی محسوب می‌شود.

تاریخ دریافت:

۲۵ تیر ۱۴۰۵

تاریخ ارسال به داوری:

۲۵ تیر ۱۴۰۵

تاریخ اصلاح:

۰۳ مرداد ۱۴۰۵

تاریخ پذیرش:

۱۲ مرداد ۱۴۰۵

کلیدواژه‌ها:

آموزش ریاضی، خودپنداره، دانش‌آموزان، روش مغزمحور، هیجان‌های تحصیلی

* نویسنده مسئول: حمیدرضا کمالی اردکانی

آدرس: دانشگاه آزاد اسلامی، اردکان، ایران.

ایمیل: ha.kamali@iau.ac.ir

۱ مقدمه

اندازه‌گیری، استدلال و حل مسأله طراحی شده است (Chand et al., 2021؛ غلام‌آزاد، ۱۴۰۱).

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که موفقیت در ریاضیات علاوه بر توانایی‌های شناختی، تحت تأثیر عوامل روان‌شناختی، ازجمله خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی قرار دارد. خودپنداره مثبت ریاضی با انگیزش، تلاش، انتخاب‌های آموزشی و عملکرد بهتر دانش‌آموزان ارتباط مستقیم دارد (Marsh, 1990; Marsh, Byrne & Yeung, 1999; Kaskens, 2020). همچنین، هیجان‌های تحصیلی به‌عنوان احساسات مرتبط با فعالیت‌های آموزشی، از طریق تأثیر بر انگیزش، حافظه، راهبردهای یادگیری و منابع شناختی، یادگیری و پیشرفت تحصیلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ به‌گونه‌ای که هیجان‌های مثبت موجب افزایش یادگیری عمیق و راهبردهای انعطاف‌پذیر و هیجان‌های منفی موجب کاهش کیفیت یادگیری می‌شوند (Pekrun, 2006; Verhoef, 2017; Pang, Connie & Michael, 2021; Fang, Brown & Hamilton, 2023; Huber & Bannert, 2023).

با وجود اهمیت ریاضیات، آموزش آن در بسیاری از مدارس همچنان متکی بر روش‌های سنتی و ناکارآمد است که مانع توسعه مطلوب مهارت‌های ریاضی دانش‌آموزان می‌شود. در این راستا، آموزش مغزمحور به‌عنوان رویکردی مبتنی بر یافته‌های علوم اعصاب، با سازمان‌دهی فرآیند آموزش براساس نحوه عملکرد مغز، می‌تواند یادگیری معنادار، تقویت تفکر خلاق و منطقی، افزایش ماندگاری یادگیری و بهبود پیامدهای شناختی و هیجانی دانش‌آموزان را فراهم کند (Handayani & Corbema, 2017; Positia, 2019; Ayantoye et al., 2019).

تحقیقات نشان می‌دهند آموزش یادگیری مغزمحور باعث افزایش عملکرد ریاضی، مهارت‌های تفکر و سطوح درک و فهم دانش‌آموزان می‌شود. این رویکرد نیز بر خودپنداره ریاضی تأثیرگذار است. نتایج پژوهش (Van der Beek, et al, 2025) با عنوان بررسی اثرات بازخورد هنجاری بر اضطراب

در حوزه‌های روان‌شناسی تربیتی و آموزش ریاضی، شایستگی ریاضی به‌عنوان یکی از عوامل اساسی موفقیت تحصیلی، شغلی و اجتماعی شناخته می‌شود. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که شایستگی ریاضی صرفاً به دانش مفاهیم و اصول محدود نیست؛ بلکه مجموعه‌ای از توانایی‌های شناختی، نگرشی، هیجانی و اجتماعی را دربرمی‌گیرد (Radišić & Bauca, 2024). اگرچه در مطالعات حوزه STEM تمرکز بیشتری بر علوم شده است، اما ریاضیات به‌عنوان زبان علم و زیربنای فناوری و مهندسی، نقشی اساسی در تبیین و انتقال مفاهیم علمی ایفا می‌کند (Maass et al., 2019; Larsen et al., 2022; Just & Siller, 2022).

دیدگاه‌های نوین برخلاف نگرش سنتی به ثابت‌بودن توانایی‌های ریاضی، بر قابلیت رشد این مهارت‌ها تأکید دارند. هرچند تفاوت‌های زیستی و ژنتیکی در استعداد ریاضی گزارش شده است، اما عوامل محیطی، آموزشی، نگرشی و هیجانی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد این توانایی‌ها دارند (Chen et al., 2017; Skeide et al., 2020; Sella et al., 2023; Lennon-Maslin et al., 2024; Cohen Kadosh, 2018; Lopez-Pedersen et al., 2024). توجه هم‌زمان به ابعاد شناختی و عاطفی برای ارتقاء یادگیری ریاضی ضروری است.

ریاضیات یکی از بنیادی‌ترین دروس نظام آموزشی است که به مطالعه اعداد، ساختارها، الگوها، فضا، کمیت و تغییرات می‌پردازد و با تقویت تفکر منطقی، استدلال، تحلیل و حل مسأله، زمینه موفقیت تحصیلی و زندگی روزمره را فراهم می‌کند (Clements & Sarama, 2023; Kafata & Mbetwa, 2016; Özkaya & Yetim Karaca, 2017; Aigner, 2023; Buckley & Sullivan, 2021; Sahendra, Budiarto & Fuad, 2018). دوره ابتدایی نیز آموزش ریاضی با هدف ایجاد بنیان‌های تفکر ریاضی، مهارت‌های محاسباتی،

با وجود گسترش پژوهش‌های مرتبط با آموزش مبتنی بر یادگیری مغزمحور، مرور ادبیات نشان می‌دهد که چندین خلأ پژوهشی همچنان وجود دارد. نخست، بیشتر پژوهش‌ها بر پیامدهای شناختی مانند پیشرفت تحصیلی و عملکرد ریاضی تمرکز داشته‌اند و پیامدهای روان‌شناختی، به‌ویژه خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. دوم، مطالعات مربوط به خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی غالباً نقش پیش‌بینی‌کننده یا همبستگی این متغیرها را بررسی کرده‌اند و کمتر به مداخلات آموزشی مؤثر بر ارتقاء هم‌زمان آن‌ها پرداخته‌اند. سوم، اگرچه پژوهش‌های متعددی اهمیت عوامل شناختی، هیجانی و محیطی را در یادگیری ریاضیات تأیید کرده‌اند، این عوامل عمدتاً به‌صورت مجزا مطالعه شده‌اند و پژوهش‌های اندکی با بهره‌گیری از یک چارچوب نظری تلفیقی، ارتباط میان آموزش مغزمحور، خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی را به‌طور هم‌زمان بررسی کرده‌اند. افزون بر این، بیشتر شواهد موجود در بسترهای آموزشی غیرایرانی به دست آمده و مطالعات مداخله‌ای در میان دانش‌آموزان دوره ابتدایی ایران بسیار محدود است. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با بررسی هم‌زمان تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور بر خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی، ضمن بهره‌گیری از تلفیق نظریه یادگیری مغزمحور، نظریه خودپنداره مارش و نظریه کنترل - ارزش هیجان‌های تحصیلی پکران، در صدد پر کردن این خلأ پژوهشی است.

پژوهش حاضر بر پایه تلفیق سه چارچوب نظری شامل نظریه یادگیری مغزمحور، نظریه خودپنداره تحصیلی و نظریه کنترل - ارزش هیجان‌های تحصیلی استوار است. این سه دیدگاه، به‌ترتیب سازوکارهای آموزشی، شناختی و هیجانی یادگیری را تبیین و مبنای نظری مناسبی برای بررسی اثربخشی آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور بر خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان فراهم می‌کنند.

ریاضی، خشم، لذت و امید و همچنین عملکرد و خودپنداره ریاضی پس از آن و نیز نقش تعدیل‌کننده پیش‌دست‌آورد و خودپنداره قبلی ریاضی دانش‌آموزان نشان می‌دهد که بازخورد هنجاری منفی منجر به عملکرد بالاتر ریاضی شد، اما درعین‌حال باعث افزایش اضطراب ریاضی و کاهش لذت و امید در ریاضی گردید. بازخورد منفی همچنین به‌طور غیرمستقیم و از طریق کاهش احساس امید، عملکرد ریاضی را پایین آورد و خودپنداره ریاضی را با کاهش احساس لذت و امید تقلیل داد. بازخورد مثبت به‌طور غیرمستقیم و از طریق افزایش احساس امید، خودپنداره ریاضی را ارتقا داد. تأثیر بازخورد هنجاری مثبت بر عملکرد و خودپنداره ریاضی علاوه بر این، توسط پیش‌دست‌آورد و خودپنداره قبلی ریاضی دانش‌آموزان تعدیل شد. همچنین نتایج (et al , 2025 Schoenherr) با موضوع "احساسات در یادگیری ریاضیات: یک بررسی سیستماتیک و متاآنالیز" انجام‌شده نشان داد که پیشرفت ریاضی (مانند نمرات آزمون و معدل) با هیجانات لذت، امید و غرور همبستگی مثبت، اما با هیجانات خشم، بی‌حوصلگی، ناامیدی، درماندگی و شرم، رابطه منفی دارد. نتایج تحقیق (Lennon- et al , 2024 Maslin) با موضوع "نقش خودپنداره ریاضی و اضطراب فضایی در شکل‌دهی عملکرد چرخش ذهنی و ترجیحات STEM در آموزش ابتدایی" نشان داد دختران و دانش‌آموزان ۹ تا ۱۱ سال، خودپنداره ریاضی پایین‌تری دارند که این امر ترجیح آن‌ها برای ریاضی را به‌عنوان یک موضوع STEM تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین دختران، در مقایسه با پسران، اضطراب فضایی و دشواری ادراک‌شده بیشتری را در تکلیف چرخش ذهنی نشان دادند. خودپنداره ریاضی با اضطراب فضایی و دشواری ادراک‌شده رابطه معناداری داشت؛ درحالی‌که جنسیت چنین رابطه‌ای را نشان نداد. خودپنداره ریاضی تأثیرات حاشیه‌ای بر دقت دانش‌آموزان در تکلیف چرخش ذهنی داشت و شواهدی از اثر میانجی‌گری اضطراب فضایی مشاهده شد.

افزایش یافته و در مقابل، هیجان‌های منفی مانند اضطراب، شرم، خشم، ناامیدی و خستگی کاهش می‌یابد. این هیجان‌ها نیز به نوبه خود بر انگیزش، راهبردهای یادگیری، تمرکز، عملکرد تحصیلی و استمرار یادگیری اثرگذار هستند (Pekrun, 2006).

بر مبنای تلفیق این سه چارچوب نظری، می‌توان چنین تبیین کرد که آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور با فراهم کردن محیطی ایمن، غنی، معنادار، مشارکتی و متناسب با شیوه طبیعی یادگیری مغز، موجب افزایش احساس شایستگی، کنترل و ارزشمندی فعالیت‌های ریاضی در دانش‌آموزان می‌شود. این فرآیند ضمن تقویت خودپنداره ریاضی، تجربه هیجان‌های تحصیلی مثبت را افزایش داده و از شدت هیجان‌های منفی می‌کاهد؛ بنابراین انتظار می‌رود اجرای آموزش مبتنی بر یادگیری مغزمحور بتواند از طریق ارتقاء ادراک دانش‌آموزان از توانایی‌های خود و بهبود تجربه‌های هیجانی آنان، زمینه یادگیری عمیق‌تر و پایدارتر ریاضیات را فراهم کند.

براساس مبانی نظری، پیشینه پژوهش و خلأهای شناسایی‌شده، انتظار می‌رود آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور با فراهم کردن محیط یادگیری متناسب با شیوه طبیعی عملکرد مغز، موجب ارتقاء خودپنداره ریاضی و بهبود هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان شود. بر اساس این، فرضیه‌های پژوهش به شرح زیر تدوین شدند:

۲ فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اول: آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور موجب بهبود خودپنداره ریاضی (شامل مؤلفه‌های علاقه به ریاضی و ادراک از توانایی ریاضی) در دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی می‌شود.

فرضیه دوم: آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور موجب بهبود هیجان‌های تحصیلی (شامل افزایش هیجان‌های مثبت: لذت، امیدواری و غرور و کاهش هیجان‌های منفی: اضطراب، شرم، خشم،

نخست، نظریه یادگیری مغزمحور که توسط کاین و کاین ارائه شده است، یادگیری را فرآیندی طبیعی، فعال، اجتماعی و مبتنی بر عملکرد مغز می‌داند. این نظریه بر دوازده اصل اساسی یادگیری تأکید دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به الگویابی مغز، پردازش هم‌زمان کل و جزء، نقش هیجان‌ها در یادگیری، جست‌وجوی معنا، یادگیری در محیط غنی و ایمن، مشارکت فعال یادگیرنده و پردازش آگاهانه و ناآگاهانه اطلاعات اشاره کرد. بر اساس این دیدگاه، زمانی که محیط آموزشی با شیوه طبیعی عملکرد مغز هماهنگ باشد، انگیزش، یادگیری معنادار، ماندگاری اطلاعات و درگیری شناختی و هیجانی دانش‌آموزان افزایش می‌یابد (Caine et al., 2005).

دوم، پژوهش حاضر از نظریه خودپنداره تحصیلی مارش بهره می‌گیرد. براساس مدل مارش، خودپنداره تحصیلی مجموعه‌ای از ادراک‌ها، باورها و قضاوت‌های فرد درباره توانایی‌های خود در یک حوزه آموزشی است که از تجربه‌های موفقیت، بازخورد معلمان، مقایسه‌های اجتماعی و تجربه‌های یادگیری شکل می‌گیرد. خودپنداره ریاضی به‌طور ویژه بر میزان تلاش، پشتکار، انگیزش و عملکرد دانش‌آموزان در یادگیری ریاضیات اثر می‌گذارد و میان عملکرد تحصیلی و باور فرد نسبت به توانایی‌های خود رابطه‌ای دوسویه برقرار است؛ به‌گونه‌ای که موفقیت موجب تقویت خودپنداره شده و خودپنداره مثبت نیز احتمال موفقیت‌های بعدی را افزایش می‌دهد (Marsh, 1990; Marsh et al., 1999; Marsh, 2023).

سوم، برای تبیین تغییرات هیجانی دانش‌آموزان، پژوهش حاضر بر نظریه کنترل - ارزش هیجان‌های تحصیلی پکران استوار است. این نظریه بیان می‌کند که هیجان‌های تحصیلی حاصل ارزیابی فرد از میزان کنترل خود بر فعالیت‌های یادگیری و ارزشی است که برای آن فعالیت قائل می‌شود. زمانی که دانش‌آموز احساس کند توانایی لازم را برای انجام تکلیف دارد و فعالیت آموزشی را ارزشمند و معنادار می‌داند، هیجان‌های مثبت مانند لذت، امید و غرور

عبدالله‌پور، درتاج و احدی (۱۳۹۳) در پژوهشی ضرایب همسانی درونی خرده‌مقیاس‌های چندگانه با استفاده از ضرایب آلفای کرونباخ این پرسش‌نامه را در موقعیت‌های تحصیلی مختلف بین ۰/۷۴ تا ۰/۸۷ گزارش کرده‌اند. آن‌ها همچنین به منظور تعیین روایی عاملی از روش آماری تحلیل عاملی تأییدی استفاده و آن را قابل قبول گزارش کرده‌اند. شیوه اجرای پژوهش به این شکل بود که پس از کسب رضایت از والدین دانش‌آموزان، تعداد ۴۰ نفر از دانش‌آموزان در دو گروه ۲۰ نفری آزمایش و کنترل قرار گرفتند و با پرسش‌نامه هیجان تحصیلی و خودپنداری ریاضی به‌عنوان پیش‌آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس گروه آزمایشی طی ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای به‌صورت هر هفته یک جلسه تحت آموزش مفاهیم یادگیری مغزمحور قرار گرفت و در این بازه گروه کنترل هیچ مداخله‌ای را دریافت نکرد. ملاک‌های خروج نیز مشتمل بر عدم رضایت دانش‌آموز و غیبت بیش از ۲ جلسه دانش‌آموزان در مراحل آموزش بود. پس از پایان آموزش، گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفتند.

داده‌های پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شدند. در بخش آمار توصیفی، برای توصیف ویژگی‌های نمونه و متغیرهای پژوهش از شاخص‌هایی مانند میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد فراوانی استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، ابتدا پیش‌فرض‌های آزمون تحلیل کوواریانس شامل نرمال بودن توزیع داده‌ها (آزمون شاپیرو - ویلک)، همگنی واریانس‌ها (آزمون لون)، همگنی شیب‌های رگرسیون و خطی بودن رابطه بین متغیر وابسته و کوواریانس بررسی شد. پس از تأیید پیش‌فرض‌ها، به‌منظور بررسی اثر آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور بر خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان با کنترل نمرات پیش‌آزمون، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. همچنین، برای تعیین شدت اثر مداخله از شاخص اندازه اثر و برای

نامیدی و خستگی) در دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی می‌شود.

۳ روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با رویکرد کمی، از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است. جامعه آماری پژوهش، کلیه دانش‌آموزان پایه پنجم شهرستان اشکذر در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ به تعداد ۱۲۳۰ نفر است. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس و براساس معیارهای ورود (تحصیل در پایه پنجم ابتدایی شهرستان اشکذر، تمایل دانش‌آموز به شرکت در پژوهش و جلب رضایت والدین جهت شرکت دانش‌آموز در پژوهش) تعداد ۴۰ نفر (۲۰ نفر در گروه آزمایش و ۲۰ نفر در گروه کنترل) به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. برای گروه آزمایش پروتکل آموزش مفاهیم مغزمحور طی ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای به‌صورت هر هفته یک جلسه اجرا شد؛ درحالی‌که گروه گواه هیچ آموزشی دریافت نکردند. ابزار گردآوری داده‌ها عبارت بودند از پرسش‌نامه هیجان تحصیلی (AEQ) پکران و همکاران (۲۰۰۵) و پرسش‌نامه خودپنداری ریاضی الگوی مارش (۲۰۰۴). پرسش‌نامه خودپنداری ریاضی ۱۲ گویه دارد که در یک طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای کاملاً موافق (۵) تا کاملاً مخالف (۱) پاسخ داده می‌شود. شیر علیپور اقدام کرده و نشان داد این مقیاس دارای دو خرده‌مقیاس علاقه به ریاضی (۷ گویه) و ادراک از توانایی ریاضی (۵ گویه) است و روایی سازه خوبی دارد (شاخص نیکویی برازش ۰/۹۷ و شاخص تعدیل‌شده نیکویی برازش ۰/۹۰) همچنین قابلیت اعتماد این پرسش‌نامه را با روی آلفای کرونباخ ۰/۸۵ گزارش کردند. پرسش‌نامه هیجان تحصیلی دارای ۴۳ گویه و ۸ مؤلفه (لذت، امیدواری، غرور، اضطراب، شرم، خشم، نامیدی و خستگی) است و براساس طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت از کاملاً مخالفم (۱) تا کاملاً موافقم (۵) به سنجش هیجان‌های تحصیلی می‌پردازد. دامنه نمرات بین ۴۳ تا ۲۱۵ می‌باشد. آزاد

بررسی کفایت حجم نمونه از توان آماری استفاده گردید. سطح معناداری آزمون‌ها نیز $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۱. خلاصه جلسات آموزش یادگیری مغزمحور

جلسات	محتوا
جلسه اول	در این جلسه، حفظ کردن اطلاعات به یادگیری معنی‌دار تبدیل و بر اهمیت الگوسازی و بر معانی اطلاعات جدید و درک بهتر اطلاعات تأکید شد. از دانش‌آموزان خواسته شد تا مطالب و مسائل پیچیده‌تر مرتبط با جمع و تفریق اعداد را با آهنگ‌هایی به کار گیرند که یادگیری آن‌ها آسان باشد، در این میان از ابزارهای کمک‌آموزشی همچون اسلاید و کارت‌های آموزشی استفاده شد.
جلسه دوم	در این جلسه، از روش غوطه‌وری‌سازی همخوان استفاده شد؛ به این صورت که محیط یادگیری به قدری جذاب و پر چالش گردید تا دانش‌آموزان در تجارب آموزشی تدارک‌دیده‌شده مشارکت فعال کردند و دقت و تمرکز آن‌ها افزایش یافت. همچنین در این جلسه از روش آرمیدگی هوشیار استفاده و تلاش شد تا ترس یادگیرنده کاهش یافته و ترغیب گردد تا اطلاعات دریافتی توسط دانش‌آموزان درونی‌سازی شود.
جلسه سوم	در این جلسه، از روش‌های پردازش فعال استفاده شد به این صورت که درمانگر بر ایجاد فرصت‌هایی برای یادگیری دانش‌آموزان تأکید کرد. درواقع درمانگر با ایجاد زمینه‌هایی برای خلق شرایط یادگیری، دانش‌آموزان را به درگیری فعال با چالش‌ها و حل مسائل ریاضی فراخواند و بدین طریق سعی شد تا اطلاعات دریافتی دانش‌آموزان تثبیت گردد و به درون‌سازی دست یابند.
جلسه چهارم	در این جلسه، درمانگر سعی کرد تا به حذف تهدیدهای کلاسی که مانع یادگیری می‌شود، بپردازد؛ چون در هنگام تهدید، سیستم لیمبیک عمل یادگیری را دچار اختلال می‌کند. درمانگر سعی کرد با ایجاد ارتباط مثبت و مهربانی از تهدیدهای محیطی همچون تحقیر لفظی، فشار احساسی، بی‌توجهی به عواطف، قلدری، حجم کار طاقت‌فرسا و... بکاهد و بدین طریق جو محیطی را متعادل کند.
جلسه پنجم	در این جلسه، بر یادگیری محیطی ملموس، آشنا و پایدار تأکید گردید و درمانگر سعی کرد تا یادگیری را به خارج از کلاس برده و اعمال ریاضی، ارزش عددی و قوانین بین اعداد را به‌صورت ملموس با تکیه بر یادگیری‌های محیطی با کمک ابزارهای کمک‌آموزشی مانند استفاده از چوب‌خطها و... ارائه دهد. همچنین در این جلسه زمینه‌ای فراهم شد تا دانش‌آموزان حس کنجکاوی و اشتیاق به نوجویی و اکتشاف را در خود تقویت کنند؛ به همین دلیل از تکالیفی که معنادار، مهیج و دارای آزادی عمل بیشتری است، استفاده شد.
جلسه ششم	درمانگر با علم به اینکه مغز از نظر ساختاری برای دریافت اطلاعات و تولید الگو طراحی شده است و در برابر الگوهای فاقد معنا مقاومت نشان می‌دهد، امکانی را فراهم کرد تا دانش‌آموزان بتوانند به معنی‌سازی بپردازند و الگوهای مشخصی را پدید آورند. به همین دلیل تلاش نمود تا با به‌هم‌تنیدن اصول آموزش‌داده‌شده ریاضی و رویکردهای زندگی‌محور، امکان معنی‌سازی و الگویابی مؤثر را برای یادگیری بهتر فراهم کند.
جلسه هفتم	درمانگر با علم بر این موضوع که محیط‌های غنی می‌توانند فعالیت‌های مغزی را افزایش داده و به یادگیری بهتر کمک کنند، به بررسی تأثیر عوامل محیطی مانند نور، موسیقی، تغذیه، آب و خواب بر مغز و یادگیری پرداخت و در برنامه کلاسی خود سعی کرد این موارد را مدیریت کند.
جلسه هشتم	درمانگر با علم بر این موضوع که سیستم پاداش می‌تواند بر فرآیند یادگیری تأثیر مثبتی گذارد، به بررسی تأثیرات تشویق‌های بیرونی بر مغز تأکید و سعی کرد از روش‌های پاداش‌دهی به منظور ارتقاء یادگیری ریاضی استفاده کند. در این جلسه، درمانگر با استفاده از تصاویر رنگی، اجسام و وسایل رنگی مانند دفترچه، مداد و... تحریک‌پذیری مغزی و تقویت مغز و حافظه کودکان را افزایش داد و سیستم پاداش مغزی را فعال کرد.

۴ یافته‌های پژوهش

جایگزین شدند. میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است.

در این پژوهش تعداد ۴۰ نفر دانش‌آموز پایه پنجم به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه

متغیرها	مؤلفه‌ها	شاخص	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
خودپنداره	علاقه	میانگین	۱,۷۲	۱,۹۲
		انحراف معیار	۰,۶۱	۱,۱
	ادراک از توانایی	میانگین	۱,۸۳	۱,۷۵
		انحراف معیار	۰,۸۱	۱,۲۳
هیجان‌های تحصیلی	لذت	میانگین	۱,۶۶	۱,۵۲
		انحراف معیار	۰,۵۸	۱,۴۵
	امیدواری	میانگین	۱,۶۷	۱,۶۳
		انحراف معیار	۰,۸۲	۰,۹۹
	غرور	میانگین	۲,۰۵	۲,۲۳
		انحراف معیار	۰,۹۸	۰,۹۹
	اضطراب	میانگین	۱,۸۸	۲,۱۰
		انحراف معیار	۰,۸۵	۱,۰۳
	شرم	میانگین	۲,۳۸	۲,۰۶
		انحراف معیار	۱,۰۲	۱,۱۲
	خشم	میانگین	۱,۱۶	۱,۶۸
		انحراف معیار	۱,۰۵	۱,۱۵
موفقیت	ناامیدی	میانگین	۱,۶۶	۱,۴۵
		انحراف معیار	۱,۰۱	۱,۲۳
	خستگی	میانگین	۱,۰۲	۱,۷۸
		انحراف معیار	۰,۹۰	۱,۴۹

جدول ۳. نتایج آزمون شاپیرو - ویلک متغیرهای پژوهش

متغیر	سطح معناداری	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
علاقه	۰/۱۲	۰/۷۵
ادراک از توانایی	۰/۴۰	۰/۶۳
لذت	۰/۵۵۵	۰/۱۸
امیدواری	۰/۵۲	۰/۱۱
غرور	۰/۵۶	۰/۲۴
اضطراب	۰/۶۹	۰/۳۳

۰/۰۷۴	۰/۰۶	شرم
۰/۰۶۶	۰/۰۶۳	خشم
۰/۴۲	۰/۰۶	ناامیدی
۰/۳۳	۰/۰۷	خستگی

آزمون باکس استفاده شد که نتایج آن عدم نقض این پیش فرض را نشان داد ($p>0.05$). علاوه بر این، همگنی شیب‌های رگرسیون با بررسی اثر متقابل گروه و پیش‌آزمون ارزیابی شد و نتایج نشان داد این اثر از نظر آماری معنادار نیست ($p>0.05$)؛ بنابراین پیش‌فرض همگنی شیب‌های رگرسیون نیز برقرار بود. برای بررسی اثر آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور بر خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی، ابتدا از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری مانکوا استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۴ ارائه شده است:

جدول ۴. نتایج آزمون‌های چهارگانه تحلیل کوواریانس چندمتغیری

نام آزمون	مقدار	F	df	سطح معناداری	توان آماری
اثر پیلایی	۰/۸۰	۱۱/۸۴	۱۹	۰/۰۰۱	۰/۸۰
لامبدای ویکلز	۰/۲۰	۱۱/۸۴	۱۹	۰/۰۰۱	۰/۸۰
اثر هتلینگ	۷/۸۵	۱۱/۸۴	۱۹	۰/۰۰۱	۰/۸۰
بزرگ‌ترین ریشه روی	۷/۸۵	۱۱/۸۴	۱۹	۰/۰۰۱	۰/۸۰

نتایج این تحلیل برای خودپنداره ریاضی (شامل مؤلفه‌های علاقه و ادراک از توانایی) در جدول ۵ ارائه شده است.

با توجه به معناداری آزمون مانکوا، به‌منظور بررسی دقیق‌تر تأثیر مداخله بر هر یک از متغیرهای اصلی، تحلیل کوواریانس تک متغیری آنکوا انجام شد.

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس آموزش ریاضی به روش مغزمحور بر خودپنداره ریاضی

متغیر	آزمون	SS	df	MS	F	Sig	میزان تأثیر	توان آماری
علاقه	پیش‌آزمون	۵۰/۰۹	۱	۵۰/۰۹	۲۹/۵۷	۰/۰۰۱	۰/۴۹	۱/۰۰
	پس‌آزمون	۵۵/۱۲	۱	۵۵/۱۲	۳۲/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۵۳	۱/۰۰
ادراک از توانایی	پیش‌آزمون	۱۷/۴۵	۱	۱۷/۴۵	۲۶/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۴۷	۱/۰۰
	پس‌آزمون	۱۹/۲۰	۱	۱۹/۲۰	۲۸/۴۹	۰/۰۰۰	۰/۵۵	۰/۹۹

نتایج نشان می‌دهد که آموزش ریاضی به روش مغزمحور بر علاقه و ادراک از توانایی ریاضی

دانش‌آموزان تأثیر معناداری دارد. اندازه اثر بزرگ (به‌ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۵۵) نشان‌دهنده تأثیر عملی قابل‌توجه این مداخله است.

جدول ۶. نتایج تحلیل کوواریانس آموزش ریاضی به روش مغزمحور بر هیجان‌های تحصیلی

متغیر	آزمون	SS	df	MS	F	Sig	میزان تأثیر	توان-آماري
لذت	پیش‌آزمون	۲۸,۴۳	۱	۲۸,۴۳	۱۱,۷۲	۰,۰۰۱	۰,۳۳	۱,۰۰
	پس‌آزمون	۳۳/۴۶	۱	۳۳/۴۶	۱۵/۷۲	۰/۰۰۰	۰/۴۹	۰/۹
امیدواری	پیش‌آزمون	۹,۲۳	۱	۹,۲۳	۱۱,۳۸	۰,۰۰۱	۰,۲۱	۰,۹۸
	پس‌آزمون	۱۱/۰۳	۱	۱۱/۰۳	۱۳/۴۰	۰,۰۰۱	۰/۳۶	۱,۰۰
غرور	پیش‌آزمون	۱۰,۱۲	۱	۱۰,۱۲	۹,۱۴	۰,۰۰۲	۰,۱۳	۰,۹۹
	پس‌آزمون	۱۳/۱۴	۱	۱۳/۱۴	۱۱/۱۱	۰/۰۰۰	۰/۲۰	۱/۰۰
اضطراب	پیش‌آزمون	۱۵,۰۱	۱	۱۵,۰۱	۱۵,۰۱	۰,۰۰۱	۰,۳۷	۰,۹۹
	پس‌آزمون	۱۸/۶۶	۱	۱۸/۶۶	۱۷/۲۳	۰,۰۰۱	۰/۴۸	۱,۰۰
شرم	پیش‌آزمون	۱۹,۵۰	۱	۱۹,۵۰	۱۹,۵۰	۰,۰۰۱	۰,۴۶	۱,۰۰
	پس‌آزمون	۲۴/۲۲	۱	۲۴/۲۲	۲۱/۲۴	۰,۰۰۱	۰/۶۳	۱,۰۰
خشم	پیش‌آزمون	۴۰,۱۰	۱	۴۰,۱۰	۲۲,۳۷	۰/۰۰۱	۰,۴۲	۱,۰۰
	پس‌آزمون	۴۴/۷۱	۱	۴۴/۷۱	۲۵/۴۱	۰۰۰,۰	۰/۵۱	۱,۰۰
ناامیدی	پیش‌آزمون	۳۷,۳۴	۱	۳۷,۳۴	۱۶,۴۳	۰/۰۰۱	۰,۳۸	۱,۰۰
	پس‌آزمون	۴۳/۶۰	۱	۴۳/۶۰	۱۹/۸۴	۰/۰۰۱	۰/۳۹	۱,۰۰
خستگی	پیش‌آزمون	۴۰,۱۰	۱	۴۰,۱۰	۲۲,۷۴	۰,۰۰۰	۰,۳۲	۱,۰۰
	پس‌آزمون	۵۰,۱۱	۱	۵۰,۱۱	۳۰,۳۰	۰,۰۰۰	۰,۴۲	۱,۰۰

و ادراک از توانایی ریاضی به‌طور چشم‌گیری بهبود یافتند (اندازه‌های اثر به‌ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۵۵). این نتیجه با نظریه خودپنداره تحصیلی مارش (Marsh, 1990; Marsh et al., 1999; Marsh, 2023) هم‌سو است که بر نقش تجارب موفقیت، بازخوردهای مثبت و تعامل سازنده با محیط آموزشی در شکل‌گیری خودپنداره تأکید دارد. در این پژوهش، اجرای اصول یادگیری مغزمحور از طریق ایجاد موقعیت‌های یادگیری فعال، مشارکتی و معنادار، فرصت‌های مکرری برای تجربه موفقیت و دریافت بازخوردهای حمایت‌گرانه برای دانش‌آموزان فراهم کرد. این تجارب موفقیت‌آمیز به افزایش احساس شایستگی و اعتماد به توانایی‌های ریاضی انجامید و

نتایج نشان می‌دهد که آموزش ریاضی به روش مغزمحور تأثیر معناداری بر هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان دارد؛ به‌گونه‌ای که هیجان‌های مثبت (لذت، امیدواری، غرور) افزایش و هیجان‌های منفی (اضطراب، شرم، خشم، ناامیدی، خستگی) کاهش یافته‌اند. اندازه‌های اثر از ۰/۲۰ تا ۰/۶۳ متغیر است که بیانگر تأثیر متوسط تا بسیار بزرگ است.

۵ بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که آموزش ریاضی به روش مغزمحور تأثیر معنادار و بزرگی بر خودپنداره ریاضی دانش‌آموزان داشته است؛ به‌گونه‌ای که هر دو مؤلفه آن، یعنی علاقه به ریاضی

هیجان‌های تحصیلی زمانی شکل می‌گیرند که یادگیرنده از یک سو بر فعالیت یادگیری احساس کنترل داشته باشد و از سوی دیگر، آن را ارزشمند و معنادار تلقی کند.

در این پژوهش، آموزش مغزمحور با فراهم کردن محیطی سرشار از چالش‌های متناسب، انتخاب‌های یادگیری، فعالیت‌های مشارکتی و کاهش فشارهای روانی کلاس، موجب شد دانش‌آموزان احساس کنترل بیشتری بر فرآیند یادگیری ریاضی پیدا کنند. همچنین، معنادار ساختن مفاهیم ریاضی از طریق ارتباط با زندگی روزمره و استفاده از ابزارهای دیداری و شنیداری، ارزشمندی درک‌شده از ریاضیات را افزایش داد. این دو عامل (کنترل و ارزش) به‌نوبه خود موجب افزایش هیجان‌های مثبت و کاهش هیجان‌های منفی شدند. هم‌سو بودن این یافته با پژوهش‌های پیشین از چند جهت قابل تأمل است. نخست، پژوهش شوئنهر و همکاران (Schoenherr et al., 2025) در فراتحلیل خود نشان داد که هیجان‌های مثبت مانند لذت، امید و غرور با پیشرفت ریاضی همبستگی مثبت و هیجان‌های منفی مانند خشم، بی‌حوصلگی، ناامیدی و شرم با آن رابطه منفی دارند. یافته پژوهش حاضر که نشان می‌دهد رویکرد مغزمحور هم‌زمان هیجان‌های مثبت را افزایش و منفی را کاهش می‌دهد؛ درواقع مکانیسمی عملی برای بهبود این همبستگی‌ها ارائه می‌دهد. دوم، پژوهش وان در بیک و همکاران (Van der Beek et al., 2025) نشان داد بازخورد هنجاری منفی اگرچه عملکرد را افزایش می‌دهد، اما باعث افزایش اضطراب و کاهش لذت و امید می‌شود. در مقابل، رویکرد مغزمحور با تأکید بر بازخورد حمایت‌گرانه و فرصت‌های مکرر برای موفقیت، بدون ایجاد تهدید هیجانی، هم‌زمان به ارتقاء عملکرد و بهبود هیجان‌ها می‌انجامد که این مزیت مهمی نسبت به روش‌های سنتی بازخورددهی محسوب می‌شود. سوم، پژوهش جلالی و همکاران (۱۳۹۸) نیز پیشتر تأثیر یادگیری مغزمحور را بر کاهش اضطراب و بهبود عملکرد ریاضی نشان داده بود که یافته

در نتیجه علاقه به ریاضی و ادراک از توانایی خود را در آنان تقویت کرد. این یافته با پژوهش‌های پیشین ازجمله مطالعه لنون - ماسلین و همکاران (Lennon-Maslin et al., 2024) که نقش خودپنداره ریاضی را در عملکرد و ترجیحات تحصیلی دانش‌آموزان برجسته کرده بودند، هماهنگی کامل دارد. همچنین، وان در بیک و همکاران (Van der Beek et al., 2025) نشان دادند که بازخورد مثبت از طریق افزایش امید، خودپنداره ریاضی را ارتقا می‌دهد؛ این یافته با منطق آموزشی رویکرد مغزمحور که بر بازخوردهای سازنده و محیط عاری از تهدید تأکید دارد، همخوان است.

در تبیین این یافته از منظر علوم اعصاب تربیتی، می‌توان گفت که روش مغزمحور با فعال‌سازی سیستم پاداش مغز از طریق تجارب موفقیت‌آمیز و کاهش تهدیدهای هیجانی، زمینه را برای شکل‌گیری خودپنداره مثبت فراهم می‌کند. هنگامی که دانش‌آموز در محیطی امن و حمایت‌گرانه، موفقیت را تجربه می‌کند، دوپامین و سایر انتقال‌دهنده‌های عصبی مرتبط با پاداش ترشح شده و این تجربه خوشایند، انگیزه و باور به توانایی‌های شخصی را تقویت می‌کند (Caine et al., 2005)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رویکرد مغزمحور با ایجاد پیوند میان تجربه موفقیت و احساس شایستگی، خودپنداره ریاضی را به‌عنوان یک سازه انگیزشی - شناختی به‌طور مؤثری ارتقا می‌دهد.

دومین یافته مهم پژوهش نشان داد که آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور تأثیر معناداری بر هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان داشته است؛ به‌گونه‌ای که هیجان‌های مثبت شامل لذت، امیدواری و غرور به‌طور معناداری افزایش (اندازه‌های اثر به‌ترتیب ۰/۴۹، ۰/۳۶ و ۰/۲۰) و هیجان‌های منفی شامل اضطراب، شرم، خشم، ناامیدی و خستگی به‌طور معناداری کاهش یافته‌اند (اندازه‌های اثر از ۰/۳۹ تا ۰/۶۳). این یافته‌ها به‌طور کامل با نظریه کنترل - ارزش هیجان‌های تحصیلی پکران (Pekrun, 2006) سازگار است. بر اساس این نظریه،

به هم پیوسته عمل می‌کنند و تغییر در یکی می‌تواند دیگری را تحت تأثیر قرار دهد. به عنوان مثال، افزایش خودپنداره از طریق تجارب موفقیت، می‌تواند به کاهش اضطراب و افزایش لذت بینجامد و این هیجان‌های مثبت نیز به نوبه خود، خودپنداره را بیش‌تر تقویت کنند (رابطه دوسویه). این یافته با مدل اثرات متقابل مارش (Marsh, 2023) و نیز با تأکید پکران (Pekrun, 2006) بر رابطه دوسویه هیجان‌ها و پیشرفت تحصیلی هماهنگ است.

پژوهش حاضر نسبت به مطالعات پیشین دارای چندین ارزش افزوده است:

- **یکپارچگی نظری:** برخلاف بیشتر پژوهش‌هایی که صرفاً بر یک سازه (مثلاً اضطراب ریاضی یا خودپنداره) متمرکز بوده‌اند، این پژوهش با بهره‌گیری از چارچوب تلفیقی سه نظریه، تأثیر هم‌زمان آموزش مغزمحور را بر خودپنداره و طیف گسترده‌ای از هیجان‌های تحصیلی (شامل ۸ مؤلفه) بررسی کرده است.

- **جامعیت هیجانی:** درحالی‌که اغلب مطالعات به اضطراب ریاضی یا لذت محدود شده‌اند، این پژوهش دامنه وسیع‌تری از هیجان‌های مثبت و منفی (لذت، امید، غرور، اضطراب، شرم، خشم، ناامیدی و خستگی) را پوشش داده است.

- **بافت فرهنگی بومی:** با توجه به کمبود مطالعات مداخله‌ای در زمینه یادگیری مغزمحور در میان دانش‌آموزان ابتدایی ایران، این پژوهش شواهد تجربی ارزشمندی از بافت فرهنگی ایران ارائه می‌دهد.

- **کاربرد بودن مداخله:** پروتکل آموزشی طراحی شده در این پژوهش (براساس ۱۲ اصل کاین و همکاران) قابلیت اجرا در کلاس‌های درس عادی را داشته و می‌تواند به عنوان یک الگوی عملی برای معلمان و طراحان برنامه‌های درسی مورد استفاده قرار گیرد.

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر به وضوح نشان می‌دهد که آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری

حاضر با توسعه آن به سایر هیجان‌های تحصیلی (شرم، خشم، ناامیدی و خستگی)، دامنه این تأثیر را گسترش می‌دهد.

از منظر علوم اعصاب تربیتی، کاهش هیجان‌های منفی را می‌توان به کاهش فعالیت آمیگدال و سیستم لیمبیک در محیط‌های یادگیری ایمن نسبت داد. هنگامی که تهدیدهای کلاسی (مانند ترس از شکست، تحقیر، فشار زمانی یا حجم کار طاقت‌فرسا) کاهش می‌یابد، سیستم عصبی سمپاتیک مهار شده و فعالیت قشر پیش‌پیشانی که مسئول توجه، حافظه کاری و حل مسأله است، بهینه می‌شود. این شرایط نه تنها هیجان‌های منفی را کاهش می‌دهد، بلکه با افزایش انعطاف‌پذیری شناختی، بستر مناسبی برای تجربه هیجان‌های مثبت و یادگیری عمیق فراهم می‌کند (Caine et al., 2005; Triana & Zubainur, 2019).

نکته برجسته این پژوهش، بررسی هم‌زمان دو سازه خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی در چارچوب تلفیقی از سه نظریه یادگیری مغزمحور، خودپنداره تحصیلی و کنترل - ارزش هیجان‌های تحصیلی است. یافته‌ها نشان می‌دهند که این سه سازه به‌طور نظام‌مندی با یکدیگر مرتبط هستند و رویکرد مغزمحور با تأثیر بر هر سه سطح (شناختی، انگیزشی و هیجانی)، موجب تغییرات هم‌جهت در آن‌ها می‌شود. به بیان دیگر، آموزش مغزمحور از طریق:

- ایجاد محیط یادگیری ایمن و غنی (اصل اول یادگیری مغزمحور)؛
- افزایش تجارب موفقیت و بازخوردهای مثبت (تقویت خودپنداره)؛
- ارتقاء احساس کنترل و ارزشمندی در یادگیری (نظریه کنترل - ارزش).

به‌طور هم‌زمان موجب بهبود خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی می‌شود. این یافته نشان می‌دهد که خودپنداره و هیجان‌ها نه تنها پیامدهای مستقل آموزش هستند، بلکه در یک نظام

مختلف و با استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر و طرح‌های پژوهشی قوی‌تر و مطالعه تأثیر این رویکرد بر متغیرهایی مانند پیشرفت تحصیلی، انگیزش، خودکارآمدی، اضطراب ریاضی، یادگیری خودتنظیمی و ماندگاری یادگیری و نیز بهره‌گیری از روش‌های ترکیبی (کمی و کیفی) و مطالعات طولی پیشنهاد می‌شود.

از نظر کاربردی، پیشنهاد می‌شود اصول یادگیری مغزمحور در برنامه‌های درسی، تربیت معلم و دوره‌های ضمن خدمت مورد توجه قرار گیرد و معلمان با به‌کارگیری راهبردهای فعال، ایجاد محیط یادگیری ایمن و غنی، ارائه بازخوردهای سازنده و توجه هم‌زمان به ابعاد شناختی و هیجانی، زمینه ارتقاء خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی مثبت دانش‌آموزان را فراهم کنند. انجام هرکار پژوهشی با محدودیت‌هایی همراه است و این پژوهش هم از این امر مستثنی نمی‌باشد. از این رو پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی ازجمله محدودبودن جامعه آماری به دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی شهرستان اشکذر، حجم نمونه نسبتاً کم و نمونه‌گیری در دسترس، استفاده از ابزارهای خودگزارشی و نبود مرحله پیگیری برای بررسی پایداری اثرات مداخله همراه بود؛ بنابراین، تعمیم نتایج به سایر گروه‌ها و تفسیر یافته‌ها باید با احتیاط انجام شود. همچنین، با وجود تلاش برای کنترل شرایط پژوهش، امکان کنترل کامل متغیرهای مداخله‌گر مانند تفاوت‌های فردی، حمایت خانواده و انگیزش اولیه دانش‌آموزان وجود نداشت.

مغزمحور رویکردی مؤثر برای ارتقاء هم‌زمان خودپنداره ریاضی و هیجان‌های تحصیلی دانش‌آموزان دوره ابتدایی است. این رویکرد با فراهم‌کردن محیطی امن، غنی، مشارکتی و معنادار که با شیوه طبیعی عملکرد مغز هماهنگ است، زمینه را برای تجربه موفقیت، احساس شایستگی، کنترل بر یادگیری و ارزشمندی درک‌شده از ریاضیات فراهم می‌کند. در نتیجه، دانش‌آموزان نه تنها به توانایی‌های ریاضی خود اعتماد پیدا می‌کنند، بلکه یادگیری ریاضی را با هیجان‌های مثبت همراه می‌بینند و از هیجان‌های منفی کاسته می‌شود. بر اساس این، می‌توان نتیجه گرفت که به‌کارگیری اصول یادگیری مغزمحور در آموزش ریاضی دوره ابتدایی، ظرفیت مناسبی برای بهبود کیفیت فرآیند یاددهی - یادگیری و ایجاد تجربه‌های یادگیری مثبت در دانش‌آموزان دارد. توجه هم‌زمان به نحوه عملکرد مغز، ویژگی‌های هیجانی یادگیرندگان و تقویت احساس شایستگی آنان، زمینه افزایش مشارکت، انگیزش و یادگیری پایدار را فراهم می‌کند. از این رو، استفاده از این رویکرد در برنامه‌ریزی درسی، طراحی فعالیت‌های آموزشی و توانمندسازی معلمان می‌تواند گامی مؤثر در ارتقاء کیفیت آموزش ریاضیات در دوره ابتدایی باشد. این یافته‌ها می‌تواند مبنایی برای بازنگری در برنامه‌های آموزش ریاضی دوره ابتدایی و طراحی دوره‌های توانمندسازی معلمان براساس اصول یادگیری مغزمحور باشد.

با توجه به یافته‌های پژوهش، اثربخشی آموزش ریاضی مبتنی بر یادگیری مغزمحور در مقاطع تحصیلی، مناطق جغرافیایی و بافت‌های فرهنگی

منابع

یادگیری مغزمحور بر اضطراب و عملکرد تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هفتم. *روانشناسی مدرسه و آموزش*، ۸(۴)، ۴۱-۵۹.

غلام‌آزاد، سهیلا. (۱۴۰۱). اجرای برنامه درسی ریاضی در دوره اول ابتدایی: چالش‌ها و راهکارها. *دوفصلنامه نظریه و عمل در برنامه درسی*، ۱۰(۲۰)، ۳۹۵-۴۲۶.

آزاد عبدالله‌پور، محمد، درتاج، فریبرز، و احدی، حسن. (۱۳۹۳). بررسی ساختار عاملی پرسش‌نامه هیجان‌های تحصیلی در بین دانشجویان ایرانی. *فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی*، ۴(۸)، ۱۶۱-۱۸۶.

جلالی، صغری، پورشه‌فایی، هادی، و دانشمند، بدرالسادات. (۱۳۹۸). تأثیر آموزش مبتنی بر

- Al-Balushi, K. A., & Al-Balushi, S. M. (2018). Effectiveness of brain-based learning for grade eight students' direct and postponed retention in science. *International Journal of Instruction*, 11(3), 525-538.
<https://doi.org/10.12973/iji.2018.11336a>
- Ayantoye, C. A., Olaoluwa, S. O., Caballero, M., Ezell, S., & O'Neal Hixson, K. (2020). Application of brain-based teaching strategies on academic performance of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in mathematics. *World Journal of Educational Research*, 7(1), 146-158.
<https://doi.org/10.22158/wjer.v7n1p146>
- Caine, R. N., Caine, G., McClintic, C., & Klimek, K. (2005). *12 brain/mind learning principles in action: The fieldbook for making connections, teaching, and the human brain*. Corwin Press.
- Chand, S., Chaudhary, K., Prasad, A., & Chand, V. (2021). Perceived causes of students' poor performance in mathematics: A case study at Ba and Tavua secondary schools. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 7, 614408.
<https://doi.org/10.3389/fams.2021.614408>
- Chen, H., Gu, X. H., Zhou, Y., Ge, Z., Wang, B., Siok, W. T. & Sun, Y. (2017). A genome-wide association study identifies genetic variants associated with mathematics ability. *Scientific Reports*, 7(1), 40365.
<https://doi.org/10.1038/srep40365>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2023). Sustainable, scalable professional development in early mathematics: Strategies, evaluation, and tools. In *Developing Mathematical Proficiency for Elementary Instruction* (pp. 221-238). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-13062-7_14
- Duncan, K. J. (2020). Examining the effects of immersive game-based learning on student engagement and the development of collaboration, communication, creativity and critical thinking. *TechTrends*, 64(3), 514-524.
<https://doi.org/10.1007/s11528-020-00500-9>
- Fang, J., Brown, G. T., & Hamilton, R. (2023). Changes in Chinese students' academic emotions after examinations: Pride in success, shame in failure, and self-loathing in comparison. *British Journal of Educational Psychology*, 93(1), 245-261.
<https://doi.org/10.1111/bjep.12537>
- Huber, K., & Bannert, M. (2023). What happens to your body during learning with computer-based environments? Exploring negative academic emotions using psychophysiological measurements. *Journal of*

- Computers in Education*, 10(1), 189-215.
<https://doi.org/10.1007/s40692-022-00224-6>
- Just, J., & Siller, H. S. (2022). The role of mathematics in STEM secondary classrooms: A systematic literature review. *Education Sciences*, 12(9), 629.
<https://doi.org/10.3390/educsci12090629>
- Kafata, F., & Mbetwa, S. K. (2016). An investigation into the failure rate in mathematics and science at grade twelve examinations and its impact to the school of engineering: A case study of Kitwe District of Zambia. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 5(8), 71-93.
- Kaskens, J., Segers, E., Goei, S. L., van Luit, J. E., & Verhoeven, L. (2020). Impact of children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching and Teacher Education*, 94, 103096.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103096>
- Larsen, D. M., Kristensen, M. A., Seidelin, L., & Svabo, C. (2022, February). Mathematics as the focal point of STEM teaching. In *Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12)* (No. 11).
- Lennon-Maslin, M., Quaiser-Pohl, C., & Wickord, L. C. (2024). Beyond numbers: The role of mathematics self-concept and spatial anxiety in shaping mental rotation performance and STEM preferences in primary education. *Frontiers in Education*, 9, 1300598.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1300598>
- Lopez-Pedersen, A., Mononen, R., Aunio, P., Scherer, R., & Melby-Lervåg, M. (2023). Improving numeracy skills in first graders with low performance in early numeracy: A randomized controlled trial. *Remedial and Special Education*, 44(2), 126-136.
<https://doi.org/10.1177/0741932521088802>
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM-Mathematics Education*, 51(6), 869-884.
<https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5>
- Marsh, H. W. (1990). The structure of academic self-concept: The Marsh/Shavelson model. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 623-636.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.4.623>
- Marsh, H. W. (2023). Extending the reciprocal effects model of math self-concept and achievement: Long-term implications for end-of-high-school, age-26 outcomes, and long-

- term expectations. *Journal of Educational Psychology*, 115(2), 193-213. <https://doi.org/10.1037/edu0000753>
- Marsh, H. W., Byrne, B. M., & Yeung, A. S. (1999). Causal ordering of academic self-concept and achievement: Re-analysis of a pioneering study and... *Educational Psychologist*, 34(3), 155-167. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3403_2
- Özkaya, A., & Yetim Karaca, S. (2017). The effects of realistic mathematics education on students' achievements and attitudes in fifth grades mathematics courses. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 4(2), 185-197.
- Pang, J. M. H., Connie, T., & Michael, G. K. O. (2021, August). Recognition of academic emotions in online classes. In *2021 9th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)* (pp. 445-450). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICoICT52021.2021.9527509>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R., Goetz, T., & Perry, R. P. (2005). *Achievement Emotions Questionnaire (AEQ): User's manual*. Unpublished manuscript, University of Munich.
- Radišić, J., & Baucal, A. (2024). Mathematics motivation in primary education: Building blocks that matter. *European Journal of Psychology of Education*, 39(2), 1505-1512. <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00809-8>
- Sahendra, A., Budiarto, M. T., & Fuad, Y. (2018). Students' representation in mathematical word problem-solving: Exploring students' self-efficacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 947(1), 012059. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012059>
- Schoenherr, J., Schukajlow, S., & Pekrun, R. (2025). Emotions in mathematics learning: A systematic review and meta-analysis. *ZDM-Mathematics Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01678-7>
- Sella, F., & Cohen Kadosh, R. (2018). What expertise can tell about mathematical learning and cognition. *Mind, Brain, and Education*, 12(4), 186-192. <https://doi.org/10.1111/mbe.12179>
- Skeide, M. A., Wehrmann, K., Emami, Z., Kirsten, H., Hartmann, A. M., Rujescu, D., & Legascreen Consortium. (2020). Neurobiological origins of individual differences in

mathematical ability. *PLoS Biology*, 18(10), e3000871.

<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000871>

Triana, M., & Zubainur, C. M. (2019). Students' mathematical communication ability through the brain-based learning approach using Autograph. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 4(1), 1-10.

<https://doi.org/10.23917/jramathedu.v4i1.7483>

Van der Beek, J. P., Van der Ven, S. H., Van de Weijer-Bergsma, E., & Kroesbergen, E. H. (2025). How feedback affects emotions, performance and self-concept in mathematics. *Learning and Instruction*, 99, 102169.

<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.102169>

Verhoef, P. C. (2017). The impact of positive and negative emotions on loyalty intentions and their interactions with customer equity drivers. *Journal of Business Research*, 80, 106-115.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.07.011>

Wijayanti, K., Khasanah, A. F., Rizkiana, T., Dewi, N. R., & Budhiati, R. (2021). Mathematical creative thinking ability of students in treffinger and brain-based learning at junior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042085. IOP Publishing.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042085>