



ORIGINAL RESEARCH PAPER

A Causal Model of Students' Mathematical Performance Based on Teachers' and Students' Critical Thinking Skills, Mediated by Attitude Toward Mathematics

Seyed Ali Jaber Hashemi¹, Naser Haddadzadeh^{*2}, Ghasem Rekabdar³, Sareh Zarif⁴

¹ Master's Degree in Mathematics Education Ministry of Education, Khuzestan Province, Abadan, Iran.

² Assistant Professor, Department of Mathematics Education, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran.

³ Assistant Professor, Department of Mathematics Education, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran.

⁴ Master's Degree in Mathematics Education Ministry of Education, Khuzestan Province, Abadan, Iran.

ABSTRACT

Keywords

Mathematical Performance
Critical Thinking, Attitude
Toward Mathematics
Mathematics Teacher
Structural Equation Modeling

1 .Corresponding author
✉ nhaddad@iau.ac.ir

Received: 2025/06/30

Reviewed: 2025/10/30

Accepted: 2025/10/31

Background and Objective: Mathematics education has consistently been a major concern within Iran's educational system, with low levels of student interest, motivation, and achievement remaining significant challenges. Numerous studies have indicated that the critical thinking skills of both teachers and students play an essential role in enhancing the learning process and improving mathematical performance. Furthermore, students' attitudes toward mathematics act as a significant and mediating variable, explaining the interplay between critical thinking and mathematical achievement. The present study aimed to investigate a causal model of the effects of critical thinking (in both teachers and students) on mathematical performance, considering the mediating role of attitudes toward mathematics. **Methods:** This descriptive-correlational study was conducted using a structural equation modeling approach. The statistical population comprised secondary school mathematics teachers and students in Abadan during the 2023–2024 academic year. The sample was selected through a multi-stage cluster sampling method. Data collection involved standardized questionnaires assessing mathematical performance, critical thinking skills, and attitudes toward mathematics. The validity and reliability of these instruments were confirmed. **Findings:** The data analysis indicated that critical thinking skills among both teachers and students had a significant positive impact on students' mathematical performance. This effect manifested both directly and indirectly, through fostering students' positive attitudes toward mathematics. The proposed causal model also demonstrated a good fit with the observed data. **Conclusion:** The findings highlight the importance of promoting critical thinking skills and improving students' attitudes toward mathematics to enhance mathematical performance. Accordingly, it is recommended that educational programs and policy decisions prioritize the development of critical thinking and the cultivation of positive attitudes toward mathematics.

ISSN (Online): 2783- 4379

DOI: [10.48310/rme.2025.19949.1113](https://doi.org/10.48310/rme.2025.19949.1113)

Citation (APA): Jaber Hashemi, S. A. , Haddadzadeh, N. , Rekabdar, G. and Zarif, S. (2025). A Causal Model of Students' Mathematical Performance Based on Teachers' and Students' Critical Thinking Skills, Mediated by Attitude Toward Mathematics. *Research in Mathematics Education*, 5 (2), 77- 93 .

 <https://doi.org/10.48310/rme.2025.19949.1113>



مدل علی عملکرد ریاضی دانش آموزان مبتنی بر مهارت تفکر انتقادی معلم و دانش آموز با میانجی‌گری نگرش به ریاضیات

مقاله پژوهشی / مروری

سید علی جابر هاشمی^۱، ناصر حدادزاده^{۲*}، قاسم رکابدار^۳، ساره ظریف^۴

۱ کارشناسی ارشد آموزش ریاضی، آموزش و پرورش استان خوزستان، آبادان، ایران.

۲ استادیار گروه آموزش ریاضی، واحد بین‌الملل اروند، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران.

۳ استادیار گروه آموزش ریاضی، واحد بین‌الملل اروند، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران.

۴ کارشناسی ارشد آموزش ریاضی، آموزش و پرورش استان خوزستان، آبادان، ایران.

چکیده

پیشینه و هدف: آموزش ریاضی همواره از دغدغه‌های اساسی نظام آموزشی کشور بوده و یکی از مشکلات بزرگ، پایین بودن علاقه، انگیزه و عملکرد دانش‌آموزان در این حوزه است. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند که مهارت تفکر انتقادی معلمان و دانش‌آموزان، نقش مهمی در بهبود فرآیند یادگیری و ارتقای عملکرد ریاضی ایفا می‌کند. همچنین نگرش دانش‌آموزان به ریاضیات به‌عنوان یک متغیر تأثیرگذار و میانجی، می‌تواند تعامل بین تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی را توضیح دهد. هدف پژوهش حاضر، بررسی مدل علی تأثیر تفکر انتقادی (معلم و دانش‌آموز) بر عملکرد ریاضی با نقش میانجی نگرش به ریاضیات است. **روش‌ها:** این مطالعه به روش توصیفی-همبستگی و با رویکرد مدل‌یابی معادلات ساختاری انجام شد. جامعه آماری شامل دانش‌آموزان و معلمان ریاضی مقطع متوسطه دوم شهر آبادان در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بود. نمونه موردنظر به‌صورت خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب گردید. برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامه‌های استاندارد عملکرد ریاضی، مهارت تفکر انتقادی و نگرش به ریاضی استفاده شد. روایی و پایایی ابزارها تأیید گردید. **یافته‌ها:** نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که مهارت تفکر انتقادی معلمان و دانش‌آموزان، اثر مثبت و معناداری بر عملکرد ریاضی دارد. این تأثیر هم به‌صورت مستقیم و هم به‌واسطه ارتقای نگرش مثبت دانش‌آموزان به ریاضیات رخ می‌دهد. مدل علی پژوهش نیز برازش مطلوبی با داده‌ها نشان داد. **نتیجه‌گیری:** یافته‌ها بیانگر اهمیت آموزش و تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی و بهبود نگرش دانش‌آموزان به ریاضیات، جهت افزایش عملکرد ریاضی آن‌هاست. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های آموزشی و سیاست‌گذاری‌ها، تقویت تفکر انتقادی و نگرش مثبت به ریاضی را در مرکز توجه قرار دهند.

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید.

واژه‌های کلیدی

عملکرد ریاضی، تفکر انتقادی
نگرش به ریاضیات
معلم ریاضی
مدل‌سازی معادلات ساختاری

۱. نویسنده مسئول
nhaddad@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

شماره صفحات: ۷۷-۹۳

DOI: [10.48310/rme.2025.19949.1113](https://doi.org/10.48310/rme.2025.19949.1113)

شاپا الکترونیکی: ۴۳۷۹-۳۷۸۳



OPYRIGHTS

©2025 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

مقدمه

ریاضیات یکی از دروس بنیادی در نظام‌های آموزشی سراسر جهان به شمار می‌رود و نقشی کلیدی در توسعه توانمندی‌های شناختی دانش‌آموزان و آماده‌سازی آنان برای مواجهه با چالش‌های دنیای واقعی ایفا می‌کند. عملکرد دانش‌آموزان در این درس همواره مورد توجه پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت بوده است؛ چراکه موفقیت در ریاضیات نه تنها پیش‌نیاز بسیاری از رشته‌ها و مشاغل آینده محسوب می‌شود، بلکه شاخصی از توانایی فرد در حل مسئله، استدلال منطقی و تفکر انتقادی تلقی می‌گردد (وانگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۲؛ OECD، ۲۰۲۳). با این حال، نتایج مطالعات بین‌المللی مانند آزمون PISA نشان می‌دهد که دانش‌آموزان بسیاری از کشورها در دستیابی به سطح مطلوب عملکرد ریاضی با چالش‌هایی روبه‌رو هستند؛ موضوعی که ضرورت شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر پیشرفت تحصیلی در این حوزه را دوجندان ساخته است (OECD، 2023).

بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که عوامل متعددی در تبیین عملکرد ریاضی دانش‌آموزان نقش دارند. این عوامل عمدتاً در سه دسته کلی دموگرافیک (مانند جنسیت و وضعیت اجتماعی-اقتصادی)، شناختی (همچون پیش‌دانشته‌ها و حافظه کاری) و غیر شناختی (نظیر اضطراب، خود کارآمدی و انگیزه) قرار می‌گیرند (هیلر^۲ و همکاران، ۲۰۲۱؛ وانگ و همکاران، ۲۰۲۲). یافته‌های مطالعات اخیر تأکید دارند که عوامل غیر شناختی همچون خود کارآمدی و اضطراب ریاضی، نقشی محوری در موفقیت دانش‌آموزان ایفا می‌کنند. عملکرد ریاضی عموماً به‌عنوان ظرفیت استدلال، حل مسئله و به‌کارگیری ریاضیات در موقعیت‌های واقعی تعریف می‌شود (جیکالی^۳، ۲۰۲۱؛ لاویداس^۴ و همکاران، ۲۰۲۲؛ پاپاداکیس^۵ و همکاران، ۲۰۲۱).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های تربیتی نشان داده‌اند که علاوه بر عوامل شناختی، نگرش، انگیزش و باور دانش‌آموزان نسبت به ریاضی، رابطه معلم و دانش‌آموز، سهم مهمی در موفقیت تحصیلی و تأثیر بسزایی بر عملکرد آنان دارند (وانگ و همکاران، ۲۰۲۲؛ جیکالی، ۲۰۲۱؛ اوانز و فیلد^۶، ۲۰۲۰). با این وجود، مطالعات کمتری نقش سازه‌های غیر شناختی پیچیده‌تری مانند نگرش نسبت به ریاضی و تفکر انتقادی را در قالب مدل‌های جامع علی بررسی کرده‌اند (گجیکالی و لپنویچ^۷، ۲۰۲۱؛ هیلر و همکاران، ۲۰۲۱). شواهد پژوهشی بیانگر آن است که نگرش دانش‌آموزان به ریاضی - به‌عنوان ترکیبی از باورها، احساسات و تمایلات رفتاری نسبت به این درس - ارتباط نزدیکی با میزان تلاش، پشتکار و حتی عملکرد تحصیلی آنان دارد. نگرش مثبت می‌تواند اضطراب را کاهش داده، خود کارآمدی را افزایش دهد و پیش‌بینی‌کننده موفقیت تحصیلی باشد (مارتینز^۸ و همکاران، ۲۰۲۳؛ سوهرمن^۹ و همکاران، ۲۰۲۴). دانش‌آموزانی که نگرش مثبت‌تری دارند، معمولاً از حل مسائل ریاضی لذت می‌برند، ارزش این درس را درمی‌یابند و کمتر دچار اضطراب می‌شوند.

سه فعالیت در تفکر انتقادی وجود دارد که عبارت‌اند از تحقیق، تفسیر و تصمیم. فعالیت تحقیقی یافتن شواهد از سوالات مهم مسئله است، درحالی‌که عملکرد، معنای شواهد را به‌طور منطقی تفسیر می‌کند. سپس تمرین‌های تفکری که دانش‌آموزان باید در حل مسائل ریاضی انجام دهند. شامل چهار فعالیت است. این چهار جنبش بر اساس داده‌های ارائه‌شده، تحلیل یا شفاف‌سازی می‌کنند، با ارائه دلایل یا مثال‌ها، ارزیابی می‌کنند، نتیجه‌گیری یا استنباط می‌کنند و راهبردهای حل مسئله را ایجاد می‌کنند (پوسپیتارانی^{۱۰}، ۲۰۲۰). ایجاد ذهنیت عملی، منطقی، انتقادی و صادقانه که

1 Wang

2 Hiller

3 Gjicali

4 Lavidas

5 Papadaki

6 Evans & Field

7 Gjicali, & Lipnevich

8 Martínez

9 Suherman

10 Puspitarani

جهت گیری کاربرد ریاضیات داشته باشد، یکی از تلاش های حل مسائل برای به حداقل رساندن خطا در حل مسائل ریاضی است. مهارت های تفکر انتقادی دانش آموزان در یادگیری ریاضیات برای درک و حل مسئله ای که با تجزیه و تحلیل، ارزیابی و تفسیر تفکر با آن مواجه است مورد نیاز است. این به نتایج تحقیقات کوماریا و لیلی^۱ (۲۰۱۸) مرتبط است که نشان می دهد مهارت های تفکر انتقادی به طور قابل توجهی بر نتایج یادگیری ریاضیات تأثیر می گذارد. علاوه بر این، استفاده از مهارت های تفکر انتقادی دانش آموزان در یادگیری می تواند فعالیت های یادگیری را بهبود بخشد (استایر^۲ و همکاران، ۲۰۱۸).

پژوهش های حوزه آموزش ریاضی نیز اهمیت پرورش شایستگی تفکر انتقادی را در افزایش توان حل مسئله و ارتقاء عملکرد ریاضی دانش آموزان تأکید کرده اند. تفکر انتقادی در این حوزه، شامل مهارت های شناختی نظیر تحلیل، ارزیابی، استنتاج و خود نظارتی است که به دانش آموزان امکان می دهد اطلاعات را منطقی تحلیل کنند، استدلال ها را بسنجند و به نتایج معنادارتری دست یابند. این مهارت ها موجب افزایش درک مفاهیم، بهبود حل مسئله و فراهم سازی امکان بازنگری و اصلاح روش های یادگیری می شود. با این حال، محدود کردن تفکر انتقادی به بُعد حل مسئله ریاضی در سطح شناختی، احتمال انتقال این مهارت ها به حوزه های اجتماعی، فرهنگی و شخصی را کاهش می دهد؛ بنابراین، توسعه واقعی تفکر انتقادی زمانی اتفاق می افتد که دانش آموزان بتوانند نگرش انتقادی و باز اندیشانه نسبت به باورها و فرایندهای یادگیری خود داشته باشند. دیدگاه فراشناختی به تفکر انتقادی، نه تنها نقش حل مسئله را تقویت می کند، بلکه با ارزیابی انتقادی باورها و شیوه های یادگیری، زمینه موفقیت تحصیلی و تحولات مثبت فردی و اجتماعی را نیز فراهم می سازد (ساچادوا و اگن^۳، ۲۰۲۱).

امروزه تفکر انتقادی به مثابه یکی از اهداف اساسی آموزش مطرح است و نقش معلمان در پرورش این مهارت نزد دانش آموزان، جایگاهی ممتاز دارد. معلمان نیز باید خود دارای مهارت های تفکر انتقادی باشند و این مهم ایجاب می کند که آموزش تفکر انتقادی جایگاهی مستقل و پررنگ در برنامه های تربیت معلم داشته باشد. با این وجود، شواهد نشان می دهد که رویکرد نظام مند به آموزش تفکر انتقادی در بسیاری از برنامه های تربیت معلم مغفول مانده و به توجه بیشتری نیاز دارد. پژوهش ها بیانگر آن است که آموزش تفکر انتقادی، ضمن بهبود گرایش هایی چون ذهن باز، حقیقت جویی و اعتماد به نفس در معلمان آینده، مهارت آن ها را در توجه به شواهد، استنتاج منطقی، تصمیم گیری مبتنی بر داده ها و قضاوت درست ارتقا می دهد. چنین پیشرفتی، نه تنها به بهبود روند تدریس، بلکه به ایجاد فضای آموزشی اثربخش تر و تعامل سازنده تر با دانش آموزان می انجامد. مطالعات اخیر همچنین، به دو رویکرد در تحلیل تفکر انتقادی اشاره دارند: یکی دیدگاه ابزاری (کسب مهارت های شناختی) و دیگری دیدگاه موقعیتی (توسعه هویت اجتماعی و فرهنگی). این دو دیدگاه مکمل، موجب می شوند معلمان هم از منظر علمی و هم از لحاظ مشارکت فرهنگی و اجتماعی، جایگاهی فعال تر ایفا نمایند. آموزش معلمان برای توسعه تفکر انتقادی نه تنها قابلیت تحلیلی و ذهن پرسشگر آنان را تقویت می کند، بلکه بستر رشد این مهارت ها را در دانش آموزانشان نیز فراهم می آورد. بدین جهت، تفکر انتقادی معلمان عنصری کلیدی در ارتقای کیفیت آموزش و آماده سازی دانش آموزان برای چالش های پیچیده دنیای امروز است (اونر و گونال-اگول (در دست چاپ)^۴؛ پلوان^۵، ۲۰۲۰؛ فردوس^۶، ۲۰۲۰).

یافته ها نشان داد میان توانایی تفکر انتقادی و موفقیت در ریاضیات، رابطه ای مثبت و معنادار وجود دارد، هر چند شدت این رابطه بر حسب سطح توانایی تحصیلی دانش آموزان متفاوت است. به ویژه، در گروه دانش آموزان با عملکرد پایین، رابطه ی قوی تری میان تفکر انتقادی و پیشرفت ریاضی مشاهده شد. بر این اساس، پژوهشگران پیشنهاد می کنند

1 Komariyah & Laili

2 Styers et al

3 Sachdeva & Eggen

4 Oner & Gunal-Aggul, (in press)

5 Palavan

6 Firdaus

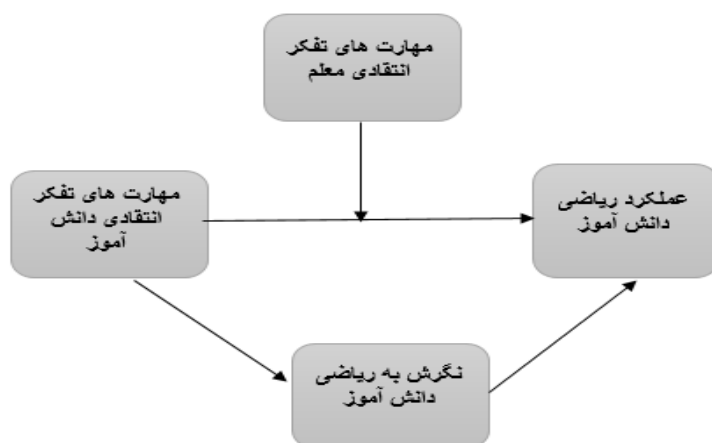
که آموزش ریاضیات باید فعالیت‌هایی را در برگیرد که مهارت‌های تفکر انتقادی را پرورش دهند؛ زیرا این عامل می‌تواند در بهبود عملکرد ریاضی، به‌ویژه برای فراگیران ضعیف‌تر، نقش مهمی ایفا کند (دورو و آبسی ۲۰۲۳).

آموزش ریاضی در نظام آموزشی ایران با چالش‌های اساسی روبه‌روست و بسیاری از دانش‌آموزان در پایه‌های بالاتر، نسبت به ریاضی دلسرد و بیزار می‌شوند. اگر آموزش از پایه به شیوه اصولی و جذاب انجام شود، یادگیری آن می‌تواند به تجربه‌ای لذت‌بخش و پایدار بدل گردد. باین‌حال، ضعف معلمان در آموزش و ارزشیابی مهارت تفکر انتقادی، یکی از عوامل بنیادین این معضل شناخته می‌شود. تفکر انتقادی، حل مسئله و تعقل از اهداف اساسی تعلیم و تربیت به شمار می‌روند؛ باین‌وجود، بسیاری از دانش‌آموزان و حتی بزرگسالان، در به‌کارگیری رفتارهای مبتنی بر تفکر انتقادی ناتوانند (قائدی و همکاران، ۱۳۹۸). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که مهارت‌های فکری چون تفکر انتقادی، تحلیلی، منطقی و خلاقانه، لازمه موفقیت در یادگیری و حل مسائل ریاضی هستند (رضوان^۱ و همکاران، ۲۰۲۲؛ پوسپیتارانی^۲، ۲۰۲۰؛ البقاوی^۳، ۲۰۲۳). تفکر انتقادی ارتقای تحلیل، ارزیابی، نتیجه‌گیری و تصمیم‌گیری را در مواجهه با مسائل ریاضی به دنبال دارد.

مطالعه حاضر با اتکا بر شواهد پیش‌گفته، مدل علی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان را با تمرکز بر نقش مهارت تفکر انتقادی معلم و دانش‌آموز و میانجی‌گری نگرش به ریاضی بررسی می‌کند. اهمیت این تحقیق نه‌فقط در حوزه آموزشی، بلکه در توانمندسازی شهروندان برای زیستی موفق و تصمیم‌گیری عاقلانه در جامعه پیچیده امروز نهفته است (برادران و همکاران، ۱۳۹۹). افرادی که از مهارت تفکر انتقادی بالاتری برخوردارند، توانمندی بیشتری در استدلال، تحلیل و تصمیم‌گیری علمی دارند و موفق‌تر از عهده تکالیف درسی برمی‌آیند. یافته‌ها ثابت کرده‌اند که تفکر انتقادی به‌طور معناداری و مثبت با پیشرفت تحصیلی همبستگی دارد. مطالعاتی که توانایی تفکر انتقادی دانش‌آموزان را ارزیابی می‌کنند نشان می‌دهند که دانش‌آموزان اغلب در کارهایی که نیاز به تفکر انتقادی دارند شکست می‌خورند.

این پژوهش در پی پاسخ به سؤالات زیر است:

۱. آیا بین مهارت تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی، رابطه معناداری وجود دارد؟
۲. آیا نگرش به ریاضی، نقش میانجی در این رابطه ایفا می‌کند؟
۳. آیا مهارت تفکر انتقادی معلم، نقش تعدیل‌تر دارد؟



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

پیشینه پژوهش

مطالعات متعددی، چه در سطح داخلی و چه خارجی، به بررسی تأثیر عوامل مختلفی مانند انگیزه، نگرش و مهارت‌های شناختی بر پیشرفت تحصیلی در حوزه ریاضی پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش‌ها به‌طور همگرا نشان داده است که علاوه بر متغیرهای شناختی، **عوامل غیر شناختی** نظیر نگرش به ریاضی و مهارت تفکر انتقادی نیز نقشی اساسی در تبیین و پیش‌بینی عملکرد دانش‌آموزان ایفا می‌کنند. برادران و همکاران (۱۴۰۳) تأکید دارند نگرش مثبت نسبت به ریاضی و نیز مهارت در تفکر انتقادی، چه در دانش‌آموز و چه در معلم، دو عامل کلیدی برای ارتقای عملکرد ریاضی محسوب می‌شوند. در تکمیل این یافته‌ها، رضایی و چیاویی (۱۴۰۳) نشان دادند **مهارت‌های حل مسئله**، به‌واسطه نگرش مثبت دانش‌آموز، می‌تواند به‌طور معناداری تفکر ریاضی را تقویت کند؛ این امر ضرورت توجه توأمان به عوامل شناختی و عاطفی را در تبیین عملکرد ریاضی برجسته می‌کند.

مطالعات جدید همچنین نشان داده‌اند محیط آموزشی و ابزارهای یاددهی-یادگیری نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود نگرش و عملکرد ریاضی دارند. برای نمونه، بازگیر و همکاران (۱۴۰۱) اثبات کردند فعالیت‌های دست‌ورزی تأثیر زیادی بر یادگیری محاسبات عددی و مفاهیم هندسی دارد. شاکر گزار (۱۴۰۳) نیز با تأکید بر نقش فعالیت‌های هنری و کمک‌آموزشی، تغییر نگرش دانش‌آموزان به ریاضی را نشان داد، یافته‌هایی که با تأکید پژوهش رضایی و چیاویی (۱۴۰۳) بر جایگاه مهم نگرش و مهارت‌های شناختی در ارتقا تفکر و عملکرد ریاضی هم‌راستا است.

در پژوهش قانعی و همکاران (۱۳۹۸)، ضعف محسوس دانش‌آموزان ایرانی در تفکر انتقادی و نبود آموزش مؤثر معلمان مورد تأیید قرار گرفت و این نقیصه با عملکرد ضعیف ریاضی مرتبط دانسته شد. این مطالعه نشان داد اکثر دانش‌آموزان و حتی بزرگ‌سالان، در انجام تکالیف نیازمند تفکر انتقادی، ضعیف عمل می‌کنند و معلمان نیز اغلب آموزش کافی برای آموزش و ارزشیابی این توانایی دریافت نکرده‌اند.

رضوان و همکاران (۲۰۲۲) بیان کردند که **یادگیری ریاضی زمانی عمیق‌تر و حل مسئله اثربخش‌تر می‌شود** که دانش‌آموزان با رویکرد منطقی و انتقادی به مسائل ریاضی بپردازند.

به‌طور مشابه، جیکالی (۲۰۲۱) و لاویداس و همکاران (۲۰۲۲) عملکرد ریاضی را نه صرفاً به‌عنوان یک شاخص تحصیلی، بلکه به‌عنوان شاخص موفقیت شغلی نیز برجسته دانسته و نقش نگرش مثبت، انگیزش و باور به توانمندی را در بهبود عملکرد ریاضی تأیید کرده‌اند. یافته‌های ژانگ^۱ و همکاران (۲۰۲۲) نیز رودرو نشان دادند **تفکر انتقادی دانش‌آموزان مستقیماً بر نگرششان نسبت به ریاضی تأثیرگذار بوده و نگرش مثبت، نقش واسطه‌ای مهمی در ارتقای عملکرد ریاضی آنان ایفا می‌کند.**

پژوهش‌های متعدد دیگر، از جمله هیلر و همکاران (۲۰۲۱) بر تأثیر **عوامل غیر شناختی مانند خود کارآمدی و اضطراب** بر عملکرد ریاضی تأکید دارند. گیجیکالی و لیپنویچ، (۲۰۲۱) و هیلر و همکاران (۲۰۲۱) به‌طور خاص عنوان کردند نگرش، باورها و هنجارهای ذهنی می‌توانند هم به‌صورت مستقیم و هم غیرمستقیم عملکرد ریاضی را پیش‌بینی کنند. همچنین، طبق مطالعات بین‌المللی (مانند OECD، ۲۰۱۸)، رابطه معناداری میان نگرش به ریاضی، کنترل رفتاری ادراک‌شده و درگیری رفتاری با عملکرد ریاضی وجود دارد. سایر پژوهش‌ها نیز بر تأثیر مثبت مهارت‌های تفکر انتقادی و نگرش مثبت به ریاضی در ارتقای موفقیت ریاضی تأکید کرده‌اند (کوماریا و لیلی^۲، ۲۰۱۸؛ استایر^۳ و همکاران، ۲۰۱۸).

مطالعات طولی نشان داده‌اند دانش‌آموزانی که مهارت تفکر انتقادی و نگرش مثبت به ریاضی دارند، چه در مدرسه و چه در آزمون‌های ملی و بین‌المللی، عموماً عملکرد بالاتری داشته و کمتر دچار شکاف‌های جنسیتی یا فرهنگی می‌شوند.

1 Zhang

2 Komariyah & Laili

3 Styers

باوجود فراوانی مطالعات درباره هر یک از این سه متغیر (تفکر انتقادی، نگرش و عملکرد ریاضی) به صورت جداگانه یا دوتایی، پژوهش‌هایی که این سه عامل را به طور هم‌زمان با رویکرد مدل علی و تحلیل مسیر بررسی کنند، بسیار محدودند. به‌ویژه، کمتر پژوهشی به نقش میانجی‌گری نگرش به ریاضی در ارتباط بین مهارت تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی پرداخته است. این در حالی است که شناخت روابط علی و غیر شناختی، می‌تواند مسیرهای تمرین برای ارتقای آموزش ریاضی فراهم آورد.

در پاسخ به این خلأ، پژوهش حاضر قصد دارد با ارائه مدلی علی، به بررسی نقش مهارت تفکر انتقادی معلم و دانش‌آموز و میانجی‌گری نگرش به ریاضی در عملکرد ریاضی دانش‌آموزان بپردازد و بخشی از کمبودهای ادبیات داخلی و خارجی را جبران نماید. این رویکرد می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد و ارتقای کیفیت آموزش ریاضی باشد. درمجموع، شواهد حاکی از آن است که عوامل غیر شناختی (نگرش، باور، تفکر انتقادی، اضطراب و ...) نه تنها می‌توانند بهبود عملکرد ریاضی را رقم بزنند، بلکه طراحی پژوهش‌هایی با رویکرد تلفیقی و مدل‌سازی علی، راه را برای تحلیل بهتر تعاملی این مؤلفه‌ها هموار می‌سازد؛ هدفی که پژوهش حاضر به صورت ساختارمند دنبال می‌کند.

روش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از لحاظ ماهیت، توصیفی-همبستگی است. برای بررسی روابط علی بین تفکر انتقادی معلمان و دانش‌آموزان، نگرش به ریاضیات و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان، از روش پیمایشی بهره گرفته شد. جامعه آماری شامل کلیه معلمان ریاضی پایه دوازدهم و دانش‌آموزان پسر رشته علوم تجربی شهرستان آبادان در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ بود (۲۸ معلم و ۴۲۰ دانش‌آموز). به دلیل محدودیت جمعیت معلمان، با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، ۲۰ معلم انتخاب شدند. از این میان، بر اساس نمرات پرسشنامه تفکر انتقادی، ۶ معلم (۳ نفر بالاترین نمرات و ۳ نفر با پایین‌ترین نمرات) گزینش شدند و تمامی دانش‌آموزان کلاس‌های این معلمان (مجموعاً ۱۸۰ نفر) به عنوان نمونه پژوهش موردبررسی قرار گرفتند.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها به دو شیوه اسنادی (جهت مرور پیشینه و مبانی نظری) و میدانی (از طریق پرسشنامه‌های کتبی) صورت گرفت. ابزارهای پژوهش عبارت بودند از:

عملکرد ریاضی: نمره کسب‌شده دانش‌آموزان در آزمون پایانی درس ریاضی به عنوان شاخص عملکرد در نظر گرفته شد.

تفکر انتقادی: با استفاده از پرسشنامه ریتکس^۱ (۲۰۰۳)، شامل ۳۳ گویه و سه زیرمقیاس (خلاقیت، بالندگی، تعهد) و طیف پاسخ‌دهی لیکرت پنج‌درجه‌ای (۱=کاملاً مخالف تا ۵=کاملاً موافق) سنجیده شد. دامنه نمرات ۳۳ تا ۱۶۵ و پایایی ابزار در مطالعات قبلی (بیابانگرد، ۱۳۸۷؛ ایزدی فرد و سپاسی آشتیانی، ۱۳۸۹) با ضریب آلفای کرونباخ ۰٫۹۲ تا ۰٫۹۵ گزارش شده است.

نگرش به ریاضی: از پرسشنامه نگرش به ریاضی آیکن^۲ (۱۹۷۹) نسخه فارسی شده توسط فردایی بنام و فرزاد (۱۳۹۱)، شامل ۱۶ گویه در سه زیرمقیاس (لذت، ترس/اضطراب، ارزش) و دامنه نمره ۱۶ تا ۸۰ با طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای استفاده شد. پایایی ابزار با آلفای کرونباخ ۰٫۸۸ تا ۰٫۹۱ تأیید شده است.

برای هر پرسشنامه، روایی (از نوع محتوا و سازه) بر اساس مطالعات داخلی و خارجی و پایایی از طریق آلفای کرونباخ برای نمونه فعلی نیز بررسی و تأیید شد.

1 Ricketts

2 Aiken

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها در دو سطح توصیفی (میانگین، انحراف معیار، فراوانی) و استنباطی تحلیل شدند. برای آزمون مدل علی پژوهش، از رگرسیون واسطه‌ای و تعدیلی با استفاده از مدل PROCESS (مدل Hayes ۷) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ بهره گرفته شد. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ تعیین گردید و تمامی پیش‌فرض‌های آماری قبل از تحلیل بررسی شد.

یافته‌ها

در این فصل، به ارائه و تحلیل یافته‌های پژوهش حاضر پرداخته می‌شود. ساختار این فصل بر اساس رویه مرسوم مقالات علمی و پژوهشی، دربرگیرنده بخش‌های مقدمه، آمار توصیفی، تحلیل‌های استنباطی (شامل آزمون همبستگی، رگرسیون و آزمون‌های تکمیلی) و جمع‌بندی نهایی تنظیم شده است. هدف اصلی این بخش، ارائه تصویری روشن و جامع از روابط میان متغیرهای پژوهش و پاسخ به فرضیه‌های مطرح شده در چارچوب نظری است. کلیه تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری معتبر انجام گرفته و نتایج حاصله در قالب جداول و نمودارهای استاندارد ارائه شده‌اند. در این بخش، ابتدا به بررسی آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش پرداخته می‌شود. این آمارها شامل میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر مقادیر مشاهده شده برای هر متغیر بوده و تصویری اولیه از توزیع داده‌ها ارائه می‌دهند. این اطلاعات به درک بهتر وضعیت موجود و ویژگی‌های نمونه مورد مطالعه کمک می‌کنند.

جدول ۱. آماره توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیرها	بیشترین نمره	کمترین نمره	انحراف استاندارد	میانگین
تفکر انتقادی دانش‌آموزان	۱۵۵	۶۴	۲۳/۳۶۴	۱۰۹/۵۱۵
تفکر انتقادی معلم	۱۶۵	۱۰۱	۱۵/۲۶۷	۱۳۳/۹۵۰
عملکرد ریاضی دانش‌آموزان	۲۰	۱۰	۳/۱۹۷	۱۵/۲۷۸
نگرش به ریاضی دانش‌آموزان	۷۲	۳۹	۵/۹۶۲	۵۷/۶۵۰

در جدول ۱ میانگین تفکر انتقادی دانش‌آموزان برابر است با ۱۰۹/۵۱۵ و معلمان ۱۳۳/۹۵ گزارش شده است، همچنین میانگین نگرش به ریاضی و عملکرد ریاضی در دانش‌آموزان به ترتیب ۵۷/۶۵ و ۱۵/۲۷۸ گزارش شده است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین اکثر متغیرها در سطح بالایی قرار دارد که نشان‌دهنده گرایش مثبت پاسخ‌دهندگان به این متغیرهاست. انحراف معیار نیز پراکندگی نسبتاً مناسبی را در داده‌ها نشان می‌دهد که حاکی از تنوع پاسخ‌ها است و از یکنواختی داده‌ها جلوگیری می‌کند. این آمارها، پایه‌ای برای ورود به تحلیل‌های استنباطی فراهم می‌آورند.

پیش از انجام تحلیل رگرسیون، بررسی روابط همبستگی بین متغیرها ضروری است. آزمون همبستگی پیرسون برای سنجش شدت و جهت رابطه خطی بین دو متغیر کمی استفاده می‌شود. نتایج حاصل از این آزمون، پیش‌زمینه‌ای برای درک روابط چندگانه در مدل رگرسیون فراهم می‌آورد.

جدول ۲. آزمون همبستگی متغیرهای

متغیر	آماره	عملکرد ریاضی	نگرش ریاضی
نگرش به ریاضی دانش‌آموزان	شدت	۰/۶۸۸	
	معنی‌داری	۰/۰۰۰	
	تعداد	۱۸۰	
مهارت تفکر انتقادی دانش‌آموزان	شدت	۰/۷۱۶	۰/۷۶۰
	معنی‌داری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	تعداد	۱۸۰	۱۸۰

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که کلیه متغیرهای پژوهش با یکدیگر دارای همبستگی مثبت و معناداری در سطح ۰/۰۱ هستند. این یافته نشان می‌دهد که متغیرها در یک‌جهت باهم تغییر می‌کنند و روابط مورد انتظار در چارچوب نظری، در سطح همبستگی نیز تأیید می‌شوند. وجود همبستگی‌های قوی، به‌خصوص بین متغیرهای مستقل و وابسته، زمینه را برای تحلیل رگرسیون فراهم می‌آورد. نتایج به‌دست‌آمده از این آزمون بیانگر این است که در سطح معنی (sig = ۰/۰۰۰)، متغیرهای مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان و عملکرد ریاضی به میزان ($R^2 = ۰/۷۱۶$) باهم رابطه دارند؛ همچنین متغیرهای نگرش به ریاضی و مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان به میزان ($R^2 = ۰/۷۶۰$) باهم رابطه دارند و نیز متغیرهای نگرش به ریاضی و عملکرد ریاضی به میزان ($R^2 = ۰/۶۸۸$) باهم رابطه دارند.

در جدول ۳، تحلیل رگرسیون خطی برای آزمون فرضیه‌های اصلی پژوهش انجام می‌گیرد. هدف از این تحلیل، تعیین میزان تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته و همچنین بررسی نقش متغیرهای میانجی و تعدیل‌تر است. مدل‌های رگرسیون گام‌به‌گام برای بررسی روابط مستقیم، میانجی و تعدیل‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جدول ۳. پیش‌بینی متغیرها

معناداری	β	خطای استاندارد	R^2 تنظیم‌شده	R^2	R	
۰/۰۰۰	۰/۷۱۶	۲/۱۸۱	۰/۵۱۰	۰/۵۱۳	۰/۷۱۶	عملکرد ریاضی توسط مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان
۰/۰۰۰	۰/۷۶۰	۳/۸۵۹	۰/۵۷۵	۰/۵۷۷	۰/۷۶۰	نگرش به ریاضی توسط متغیر مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان
۰/۰۰۰	۰/۶۸۸	۲/۲۶۹	۰/۴۷۱	۰/۴۷۳	۰/۶۸۸	عملکرد ریاضی توسط متغیر نگرش به ریاضی دانش آموزان
۰/۰۰۰ $F=۱۹/۵۹۵$		۱/۷۹۳	۰/۶۶۲	۰/۶۹۴	۰/۸۳۵	عملکرد ریاضی توسط متغیرهای مهارت تفکر انتقادی معلم و تفکر انتقادی دانش آموزان

در جدول ۳ قدرت پیش‌بینی متغیرها بررسی شده است. در پیش‌بینی تأثیر مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان بر عملکرد ریاضی مقدار R برابر با ۰/۷۱۶ و ضریب تعیین $R^2 = ۰/۵۱۳$ بیانگر آن است که مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان می‌تواند حدود ۵۱٪ از تغییرات عملکرد ریاضی را توضیح دهد؛ این میزان تأثیر در پژوهش‌های علوم انسانی، بسیار بالا و حاکی از اهمیت بالای این مهارت است. همچنین مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان و نگرش به ریاضی مقدار R برابر ۰/۷۶۰ و $R^2 = ۰/۵۷۷$ است؛ بنابراین، نزدیک به ۵۸٪ از تغییرات نگرش به ریاضی توسط مهارت تفکر انتقادی پیش‌بینی می‌شود. همچنین در نگرش به ریاضی و عملکرد ریاضی، مقدار R برابر ۰/۶۸۸ و $R^2 = ۰/۴۷۳$ است؛ به عبارت دیگر، نگرش به ریاضی قادر است ۴۷٪ از تغییرات عملکرد را توضیح دهد.

تمام روابط موجود در جدول در سطح اطمینان بالاتر از ۹۹٪ ($p < ۰/۰۱$) معنادار گزارش شده است؛ این سطح از معناداری احتمال رد نتایج در جمعیت بزرگ‌تر را به شدت کاهش می‌دهد و یافته‌ها قابلیت تعمیم بالایی دارند. ضریب β معادل ضریب همبستگی است و تغییر در متغیر مستقل (مثلاً تفکر انتقادی)، به همان نسبت تغییر در متغیر وابسته (عملکرد/نگرش به ریاضی) را پیش‌بینی می‌کند.

وقتی مهارت تفکر انتقادی معلمان و دانش آموزان به صورت هم‌زمان وارد مدل پیش‌بینی عملکرد ریاضی می‌شوند، مقدار $R = ۰/۸۳۵$ و $R^2 = ۰/۶۹۴$ نشان‌دهنده این است که ۷۰٪ از واریانس عملکرد ریاضی دانش آموزان به‌طور جمعی توسط این دو متغیر تبیین می‌شود؛ همچنین آزمون $F = ۱۹/۵۹۵$ مدل را به شدت معنادار نشان می‌دهد.

جدول ۴. نتایج رگرسیون خطی برای متغیرهای

متغیرها	منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	معناداری
مهارت تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی	رگرسیون	۹۸۶/۵۷۱	۱	۹۸۶/۵۷۱	۲۰۷/۳۷۹	۰/۰۰۰
	باقی مانده	۹۳۷/۱۹۴	۱۹۷	۴/۷۵۷		
نگرش به ریاضی و مهارت تفکر انتقادی	رگرسیون	۴۰۰۵/۷۸۸	۱	۴۰۰۵/۷۸۸	۲۶۸/۹۳۴	۰/۰۰۰
	باقی مانده	۲۹۳۴/۳۲۷	۱۹۷	۱۴/۸۹۵		
عملکرد ریاضی و نگرش به ریاضی	رگرسیون	۹۱۶/۴۹۷	۱	۹۱۶/۴۹۷	۱۷۷/۹۹۰	۰/۰۰۰
	باقی مانده	۱۰۱۹/۵۳۴	۱۹۸	۵/۱۴۹		

با توجه به جدول ۴ در رابطه مهارت تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی آزمون F معادل ۲۰۷/۳۷۹ و سطح معناداری $p=۰/۰۰۰$: این مقدار بیانگر معناداری قوی مدل رگرسیون است و نشان می‌دهد مهارت تفکر انتقادی دانش‌آموزان سهم بسزایی در پیش‌بینی عملکرد ریاضی آنان دارد. همچنین در رابطه نگرش به ریاضی و مهارت تفکر انتقادی آزمون $F=۲۶۸/۹۳۴$ و معناداری $p=۰/۰۰۰$ ، بیانگر نقش اصلی مهارت تفکر انتقادی در شکل‌دهی نگرش مثبت به درس ریاضی است و همچنین در رابطه عملکرد ریاضی و نگرش به ریاضی، F معادل ۱۷۷/۹۹۰ با معناداری $p=۰/۰۰۰$ ، نشان‌دهنده آن است که نگرش مثبت به ریاضی، عامل اصلی و جدی در موفقیت در این درس است.

جدول ۵. ضرایب رگرسیونی برای متغیرها در گروه دانش‌آموزان

معناداری	t	β	ضرایب استاندارد نشده		مدل
			خطای استاندارد	B	
۰/۰۰۰	۲۶/۹۲۲	۰/۷۶۰	۱/۳۴۳	۳۶/۱۴۵	ثابت
۰/۰۰۰	۱۶/۳۹۹		۰/۰۱۲	۰/۱۹۷	نگرش به ریاضی و مهارت تفکر انتقادی
۰/۰۰۰	-۳/۵۵۴	۰/۶۸۸	۱/۵۷۶	-۵/۶۰۰	ثابت
۰/۰۰۰	۱۳/۳۴۱		۰/۰۲۷	۰/۳۶۲	عملکرد ریاضی و نگرش به ریاضی

با توجه به نتایج گزارش‌شده در جدول ۵ مدل اول اثر مهارت تفکر انتقادی بر نگرش به ریاضی، $B=۰/۱۹۷$ هر یک واحد افزایش در مهارت تفکر انتقادی دانش‌آموزان، میانگین نگرش به ریاضی آن‌ها را حدود ۰/۱۹۷ واحد افزایش می‌دهد. خطای استاندارد برابر با ۰/۰۱۲ دقت بالای ضریب و اطمینان از معناداری نتایج را نشان می‌دهد. همچنین تقریباً ۰/۷۶۰ ضریب استاندارد شده نشان می‌دهد که تأثیر مهارت تفکر انتقادی بر نگرش به ریاضی قوی و مثبت است. آزمون $t=۱۶/۳۹۹$ و $p=۰/۰۰۰$ ضریب کاملاً معنادار است؛ بنابراین فرضیه‌ی تأثیر تفکر انتقادی بر نگرش به ریاضی پذیرفته می‌شود؛ بنابراین ارتقای مهارت تفکر انتقادی در دانش‌آموزان، به‌طور قابل توجهی نگرش مثبت آن‌ها به درس ریاضی را تقویت می‌کند. این یافته، اهمیت آموزش مهارت تفکر انتقادی را در مدارس دوچندان می‌کند.

با توجه به همین جدول در مدل دوم یعنی اثر نگرش به ریاضی بر عملکرد ریاضی، $B=۰/۳۶۲$ هر یک واحد افزایش در نگرش مثبت به ریاضی، میانگین عملکرد ریاضی را حدود ۰/۳۶۲ واحد افزایش می‌دهد. خطای استاندارد برابر با ۰/۰۲۷، ضریب دقیق و مطمئن است. β تقریباً برابر با ۰/۶۸۸، ضریب استاندارد شده نشان می‌دهد رابطه‌ای نسبتاً قوی و مثبت میان نگرش به ریاضی و عملکرد ریاضی وجود دارد. آزمون $t=۱۳/۳۴۱$ و $p=۰/۰۰۰$ کاملاً معنادار و قابل استناد. نگرش مثبت دانش‌آموز به ریاضی، نقش کلیدی و بسیار معناداری در موفقیت تحصیلی او در این درس ایفا می‌کند. هرگونه برنامه‌ریزی برای توانمندسازی ریاضی باید به تقویت نگرش مثبت دانش‌آموزان محوریت دهد.

بر اساس نتایج این جدول، مهارت تفکر انتقادی دانش‌آموزان نه تنها ارتباط مستقیم و معناداری با نگرش آنان به ریاضی دارد، بلکه از طریق این نگرش، غیرمستقیم بر عملکرد ریاضی نیز اثر می‌گذارد. همچنین نگرش به ریاضی نقش واسطه (میانجی) بین مهارت تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی را ایفا می‌کند؛ به بیان دیگر، آموزش و پرورش حتی برای اصلاح نگرش‌ها نیز باید به مهارت‌های پایه‌ای مانند تفکر انتقادی توجه جدی نشان دهد. تمام ضرایب آماری در این مدل‌ها معنادار بودند ($p = 0/000$) که اعتبار نتایج را بالا برده و تعمیم آن در سیاست‌گذاری‌های آموزشی را توجیه‌پذیرتر می‌کند.

جدول ۶. نتایج آزمون سوبل

پارامترهای مورد نیاز	مقادیر به دست آمده	آماره آزمون سوبل
ضریب مسیر متغیر مستقل و میانجی	۰/۱۹۷	۱۰/۳۸۴
ضریب مسیر متغیر میانجی و وابسته	۰/۳۶۲	
خطای استاندارد رابطه مستقل و میانجی	۰/۰۱۲	
خطای استاندارد رابطه میانجی و وابسته	۰/۰۲۷	

آزمون سوبل^۱ برای سنجش معناداری اثر واسطه‌گری^۲ استفاده می‌شود. در اینجا منظور این است که آیا نگرش به ریاضی می‌تواند نقش واسطه بین مهارت تفکر انتقادی (متغیر مستقل) و عملکرد ریاضی (متغیر وابسته) را به‌طور معنادار ایفا کند یا خیر. با توجه به جدول ۶ ضریب مسیر بین متغیر مستقل و میانجی (تفکر انتقادی → نگرش به ریاضی)، این ضریب برابر با ۰/۱۹۷ است که نشان‌دهنده اثر مثبت و معنادار مهارت تفکر انتقادی بر نگرش به ریاضی دانش‌آموزان است. ضریب مسیر بین متغیر میانجی و وابسته (نگرش به ریاضی → عملکرد ریاضی)، مقدار ۰/۳۶۲ دلالت بر اثر مثبت و قوی نگرش به ریاضی بر عملکرد ریاضی دارد. آماره سوبل ($z = 10/384$)، این عدد به دست آمده بسیار بالاست. میزان استاندارد (آستانه معناداری) برای آزمون سوبل معمولاً ۱/۹۶ (برای سطح اطمینان ۹۵٪) است. پس عدد ۱۰/۳۸۴ با اختلاف زیاد از آن بزرگ‌تر است؛ یعنی اثر واسطه‌ای نگرش به ریاضی کاملاً معنادار است. سطح معناداری معمولاً با این مقدار آماره، سطح معناداری p کوچک‌تر از ۰/۰۱ (اغلب زیر ۰/۰۰۱) است و نشان می‌دهد نقش میانجی کاملاً معنادار است.

در نتیجه اثر واسطه‌ای معنادار آزمون سوبل نشان می‌دهد نگرش به ریاضی واسطه‌ای قوی بین تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی ایجاد می‌کند؛ یعنی بخش مهمی از اثر تفکر انتقادی بر عملکرد ریاضی، از مسیر نگرش به ریاضی منتقل می‌شود؛ بنابراین برنامه‌ریزان آموزشی باید بدانند افزایش مهارت‌های تفکر انتقادی علاوه بر تأثیر مستقیم، از کانال اصلاح و تقویت نگرش به ریاضی، تأثیر مضاعفی بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در این درس دارد. این نتایج بر لزوم پرداختن هم‌زمان به مهارت‌های شناختی (مانند تفکر انتقادی) و عوامل انگیزشی - نگرشی (مانند نگرش به ریاضی) در آموزش تأکید دارد تا بالاترین سطح عملکرد علمی حاصل شود؛ بنابراین اثر واسطه‌ای نگرش به ریاضی (به عنوان متغیر میانجی) در ارتباط میان مهارت تفکر انتقادی و عملکرد ریاضی بر اساس آزمون سوبل کاملاً معنادار است (آماره سوبل: ۱۰/۳۸۴)؛ بنابراین، تغییر نگرش مثبت به ریاضی می‌تواند کانال پر قدرتی برای ارتقای عملکرد علمی از طریق رشد تفکر انتقادی باشد.

جدول ۷. ضرایب رگرسیونی برای بررسی اثر تعدیلی مهارت تفکر انتقادی معلم

مدل	ضرایب استاندارد نشده		β	t	معناداری
	B	خطای استاندارد			
ثابت	-۱۴/۳۸۸	۷/۱۶۰		-۲/۰۰۹	۰/۰۵۰
متغیر تعدیل گر	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۴۲۵	۲/۱۴۶	۰/۰۴۷
تفکر انتقادی دانش آموزان	۰/۱۸۲	۰/۰۷۶	۰/۴۷۱	۲/۳۷۹	۰/۰۲۹

1 Sobel Test

2 mediation effect

بنا به نتایج گزارش شده در جدول ۷ برای بررسی اثر تعدیل تر مهارت تفکر انتقادی معلم، ضریب استاندارد شده $\beta = 0/425$ و معناداری $p = 0/047$ ، مقدار p کمتر از $0/05$ است؛ بنابراین، اثر تعدیلی «مهارت تفکر انتقادی معلم» بر ارتباط بین تفکر انتقادی دانش آموزان (متغیر مستقل) و عملکرد ریاضی (متغیر وابسته) مثبت و معنادار است؛ یعنی: اگر معلم‌ها مهارت تفکر انتقادی بالاتری داشته باشند، تأثیر تفکر انتقادی دانش آموزان بر موفقیت ریاضی‌شان بیشتر و معنادارتر خواهد بود. همچنین، نقش تفکر انتقادی دانش آموزان با ضریب استاندارد شده $\beta = 0/471$ و $p = 0/029$ یعنی حتی بدون نقش معلم هم تفکر انتقادی دانش آموز به تنهایی اثر مثبت و معناداری بر بهبود عملکرد ریاضی دارد. حضور معلمانی بامهارت تفکر انتقادی بالا، می‌تواند نقش تشدیدکننده^۱ در رشد علمی شاگردان ایفا کند.

جدول ۸. خلاصه رگرسیون هایس برای کل مدل و ضرایب رگرسیونی کل مدل

خروجی y	R	ضریب تعیین (R^2)	میانگین مربعات خطا (MSE)	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	معناداری
	0/7971	0/6354	3/3919	76/2456	4	175	0/0000
مدل							
		ضریب	خطای استاندارد	t			معناداری
ثابت		9/4561	2/1755	4/3467			0/0000
x		0/0794	0/0120	6/6408			0/0000
m		0/0961	0/0376	2/5433			0/0118
w		0/2925	0/2768	1/0569			0/2920

نتایج حاصل از جدول ۸ برازش کلی مدل^۲ ضریب همبستگی کل ($R = 0/7971$) مدل ارتباط قوی (بالای ۷۹٪) میان متغیرهای مستقل، میانجی و تعدیل تر با متغیر وابسته را نشان می‌دهد. ضریب تعیین ($R^2 = 0/6354$) بیش از ۶۳٪ واریانس عملکرد نهایی (متغیر وابسته) توسط همین مدل ترکیبی پیش‌بینی می‌شود؛ که رقمی بسیار قابل توجه است. $p = 0/000$ ، $F = 76/2456$ ، مدل در مجموع فوق العاده معنادار است؛ یعنی مجموعه متغیرهای وارد شده، اثر پیش‌بینی معناداری روی خروجی نهایی دارند.

بنا به نتایج گزارش شده در جدول ۸، تفسیر ضرایب مسیرهای مدل متغیر مستقل x (تفکر انتقادی دانش آموزان) $B = 0/0794$ ، $t = 6/6408$ ، $p = 0/000$ اثر x بر خروجی معنی دار و مثبت است؛ نقش مستقیم چشمگیری را ایفا می‌کند. متغیر میانجی m (نگرش به ریاضی) $B = 0/0961$ و $t = 2/5433$ و $p = 0/0118$ نقش میانجی هم مستقل و معنادار است. اثر مثبت میانجی بر خروجی، حدود ۰/۱ (یک صدم) به ازای واحد تغییر، یعنی نگرش به ریاضی به طور مستقل و نیز به عنوان واسطه، در مدل از اهمیت آماری برخوردار است. متغیر تعدیل تر w (تفکر انتقادی معلم) $B = 0/2925$ ، $t = 1/0569$ ، $p = 0/2920$ گرچه عدد ضریب مثبت است، اما چون p بالاتر از $0/05$ است، این مسیر در این مدل معنادار نیست؛ یعنی اثر افزایشی مستقیم تعدیل تر روی خروجی، با کنترل سایر عوامل، معنادار به دست نیامده است.

جدول ۹. خلاصه رگرسیون هایس برای مدل در حالت میانجی و ضرایب رگرسیونی مدل در حالت میانجی

خروجی m	R	ضریب تعیین (R^2)	میانگین مربعات خطا (MSE)	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	معناداری
	0/7985	0/6376	13/3624	76/2456	4	175	0/0000
مدل							
		ضریب	خطای استاندارد	t			p
ثابت		57/3389	0/2725	2210/4469			0/0000
x		0/2080	0/0118	17/6947			0/0000

1 Moderating effect

2 Model Fit

برازش کلی مدل میانجی در جدول ۹ گزارش شده است. ضریب همبستگی $R = 0.7985$ نشانگر ارتباط بسیار قوی بین متغیر مستقل مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان (X) و متغیر میانجی نگرش به ریاضی دانش آموزان (M) ضریب تعیین $R^2 = 0.6376$ بیانگر این است که تقریباً ۶۴٪ واریانس متغیر میانجی توسط متغیر مستقل تبیین می‌شود؛ و این مقدار برای مطالعات علوم رفتاری، بسیار مطلوب است. آماره $F = 76.2456$ ، $p = 0.000$ مدل کلی میانجی‌گری به میزان زیاد و بسیار معنادار برازش دارد و خطای مدل بسیار پایین است. با توجه به جدول فوق برای تفسیر مسیرهای اصلی مدل، متغیر مستقل تفکر انتقادی دانش آموزان (X) ضریب $B = 0.2080$ ، $t = 17.6974$ ، $p = 0.000$ نشان‌دهنده این است که به ازای هر یک واحد افزایش در مهارت تفکر انتقادی، مقدار میانجی (نگرش به ریاضی) به‌طور معنادار به‌اندازه 0.208 واحد افزایش می‌یابد. مقدار t بسیار بزرگ‌تر از $1/96$ و p کمتر از 0.05 است پس تأثیر مستقل متغیر اصلی بر میانجی بسیار قوی و معنادار است.

جدول ۱۰. بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان بر عملکرد ریاضی

نوع اثر	ضریب اثر	معناداری
اثر مستقیم	۰/۰۷۹۴	۰/۰۰۰۰
اثر غیرمستقیم	۰/۰۲۰۰	
مجموع	۰/۰۹۹۴	

نتایج جدول ۱۰ نشان‌دهنده آن است که مهارت تفکر انتقادی دانش آموزان اثر مستقیم و بسیار معناداری بر عملکرد ریاضی آنان دارد (ضریب اثر $= 0.0794$ ؛ معناداری $= 0.0000$). این نتیجه بیانگر آن است که تقویت مهارت تفکر انتقادی می‌تواند به‌صورت مستقیم باعث ارتقاء عملکرد دانش آموزان در درس ریاضی شود. میزان اثر غیرمستقیم که معمولاً به‌واسطه متغیری مانند نگرش به ریاضی ظاهر می‌گردد، معادل 0.0200 برآورد شده است. اگرچه سطح معناداری برای اثر غیرمستقیم در جدول ذکر نشده، اما با توجه به تحلیل‌های پیشین (شامل آزمون سوبل با آماره $10/384$ و معناداری بسیار زیاد) می‌توان نتیجه گرفت که این مسیر نیز معنادار است. مجموع اثرات (مستقیم و غیرمستقیم) مهارت تفکر انتقادی بر عملکرد ریاضی دانش آموزان، معادل 0.0994 است که بیانگر سهم بالای این متغیر در تبیین عملکرد ریاضی است.

جدول ۱۱. رگرسیون هایس برای مدل در حالت تعدیل گر

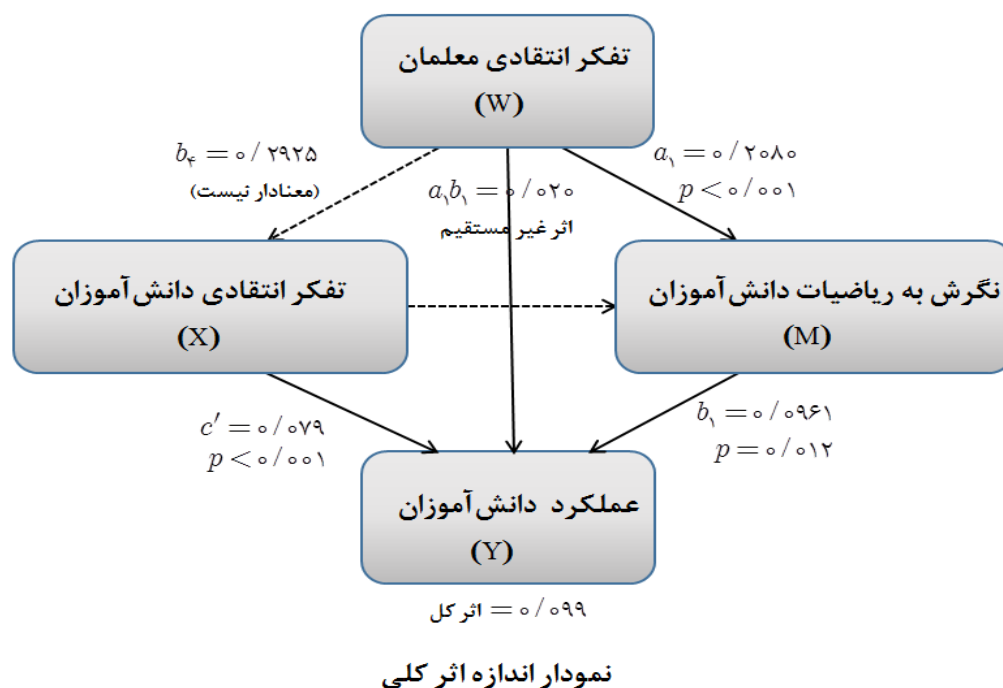
خروجی x^*w	ضریب تعیین (R2-chng)	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	معناداری
۰/۰۰۰۲		۰/۰۹۴۸	۱	۱۷۵	۰/۷۵۸۶

مقدار تغییر ضریب تعیین (R2-chng) برابر با 0.0002 است؛ این نشان می‌دهد افزودن اثر متقابل (تعامل) بین «مهارت تفکر انتقادی» دانش آموز و تعدیل‌تر موردنظر (مهارت تفکر انتقادی معلم یا متغیر مشابه) تنها 0.02% از واریانس عملکرد ریاضی دانش آموزان را تبیین می‌کند که مقدار بسیار ناچیزی است. مقدار آماره F برای این اثر 0.0948 و سطح معناداری (p-value) معادل 0.7586 است که بسیار بیشتر از 0.05 است. این بدان معنی است که اثر تعاملی یا تعدیلی x^*w از لحاظ آماری کاملاً معنادار نیست.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش آشکار ساخت که مهارت تفکر انتقادی، چه در سطح دانش آموز و چه معلم، سهمی معنادار و چشمگیر در ارتقای عملکرد ریاضی ایفا می‌کند. بر اساس تحلیل‌های آماری، اثر مستقیم مهارت تفکر انتقادی

دانش آموزان بر عملکرد ریاضی، قابل توجه و با سطح معناداری بسیار بالا بود (ضریب $0/0794$ ؛ معناداری $0/0000$). این بدان معناست که هرچه دانش آموزان از مهارت بیشتری در تفکر نقادانه برخوردار باشند، قادر خواهند بود مسائل ریاضی را عمیق تر تحلیل کنند و راه حل های مؤثرتری بیابند. افزون بر این، مسیر غیرمستقیم اثر تفکر انتقادی از طریق متغیر میانجی نگرش به ریاضی نیز معنی دار بود و نشان داد که داشتن نگرش مثبت به درس ریاضی، می تواند نقشی واسطه گر و تسهیل کننده در انتقال اثر مهارت های فکری بر عملکرد علمی داشته باشد (ضریب غیرمستقیم $0/0200$). نقش میانجی گری نگرش به ریاضی توسط آزمون سوبل با آماره $10/384$ و سطح معناداری کمتر از $0/001$ نیز تأیید شد؛ به این معنا که بخشی مهم از تأثیر تفکر انتقادی، از رهگذر نگرش مثبت به ریاضی به عملکرد نهایی منتقل می شود. جمع کل اثرات مستقیم و غیرمستقیم برابر با $0/994$ به دست آمد که نشان دهنده سهم بارز این سازه شناختی و نگرشی است.



علاوه بر کشف اثر قوی مهارت تفکر انتقادی دانش آموز، یافته ها گواه آن است که مهارت تفکر انتقادی معلمان نیز اثر تعدیلی بر رابطه میان تفکر انتقادی دانش آموز و عملکرد ریاضی دارد؛ به گونه ای که حضور معلمانی با سطح بالای این مهارت، موجب تشدید و تقویت اثر مثبت تفکر انتقادی دانش آموزان بر موفقیت تحصیلی آنان می شود. هرچند در مدل تعدیل تر نهایی، اثر متقاطع معنادار نبود، اما جهت حصول نتایج پایدار، نقش مشارکتی و تشویقی معلمان حائز اهمیت شناخته شد. لازم به یادآوری است که مدل پیشنهادی پژوهش، برازش آماری بسیار مطلوبی با داده ها داشت و قادر بود درصد بالایی از واریانس عملکرد ریاضی را تبیین کند.

یافته های پژوهش حاضر به طور کلی با نتایج مطالعات پیشین، چه در سطح ملی و چه بین المللی، هم راستا و هم پوشان است. در حوزه پژوهش های داخلی، مطالعاتی مانند رضوان و همکاران (۱۴۰۱) و برادران و همکاران (۱۳۹۹) نشان داده اند که دانش آموزانی با سطح بالاتری از مهارت تفکر انتقادی و نگرش مثبت به ریاضی، در حل مسائل و موفقیت تحصیلی عملکرد بهتری دارند. این پژوهش ها تأکید داشته اند که عوامل غیر شناختی نظیر انگیزه، نگرش و باور به توانایی های خود، علاوه بر مهارت های شناختی، از مهم ترین پیش بینی پیشرفت در ریاضی محسوب می شوند. نتایج مطالعه حاضر نیز بر همین مبنا استوار است و شواهد تجربی جدیدی در تأیید این موضوع ارائه داده است.

در سطح بین‌المللی، تحقیقاتی همچون جیکالی (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران (۲۰۲۲) و همچنین گزارش‌های گسترده OECD (۲۰۲۱ و ۲۰۱۸) بارها بر نقش کلیدی مهارت تفکر انتقادی و نگرش مثبت در موفقیت دانش‌آموزان در ریاضیات تأکید داشته‌اند. برای نمونه، گزارش OECD به‌وضوح بیان می‌کند که کشورها و مدارس می‌توانند محیط یادگیری آن‌ها مبتنی بر مشارکت فعال، پرسشگری و کار گروهی است و معلمان نقش راهبر و تسهیلگر دارند، معمولاً دانش‌آموزانی با انگیزه و عملکرد قوی‌تر در ریاضیات پرورش می‌دهند. همچنین مطالعات وانگ و همکاران (۲۰۲۲) نقش نگرش مثبت به ریاضی را به دلیل ارتقای انگیزش درونی و پایداری در انجام تکالیف دشوار، به منزله یک متغیر واسطه ممتاز معرفی نموده‌اند؛ یافته‌ای که در پژوهش حاضر نیز به شکلی برجسته دیده شد.

آنچه نتایج این مطالعه را بیش‌ازپیش متمایز می‌کند، تأکید بر ترکیب هم‌زمان مؤلفه‌های شناختی (تفکر انتقادی) و نگرشی (نگرش مثبت) و بررسی اثرات غیرمستقیم و میانجی‌گری آن‌ها روی عملکرد علمی است؛ موضوعی که در پژوهش‌های گذشته اغلب یا به‌صورت جداگانه مطالعه شده یا به تبیین جامع آن کمتر توجه شده است. به بیان دیگر، این تحقیق تصویری روشن از ضرورت پرداختن هم‌زمان به رشد مهارت‌های اندیشگی و مدیریت ابعاد نگرشی در نظام آموزش ریاضی ارائه می‌دهد و با مروری بر پژوهش‌های داخلی و خارجی، گام تازه‌ای در جهت کاربردی کردن این مفاهیم در برنامه‌ریزی‌های کلاسی و آموزشی برداشته است.

تبیین نتایج نشان می‌دهد چنانچه محیط آموزشی بر پویایی، پرسشگری، تلاش برای یافتن راه‌حل‌های خلاقانه و تقویت اعتمادبه‌نفس دانش‌آموزان استوار شود، به‌طور ملموسی می‌توان شاهد بهبود نگرش و عملکرد در ریاضی بود. به همین علت توصیه می‌شود معلمان با بهره‌گیری از روش‌های فعال یاددهی، تشویق به کار گروهی، ارزش دادن به پاسخ‌ها و دیدگاه‌های مختلف و ایجاد ارتباط بین مفاهیم ریاضی و موقعیت‌های واقعی زندگی، بستر غنی‌تری برای رشد دانش‌آموزان مهیا سازند. توانمندسازی معلمان در عرصه تفکر انتقادی، برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی تخصصی و نیز گنجاندن آموزش مهارت‌های تفکر انتقادی و نگرش مثبت به ریاضی در فرآیندهای رسمی مدارس می‌تواند به‌عنوان راهکارهای راهبردی مدنظر قرار گیرد.

باوجود نتایج ارزشمند، پژوهش حاضر نیز مانند هر مطالعه علمی دارای محدودیت‌هایی بود. استفاده از ابزار پرسشنامه‌ای و داده‌های خود گزارشی و همچنین تمرکز بر یک جامعه آماری خاص، تعمیم‌یافته‌ها را با احتیاط همراه می‌سازد. پیشنهاد می‌شود در آینده تحقیقات با دامنه وسیع‌تر، روش‌های ترکیبی و بررسی متغیرهای جدیدی همانند جو کلاس و مهارت فراشناختی معلمان اجرا گردد.

درمجموع، این پژوهش تأکید می‌کند که فقط از طریق سرمایه‌گذاری بر محیط‌های انگیزشی و تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی و نگرش مثبت نسبت به ریاضی است که می‌توان انتظار ارتقای جدی عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان را داشت. لذا توجه جدی مسئولان، معلمان، مدیران و سیاست‌گذاران آموزشی به این موارد، برای شکل‌دهی آینده‌ای موفق‌تر و مبتنی بر شواهد ضروری به نظر می‌رسد.

مشارکت نویسندگان

این مقاله حاصل استخراج بخش‌های عمده‌ای از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای سید علی جابره‌اشمی باره‌نمایی استاد محترم، جناب آقای دکتر ناصر حداد زاده و مشاوره جناب آقای دکتر قاسم رکابدار است. استخراج متن مقاله، بازنگری علمی، اصلاح و ادغام و تفسیر و تحلیل گسترده‌تر جداول و افزودن منابع جدید و مرتبط با موضوع از پایگاه «پژوهش در آموزش ریاضی» و سایر ژورنال‌های معتبر داخلی و خارجی توسط خانم ساره ظریف انجام شده است. کلیه نویسندگان در طراحی پژوهش، تحلیل داده‌ها و تأیید نهایی مقاله نقش داشته‌اند. مسئولیت صحت و اصالت مطالب و اجرای فرآیند انتشار، بر عهده نویسنده مسئول است.

تشکر و قدردانی

از تمام همکاران و دانش آموزانی که در این طرح ما را یاری کردند بسیار سپاس گزارم.

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

- برادران، محمد، محمدی پور، محمد، مهدیان، حسین. (۱۳۹۹). مدل علی توانایی حل مسئله ریاضی دانش آموزان بر اساس مهارت تفکر انتقادی با نقش میانجی انگیزه پیشرفت و نگرش به ریاضیات. *مطالعات روانشناسی تربیتی*، ۱۷(۳۷)، ۲۷-۵۲.
- بازگیر، تهمینه، عبدالحسینی، فرشته و شایک، مریم. (۱۴۰۰). تأثیر فعالیت‌های دست ورزی بر یادگیری مهارت‌های هندسه (محیط و مساحت) دانش آموزان پسر. *پژوهش در آموزش ریاضی*، ۲(۳)، ۵۱-۶۶.
- رضایی، شایسته و چیوایی، نگار. (۱۴۰۲). تأثیر مهارت حل مسئله بر تفکر ریاضی با نقش میانجی نگرش نسبت به مدرسه در دانش آموزان. *پژوهش در آموزش ریاضی*، ۳(۲)، ۱-۱۶. doi: 10.48310/rme.2024.15426.1082
- جاوید نیا، امیرحسین. (۱۴۰۲). چگونه توانستم با کمک فعالیت‌های هنری و ابزارهای کمک آموزشی، نگرش دانش آموزانم به درس ریاضی را تغییر دهم؟ *پژوهش در آموزش ریاضی*، ۳(۲)، ۴۵-۶۵. doi: 10.48310/rme.2024.17068.1091
- قائدی، بتول، قلتاش، عباس، هاشمی، سید احمد و ماشینچی، علی اصغر. (۱۳۹۸). اثربخشی تدریس مبتنی بر ساختن گرای اجتماعی بر پیشرفت تحصیلی، تفکر انتقادی و انگیزش پیشرفت تحصیلی دانش آموزان پایه‌ی ششم ابتدایی. *تدریس پژوهی*، ۷(۲)، ۳۷-۵۳.

References

- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Gjicali, K., & Lipnevich, A. A. (2021). Got math attitude? (In)direct effects of student mathematics attitudes on intentions, behavioral engagement, and mathematics performance in the US PISA. *Contemporary Educational Psychology*, 67, 102019.
- Duru, D. C., & Obasi, C. V. (2023). Critical thinking ability as a correlate of students' mathematics achievement: A focus on ability level. *Journal of Instructional Mathematics*, 4(1), 41-51.
- Evans, D., & Field, A. P. (2020). Mathematics attitudes, school affect and teacher characteristics as predictors of mathematics attainment trajectories in primary and secondary education: Predictors of Mathematics Trajectories. *Royal Society Open Science*, 7(10). <https://doi.org/10.1098/rsos.200975>.
- Firdaus, Mukhtar (2020). Critical Thinking Skills of Mathematics Prospective Teachers: An Exploration Study at Medan State University. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Gjicali, K., and Lipnevich, A. A. (2021). Got math attitude? (In)direct effects of student mathematics attitudes on intentions, behavioral engagement, and mathematics performance in the U.S. PISA. *Contemp. Educ. Psychol.* 67, 1–14. doi: 10.1016/j.cedpsych.2021.102019.
- H. Albaqawi, haya mohammad (2023). Mathematical thinking skills level among intermediate school student. *Palarch's journal of archaeology of egypt/egyptology* 20(2), 31-44. Issn 1567-214x.
- Komariyah, S., & Laili, A. F. N. (2018). Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Hasil Belajar Matematika [The Effect of Critical Thinking Ability on Mathematics Learning Outcomes]. *Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika*, 4(2), 55–60.

- Lavidas, K., Apostolou, Z., and Papadakis, S. (2022). Challenges and opportunities of mathematics in digital times: Preschool teachers' views. *Educ. Sci.* 12: 459. doi: 10.3390/educsci12070459.
- Martínez, G., Fernández, R., Cantos, M., Comesta, S., & Papadopoulos, T. (2023). Attitudes toward mathematics/statistics, anxiety, self-efficacy, and achievement: A study with university students. *Frontiers in Psychology*, 14, 1214892. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1214892>
- Hiller, S. E., Kitsantas, A., Cheema, J. E., & Poulou, M. (2021). Mathematics anxiety and self-efficacy as predictors of mathematics literacy. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(8), 2133–2151. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1868589>
- OECD (2023), *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Oner, D., & Gunal-Aggul, Y. (in press). Critical thinking for teachers. In N. Rezaei (Ed.), **Thinking: Integrated Education and Learning** (Vol. 5). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-15963-3_18
- Palavan, O. (2020). The effect of critical thinking education on the critical thinking skills and the critical thinking dispositions of preservice teachers. **Educational Research and Reviews*, 15*(10), 608–627. <https://doi.org/10.5897/ERR2020.4035>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., and Zaranis, N. (2021). Teaching mathematics with mobile devices and the realistic mathematical education (RME) approach in kindergarten. *Adv. Mob. Learn. Educ. Res.* 1, 5–18. doi: 10.25082/AMLER.2021.01. 002.
- Puspitarani, & Retnawati, H. (2020). Potret Motivasi Siswa Kelas X untuk Belajar Matematika [Motivational Portrait of Class X Students to Study Mathematics]. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 1–8.
- Ridwan, M. R., Retnawati, H., Hadi, S., & Jailani. (2022). Teachers' perceptions in applying mathematics critical thinking skills for middle school students: A case of phenomenology. *Anatolian Journal of Education*, 7(1), 1-16. <https://doi.org/10.29333/aje.2022.711>.
- Sachdeva, S., & Eggen, P.-O. (2021). Learners' critical thinking about learning mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), em0644. <https://doi.org/10.29333/iejme/11003>
- Styers, M. L., Van Zandt, P. A., & Hayden, K. L. (2018). Active Learning in Flipped Life Science Courses Promotes Development of Critical Thinking Skills. *CBE Life Sciences Education*, 17(3), 1– 13.
- Suherman, Suherman, Vidákovich, Tibor (2024). Relationship between ethnic identity, attitude, and mathematical creative thinking among secondary school students. *Thinking Skills and Creativity*, Volume 51, March 2024, 101448.
- Wang, Limei, Peng, Fuqiang, Song, Naiqing (2022). The impact of students' mathematical attitudes on intentions, behavioral engagement, and mathematical performance in the China's context. *Front Psychol.* 2022; 13: 1037853. Published online 2022 Nov 29. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1037853.
- Zhang, X., Chen, M., Wang, T., & Li, Y. (2022). Critical thinking and attitude toward mathematics among secondary school students: A structural equation modeling approach. *Journal of Mathematical Behavior*, 67, 100961.