



ANALYZING THE STRUCTURAL CHALLENGES OF SECONDARY MATHEMATICS EDUCATION IN IRAN THROUGH THE LENS OF THE SCALE OF LEVEL OF DIDACTIC CODETERMINACY

FAEZEH REZVANIFARD

High School Mathematics Teacher at the Ministry of Education

faezeh.rezvani.fard@gmail.com

Abstract. Mathematics education at the secondary level in Iran faces numerous structural challenges that limit students' opportunities for meaningful learning. This study seeks to identify the main barriers affecting the teaching–learning process of mathematics within the Iranian educational system. It also explores the gap between the goals outlined in national policy documents, such as the Fundamental Reform Document of Education, and the realities experienced in classrooms. The study is grounded in the framework of the Anthropological Theory of the Didactic, using the scale of levels of didactic codeterminacy. A narrative inquiry approach is adopted to examine mathematics teachers' perspectives in relation to global principles proposed by the National Council of Teachers of Mathematics. Data were collected through semi-structured interviews with six secondary mathematics teachers. The findings reveal multi-level challenges, from societal factors to pedagogical practices, including resource inequality, ineffective human resource policies, misalignment between teachers' expertise and assigned subjects, and the promotion of students without conceptual mastery. Overall, the results highlight the need for structural and systematic reform to improve the quality of mathematics education in Iran.

2020 Mathematics Subject Classification. 97B02, 97B11, 97D11

Keywords. Mathematics education, Curriculum, Structural challenges of the educational system, The scale of levels of didactic codeterminacy, NCTM principles

Date: Received 14-08-2025 Revised 10-10-2025 Accepted 17-11-2025 Available Online 20-12-2025

©Ferdowsi University of Mashhad.



تحلیل چالش‌های ساختاری آموزش ریاضی متوسطه در ایران با رویکرد سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت

فائزه رضوانی فرد^۱

^۱ دکتری آموزش ریاضی، دبیر رسمی آموزش و پرورش
faezeh.rezvani.fard@gmail.com

چکیده. آموزش ریاضی در مقطع متوسطه ایران با چالش‌های ساختاری متعددی مواجه است که یادگیری معنادار را برای دانش‌آموزان محدود می‌کند. این پژوهش با هدف شناسایی موانع مؤثر بر فرایند یاددهی-یادگیری ریاضی در نظام آموزشی ایران و شکاف موجود میان اهداف اسناد کلان آموزشی (همچون سند تحول بنیادین) و واقعیت‌های کلاس درس می‌پردازد. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت در چارچوب نظریه انسان‌شناسی تعلیم و تربیت (ATD) با رویکرد روایت‌پژوهی، دیدگاه‌های معلمان ریاضی را در پرتو اصول جهانی شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا (NCTM) تحلیل می‌کند. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با شش معلم ریاضی جمع‌آوری شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که چالش‌های اساسی در سطوح مختلف - از سطح کلان جامعه تا پداگوژی - وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به نابرابری‌های منطقه‌ای در دسترسی به منابع آموزشی، سیاست‌های ناکارآمد منابع انسانی، عدم تطابق تخصص معلمان با دروس تدریسی و ارتقای دانش‌آموزان بدون تسلط بر مفاهیم پایه ریاضی اشاره کرد. نتایج پژوهش بر ضرورت تحول ساختاری در نظام آموزشی تأکید داشته و نشان می‌دهد که بهبود کیفیت آموزش مستلزم اصلاح نظام‌مند در سطوح مختلف تصمیم‌گیری و اجرا است. یافته‌ها می‌تواند برای سیاست‌گذاران آموزشی، تدوین‌کنندگان برنامه درسی و معلمان در جهت بهبود کیفیت آموزش ریاضی در ایران راهگشا باشد.

2010 Mathematics Subject Classification. 97B02, 97B11, 97D11.

واژگان کلیدی. آموزش ریاضی، برنامه درسی، چالش‌های ساختاری نظام آموزشی، سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت، اصول NCTM.
تاریخ: دریافت ۱۴۰۴/۰۵/۲۳، بازنگری ۱۴۰۴/۰۷/۱۸، پذیرش ۱۴۰۴/۰۸/۲۶، انتشار برخط ۱۴۰۴/۰۹/۲۹
نحوه ارجاع به این مقاله: ف. رضوانی فرد، تحلیل چالش‌های ساختاری آموزش ریاضی متوسطه در ایران با رویکرد سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت، به سوی علوم ریاضی، ۵ (۱۴۰۴)، شماره ۱، ۳۸-۵۷.
© دانشگاه فردوسی مشهد.

۱. پیش‌گفتار

آموزش ریاضی در مقطع متوسطه، به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی نظام‌های آموزشی، نقش مهمی در پرورش تفکر منطقی، حل مسئله، و آماده‌سازی دانش‌آموزان برای چالش‌های قرن بیست‌ویکم ایفا می‌کند [۲۱، ۲۲]. در دهه‌های اخیر، آموزش ریاضی در مقطع دبیرستان در بسیاری از کشورها از جمله ایران با چالش‌هایی پیچیده و چندلایه مواجه شده است؛ چالش‌هایی که نه تنها به محتوای ریاضی، بلکه به نحوه سازماندهی، آموزش، و معنا دادن به این محتوا در بستر کلاس درس مربوط می‌شود. بر اساس رویکرد شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا (NCTM)^۱، صرف انتقال دانش ریاضی کافی نیست؛ بلکه کیفیت برنامه درسی، روش‌های تدریس، شیوه‌های یادگیری و ارزیابی، عوامل کلیدی در ایجاد درک عمیق مفاهیم و توانایی به‌کارگیری دانش ریاضی در موقعیت‌های واقعی زندگی به شمار می‌روند [۲۱، ۲۳].

در برنامه درسی ملی، ریاضیات به‌عنوان یکی از یازده حوزه یادگیری تعریف شده است که شامل چهار موضوع محتوایی (اعداد و عملیات، جبر و نمایش نمادین، هندسه و اندازه‌گیری، داده‌ها و آمار و احتمال) و هفت موضوع فرآیندی (حل مسئله، مدل‌سازی داده‌های واقعی، استدلال، تفکر بصری، تفکر خلاق، ارتباط بین مفاهیم، و برقراری ارتباط و تبادل ایده‌ها) است. بسیاری از تغییرات انجام شده در سند تحول و اهداف بیان شده در برنامه درسی ایران به دلیل عدم انجام پژوهش‌های کافی و نبود زیرساخت‌های لازم در برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای قابل اجرا نیستند [۵]. به عنوان مثال، در کتاب‌های درسی سؤالات مرتبط با مدل‌سازی مطرح نشده است و بیشتر سؤالات بر حل مسئله به شیوه‌ای رویه‌ای نه مفهومی تمرکز دارند [۲۷]. این رویکرد می‌تواند پیامدهای معکوس به‌همراه داشته باشد و منجر به کاهش عملکرد و توانایی دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی شود [۵، ۲۷].

از طرفی معلمان ریاضی به دلیل کمبود آموزش‌های پیش‌ازخدمت و ضمن‌خدمت در زمینه مدل‌سازی، کاربردهای ریاضی و دیدگاه‌های جدید مانند ساخت‌وسازگرایی، با مشکلات جدی مواجه هستند [۲۷]. همچنین، هرچند در برنامه درسی بر استفاده از فناوری‌هایی نظیر ماشین حساب و رایانه در آموزش ریاضی تأکید شده است، اما این موضوع هنوز در کتاب‌های درسی جدید به‌طور کامل اجرایی نشده است. باید توجه داشت که تغییر برنامه درسی تنها از طریق تغییر کتاب‌های درسی ممکن نیست، بلکه نیازمند تحولی نظام‌مند در نظام آموزشی، محتوای آموزشی، حمایت از معلمان، و بهره‌گیری مؤثر از فناوری در کلاس‌های درس است [۲۷]. کمبود منابع و نبود حمایت کافی، اجرای مؤثر این اصلاحات را با دشواری مواجه می‌کند [۵، ۲۷].

شناسایی نظام‌مند چالش‌ها و موانع مؤثر بر فرایند یاددهی - یادگیری ریاضی، به‌ویژه در دوره متوسطه دوم، از ضرورت‌های انکارناپذیر در مسیر بهبود کیفیت آموزش ریاضی در نظام آموزشی کشور به‌شمار می‌آید. با توجه به ادبیات نظری موجود و نگرانی‌های فزاینده نسبت به افت تحصیلی، کاهش انگیزه و گسست‌های مفهومی در یادگیری ریاضی، این پژوهش با هدف واکاوی عمیق چالش‌های آموزش ریاضی با دیدگاهی بیرونی و درونی به سیستم آموزشی^۲ در این مقطع طراحی شده است. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت^۳ در چارچوب نظریه انسان‌شناسی تعلیم و تربیت (ATD)^۴ [۱۴]، با رویکرد روایت‌پژوهی، به بررسی دیدگاه‌ها و تجارب زیسته معلمان ریاضی در استان خراسان رضوی می‌پردازد تا به شناسایی موانع موجود در فرایند آموزش ریاضی دست یابد. این رویکرد امکان کاوش در ابعاد پنهان و کمتر مطالعه‌شده چالش‌های آموزشی را فراهم می‌سازد. هدف نهایی پژوهش، ارائه بینش‌هایی برای بازنگری در سیاست‌های آموزشی، بهبود برنامه‌های درسی، و تقویت توسعه حرفه‌ای معلمان است. در ادامه، مقاله به بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق روش تحقیق، نتایج و بحث و نتیجه‌گیری می‌پردازد.

¹National Council of Teachers of Mathematics

²Didactic system

³The scale of levels of didactic codeterminacy

⁴Anthropological theory of the didactic

۲. ادبیات و پیشینه تحقیق

شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا (NCTM) با هدف ارتقاء و اصلاح آموزش ریاضی، مجموعه‌ای از اصول بنیادی را تدوین کرده است که به‌منزله چارچوبی مفهومی برای جهت‌دهی به برنامه‌ریزی درسی و تصمیم‌گیری‌های آموزشی عمل می‌کنند. این شش اصل شامل برابری، برنامه درسی، یاددهی، یادگیری، ارزیابی و فناوری هستند. هر یک از این اصول نقشی کلیدی در ایجاد یک نظام آموزشی اثربخش و معنادار در آموزش ریاضی ایفا می‌کنند [۲۱].

اصل برابری تأکید دارد که همه دانش‌آموزان، صرف‌نظر از جنسیت، نژاد، قومیت، طبقه اجتماعی-اقتصادی یا سابقه تحصیلی، باید به فرصت‌های یادگیری ریاضیات با کیفیت بالا دسترسی داشته باشند [۲۱]. با این حال، در ایران، عوامل متعددی از جمله تفاوت در فضای آموزشی، امکانات آموزشی بین مناطق مختلف، جمعیت دانش‌آموزان در کلاس درس، فقدان نیروی انسانی و متخصص در برخی مناطق، و ساختارهای طبقاتی مدارس (دولتی، غیردولتی، تیزهوشان، نمونه دولتی)، وضعیت والدین (مانند سطح تحصیلات و شغل) منجر به شکاف‌های جدی در کیفیت آموزش ریاضی، سطح انگیزه، و عملکرد دانش‌آموزان شده است [۱]. برای کاهش این نابرابری‌ها، توسعه سیاست‌های عدالت‌محور در تخصیص منابع آموزشی و سرمایه‌گذاری هدفمند در ارتقای کیفیت حرفه‌ای معلمان به‌ویژه در مناطق کمتر برخوردار، امری ضروری است.

برنامه درسی ریاضی باید ساختاری منسجم، هدفمند و متمرکز بر مفاهیم بنیادین و مهم ریاضی داشته باشد؛ نه آن‌که مجموعه‌ای پراکنده از موضوعات بدون پیوند منطقی باشد. برای دستیابی به چنین ساختاری، لازم است انسجام عمودی (میان پایه‌های تحصیلی) و انسجام افقی (میان مفاهیم یک پایه) در طراحی محتوا رعایت شود، به‌گونه‌ای که درک دانش‌آموزان از ساختار ریاضیات عمیق‌تر و معنادارتر گردد [۲۱، ۲۳]. همچنین، باید تناسبی منطقی میان حجم محتوا و زمان اختصاص‌یافته در برنامه درسی برقرار باشد [۲]. کتاب‌های درسی نباید صرفاً فهرستی از مهارت‌ها و تمرین‌های جداگانه باشند، بلکه باید فرصت‌هایی برای کشف ارتباط میان مفاهیم، تعمیم‌سازی و کاربرد آن‌ها در موقعیت‌های واقعی فراهم آورند [۲۱، ۲۳]. با این حال، ساختار آموزش ریاضی مدرسه‌ای در ایران اغلب خطی، متمرکز بر مهارت‌های محاسباتی و فاقد توجه کافی به پیوند مفاهیم ریاضی با مسائل زندگی واقعی است [۲۷]. این عدم انطباق با اصول طراحی برنامه درسی، می‌تواند درک عمیق و توانایی کاربردی دانش‌آموزان را محدود سازد.

کتاب‌های درسی بازتابی از مفاهیمی هستند که دانش‌آموزان باید بیاموزند و نیز چارچوبی برای تصمیم‌گیری معلمان برای نحوه ارائه محتوا، طراحی فعالیت‌ها و ارزیابی آن‌ها را فراهم می‌سازند [۲۷، ۲۸]. کتاب‌های درسی نه‌تنها محتوای نظری و مفاهیم پایه را ارائه می‌دهند، بلکه فعالیت‌ها و تمرینات مختلفی را نیز شامل می‌شوند که بر یادگیری ریاضی اهمیت بسزایی دارند [۱۸، ۲۸]. کتاب‌های نونگاشت ریاضی در دوره متوسطه دوم، گامی مثبت در جهت بهبود یادگیری مفاهیم برداشته‌اند. با این حال، این کتاب‌ها از تنوع کافی در طراحی سؤالات، به‌ویژه در ارتباط با انواع ارزیابی‌ها از جمله آزمون‌های نهایی، ارزشیابی‌های تکوینی، پایانی و کنکور برخوردار نیستند [۲]. تفکر محاسباتی به‌عنوان یکی از مهارت‌های ضروری قرن بیست‌ویکم شناخته می‌شود اما بررسی اسناد برنامه درسی ملی و محتوای کتاب‌های درسی ریاضیات نشان می‌دهد که این مفهوم در برنامه رسمی جایگاه روشنی ندارد [۲۷]. افزون بر این، در توضیح برخی مفاهیم بنیادی مانند حد و پیوستگی، کمتر از گفتارهای رسمی ریاضی، استدلال و اثبات‌های ریاضی بهره گرفته شده است [۴، ۶]. در نتیجه، یادگیری دانش‌آموزان عمدتاً بر پایه شهود و مشاهده مثال‌های خاص شکل می‌گیرد. در چنین شرایطی، دانش‌آموزان معمولاً با بررسی چند مثال محدود، به تعمیم‌های کلی دست می‌زنند، بی‌آن‌که درک درستی از ماهیت اثبات ریاضی پیدا کنند. این درک ناقص ممکن است در طول دوران تحصیل ادامه یابد و موانع یادگیری را تشدید نماید [۹]. چنین رویکردی، در عمل منجر به تقویت یادگیری رویه‌ای و فاصله گرفتن از یادگیری مفهومی می‌شود [۴، ۶] و با تجربه فراگیران در سطوح بالاتر آموزشی، از جمله دانشگاه، در تعارض قرار می‌گیرد [۳۰].

برای غلبه بر این چالش‌ها، ضروری است که کتاب‌های درسی ریاضی در دوره متوسطه، مفهوم اثبات را به‌گونه‌ای تدریجی و متناسب با سطوح رشد شناختی دانش‌آموزان توسعه دهند. این رویکرد مستلزم آن است که معرفی اثبات، از مراحل ابتدایی‌تر همچون

تجربه‌گرایی ساده (Naive) (Empiricism)	تجربه‌گرایی ساده ابتدایی‌ترین شکل مواجهه با مفهوم اثبات را نشان می‌دهد. در این رویکرد، صحت یک نتیجه از طریق بررسی چند مثال خاص مورد تأیید قرار می‌گیرد. اگرچه این شیوه می‌تواند نقطه‌ای آغاز مناسبی برای توسعه‌ی استدلال باشد، اما از منظر ریاضیات یک اثبات تلقی نمی‌شود، چرا که مبتنی بر تعمیم نتایج حاصل از تعداد محدودی مثال به مجموعه‌ای نامتناهی از موارد است.
تجربه بحرانی (Crucial) (Exprimet)	تجربه بحرانی، شکلی از استدلال است که در آن فرد یک مثال خاص اما نماینده را انتخاب کرده و ادعای کلی را بر آن می‌سنجد. فرض ضمنی در این رویکرد آن است که اگر گزاره برای این مثال خاص معتبر باشد، می‌توان آن را به سایر موارد تعمیم داد. نکته‌ی اساسی در این نوع استدلال آن است که مثال انتخاب‌شده باید به‌طور معنادار ویژگی‌های کلی مسئله را بازنمایی کند و قابلیت تعمیم‌پذیری داشته باشد.
مثال کلی (Generic) (Example)	مثال کلی شکلی از استدلال است که در آن یک مثال خاص به‌عنوان نماینده‌ی ویژگی‌های عمومی یک دسته انتخاب می‌شود. در این نوع استدلال، تمرکز بر ویژگی‌های خاص و استثنایی نمونه‌ی فردی نیست بلکه بر ویژگی‌ها و خصوصیات عمومی مشترک در آن دسته مورد توجه است. مثال انتخاب‌شده نمادی از کل گروه است که از طریق آن می‌توان تعمیم‌هایی ارائه داد.
استدلال ذهنی (Thought) (Exprimet)	استدلال ذهنی، بالاترین و پیچیده‌ترین شکل اثبات است که در آن نیازی به مثال‌های عددی یا خاص وجود ندارد. در این روش، فرد با استفاده از تعاریف دقیق، خواص ریاضی و استدلال‌های منطقی به نتیجه‌ای کلی و عمومی می‌رسد. این نوع اثبات کاملاً مبتنی بر مفاهیم انتزاعی و منطقی صوری است.

شکل ۱: سلسله‌مراتب سطوح اثبات [۹].

استدلال‌های شهودی و غیررسمی آغاز شود و به تدریج، به سمت شکل‌گیری استدلال‌ها و اثبات‌های منطقی سوق یابد (شکل ۱) [۹]. بر این اساس، تمرکز آموزش از یاددهی و یادگیری رویه‌ای به مفهومی تغییر می‌کند؛ به این معنا که به جای آموزش صرف الگوریتم‌ها و فرمول‌ها، بر چرایی آن‌ها، بر کاربرد بازنمایی‌های مختلف، و ایجاد ارتباط میان مفاهیم تأکید شود [۲۲]. همچنین، بهتر است کتاب‌های درسی به نحوی طراحی شود که مفاهیم اصلی را مستقیماً با کاربردهای واقعی پیوند دهد و فرصت تعامل دانش‌آموزان را فراهم نماید [۲۶].

شواهد پژوهشی حاکی از آن است که فاصله زیادی بین «اصول در نظریه» و «تدریس در عمل» وجود دارد [۲۳]. بسیاری از معلمان به دلیل کمبود زمان، نبود منابع لازم، یا آموزش ناکافی، به جای استفاده از روش‌های فعال یاددهی-یادگیری و مسئله‌محور، به آموزش‌های سنتی و رویه‌ای متوسل می‌شوند. در نتیجه، در بیشتر کلاس‌های ریاضی در مقطع متوسطه، فرآیند یاددهی-یادگیری همچنان بر الگوهای سنتی مانند حل تمرین روی تخته، انتقال یک‌طرفه دانش، و تمرکز بر آمادگی در آزمون‌ها متکی است [۲]. فرآیند تدریس ریاضی باید به عنوان تعاملی پویا میان معلم، دانش‌آموزان و محتوای ریاضی در نظر گرفته شود، که هدف آن تسهیل دستیابی دانش‌آموزان به اهداف یادگیری است. فرآیندهای یاددهی-یادگیری باید به گونه‌ای طراحی شوند که تفکر دانش‌آموزان را برانگیزانند، استدلال ریاضی آن‌ها را توسعه دهند، و فرصت‌های مشارکت فعال در یادگیری را فراهم آورند [۲۱، ۲۲]. بهره‌گیری از روش‌هایی مانند یادگیری مبتنی بر مسئله^۵ و آموزش مبتنی بر پروژه می‌تواند کیفیت فرآیند یاددهی-یادگیری را ارتقا دهد [۲۰]. بنابراین، توسعه حرفه‌ای معلمان یکی از ارکان اصلی اجرای مؤثر تدریس محسوب می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که معلمان نیازمند فرصت‌هایی هستند تا مفاهیم را عمیق‌تر بفهمند، از تجارب همکاران بهره‌مند شوند، و روش‌های نوین را در کلاس درس آزمون نمایند [۲۷].

قابل ذکر است که تدریس مؤثر ریاضی تنها به دانش محتوایی معلم یا تسلط او بر رویکردهای آموزشی محدود نمی‌شود، بلکه به مجموعه‌ای از عوامل پیچیده و تعاملی از آن‌ها بستگی دارد. تصمیم‌گیری لحظه‌به‌لحظه معلمان در کلاس درس تحت تأثیر سه عامل

⁵Problem based-learning

کلیدی قرار دارد: منابع^۶، جهت‌گیری‌ها^۷ و اهداف^۸. منابع شامل دانش محتوا، دانش تربیتی و ابزارهای آموزشی است. جهت‌گیری‌ها شامل باورها، ارزش‌ها و ترجیحات معلم درباره ریاضیات و یادگیری هستند. اهداف نیز اغلب بر اساس این جهت‌گیری‌ها و منابع در دسترس شکل می‌گیرند [۲۹]. در جدول ۱ پنج بعد اساسی برای ایجاد کلاس‌های ریاضی پویا و مؤثر ارائه شده است که باید در تدریس مؤثر ریاضی مورد توجه قرار گیرند. بهبود تدریس ریاضی یک فرآیند جمعی، تعاملی و مداوم است که در آن معلمان با یکدیگر، از طریق مشاهده، بازخورد و گفت‌وگوی عمیق، به سمت یک چشم‌انداز مشترک از کلاس ریاضی پویا و مؤثر حرکت می‌کنند. با توجه به اصل ارزیابی، تمرکز صرف بر نتایج، تصویر کاملی از یادگیری ارائه نمی‌دهد؛ بلکه باید به‌عنوان ابزاری برای بهبود فرآیند یاددهی-یادگیری باشد و بازخورد سازنده‌ای در جهت بهبود یاددهی-یادگیری به دانش‌آموزان و معلمان ارائه دهد [۲۳]. سنجش و ارزیابی به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از فرآیند یاددهی-یادگیری ریاضیات است و با اهداف مختلفی مانند بررسی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان، بررسی برنامه‌های آموزشی و مشخص کردن نقاط قوت و ضعف فرآیندهای یاددهی-یادگیری و بهبود آن‌ها با به‌کارگیری روش‌های مختلف انجام می‌پذیرد [۳۱، ۳]. سؤالات ارزیابی نباید تنها به سنجش مهارت‌های رویه‌ای دانش‌آموزان محدود شود، بلکه باید سطوح بالاتری از تفکر همچون تفکر انتقادی و خلاق را نیز در برگیرد و توانایی استدلال و استنباط دانش‌آموزان در مفاهیم ریاضی را به‌طور دقیق ارزیابی نماید [۲۶]. اگرچه سنجش دانش و مهارت‌های ریاضی دانش‌آموزان ممکن است با اهداف متنوعی انجام شود، اما هدف غایی آن پشتیبانی از یادگیری ریاضی و تسهیل تصمیم‌گیری‌های آموزشی برای ارتقای رشد و پیشرفت دانش‌آموزان است.

بهره‌گیری از رویکردهای متنوع در طراحی سؤالات سنجش و ارزیابی، یکی از کلیدهای ارتقای کیفیت فرآیند یاددهی-یادگیری است. سؤالات باز-پاسخ به جای داشتن تنها یک پاسخ صحیح مشخص، امکان ارائه پاسخ‌های گوناگون و معتبر را فراهم می‌آورند. این سؤالات موجب شناخت بهتر درک، نوع استدلال و شیوه تفکر دانش‌آموزان می‌شود [۳۱]. سؤالات فرآیند باز، علاوه بر امکان پاسخ‌های متفاوت، قابلیت حل شدن از مسیرها و استراتژی‌های متنوع را نیز دارند. چنین ساختاری به دانش‌آموزان با سبک‌های یادگیری مختلف اجازه می‌دهد راه‌حلهایی متناسب با توانمندی‌های خود بیابند و موجب تقویت مهارت‌های استدلالی و شکل‌گیری گفت‌وگوی ریاضی میان دانش‌آموزان می‌شود [۳۱].

در همین راستا، مدل SPUR^۹ به عنوان چارچوبی معتبر برای طراحی سؤالات پیشنهاد می‌شود که چهار بُعد اصلی یادگیری ریاضی را هدف می‌گیرد: مهارت‌ها، ویژگی‌ها، کاربردها و بازنمایی‌ها [۳۲]. سؤالات مبتنی بر مهارت‌ها، توانایی‌های رویه‌ای دانش‌آموزان مانند اجرای مراحل محاسباتی مشخص، طراحی روش‌های حل مسئله، یا استفاده از فناوری در حل مسائل را مورد سنجش قرار می‌دهند. سؤالات مرتبط با ویژگی‌ها، بر درک مفهومی اصول بنیادین ریاضی تمرکز دارند و توانایی‌هایی نظیر استدلال ریاضی، تحلیل ساختار مفاهیم و درک روابط را می‌سنجند. سؤالات کاربردی، به موقعیت‌های واقعی و زندگی محور می‌پردازند و توانایی دانش‌آموزان را در مدل‌سازی، تحلیل و تفسیر پدیده‌های ریاضی در بسترهای ملموس بررسی می‌کنند. در نهایت، سؤالات مبتنی بر بازنمایی‌ها با استفاده از نمودارها، جداول، تصاویر هندسی یا آماری، توانایی دانش‌آموزان را در تفسیر، سنجیده و تقویت می‌کنند. همچنین، در سنجش و ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان از مسائلی استفاده شود که نقش کلیدی در رشد تفکر مرتبه بالاتر آن‌ها ایفا می‌کنند. مانند طرح مسئله^{۱۰}، در این نوع سؤالات، دانش‌آموزان باید اطلاعات داده‌شده را تفسیر، استنباط، مقایسه و تحلیل کنند تا خود به ساختار مسئله دست یابند. چنین مسائلی، زمینه‌ای برای یادگیری اکتشافی فراهم می‌کنند و خلاقیت، درک مفهومی و توانایی

^۶Recourses^۷Orientations^۸Goals^۹Skills, properties, uses & representations^{۱۰}Problem-posing tasks

جدول ۱: ابعاد کلیدی تدریس مؤثر ریاضی

بعد کلیدی	توضیح
محتوای ریاضی	تدریس ریاضی باید بر مفاهیم مهم، مرتبط و منسجم متمرکز باشد. معلم باید به جای آموزش مجزا و حفظی قواعد و فرمول‌ها، به دانش‌آموزان فرصت دهد تا ارتباط بین مفاهیم، فرایندها و کاربردها را کشف کنند. این شامل تأکید بر استدلال ریاضی، حل مسئله و عادت‌های ذهنی مثبت است. هدف، ایجاد شبکه‌ای پایدار و معنادار از دانش ریاضی در ذهن دانش‌آموزان است.
تقاضای شناختی	کلاس ریاضی باید محیطی فراهم کند که دانش‌آموزان در آن با چالش‌های فکری و معنادار درگیر شوند. این به معنای اجتناب از ارائه مسائل بی‌معنی یا بیش از حد ساده است. به جای آن، معلم باید دانش‌آموزان را به طور سازنده با مسائل چالش‌برانگیز درگیر نماید، به گونه‌ای که فرصت درک عمیق و ساخت معنا فراهم شود.
دسترسی عادلانه به محتوای ریاضی	یک کلاس مؤثر ریاضی باید ساختارهایی داشته باشد که همه دانش‌آموزان، بدون توجه به پیشینه، تجربه یا هویت آن‌ها، فرصت داشته باشند به صورت معنادار در فعالیت‌های ریاضی شرکت کنند. این شامل مدیریت تعامل کلاسی، طراحی فعالیت‌های گروهی عادلانه و توجه به صداها کمتر شنیده شده است.
عاملیت، مرجعیت و هویت ریاضی	هدف تدریس ریاضی تنها به دست آوردن پاسخ صحیح نیست، بلکه شکل‌گیری هویت مثبت دانش‌آموزان به عنوان کاربران ریاضی است. دانش‌آموزان باید فرصت داشته باشند تا حدس بزنند، توضیح دهند، استدلال کنند و ایده‌های یکدیگر را توسعه دهند.
استفاده از ارزشیابی تکوینی	تدریس مؤثر بر پاسخگویی به اندیشه‌های واقعی دانش‌آموزان استوار است. ارزشیابی تکوینی به معنای جمع‌آوری اطلاعات درباره درک دانش‌آموزان و استفاده از آن برای طراحی فرآیند یاددهی-یادگیری و بهبود آن است. معلم باید بتواند از طریق پرسش‌های هدفمند و طراحی فعالیت‌های مناسب، از درک و فکر دانش‌آموزان در ارتباط با دانش ریاضی آگاه شود و سپس آموزش را بر اساس آن سازماندهی نماید.

حل مسئله را تقویت می‌کنند [۳۲، ۳۳]. علاوه بر این، مسائل مدل‌سازی ریاضی مبتنی بر دنیای واقعی، توانایی دانش‌آموزان را در به‌کارگیری دانش ریاضی و غیرریاضی برای حل مسائل تقویت می‌کنند. در فرآیند مدل‌سازی، یک پدیده واقعی بازنمایی می‌شود تا امکان تحلیل ریاضی آن فراهم شود به‌جای تمرکز صرف بر یافتن پاسخ نهایی، تأکید بر درک فرایند، بازنمایی نموداری و نمادین، و تفسیر نتایج در بستر واقعی است [۳، ۱۰]. مسائل مدل‌سازی، انگیزه یادگیری ریاضی را افزایش داده و دانش‌آموزان را به یادگیرندگانی مسئولیت‌پذیر و مستقل تبدیل می‌کند [۳، ۲۶]. مسائل ارزشیابی^{۱۱} نیز دانش‌آموزان را با موقعیت‌هایی مواجه می‌کنند

¹¹Evaluating task

که در آن‌ها باید قضاوت، تصمیم‌گیری یا انتخابی آگاهانه انجام دهند. براساس طبقه‌بندی اصلاح‌شده بلوم [۷]، این مسائل به دو دسته چک کردن (بررسی صحت یک پاسخ یا استدلال با توجه به بدفهمی‌های رایج) و نقد کردن (تحلیل مزایا و معایب چند روش حل برای یک مسئله و انتخاب رویکرد بهینه) تقسیم می‌شوند [۲۵].

فناوری باید به عنوان ابزاری قدرتمندی در یاددهی-یادگیری ریاضی به‌کار گرفته شود. استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی می‌تواند دسترسی به مفاهیم را آسان‌تر نماید، تجسم ریاضی را بهبود بخشد و فرصت‌هایی برای مدل‌سازی و تحلیل داده‌ها فراهم آورد [۲۱، ۲۳]. در بسیاری از مدارس ایران بهره‌گیری از فناوری محدود، سطحی، یا صرفاً نمایشی باقی مانده است. گسترش دسترسی به نرم‌افزارهایی مانند GeoGebra و Desmos، همراه با استفاده از ابزارهای تعاملی مانند تخته‌های هوشمند، می‌تواند تأثیر بسزایی در بهبود کیفیت آموزش داشته باشد. این رویکرد بر توسعه سواد دیجیتال ریاضی در کنار سواد مفهومی تأکید دارد. با وجود این، موفقیت بهره‌گیری از فناوری در آموزش نیازمند هماهنگی دقیق با اهداف برنامه درسی، توسعه حرفه‌ای معلمان و فراهم‌آوری زیرساخت‌های مناسب است [۲۳، ۲۷].

۳. چارچوب نظری تحقیق

تحلیل ساختار و تکوین برنامه‌های درسی نیازمند چارچوبی نظری است که امکان پرسشگری، مدل‌سازی، توصیف و تحلیل آن‌ها را فراهم کند. در این راستا، می‌توان از نظریه ATD [۱۴] بهره گرفته است. با استفاده از ATD می‌توان تمام فعالیت‌های انسانی، چه عملی و چه نظری، از جمله فعالیت‌های مرتبط با یاددهی-یادگیری ریاضیات را در یک نهاد مشخص بررسی نمود [۱۴]. یکی از مفاهیم کلیدی در این نظریه، سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت است [۱۴].

شرایط و محدودیت‌هایی که بر فرآیندهای یاددهی-یادگیری تأثیر می‌گذارند، بسیار فراتر از محدوده کلاس درس است. سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت این امکان را برای پژوهشگر فراهم می‌کند که یاددهی و یادگیری دانش ریاضی را با توجه به شرایط و محدودیت‌های موجود در سطوح مختلف، از جمله جامعه، نهاد آموزشی و پداگوژی بررسی نماید [۱۱]. این مفهوم تحلیلی فراهم می‌آورد که به‌واسطه آن می‌توان مجموعه شرایط و محدودیت‌های مؤثر بر فرایندهای آموزشی را، چه درون و چه بیرون از نهاد مدرسه و کلاس درس، شناسایی و طبقه‌بندی کرد. همچنین، امکان ارائه راهکارهای مبتنی بر تحلیل نظام‌مند را فراهم می‌سازد؛ راهکارهایی که قابلیت استفاده در سیاست‌گذاری آموزشی، بازنگری برنامه‌های درسی و ارتقای توسعه حرفه‌ای معلمان دارند. مقیاس‌های مورد نظر از سطوح عمومی (تمدن^{۱۲}، جامعه^{۱۳}، نهاد آموزشی^{۱۴} و پداگوژی^{۱۵}) آغاز و به سطوح خاص (رشته علمی^{۱۶}، حوزه^{۱۷}، بخش^{۱۸}، زمینه^{۱۹} و موضوع^{۲۰}) ختم می‌شود (شکل ۲) [۱۴، ۱۱]. با توجه به هدف پژوهش و چارچوب نظری پرسش‌های پژوهشی این مطالعه عبارت‌اند از:

¹²Civilization

¹³Society

¹⁴School

¹⁵Pedagogy

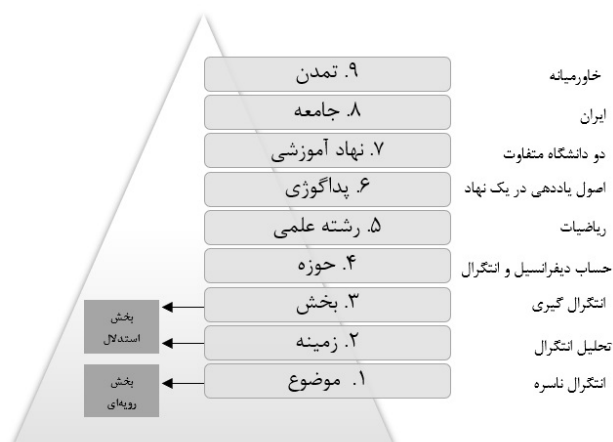
¹⁶Discipline

¹⁷Domain

¹⁸Domain

¹⁹Theme

²⁰Subject



شکل ۲: سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت.

(۱) شرایط و محدودیت‌های مؤثر بر آموزش ریاضی در مقطع متوسطه کدام‌اند و هر یک در کدام سطح از سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت قرار می‌گیرند؟

(۲) با توجه به جایگاه و ماهیت شرایط و محدودیت‌های شناسایی‌شده، چه راهکارهای عملی می‌توان برای اصلاح و بهبود برنامه‌های درسی ریاضی و حفظ ثبات آموزشی آن در مقطع متوسطه ارائه کرد تا با نیازها و الزامات هر سطح سازگار باشد؟

۴. روش تحقیق

این پژوهش از نوع کیفی است که با هدف شناسایی چالش‌های یاددهی و یادگیری ریاضی در مقطع متوسطه ایران از منظر تجارب زیسته معلمان انجام شده است. با توجه به چارچوب نظری تحقیق و ماهیت اکتشافی پژوهش و تمرکز بر فهم عمیق تجارب معلمان، رویکرد روایت‌پژوهی^{۲۱} به‌عنوان روش اصلی انتخاب گردید. روایت‌پژوهی به دلیل توانایی در کاوش داستان‌ها و تجارب شخصی در بسترهای اجتماعی و حرفه‌ای، برای این مطالعه مناسب است [۱۵، ۱۶]. در این تحقیق تلاش شده است تا با شنیدن و بازنمایی روایت‌های معلمان ریاضی و بهره‌گیری از تجربه‌های شخصی پژوهشگر در آموزش ریاضی، درکی چندلایه و عمیق از چالش‌های آموزش ریاضی در مقطع متوسطه نظام آموزشی ایران ارائه شود.

در این مطالعه، برای غنای داده‌ها، ترکیبی از روایت خودپژوه^{۲۲} و روایت‌های معلمان استفاده شد. روایت خودپژوه شامل تجارب پژوهشگر به‌عنوان معلم ریاضی، تجربه‌های حرفه‌ای در تدریس، مواجهه با سیاست‌های آموزشی و موقعیت‌های چالش‌برانگیز است که در قالب یادداشت‌های بازتاب‌گرایانه مستندسازی شده‌اند و زمینه‌ساز تحلیل‌های اولیه پژوهش شدند. روایت‌های معلمان نیز دیدگاه سایر معلمان ریاضی مقطع متوسطه در استان خراسان رضوی را بازتاب می‌دهد.

در روایت‌پژوهی، انتخاب شرکت‌کنندگان معمولاً بر اساس منطق کیفی و به‌صورت نمونه‌گیری هدفمند انجام می‌شود تا افرادی انتخاب شوند که بتوانند روایت‌هایی غنی، معنادار و مرتبط با پدیده مورد مطالعه ارائه دهند [۱۵، ۱۶]. در این پژوهش نیز نمونه‌ها به‌صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند تا روایت‌هایی متنوع از معلمان با بافت‌ها، موقعیت‌های جغرافیایی و تجربه‌های حرفه‌ای متفاوت

²¹Narrative Research

²²Auto-narrative

گردآوری شود. این رویکرد با ماهیت روایت‌پژوهی همسو است، زیرا هدف آن تعمیم آماری نیست، بلکه فهم عمیق تجربه‌های زیسته در زمینه‌های اجتماعی و آموزشی متفاوت است. بر همین اساس، معیارهایی مانند موقعیت جغرافیایی (شهری و روستایی)، بافت نهادی (دولتی، تیزهوشان، نمونه دولتی، غیردولتی) و سابقه کاری (۸ تا ۳۰ سال) در نظر گرفته شد. این ترکیب روایات فردی و بین‌الذهانی امکان مقایسه، تقاطع و درک عمیق‌تر از وضعیت آموزش ریاضی را فراهم آورده است [۱۶].

داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و یادداشت‌های بازتاب‌گرایانه پژوهشگر جمع‌آوری شدند. پژوهشگر که دارای ۱۲ سال سابقه تدریس ریاضی است، یادداشت‌های بازتاب‌گرانه‌ای بر اساس تجربیات شخصی خود در زمینه تدریس و مواجهه با چالش‌های نظام آموزشی ثبت کرد. این یادداشت‌ها به‌عنوان داده‌های مکمل در تحلیل روایت خودپژوه به‌کار گرفته شده و امکان مقایسه بین تجربیات پژوهشگر و سایر معلمان را فراهم کردند. مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته فردی [۱۷] به‌صورت حضوری، تلفنی یا مجازی و در فضایی گفت‌وگومحور انجام شدند و هر مصاحبه بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه به طول انجامید. راهنمای مصاحبه شامل سؤالات باز-پاسخ بود که بر اساس اصول NCTM در حوزه‌های برابری، برنامۀ درسی، یاددهی، یادگیری، ارزیابی و فناوری طراحی شده بود. تمامی مصاحبه‌ها پس از دریافت رضایت آگاهانه از شرکت‌کنندگان ضبط و به‌طور کامل پیاده‌سازی شدند. نمونه‌هایی از پرسش‌های مطرح‌شده در مصاحبه عبارت بودند از:

- به‌عنوان معلم ریاضی در مقطع متوسطه، مهم‌ترین چالش‌ها و محدودیت‌هایی که در تدریس با آن مواجه هستید چیست؟ لطفاً پاسخ خود را توضیح دهید و در صورت امکان نمونه‌های عملی از تجربه خود بیان کنید.
- با چه چالش‌های در اجرای برنامه درسی و تدریس کتاب‌های درسی ریاضی روبه‌رو شده‌اید؟ لطفاً پاسخ خود را توضیح دهید.
- چه راهکارهایی را برای بهبود برنامه درسی و کیفیت آموزش ریاضی در مقطع متوسطه پیشنهاد می‌کنید؟ لطفاً پاسخ خود را توضیح دهید.
- به نظر شما چگونه می‌توان ثبات و پایداری آموزشی را در این اصلاحات حفظ کرد تا تغییرات به‌صورت مستمر و مؤثر در آموزش ریاضی اعمال شود؟

تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل مضمون^{۲۳} انجام شد [۱۵، ۱۶]. ابتدا تمامی روایت‌ها چندین بار خوانده و پیاده‌سازی شدند و بخش‌های کلیدی برای شناسایی الگوهای اولیه مشخص گردید. داده‌ها به‌صورت دستی کدگذاری شدند و کدها بر اساس شش اصل NCTM و سطوح سلسله مراتب هم‌تعیینی تعلیم و تربیت تنظیم شدند. مضامین استخراج‌شده با داده‌های خام مقایسه شدند تا از انسجام و جامعیت آن‌ها اطمینان حاصل گردد. همچنین، یادداشت‌های بازتاب‌گرانه پژوهشگر به‌عنوان منبعی برای تأیید مضامین استفاده شدند و برای افزایش اعتبار تحلیل، به‌طور مستمر بازبینی گردیدند تا تأثیر پیش‌فرض‌های پژوهشگر به حداقل برسد.

۵. نتایج

تحلیل‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش منجر به استخراج چالش‌های کلیدی آموزش ریاضی در نظام آموزشی ایران در سطوح سلسله مراتب هم‌تعیینی تعلیم و تربیت گردید. در ادامه، هر یک از این مضامین به تفصیل تشریح شده است.

۱.۵. جامعه. روایت نویسنده و مشارکت‌کنندگان در این مطالعه نشان می‌دهد که شکاف قابل‌توجهی میان سیاست‌گذاری‌های کلان نظام آموزشی و واقعیت‌های میدانی مدارس وجود دارد. به‌ویژه، اسناد بالادستی همچون سند تحول بنیادین آموزش و پرورش از سوی معلمان به‌عنوان متونی سنگین، غیرعملیاتی و ناکارآمد در بسترهای گوناگون توصیف می‌شوند. بسیاری از معلمان باور دارند که مفاد این اسناد در تمامی مدارس، به‌ویژه در مناطق محروم، قابل پیاده‌سازی نیست.

²³Thematic Analysis

تفاوت‌های عمیق میان مدارس مناطق محروم و برخوردار، به یکی از مصادیق اصلی بی‌عدالتی آموزشی در نظام فعلی تبدیل شده است. مدارس مستقر در شهرستان‌های کوچک‌تر یا با شرایط اقتصادی ضعیف، به دلیل کمبود بودجه‌های دولتی، از تجهیزات آموزشی و نیروی انسانی متخصص بی‌بهره‌اند. یکی از معلمان اظهار داشت: «در تمام مناطق نیروی مناسب و حرفه‌ای، امکانات آموزشی و بودجه به‌خوبی توزیع نشده است. از طرفی کلاس‌ها در مناطق برخوردار بسیار پرجمعیت‌اند. همچنین، مدارس خاص مانند تیزهوشان بودجه ویژه‌ای دارند...».

روایت‌ها نشان می‌دهد که حتی در دسترسی به فرصت‌های آموزشی مانند المپیادها نیز، نابرابری وجود دارد. دانش‌آموزان علاقه‌مند به فعالیت‌های علمی پیشرفته، به‌ویژه در مناطق کمتر توسعه‌یافته، به‌ندرت می‌توانند از آموزش تخصصی یا منابع معتبر بهره‌مند شوند. این مسئله به‌روشنی از فاصله میان اهداف عدالت‌محور برنامه‌های کلان و مدارس حکایت دارد.

یافته‌های پژوهش بیانگر نارسایی‌های جدی در سیاست‌های منابع انسانی وزارت آموزش و پرورش است. با وجود بهره‌مندی این نهاد از نیروی انسانی قابل توجه، پراکندگی نامتوازن و سیاست‌های ناکارآمد منجر به اختلال در توزیع عادلانه معلمان متخصص در مناطق مختلف کشور شده است. چالش‌های موجود در نظام انتقال نیروی انسانی، به‌ویژه میان مناطق محروم و برخوردار، نابرابری‌های آموزشی را تشدید کرده و پیامدهایی چون کاهش انگیزه، افت کیفیت تدریس، و احساس ناکارآمدی حرفه‌ای در میان معلمان را به‌دنبال داشته است. همچنین، سوء مدیریت در تفکیک نقش‌ها و نیز عدم تمایز بین مسیرهای شغلی معلمی و اداری، به نوعی ائتلاف سرمایه انسانی منجر شده است. در شرایطی که بسیاری از مدارس با کمبود معلمان متخصص روبرو هستند، حضور نیروهای توانمند در سمت‌های اداری - بدون ارتباط مستقیم با تدریس - مصداقی از استفاده ناکارآمد از منابع انسانی در آموزش و پرورش محسوب می‌شود. این مسئله در نهایت می‌تواند تأثیر منفی بر کیفیت آموزشی در مدارس بگذارد. در روایت یکی از مشارکت‌کنندگان آمده است:

کارمندانی که در ادارات آموزش و پرورش مشغول به کار هستند، گاهی از نیروهای متخصص و کارآمد در رشته خودشان هستند. چرا باید چنین اتفاقی رخ دهد؟ به نظر من باید افرادی که برای ادارات استخدام می‌شوند از افرادی که برای معلمی انتخاب می‌شوند، جدا باشند.

فرآیند جذب و استخدام معلمان با چالش‌های ساختاری و سیاست‌گذاری مواجه است. با توجه به نقش حساس معلمان در کیفیت آموزش، انتظار می‌رود سیاست‌های جذب آنان بر اساس معیارهای دقیق و هدفمند تدوین شود. در حال حاضر، معلمان از مسیرهای مختلفی مانند دانشگاه فرهنگیان، آزمون‌های استخدامی، طرح سرباز معلم و نهضت سوادآموزی در قالب قراردادهای رسمی، پیمانی، شرکتی و حق التدریس جذب می‌شوند. این تنوع مسیرها و وضعیت‌های استخدامی موجب ناهمگونی در سطح صلاحیت علمی و حرفه‌ای معلمان شده است. همچنین، کم‌توجهی به تناسب رشته تحصیلی معلمان ابتدایی با محتوای تخصصی دروس، به‌ویژه ریاضی، موجب ایجاد شکاف‌های آموزشی و ضعف بنیادین در یادگیری ریاضی دانش‌آموزان شده است. یکی از معلمان شرکت‌کننده در پژوهش با اشاره به این مسئله بیان کرد:

یکی از مشکلات دانش‌آموزان در یادگیری درس ریاضی، وجود ضعف آن‌ها در ریاضی پایه است. یکی از علل آن، انتخاب دبیران ابتدایی از میان دانشجویان گروه انسانی است. بهتر است دوره‌های آموزش ریاضی ابتدایی برای معلمان ابتدایی برگزار شود یا تدریس این دروس با اهمیت به معلمان متخصص این رشته واگذار شود.

مشکلات معیشتی معلمان یکی از چالش‌های تعیین‌کننده در نظام آموزش و پرورش به شمار می‌رود که امروزه کمتر کسی از اهمیت آن غافل است. شرایط اقتصادی دشوار، نارضایتی شغلی و عدم ثبات مالی، بر انگیزه و آرامش روانی معلمان تأثیر منفی دارد. به گفته معلمان حاضر در پژوهش، این مشکلات می‌تواند موجب شود که حتی معلمان با تخصص بالا کیفیت مطلوبی در آموزش ارائه ندهند، دانش تخصصی خود را به‌روزرسانی نکنند و در نهایت، از پویایی لازم در فرآیند یاددهی-یادگیری فاصله بگیرند. این موضوع

نه تنها کیفیت آموزش را کاهش می‌دهد، بلکه انگیزه و اشتیاق دانش‌آموزان برای یادگیری را نیز تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. یکی از معلمان در این خصوص اظهار داشت: «با این وضعیت اقتصادی سخت، بیشتر معلمان ناچارند شغل دومی داشته باشند، این مسئله لطمه بزرگی به آموزش وارد می‌کند؛ چرا که تمرکز و انگیزه معلمان سال‌هاست کاهش یافته است».

یکی از چالش‌های دیگر، آزمون‌های نهایی و کنکور است که بر دو سطح نهاد آموزشی و پداگوژی در دوره متوسطه دوم تأثیر قابل توجهی گذاشته‌اند. به باور نویسندگان و معلمان، تمرکز افراطی بر موفقیت در این آزمون‌ها، سایر اهداف آموزشی و تربیتی را به حاشیه رانده است. با وجود تغییرات در محتوای کتاب‌های درسی، در بسیاری از مدارس، معلمان به دلیل عواملی نظیر دشواری ماهیت درس ریاضی، کمبود زمان، ضعف دانش‌آموزان در مفاهیم پیش‌نیاز ریاضی، خواسته‌های والدین و تمرکز بالا بر کنکور ناچارند از روش‌هایی چون جزوه‌نویسی یا تدریس سطحی مفاهیم با رویکردهای سنتی استفاده نمایند. در چنین شرایطی، نه تنها یادگیری معنادار اتفاق نمی‌افتد، بلکه انگیزه دانش‌آموزان برای یادگیری نیز به شدت کاهش می‌یابد. در این راستا یکی از معلمان مشارکت‌کننده اظهار داشت: «کنکور و امتحانات نهایی دانش‌آموزان را مجبور می‌کند تکنیک‌ها را بدون توجه به معنای آن حفظ کنند».

همچنین، تمرکز بر کسب نمره بالا در امتحانات نهایی و دستیابی به رتبه مطلوب در کنکور، به‌ویژه در پایه دوازدهم، موجب شده است برخی دانش‌آموزان از حضور منظم در کلاس‌های مدرسه خودداری کنند یا نسبت به برنامه درسی و ارزشیابی‌های کلاسی بی‌تفاوت باشند. در عوض، آنان یادگیری ریاضی را از طریق منابعی چون کتاب‌های کمک‌درسی، ویدئوهای آموزشی یا شرکت در کلاس‌های خصوصی پیگیری می‌کنند. این روند، خطر شکل‌گیری یادگیری سطحی و صرفاً رویه‌ای را به همراه دارد؛ به‌گونه‌ای که درک مفهومی مباحث ریاضی جای خود را به حفظ فرمول‌ها و تمرین تکنیک‌های حل مسئله می‌دهد.

یکی دیگر از عوامل عملکرد ضعیف برخی از دانش‌آموزان، امکان ارتقای دانش‌آموزان به پایه بالاتر حتی در صورت عدم موفقیت در دروس تخصصی مانند ریاضی است. در این زمینه، یکی از معلمان مشارکت‌کننده در پژوهش تأکید کرد:

در کلاس من گاهی دانش‌آموزانی حتی در رشته ریاضی-فیزیک حضور دارند که موفق به گذراندن ریاضی سال گذشته نشده‌اند. در چنین شرایطی، انتظار چه عملکردی از این دانش‌آموزان می‌توان داشت؟ هرچند هدف آموزش نباید صرفاً معطوف به ارزشیابی و امتحانات باشد، اما بهتر است برخی از برنامه‌ها بازنگری شوند و جدیت و قاطعیت بیشتری در نظام آموزش و پرورش اعمال گردد.

۲.۵. نهاد آموزشی. شرکت‌کنندگان در پژوهش معتقد هستند که ساختار طبقاتی نظام آموزشی در ایران، از طریق تفکیک مدارس به تیزهوشان، نمونه دولتی، فرهنگیان و شاهد، نه تنها فرصت‌های برابر برای یادگیری را به چالش کشیده، بلکه زمینه‌ساز شکل‌گیری انتظارات فزاینده والدین و جامعه از دانش‌آموزان این مدارس شده است. این انتظارات، بار روانی قابل توجهی را بر دوش دانش‌آموزان قرار می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که بسیاری از آنان، در مسیر آماده‌سازی برای کنکور، دچار استرس مزمن و فشار تحصیلی می‌شوند. در مواردی که دانش‌آموزان نتوانند در آزمون سراسری عملکرد مطلوبی داشته باشند، پیامدهای روانی و احساسی شکست، به مراتب شدیدتر از دانش‌آموزان مدارس دیگر تجربه می‌شود. یکی از معلمان در توصیف این وضعیت گفت: «رتبه‌های کنکور بیانگر این است که همیشه این رتبه‌ها از مدارس خاص یا خانواده‌های مرفه هستند. دانش‌آموزان مدارس دولتی یا خانواده‌های متوسط سهم ناچیزی در رتبه‌های برتر کنکور دارند».

یکی دیگر از چالش‌ها، تراکم بالای جمعیت دانش‌آموزی در کلاس‌ها و محدودیت‌های فیزیکی فضای آموزشی است؛ مسئله‌ای که اجرای مؤثر روش‌های نوین و فعال تدریس (در سطح پداگوژی) را با دشواری‌های جدی مواجه می‌سازد. این چالش به‌ویژه در کلاس‌های پرجمعیت رشته‌های علوم تجربی و علوم انسانی نمود بیشتری دارد؛ جایی که معلم، به دلیل محدودیت زمانی، کمبود فضا و فشار برنامه درسی، عملاً فرصت استفاده از رویکردهای تعاملی را از دست می‌دهد، امکان توجه به تفاوت‌های فردی کاهش می‌یابد و رسیدگی به مشکلات یادگیری دانش‌آموزان به حاشیه رانده می‌شود. در چنین شرایطی، فرآیند یاددهی-یادگیری به فعالیتی یکنواخت، معلم‌محور و کم‌تأثیر تبدیل می‌شود که در آن، انتقال صرف اطلاعات بر درک مفهومی و تعمیق یادگیری مقدم می‌گردد. این مشکل در

دروسی مانند ریاضی که ذاتاً نیازمند تعامل، تمرین مستمر، بازخورد فردی و فرصت برای تأمل است، می‌تواند آثار منفی عمیق‌تری به جای بگذارد. یکی از معلمان در این باره اشاره می‌کند که: «با این تعداد دانش‌آموز در کلاس، نمی‌توانیم حتی گروه درست کنیم، چه برسه به اینکه بخوایم روش‌های تعاملی استفاده کنیم. بیشتر وقت کلاس صرف کنترل نظم و تدریس مفاهیم ریاضی می‌شود.» همچنین، طراحی فیزیکی کلاس‌های درس در اغلب مدارس بر مبنای الگوهای سنتی تدریس صورت گرفته است. چنین چیدمانی اجرای رویکردهای تدریس فعال و تعاملی را، به‌ویژه در آموزش ریاضی، با موانع جدی روبه‌رو می‌سازد. یکی از معلمان در این باره پیشنهاد می‌دهد:

ای کاش کلاس‌هایی داشتیم که دور تا دورش تخته بود؛ در این صورت می‌توانستیم دانش‌آموزان را توی فعالیت‌های گروهی و حل مسئله بیشتر درگیر نماییم. به طوری که هر گروه یک مسئله را حل کند، سپس راه حل‌های یکدیگر را بررسی نمایند. این روش باعث می‌شود که دانش‌آموزان نحوه استدلال کردن و گفت‌وگو کردن به زبان ریاضی را یاد بگیرند.

این وضعیت نشان‌دهنده ضرورت بازنگری در سیاست‌گذاری‌های کلان آموزشی است؛ به‌ویژه در طراحی فضاهای آموزشی، تأمین نیروی انسانی متخصص، و متناسب‌سازی نسبت معلم به دانش‌آموز با توجه به ظرفیت‌های واقعی مدارس است. زمان اختصاص‌یافته به دروس ریاضی، به‌ویژه در درس‌هایی مانند حسابان ۱ و ۲، با توجه به حجم گسترده مطالب آموزشی، به شدت ناکافی است. اگرچه کتاب‌های درسی فعالیت‌محور طراحی شده‌اند، اما محدودیت زمانی موجود امکان بهره‌برداری کامل از روش‌های نوین را فراهم نمی‌آورد. در نتیجه، بسیاری از معلمان تنها به ارائه محتوای کتاب می‌پردازند، که این امر فرصت لازم برای مرور آموخته‌های دانش‌آموزان، رفع اشکالات، اصلاح بدفهمی‌ها و بررسی دانش پیشین آن‌ها را سلب می‌کند. همچنین، تقسیم زمان آموزشی میان دروس مختلف از توازن لازم برخوردار نیست و بازنگری در این سیاست‌گذاری، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر به شمار می‌رود. یکی از معلمان بیان کرد:

با توجه به حجم مطالب درس‌های حسابان، ساعات اختصاص یافته به این درس بسیار کوتاه است و فرصت کافی برای تمرین و تمرکز بر مفاهیم جدید وجود ندارد. دبیر ریاضی مجبور است بخش‌های عمده‌ای مانند مشتق که یکی از مفاهیم بنیادین ریاضیات دانشگاهی است را به سرعت و به صورت سطحی آموزش دهد. این روند باعث عقب‌ماندگی دانش‌آموزان ضعیف‌تر می‌شود... برخی دروس عمومی زمان زیادی به آن‌ها اختصاص یافته که بهتر است در تخصیص ساعات دروس تخصصی تجدیدنظر شود.

برخی نهادهای آموزشی، با در نظر گرفتن درخواست‌های والدین و دانش‌آموزان، از معلمان انتظار دارند که تا اوایل اسفند ماه، تمامی مباحث کتاب ریاضی در مقطع دوازدهم را تدریس کنند. این انتظار منجر به آن می‌شود که معلمان تمرکز خود را صرفاً بر انتقال مطالب و پیش‌روی سریع در محتوای کتاب درسی معطوف کنند، در نتیجه فرصت کافی برای اجرای ارزیابی‌های تکوینی، گفت‌وگوهای مفهومی یا فعالیت‌های تعاملی در کلاس درس فراهم نمی‌شود. این شرایط بر یادگیری مفهومی مفاهیم ریاضی دانش‌آموزان تأثیر منفی می‌گذارد. این وضعیت نه تنها کیفیت فرایند یاددهی-یادگیری را کاهش می‌دهد، بلکه نقش حرفه‌ای معلم را نیز در طراحی برنامه‌های آموزشی و تصمیم‌گیری‌های تربیتی محدود می‌سازد.

تمرکز بیش‌ازحد برخی نهادهای آموزشی بر نتایج امتحانات نهایی، به‌ویژه به دلیل تأثیر مستقیم آن‌ها در نتایج کنکور، سبب شده است که دانش‌آموزان نسبت به سایر انواع ارزشیابی، از جمله ارزشیابی‌های مستمر، تکوینی و پایانی دروس غیرنهایی، بی‌تفاوت باشند. این مسئله در مورد درس ریاضی که در پایه دهم جزو دروس نهایی محسوب نمی‌شود، تأثیر مضاعفی داشته است. بسیاری از دانش‌آموزان تنها با هدف آمادگی برای کنکور به مطالعه ریاضی می‌پردازند و تمرکز خود را بر روی یادگیری تکنیک‌های تست‌زنی و استفاده از کتاب‌های کمک‌آموزشی قرار می‌دهند. در نتیجه، به یادگیری مفهومی و عمیق دانش ریاضی توجه کافی ندارند.

۳.۵. **پداگوژی.** در نظام آموزشی فعلی، تدریس کلیه کتاب‌های ریاضی در شاخه‌های مختلف تحصیلی شامل ریاضی، حسابان، هندسه، گسسته، آمار و احتمال و ریاضی و آمار، عموماً بر عهده تمام دبیران ریاضی است. در حالی که این تنوع دروس، نیازمند دانش تخصصی در حوزه‌های متفاوت ریاضی است. بهتر است تدریس این دروس توسط معلمان انجام شود که در آن شاخه مشخص از ریاضیات دارای دانش تخصصی و مهارت‌های مرتبط، به‌ویژه در زمینه بهره‌گیری از نرم‌افزارها و ابزارهای نوین، باشند. یکی از معلمان در این باره اظهار داشت: «یک معلم ریاضی نمی‌تواند هم‌زمان در تمام شاخه‌های ریاضی تخصص داشته باشد یا بر تمامی نرم‌افزارهای مربوط به آن‌ها مسلط باشد و در جای درست از آن‌ها استفاده کند. به نظر من بهتر است هر درس ریاضی توسط متخصص آن حوزه تدریس شود».

همچنین، شرکت‌کنندگان در پژوهش معتقد بودند که افزایش اختیارات حرفه‌ای معلمان و فراهم‌سازی تجهیزات و امکانات مناسب، در بهبود فرآیند آموزش ریاضی نقش بسزایی دارد. ابزارها و فناوری‌های تعاملی نوین در کلاس‌های درس بسیار محدود یا غایب است، که این خود یکی از عوامل کاهش کیفیت یادگیری در درس ریاضی تلقی می‌شود. معلمان بیشتر سؤالاتی را در ارزشیابی‌ها و امتحانات مدرسه‌ای در درس ریاضی طرح می‌کنند که عمدتاً دانش رویه‌ای دانش‌آموزان را مورد سنجش قرار می‌دهند. این نوع ارزیابی باعث شده است که دانش‌آموزان بیش‌تر روی یادگیری تکنیک‌های حل مسئله و روش‌های تکراری برای پاسخگویی به سؤالات تمرکز کنند، بدون اینکه به درک عمیق مفاهیم ریاضی یا توانایی به‌کارگیری آن‌ها در موقعیت‌های جدید توجه کافی داشته باشند. چنین جهت‌گیری‌ای در طراحی سؤالات می‌تواند یادگیری سطحی را تقویت کرده و مانع شکل‌گیری مهارت‌های تحلیلی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان شود.

بسیاری از معلمان در نظام آموزش و پرورش، با روش‌های نوین یاددهی-یادگیری و ارزشیابی نظیر یادگیری معکوس، یادگیری اکتشافی و انواع ارزشیابی‌ها آشنایی کافی ندارند و همچنان به استفاده از شیوه‌های سنتی و معلم‌محور به مدیریت کلاس ادامه می‌دهند. یکی از دلایل اصلی این امر، کاهش فرصت‌های حرفه‌ای برای یادگیری و تعامل میان معلمان است؛ به‌ویژه در مناطق کمتر توسعه‌یافته که ضمن خدمت‌ها عمدتاً به صورت مجازی برگزار می‌شوند، کارگاه‌های حضوری کاهش یافته‌اند و گروه‌های آموزشی ریاضی فعال نیستند. یکی از معلمان در این باره چنین بیان کرد:

به نظر من در جلسات گروه‌های آموزشی خیلی خوب می‌شود که معلمان با همفکری یکدیگر و متخصصین حوزه فناوری، به تولید محتوای مناسب برای آموزش مفاهیم ریاضی مثل هندسه و جبر بپردازند. چون یک معلم ممکنه نتواند خودش به‌تنهایی برای تمامی مفاهیم چنین کاری رو انجام بدهد.

۴.۵. **رشته علمی.** یکی دیگر از چالش‌های جدی که در سال‌های اخیر با آن روبه‌رو بوده‌ایم، افت محسوس تعداد دانش‌آموزان در رشته ریاضی-فیزیک و کاهش انگیزه آن‌ها برای یادگیری ریاضی در دوره متوسطه دوم است؛ مسئله‌ای که هم کیفیت آموزش را تحت تأثیر قرار داده و هم آینده این حوزه را با نگرانی‌هایی همراه کرده است. از نظر این معلمان، دلایل متعددی در این افت انگیزشی نقش دارند: دشواری مفاهیم ریاضی، ضعف عملکرد قبلی در این درس و از همه مهم‌تر، ابهام در چشم‌اندازهای شغلی مرتبط با این رشته. یکی از معلمان در این باره توضیح می‌دهد: «الان خیلی از دانش‌آموزان رشته ریاضی امیدی به آینده شغلی خوب ندارند. به نظرم این امر نقش اساسی در انگیزه و تلاش این دانش‌آموزان برای یادگیری مفاهیم ریاضی و ادامه تحصیل دارد».

چنین شرایطی می‌تواند در آینده، چالش‌های جدی برای تربیت نیروی متخصص در حوزه‌های مهندسی، فناوری و علوم پایه ایجاد کند. برای مقابله با این روند، معرفی الگوهای موفق و الهام‌بخش در حوزه‌های مرتبط با ریاضی، تشویق به تفکر خلاقانه و حل مسئله، نمایش کاربردهای واقعی ریاضی در زندگی و صنعت، استفاده هوشمندانه از فناوری‌های نوین در آموزش، تغییر در سبک‌های تدریس به‌سوی رویکردهای فعال و معنادار، و ایجاد ارتباطی مؤثر و همدلانه میان معلم و دانش‌آموز می‌تواند در ارتقای کیفیت یادگیری نقش بسزایی داشته باشد.

با توجه به مسائل روز، شرکت‌کنندگان در پژوهش پیشنهاد دادند دروسی کارآمد جایگزین برخی دروس ناکارآمد شوند. به عنوان

نمونه، دروسی مانند آموزش ریاضی مالی (شامل سود، مدیریت سرمایه، مالیات، بیمه)، کاربرد مفاهیم ریاضی در مسائل واقعی (مثلاً استفاده از مثلثات در تعیین ارتفاعات)، مقدمات داده‌کاوی و آمار کاربردی (شامل نرم‌افزارهای آماری) و فعالیت‌های تحقیقاتی می‌تواند به تقویت تفکر انتقادی و خلاق دانش‌آموزان کمک نماید. یکی از معلمان در این باره اظهار داشت:

مثلاً درس آمادگی دفاعی که دانش‌آموزان در پایه نهم گذرانده‌اند، مجدداً در پایه دهم با حجم سه ساعت در هفته ارائه می‌شود. به جای تکرار این محتوا، می‌توان دروس کاربردی‌تری همچون «ریاضی مالی» را جایگزین کرد تا به ارتقای سواد ریاضی و آمادگی عملی دانش‌آموزان برای زندگی روزمره کمک شود.

یکی دیگر از چالش‌های مطرح‌شده توسط مشارکت‌کنندگان، حذف برخی مباحث بنیادین ریاضی مانند انتگرال، دنباله و سری از کتاب‌های درسی دوره متوسطه دوم، به‌ویژه در رشته ریاضی-فیزیک بود. از دید معلمان، این مفاهیم نقش اساسی در فهم عمیق‌تر مباحث ریاضی در دوره دانشگاهی ایفا می‌کنند و نبود آن‌ها ممکن است به بروز شکاف‌های مفهومی در آموزش ریاضیات پایه در سطح آموزش عالی بینجامد.

۵.۵. حوزه و بخش. نویسندگان و معلمان شرکت‌کننده در این پژوهش بر این باورند که کتاب‌های درسی ریاضی عمدتاً بر آموزش چگونگی اجرای روش‌ها و تکنیک‌های حل مسئله تمرکز دارند و به چرایی استفاده از این تکنیک‌ها، تحلیل آن‌ها و درک مبانی نظری‌شان توجه چندانی نشده است. در چنین رویکردی، روش‌های حل نه به‌عنوان ابزارهایی برای تولید و انتقال معنا، بلکه صرفاً به‌مثابه مهارت‌هایی اجرایی آموزش داده می‌شوند. این در حالی است که ارزش معرفتی روش‌های حل زمانی آشکار می‌شود که این ابزارها در چارچوب درک ساختارهای بنیادی ریاضیات قرار گیرند و زمینه‌ساز تولید معنا، بازسازی استدلال‌ها و انتقال دانش در موقعیت‌های جدید شوند. این مسئله به‌ویژه در حوزه هندسه برجسته‌تر است. دانش‌آموزان هنگام فهم یا ارائه اثبات یک قضیه با دشواری‌های جدی مواجه می‌شوند. این وضعیت، در بلندمدت، به تضعیف کنش‌های شناختی دانش‌آموزان نسبت به ریاضیات و کاهش اعتماد به نفس آن‌ها در یادگیری این درس می‌انجامد. یکی دیگر از معلمان شرکت‌کننده در پژوهش نیز در این باره تصریح می‌کند:

کاهش چشمگیر اثبات‌های تحلیلی و جایگزینی آن با درک شهودی از طریق نمودارها و مثال‌های عددی ساده، از یک سو موجب کاهش اضطراب ریاضی در میان دانش‌آموزان و تسهیل یادگیری مفاهیم برای دانش‌آموزان شده است؛ اما در سوی دیگر، منجر به تضعیف تفکر استدلالی، کاهش توانایی تحلیل چرایی فرمول‌ها، و ضعف در حل مسائل بدیع و ناآشنا شده است.

یکی دیگر از چالش‌های محتوای کتاب‌های درسی، عدم تنوع کافی در سؤالات مطرح‌شده است. این کمبود، مانع از فعال شدن تفکر خلاق، تفکر انتقادی، تفکر سطوح بالاتر و توانمندی‌های شناختی و فراشناختی دانش‌آموزان می‌شود. در نتیجه، توجه بسیاری از معلمان و دانش‌آموزان از کتاب درسی به منابع کمک‌آموزشی معطوف شده است. چرا که دانش‌آموزی که صرفاً به مطالعه کتاب درسی بسنده کند، برای موفقیت در کنکور با دشواری‌های جدی مواجه خواهد شد. یکی از معلمان در این باره اظهار داشت:

سؤالات موجود در کتاب درسی به تنهایی نمی‌توانند موفقیت دانش‌آموزان در کنکور را تضمین کنند. این مسئله باعث شده که کتاب درسی به حاشیه رانده شود و معلمان به سمت نوشتن جزوه و استفاده از کتاب‌های کمک‌آموزشی سوق پیدا کنند. در حالی که کتاب کمک‌آموزشی باید نقش مکمل را داشته باشد، اما امروزه اهمیت آن در فرآیند یادگیری ریاضی از کتاب درسی بیشتر جلوه می‌کند.

۶.۵. زمینه و موضوع. مشارکت‌کنندگان اشاره داشتند که مسئله‌های موجود در کتاب‌های درسی ریاضی نیز عمدتاً به تمرین تکنیک‌ها بدون توجه به استدلال و تفکر مفهومی محدود شده‌اند و ردپای چندانی از مسائل واقعی و کاربردی در آن‌ها مشاهده

نمی‌شود. این رویکرد می‌تواند در نهایت منجر به این شود که دانش‌آموزان یادگیری ریاضی را در ارتباط با زندگی واقعی خود معنادار تلقی نکنند. یکی از معلمان در این باره بیان کرد:

اصلاحات اعمال شده در کتاب‌های ریاضی نونگاشت را می‌توان گامی مثبت در جهت افزایش نسبی کاربردی کردن مفاهیم ریاضی دانست. با این حال، برخی مفاهیم همچنان نیازمند بازنگری‌اند. محتوای این کتاب‌ها عمدتاً بر آموزش روش‌ها و تکنیک‌های حل تمرین متمرکز است، بی‌آنکه این روش‌ها از منظر کارکرد در دنیای واقعی یا قابلیت تولید دانش جدید مورد ارزیابی قرار گیرند.

نویسنده و معلمان، بر اساس تجربه‌های خود، بر این باور بودند که نشان دادن شیوه‌های کاربرد تکنیک‌های ریاضی در مسائل دنیای واقعی و ایجاد ارتباط میان مفاهیم ریاضی و سایر دروس می‌تواند نقش مؤثری در افزایش انگیزه یادگیری دانش‌آموزانی ایفا کند که با هدفی مشخص به دنبال یادگیری هستند و همواره این پرسش تکراری را مطرح می‌کنند که «یادگیری این مطالب چه فایده‌ای دارد؟».

۶. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه، با بهره‌گیری از سطوح سلسله مراتب هم‌تعیینی تعلیم و تربیت [۱۴] و رویکرد روایت‌پژوهی، تصویری چندلایه و انتقادی از چالش‌های نظام آموزش ریاضی در مدارس متوسطه ایران ترسیم می‌کند. تحلیل روایت‌های معلمان نشان می‌دهد که شکاف عمیقی میان اهداف اعلام شده در اسناد کلان آموزشی - نظیر سند تحول بنیادین - و واقعیت‌های زیسته کلاس‌های درس وجود دارد. این شکاف‌ها در سطوح مختلف سلسله مراتب هم‌تعیینی تعلیم و تربیت مشخص شدند. با این حال، گاهی دشوار است که تشخیص داده شود چالش‌های موجود بر سر تغییرات مطلوب ناشی از محدودیت‌های خارجی اند (مانند: تمدن، جامعه و نهاد آموزشی) یا ریشه در تمایلات معلمان به پرهیز از تغییر است. این یافته‌ها در راستای مطالعات پیشین [۵، ۲۷] قرار دارد. این شکاف‌ها، با اصول بنیادین NCTM مانند برابری، انسجام برنامه درسی، و رویکردهای یاددهی، یادگیری و سنجش و ارزیابی در تضاد است [۲۲، ۲۳].

با توجه به جامعه، توسعه عدالت آموزشی با تمرکز ویژه بر مناطق کمتربرخوردار و مدارس دولتی، در کنار حمایت از مدارس خاص نظیر نمونه دولتی، تیزهوشان، شاهد و فرهنگیان، ضرورتی انکارناپذیر است؛ ضرورتی که با اصل برابری نیز هم‌راستا است [۲۱]. افزون بر این، حمایت‌های مادی و معنوی از معلمان، ایجاد فرصت‌های رشد شغلی، تشویق و تقویت مشارکت آنان در تصمیم‌گیری‌های آموزشی، و به رسمیت شناختن تلاش‌ها و اندیشه‌هایشان، از مهم‌ترین عوامل در حفظ کیفیت آموزشی و ارتقای انگیزه در میان معلمان و دانش‌آموزان محسوب می‌شود [۴].

در ارتباط با نهاد آموزشی، با توجه به یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود فضاهای مدرسه‌ای متناسب با نیازهای آموزش فعال ریاضی طراحی و تجهیز شوند. همچنین، طراحی فعالیت‌هایی که از نظر محتوایی چالش‌برانگیز و انگیزه‌بخش باشند، می‌تواند به مشارکت فعال، گفت‌وگو، و تفکر عمیق دانش‌آموزان درباره مفاهیم ریاضی منجر شود.

با توجه به مشکلات مطرح شده در پداگوژی، ارتقای مستمر صلاحیت حرفه‌ای معلمان امری ضروری است؛ به‌ویژه با تمرکز بر به‌کارگیری رویکردهای نوین یاددهی-یادگیری و ارزیابی برای بهبود کیفیت آموزش ضرورت دارد. این ضرورت به‌طور مستقیم با اصول بنیادین شورای ملی معلمان ریاضی NCTM و پژوهش‌های پیشین هم‌راستا است [۲۱، ۲۷]. با توجه به نتایج، برگزاری کارگاه‌ها و کلاس‌های ضمن خدمت حضوری، نشست‌های علمی برای معلمان ریاضی با مشارکت اساتید متخصص در آموزش ریاضی و فناوری، و همچنین همایش‌ها و وبینارهایی با هدف آموزش روش‌های نوین تدریس، به‌کارگیری فناوری در آموزش مفاهیم مختلف ریاضی، طراحی سؤال‌های اثربخش، و شیوه‌های نوین ارزشیابی، از جمله اقداماتی است که می‌تواند به ارتقاء کیفیت فرآیند یاددهی-یادگیری بیانجامد [۲۳]. همچنین، به‌کارگیری انواع مختلف سؤال‌ها در سنجش و ارزیابی از جمله سؤالات باز-پاسخ [۳]، فرآیند باز [۳۱]، طرح مسئله [۳۲]، مدل‌سازی [۳، ۱۰]، مسائل ارزشیابی [۲۵] و استفاده از مدل SPUR [۳۲] می‌تواند در یادگیری مفهومی ریاضی

اثر بخش باشد.

در ارتباط با رشته علمی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که بی‌توجهی به آموزش عمیق مفاهیم بنیادینی همچون انتگرال در دوره متوسطه، به‌ویژه برای دانش‌آموزان رشته ریاضی-فیزیک، منجر به ایجاد شکاف مفهومی در دروس ریاضیات پایه در دانشگاه می‌شود. این نتیجه با مطالعات پیشین نیز هم‌راستا است؛ مطالعاتی که بر ضرورت توسعه و آموزش تدریجی این مفاهیم در ریاضی مدرسه‌ای برای تقویت درک ریاضی در سطوح دانشگاهی تأکید دارند [۴، ۶]. در این راستا، دو توصیه کلیدی با توجه به نتایج این پژوهش قابل طرح است. نخست، لازم است که در فرآیند بازنگری و تألیف مجدد یا اصلاح کتاب‌های درسی ریاضی متوسطه دوم، به‌ویژه در رشته ریاضی-فیزیک، از نظرات اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها و کارشناسان متخصص آموزش ریاضی بهره گرفته شود تا هماهنگی بیشتری بین محتوای مدرسه و نیازهای دانشگاهی حاصل گردد. دوم، پیشنهاد می‌شود که اساتید دانشگاه پیش از تدریس دروس پایه ریاضی مانند ریاضی عمومی، ریاضی مهندسی یا معادلات دیفرانسیل، مروری بر کتاب‌های ریاضی دوره متوسطه داشته باشند تا از دانش پیشین ریاضی دانشجویان آگاهی یابند و بتوانند فرآیند یاددهی-یادگیری را با سطح آمادگی و خلأهای احتمالی دانشجویان تازه‌وارد به دانشگاه طراحی نمایند. این رویکرد می‌تواند به کاهش شکاف آموزشی میان مدرسه و دانشگاه کمک کرده و فرایند انتقال دانش‌آموز به دانشجو را تسهیل کند.

با توجه به نتایج چهار سطح آخر، یافته‌ها حاکی از آن است که تمرکز صرف بر چگونگی اجرای تکنیک‌ها بدون تبیین مبانی مفهومی و عقلانیت درونی آن‌ها، موجب می‌شود که تکنیک‌ها به‌عنوان رویه‌هایی فاقد انسجام مفهومی و گسسته از گفتار ریاضی همچون استدلال و اثبات تلقی شوند [۴]. این امر موجب می‌شود که بسیاری از دانش‌آموزان در مواجهه با مفهوم اثبات، آن را به‌مثابه امری دشوار، انتزاعی و جدا از تجربه‌های ریاضی پیشین خود تلقی کنند. این عدم ادغام مفهوم اثبات در فرایند یاددهی و یادگیری، نه تنها امکان بسط تفکر استدلالی را محدود می‌سازد، بلکه وابستگی دانش‌آموزان به بازتولید الگوریتمی روش‌های حل را افزایش داده و توانایی آن‌ها را در مواجهه با مسائل ناآشنا کاهش می‌دهد [۳۰].

در این مسیر، باید از جایگزین‌سازی اثبات با استدلال‌های صرفاً تجربی یا شهودی پرهیز کرد؛ چراکه چنین رویکردی می‌تواند درک نادرستی از ماهیت ریاضیات و کارکرد واقعی اثبات ایجاد کند. در عوض، در کتاب‌های درسی باید فعالیت‌هایی با توجه به سلسله‌مراتب سطوح اثبات [۹] طراحی شوند که دانش‌آموزان را به درگیر شدن در فرایندهای استدلال، گفت‌وگو، و پشتیبانی از ایده‌های ریاضی خود سوق دهد [۳۰]. با این هدف می‌توان از رویکردهایی همچون آموزش مبتنی بر پرسش [۲۴، ۸] در چارچوب نظریه موقعیت‌های تعلیمی [۲۵، ۱۳] و مطالعه و بررسی مسیرها [۲۶] در چارچوب نظریه انسان‌شناسی تعلیم و تربیت [۱۲، ۱۴] بهره گرفت. در این رویکردها، به‌جای ارائه اثباتی از پیش آماده، فرایند یاددهی با طرح یک پرسش بنیادین آغاز می‌شود و معلم، دانش‌آموزان را در فرایند تولید تدریجی ابزارهای لازم برای ساختن اثبات هدایت می‌کند و آن را به تجربه‌ای لذت‌بخش بدل می‌سازد [۸، ۱۲].

همچنین، کتاب‌های درسی باید فعالیت‌هایی را جایگزین کاربردهای سطحی کنند تا دانش‌آموزان بتوانند از دانش ریاضی خود در حل مسائل دنیای واقعی استفاده نمایند [۲۷]. طراحی سؤالات می‌تواند با بهره‌گیری از چارچوب‌هایی چون طبقه‌بندی بازنگری شده بلوم [۲۷]، یادگیری مبتنی بر مسئله، مدلسازی ریاضی و پرسش‌های مرتبط با دنیای واقعی انجام شود [۷، ۱۹، ۲۰، ۲۴، ۲۶]. طراحی چنین سؤالاتی در کتاب درسی، علاوه بر توانمندسازی دانش‌آموزان در حل مسائل غیرالگویی و موقعیت‌های ناآشنا، موجب افزایش انگیزه یادگیری ریاضی، تقویت توانایی آن‌ها در کاربرد دانش ریاضی در موقعیت‌های جدید و ارتقا به سطوح بالاتر تفکر نیز می‌شود [۲۶، ۲۷].

²⁴Inquiry based mathematics education

²⁵Theory of Didactical Situations

²⁶Study and Research Paths

²⁷Revised Bloom's Taxonomy

لازم است تأکید شود که یافته‌های این پژوهش، بر مبنای داده‌هایی محدود و با استفاده از رویکردهای نو و تا حدی آزمایشی تحلیل شده‌اند. علاوه بر این، تمامی مشاهدات از منظر و برداشت پاسخ‌دهندگان و نویسنده تفسیر شده و تحت تأثیر دیدگاه‌ها و تجربه‌های آن‌ها قرار دارد. به‌ویژه، در تحلیل چگونگی اثرگذاری سطوح سلسله‌مراتبی هم‌تعیینی تعلیم و تربیت بر ساختار و تحول برنامه‌های درسی، اتکای ما به مصاحبه با معلمان ریاضی تنها بخش محدودی از واقعیت را منعکس کرده است.

با این حال، شواهد به روشنی نشان می‌دهد امروزه بیش از هر زمان دیگری، ضروری است برنامه درسی ریاضی به گونه‌ای طراحی شود که توانایی تفکر انتقادی، خلاق و حل مسئله را در دانش‌آموزان پرورش دهد [۵]. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تحقق اهداف برنامه‌های تحول آموزشی تنها با تغییر کتاب‌های درسی یا افزودن بخش‌هایی به آن‌ها امکان‌پذیر نیست؛ بلکه مستلزم یک تحول ساختاری و چندسطحی در سیاست‌های کلان آموزشی، الگوهای تدریس، شیوه‌های ارزشیابی، و نظام توسعه حرفه‌ای معلمان است. آموزش ریاضی زمانی می‌تواند به ابزاری مؤثر برای پرورش دانش‌آموزانی متفکر، مسئله‌محور، و آماده برای زیستن در جهان پیچیده امروز تبدیل شود که اصول عدالت آموزشی، انسجام مفهومی، و یادگیری معنا دار به‌صورت واقعی و پایدار در کلاس‌های درس جاری شوند [۲۱، ۲۲، ۲۳]. از این رو، تحلیل نظام‌مند و عمیق سازوکارهای مؤثر بر این تغییرات، پیش‌نیازی ضروری برای بهره‌گیری مؤثر از یافته‌های پژوهش در جهت ارتقای کیفیت و کارآمدی آموزش ریاضیات در مدارس محسوب می‌شود.

مراجع

۱. س. احمدی، تبیین نابرابری مدرسه‌های بین مدارس متوسطه شهر ارومیه و راهبردهای آمایشی آن، رساله دکتری رشته مدیریت آموزشی، دانشگاه ارومیه، ۱۳۹۶.
۲. ا. م. داشته، م. نوریان و م. سمیعی زفر قندی، واکاوی تجربیات معلمان درباره موانع و مشکلات یادگیری درس ریاضی، مجله راهبردهای آموزش در علوم پزشکی، ۱۴ (۱۴۰۰)، شماره ۶، ۱۷۴-۱۸۵.
۳. ا. ریحانی، تحلیل خط‌مشی‌ها، اسناد مصوب، پژوهش‌ها و منابع معتبر مرتبط با حوزه یادگیری ریاضی، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۵.
۴. ق. صادقی، م. ص. مصلحیان، صنمی، مرصعی، م. میرزاویزی، م. نوغانی دخت بهمنی و م. وثوق، آموزش مدرسه‌ای مسئله این است، نشریه ریاضی و جامعه، ۵ (۱۳۹۹)، شماره ۴، ۴۳-۵۲. <https://doi.org/10.22108/MSCI.1470.130621.2021>
۵. س. غلام آزاد، تغییر برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای: چالش‌ها و تحقیقات مورد نیاز، فصلنامه برنامه درسی ایران، ۱۵ (۱۳۹۹)، شماره ۵۷، ۱۰۷-۱۲۸.
۶. م. کیانی، نقد و بررسی مفاهیم آنالیزی کتاب‌های ریاضی دوره متوسطه، به سوی علوم ریاضی، ۲ (۱۴۰۱)، شماره ۱، ۳۱-۷۹. <https://doi.org/10.22067/tmsj.41431.2021>
7. L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, J. Rath, and M. C. Wittrock, *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition)*, Longman, New York, NY, 2001.
8. M. Artigue and M. Blomhøj, *Conceptualizing inquiry-based education in mathematics*, ZDM. 45 (2013), no. 6, 797-810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>.
9. N. Balacheff, *Aspects of proof in pupils' practice of school mathematics*, in D. Pimm (ed.), *Mathematics, teachers and children*, Hodder & Stoughton, London, (1988), pp. 216-235.

10. W. Blum, *Quality teaching of mathematical modelling: what do we know, what can we do?*, in S. J. Cho (ed.), *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education*, Springer, Cham, (2015), pp. 73–96.
11. M. Bosch and J. Gascón, *Introduction to the Anthropological Theory of the Didactic (ATD)*, in A. Bikner-Ahsbals and S. Prediger (eds.), *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education*, Springer, Dordrecht, The Netherlands, (2014), pp. 67–83.
12. M. Bosch, *Study and research paths: A model for inquiry*, in *Proceedings of the International Congress of Mathematicians: Rio de Janeiro 2018*, (2019), pp. 4015–4035. https://doi.org/10.1142/9789813272880_0210
13. G. Brousseau, *Theory of Didactical Situations in Mathematics*, Kluwer, Dordrecht, 1997.
14. Y. Chevallard, *Introducing the anthropological theory of the didactic: An attempt at a principled approach*, Hiroshima Journal of Mathematics Education. **12** (2019), 71–114.
15. J. W. Creswell, *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (3rd ed.), SAGE, Thousand Oaks, CA, 2013.
16. J. W. Creswell and C. N. Poth, *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.), SAGE, Thousand Oaks, CA, 2018.
17. B. DiCicco-Bloom and B. F. Crabtree, *The qualitative research interview*, Medical Education. **40** (2006), no. 4, 314–321. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x>
18. L. Fan, Y. Zhu, and Z. Miao, *Textbook research in mathematics education: Development status and directions*, ZDM. **45** (2013), no. 5, 633–646. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0539-x>.
19. R. B. Ferri, *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*, Springer International Publishing, 2018.
20. F. K. Lester Jr, *Thoughts about research on mathematical problem-solving instruction*, The Mathematics Enthusiast. **10** (2013), no. 1, 245–278. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1267>.
21. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), *Principles and Standards for School Mathematics*, Author, Reston, VA, 2000.
22. National Council of Teachers of Mathematics, *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*, Author, Reston, VA, 2014.
23. National Council of Teachers of Mathematics, *High School Mathematics: Reimagined, Revitalized, and Relevant*, Author, Reston, VA, 2023.
24. F. Radmehr and M. Drake, *Revised Bloom's taxonomy and integral calculus: unpacking the knowledge dimension*, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. **48** (2017), no. 8, 1206–1224. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1321796>.

25. F. Radmehr and M. Drake, *An assessment-based model for exploring the solving of mathematical problems: Utilizing revised Bloom's taxonomy and facets of metacognition*, Studies in Educational Evaluation. **59** (2018), 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2018.02.004>.
26. F. Radmehr and P. Vos, *Issues and challenges for 21st century assessment in mathematics education*, in L. Leite, E. Oldham, A. S. Afonso, F. Viseu, L. Dourado, and H. Martinho (eds.), *Science and Mathematics Education for 21st Century Citizens: Challenges and Ways Forwards*, Nova Science Publishers, New York, (2020), pp. 437–462. <https://novapublishers.com/shop/science-and-mathematics-education-for-21st-century-citizens-challenges-and-ways-forwards/>.
27. A. Rafiepour and D. Farsani, *Cultural Historical Analysis of Iranian School Mathematics Curriculum: The Role of Computational Thinking*, Journal on Mathematics Education. **12** (2021), no. 3, 411–426. <https://doi.org/10.22342/jme.12.3.14387.411-426>.
28. S. Rezat, L. Fan, and B. Pepin, *Mathematics textbooks and curriculum resources as instruments for change*, ZDM–Mathematics Education. **53** (2021), 1189–1206. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01309-3>.
29. A. H. Schoenfeld, *What makes for powerful classrooms, and how can we support teachers in creating them?*, Educational Researcher. **43** (2014), no. 8, 404–412. <https://doi.org/10.3102/0013189X14554450>
30. A. J. Stylianides, *The notion of proof in the context of elementary school mathematics*, Educational Studies in Mathematics. **65** (2007), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9038-0>.
31. C. Suurtamm, D. R. Thompson, R. Young Kim, L. Diaz Moreno, N. Sayac, S. Schukajlow, E. Silver, S. Ufer and P. Vos, *Assessment in mathematics education: Large-scale assessment and classroom assessment*, Springer International Publishing, 2016.
32. D. R. Thompson and B. Kaur, *Using a multi-dimensional approach to understanding to assess students' mathematical knowledge*, in B. Kaur and K. Y. Wong (eds.), *Assessment in the Mathematics Classroom*, World Scientific Publishing, Singapore, (2011), pp. 17–32. https://doi.org/10.1142/9789814360999_0002.
33. J. Xie and J. O. Masingila, *Examining interactions between problem posing and problem solving with prospective primary teachers: a case of using fractions*, Educational Studies in Mathematics. **96** (2017), 101–118. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9760-9>.