

ابعاد افت ریاضیات در ایران: زنگ خطری برای آینده آموزش علوم و مهندسی

ابوالفضل رفیع پور^۱ و پویا کریمی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۷

DOI: 10.22047/ijee.2026.567939.2233

DOR: 20.1001.1.16072316.1405.28.109.4.9

چکیده: کاهش تقاضا برای تحصیل در رشته ریاضی - فیزیک در دبیرستان و کاهش تقاضا برای تحصیل در رشته‌های مختلف مهندسی و علوم پایه در سال‌های اخیر به یکی از چالش‌های اساسی نظام آموزش عالی کشور تبدیل شده است. چالشی که پیامدهای آن فراتر از دانشگاه‌ها رفته و آینده توسعه علمی، فناوریانه و صنعتی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف مقاله حاضر، تحلیل نظام‌مند ابعاد این پدیده و تبیین ریشه‌های آموزشی، اجتماعی، اقتصادی و ساختاری آن با تمرکز بر نقش آموزش ریاضی به عنوان زیربنای تربیت مهندسان و متخصصان علوم پایه در کشور است. پژوهش حاضر با رویکرد توصیفی - تحلیلی و با بهره‌گیری از داده‌های ثانویه، اسناد رسمی، گزارش‌های آماری و تحلیل انتقادی پژوهش‌های پیشین انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که کاهش کمتی دانش‌آموزان انتخاب‌کننده رشته ریاضی - فیزیک در کنار افت کیفی یادگیری ریاضیات، بر اساس نتایج آزمون‌های بین‌المللی (مطالعه تیمز)، نگرش منفی نسبت به رشته‌های مهندسی، ناهماهنگی برنامه‌های درسی با نیازهای بازار کار و تضعیف پیوند دانشگاه با صنعت از عوامل کلیدی کاهش گرایش به این رشته‌ها (فنی - مهندسی و علوم پایه) به شمار می‌رود. نتایج همچنین حاکی از آن است که تداوم این روند، افزون بر تضعیف بنیان‌های آموزش علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (آموزش استم یا آموزش معروف) می‌تواند به کمبود نیروی انسانی متخصص، افت نوآوری و تضعیف بنیان‌های توسعه پایدار منجر شود. در پایان، مقاله با تأکید بر بازاندیشی در آموزش ریاضی، ارتقای کیفیت برنامه‌های درسی و ارائه راهکارهای عملی برای بهبود تعامل نظام آموزشی با جامعه و صنعت، مسیرهایی برای برون‌رفت از وضعیت موجود پیشنهاد می‌کند.

واژگان کلیدی: آموزش علوم، آموزش مهندسی، آموزش استم (آموزش معروف)، افت کمتی ریاضی، افت کیفی ریاضی

۱- دانشیار بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران و رئیس گروه پژوهشی آموزش ریاضی، پژوهشکده ریاضی ماهانی، پژوهشگاه فضلی‌پور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. (نویسنده مسئول). Rafiepour@uk.ac.ir.

۲- کارشناسی ارشد رشته آموزش ریاضی، بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. عضو گروه پژوهشی آموزش ریاضی، پژوهشکده ریاضی ماهانی، پژوهشگاه فضلی‌پور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

pouya.karimi1380@gmail.com

۱. مقدمه

توسعه تمدن بشری در عصر حاضر بر پایه پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های فناوری‌ها استوار است. در این میان، ریاضیات به عنوان زبان جهان و ابزار بنیادین تفکر، استدلال و مدل‌سازی نقشی محوری در تولید علم و تربیت مهندسان و دانشمندان نسل آینده ایفا می‌کند. هرگونه ضعف در آموزش ریاضی به مثابه فرسایش ستون فقرات نظام آموزش عالی و صنعتی یک کشور تلقی می‌گردد. ریاضیات نه تنها زیربنای اصلی توسعه پایدار و پیشرفت‌های مهندسی است، بلکه جامعه‌ای توسعه یافته نیازمند نیروی انسانی توانمند و مسلط به مفاهیم ریاضی است تا در فناوری‌های نوین پیشگام باشد.

در دهه‌های اخیر، آموزش مهندسی در جهان دستخوش تحولات بنیادین شده است (Memari-an, 2025). پیچیدگی فزاینده مسائل فناوری‌ها، شتاب نوآوری‌های صنعتی و ظهور حوزه‌هایی چون هوش مصنوعی، فناوری‌های پیشرفته تولید، انرژی‌های نو و زیست‌فناوری موجب شده است که نظام‌های آموزش مهندسی دیگر نتوانند صرفاً بر انتقال دانش فنی کلاسیک اتکا کنند (Sadeghihabibabad & De, 2025). در این چارچوب، کیفیت آموزش مهندسی به طور مستقیم به کیفیت آموزش علوم پایه، به ویژه ریاضیات، در سطوح مدرسه وابسته است (Martin et al., 2025; Sell et al., 2025). ریاضیات نه تنها زبان مشترک علوم و مهندسی بلکه بستر اصلی پرورش تفکر تحلیلی، مدل‌سازی، حل مسئله و استدلال منطقی است؛ مؤلفه‌هایی که شالوده شایستگی مهندسان در قرن ۲۱ را تشکیل می‌دهند.

در پاسخ به این نیازهای نوظهور رویکرد آموزش استم^۱ (معروف^۲: مهندسی، علوم، ریاضیات و فناوری) در بسیاری از کشورها به عنوان یک راهبرد کلان برای هم‌افزایی میان آموزش عمومی و آموزش مهندسی توسعه یافته است. آموزش معروف فراتر از یک الگوی تلفیقی در برنامه درسی، تلاشی هدفمند برای پیوند دادن یادگیری مفهومی ریاضیات و علوم با کاربردهای مهندسی و مسائل واقعی صنعت و جامعه است (Simarro & Couso, 2021). از این منظر، آموزش معروف یک انتخاب اختیاری یا مد روز آموزشی نیست، بلکه یک ضرورت راهبردی برای تربیت نیروی انسانی خلاق، نوآور و توانمند در حل مسائل پیچیده مهندسی محسوب می‌شود. باین حال، تحقق آموزش مؤثر معروف بدون برخورداری از پایه‌های مستحکم ریاضی امکان پذیر نیست. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که ضعف در ریاضیات مدرسه‌ای مستقیماً به کاهش موفقیت تحصیلی در رشته‌های مهندسی، افت توان حل مسئله، و ناتوانی در درک مفاهیم پیشرفته فنی منجر می‌شود (Feyz, 2024). از این رو، هرگونه تزلزل در آموزش ریاضی در سطوح پایه و متوسطه، پیامدهایی فراتر از نظام آموزش عمومی داشته و به صورت زنجیره‌ای بر کیفیت

۱- STEM education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)

۲- نویسندگان در همه بخش‌های مقاله از سرنام فارسی آموزش معروف (م: مهندسی، ع: علوم، ر: ریاضیات و ف: فناوری) به جای آموزش استم استفاده کرده‌اند. لازم به ذکر است که این سرنام (آموزش معروف) در پاسخ به فراخوان وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در سال ۱۴۰۳ برای تعیین واژه‌های معادل برای اصطلاحات فنی، به وزارت عتف پیشنهاد گردید. به همراه این پیشنهاد، لوگوی مناسبی نیز برای سرنام آموزش معروف، ارائه شد.

آموزش مهندسی و ظرفیت نوآوری ملی اثر می‌گذارد (Pepin et al., 2021).

مطالعه بین‌المللی پیشرفت تحصیلی در ریاضیات و علوم (تیمز)^۱ که توسط انجمن بین‌المللی یابی پیشرفت تحصیلی^۲ هر ۴ سال یک بار برگزار می‌شود، فقط یک آزمون نیست؛ بلکه به یک معیار جهانی و شاخص کلیدی برای ارزیابی کیفیت نظام‌های آموزشی در بیش از ۶۰ کشور جهان تبدیل شده است (Rindermann & Baumeister, 2015). هدف تیمز فراتر از سنجش اطلاعات حفظی، بر روی شایستگی‌های بالا در دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و هشتم است. شایستگی‌هایی مانند استدلال، حل مسائل و کاربرد دانش ریاضی و علمی در موقعیت‌های جدید. درواقع، جایگاه هر کشور در تیمز نه تنها نشان‌دهنده دانش‌آموزان، بلکه بازتابی از کیفیت برنامه درسی، روش‌های تدریس و نظام توسعه حرفه‌ای معلمان آن کشور است (Drent et al., 2013). علاوه بر آنکه مطالعه تیمز ارزیابی عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضیات و علوم است، آزمون تیمز نیز یک مطالعه ارزیابی جامع است که با استفاده از مجموعه‌ای از پرسش‌نامه‌های ضمیمه‌ای تلاش می‌کند عوامل زمینه‌ای مؤثر بر یادگیری را مورد تحلیل قرار دهد. این رویکرد چندوجهی صرفاً محدود به سنجش دانش نیست، بلکه ریشه‌های موفقیت یا شکست نظام‌های آموزشی را در سطوح مختلف شناسایی می‌کند (von Davier et al., 2024). پرسش‌نامه‌های تیمز شامل ۴ گروه اصلی اند که از دانش‌آموزان، معلمان، والدین و مدیران مدرسه جمع‌آوری می‌شوند. در این راستا، پرسش‌نامه دانش‌آموزان است که عوامل آموزشی، فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر عملکرد آنها را می‌سنجد. متأسفانه، کارنامه کشورمان ایران در دوره‌های مختلف تیمز، از جمله آخرین دوره انتشار، روایتی نگران‌کننده از رکود و روند عملکرد دانش‌آموزان در حوزه‌های ریاضی و علوم را نشان می‌دهد. نمرات متوسط ایران در مقایسه با میانگین بین‌المللی و به‌ویژه کشورهای پیشرو منطقه و جهان، بخش‌هایی در سطوح پایین گرفته شده و نشان‌دهنده یک شکاف ساختاری در فرایند قرار گرفتن یاددهی-یادگیری است (Parvaneh & Rejali, 2019). این وضعیت لزوم انجام اصلاحات بنیادین را به امري حیاتی تبدیل کرده است؛ زیرا شایستگی‌های مورد سنجش تیمز همان مهارت‌های مورد نیاز برای ورود موفق به عصر دانش و فناوری است.

پژوهش‌های متعددی در سال‌های اخیر به وضعیت آموزش مهندسی و علوم پایه و به‌ویژه کاهش گرایش دانش‌آموزان و دانشجویان به رشته‌های ریاضی محور پرداخته‌اند. این مطالعات از زوایای مختلفی نظیر روند انتخاب رشته، عوامل اجتماعی و اقتصادی مؤثر بر تصمیم‌گیری تحصیلی، ساختار برنامه‌های درسی و ارتباط آموزش با بازار کار به تحلیل این پدیده پرداخته‌اند (Memarian, 2024). مرور پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که مسئله کاهش گرایش به ریاضیات و رشته‌های مهندسی، هم در سطح ملی و هم در سطح بین‌المللی، مورد توجه پژوهشگران حوزه آموزش مهندسی و سیاست‌گذاری

1- TIMSS – Trends in International Mathematics and Science Study

2- International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA

آموزشی قرار گرفته است. بخش قابل توجهی از مطالعات داخلی بر کاهش تعداد داوطلبان رشته‌های ریاضی - فیزیک و پیامدهای آن برای آموزش مهندسی تمرکز داشته‌اند. برای مثال فیض (Feyz, 2024) و جبه دار مارالانی (Jebehdarmaralani, 2020) نشان داده‌اند که افت تقاضا برای رشته‌های مهندسی در ایران، بیش از آنکه ناشی از کاهش ظرفیت‌های آموزشی باشد، به تضعیف ورودی‌های کیفی و کاهش جذابیت مسیرهای تحصیلی مهندسی بازمی‌گردد. این مطالعات به درستی بر پیامدهای بلندمدت این روند برای توسعه صنعتی و فناوریانه کشور تأکید کرده‌اند اما کمتر به ریشه‌های مدرسه‌ای و نقش آموزش ریاضیات به عنوان بنیان این زنجیره توجه داشته‌اند و در اغلب این مطالعات آموزش ریاضیات به عنوان متغیر زیربنایی و پیشینی که در سطوح مدرسه‌ای شکل می‌گیرد، کمتر به طور مستقل و عمیق تحلیل شده است (Lyon & Magana, 2020).

در سال‌های اخیر، چالش کاهش علاقه به رشته‌های مهندسی و علوم پایه در ایران و جهان برجسته شده است. فیض (Feyz, 2024) به کاهش فزاینده تعداد دانش‌آموزان انتخاب‌کننده شاخه ریاضی-فیزیک و متقاضیان تحصیل در رشته‌های مهندسی اشاره کرده و تأکید می‌کند که این روند در درازمدت منجر به کمبود نیروهای متخصص کارآمد و کاهش افراد فکور و نوآور در صنایع خواهد شد. همچنین فیض (Feyz, 2024) عوامل متعددی چون ناآگاهی دانش‌آموزان از جذابیت‌های رشته‌های مهندسی و رقابت شدید با رشته‌های دیگر را بررسی کرده و بر لزوم سرمایه‌گذاری بیشتر در آموزش مهندسی برای توسعه اقتصادی تأکید دارد. به همین سان، جبه دار مارالانی (Jebehdarmaralani, 2020) کاهش چشمگیر داوطلبان رشته ریاضی - فیزیک در دو دهه گذشته را ریشه‌یابی کرده و آن را ناشی از برهم خوردن تعادل اشتغال در رشته‌های علوم تجربی، به ویژه پزشکی، دانسته که نه تنها تعداد، بلکه کیفیت ورودی‌های مهندسی را نیز پایین آورده است.

این نگرانی‌ها در پژوهش‌های اخیر نیز تکرار شده است. میرشکاری و شهرکی (Mirshekari & Shahraki, 2023) عوامل کاهش داوطلبان مهندسی را از دیدگاه دانش‌آموزان پایه دوازدهم، با تمرکز بر شهرستان زاهدان، اولویت‌بندی کرده و نشان داده‌اند که تصور سختی تحصیل و کار در حوزه مهندسی، نظر والدین و موقعیت اجتماعی پایین‌تر این رشته‌ها از جمله عوامل کلیدی‌اند. همچنین (Nazarza-dehzare, 2023) بحران کاهش تقاضا در رشته‌های معروف (مهندسی، علوم، ریاضیات و فناوری) را به عنوان مسئله‌ای جدی برای کشورهای در حال توسعه از جمله ایران توصیف کرده و با رویکرد آمیخته، راهکارهایی چون ادغام دانشگاه‌های کم تقاضا، توجه به آمایش آموزش عالی، توسعه میان‌رشته‌ای‌ها و تقویت تعامل دانشگاه با صنعت پیشنهاد داده است. این مطالعات همگی بر یک نقطه مشترک تأکید دارند: افت تحصیلی در پایه‌های آموزش متوسطه، به ویژه ریاضیات، مستقیماً کیفیت تربیت مهندسان آینده را تهدید می‌کند. این افت را می‌توان در دو بعد کمی و کیفی بررسی کرد (Rafiepour, 2021). برای مثال، افت کمی با کاهش شدید سهم دانش‌آموزان رشته ریاضی - فیزیک از حدود ۲۸ درصد در دهه‌های

گذشته به کمتر از ۱۵-۱۸ درصد در سال‌های اخیر همراه بوده است؛ روندی که با سیاست‌های تشویقی اخیر تا حدی مهار شده، اما همچنان نگران‌کننده است. افت کیفی نیز در ضعف مهارت‌های استدلالی و مدل‌سازی ریاضی آشکار است که شواهدی چون کاهش میانگین نمرات امتحانات نهایی ریاضی و نتایج نامیدکننده آزمون‌های بین‌المللی تیمز آن را تأیید می‌کند. این عملکرد ضعیف ریشه در رویکردهای آموزشی حفظی و فنی دارد که به جای پرورش تفکر مفهومی و لذت حل مسئله، بر تست‌زنی تمرکز کرده‌اند (Rafiepour, 2025).

پیامد این بحران دوگانه کاهش کیفیت دانشجویان ورودی به رشته‌های مهندسی، تضعیف ظرفیت نوآوری و رقابت‌پذیری فناوری‌های کشور است (Tofighi Darian, 2007). آموزش استم/معروف، که محور تربیت نیروی متخصص برای صنعت و توسعه است، با این افت پایه‌ای متزلزل می‌شود و ارتباط دانشگاه با صنعت را دشوار می‌سازد (Pasandideh et al, 2025; Tofighi & Nourshahi, 2013). درحالی‌که کشورهای موفق مانند سنگاپور و ترکیه با تأکید بر ریاضی مفهومی و پروژه‌محور به رتبه‌های برتر تیمز دست یافته‌اند، ایران نیازمند بازنگری فوری در برنامه‌های درسی، تربیت معلمان و سیاست‌های هدایت تحصیلی است. در چنین شرایطی، افت ریاضیات در ایران را نمی‌توان صرفاً یک چالش آموزشی محدود به مقاطع مدرسه‌ای تلقی کرد. این پدیده، مسئله‌ای راهبردی با پیامدهای بلندمدت برای آینده آموزش مهندسی، علوم پایه، توسعه فناوری و رقابت‌پذیری علمی کشور است. بی‌توجهی به این روند، می‌تواند ظرفیت نظام مهندسی را در پاسخ‌گویی به نیازهای صنعت، فناوری‌های نو و اقتصاد دانش‌بنیان به‌طور جدی تضعیف کند. براین اساس، مقاله حاضر می‌کوشد با رویکردی تحلیلی و مبتنی بر داده‌های ملی و بین‌المللی، ابعاد افت ریاضیات در ایران را واکاوی کند و پیامدهای آن را برای آموزش مهندسی و آموزش معروف مورد بررسی قرار دهد.

با وجود انباشت شواهد آماری و گزارش‌های رسمی درباره افت عملکرد ریاضی و کاهش گرایش به رشته‌های ریاضی‌محور، آنچه در ادبیات پژوهشی آموزش کشور کمتر به صورت منسجم تبیین شده، «صورت مسئله نظری» این پدیده است. از منظر مبانی نظری آموزش مهندسی، افت ریاضیات صرفاً به معنای کاهش نمره یا افت تعداد داوطلبان نیست، بلکه نشانه‌ای از اختلال در کارکردهای بنیادین آموزش ریاضی به‌عنوان زیربنای تفکر علمی، حل مسئله و تربیت نیروی مهندسی تلقی می‌شود (Freire, 1993; Kaiser & Schwarz, 2006). در چارچوب نظریه‌های یادگیری مفهومی، ریاضیات زمانی نقش خود را در توسعه علمی ایفا می‌کند که به‌عنوان ابزار اندیشیدن، مدل‌سازی و معنابخشی به مسائل واقعی آموزش داده شود؛ درحالی‌که غلبه رویکردهای آزمون‌محور و فنی، این کارکرد معرفتی را تضعیف می‌کند. از سوی دیگر، در ادبیات آموزش مهندسی و آموزش معروف، ریاضیات به‌عنوان حلقه واسط میان علوم پایه، مهندسی و فناوری شناخته می‌شود و هرگونه ضعف در این حلقه به گسست میان آموزش مدرسه‌ای و آموزش مهندسی در سطوح بالاتر منجر می‌شود (Pepin et al., 2021; Simarro & Couso, 2021).

براین اساس، مسئله پژوهش حاضر نه صرفاً افت کمی یا کیفی ریاضیات، بلکه «فرسایش تدریجی نقش راهبردی آموزش ریاضی در نظام تربیت مهندس و تحقق آموزش معروف» است. این مسئله ابعاد به هم پیوسته‌ای دارد که شامل افت کمی ذخیره انسانی، تضعیف یادگیری مفهومی، گسست برنامه درسی مدرسه و دانشگاه، و پیامدهای ساختاری آن برای آموزش مهندسی و توسعه فناوری کشور می‌شود. فقدان پژوهش‌هایی که این ابعاد را به صورت یکپارچه و مبتنی بر داده‌های ملی و بین‌المللی تحلیل کند، شکاف نظری و تحلیلی مهمی را شکل داده است که مقاله حاضر درصدد پاسخ‌گویی به آن است. تمرکز اصلی مقاله بر تبیین پیوند میان افت کمی و کیفی ریاضیات و آینده آموزش مهندسی است و تلاش می‌شود ضمن شناسایی ریشه‌های ساختاری این وضعیت، مسیرهایی عملی برای برون‌رفت از بحران پیشنهاد شود. باتوجه به مطالب بالا، پرسش‌های اصلی پژوهش حاضر به صورت زیر صورت‌بندی می‌شود.

- افت کمی آموزش ریاضیات در ایران از منظر تغییر در انتخاب رشته ریاضی- فیزیک در دوره متوسطه دوم و پیامدهای آن برای ذخیره انسانی ورودی به رشته‌های مهندسی و علوم پایه چگونه قابل تبیین است؟
- افت کیفی آموزش ریاضیات در ایران، بر اساس شواهد حاصل از آزمون‌های بین‌المللی (مانند تیمز)، امتحانات نهایی و شاخص‌های نخبگانی، چه الگوها و ویژگی‌هایی را نشان می‌دهد؟
- این وضعیت تا چه اندازه تحقق آموزش معروف (استم) را به عنوان یک راهبرد کلان برای توسعه علمی و فناوری کشور با چالش مواجه می‌سازد؟

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی است و با بهره‌گیری از رویکرد آمیخته کیفی-کمی انجام شده است. انتخاب این رویکرد بدین دلیل صورت گرفت که مسئله افت آموزش ریاضیات و پیامدهای آن برای آموزش مهندسی، پدیده‌ای چندبعدی و ساختاری است که بررسی آن مستلزم تحلیل هم‌زمان داده‌های آماری، اسناد رسمی و دیدگاه‌های تخصصی است. در بخش کمی پژوهش، از داده‌های ثانویه استخراج شده از منابع رسمی و معتبر ملی و بین‌المللی استفاده شده است. این داده‌ها شامل آمارهای مربوط به سهم دانش‌آموزان رشته ریاضی- فیزیک در دوره متوسطه دوم، نتایج امتحانات نهایی کشوری، داده‌های سازمان سنجش آموزش کشور و نتایج منتشرشده مطالعه بین‌المللی تیمز در دوره‌های مختلف بوده است. داده‌های کمی به صورت توصیفی و تحلیلی مورد بررسی قرار گرفته و روندهای تغییرات زمانی و مقایسه‌ای آنها تحلیل شده است. اسناد موردبررسی شامل برنامه‌های درسی رسمی، گزارش‌های سیاستی، و پژوهش‌های مرتبط با آموزش ریاضیات و آموزش مهندسی بوده است. تحلیل این اسناد با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی انجام شد.

فرایند اجرای پژوهش در ۴ گام اصلی سامان دهی شد. در گام نخست، با مرور نظام مند اسناد رسمی، گزارش های آماری و پژوهش های پیشین، چارچوب مفهومی اولیه پژوهش و متغیرهای کلیدی مرتبط با افت آموزش ریاضیات و آموزش مهندسی شناسایی شد. در گام دوم، داده های کمی ثانویه از منابع ملی و بین المللی گردآوری و روندهای آماری مرتبط با افت کمی و کیفی ریاضیات تحلیل گردید. در گام سوم، به منظور تفسیر عمیق تر یافته های آماری و شناسایی ریشه های ساختاری پدیده، مصاحبه های نیمه ساختاریافته با خبرگان انجام و داده های کیفی حاصل تحلیل شد. در گام نهایی، یافته های کمی و کیفی به صورت تلفیقی تفسیر و نتایج در چارچوب آموزش مهندسی و آموزش معروف جمع بندی شد.

این پژوهش در زمره مطالعاتی قرار می گیرد که به جای تولید داده های اولیه گسترده، بر تحلیل نظام مند داده های ثانویه، اسناد رسمی و شواهد بین المللی تکیه دارد و درعین حال، با استفاده از داده های کیفی حاصل از مصاحبه با خبرگان، تفسیر عمیق تری از یافته ها ارائه می دهد. در ادبیات روش شناسی، این نوع پژوهش ذیل عنوان تحلیل داده های ثانویه ترکیبی^۱ شناخته می شود که به ویژه در پژوهش های سیاست گذاری آموزشی، آموزش مهندسی و مطالعات کلان آموزشی کاربرد گسترده ای دارد (Creswell & Plano Clark, 2018; Johnston, 2017; Boslaugh, 2007). انتخاب این رویکرد روش شناختی از آن رو صورت گرفته است که افت ریاضیات در ایران پدیده ای چندبعدی، ساختاری و نظام مند است و بررسی آن مستلزم تحلیل هم زمان روندهای آماری، سیاست های آموزشی و پیامدهای این روندها برای آموزش مهندسی و آموزش معروف است. چنین تحلیلی با روش های تجربی کلاسیک یا مطالعات میدانی محدود به تنهایی امکان پذیر نیست و نیازمند تلفیق داده های کمی و کیفی در سطح کلان است. از این منظر، پژوهش حاضر با هدف تبیین ابعاد افت کمی و کیفی ریاضیات و تحلیل پیامدهای آن برای آینده آموزش مهندسی طراحی شده است.

چارچوب روش شناختی پژوهش بر اساس الگوی روش های آمیخته همگرا^۲ شکل گرفته است؛ الگویی که در آن داده های کمی و کیفی به صورت مکمل گردآوری و تحلیل می شوند و نتایج آنها در مرحله تفسیر نهایی با یکدیگر تلفیق می گردند (Creswell, 2014; Plano Clark & Ivankova, 2016). در این پژوهش داده های کمی از طریق تحلیل داده های ثانویه و داده های کیفی از طریق تحلیل اسناد و مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان به دست آمده و در نهایت، یافته ها در چارچوب آموزش مهندسی و آموزش معروف تفسیر شده اند. داده های کمی پژوهش از منابع رسمی و معتبر استخراج شده اند. این داده ها شامل آمارهای مربوط به تعداد دانش آموزان رشته ریاضی- فیزیک در دوره متوسطه دوم، روندهای انتخاب رشته تحصیلی و نتایج امتحانات نهایی کشوری و استانی است که توسط وزارت

1- Mixed secondary data analysis

2- Convergent mixed methods design

آموزش و پرورش و نهادهای وابسته منتشر شده‌اند. علاوه بر این، گزارش‌های رسمی سازمان سنجش آموزش کشور درباره عملکرد داوطلبان در درس ریاضی و تغییرات میانگین نمره‌ها و رتبه‌ها در آزمون‌های ورودی آموزش عالی مورد استفاده قرار گرفته است. در سطح بین‌المللی نیز، داده‌های منتشرشده در گزارش‌های رسمی مطالعه تیمز در دوره‌های مختلف، به‌ویژه نتایج مربوط به عملکرد دانش‌آموزان ایرانی در مقایسه با میانگین جهانی و کشورهای منتخب، مبنای تحلیل قرار گرفته‌اند. استفاده از داده‌های ثانویه رسمی در پژوهش‌های آموزشی کلان، به‌عنوان روشی معتبر و قابل اتکا شناخته می‌شود و امکان تحلیل روندها و مقایسه‌های طولی و تطبیقی را فراهم می‌سازد (Johnston, 2017).

در بخش کیفی پژوهش از دو منبع اصلی داده استفاده شده است. نخست، اسناد آموزشی و سیاستی مرتبط با آموزش ریاضیات، آموزش معروف و آموزش مهندسی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این اسناد شامل برنامه‌های درسی رسمی ریاضیات در دوره متوسطه، اسناد بالادستی مرتبط، مقاله‌های منتشرشده و گزارش‌های مرتبط با پیوند دانشگاه و صنعت بوده‌اند. تحلیل این اسناد با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار انجام شده است؛ بدین معنا که مقوله‌های مفهومی اولیه پژوهش شامل افت کمی ریاضیات، افت کیفی عملکرد ریاضی و پیامدهای آن برای آموزش مهندسی، به‌عنوان چارچوب راهنما در فرایند تحلیل به کار گرفته شده‌اند.

منبع دوم داده‌های کیفی مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان بوده است. به‌منظور تعمیق تحلیل‌ها و تفسیر دقیق‌تر یافته‌های آماری و اسنادی، با در نظر گرفتن مقوله اشباع نظری یافته‌ها، ۵ مصاحبه با افراد خبره در حوزه‌های آموزش ریاضی، آموزش مهندسی، سیاست‌گذاری آموزشی و آموزش معروف انجام شده است. انتخاب این افراد به‌صورت هدفمند صورت گرفته و معیارهایی چون برخورداری از تخصص مرتبط، پیشینه حداقل ۱۰ سال فعالیت علمی یا اجرایی و آشنایی مستقیم با چالش‌های آموزش ریاضی یا مهندسی در ایران مدنظر قرار گرفته است. روش نمونه‌گیری هدفمند در پژوهش‌های کیفی، به‌ویژه در مطالعات مبتنی بر دیدگاه‌های تخصصی، روشی پذیرفته‌شده و معتبر تلقی می‌شود (Patton, 2015). طراحی پرسش‌های محوری مصاحبه‌ها با تمرکز بر مسئله اصلی پژوهش صورت گرفت و پرسش‌هایی از این دست را دربرمی‌گرفت: «ریشه‌های افت آموزش ریاضیات در ایران چیست؟»، «این افت چه پیامدهایی برای آموزش مهندسی و علوم پایه دارد؟» و «گسست میان آموزش ریاضیات مدرسه‌ای و نیازهای آموزش مهندسی چگونه شکل گرفته است؟». انتخاب این ابزار با هدف دستیابی به درک عمیق‌تر از ابعاد پنهان و ساختاری مسئله و تکمیل داده‌های اسنادی انجام شد. پس از انجام مصاحبه‌ها، داده‌های کیفی حاصل با بهره‌گیری از روش تحلیل محتوای استقرایی مورد تحلیل قرار گرفت. بدین منظور، ابتدا متن مصاحبه‌ها به‌صورت کامل پیاده‌سازی و چندین بار به‌دقت مرور شد تا پژوهشگر با کلیت داده‌ها و معانی نهفته در آنها آشنا شود. در مرحله بعد، کدهای اولیه بدون پیش‌دوری نظری و براساس مفاهیم برخاسته از داده‌ها استخراج شد. سپس، کدهای مشابه در قالب

مقوله‌های مفهومی دسته‌بندی گردید و درنهایت، مضامین محوری پژوهش از دل این مقوله‌ها شکل گرفت. برای افزایش اعتبار و اعتمادپذیری داده‌های کیفی از راهبردهایی نظیر تنوع منابع داده، بازبینی مکرر کدها و مضامین، و تطبیق یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها با نتایج تحلیل اسنادی استفاده شد. همچنین، به منظور تقویت استحکام تحلیل‌های کیفی، از رویکرد مثلث‌سازی داده‌ها^۱ بهره گرفته شد تا هم‌خوانی و انسجام میان داده‌های حاصل از منابع مختلف مورد بررسی قرار گیرد. این فرایند امکان آن را فراهم ساخت که یافته‌ها نه براساس برداشت فردی پژوهشگر، بلکه بر مبنای الگوهای تکرارشونده و اجماع مفهومی شکل گیرند.

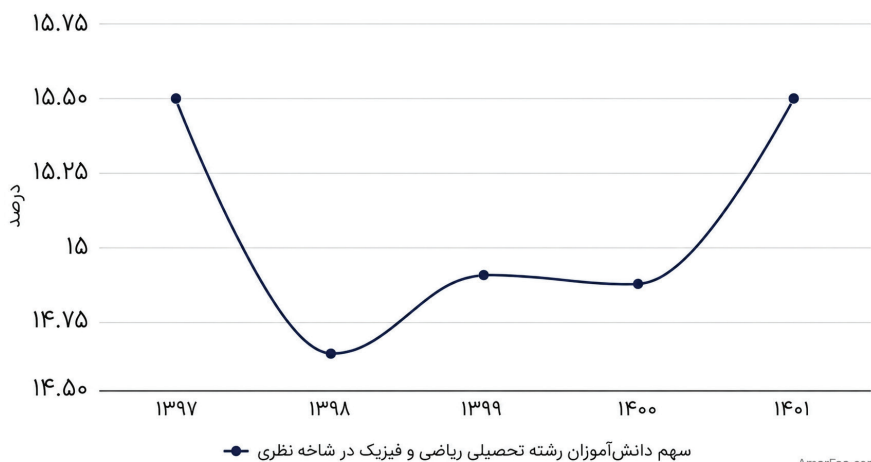
همچنین در تحلیل داده‌های آمیخته (کمی و کیفی)، از ترکیبی از روش‌های تحلیلی استفاده شده است. تحلیل روند برای بررسی تغییرات زمانی در تعداد دانش‌آموزان رشته ریاضی و عملکرد تحصیلی آنها به کار رفته و تحلیل مقایسه‌ای برای مقایسه عملکرد ایران با میانگین جهانی و کشورهای منتخب در مطالعات تیمز مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های کیفی حاصل از اسناد و مصاحبه‌ها نیز با روش تحلیل محتوای کیفی تحلیل شده‌اند. در مرحله نهایی، یافته‌های کمی و کیفی با یکدیگر تلفیق شده و در چارچوب آموزش مهندسی و آموزش معروف تفسیر شده‌اند؛ رویکردی که موجب افزایش قدرت تبیینی و انسجام نتایج پژوهش می‌شود (Creswell & Plano Clark, 2018). به منظور افزایش اعتبار و روایی پژوهش از راهبردهایی چون استفاده از منابع داده‌ای رسمی و معتبر، تنوع بخشی به منابع داده، مقایسه یافته‌های آماری با دیدگاه‌های خبرگان و مستندسازی دقیق مراحل تحلیل استفاده شده است.

۳. نتایج

در این بخش، یافته‌های پژوهش بر اساس تحلیل داده‌های کمی و کیفی استخراج شده از منابع رسمی ملی، گزارش‌های بین‌المللی و اسناد آموزشی، و نیز داده‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان ارائه می‌شود. هدف از این بخش، گزارش نظام‌مند شواهد و الگوهای مشاهده شده درباره وضعیت آموزش ریاضیات در ایران و پیامدهای آن برای آموزش مهندسی و آموزش معروف است. مطابق با رویکرد روش‌شناختی پژوهش، در این بخش صرفاً به توصیف و گزارش یافته‌ها پرداخته می‌شود و تفسیرهای تحلیلی، مقایسه‌های هنجاری و پیشنهاد‌های سیاستی به بخش بحث و نتیجه‌گیری موکول شده‌اند. یافته‌ها در ۴ محور اصلی سازمان‌دهی شده‌اند که به ترتیب به افت کمی آموزش ریاضیات، افت کیفی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان، ریشه‌های ساختاری افت ریاضی و پیامدهای این وضعیت برای آموزش مهندسی و آموزش معروف می‌پردازند.

۳-۱. یافته‌های مرتبط با افت کمی آموزش ریاضیات در ایران
تحلیل داده‌های آماری رسمی نظام آموزشی ایران نشان می‌دهد که آموزش ریاضیات در سال‌های اخیر با یک افت کمی معنادار و مستمر مواجه شده است؛ افتی که به‌طور مستقیم بر ظرفیت بالقوه نظام آموزش مهندسی کشور اثرگذار است. این افت کمی بیش از هر چیز در کاهش تعداد و سهم نسبی دانش‌آموزان رشته ریاضی- فیزیک در دوره متوسطه دوم قابل مشاهده است.

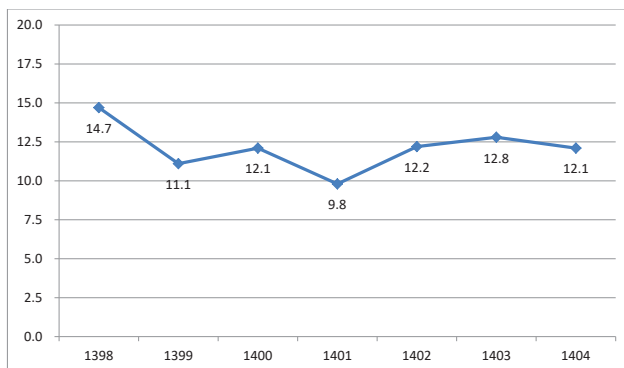
طبق اسناد تاریخی، در سال ۱۳۵۴ شمسی، حدود ۲۹ درصد از دانش‌آموزان دوره متوسطه نظری رشته ریاضی- فیزیک را انتخاب می‌کردند، اما این سهم طی یک روند نزولی تا سال ۱۳۶۱ به حدود ۳/۵ درصد رسید. این کاهش شدید باعث شد که نهادهای آموزشی در آن دوره اقداماتی نظیر تشکیل کارگروه بررسی عوامل بی‌علاقگی به ریاضی برنامه‌ریزی کنند، که نتیجه آن افزایش سهم این رشته تا حدود ۳۱/۴ درصد در سال ۱۳۷۹-۱۳۸۰ شمسی بود. با این حال، از ابتدای دهه ۸۰ شمسی دوباره روند نزولی سهم رشته ریاضی- فیزیک آغاز شد. تحلیل داده‌های پنج‌ساله (۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱) همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌کنید، نیز روندی متغیر اما در مجموع کاهشی را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۹۷ سهم رشته ریاضی- فیزیک برابر با ۱۵/۴۷ درصد بوده که در سال ۱۳۹۸ به ۱۴/۵۹ درصد کاهش یافته است. در سال ۱۳۹۹ این سهم اندکی به ۱۴/۸۶ درصد رسید و در سال ۱۴۰۰ تقریباً ثابت ماند (۱۴/۸۳ درصد)، و در سال ۱۴۰۱ دوباره افزایش یافت (۱۵/۴۸ درصد). این الگوی نوسانی اگرچه یک بازگشت نسبی را در سال‌های پایانی نشان می‌دهد، هم‌چنان در سطحی پایین‌تر از دوره‌های پیش‌تر قرار دارد.



شکل ۱. سهم دانش‌آموزان رشته ریاضی- فیزیک در شاخه نظری (۱۳۹۷-۱۴۰۱)^۱

براساس داده‌های رسمی از سوی آموزش و پرورش برای سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲، سهم رشته ریاضی- فیزیک در شاخه نظری در حدود ۱۶ درصد بوده است، که اگرچه نسبت به سال‌های بسیار پایین و همانند ۹۹-۱۳۹۸ افزایش اندکی را نشان می‌دهد، اما همچنان پایین‌تر از سطح‌های تاریخی دهه‌های گذشته است و کاهش بلندمدت را تأیید می‌کند. این روند کمی نزولی به این معناست که پایه ورودی بالقوه برای رشته‌های مهندسی و علوم پایه در سطح متوسطه دوم به طور چشمگیری کم شده است. کاهش سهم دانش‌آموزان رشته ریاضی- فیزیک از حدود یک سوم کل شاخه نظری در دهه ۵۰ و ۶۰ به حدود نیم آن در دهه ۱۳۹۰، و سپس به حدود ۱۰ تا ۱۶ درصد در دهه اخیر، نشان می‌دهد که تصمیم ورود دانش‌آموزان به مسیرهای مرتبط با ریاضیات و مهندسی به طور پیوسته کاهش یافته است. این کاهش ورودی کمی به آموزش عالی، به ویژه در رشته‌های مهندسی، شواهد روشنی از تضعیف ذخیره انسانی متخصص در حوزه‌های کلیدی علمی و فناوری فراهم می‌کند.

بررسی روند تغییرات سهم دانش‌آموزان رشته ریاضی- فیزیک شرکت‌کننده در کنکور سراسری در بازه پنج ساله اخیر نشان می‌دهد که این روند دارای نوسانات سالانه بوده و به صورت یکنواخت و پیوسته کاهشی نبوده است. همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، سهم این رشته در برخی سال‌ها با افزایش یا ثبات نسبی همراه بوده و الگویی نوسانی (سینوسی) را نشان می‌دهد. با این حال، مقایسه مقدار این شاخص در سال ۱۴۰۴ با سال ۱۳۹۸ بیانگر آن است که علی‌رغم این نوسانات، سطح نهایی سهم رشته ریاضی- فیزیک به سطح آغازین بازنگشته و در مجموع کاهش نسبی را تجربه کرده است. این الگو نشان می‌دهد که مسئله اصلی نه یک افت شدید کوتاه‌مدت، بلکه عدم بازیابی پایدار سهم رشته ریاضی- فیزیک در ترکیب داوطلبان کنکور سراسری است. در مقابل، افزایش سهم رشته‌های دیگر، به ویژه علوم تجربی، موجب تغییر تدریجی ترکیب ورودی بالقوه آموزش عالی، به ویژه در رشته‌های مهندسی و علوم پایه، شده است.



شکل ۲. روند کاهشی و سهم اندک شرکت‌کنندگان کنکور سراسری رشته ریاضی- فیزیک از کل دانش‌آموزان متوسطه دوم ۱۳۹۸-۱۴۰۴

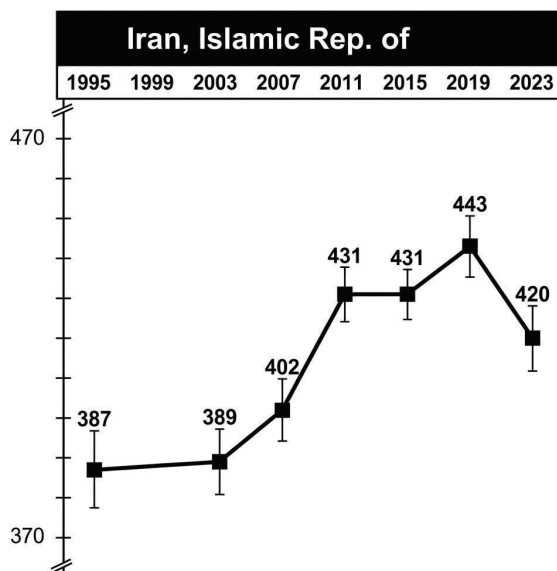
بررسی الگوی توزیع داوطلبان کنکور سراسری برحسب رشته تحصیلی و سطح عملکرد تحصیلی نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، حتی در میان گروهی از دانش‌آموزان با عملکرد تحصیلی متوسط و بالاتر، تمایل به انتخاب رشته ریاضی- فیزیک کاهش یافته است. این الگو، که از مقایسه سهم داوطلبان رشته ریاضی با سایر رشته‌ها در میان گروه‌های عملکردی مختلف استنباط می‌شود، حاکی از آن است که رشته‌های دیگر، به‌ویژه علوم تجربی، به‌عنوان گزینه‌هایی با خطر کمتر یا بازده کوتاه‌مدت قابل پیش‌بینی‌تر تلقی شده‌اند. افزون بر این، تحلیل نسبت دانش‌آموزان رشته ریاضی- فیزیک به کل دانش‌آموزان دوره متوسطه دوم نشان می‌دهد که افت مشاهده‌شده را نمی‌توان صرفاً به تغییرات جمعیتی یا کاهش کلی جمعیت دانش‌آموزی نسبت داد، بلکه این روند بازتاب تغییر تدریجی ترجیح آموزشی و ساختار انگیزشی حاکم بر نظام آموزش است. از منظر آموزش مهندسی این تغییر الگو به کاهش دامنه و کیفیت بالقوه ورودی‌های رشته‌های مهندسی و علوم پایه منجر شده و ترکیب ورودی آموزش عالی را به تدریج دگرگون کرده است.

بررسی تحولات جمعیت دانشجویی در آموزش عالی کشور نشان می‌دهد که افت کمی آموزش ریاضیات در سطح مدرسه پیامدهای مستقیمی در حوزه علوم پایه و فنی و مهندسی دارد. داده‌های رسمی حاکی از آن است که طی سال‌های تحصیلی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ تا ۱۴۰۲-۱۴۰۱، جمعیت دانشجویان علوم پایه ۲۷ درصد و تعداد دانش‌آموختگان این حوزه ۳۹ درصد کاهش یافته است. هرچند سهم دانشجویان علوم پایه در این دوره حدود ۶ درصد از کل جمعیت دانشجویی کشور باقی مانده، اما این میزان پاسخ‌گوی نیازهای علمی و فناوریانه، به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند ریاضیات محض و علوم نوظهور ازجمله علوم کوانتومی نیست. وضعیت در گروه فنی و مهندسی بحرانی‌تر است؛ به‌گونه‌ای که در همین بازه زمانی، جمعیت دانشجویان این گروه ۵۱ درصد و دانش‌آموختگان آن ۵۳ درصد کاهش یافته و سهم آنها از کل جمعیت دانشجویی کشور از ۳۱ درصد به ۲۲ درصد تنزل یافته است. این روند نزولی، که در تضاد با جایگاه پیشین ایران در میان کشورهای پیشرو از نظر جمعیت دانشجویان فنی و مهندسی قرار دارد، امتداد طبیعی افت کمی و کیفی آموزش ریاضیات در دوره‌های پیشین تلقی می‌شود. کاهش گرایش به رشته ریاضی- فیزیک در آموزش متوسطه، به کاهش ورودی‌های کمی و کیفی دانشگاه‌ها در رشته‌های مبتنی بر ریاضیات انجامیده و در صورت تداوم، می‌تواند به تضعیف ظرفیت علمی، مهندسی و صنعتی کشور و افزایش وابستگی به نیروی انسانی خارج از کشور منجر شود. این یافته‌ها ضرورت بررسی عمیق‌تر ابعاد کیفی و ساختاری این پدیده را برجسته می‌سازد.

۲-۳. یافته‌های مرتبط با افت کیفی آموزش ریاضیات در ایران

یکی از محورهای کلیدی بررسی وضعیت آموزش ریاضیات در ایران، تحلیل کیفیت عملکرد دانش‌آموزان در سنجش‌های بین‌المللی است، زیرا این ارزیابی‌ها شاخصی معتبر برای سنجش توانایی‌های بنیادی

در ریاضیات و کاربرد آن در حل مسئله است. ازمیان شاخص های بین المللی، مطالعه آزمون بین المللی پیشرفت تحصیلی ریاضی و علوم (تیمز) یکی از معتبرترین ابزارهای مقایسه ای است که هر ۴ سال یک بار انجام می شود و نتایج آن امکان مقایسه عملکرد دانش آموزان کشورهای مختلف را فراهم می آورد. در آخرین دوره برگزار شده این مطالعه، یعنی تیمز (۲۰۲۳)، نتایج عملکرد دانش آموزان ایرانی در ریاضیات نشان دهنده افت کیفی قابل توجه در مقایسه با دوره های گذشته و نیز میانگین جهانی است. براساس گزارش رسمی مطالعه تیمز همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود، میانگین نمره دانش آموزان پایه هشتم ایران در ریاضیات ۴۲۳ نمره بوده است، درحالی که میانگین جهانی این آزمون ۵۰۰ نمره گزارش شده است که این فاصله محسوس عملکرد ایران را نسبت به استاندارد جهانی آشکار می کند. توزیع سطوح عملکرد دانش آموزان ایرانی در مطالعه تیمز، به ویژه تمرکز بخش قابل توجهی از دانش آموزان در سطوح پایین مهارتی، نشان می دهد که مسئله اصلی صرفاً کاهش میانگین نمرات نیست، بلکه نابرابری کیفی در یادگیری ریاضیات است. این الگو بیانگر آن است که نظام آموزشی در پرورش مهارت های پایه ای برای بخش بزرگی از دانش آموزان با چالش مواجه است و تنها درصد اندکی به سطوح پیشرفته استدلال و حل مسئله دست می یابند. چنین ساختاری ظرفیت نظام آموزشی برای تربیت نیروی انسانی مستعد در حوزه های ریاضی محور را به طور نظام مند محدود می کند.

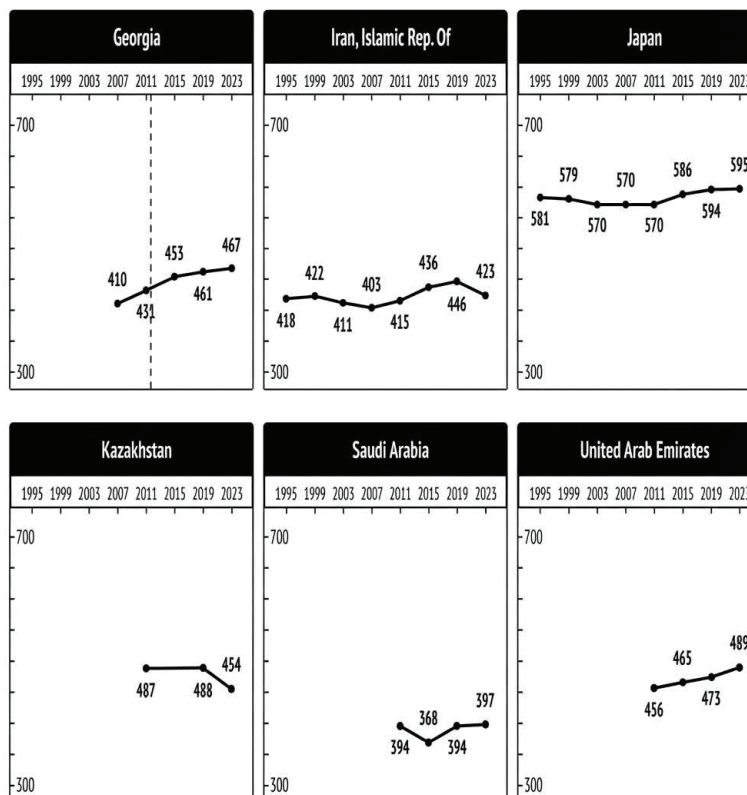


شکل ۳. نمودار «میانگین نمره ریاضی دانش آموزان ایرانی (پایه هشتم)» در مطالعه تیمز در سال های ۱۹۹۵-۲۰۲۳

این فاصله با داده‌های دوره‌های پیش نیز تطبیق داده شده است و نشان می‌دهد که ایران نه تنها نتوانسته عملکرد خود را به سطح میانگین جهانی نزدیک کند، بلکه در مقایسه با دوره تیمز سال ۲۰۱۹ در سال ۲۰۲۳ نیز کاهش محسوس نمره داشته است. براساس گزارش‌های رسمی و رسانه‌ای، نمره ریاضی پایه چهارم در ایران در تیمز (۲۰۱۹) حدود ۴۴۳ نمره بوده است، حال آنکه در تیمز (۲۰۲۳) این نمره به ۴۲۰ نمره کاهش یافته است؛ این افت عملکرد همچنین نشان‌دهنده کاهش کیفیت یادگیری ریاضیات در دوره ابتدایی است. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، عملکرد دانش‌آموزان ایران در ریاضی هشتم در مقایسه با ژاپن و برخی کشورهای منطقه از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ قابل نقد است. عملکرد ایران در سال ۲۰۲۳ ضعیف‌تر از چهار کشور قزاقستان، امارات، گرجستان و ژاپن است ولی از عربستان بهتر است. وضعیت ایران در مقایسه با ژاپن نشان می‌دهد که امتیاز ژاپن در بازه زمانی (۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳) ۱۰۴ امتیاز افزایش داشته و از ۴۹۱ به ۵۹۵ افزایش یافته است. گرجستان نیز در بازه زمانی (۲۰۰۷ تا ۲۰۲۳) امتیاز خود را از ۴۱۰ به ۴۶۷ افزایش داده ولی ایران در بازه زمانی (۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳) فقط ۵ امتیاز وضعیت خود را ارتقا داده است. در سال ۲۰۲۳ ایران با افت ۲۳ امتیازی، امتیاز ۴۳۶ سال ۲۰۱۹ را به ۴۲۳ تنزل داده است.

آمارهای تکمیلی مربوط به سطوح عملکرد نیز چشم‌انداز نگران‌کننده‌ای را ترسیم می‌کنند. براساس گزارش‌های مرکز تیمز، تنها حدود ۱ درصد از دانش‌آموزان ایرانی در سطح پیشرفته قرار دارند، درحالی‌که درصد قابل توجهی از دانش‌آموزان، حدود ۵۹ درصد، در سطوح پایین عملکرد قرار داشته‌اند. این توزیع نابرابر سطوح مهارتی، به‌ویژه در حوزه‌های پایه‌ای ریاضی، نشان‌دهنده ضعف بنیادین در توانایی دانش‌آموزان برای حل مسائل پیچیده‌تر و کاربردی‌تر است، موضوعی که برای موفقیت در مباحث مهندسی و معروف اهمیت حیاتی دارد. از منظر جایگاه نسبی کشور، نتایج تیمز (۲۰۲۳) نشان می‌دهد که دانش‌آموزان ایرانی در ریاضی پایه چهارم در میان ۶۴ کشور شرکت‌کننده، رتبه ۵۴ را کسب کرده‌اند، میانگین نمره ریاضی دانش‌آموزان پایه چهارم ایران ۴۲۰ گزارش شده است، درحالی‌که میانگین جهانی این آزمون ۵۰۰ است. این فاصله قابل توجه نشان می‌دهد که عملکرد ایران در این پایه نه تنها پایین‌تر از میانگین جهانی، بلکه از همه کشورهای منطقه به جز عربستان در سطح پایین‌تری قرار دارد. از آنجا که پایه چهارم یکی از مقاطع کلیدی در شکل‌گیری بنیان‌های یادگیری ریاضیات محسوب می‌شود، این نتایج بیانگر ضعف زود هنگام در آموزش ریاضی است که می‌تواند به صورت تجمعی در پایه‌های بالاتر، از جمله پایه هشتم، تشدید شود.

در ریاضی پایه هشتم نیز عملکرد ایران در مقایسه با بسیاری از کشورهای منطقه و جهان پایین‌تر بوده است. این رتبه‌بندی نسبت به داده‌های پیشین نیز نشان‌دهنده یک جابه‌جایی منفی است که حاکی از افت کیفیت یادگیری است. علاوه بر این، نتایج عملکرد دانش‌آموزان در ریاضیات در تیمز (۲۰۲۳) نشان داده است که سهم بزرگی از دانش‌آموزان در سطوح پایین مهارت ریاضی قرار دارند و



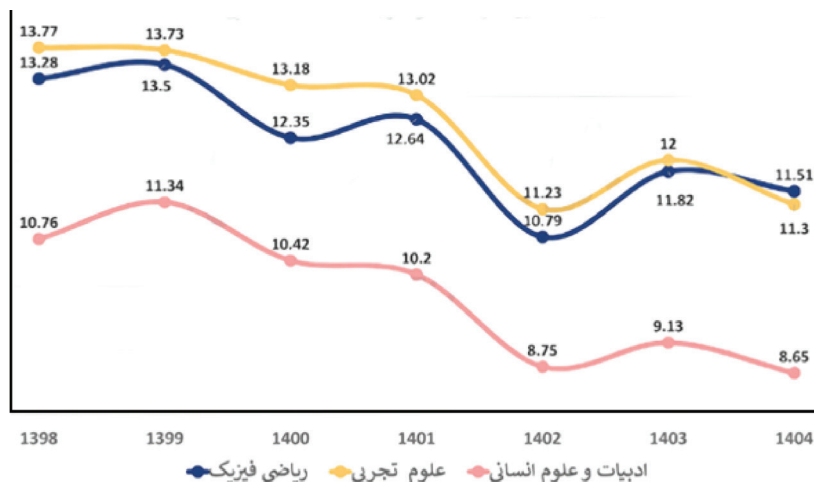
شکل ۴. عملکرد درس ریاضی پایه هفتم ایران در مطالعه تیمز ۲۰۲۳ در مقایسه با کشورهای دیگر^۱

درصد بسیار اندکی از آنها به سطوح بالای مهارت رسیده‌اند. این الگو، که در مطالعات بین‌المللی بارها به‌عنوان نشانه‌ای از ضعف در «تفکر ریاضی عمیق» و «استدلال ریاضی» مطرح شده است، نشان می‌دهد که بسیاری از دانش‌آموزان نه تنها به مهارت‌های پایه‌ای تسلط ندارند بلکه در مواجهه با مسائل چندمرحله‌ای، منطقی و مفهومی با چالش جدی روبه‌رو هستند. این نتایج، به‌صورت یکپارچه در شکل ۳ منعکس شده و نشان می‌دهد که میانگین عملکرد دانش‌آموزان ایرانی در ریاضیات نه تنها پایین‌تر از میانگین جهانی است، بلکه در مقایسه با بسیاری از کشورهای منطقه و برخی کشورهایی که به‌طور سنتی در آموزش ریاضیات قوی محسوب می‌شوند، فاصله معناداری دارد. این فاصله کیفی زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که آن را در زمینه اهداف آموزش معروف و آموزش مهندسی قرار دهیم؛ زیرا توانایی در ریاضیات مفهومی و کاربردی یکی از مؤلفه‌های جدایی‌ناپذیر توانمندی در این حوزه‌هاست.

یکی دیگر از شواهد مهم افت کیفی آموزش ریاضیات در ایران، نتایج حاصل از امتحانات نهایی سراسری است که به عنوان یکی از رسمی ترین و فراگیرترین ابزارهای سنجش عملکرد تحصیلی دانش آموزان در سطح کشور شناخته می شود. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می کنید، داده های منتشرشده از سوی مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش نشان می دهد که سطح عملکرد تحصیلی دانش آموزان در پایان دوره متوسطه دوم با افتی معنادار و نگران کننده مواجه شده است؛ افتی که نه تنها به یک رشته یا سال تحصیلی خاص محدود نمی شود، بلکه بیانگر یک روند ساختاری در نظام آموزشی کشور است.

بر اساس گزارش رسمی مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش، میانگین کل نمرات دانش آموزان پایه دوازدهم در امتحانات نهایی سال تحصیلی ۱۴۰۴ در مجموع رشته های نظری (ریاضی فیزیک، علوم تجربی، علوم انسانی و علوم و معارف اسلامی) برابر با ۱۰/۱۵ اعلام شده است. این مقدار در شرایطی گزارش شده است که در اسناد برنامه هفتم توسعه، ارتقای تدریجی کیفیت یادگیری و افزایش میانگین نمرات دانش آموزان به عنوان یکی از اهداف کلان نظام آموزشی در افق اجرای برنامه مورد تأکید قرار گرفته است. تحلیل تفکیکی نتایج امتحانات نهایی نشان می دهد که این افت، در رشته های مختلف با شدت متفاوتی بروز یافته است. میانگین نمرات پایه دوازدهم در آزمون نهایی خردادماه ۱۴۰۴ در رشته علوم تجربی ۱۱/۳۰، در رشته ریاضی فیزیک ۱۱/۵۱، در رشته علوم و معارف اسلامی ۱۰/۹۰ و در رشته ادبیات و علوم انسانی ۸/۶۵ گزارش شده است. بررسی تغییرات سالانه نمرات نیز نشان می دهد که در رشته ادبیات و علوم انسانی کاهش ۰/۴۲-، نمره، در رشته علوم تجربی کاهش ۰/۲۲- رخ داده است؛ درحالی که رشته ریاضی فیزیک تنها افزایش بسیار محدود ۰/۲۵- نمره ای را تجربه کرده است. این افزایش اندک نیز در سطحی نیست که بتواند نشانه ای از بهبود معنادار کیفیت یادگیری تلقی شود. روند تغییر میانگین نمرات دانش آموزان در امتحانات نهایی پایه دوازدهم در شکل ۵ قابل مشاهده است.

اهمیت این یافته ها زمانی بیشتر می شود که نتایج امتحانات نهایی به عنوان یکی از مؤلفه های مؤثر در سنجش شایستگی علمی دانش آموزان و مسیر ورود آنها به آموزش عالی در نظر گرفته شود. میانگین های پایین نمرات، به ویژه در درس هایی که نیازمند درک مفهومی، استدلال و حل مسئله اند، نشان می دهد که بخش قابل توجهی از دانش آموزان در دستیابی به حداقل های یادگیری مورد انتظار ناکام مانده اند. در همین راستا، وزیر آموزش و پرورش نیز در مهرماه سال ۱۴۰۴، ضمن تأیید افت تحصیلی دانش آموزان، از افت ۴۳ درصدی عملکرد تحصیلی در این سال خبر داده است. به گفته وی، عواملی همچون تعطیلی های ناخواسته ناشی از ناترازی انرژی، آلودگی هوا و نیز شکاف میان برنامه درسی موجود با نیازهای علمی و مهارتی روز از جمله دلایل اصلی این افت محسوب می شوند. این اظهارات در کنار داده های آماری رسمی نشان می دهد که افت کیفی عملکرد تحصیلی دانش آموزان پدیده ای مقطعی یا تصادفی نیست، بلکه ریشه در چالش های ساختاری نظام آموزشی دارد.



شکل ۵. روند میانگین نمرات دانش آموزان در امتحانات نهایی^۱

یکی دیگر از شواهد معنادار افت کیفی آموزش ریاضیات در ایران را می توان در روند عملکرد دانش آموزان ایرانی در المپیاد جهانی ریاضی مشاهده کرد. بررسی نتایج ایران در سال های اخیر نشان می دهد که حتی در این سطح نخبه پرور نیز روندی نزولی و نگران کننده شکل گرفته است. براساس داده های موجود، جایگاه ایران در المپیاد جهانی ریاضی طی سال های اخیر با افت محسوسی همراه بوده است. ایران در سال ۲۰۲۲، از میان ۱۰۴ کشور شرکت کننده، رتبه هشتم جهان را به خود اختصاص داده بود؛ این رتبه در سال ۲۰۲۳، از میان ۱۱۲ کشور، به رتبه یازدهم تنزل یافت و در سال ۲۰۲۴، از میان ۱۰۸ کشور شرکت کننده، به رتبه نوزدهم سقوط کرد. این تغییرات نشان می دهد که ایران در فاصله ای کوتاه، یعنی طی دو سال، ۱۱ پله افت رتبه جهانی را تجربه کرده است؛ افتی که نمی توان آن را صرفاً به نوسانات مقطعی یا تصادفی نسبت داد. اهمیت این روند نزولی زمانی آشکارتر می شود که عملکرد اخیر ایران با جایگاه تاریخی آن در المپیاد ریاضی مقایسه شود. ایران در سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۷ موفق شده بود رتبه پنجم جهان را در میان کشورهای شرکت کننده کسب کند؛ جایگاهی که بیانگر عمق توان علمی، نظام شناسایی استعدادها و کیفیت آموزش ریاضیات در آن دوره بوده است. مقایسه این جایگاه با رتبه های سال های اخیر نشان می دهد که فاصله معناداری میان وضعیت کنونی و دوران اوج عملکرد ایران در المپیاد ریاضی ایجاد شده است. افت جایگاه ایران در المپیاد جهانی ریاضی، به عنوان شاخصی از عملکرد دانش آموزان مستعد، نشان می دهد که چالش های کیفی آموزش ریاضیات محدود به سطح عمومی نیست و حتی فرایند شناسایی و پرورش استعدادهای برتر را نیز تحت تأثیر قرار داده است.

فاصله ایجاد شده میان جایگاه تاریخی ایران و عملکرد سال‌های اخیر، حاکی از تضعیف پیوستار تربیت نخبگان ریاضی از سطوح پایه تا سطوح پیشرفته است؛ پیوستاری که نقش مهمی در تأمین سرمایه انسانی برای علوم پایه و مهندسی ایفا می‌کند.

هم‌زمانی افت میانگین نمرات امتحانات نهایی در چند رشته نظری، نشان می‌دهد که کاهش عملکرد تحصیلی پدیده‌ای رشته‌محور یا موردی نیست، بلکه بازتابی از ضعف عمومی در کیفیت یادگیری مفهومی است. پایین بودن میانگین نمرات در درس‌هایی که نیازمند استدلال و حل مسئله‌اند، بیانگر آن است که بخش قابل توجهی از دانش‌آموزان به حداقل‌های مورد انتظار برنامه درسی دست نیافته‌اند. این یافته نشان می‌دهد که سازوکارهای فعلی آموزش و ارزشیابی نتوانسته‌اند یادگیری عمیق و پایدار را تضمین کنند. به‌طور خلاصه، یافته‌های مرتبط با عملکرد دانش‌آموزان ایران در آزمون‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که کیفیت یادگیری ریاضیات در سطوح پایه و متوسطه در ایران دچار افت بوده و در مقایسه با میانگین جهانی و دوره‌های گذشته کاهش داشته است و این افت کیفی می‌تواند به‌عنوان یک نشانه کلیدی از چالش‌های بنیادین در پرورش مهارت‌های ریاضی دانش‌آموزان و آماده‌سازی آنها برای ورود به آموزش عالی به‌ویژه رشته‌های مهندسی تلقی شود. این یافته‌ها در کنار سایر داده‌های تحلیل‌شده در بخش‌های دیگر مقاله، ضرورت بازنگری در رویکردهای آموزشی، برنامه درسی و سازوکارهای تدریس ریاضیات را برجسته می‌سازد.

۳-۳. ریشه‌های ساختاری و زمینه‌ای افت ریاضی در ایران

افت کمی و کیفی ریاضی در ایران نه یک پدیده ساده، بلکه نتیجه فرایندی چندعاملی و ساختاری است که متأثر از چالش‌های عمیق محیطی، ضعف در نهادهای آموزشی پایه و فقدان یکپارچگی در برنامه درسی است. به‌منظور شناسایی ریشه‌های ساختاری و زمینه‌ای افت آموزش ریاضیات در ایران، داده‌های کیفی پژوهش از طریق تحلیل اسناد و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته مورد بررسی قرار گرفت. مجموعه اسناد تحلیل‌شده شامل برنامه‌های درسی رسمی ریاضیات دوره متوسطه، اسناد بالادستی مرتبط با آموزش علوم و مهندسی، گزارش‌های رسمی آموزشی و پژوهش‌های سیاستی منتشرشده در حوزه آموزش ریاضی و آموزش مهندسی بود. افزون بر این، ۵ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان حوزه آموزش ریاضی، آموزش مهندسی و سیاست‌گذاری آموزشی انجام شد که انتخاب آنها به‌صورت هدفمند و براساس معیار تخصص، پیشینه حرفه‌ای و آشنایی مستقیم با چالش‌های آموزش ریاضیات صورت گرفت.

تحلیل داده‌های کیفی براساس رویکرد تحلیل محتوای کیفی استقرایی و با بهره‌گیری از فرایند کدگذاری نظام‌مند انجام شد. در گام نخست، کدگذاری باز صورت گرفت؛ بدین معنا که متن اسناد و مصاحبه‌ها به‌صورت خط‌به‌خط و بدون پیش‌داوری نظری مورد بررسی قرار گرفت و مفاهیم معنادار اولیه استخراج شد. در این مرحله، گزاره‌هایی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به تبیین افت آموزش

ریاضیات، کیفیت یادگیری، ساختار برنامه درسی و پیوند آموزش مدرسه‌ای با آموزش مهندسی اشاره داشتند، به عنوان کدهای اولیه ثبت شدند. در گام دوم، کدگذاری محوری انجام شد. در این مرحله کدهای باز براساس شباهت مفهومی، پیوند علی و هم‌پوشانی معنایی، در قالب مقوله‌های میانی سازمان‌دهی شدند. این فرایند به شناسایی الگوهای تکرارشونده در داده‌ها انجامید و امکان ارتباط‌دهی میان عوامل آموزشی، ساختاری و سیاستی را فراهم ساخت. در گام سوم، کدگذاری انتخابی صورت گرفت که طی آن، مقوله‌های محوری در قالب مضامین اصلی پژوهش سامان‌دهی شدند. این مضامین بیانگر سازوکارهای کلان و الگوهای غالبی‌اند که به‌طور نظام‌مند در تبیین افت کمی و کیفی آموزش ریاضیات در ایران نقش دارند. هر یک از مضامین نهایی براساس تکرار و تأیید در هر دو منبع داده‌ای (اسناد و مصاحبه‌ها) انتخاب شد. به‌منظور افزایش شفافیت و قابلیت ردیابی داده‌ها، در جدول ۱ برای هر مضمون اصلی، نوع منبع استخراج (اسناد، مصاحبه‌ها یا هر دو) مشخص شده است. این امر امکان پیگیری مسیر شکل‌گیری مضامین از داده‌های خام تا سطوح مفهومی بالاتر را فراهم می‌سازد. همچنین، برای افزایش اعتبار تحلیل کیفی، از راهبردهایی نظیر تنوع منابع داده، بازبینی مکرر فرایند کدگذاری و تطبیق یافته‌های اسنادی با دیدگاه‌های خبرگان استفاده شد.

جدول ۱. مضامین اصلی استخراج‌شده از تحلیل اسناد و مصاحبه‌های خبرگان درباره افت آموزش ریاضیات در ایران

مضمون اصلی	توصیف	منبع
غلبه رویکرد آزمون محور	تمرکز نظام آموزشی بر امتحانات نهایی و کنکور که منجر به یادگیری سطحی و تکنیک محور شده است	اسناد و مصاحبه‌ها
تضعیف تفکر ریاضی مفهومی	کاهش تأکید بر استدلال، اثبات و حل مسائل غیرروتین در تحلیل کتاب‌های درسی	مصاحبه‌ها
گسست مدرسه و آموزش مهندسی	عدم پیوند نظام‌مند میان ریاضیات مدرسه‌ای و کاربردهای مهندسی و علمی	اسناد و مصاحبه‌ها
فقدان رویکرد استم	نبود چارچوب عملیاتی برای آموزش بین‌رشته‌ای ریاضی، علوم و مهندسی	اسناد و مصاحبه‌ها
ضعف در بنیان‌های آموزش ابتدایی	بی‌توجهی به مقطع ابتدایی	مصاحبه
فقدان استانداردهای آموزشی و عوامل اقتصادی	نبود استانداردهای آموزشی ریاضیات مدرسه‌ای و تضمین شغل	اسناد و مصاحبه‌ها
کاهش معنا و انگیزه یادگیری	ادراک ریاضیات به عنوان دانشی انتزاعی و غیرکاربردی	مصاحبه‌ها

نخستین و پررنگ‌ترین مضمون استخراج‌شده، غلبه رویکرد آزمون محور بر آموزش ریاضیات است. تحلیل اسناد رسمی و برنامه‌های درسی نشان می‌دهد که اگرچه در سطح اهداف کلان به پرورش تفکر، خلاقیت و حل مسئله اشاره شده است، اما در سطح اجرا، ساختار ارزشیابی و سنجش به‌شدت بر آزمون‌های استاندارد، امتحانات نهایی و کنکور متمرکز است. این ناهم‌خوانی میان اهداف و ابزارهای

سنجش، به طور مستقیم در اظهارات خبرگان نیز بازتاب یافته است. مصاحبه شوندگان تأکید داشتند که منطق آزمون محوری، عملاً جهت گیری تدریس را از فهم مفهومی به سمت آموزش فنون سریع و قابل سنجش سوق داده و یادگیری ریاضیات را به مجموعه ای از مهارت های کوتاه مدت و سطحی تقلیل داده است.

دومین مضمون کلیدی استخراج شده، تضعیف تفکر ریاضی مفهومی و استدلالی در برنامه های درسی و رویه های آموزشی است. براساس داده های کیفی حاصل از مصاحبه های نیمه ساختاریافته با خبرگان، تحلیل ها و داوری های علمی آنها درباره محتوای کتاب های درسی ریاضی نشان می دهد که سهم فعالیت های مبتنی بر استدلال، اثبات، مدل سازی و مسئله های باز، در مقایسه با تمرین های خوارزمی/ الگوریتمی و تکراری کاهش یافته است. این الگو در اظهارات اغلب مصاحبه شوندگان به طور مکرر مورد تأکید قرار گرفت؛ به گونه ای که خبرگان یکی از ریشه های اصلی افت عملکرد دانش آموزان در آزمون های بین المللی را ناتوانی آنها در مواجهه با مسائل غیرروزمه و چندمرحله ای دانستند. از منظر آنها، ریاضیات مدرسه ای در عمل بیش از آنکه به «فهم مفهومی» منجر شود، به «اجرای دستورالعمل ها و خوارزمی ها/ الگوریتم ها» محدود شده است.

سومین مضمون استخراج شده، گسست ساختاری میان آموزش ریاضیات مدرسه ای و آموزش مهندسی و علوم کاربردی است. بررسی اسناد آموزشی نشان می دهد که پیوند نظام مند و روش مندی میان محتوای ریاضیات مدرسه و نیازهای واقعی رشته های مهندسی و معروف به طور شفاف تعریف نشده است. این گسست در اظهارات خبرگان نیز به عنوان یکی از چالش های بنیادین مطرح شد؛ به ویژه آنکه بسیاری از دانشجویان ورودی به رشته های مهندسی، برخلاف گذراندن واحدهای متعدد ریاضی، در استفاده از ریاضیات در مدل سازی مسائل مهندسی ناتوان اند. این وضعیت نشان می دهد که ریاضیات در مدرسه بیشتر به عنوان دانشی مستقل و جدا از کاربردهای فئاورانه آموزش داده می شود. چهارمین مضمون مهم، فقدان رویکرد بین رشته ای و آموزش استم به مثابه یک نیاز راهبردی است. تحلیل اسناد حاکی از آن است که اگرچه در سال های اخیر به آموزش معروف اشاره هایی صورت گرفته، اما این رویکرد هنوز به صورت ساختاری و عملیاتی در برنامه های درسی ملی و در حوزه ریاضیات نهادینه نشده است.

پنجمین مضمون ضعف در بنیان های آموزش ابتدایی است. بی توجهی به مقطع ابتدایی یکی از دلایل اصلی افت ریاضی است. نمره های بسیار پایین دانش آموزان ایرانی در پایه چهارم در مطالعه تیمز، نشان دهنده کیفیت پایین یادگیری و آموزش در مقطع ابتدایی کشور است. یکی از مصاحبه کنندگان اشاره کرد:

«یکی از دلایل مهم این کیفیت پایین، بی توجهی به اهمیت آموزگاران، جایگاه آنان و همچنین آموزش های پیش خدمت و ضمن خدمت اونهاست. تأسیس دانشگاه

فرهنگیان بدون برنامه ریزی، بدون تأمین امکانات مورد نیاز (از جمله محیط‌های مناسب آموزش معلمان)، و جلوگیری از استخدام فارغ التحصیلان دانشگاه‌های دیگر در آموزش و پرورش، از جمله «زلزله‌های» اتفاق افتاده در نظام آموزشی است که بر کیفیت معلمان تأثیر منفی گذاشته است.»

ششمین مضمون فقدان استانداردهای آموزشی و عوامل اقتصادی است. به تعبیر یکی از مصاحبه‌کنندگان: «نبود استانداردهای آموزشی ریاضیات مدرسه‌ای باعث شده است که کتاب‌های درسی سلیقه‌ای نوشته شوند و معیاری برای ارزشیابی آنها وجود نداشته باشد.»

علاوه بر این، نبود تضمین موقعیت شغلی مناسب پس از دانش‌آموختگی در رشته‌های مرتبط با ریاضی، باعث شده است که دانش‌آموزان خوب و مستعد از این رشته‌ها رویگردان شوند و به رشته‌های دیگر سوق یابند. این هدفمند نبودن دانش‌آموختگی در نهایت به بی‌هدفی و بی‌کاری در جامعه منجر می‌شود. خبرگان نیز بر این نکته تأکید داشتند که آموزش ریاضیات بدون پیوند با علوم، فناوری و مهندسی نمی‌تواند نقش راهبردی خود را در تربیت نیروی انسانی خلاق و نوآور ایفا کند و این مسئله به‌طور مستقیم به کاهش انگیزه و معنا در یادگیری ریاضیات منجر شده است و پیامدهای بلندمدتی برای آموزش مهندسی و تحقق اهداف آموزش معروف در کشور به همراه دارند.

۳-۴. پیامدها برای آینده آموزش مهندسی و آموزش معروف
تحلیل یافته‌های کمی و کیفی پژوهش نشان می‌دهد که افت ریاضیات در ایران صرفاً یک مسئله آموزشی محدود به دوره مدرسه نیست، بلکه پیامدهایی عمیق، زنجیره‌ای و بلندمدت برای آینده آموزش مهندسی، علوم پایه و تحقق رویکرد آموزش معروف در کشور به همراه دارد. این پیامدها در سطح ورودی‌های آموزش عالی، کیفیت فرایند یاددهی-یادگیری در دانشگاه، و نهایتاً ظرفیت نوآوری و توسعه فناوری کشور قابل مشاهده است. داده‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان نیز این پیامدها را به‌طور مکرر و با تأکید بالا برجسته کرده‌اند.

نخستین پیامد اساسی تضعیف کیفیت علمی ورودی‌های رشته‌های مهندسی و علوم پایه است. خبرگان مصاحبه‌شونده همگی بر این نکته تأکید داشتند که کاهش کمی و کیفی آموزش ریاضیات در دوره متوسطه، به افت سطح آمادگی ریاضی دانشجویان ورودی منجر شده است. یکی از اعضای هیئت علمی مهندسی در این باره تصریح می‌کند:

«دانشجوی امروز مهندسی، حتی در درک مفاهیم پایه‌ای مثل تابع، حد یا مدل‌سازی ساده مشکل دارد؛ مسئله‌ای که مستقیماً به آموزش ریاضی مدرسه برمی‌گردد.»

این وضعیت موجب شده است که بخش قابل توجهی از زمان و انرژی آموزش در دانشگاه‌ها صرف جبران کاستی‌های پیشین شود، امری که به کاهش عمق و کیفیت آموزش مهندسی می‌انجامد. دومین پیامد مهم، تضعیف توانایی حل مسئله، مدل‌سازی و تفکر مهندسی در میان دانشجویان است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که افت تفکر ریاضی مفهومی و استدلالی، به‌طور مستقیم توان دانشجویان در مواجهه با مسائل پیچیده مهندسی را کاهش داده است. یکی از خبرگان حوزه آموزش ریاضی در مصاحبه بیان می‌کند:

«وقتی دانش‌آموز ریاضیات را فقط به‌صورت فرمول حفظ می‌کند، در دانشگاه هم نمی‌تواند مسئله مهندسی را به زبان ریاضی ترجمه کند.»

این ناتوانی یکی از موانع اصلی تحقق اهداف آموزش مهندسی مبتنی بر حل مسئله و طراحی خلاقانه محسوب می‌شود. سومین پیامد شکاف روزافزون میان آموزش مدرسه‌ای و آموزش معروف به عنوان یک نیاز راهبردی است. تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که آموزش ریاضیات در ایران، به‌جای ایفای نقش محوری در پیوند علوم، فناوری و مهندسی، به دانشی مستقل و غیرکاربردی تقلیل یافته است. این گسست، امکان پیاده‌سازی واقعی آموزش معروف را به‌شدت محدود کرده است. یکی از سیاست‌گذاران آموزشی در مصاحبه تأکید می‌کند:

«تا وقتی ریاضی مدرسه‌ای مسئله محور و کاربردی نشود، صحبت از استم بیشتر در حد شعار باقی می‌ماند.»

این دیدگاه نشان می‌دهد که افت ریاضیات نه تنها یک مسئله آموزشی، بلکه مانعی ساختاری برای تحقق سیاست‌های کلان آموزشی کشور است. چهارمین پیامد قابل توجه کاهش جذابیت و سرمایه اجتماعی رشته‌های مهندسی و علوم پایه است. داده‌های کمی مربوط به کاهش سهم دانش‌آموزان رشته ریاضی-فیزیک و کاهش جمعیت دانشجویان فنی و مهندسی، در کنار یافته‌های کیفی مصاحبه‌ها، نشان می‌دهد که افت ریاضیات به تضعیف تصویر ذهنی این رشته‌ها در جامعه انجامیده است. یکی از خبرگان حوزه آموزش عالی در این زمینه بیان می‌کند:

«وقتی ریاضی برای دانش‌آموز تبدیل به تجربه‌ای سخت و ناکام‌کننده می‌شود، طبیعی است که مهندسی هم برایش جذابیتی نداشته باشد.»

این چرخه منفی در بلندمدت می‌تواند به کاهش سرمایه انسانی متخصص در حوزه‌های کلیدی توسعه کشور منجر شود. پنجمین و شاید راهبردی‌ترین پیامد، تضعیف ظرفیت نوآوری، رقابت‌پذیری علمی و استقلال فناوری کشور است. آموزش مهندسی و علوم پایه، بدون بنیان قوی ریاضیات، قادر به

تربیت نیروی انسانی خلاق، پژوهشگر و نوآور نخواهد بود. خبرگان مصاحبه‌شونده بارها هشدار داده‌اند که تداوم افت ریاضیات، کشور را در آینده‌ای نه‌چندان دور با کمبود متخصصان توانمند مواجه خواهد کرد و حتی می‌تواند وابستگی به نیروی انسانی خارجی را افزایش دهد. این پیامد افت ریاضیات را از یک مسئله آموزشی به یک چالش راهبردی ملی تبدیل می‌کند. بنابراین، یافته‌های این بخش نشان می‌دهد که افت ریاضیات در ایران پیامدهایی فراتر از افت نمرات یا کاهش رتبه‌های بین‌المللی دارد و به‌طور مستقیم آینده آموزش مهندسی، علوم پایه و تحقق آموزش معروف را تهدید می‌کند. این نتایج پاسخ روشنی به یکی از پرسش‌های اصلی پژوهش ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که بدون بازنگری بنیادین در آموزش ریاضیات، دستیابی به اهداف کلان توسعه علمی و فناوری کشور با مخاطرات جدی مواجه خواهد بود.

براساس یافته‌های کمی و کیفی این پژوهش، برون‌رفت از وضعیت کنونی آموزش ریاضیات و پیامدهای آن در آموزش مهندسی، مستلزم اتخاذ مجموعه‌ای از راهکارهای هماهنگ، چندسطحی و مبتنی بر شواهد است. نخستین و بنیادین‌ترین راهکار، بازنگری جدی در رویکردهای حاکم بر آموزش ریاضی در دوره‌های مدرسه‌ای، به‌ویژه در دوره دوم متوسطه، است. شواهد این پژوهش نشان می‌دهد که غلبه رویکرد آزمون‌محور و تمرکز افراطی بر تکنیک‌های حل تست، به تضعیف یادگیری مفهومی و کاهش لذت شناختی از ریاضیات انجامیده است. در این راستا، حرکت به سوی آموزش مبتنی بر فهم عمیق مفاهیم، حل مسئله‌های باز، استدلال ریاضی و پیوند دادن محتواهای ریاضی با مسائل واقعی مهندسی و زندگی روزمره، می‌تواند نقش مؤثری در بازسازی نگرش دانش‌آموزان نسبت به این درس ایفا کند.

در سطح برنامه‌ریزی درسی، هم‌سویی میان محتوای ریاضیات مدرسه‌ای و نیازهای آموزش عالی و بازار کار مهندسی، به‌عنوان یک ضرورت راهبردی مطرح است. یافته‌های مصاحبه با خبرگان نشان داد که گسست میان آنچه دانش‌آموزان در مدرسه می‌آموزند و آنچه در دانشگاه و صنعت مورد انتظار است، یکی از عوامل اصلی کاهش انگیزه برای انتخاب رشته‌های ریاضی‌محور محسوب می‌شود. ازاین‌رو، طراحی برنامه‌های درسی میان‌رشته‌ای، معرفی کاربردهای واقعی ریاضیات در مهندسی، فناوری‌های نوین و علوم داده، و بهره‌گیری از پروژه‌های مسئله‌محور می‌تواند به بازتعریف کارکرد اجتماعی و حرفه‌ای ریاضیات کمک کند.

در بعد سیاست‌گذاری آموزشی، ارتقای منزلت اجتماعی رشته‌های ریاضی و مهندسی نیازمند اقدامات فراتر از مدرسه و دانشگاه است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که نگرانی از آینده شغلی و تصویر اجتماعی نامطمئن از رشته‌های مهندسی، نقش مهمی در کاهش تقاضا ایفا می‌کند. بنابراین مطابق نتایج توفیقی و نورشاهی (2013, Tofighi & Nourshahi)، سیاست‌هایی نظیر تقویت پیوند دانشگاه و صنعت، ایجاد مسیرهای شغلی شفاف برای دانش‌آموختگان توانمند، حمایت از کارآفرینی فناوری و معرفی الگوهای موفق علمی و مهندسی در رسانه‌ها می‌تواند به تدریج نگرش عمومی نسبت

به این رشته‌ها را اصلاح کند. از منظر توسعه منابع انسانی، توانمندسازی معلمان ریاضی، به عنوان کنشگران اصلی این تحول، اهمیت ویژه‌ای دارد. یافته‌های کیفی پژوهش حاضر حاکی از آن است که بسیاری از معلمان، خود محصول نظامی آزمون محورند و ابزارهای لازم برای آموزش مفهومی و خلاقانه در اختیار ندارند. سرمایه‌گذاری هدفمند در آموزش ضمن خدمت معلمان، آشنایی آنها با رویکردهای نوین آموزش ریاضی، استفاده از فناوری‌های آموزشی و تقویت ارتباط آنها با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، می‌تواند کیفیت آموزش ریاضی را به طور معناداری ارتقا دهد.

۴. نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که افت آموزش ریاضیات در ایران، پدیده‌ای ساختاری و فراگیر است و نمی‌توان آن را به عوامل مقطعی یا تک بعدی نسبت داد. نتایج تحلیل داده‌های کمی بیانگر آن است که کاهش سهم دانش‌آموزان رشته ریاضی- فیزیک در دوره دوم متوسطه، طی سال‌های اخیر به تضعیف معنادار ذخیره انسانی ورودی به رشته‌های مهندسی و علوم پایه انجامیده است. افزون بر این، شواهد کیفی حاصل از بررسی اسناد و دیدگاه خبرگان نشان می‌دهد که این کاهش کمی، هم‌زمان با افت کیفیت یادگیری ریاضیات، ضعف در توان استدلال و کاهش شکل‌گیری تفکر مفهومی همراه بوده است. این مطالعه با تأکید بر کاهش تمایل دانش‌آموزان به رشته‌های مهندسی و علوم پایه نشان می‌دهد که افزایش کمی دانشکده‌های مهندسی، بدون توجه به کیفیت ورودی‌ها و جذابیت مسیرهای تحصیلی، نه تنها مسئله را حل نکرده بلکه در بلندمدت به کاهش کیفیت سرمایه انسانی مهندسی انجامیده است. یافته‌های پژوهش حاضر نیز مؤید آن است که کاهش علاقه به ریاضیات در دوره مدرسه، به ویژه در شاخه نظری، زمینه‌ساز جذب دانشجویان کم‌انگیزه‌تر و کم‌توان‌تر به رشته‌های مهندسی شده و این امر پیامدهایی جدی برای نوآوری، خلاقیت و توان حل مسئله در آموزش عالی به همراه داشته است. از سوی دیگر، این پژوهش بحران کاهش تقاضا در رشته‌های معروف را مسئله‌ای نظام‌مند دانسته و بر ضرورت مداخله‌های ساختاری، از جمله تحول در برنامه‌های درسی، پیوند دانشگاه با صنعت و ارتقای کیفیت آموزش تأکید می‌کند. در پژوهش حاضر نیز تحلیل کیفی مصاحبه‌های خبرگان نشان داد که «گسست میان آموزش مدرسه‌ای ریاضی و نیازهای واقعی آموزش مهندسی» یکی از مضامین محوری افت شناسایی شده است. این گسست سبب شده است ریاضیات برای دانش‌آموزان نه به عنوان ابزار اندیشیدن و حل مسئله، بلکه به مثابه مجموعه‌ای از فرمول‌های انتزاعی و آزمون محور تجربه شود؛ برداشتی که انگیزه تداوم یادگیری ریاضی در مقاطع بالاتر را به شدت تضعیف می‌کند.

همچنین یافته‌های این پژوهش نشان دادند که عوامل آموزشی، ادراک دشواری رشته‌های مهندسی، نگرانی از آینده شغلی و نگرش خانواده‌ها، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش داوطلبان رشته‌های مهندسی ایفا می‌کنند. در تحلیل مصاحبه‌های انجام شده در این پژوهش نیز خبرگان بارها بر این نکته

تأکید کردند که آموزش ریاضی در مدرسه نتوانسته است تصویر روشنی از کارکردهای واقعی ریاضیات در مهندسی، فناوری و زندگی حرفه‌ای آینده ارائه دهد. در نتیجه، ریاضیات به جای آنکه سکوی پرتاب به سوی خلاقیت و حل مسائل پیچیده تلقی شود، به مانعی ذهنی در مسیر انتخاب رشته تبدیل شده است. یافته‌های حاضر همچنین مؤید این است که کاهش داوطلبان رشته‌های ریاضی - فیزیک را منشأ اصلی افت کیفی رشته‌های مهندسی در دانشگاه‌ها می‌داند. به طوری که گرایش دانش‌آموزان نخبه به رشته‌های علوم تجربی، به‌ویژه پزشکی، موجب شده است رشته‌های مهندسی از نظر کیفی تضعیف شوند. در پژوهش حاضر نیز داده‌های کمی و کیفی نشان داد که افت کمی ورودی‌ها به تنهایی مسئله نیست، بلکه «تغییر ترکیب توانمندی شناختی و انگیزشی داوطلبان» مسئله‌ای عمیق‌تر و نگران‌کننده‌تر است. در سطحی کلان‌تر، نتایج این پژوهش بر دیدگاهی تأکید می‌کند که ریاضیات را نه صرفاً یک درس، بلکه زیربنای تفکر علمی، مهندسی و توسعه پایدار می‌داند. همان‌گونه که در ادبیات نظری آموزش ریاضی نیز آمده است، تضعیف آموزش ریاضیات به معنای تضعیف توان جامعه در فهم، تحلیل و حل مسائل پیچیده است. افت مشاهده‌شده در نتایج المپیادهای ریاضی، امتحانات نهایی و کاهش تقاضا برای رشته‌های مرتبط با ریاضیات، همگی نشانه‌هایی از یک چرخه معیوب هستند که از مدرسه آغاز شده و تا آموزش عالی امتداد می‌یابد.

در نهایت، نتایج این پژوهش تأکید می‌کند که حل بحران افت ریاضیات و کاهش تقاضا برای رشته‌های مهندسی، نیازمند نگاهی بلندمدت و نظام‌مند است. راهکارهای مقطعی و بخشی، بدون توجه به پیوند تنگاتنگ میان مدرسه، دانشگاه، بازار کار (صنعت) و فرهنگ عمومی، نمی‌تواند به بهبود پایدار منجر شود. تنها از طریق بازاندیشی هم‌زمان در فلسفه آموزش، ساختار برنامه‌های درسی و سیاست‌های کلان توسعه علمی است که می‌توان مسیر احیای آموزش ریاضیات و تقویت آموزش مهندسی کشور را هموار ساخت.

بنابراین می‌توان گفت که افت آموزش ریاضیات در ایران را باید به مثابه یک «مسئله راهبردی ملی» در نظر گرفت، نه صرفاً یک مشکل آموزشی محدود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هرگونه سیاست‌گذاری برای احیای آموزش مهندسی و علوم پایه، بدون بازاندیشی عمیق در فلسفه، محتوا و روش‌های آموزش ریاضی در مدرسه، محکوم به ناکامی خواهد بود. بازگشت به ریاضیات مفهومی، تقویت پیوند میان ریاضی مدرسه‌ای و مسائل واقعی مهندسی، کاهش غلبه رویکرد آزمون‌محور و ارتقای منزلت اجتماعی یادگیری ریاضیات، از جمله مسیرهایی است که می‌تواند چرخه افول کنونی را متوقف کرده و زمینه‌ساز تربیت نسلی توانمند، خلاق و مسئله‌محور در آموزش عالی و صنعت کشور شود.

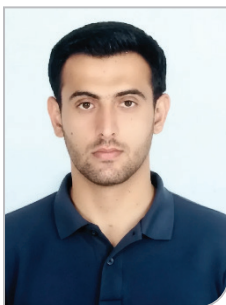
References

- Boslaugh, S. (2007). *Secondary data sources for public health: A practical guide*. Cambridge University Press.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- Feyz, J. (2024). Challenges of higher education in engineering disciplines. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(100), 129–143. [in Persian]
- Freire, P. (1993). *Pedagogy of the oppressed*. New York, NY: Continuum.
- Jebehdarmaralani, P. (2020). A review of the significant decline in applicants to engineering programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, 22(87), 137–143. [in Persian]
- Johnston, M. P. (2017). Secondary data analysis: a method of which the time has come. *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries*, 3(3), 619–626.
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *ZDM Mathematics Education*, 38(2), 196–208.
- Lyon, J. A., & Magana, A. J. (2020). A review of mathematical modeling in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 36(1), 101–116.
- Martin, J.P., Brown, J.S., Dunmoye, I.D. et al. AI and engineering careers: recent graduates' outlook on opportunities and challenges. *IJ STEM Ed* 12, 64 (2025).
- Memarian, H. (2024). Strategies for improving the quality of engineering education in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 26(104), 29–48. [in Persian]
- Memarian, H. (2025). Technical and engineering education in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 27(106), 1–24. [in Persian]
- Mirshekari, F., & Shahraki, M. R. (2023). Identifying and prioritizing factors affecting the decline in applicants to engineering programs from the perspective of twelfth-grade students: a case study of Zahedan. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 83–106. [in Persian]
- Nazarzadehzare, M. (2023). The crisis of declining demand in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) programs in Iran's higher education system: Identifying solutions. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(99), 43–63. [in Persian]
- Pasandideh, A. S., Shiroudi, G., Kamali, H., & Pasandideh, A. (2025). Reflection of the electricity industry labor market conditions on declining enrollment in technical and engineering programs in Iranian higher education. *Iranian Journal of Engineering Education*, e225066. [in Persian]
- Parvaneh, S. A., & Rejali, A. (2019). A warning to the Iranian mathematics community and advocates of sustainable national development. *Mathematics Culture and Thought*, 38(65), 13–35. [in Persian]
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). Sage Publications.
- Plano Clark, V. L., & Ivankova, N. V. (2016). *Mixed methods research: A guide to the field*. Sage Publications.
- Pepin, B., Biehler, R., & Gueudet, G. (2021). Mathematics in engineering education: a review of the recent literature with a view towards innovative practices. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 7(2), 163–188.
- Rafiepour, A. (2021). Type I and type II decline in the teaching-learning process of mathematics in general education. *Toward Mathematical Sciences*, 1(1), 1–13. [in Persian]
- Rafiepour, A. (2025). Identify effective factors in eight grade Iranian student's mathematical performance at TIMSS 2019. *Journal of Educational Psychology Studies*, 22 (58), 107–132. [in Persian]
- Rindermann, H., & Baumeister, A. E. (2015). TIMSS and PISA: a comparison of international large-scale assessments and their implications for education policy. *International Journal of Educational Research*, 76, 1–8.
- Sadeghihabibabad, A., & De Cesaris, A. (2025). Artificial intelligence in architectural engineering education from

- the perspective of international experts. *Iranian Journal of Engineering Education*, e234033. [in Persian]
- Simarro, C. & Couso, D. (2021). Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances. *IJ STEM Ed* 8, 53.
 - Sell, R., Razdan, R., Kase, K., & Rüttnann, T. (2025). The role of AI chatbots in engineering education: experimental findings and implementation strategies. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 15(5). 10.3991/ijep.v15i5.56681
 - Tofighidarian, J. (2007). Pathology of the foundations of university-industry relations. *Iranian Journal of Engineering Education*, 9(34). [in Persian]
 - Tofighi, J., & Nourshahi, N. (2013). Proposing strategies for the development of university-industry collaboration in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 14(56), 75-95. [in Persian]
 - von Davier, M., Kennedy, A., Reynolds, K., Fishbein, B., Khorramdel, L., Aldrich, C., Bookbinder, A., Bezirhan, U., & Yin, L. (2024). TIMSS 2023 international results in mathematics and science. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center.



◀ **ابوالفضل رفیع پور:** متولد سال ۱۳۵۸ در شهر تهران است. وی پس از پایان تحصیل در دورهٔ دکتری ریاضی با تمرکز بر آموزش ریاضی از دانشگاه شهید بهشتی؛ در سال ۱۳۸۹ وارد بخش ریاضی دانشگاه شهید باهنر کرمان شد و هم اکنون دانشیار بخش آموزش ریاضی در این دانشگاه است. یک دوره ریاست خانه ریاضیات کرمان، دو دوره نایب رئیس شورای خانه های ریاضیات ایران، دو دوره همکاری در هیئت تحریریه مجله فرهنگ و اندیشه ریاضی، دو دوره عضویت در هیئت تحریریه مجله پژوهش در آموزش ریاضی و از مهر ۱۴۰۲ سردبیری مجله پژوهش در آموزش ریاضی از جمله سوابق علمی-اجرایی ایشان است. او هم اکنون نماینده ایران در کمیسیون بین‌المللی تدریس ریاضی (ICMI) است.



◀ **پویا کریمی:** کارشناس ارشد آموزش ریاضی فارغ‌التحصیل از بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر در دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد. ایشان در حال حاضر دبیر ریاضی و سرگروه ریاضی شهر ماهان در استان کرمان است.