

نقش بازتاب قبل از عمل، حین عمل و بعد از عمل در حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی

فربیا فیروزیان^۱، سهیلا فیروزیان^۲، محمد رضا فدایی^۳ و ابوالفضل رفیع پور^۴

(دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۶/۴)، (پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۹/۱۹)

DOI: 10.22047/ijee.2019.198740.1671

چکیده: درس ریاضی یکی از دروس مهم در رشته‌های مهندسی به‌شمار می‌رود و در عملکرد تحصیلی دانشجویان تأثیر بسزایی دارد. برخی از پژوهشگران، ریاضی را راهی برای ورود افراد با استعداد به مهندسی می‌دانند و از آن به‌عنوان یکی از علل افت تحصیلی یا پیشرفت دانشجویان مهندسی یاد می‌کنند. هدف پژوهش حاضر بررسی روند حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی با رویکرد بازتابی بود. جامعه پژوهش با استفاده از نمونه‌گیری مبتنی بر هدف از میان دانشجویان سه رشته مهندسی عمران، مکانیک و الکترونیک انتخاب شدند که در دانشگاه شهید باهنر کرمان مشغول به تحصیل بودند و داده‌های پژوهش با استفاده از مصاحبه جمع‌آوری شدند. در این پژوهش سعی شد تا با استفاده از بازتاب، راه‌حل‌های دانشجویان در فرایند حل مسئله ریاضی آنان پرداخته شود. در مجموع، یافته‌ها حاکی از آن است که بازتاب در قالب سه مقوله (بازتاب قبل از عمل، بازتاب حین عمل و بازتاب بعد از عمل حل مسئله) بر حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی اثری مثبت دارد و توانایی حل مسئله ریاضی آنان را بهبود می‌بخشد.

واژگان کلیدی: دانشجویان مهندسی، حل مسئله ریاضی، بازتاب قبل از عمل، بازتاب حین عمل، بازتاب بعد از عمل.

۱- دکتری ریاضی محض، بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران. (نویسنده مسئول).

fariba505@yahoo.com

۲- دکتری آموزش ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران. soheila.firouzian@gmail.com

۳- دانشیار بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران. mr_fadaii@uk.ac.ir

۴- دانشیار بخش آموزش ریاضی، دانشکده ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران. drafiepour@gmail.com

۱. مقدمه

آموزش عالی^۱ با پیشینه‌ای به قدمت چند قرن به‌عنوان نهادی کلیدی مورد توجه خاص ملت‌ها و دولت‌هاست. در قرن بیست و یکم دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی همچنان به‌عنوان یکی از شکل‌های اساسی سرمایه‌گذاری نیروی انسانی در جوامع مختلف، اهمیت و جایگاه ویژه و برجسته‌ای دارند. این اهمیت ناشی از آن است که دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی در آموزش و تربیت شهروندانی فرهیخته و ایجاد جامعه‌ای سالم و پویا در همه ابعاد و جوانب نقشی بی‌بدیل دارند (Mahdiah, 2018). از این رو، اطمینان از کیفیت مطلوب عملکرد نظام آموزش عالی به‌منظور جلوگیری از هدر رفتن سرمایه انسانی و مادی و نیز توانایی داشتن رقابت در دنیای آینده، که در آن کیفیت مهم‌ترین مؤلفه برای ادامه حیات است، ضرورتی انکارناپذیر است. در این بین، ریاضی در آموزش مهندسی جایگاه ویژه‌ای دارد (Goold, 2012; Faulkner & Herman, 2018). به گزارش جامعه آموزش مهندسی آمریکا^۲ (۲۰۱۴) بیش از ۴۰ درصد از دانشجویان مهندسی مشمول اُفت تحصیلی و تغییر رشته می‌شوند (Rostaminezhad, Irandegani & Asgari, 2017). بنابراین، می‌توان گفت که اهمیت یادگیری ریاضی و کسب تفکر ریاضی یکی از مهم‌ترین اهداف گنجانده شده در برنامه درسی رشته‌های مهندسی است، اما علی‌رغم اهمیتی که دارد، یادگیری آن برای دانشجویان مهندسی مسئله‌ای بزرگ است و توجه و دقت بیشتری را می‌طلبد (Rostaminezhad et al., 2017).

در پژوهش‌های زیادی به اهمیت ریاضیات در مهندسی اشاره شده است و همه آنها به نوعی به مشکلات دانشجویان در یادگیری و حل مسائل ریاضی پرداخته‌اند (Faulkner et al., 2019; Goold & Devitt, 2012; Middleton et al., 2014). به اعتقاد برخی پژوهشگران از آنجا که برنامه درسی مهندسی شامل دروس ریاضی متعددی است، توانایی حل مسئله در آنها حایز اهمیت است (Firouzian et al., 2012; Flegg, Mallet & Lupton, 2011; McNeil et al., 2016; Alves, 2016). مسئله ریاضی^۳ بر تغییر تفکر درباره روابط بین ایده‌های ریاضی به جای انجام دادن ریاضی تأکید می‌شود (Jagals, 2013). عوامل مختلفی در بهبود روند حل مسئله نقش دارند که در این پژوهش بازتاب^۴ به‌عنوان فعالیتی مهم در نظر گرفته شده است که می‌تواند عاملی اثرگذار در بهبود روند حل مسئله ریاضی فرد باشد. اطمینان نداشتن دانشجویان مهندسی در حل مسئله ریاضی یکی از چالش‌های اساسی آموزش مهندسی ذکر شده است و بنابراین، باید شرایطی فراهم شود تا احساس خودکارآمدی و توانمندی حل مسئله در دانشجویان مهندسی ایجاد شود (Johnson & O'Keeffe, 2016; Firouzian et al., 2014). برای دستیابی به این هدف می‌توان از بازتاب به‌عنوان راهی کوتاه برای رسیدن به توانایی حل مسئله یاد کرد (Glahn et al., 2009). درحقیقت، بازتاب فرایند استدلال فعال در حل مسئله است، فرایندی

1- Higher Education

2- American Society for Engineering Education

3- Mathematics Problem Solving

4- Reflection

خودتنظیمی که به دانشجویان کمک می‌کند تا در حین حل مسئله مرتب فرایند حل را بازنگری کنند (Phang, 2009).

در این پژوهش سعی شد تا با توجه به سه مقوله بازتاب قبل از عمل، بازتاب حین عمل و بازتاب بعد از عمل در عملکرد حل مسئله دانشجویان مهندسی، به این پرسش پاسخ داده شود که دانشجویان مهندسی از چه مهارت‌های بازتابی در روند حل مسئله ریاضی استفاده می‌کنند؟

۲. ادبیات تحقیق

به اعتقاد برخی از پژوهشگران حل مسئله ریاضی در عملکرد تحصیلی دانشجویان مهندسی نقشی تعیین کننده دارد که کمتر به آن پرداخته شده است (Stewart & Reeder, 2019; Goold, 2012). بنابراین، دانشی حل مسئله ریاضی یکی از الزاماتی است که نیاز آن در آموزش مهندسی احساس می‌شود و مستلزم توانایی فراتر از استفاده سطحی از استراتژی‌های تکراری است (González-Martín & Hernandes-Gomes, 2019; Alves, 2016). دانشجویان در بررسی عملکرد خود به شیوه‌ای سازمان یافته مطرح شده است که بازتاب نام دارد و به بررسی و کشف ساختارهایی می‌پردازد که آنان برای شناسایی راهبردهای خود به کار می‌برند (Jagals, 2013; Jagals & van der Walt, 2010). در تعریفی بازتاب فرایند استدلال فعال در حل مسئله بیان شده است (Glahn et al., 2009) و به چگونگی کنترل دانش شخص اشاره دارد (Tarricone, 2011). درحقیقت، بازتاب به دانش و مهارت‌های دانشجویان اشاره می‌کند که از حل تمرینات قبلی به دست آورده‌اند و به دانشجویان در انتخاب و بازنگری راهبردهای مفید کمک می‌کند.

کائون (Kaune, 2006) طی سه مرحله ضمن تشریح مدلی از نقش بازتاب در حل مسئله ریاضی، اشاره کرده و معتقد است که استفاده از آن به عملکرد بهتر فراگیران منجر می‌شود. این سه مرحله شامل بازتاب قبل از عمل^۱ حل مسئله، بازتاب حین عمل^۲ حل مسئله و بازتاب بعد از عمل^۳ حل مسئله است. بازتاب قبل از عمل دانشجویان شامل تعیین سختی مسئله، احساسات و تفکرات، تجربه‌های گذشته و اعتقادات است. بازتاب حین عمل حل مسئله شامل توصیف مسئله، تجزیه و تحلیل و نقشه‌ریزی برای حل مسئله و بازخوانی راهبردهای گذشته است. در قسمت بازتاب بعد از عمل حل مسئله، به انتظارات اطرافیان، اجرای عمل حل مسئله و اظهار نظر درباره راه حل مسئله توجه شده است. برای هر یک از این سه مرحله در این مدل پرسش‌هایی مطرح شده است که توجه به آنها در روند حل مسئله به عملکرد بهتر منجر می‌شود که در ادامه به برخی از آنها اشاره شده است.

مرحله اول: قبل از شروع کردن حل یک مسئله مشخص، دانشجو می‌تواند پرسش‌های زیر را از

خود بپرسد:

- کدام دانش قبلی می‌تواند در این تکلیف خاص مرا یاری دهد؟
- برای آنکه این تکالیف را با موفقیت به انجام برسانم، به دانستن چه چیزی نیاز دارم؟
- چه کاری را و با چه ترتیبی باید انجام دهم؟

پاسخگویی به این پرسش‌ها می‌تواند فراگیر را به بازتاب بر فعالیت‌های حل مسئله وادار و در ایجاد توانایی فراخوانی دانش قبلی و در نتیجه، در تصمیم‌گیری مناسب به او کمک کند.

مرحله دوم: این مرحله شامل نظارت بر نقشه فعالیت است که می‌تواند به دانشجو در طول فعالیت حل مسئله کمک کند. بازتاب بر مهارت‌های لازم برای حل مسئله و تفکر درباره آن از طریق پرسش‌های زیر انجام می‌شود:

- آیا در مسیر درستی قرار دارم؟
- چگونه باید ادامه دهم؟
- آیا باید از راه دیگری حرکت کنم؟

مرحله سوم: این مرحله بعد از پایان تکلیف است که دانشجو باید عملکرد و درجه فهم خود را ارزیابی و آن را با تکلیف قبلی مقایسه کند. مثال‌هایی از پرسش‌های مناسب به قرار زیرند:

- آیا روند تفکر من کمتر یا بیشتر از آنچه انتظار دارم، نتیجه می‌دهد؟
- چه کاری را به طور متفاوت می‌توانم انجام دهم؟
- چگونه می‌توانم این روش تفکر را برای مسائل دیگر نیز به کار ببرم؟

پرسش‌های ارائه شده از بازتاب برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل راه‌حل‌های احتمالی دیگر، طراحی نقشه^۱، تصمیمات کلیدی، استفاده از دانش و مهارت به دست آمده از حل مسائل قبلی و ایجاد انگیزه لازم برای ادامه راه طراحی شده‌اند. در نهایت، دانشجو ممکن است لحظه آهان (یعنی لحظه‌ای که جواب به ذهن وی می‌رسد) را تجربه کند که پس از این مراحل اتفاق می‌افتد و از امکانات بازتاب است (Kaune, 2006).

۳. روش تحقیق

این پژوهش مطالعه‌ای کیفی بود که به منظور کسب اطلاعات از روند حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی الکترونیک، عمران و مکانیک، که جزء رشته‌های اصلی مهندسی هستند، انجام شد. با توجه به اهمیت منطق ریاضی در تربیت مهندسان، در نظام آموزش عالی ایران چهار درس کلیدی شامل ریاضی ۱، ریاضی ۲، معادلات دیفرانسیل و ریاضی مهندسی در برنامه درسی اغلب رشته‌های مهندسی

گنجانده شده است. با توجه به آنکه درس ریاضی ۱ درسی اثرگذار (Rostaminezhad et al., 2017)، پایه و پیش‌نیازی برای سه درس دیگر تعریف شده، تمرکز این پژوهش بر درس ریاضی ۱ بوده است. برای اجرای پژوهش تعداد ۱۶ نفر با استفاده از نمونه‌گیری مبتنی بر هدف از میان دانشجویانی که درس ریاضی ۱ را گذرانده و در این درس مردود نشده بودند و همچنین تمایل خود را برای شرکت در مصاحبه اعلام کردند، در نظر گرفته شدند. گفتنی است که ابتدا آزمونی پنج پرسشی بر مبنای محتوای درس ریاضی ۱ با هدف ایجاد پیش‌زمینه‌ای برای پرسیدن پرسش‌های مصاحبه برگزار و سپس، ده پرسش مصاحبه پرسیده شد. پس از توضیح دادن هدف پژوهش برای شرکت‌کنندگان، از آنها برای مصاحبه دعوت شد. شایان ذکر است که از راهنمای مصاحبه (Mohamadpour, 2013) برای برگزاری مصاحبه نیمه‌ساختار یافته استفاده شد. قبل از شروع مصاحبه پژوهشگر توضیحاتی درباره امکان نیاز به مصاحبه برای درک بهتر تجارب دانشجویان از حل مسئله و محرمانه ماندن اطلاعات برای شرکت‌کنندگان بیان کرد. پس از موافقت شرکت‌کنندگان، پرسش‌ها پرسیده شدند که البته، مصاحبه به صورت بازپاسخ بود و تا جایی ادامه پیدا کرد که به حد اشباع نظری رسید (Miles & Huberman, 2000). در نهایت، با پرسش‌های مصاحبه بازپاسخ، بازتاب دانشجویان در روند حل مسئله ریاضی آنان کشف و استخراج شد.

در این حالت محقق با تعامل با فرد مصاحبه شونده می‌تواند از تجارب بازتابی فرد در فرایند حل مسئله ریاضی به خوبی مطلع شود و با پرسیدن پرسش‌های کاوشگرانه از دل پرسش‌های از قبل طراحی شده، به بهترین نحو اطلاعات مورد نیاز پژوهش را جمع‌آوری کند. برای کدگذاری داده‌ها و پیدا کردن کدها در این روش در آغاز پاسخ‌های همه دانشجویان به هر یک از پرسش‌های پرسشنامه بازپاسخ (یا مصاحبه) به طور همزمان در نظر گرفته و موارد مشابه شناسایی شد. پس از به دست آمدن موارد مشابه و بررسی مجدد آنها، کدها مشخص شدند. شایان ذکر است که پاسخ‌های منحصر به فرد و قابل قبول هم که جزء موارد مشابه در بیشتر پاسخ‌ها نبودند هم به عنوان کد جدید در این مرحله مد نظر قرار گرفتند تا در آخر مقوله‌ها به بهترین شکل ممکن از دل داده‌های کیفی استخراج شوند.

۴. یافته‌های تحقیق

با توصیف عمیق و غنی دانشجویان مهندسی درباره روند حل مسئله‌شان به طور کلی، کدهای اولیه از منظر بازتاب کشف و استخراج شدند. کدها پس از چندین بار مرور، خلاصه‌سازی و سپس، بر اساس تشابه و تناسب مقوله‌بندی شدند. پس از این پیاده‌سازی‌ها و تحلیل‌ها سه مقوله اصلی و یازده زیرمقوله تعیین و بر اساس ماهیت آنها به صورت مفهومی نامگذاری شدند. بدین طریق، با توجه به پاسخ‌های به دست آمده از مصاحبه چارچوبی اولیه برای آنچه به عنوان فعالیت‌های بازتابی دانشجویان طی فرایند حل مسئله اتفاق می‌افتد، ترسیم شد (جدول ۱).

جدول ۱: کدهای مربوط به بازتاب دانشجویان مهندسی

| مقوله | کد | زیرمقوله |
|-------------------|-------|--|
| بازتاب قبل از عمل | ق. ۱. | ۱- تعیین سختی مسئله |
| | ق. ۲. | ۲- دلایل ممکن برای احساس کردن یا احساس نکردن « حل ناممکن است»، حس بد داشتن به مسئله یا قادر نبودن به رفتن به مرحله بعد |
| | ق. ۳. | ۳- توجه به تفکرات، احساسات و تبیین آنها |
| | ق. ۴. | ۴- ارزیابی تجربه‌های مثبت و منفی درباره مسئله حاضر |
| | ق. ۵. | ۵- خلق یک بینش از اعتقادات، اخلاقیات، خصوصیات اخلاقی و انگیزه‌ها |
| بازتاب حین عمل | ح. ۱. | توصیف (حالت، صفت) مسئله ریاضی، اگر چیزی برای توصیف وجود داشته باشد. |
| | ح. ۲. | تجزیه و تحلیل و فهم مسئله و نقشه‌ریزی برای مرحله بعد، دیدگاه‌ها یا راهبردها. |
| | ح. ۳. | بازخوانی راهبردهایی که کار کرده و مسئله‌های گذشته را به جواب رسانیده است. |
| بازتاب بعد از عمل | ب. ۱. | مشاهده انتظارات قابل توجه از خود و دیگران مانند والدین، معلمان یا همسالان یا همگروهان |
| | ب. ۲. | ارزیابی اجرای عمل طرح ریزی شده |
| | ب. ۳. | بازتاب روی راه حل، عکس‌العمل‌ها و بینش‌ها |

پرسش‌هایی که در مصاحبه از دانشجویان پرسیده شد، بر اساس مقوله‌هایی بود که در جدول ۱ مشخص شده‌اند. برای اولین مقوله؛ یعنی بازتاب قبل از عمل حل مسئله پنج زیرمقوله در بخش توضیحات ذکر و در ادامه پاسخ‌های دانشجویان بر اساس این زیرمقولات تجزیه و تحلیل شده است.

۴-۱. بازتاب قبل از عمل

در بازتاب قبل از عمل تأکید بیشتر دانشجویان بر دانسته‌های قبلی و احساساتی بود که از حل کردن مسائل در گذشته داشته‌اند. در برخی از پاسخ‌ها مشاهده شد که دانشجو در ابتدای راه حل به دنبال جست‌وجو در دانسته‌های قبلی خود است تا شاید بتواند راه حلی مشابه پیدا کند. همچنین در مرحله قبل از عمل تأکید دانشجو بر تعیین سختی یا آسانی رسیدن به جواب بود. آنها عنوان کردند که استفاده از فرمول رسیدن به جواب را آسان‌تر خواهد کرد. برخی از پاسخ‌ها در این بخش حاکی از آن است زمانی که دانشجویان قادر به حل مسئله نیستند، آن را کاری ناممکن می‌دانند که در نهایت، به شکست آنها منجر می‌شود. یکی از دانشجویان به این موضوع اشاره کرده است که پس از رسیدن به حس بد (گبی) درباره مسئله و ناتوانی برای رفتن به مرحله بعد و ادامه راه، مسئله را رها کرده (پاسخ پرسش را سفید می‌گذارد) و از ادامه راه انصراف داده است. چنین پاسخ‌هایی گویای احساسی است که دانشجویان پس از خواندن پرسش درباره مسئله پیدا می‌کنند. بنابراین، می‌توان گفت احساسی که پس از حل کردن مسئله ریاضی در دانشجویان به وجود می‌آید، بر تصمیم‌گیری آنها برای درست یا نادرست بودن مسئله اثرگذار است؛ به عبارت دیگر، برای رسیدن به راه حلی آگاهانه^۱ یا ناخودآگاه، دانشجویان به تبیین احساسات و تفکرات خود در فرایند حل مسئله نیاز دارند.

در نهایت، همان طور که از نظرهای دانشجویان برمی آید، استفاده از روندی مشابه برای حل مسئله ریاضی می تواند دلیلی بر صحت راه حل مسئله باشد. می توان گفت که راه حل های دانشجویان در تجربه های مثبت^۱ و منفی آنان ریشه دارد که در گذشته کسب کرده و در ذهن خود نگه داشته اند. از نظر این دانشجویان کمبود انگیزه و نداشتن بینش و اخلاقیات مناسب در زمان حل کردن مسئله موجب شکست آنان خواهد شد. بنابراین، نبود بینش کافی در خصوص اعتقادات و انگیزه در دانشجویان ممکن است به شکست در تصمیم گیری آنان و نرسیدن به اطمینان در پاسخ مسئله منجر شود. در جدول ۲ شواهدی از مصاحبه های دانشجویان نشان داده (نام افراد مستعار است) و کدهای مربوط به بازتاب قبل از عمل در آن ارائه شده است.

جدول ۲: شواهدی از مقوله های بازتاب قبل از عمل

| ردیف | نام دانشجو | شواهد برآمده از مصاحبه ها | کد | زیر مقوله |
|------|--------------|---|-----|---|
| ۱ | لیلا | چون فکر می کنم راحت تر است. | ۱.ق | تعیین سختی مسئله |
| ۲ | مینا | ریاضیات دانشگاه سخت است. | | |
| ۳ | مریم | اگر پرسش را نفهمم، ترجیح می دهم چیزی ننویسم. | ۲.ق | داشتن احساسات بد درباره مسئله و قادر نبودن به حل آن |
| ۴ | فرشید | خیلی کم پیش می آید از جواب خود مطمئن باشم. | | |
| ۵ | محبوبه و علی | اگر راه حلی به ذهنم نیاید، از آن مسئله رد می شوم. | ۳.ق | توجه به احساسات و تفکرات |
| ۶ | حمید | از رسیدن به جواب درست احساس خوبی دارم. | | |
| ۷ | علیرضا | فرمول ها یا اینکه پرسش را قبلاً جایی دیده ام یا آن را حل کرده ام. | ۴.ق | ارزیابی تجربه های مثبت و منفی |
| ۸ | مریم | اول به مسئله نگاه می کنم. | | |
| ۹ | مینا | قبلاً خیلی علاقه داشتم، ولی از زمانی که به دانشگاه آمده ام علاقه ام کمتر شده است. | ۵.ق | خلق یک بینش از اعتقادات، اخلاقیات، خصوصیات اخلاقی و انگیزه ها |
| ۱۰ | رضا | فرمول رکن اساسی ریاضیات است. | | |
| ۱۱ | محمد | به خودم اطمینان دارم. | | |

۴-۲. بازتاب حین عمل

در این مرحله نظرهای دانشجویان در حین حل مسئله ریاضی ارائه شده است. بازتاب حین عمل به عنوان بخشی از فرایند حل مسئله رخ می دهد (Bormotova, 2010). این مرحله تصمیم گیری است و در آن دانشجویان تصمیمات مهمی در خصوص حل مسئله ریاضی اتخاذ و در مسیر حل مسئله ریاضی به آنها عمل می کنند.

نوشتن هر آنچه درباره مسئله به ذهن می‌آید، در واقع، توصیفی است از آنچه فرد در ذهن دارد و می‌تواند راهگشایی در حل مسئله وی باشد. بیشتر دانشجویان با گذر از این مرحله به سراغ حل مسئله می‌روند و معتقدند که با این کار وقت تلف کرده‌اند. فهم مسئله و طرح‌ریزی نقشه در مرحله حین عمل حل مسئله نقشی بسیار کلیدی دارد. در نهایت، به اعتقاد برخی از دانشجویان چند بار خواندن صورت مسئله به منظور فهم بیشتر آن، استفاده از فرمول به منظور داشتن طرحی مناسب، استفاده از مفاهیم صورت مسئله، یادآوری اصول کلی حل مسئله، استفاده از رسم شکل و نوشتن هر آنچه مرتبط با حل مسئله است، راه‌هایی برای فهم بهتر، توجه به دیدگاه‌ها و راهبردها و همچنین پیاده‌سازی نقشه‌ای برای ادامه حل مسئله است. در همین خصوص، داده‌های مصاحبه نشان داد که بیشتر دانشجویان به استفاده از راهبردهایی تمایل دارند که در گذشته از آنها بهره برده‌اند. آنها استفاده از فرمول و تغییر متغیر را بازخوانی استراتژی می‌دانند و دلیل استفاده از آنها را مسئله‌هایی می‌دانند که در گذشته از این طریق به جواب رسیده‌اند. در جدول ۳ شواهدی از مقوله‌های مربوط به بازتاب حین عمل آورده شده است.

جدول ۳: شواهدی از مقوله‌های مربوط به بازتاب حین عمل

| ردیف | نام دانشجو | شواهدی برآمده از مصاحبه | کد | زیر مقوله |
|------|------------|--|------|---|
| ۱ | فرامرز | اول به صورت توجه می‌کنم تا ببینم مربوط به کدام مبحث است و چه چیزی به ذهنم می‌آید. | ح. ۱ | توصیف مسئله ریاضی |
| ۲ | حمید | اول پرسش را کامل می‌خوانم، بعد باید ببینم که مربوط به کدام مبحث است و مطالب مربوط به آن مبحث را تا جایی که امکان دارد، می‌نویسم. | | |
| ۳ | میثم | اگر کلاً چیزی به ذهنم نرسید، هر چه در خصوص آن موضوع به ذهنم رسید، می‌نویسم تا ببینم چیزی به ذهنم می‌رسد یا نه. | | |
| ۴ | مینا | صورتش را چند بار می‌خوانم تا بفهمم منظور پرسش چیست | ح. ۲ | تجزیه و تحلیل و فهم مسئله و اجرای نقشه‌ریزی مرحله بعد، دیدگاه‌ها یا استراتژی‌ها |
| ۵ | رضا و علی | با خواندن پرسش و شکل‌گیری راه حل در ذهن متوجه می‌شوم که مسئله را فهمیده‌ام. | | |
| ۶ | فرشید | به صورت توجه می‌کنم و مفاهیم صورت پرسش را درک می‌کنم و بعد شروع به حل می‌کنم. | | |
| ۷ | مینا | تغییر متغیر با روش جزء به جزء | ح. ۳ | بازخوانی استراتژی‌هایی که کار کرده‌اند |
| ۸ | رضا و امین | مسیر حل مسئله را در ذهن بازخوانی می‌کنم. | | |
| ۹ | پریسا | فرمول‌ها را فراموش نمی‌کنم و با استفاده از رابطه مثلثاتی که در ذهن دارم، مسئله را حل می‌کنم. | | |

۳-۴. بازتاب بعد از عمل

مشاهدات و انتظارات برخی از عوامل فردی ساخته شده از باورها و نگرش‌های فعلی دانشجویان

هستند (Goldin, 2000). پاسخ‌های دانشجویان در این مرحله در دو بخش قرار می‌گیرند: انتظاراتی که دانشجویان از خود و انتظاراتی که از دیگران دارند. بر طبق پاسخ‌های دریافت شده، برخی از دانشجویان از راه حل‌های خود مطمئن بودند و این اطمینان ناشی از انتظاری بود که آنها از خود داشتند و به عملکرد خود اطمینان داشتند. برخی دیگر از دانشجویان به نقش افراد دیگر مانند استادان و والدین در این مسیر اشاره کردند و به انتظاراتی که از آنها برای هرچه بهتر شدن عملکردشان دارند، پرداختند. تبصره در انتخاب یا عدم انتخاب راهبردها و ارزیابی راه حل‌های انتخاب شده از مواردی هستند که دانشجویان در پاسخ به پرسش‌های مصاحبه به آنها اشاره کرده‌اند. ارزیابی راهبردهای موجود در ذهن دانشجویان در این مرحله رخ می‌دهد و آنها به این نتیجه می‌رسند که کدام را انتخاب کنند؛ به عبارت دیگر، به انتخاب (یا انتخاب نکردن) راهبرد دست می‌زنند. در نهایت، برخی از پاسخ‌ها نشان‌دهنده نگرش‌ها و بینش‌هایی است که دانشجویان مهندسی درباره حل مسئله دارند و باید این موضوع را مد نظر قرار داد که هر یک از پاسخ‌ها گونه‌ای از بازتاب دانشجویان را در شرایط مختلف نشان می‌دهد. البته، شایان ذکر است که این بازتاب‌ها با توجه به تفاوت‌های فردی دانشجویان موضوعات متفاوتی را در بر می‌گیرند. در جدول ۴ شواهدی از مقوله^۲ مرتبط با بازتاب بعد از عمل حل مسئله آورده شده است.

جدول ۴: شواهدی از مقوله‌های مربوط به بازتاب بعد از عمل

| ردیف | نام دانشجو | شواهدی برآمده از مصاحبه | کد | زیرمقوله |
|------|------------|--|------|--|
| ۱ | امین | اگر بدانم که می‌توانم مسئله را حل کنم، به جویی که رسیده‌ام به نظر خودم درست است. | ۱. ب | مشاهده انتظارات قابل توجه از خود و دیگران مانند والدین، معلمان و همسالان |
| ۲ | حمید | انتظار دارم که بار اول به جواب برسم. | | |
| ۳ | علی | همه محتوای ریاضی را یاد گرفته‌ام و به حل خود اطمینان دارم. | | |
| ۴ | پرپسا | تا حدودی به دانسته‌های خود مطمئنم و محتوای درسی را یاد گرفته‌ام. | | |
| ۵ | فرشید | نقش والدین در مسیر حل مسئله پررنگ است. | | |
| ۶ | لیلا | بعد از طرح نقشه‌های متفاوت و انتخاب یکی از مناسب‌ترین آنها دست به ارزیابی عمل حل مسئله می‌زنم. | ۲. ب | ارزیابی اجرای عمل طرح‌ریزی شده یا راهبردهای انتخاب شده |
| ۷ | مریم | ارزیابی مسئله حیاتی‌ترین مرحله حل مسئله است. | | |
| ۸ | مینا | من در ارزیابی راهبردهای حل مسئله ماهر هستم. | | |
| ۹ | محمد | با آن راهبرد مسئله را حل می‌کنم. | | |
| ۱۰ | پرپسا | وقتی روی روال حل قرار می‌گیرم، تا مرز خاصی پیش می‌روم و بعد می‌فهمم که دارم مسئله را درست حل می‌کنم. | | |

ادامه جدول ۴

| | | | | |
|---|-------|---|------|----|
| بازتاب روی راه حل، عکس العمل‌ها و بینش‌ها بازتاب روی راه حل | ب. ۳. | از اول تا آخر راه حل خود را بررسی می‌کنم. | مریم | ۱۱ |
| | | حتماً همه پرسش‌ها را همیشه بدون نگاه کردن به جواب از اول تا آخر می‌خوانم. | حمید | ۱۲ |
| | | با چک کردن جواب وقتم را از دست می‌دهم و آن را لازم نمی‌دانم. | رضا | ۱۳ |
| | | به راه حل شک نمی‌کنم. | میثم | ۱۴ |

۵. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش که بیان عینی شرکت‌کنندگان در پژوهش است، بیانگر برخی تجارب مطلوب مرتبط با بازتاب در روند حل مسئله ریاضی و برخی تجارب نامطلوب بود. بررسی و مقایسه یافته‌هایی که در پس ذهن دانشجویان هنگام حل مسئله رخ می‌دهد، در این مطالعه با نتایج سایر مطالعات وجود تشابهاتی را نشان داد که دستیابی به درک بهتر از روند حل مسئله را میسر می‌کند و بدین وسیله به پرسش تحقیق پاسخ داده شد.

● دانشجویان مهندسی از چه مهارت‌های بازتابی در روند حل مسئله ریاضی استفاده می‌کنند؟
 پس از تجزیه و تحلیل مصاحبه‌های انجام شده با دانشجویان سه مقوله بازتابی (بازتاب قبل از عمل حل مسئله، بازتاب حین عمل حل مسئله و بازتاب بعد از عمل حل مسئله) در روند حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی در پاسخ به پرسش اصلی پژوهش مشخص شد که در ادامه زیرمقوله‌های مربوط به هر یک از این سه مقوله بازتاب با شرح و بسط بیشتر آمده است.
 احساس توانمندی یا عدم اطمینان و سردرگمی در حل مسئله به ایجاد حس در شرکت‌کننده منجر می‌شود که قادر به ادامه کار حل مسئله باشد یا از ادامه آن سرباز زند. تعدادی از شرکت‌کنندگان گفتند که پس از خواندن پرسش، این احساس در آنها شکل می‌گیرد که آیا می‌توانند مسئله را حل کنند یا خیر. برخی از پاسخ‌ها حاکی از آن بود که رسیدن به پاسخ پرسش منوط به خواندن مسئله، حس خوشایندی است که پس از خواندن پرسش در دانشجو ایجاد و موجب اشتیاق وی برای تلاش و رسیدن به هدف نهایی می‌شود. داشتن احساسی که از حل مسئله ریاضی به دانشجویان دست می‌دهد، در تصمیم‌گیری آنها برای درست یا نادرست بودن مسئله تأثیر می‌گذارد. ارزیابی راه حل‌های گذشته و حذف راه‌های نادرست در انتخاب راه حل مناسب مؤثر است که هر یک از این راهکارها فعالیت‌های بازتابی هستند.

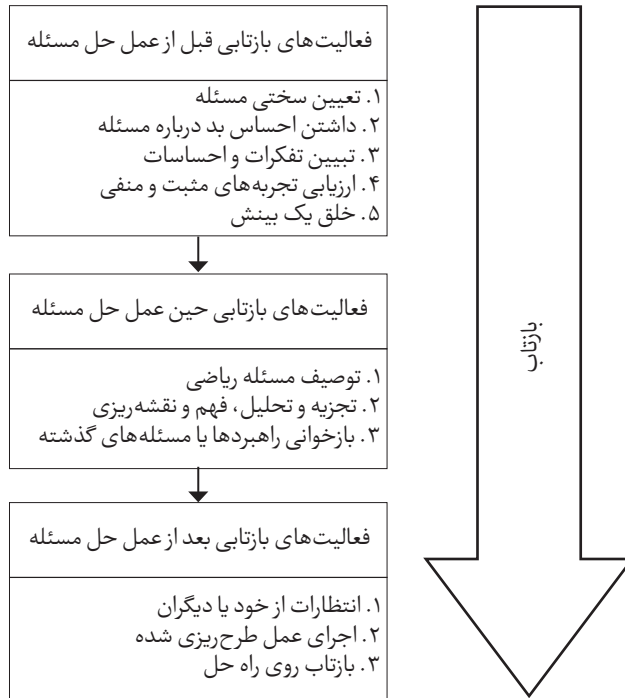
گروهی از دانشجویان معتقد بودند که حل تمرین بیشتر قبل از امتحان به موفقیت آنان کمک

می‌کند. داشتن چنین بینش و خصوصیات اخلاقی چیزی را در آنان ایجاد می‌کند که پس از انجام دادن تمرینات زیاد در امتحان می‌توانند موفق باشند. دانشجویانی هم بودند که فرمول را رکن اساسی ریاضیات و حل مسئله ریاضی می‌دانستند. این شرکت‌کنندگان خود را ملزم به استفاده از فرمول می‌کردند و فرمول را جزء جدایی‌ناپذیری از ریاضیات می‌دانستند. بنابراین، می‌توان گفت که نبود بینش کافی در خصوص اعتقادات و انگیزه در دانشجویان ممکن است به شکست در تصمیم‌گیری آنان و نرسیدن به اطمینان و اشباع نظری در پاسخ مسئله منجر شود. یافته‌های به‌دست آمده در این بخش از پژوهش با یافته‌های تحقیق میدلتون و همکاران (Middleton et al., 2014) همخوانی دارد، زیرا در پژوهش مذکور نیز دانشجویانی که در اولین درس ریاضی خود نمره الف کسب کرده‌اند، احتمالاً ادامه تحصیل آنها در درس‌های مهندسی ۶/۵ برابر افزایش می‌یابد.

توجه به دیدگاه‌ها و راهبردها و همچنین پیاده‌سازی نقشه‌ای برای ادامه حل مسئله می‌تواند در فهم هرچه بهتر مسئله مؤثر واقع شود. پس از فهم مسئله بازخوانی راهبردها و استفاده از راهبردهایی که قبلاً مفید بوده‌اند، آغاز می‌شود. در پاسخ‌های دانشجویان انواع مختلفی از بازخوانی راهبردها به چشم می‌خورد، اعم از استفاده از فرمول یا استفاده از راه حلی مشابه که قبلاً از آن استفاده کرده‌اند. دانشجویان همچنین انتظار دارند که تدریس استاد به‌گونه‌ای باشد که آنها مطالب بیشتری را در کلاس درس یاد بگیرند و بنابراین، دایره انتظارات این دانشجویان وسیع‌تر است و علاوه بر انتظاراتی که از خود برای حل صحیح مسئله دارند، نقش استادان خود را هم در رسیدن به این هدف مهم تلقی می‌کنند.

بازتاب روی راه حل، عکس‌العمل‌ها و بینش‌ها به اعتقادات و باورهای افراد بستگی دارد، به طوری که برخی از شرکت‌کنندگان بررسی مجدد پاسخ‌های خود را نوعی باور می‌دانستند و به‌طور مداوم از آن استفاده می‌کردند. همچنین برخی از دانشجویان باور داشتند که راه حل آنان درست است و به بررسی مجدد نیازی نیست. بنابراین، با تحلیل داده‌های کیفی به این پرسش پژوهش که دانشجویان مهندسی از چه مهارت‌های بازتابی در روند حل مسئله ریاضی استفاده می‌کنند؟ پاسخ داده شد. یافته‌های این پژوهش با یافته‌های برخی از پژوهشگران (Maree et al., 2010; Firouzian et al., 2017; Strawderman, 2010; Jagals, 2013; Schön, 2017) همسویی دارد.

باید گفت که حل مسئله، که پیچیده‌ترین بخش هر عملیات فکری تصور می‌شود، به تلفیق و مهارت‌یک‌سری از مهارت‌های بنیادین و معمولی نیاز دارد. در این پژوهش سعی شد تا با بررسی و کشف راه‌حل‌های دانشجویان مهندسی، فرایند حل مسئله آنان آشکار شود. در این راه بازتاب مسیر روشنی را برای هر چه بهتر شدن حل مسئله دانشجویان مهندسی به آنها پیشنهاد می‌کند. پس از تحلیل داده‌های کیفی و بررسی یافته‌های به‌دست آمده، مدلی کیفی به‌دست آمد. مؤلفه‌های کیفی تحقیق با عنوان مقوله‌های بازتاب با شواهد کافی از مصاحبه‌ها جمع‌بندی و توضیح داده شدند. در نهایت، مدلی بازتابی برای حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: مدل کیفی حل مسئله بازتابی

در مجموع، این پژوهش نشان داد که بازتاب بر حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی اثری مثبت داشته و توانایی حل مسئله آنان را بهبود بخشیده است. شایان ذکر است که این پژوهش از چند نظر می‌تواند مفید واقع شود: اول اینکه دانشجویان را به ریاضیات علاقه‌مند می‌کند، زیرا امکان کار خلاق و مستقل را به آنها می‌دهد. دوم آنکه موجب می‌شود که دانشجویان نه تنها ریاضیات مهندسی، بلکه علوم مرتبط با مهندسی را نیز بهتر درک کنند و مشتاقانه در پی راه‌حلی برای آنها باشند. باید گفت که رسیدن به چنین چشم‌انداز روشنی برای دانشجویان جوان نیازمند مشارکت گروهی استادان، پژوهشگران، برنامه‌ریزان درسی و آموزش عالی و سازمان نظام مهندسی است.

۶. پیشنهادها

در نظام آموزش عالی استادان نقشی اساسی، محوری و مؤثری بر عهده دارند و از مهم‌ترین عوامل اثربخش محسوب می‌شوند. بر اساس پژوهش حاضر، پیشنهادهایی به منظور به‌کارگیری مناسب بازتاب در حل مسئله ریاضی برای استادان محترم دانشگاه ارائه شده است.

برای بهبود وضعیت کلاس درس‌ها می‌توان به ایجاد محیطی آموزشی به منظور دور کردن حس منفی از دانشجویان برای بهبود توانایی حل مسئله و دور کردن این احساس که حل مسئله کاری

ناممکن و سخت است، اشاره کرد. این کار با بیان مثال‌هایی از جهان واقعی و ارتباط آن با دنیای ریاضی میسر است. لذا، مشارکت دادن دانشجویان در حل مسائل سخت و پیچیده در کلاس و تشویق آنها برای انجام دادن این کار توسط استادان مفید واقع می‌شود. همچنین آموزش استفاده از مسائل مشابه و بازخوانی راهبردهایی که در گذشته به حل مسئله منجر شده‌اند، به ایجاد اطمینان در دانشجویان کمک می‌کند و آنان را در مسیری امن قرار می‌دهد.

باید توجه داشت که همکاری دانشگاه‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی برای پاسخگویی به نیازهای دانشجویان لازم است و به فعالیت‌های تحقیقاتی گسترده‌ای نیاز دارد. در این زمینه دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی برای اجرای پژوهش‌های بنیادی و کشف حقایق تازه می‌توانند در خصوص صلاحیت‌های آموزشی (توانایی تدریس، مدیریت کلاس و...) نقش بسیار اساسی داشته باشند. مطالعه تجارب کشورهای توسعه یافته در زمینه آموزش مهندسان جوان و استفاده آگاهانه و هوشمندانه از نتایج آنها توسط استادان دانشگاه در نظام آموزشی ایران توصیه می‌شود.

بر طبق یافته‌های این پژوهش چون بیشتر مباحث درس ریاضی ۱ مربوط به پایه تحصیلی دانش‌آموزان در دبیرستان است، پیشنهاد می‌شود که پژوهشی با جامعه آماری دانش‌آموزان دوره دبیرستان انجام و بررسی شود که آیا بازتاب در چنین سطحی قادر به بالا بردن سطح توانمندی حل مسئله ریاضی آنان است یا خیر و بدین طریق می‌توان از سطح اطلاعات دانشجویان هنگام ورود به دانشگاه آگاهی حاصل کرد. در نهایت، شایان ذکر است که بیشتر مسئولیت بر عهده برنامه‌ریزان نظام آموزش عالی کشور است و اینجاست که ضرورت تدوین یک استاندارد برنامه درسی برای پیشبرد اهداف کلان آموزش ریاضی کشور احساس می‌شود، چرا که وضعیت فعلی جابگویی دانشجویان پرشور نیست و برای رسیدن به شرایطی مطلوب به نقشه راه نیازمندیم که در آن جزئیات اهداف آموزش عالی به صورت کاربردی مشخص شده باشد. البته، باید گفت که تدریجی بودن تغییر امری ضروری است و رسیدن به ساحلی آرام نیازمند صبر و مداومت در عمل است.

References

- Alves, M. (2016). Self-efficacy, mathematics' anxiety and perceived importance: An empirical study with Portuguese engineering students. *European Journal of Engineering Education*. 41(1), 105-121.
- Bormotova, L. S. (2010). A qualitative study of metacognitive reflection: The beliefs, attitudes and reflective practices of developing professional educators. PhD Dissertation, Indiana University of Pennsylvania.
- Faulkner, B. E., & Herman, G. L. (2018). Board 42: How is calculus applied in engineering statics?. In 2018 ASEE Annual Conference & Exposition.
- Faulkner, B., Earl, K., & Herman, G. (2019). Mathematical maturity for engineering students. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 5(1), 97-128.
- Firouzian, F., Fadaee, M., & Rafeepour, A. (2017). Qualitative study of the role of reflection on mathematical problem solving among engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 19(74), 51-70. [in persian]

- Firouzian, S., Ismail, Z., Rahman, R. A., & Yusof, Y. M. (2012). Mathematical learning of engineering undergraduates. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 537-545.
- Firouzian, S., Ismail, Z., Rahman, R. A., Yusof, Y. M., Kashefi, H., & Firouzian, F. (2014). Mathematical competency of engineers and engineering students. In 2014 International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering, 216-219. IEEE.
- Flegg, J., Mallet, D., & Lupton, M. (2011). Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-16.
- Glahn, C. و Specht, M., & Koper, R. (2009). *Perspectives on tag clouds for supporting reflection in self-organised learning*. 1672-1679.
- Goldin, G. A. (2000). A scientific perspective on structured, task-based interviews in mathematics education research. In Kelly, A. E. & Lesh, R. A., (Eds.). *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah, N. J: Erlbaum, 517-545.
- González-Martín, A. S., & Hernandez-Gomes, G. (2019). What happens after calculus? Examples of the use of integrals in engineering: The case of electromagnetism. *Calculus in upper secondary and beginning university mathematics*, 50.
- Goold, E. (2012). The role of mathematics in engineering practice and in the formation of engineers. Doctoral dissertation, National University of Ireland Maynooth.
- Goold, E., & Devitt, F. (2012). *Engineers and mathematics: The role of mathematics in engineering practice and in the formation of engineers*. Saarbrücken, Germany: Lambert Academic Publishing.
- Jagals, D. (2013). An exploration of reflection and mathematics confidence during problem solving in senior phase mathematics (Doctoral dissertation, North-West University).
- Jagals, D., & van der Walt, M. (2010). Mathematics confidence: Reflections on problem-solving experiences. *Mathematics Education Research Journal*, 22, 138-150.
- Johnson, P., & O'Keeffe, L. (2016). The effect of a pre-university mathematics bridging course on adult learners' self-efficacy and retention rates in stem subjects. *Irish Educational Studies*, 35(3), 233 -248. doi:10.1080/03323315.2016.119248.
- Kaune, C. (2006). Reflection and metacognition in mathematics education – tools for the improvements of teaching quality. *Analyses*, 38(4), 350-360.
- Mahdieh, O. (2018). Investigation and explanation of the effect of motivation on student learning (with the emphasis on the features of university textbooks). *Iranian Journal of Engineering Education*, 20(79), 93-117. [in persian]
- Maree, J. G., Cresswell, J. W., Ebersohn, L., Ferreira, R., Ivankova, N. V., Jansen, J. D., Nieuwenhuis, J., Pietersen, J., Plano Clark, V. L., & Van Der Westhuizen, C. (2010). *First steps in research*. Pretoria: Van Schaik. 336.
- Mohamadpour, A. (2013). Anti-method qualitative research method - Volume I logic and design in qualitative methodology. Sociologists.
- Middleton, J. A., Krause, S., Maass, S., Beeley, K., Collofello, J., Culbertson, R., & IEEE. (2014). Early course and grade predictors of persistence in undergraduate engineering majors 2014. IEEE Frontiers in Education Conference. New York: IEEE.
- Miles, M., & Huberman, M. (2000). *The qualitative researcher's companion*. Sage Publications. Incorporated.
- Phang, F. A. (2009). The patterns of physics problem solving from the view of metacognition. Unpublished M.Phil. PhD Dissertation, University of Cambridge, Cambridge.
- Rostaminezhad, M., Irandegani, M., & Asgari, A. (2017). The role of math epistemological beliefs in anticipating performance of engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 19(74), 33-49.
- Schön, D. A. (2017). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Routledge.
- Strawderman, V. W. (2010). Mathematics anxiety model. Available at <http://www.mathgoodies.com/>

articles/math_anxiety_model.html.

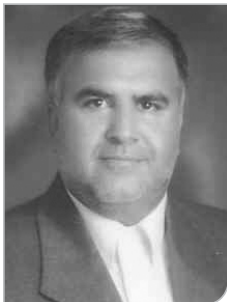
- Stewart, S., & Reeder, S. (2019). Examining unresolved difficulties with school algebra in calculus. *Calculus in upper secondary and beginning university mathematics*, 102.
- Tarricone, P. (2011). *The taxonomy of metacognition*. Psychology Press.



◀ **فریبا فیروزیان:** دکتری ریاضی محض - زمینه آموزش ریاضی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ایشان با توجه به علاقه‌مندی به موضوعات بین رشته‌ای، وارد حیطه آموزش مهندسی شدند و رساله دکتری خود را در این زمینه به انجام رساندند. ایشان بیش از ۲۰ مقاله داخلی و خارجی در زمینه آموزش ریاضی و به‌ویژه آموزش مهندسی دارند.



◀ **سپهلا فیروزیان:** دکتری آموزش ریاضی خود را از دانشگاه تکنولوژی مالزی (UTM). در حال حاضر در دوره پسا دکتری در این دانشگاه مشغول به کار هستند. ایشان در زمینه‌های آموزش ریاضی، آموزش مهندسی، متدولوژی و ریاضی سابقه تدریس و پژوهش دارند و همچنین به‌عنوان استاد راهنما و مشاور در انجام پایان نامه‌های دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی و آموزش ریاضی نقش دارند. ایجاد تحول در برنامه درسی دستاورد محور مهندسی دانشگاه تکنولوژی مالزی و دیگر پژوهش‌های علمی از جمله فعالیت‌های ایشان در قالب مقاله، طرح پژوهشی، کنفرانس‌ها و همایش‌های ملی و بین‌المللی بوده است.



◀ **محمدرضا فدایی:** دانشیار گروه آموزش ریاضی دانشگاه شهید باهنر کرمان و دانش‌آموخته دکتری ریاضی محض - زمینه آموزش ریاضی از دانشگاه شهید باهنر کرمان هستند.



◀ **ابوالفضل رفیع‌پور:** دکتری در رشته ریاضی با تمرکز بر آموزش ریاضی از دانشگاه شهید بهشتی تهران عضو هیئت علمی در دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشند. ایشان در حال حاضر، با مرتبه علمی دانشیار مشغول تدریس و پژوهش در دانشگاه شهید باهنر کرمان هستند و به‌عنوان نماینده ایران در کمیسیون بین‌المللی تدریس ریاضی (ایکمای) نیز فعالیت دارند. تعداد مقالات ایشان در نشریات و کنفرانس‌های بین‌المللی و ملی به بیش از ۱۰۰ مورد می‌رسد.