

بررسی کیفی نقش بازتاب در حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی

فریبا فیروزیان^۱، محمدرضا فدایی^۲ و ابوالفضل رفیع پور^۳

چکیده: هدف از پژوهش حاضر بررسی کیفی نقش بازتاب فراشناختی در حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی است. جامعه آماری تحقیق شامل دانشجویان مهندسی عمران، مکانیک و الکترونیک است که در سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۳ در دانشگاه شهید باهنر کرمان مشغول به تحصیل بودند و تعداد ۱۲ نفر از آنان با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند برای انجام مصاحبه انتخاب شدند. در این مقاله بازتاب فراشناختی بر روی حل مسئله دانشجویان مهندسی در دو مقوله دانش و نظارت فراشناختی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داد که «بازتاب» می‌تواند توانایی حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی را افزایش داده و توانایی کنترل و ارزیابی درستی در شرایط حل مسئله به آنها بدهد. این پژوهش نشان می‌دهد حل مسئله امروزه چیزی فراتر از راه‌حلهای جزئی و به‌کاربردن آنها برای حل مسائل در دسترس است بلکه می‌تواند راهی برای تشویق دانشجویان مهندسی باشد تا با علم مهندسی به حل مسائل دنیای واقعی بپردازند؛ زیرا حل مسائل دنیای واقعی فراگیران را به استدلال و قضاوت در سطوح بالاتر و همچنین یافتن ایده‌های جدید وامی‌دارد.

واژه‌های کلیدی: بازتاب، حل مسئله ریاضی، دانشجویان مهندسی، فراشناختی، تحقیق کیفی

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

f.firouzian@math.uk.ac.ir

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

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

(دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۸/۲۱)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۲/۳۰)

DOI: 10.22047/ijee.2017.65851.1420

۱. مقدمه

در هر کشور نظام آموزش عالی به‌عنوان بارزترین نمود سرمایه‌گذاری نیروی انسانی نقش اصلی در تربیت نیروی انسانی کارآمد را بر عهده دارد و سهم قابل توجهی از بودجه کشور را به خود اختصاص می‌دهد؛ بنابراین نقشی تعیین‌کننده در ابعاد گوناگون اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی جامعه ایفا می‌کند. از این‌رو، اطمینان از کیفیت مطلوب عملکرد نظام آموزش عالی به‌منظور جلوگیری از هدر رفتن سرمایه انسانی و مادی و نیز توانایی رقابت در دنیای آینده، که در آن کیفیت مهم‌ترین مؤلفه برای ادامه حیات است، ضرورتی انکارناپذیر است (حکیم‌زاده و همکاران، به نقل از معروفی و همکاران، ۱۳۹۴). در این‌بین، یکی از زمینه‌هایی که نیازمند توجه و دقت بیشتری در نظام آموزش عالی است، علوم مهندسی است و در چارچوب علوم مهندسی، ریاضیات به‌عنوان اساس اعمال مهندسی در نظر گرفته می‌شود (آبریس، ۲۰۱۰، به نقل از گوولد^۱، ۲۰۱۲).

جانوسکی^۲ و همکاران (۲۰۰۸) معتقدند که توانایی به‌کاربردن ریاضی برای حل مسائل پیچیده مهندسی یک الزام است؛ اما اغلب، مهارت فراموش‌شده‌ای برای مهندسان جوان است. بنابراین می‌توان گفت در انجام تکالیف مرتبط با مهندسی توانایی حل مسئله ریاضی^۳ نقش اساسی ایفا می‌کند. (Alves, 2016; Mc Neill et al., 2016; Flegg et al., 2011). در نتیجه، پرداختن به مقوله حل مسئله ریاضی در سایه فراشناخت^۴ و استفاده از آن در بهبود عملکرد حل مسئله دانشجویان مهندسی نقش مهمی دارد. در این پژوهش به «بازتاب»^۵ به‌عنوان یکی از فعالیتهای مهم فراشناختی، که عاملی تأثیرگذار در حل مسئله ریاضی فرد است، پرداخته شده است.

کلمه بازتاب طیف وسیعی از معانی دارد. منظور از بازتاب توجه متفکرانه، تجزیه و تحلیل و نقد در مورد یک موضوع و فرایند فعال کاوش و کشف در ذهن فرد است (دیوان جاگالس و مارتی واندر والت^۶؛ ۲۰۱۰). همچنین می‌توان گفت به برخی از نتیجه‌گیریهای مثبت و منفی، که به درک بهتر روند یک اندیشه در مورد یک موضوع است، اشاره دارد (Bormotova, 2010). بنابراین می‌توان گفت یکی از عوامل تأثیرگذار در فراشناخت، که بین دو مؤلفه فراشناخت در حرکت است، بازتاب فراشناختی نام دارد (Jacobs, 2010). محققان دو مؤلفه

-
1. Goold
 2. Janowski
 3. Mathematical Problem Solving
 4. Metacognition
 5. Reflection
 6. Divan Jagals, Marthie van der Walt

دانش^۱ و نظارت^۲ را برای فراشناخت مشخص کرده‌اند که نخستین مؤلفه^۳ (دانش) به آگاهی از مهارت‌ها، راهبردها و منابع شناختی برای عملکرد مؤثر در تکلیف اشاره دارد و دومین مؤلفه (نظارت)، توانایی استفاده از سازکارهای خودنظم‌دهی و کسب اطمینان از انجام موفق تکلیف است.

شواهد نشان می‌دهد که رابطه^۴ عمیقی بین بازتاب و مؤلفه‌های فراشناخت وجود دارد (Jacobs, 2010; Van Der Walt and Maree; 2007). این رابطه به این دلیل است که بازتاب نقش بسیار مهمی در فرایند حل مسئله بازی می‌کند؛ درحالی‌که حل مسئله و فراشناخت هم به‌نوعی در ارتباط مستقیم با یکدیگر هستند (Goos, Brown and Maker, 2008). فراشناخت ساختاری پیچیده و معانی گسترده‌ای دارد که بسیاری از متخصصان پیچیدگی آن را اذعان کرده‌اند (Artzt and Armour, 1992; Schoenfeld, 1992; Van Opstal and Daubenmire, 2015). سالیان متمادی تحقیقات نظری و تجربی بسیاری بر روی پدیده^۵ فراشناخت و اهمیت آن بر عملکرد فراگیران انجام شده و می‌توان گفت فراشناخت به‌عنوان یک عامل کلیدی در فرایند حل مسئله شناخته شده است. پژوهشگران فراشناختی نیز به این موضوع پرداخته‌اند که توانایی حل مسئله در سایه^۶ فراشناخت دست‌یافتنی‌تر است (Lucanglei and Gornoldi, 1997).

از طرف دیگر به اعتقاد ویلسون^۳ (۲۰۰۱) حل مسئله از اهمیت ویژه‌ای در مطالعات ریاضی برخوردار است. یکی از اهداف اصلی آموزش ریاضی، ارتقای توانایی اندیشیدن فرد است و یکی از راههای دستیابی به این هدف به‌کارگیری حل مسئله ریاضی توسط فرد است (فنگ، ۲۰۰۹؛ هامیل، ۱۹۸۰ به نقل از دیسوت^۴ و همکاران ۲۰۰۱). می‌توان حل مسئله را به‌عنوان فرایندی جهت‌دار و هدفمند تعریف کرد که نیازمند استفاده^۵ دامنه‌ای از مهارت‌ها نظیر تفسیرکردن، قضاوت‌کردن و همچنین استفاده از راهبردهایی برای اداره‌کردن وضعیتی پیچیده است (Litzinger and Firetto, 2010; Mc Neill et al., 2016). از آنجا که حل مسئله ریاضی چالش‌برانگیز به نظر می‌رسد، باید شرایطی را فراهم کرد تا فراگیران به‌جای ترس از مسئله با آن مواجه شوند و به حل آن بپردازند (Kapa, 2001). در این راه فراشناخت حامی حل‌کنندگان مسئله است و توانایی آنها را برای رسیدن به این هدف بهبود می‌بخشد (Tock and Moxley, 2017).

در این پژوهش به نقشی، که بازتاب بر دو مؤلفه از فراشناخت در حین فرایند حل مسئله افراد ایفا می‌کند، پرداخته‌ایم. بدین معنی که چگونگی نقش بازتاب بر دو مؤلفه^۳ دانش و نظارت در عملکرد حل مسئله دانشجویان مهندسی سال اول دانشگاه شهید باهنر کرمان، که در سال تحصیلی ۹۳-۹۴

-
1. Knowledge
 2. Regulation
 2. Wilson
 4. Desoet, A

مشغول به تحصیل بوده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته است. پرسشهایی که به آنها پرداخته خواهد شد به قرار زیر است:

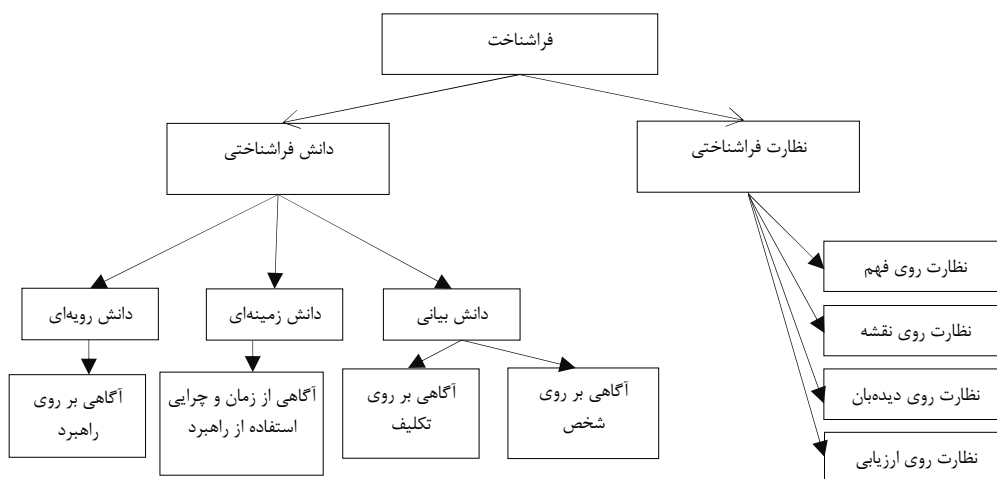
- چگونه بازتاب بر روی دانش فراشناختی دانشجویان مهندسی سال اول دانشگاه شهید باهنر در طول فرایند حل مسئله ریاضی اتفاق می‌افتد؟
- چگونه بازتاب بر روی نظارت فراشناختی دانشجویان مهندسی سال اول دانشگاه شهید باهنر در طول فرایند حل مسئله ریاضی اتفاق می‌افتد؟

۲. ادبیات تحقیق

حل مسئله ریاضی نیازمند ارتقاء سطح فراشناخت در فراگیران است (Fortunato et al., 1991). فراشناخت کلیدی است که به فراگیران اجازه می‌دهد تا افکارشان را کنترل و بازسازی کنند و نقش اساسی در عملکرد حل مسئله آنان ایفا می‌کند (گاس و ویلی، ۲۰۰۷). به نقل از عطارخامه و سیف (۱۳۸۸)، به اعتقاد شونفیلد^۱ (۱۹۹۲) فراشناخت اصطلاحی است که کاربردهای گسترده‌ای دارد و به نقش فهمیدن و تنظیم فرایندهای تفکر در زمان حل مسئله به وسیله فرد اشاره دارد. براون از فراشناخت به عنوان دانش فرد و کنترل آن بر سیستم شناختی خودش برای حل مسئله یاد کرده است (براون، ۱۹۸۷). به نقل از جاگالس و واندروالت، (۲۰۱۰). فراشناخت فراگیران را قادر به نظارت بر روی عمل حل مسئله خودشان می‌کند و به آنها کمک می‌کند تا مسئولیت حل خود را بپذیرند. اکثر مردم ریاضیات را به عنوان مجموعه‌ای از تفکر منطقی و سازکاری برای استدلال در نظر می‌گیرند (Ernest, 2010). استفاده از زبان ریاضی، انتقاد و استدلال، اثبات کردن و به رسمیت شناختن یک مفهوم ریاضی از توصیفاتی بود که آلفونس و همکاران، (۱۹۶۲) به نقل از چترجی، (۲۰۰۵)، از ریاضیات ارائه کردند. در همین راستا می‌توان گفت که ریاضیات با سایر علوم نظیر فیزیک در ارتباط است اما الگوی حل مسئله آنان متفاوت است. (فنگ، ۲۰۰۹؛ هامیل، ۱۹۸۰) به نقل از دیسوت و همکاران، (۲۰۰۱). برای مثال، در این پژوهش برخی از فراگیران به این موضوع اشاره کرده‌اند که تا جایی که فیزیک علاقه‌مندند که وارد مباحث پیچیده ریاضی نشود در این صورت است که از انجام مسائل فیزیک لذت می‌برند. همچنین باید اشاره کرد که حل مسائل ریاضی نیازمند تفکر منطقی و بنیادی و دانش انتزاعی است؛ درحالی‌که حل مسائل فیزیک علاوه بر تفکر منطقی و دانش انتزاعی نیازمند درک پدیده‌های فیزیکی نیز است.

1. Schoenfeld, A. H.

پژوهشها نشان می‌دهد که عملکرد نامناسب در حل مسئلهٔ ریاضی، نه تنها به دانش پایه بلکه به عوامل دیگری نظیر آگاهی از این دانش طی عملکرد حل مسئله نیز بستگی دارد. آگاهی از این دانش و نظارت بر آن، طی فرایند حل مسئله را فراشناخت می‌نامند (شونفیلد، ۱۹۸۷ به نقل از گولد، ۲۰۱۲؛ اسکرا^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). همانطور که اشاره شد، فراشناخت دو عنصر مستقل اما مرتبط با یکدیگر دارد؛ یکی دانش فراشناختی و دیگری نظارت فراشناختی (Desoete, Roeyers and Buysse, 2001; Jacobs, 2010).



شکل ۱: مؤلفه‌های فراشناخت (برگرفته از ریدلی و همکاران، ۱۹۹۶)

دانش فراشناختی به دانش و باورهایی که فرد دربارهٔ منابع شناختی خود در یک حیطه دارد، اشاره می‌کند. به‌عنوان مثال، اینکه فرد چقدر خوب در آن حیطه عمل می‌کند، راهبردها و روشهای اکتشافی که می‌تواند استفاده کند، یا ماهیت آن حیطهٔ دانش چیست، دانش فراشناختی را نشان می‌دهند (فلاول^۲، ۱۹۷۶ به نقل از بروموتوا^۳، ۲۰۱۰). به اعتقاد کریمی و همکاران (۱۳۹۱) فرد با استفاده از دانش فراشناختی فرایندهای شناختی خودش را مورد ملاحظه قرار می‌دهد.

1. Schraw
2. Flavell
3. Bormotova

همانطور که از شکل ۱ برمی‌آید، فراشناخت دو مؤلفه دارد که هر مؤلفه زیر شاخه‌هایی دارد. مؤلفه دانش فراشناختی سه زیرشاخه دانش بیانی، دانش رویه‌ای و دانش زمینه‌ای دارد (پاریس^۱ و همکاران، ۱۹۸۴ به نقل از فنگ^۲، ۲۰۰۹؛ هارتلی^۳، ۲۰۰۶). این سه نوع دانش، سه جنبه اساسی فراشناخت هستند. برای مثال، آگاهی از این موضوع که عنوان یک متن، سرنخه‌هایی را درباره موضوع آن ارائه می‌دهد دانش بیانی؛ و آگاهی از این که چگونه یک متن را خلاصه کنیم دانش رویه‌ای؛ و آگاهی از این که چه موقع دنبال جزئیات باشیم بیانگر دانش زمینه‌ای است. البته هر یک دارای زیرشاخه‌هایی هستند. دو زیرشاخه آگاهی بر روی فرد و آگاهی بر روی تکالیف شناختی در بحث دانش بیانی است (فلاول، ۱۹۷۶ به نقل از بروموتوا، ۲۰۱۰) و آگاهی بر روی راهبردها در بحث دانش رویه‌ای و آگاهی از زمان استفاده و چرایی استفاده از راهبردها در مبحث دانش زمینه‌ای قرار می‌گیرد (Schraw, Crippen and Hartley, 2006). آگاهی بر روی فرد شامل هر چیزی است که فرد درباره ماهیت انسان به عنوان عمل‌کننده به دانش به آن اعتقاد دارد؛ در واقع این مرحله شامل علم به تواناییهای خود فرد است و دانستن و آگاهی از این که انسان برخی موضوعها را فراموش کرده و یا چه چیزهایی را می‌داند و یا نمی‌داند. دومین زیرشاخه آگاهی از راهبرد است به معنی دانش درباره انواع راهبردهایی که احتمالاً بیشترین قابلیت استفاده را دارند و به راهبردهایی، که می‌توانند به عملکرد موفقیت‌آمیز کمک کنند، اشاره می‌کند و بالاخره سومین زیرشاخه آگاهی بر روی تکالیف شناختی است. این مرحله شامل درخواستهایی است که در تکالیف مختلف وجود دارد؛ مثلاً فهم اینکه حل دوباره مسئله‌ای بسیار آسان‌تر از حل آن که در بار اول اتفاق می‌افتد.

نظارت فراشناختی، فعالیتی است که با استفاده از آن فهم مسئله و فرایند حل آن را مورد نظارت قرار می‌دهیم تا بفهمیم چقدر در عملکرد خود موفق بوده‌ایم و به فراگیر اجازه می‌دهد اشکالات حل مسئله را بشناسد و آنها را رفع کند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱). باتوجه به شکل ۱ چهار زیرشاخه برای نظارت فراشناختی در نظر گرفته شده است. این زیرشاخه‌ها عبارت‌اند از نظارت روی فهم (آگاهی از چرایی و چگونگی انجام کار)، نظارت روی نقشه‌ریزی (نشانه‌هایی از تنظیم و سازماندهی در طول فرایند حل مسئله)، نظارت روی دیده‌بان (بازبینی آنچه که در یک نقطه خاص انجام شد) و نظارت روی ارزیابی (احساسی که از حل و مقایسه پاسخها به وجود می‌آید). هر یک از این زیرشاخه‌ها به نوعی بر روند حل مسئله نظارت دارند و فراگیر را در بررسی عملکرد خود در جریان حل مسئله یاری می‌دهند.

-
1. Paris
 2. Phang
 3. Hartley

بسیاری از ویژگی‌هایی که مفهوم بازتاب را ارائه می‌کنند در مفاهیم بازتاب و فراشناخت مشترک هستند و در واقع می‌توان گفت به‌سختی درهم تنیده شده‌اند. بازتاب فراشناختی یک رویکرد خاص برای تشویق فراگیران در بررسی عملکرد خود به شیوه‌ای نظام‌مند است و به بررسی و کشف ساختارهایی می‌پردازد که فراگیران برای شناسایی راهبردهای خود به کار می‌برند (کندی^۱ و همکاران، ۱۹۸۵ به نقل از جاگالس و واندروالت، ۲۰۱۰). در همین راستا می‌توان بیان کرد که بازتاب فراشناختی در نوجوانی رشد چشمگیری دارد؛ به‌طوری‌که می‌تواند افکار و عملکرد دانش‌آموزان را در سطوح دبیرستانی تحت‌تأثیر قرار دهد (صمصام شریعت و رنجبر کهن، ۱۳۹۲). تحقیقی که ویل و همکاران در این زمینه در سال ۲۰۱۳ انجام دادند به بررسی کیفیت بازتاب فراشناختی در بین دانش‌آموزان دبیرستانی پرداخته است و از آن به‌عنوان فرصتی برای مجهز کردن دانش‌آموزان به‌منظور اداره روند حل مسئله اشاره می‌کند و در نهایت نشان می‌دهد چگونه دانش‌آموزان دبیرستانی پیشرفت کار خود را فعالانه دنبال می‌کنند و فرایند حل مسئله را باتوجه‌به بازتاب فراشناختی نظارت می‌کنند. دویبنسکی^۲، (۱۹۹۱) به نقل از کاوون^۳ (۲۰۰۶) بیان می‌کند که ما زمانی از یک مرحله به مرحله دیگر حرکت می‌کنیم که بازتابی در مورد آنچه، که انجام داده‌ایم، داشته باشیم. در پژوهش حاضر مدل رالف^۴ (۲۰۰۱) نیز مورد توجه قرار گرفته است؛ که این مدل ترکیبی از مدل‌های بازتابی جان^۵ (۲۰۰۹) و گیبس^۶ (۱۹۹۸) است. برطبق مدل بازتابی رالف (۲۰۰۱) سه مرحله وجود دارد که فراگیران با استفاده از آن در سایه بازتاب قادر به حل مسائل ریاضی هستند. مرحله اول به بازتاب بر روی مسئله ریاضی به‌منظور تشریح آن می‌پردازد؛ در مرحله دوم فراگیر دیدگاه و دانش خود را راجع به مسئله می‌سازد تا مسئله را بفهمد و در مرحله سوم و پایانی فراگیر روی مسئله بازتاب انجام می‌دهد تا ببیند آیا می‌تواند راهبرد یا دیدگاه‌های دیگری را برای مسئله در نظر بگیرد تا به مفهوم کامل مسئله برسد یا وضعیت مسئله را بهتر درک کند. در بخش کدبندی داده‌های کیفی پژوهش، سه مرحله مدل بازتابی رالف مدنظر قرار گرفته و در کدبندی داده‌ها به آن توجه شده است.

-
1. Candy
 2. Dubinsky
 3. Kaun
 4. Rolfe, Freshwater and Jasper
 5. John
 6. Gibbs

۳. روش تحقیق

بهترین رویکرد گردآوری داده‌ها در پژوهش رویکردی است که داده‌های به‌دست‌آمده در پاسخ‌گویی به پرسشهای پژوهش و تحقق اهداف آن بهترین کارکرد را داشته باشند (حریر، ۱۳۸۵ به نقل از محمدزاده، ۱۳۹۱). برمبنای این امر، مصاحبه بهترین رویکرد انتخابی پژوهش کیفی حاضر در نظر گرفته می‌شود که از میان انواع گوناگون مصاحبه از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته^۱ استفاده شده است. این نوع مصاحبه با استفاده از راهنمای مصاحبه صورت گرفته است (محمدپور، ۱۳۸۹). همچنین پرسشهای مصاحبه بازپاسخ است و به وسیلهٔ این پرسشها بازتاب فراشناختی فرد بر روند حل مسئله ریاضی وی کشف و استخراج شد. منظور از روند حل مسئله، حل آن مسائلی است که محقق طی آزمونی حاوی پرسشهای درس ریاضی ۱ از دانشجویان مورد پژوهش به عمل آمده است و هدف آن ایجاد پیش‌زمینه برای مصاحبه حول روند حل آنها و شیوه‌های به‌کارگیری بازتاب و فراشناخت دانشجویان بر روی آنها بوده است.

۳.۱. آماری و حجم نمونه

از آنجا که ماهیت تحقیق حاضر کیفی است، هدف از آن تعمیم نتایج به جامعهٔ آماری نیست؛ بلکه عمق و غنابخشیدن به کشف پدیدهٔ مورد مطالعه است (Creswell, 2013). بنابراین، نمونهٔ آماری پژوهش به صورت هدفمند (نه تصادفی) از میان دانشجویان مهندسی رشته‌های الکترونیک، عمران و مکانیک دانشگاه شهید باهنر کرمان انتخاب شدند که درس ریاضی ۱ را در سال تحصیلی ۹۳-۹۴ گذرانده‌اند و تاکنون در این درس نمره مردود نداشته‌اند و علاقه‌مندی خود را به شرکت در مصاحبه ابراز کردند. رشته‌های تحصیلی یادشده جزء رشته‌های اصلی مهندسی محسوب می‌شوند و بیشترین متقاضی را در بین داوطلبان ورود به دانشگاه شهید باهنر کرمان داشتند. این درس به‌دلیل پیش‌نیاز بودن برای اکثر دروس ریاضی ارائه‌شده در رشته‌های مهندسی (ریاضی ۲، آمار مهندسی، معادلات دیفرانسیل، ریاضی مهندسی) برای بررسی در این پژوهش در نظر گرفته شده است. تعداد ۱۲ نفر از دانشجویان رشته‌های موردنظر مهندسی برای شرکت در پژوهش برگزیده شدند و با آنها مصاحبه صورت گرفت و اطلاعات موردنیاز تحقیق به‌دست آمد. مصاحبه‌ها تا آنجا ادامه یافت که اطلاعات موردنیاز تحقیق به حد اشباع رسید؛ به‌طوری‌که از دانشجویان پاسخهای تکراری دریافت شد (Miles and Huberman, 1994). همچنین، تعداد اعضای نمونهٔ انتخاب‌شده با نمونهٔ کیفی

انتخاب شده^۱ ییمر^۱ و الرتون^۲ (۲۰۱۰)، که سیزده نفر بودند، از سازگاری نسبی برخوردار است.

۲.۳. یافته‌های تحقیق

تأکید پژوهشگران در مصاحبه‌های انجام شده بر مهارت بازتاب فراشناختی دانشجویان مهندسی دانشگاه شهید باهنر در طی فرایند حل مسئله (به‌عنوان متغیر کیفی تحقیق) بود. در این راستا تعداد ده پرسش در قالب مصاحبه از دانشجویان پرسیده شد. پژوهشگران در این مصاحبه‌ها از طریق پرسشها توانستند از زبان خود دانشجویان مسیری را، که هر یک از آنها برای رسیدن به جواب مسئله طی می‌کردند، از منظر بازتاب فراشناختی کشف، بررسی و کدبندی کنند و به عبارت دیگر، داده‌های کیفی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند. بدین طریق، بر اساس گفته‌های دانشجویان چارچوبی اولیه برای آنچه که به‌عنوان فعالیتهای بازتابی دانشجویان طی فرایند حل مسئله اتفاق می‌افتد، ترسیم شد (جدول ۱).

جدول ۱: اطلاعات مربوط به دو مقوله دانش و نظارت فراشناختی

مقوله	کد	زیر مقوله	توضیحات
دانش فراشناختی	د.ف.۱	۱- بازتاب دانشی روی فرد	۱- آگاهی از تواناییها و مهارتهای خود فرد
	د.ف.۲	۲- بازتاب دانشی روی تکالیف	۲- شناسایی روشها و اطلاعات مربوط به تکلیف
	د.ف.۳	۳- بازتاب دانشی روی راهبردها	۳- راهبردهای مورد استفاده در حل مسئله
نظارت فراشناختی	ن.ف.۱	۱- بازتاب نظارتی روی فهم	۱- آگاهی از چرایی و چگونگی انجام کار
	ن.ف.۲	۲- بازتاب نظارتی روی نقشه‌ریزی	۲- نشانه‌هایی از تنظیم و سازماندهی در طول فرایند حل مسئله
	ن.ف.۳	۳- بازتاب نظارتی روی دیده‌بان	۳- بازبینی آنچه که در یک نقطه خاص انجام شد
	ن.ف.۴	۴- بازتاب نظارتی روی ارزیابی	۴- احساسی که از حل و مقایسه پاسخها به وجود می‌آید

پرسشهایی که از این دانشجویان پرسیده شد بازتاب بر روی دو مؤلفه دانش فراشناختی و نظارت فراشناختی را پوشش می‌داد. در مؤلفه دانش فراشناختی پرسشهای مطرح شده از دانشجویان در سه

زیرمقوله قرار داده شد که عبارت‌اند از بازتاب دانشی روی فرد، بازتاب دانشی روی تکالیف و بازتاب دانشی روی راهبردها که به تجزیه و تحلیل تک تک آنها می‌پردازیم.

۳.۳.۱. بازتاب بر روی دانش فراشناختی

همانطور که اشاره شد، این مؤلفه از فراشناخت به سه زیرمقوله تقسیم می‌شود که نقش بازتاب بر هریک از این زیرمقوله‌ها در ادامه توضیح داده شده است.

۳.۳.۱.۱. بازتاب دانشی بر روی فرد

در این بخش دانشجو به میزان آگاهی‌هایی که دارد و مطالبی که در ذهن خود سپرده است، اشاره می‌کند و برای راه‌حلهای خود به آنها تکیه دارد و در انجام این کار صبر و حوصله به خرج می‌دهد. دانشجویانی بودند که میزان تواناییها و بازتابی را که بر عملکرد خود داشته‌اند، در جریان حل مسئله ریاضی محک زده و ابراز کردند که عملکردی در حد متوسط داشته‌اند و باید «سواد ریاضی» خود را ارتقا دهند تا عملکرد بهتری داشته باشند. همچنین دانشجویی «جهت فکری» خود را در مسیر حل مسئله مهم می‌دانست و آن را ناشی از دانش قبلی خود معرفی کرد. «بازتاب دانشی بر روی فرد» اولین زیرمقوله از بازتاب بر روی دانش فراشناختی است که از داده‌های کیفی استخراج شد. در جدول ۲ مثالهایی از پاسخهای دانشجویان در مصاحبه، که تحت این زیرمقوله قرار می‌گیرند، ذکر شده است.

جدول ۲: مثالهایی از پاسخ شرکت‌کنندگان در مصاحبهٔ پژوهش در مقولهٔ بازتاب دانشی بر روی فرد

ردیف	نام شرکت‌کننده	مثالهایی از مصاحبه
۱	شمارهٔ دوم	من مسئله را با استفاده از مطالبی، که خوانده‌ام و یاد گرفته‌ام، حل می‌کنم
۲	شمارهٔ سوم	خب، در صورت حل شدن به توانایی خودم پی می‌برم
۳	شمارهٔ ششم	چون سواد ریاضی من پایین بود عملکردم در حد متوسطی است
۴	شمارهٔ هشتم	بله، (دانش قبلی) به مقدار زیادی به من کمک می‌کند که جهت فکری خود را برای حل مسئله تعیین کنم

۳.۳.۱.۲. بازتاب دانشی بر روی تکالیف

دومین زیرمقوله از بازتاب بر روی دانش فراشناختی، شناسایی روشها و اطلاعات مربوط به تکلیف یادشده است که در پاسخهای مصاحبه‌شوندگان به چشم می‌خورد. شناسایی نقشهٔ صحیح در پس ذهن و استفاده از آن در روند حل مسئله یکی پاسخهایی بود که دانشجویان به پرسشهای مصاحبه دادند. جست‌وجوگری در اطلاعات موجود در ذهن و رسیدن به پرسشی مشابه یکی از راههایی بود که دانشجویان به آن اشاره کردند؛ همچنین دانشجویان معتقد بودند باید بر اطلاعات مسئله کنترل

داشته باشند تا بتوانند از مفروضات آن به درستی استفاده کنند. شناسایی هدف و درک درست پرسش در شناسایی روش بهینه و اجرای آن نیز موضوعی است که دانشجویان به آن پرداخته‌اند.

جدول ۳: مثالهایی از بازتاب فراشناختی بر روی تکلیف

ردیف	نام شرکت‌کننده	مثالهایی از مصاحبه
۱	شماره چهارم	به تبع آن نقشه‌ای (برای حل مسئله) به ذهنم می‌آید
۲	شماره یک	شاید با مبحث مرتبط با این پرسش روبه‌رو شوم و مفهوم را درک کنم یا به فهم آن کمک کند
۳	شماره دوم	اطلاعات اولیه مسئله و فرضیات آن برایم مهم است
۴	شماره سوم	اطلاعات انتگرال‌گیری و همچنین فرمولهای مثلثاتی در حل مسائل مهندسی به من کمک می‌کنند

۳.۱.۳. بازتاب دانشی روی راهبردها

در این بخش دانشجویان استفاده از راهکار را مطمئن‌ترین و بهترین راه برای رسیدن به پاسخ درست معرفی کرده‌اند. دانشجویان خاطرنشان کردند که استفاده از فرمول و رسم شکل برای حل سریع‌تر و آسان‌تر مسئله ریاضی است که به آنها فرصتی برای بازتاب بر راه‌حلهای موجود در ذهنشان می‌دهد. ساده‌سازی و استفاده از مسئله نمونه راهبردهای دیگری بود که دانشجویان در پاسخهای خود به آنها اشاره کردند.

جدول ۴: مثالهایی از بازتاب دانشی روی راهبردها

ردیف	نام شرکت‌کننده	مثالهایی از مصاحبه
۱	شماره چهارم	شکل یا داده‌هایی کلی از محدوده خواسته شده طراحی می‌کنم
۲	شماره ششم	با استفاده از ساده‌سازی مسئله را حل می‌کنم
۳	شماره نهم	می‌توان با استفاده از راههای قبلی و مسئله نمونه پرسش را حل کرد

۳.۲. بازتاب بر روی نظارت فراشناختی

یکی از رفتارهای فراشناختی که دانشجویان در فرایند حل مسئله و به‌خصوص در هنگام ارزیابی راه‌حل خود نشان داده‌اند، نظارت بر داده‌های به‌دست‌آمده و سنجش سازگاری آنها با شرایط مسئله است.

۱. ۲. ۳. ۳. بازتاب نظارتی روی فهم

در اولین زیرمقاله از مقولهٔ بازتاب بر روی نظارت فراشناختی به بررسی «بازتاب نظارتی روی فهم مسئله» می‌پردازیم. برخی از دانشجویان از چرایی و چگونگی انجام کار خود، هم‌زمان، مطلع بودند و با بازتاب نظارتی که بر روی راه حل خود داشتند و با تحلیل داده‌های مسئله کار خود را پیش می‌بردند. همچنین قید کردند که فهم مسئله رکن اساسی مسئله است که در پیدا کردن راه حل و طرح نقشه اهمیت بسزایی دارد. از داده‌های پرسش‌نامه اینگونه برمی‌آید که دانشجویان مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان از بازتاب نظارتی کمی در طول فرایند حل مسئله برخوردارند. چنانچه در پاسخ تعداد بسیاری از دانشجویان زیرمقالهٔ «بازتاب نظارتی روی فهم» به‌طور کلی مشاهده نشد.

جدول ۵: مثالهایی از بازتاب نظارتی روی فهم

ردیف	نام شرکت‌کننده	مثالهایی از مصاحبه
۱	شمارهٔ هفت	با استفاده از اصول و اساس کار پیش رفتم
۲	شمارهٔ دهم	ابتدا تا آخر روش مرا ادامه می‌دهم، بعد متوجه می‌شوم که راه‌حلم درست بوده است یا نه
۳	شمارهٔ شانزده	اگر راه‌های مناسبی برای آن (حل مسئله) پیدا کرده باشم پس مسیرم باید درست باشد

۱. ۲. ۳. ۳. بازتاب نظارتی روی نقشه‌ریزی

در این زیرمقاله به «بررسی نشانه‌هایی از تنظیم و سازماندهی در طول فرایند حل مسئله» می‌پردازیم. برطبق پاسخهای به‌دست‌آمده می‌توان دریافت که اکثر دانشجویان به زمان توجه داشته‌اند و آن را در پس ذهن خود مدیریت کرده‌اند. همچنین سطح دشواری مسئله و مواجهه با مسائل چالش‌برانگیز از مواردی است که به آن اشاره کرده‌اند. بازتابی که در این مرحله بر روی نظارت فراشناختی دانشجویان صورت گرفته است، در زیرمقالهٔ «بازتاب نظارتی روی نقشه‌ریزی» قرار می‌گیرند.

جدول ۶: مثالهایی از بازتاب نظارتی روی نقشه‌ریزی

ردیف	نام شرکت‌کننده	مثالهایی از مصاحبه
۱	شمارهٔ دوم	بسته به امتیاز پرسش و تعداد پرسشهای امتحان زمان برای حل مسئله دارم
۲	شمارهٔ سوم	تقریباً ۱۵ دقیقه برای حل کافی است
۳	شمارهٔ نهم	سطح دشواری مسئله و روبه‌رو شدن با پرسشهای چالش‌برانگیز در صرف زمان برای حل مسئله نقش مهمی دارد

۳.۲.۳. بازتاب نظارتی روی دیده بان

این زیرمقوله به بازبینی آنچه، که در یک نقطه خاص انجام شده است، اشاره می‌کند که در آن برخی از دانشجویان به استفاده از راه‌حلهای دیگر اشاره کرده‌اند. این دانشجویان پس از اینکه با فعالیتهای شناختی خود به نتیجه نرسیده‌اند به سراغ فعالیتهای فراشناختی رفته و دست به بازبینی مسئله زده‌اند تا شاید بتوانند راه‌حلی پیدا کنند. این زیرمقوله از مقوله بازتاب فراشناختی چندان مورد توجه دانشجویان قرار نگرفته بود و پاسخهای درخور توجهی نداشت.

جدول ۷: مثالهایی از بازتاب نظارتی روی دیده بان

ردیف	نام شرکت کننده	مثالهایی از مصاحبه
۱	شماره یکم	قرار گرفتن در مسیر درست؛ پرسشی است که چندین بار از خودم می‌پرسم
۲	شماره ششم	روند کلی حل مسئله را بازنگری می‌کنم تا ببینم پاسخ چگونه پیش می‌رود
۳	شماره هفتم	قرار گرفتن در مسیر درست حرکت؛ تقریباً پرسشی است که در حین حل مسئله از خود می‌پرسم و اگر به پاسخ نرسم در روند حل مسئله تجدیدنظر می‌کنم

۳.۲.۴. بازتاب نظارتی روی ارزیابی

احساسی که از حل مسئله (حتی در صورت حل نشدن مسئله) در برخی دانشجویان به وجود می‌آید، موجب می‌شود دانشجویان حل مسئله را عذاب آور ندانند و از آن لذت ببرند. همچنین استفاده نکردن از روشهای حفظی و استفاده از قوانین مفهومی در پاسخهای دانشجویان وجود داشت که نشان دهنده ارزش قائل شدن و قدردانی نسبت به ریاضی است. برخی از دانشجویان هم به بیهوده بودن و غیر کاربردی بودن ریاضی اشاره کرده‌اند و معتقد بودند که ریاضیات کسل کننده و ملالت بار است. این زیرمقوله از مقوله بازتاب بر روی نظارت فراشناختی در پاسخهای دانشجویان کمتر مشاهده شد و دانشجویان کمتر به آن پرداخته بودند.

جدول ۸: مثالهایی از بازتاب نظارتی بر روی ارزیابی

ردیف	نام شرکت کننده	مثالهایی از مصاحبه
۱	شماره هفدهم	از روشهای حفظی استفاده نمی‌کنم و سعی می‌کنم به جای آن با قوانین مفهومی کار کنم؛ یعنی اینکه چگونه این نتایج به دست آمده‌اند و این کار بسیار راضی کننده است
۲	شماره نه	ریاضیات بیهوده و غیر کاربردی است
۳	شماره دوازدهم	ریاضیات کسل کننده و ملالت بار است

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر سعی بر آن بوده است تا با استفاده از فن تحلیل کیفی داده‌ها، به تجزیه و تفکیک آنها بپردازیم و به مفاهیم و مقولات مرتبط با بازتاب بر روی دانش فراشناختی و بازتاب بر روی نظارت فراشناختی در روند حل مسئله ریاضی در بین دانشجویان مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان دست یابیم؛ همچنین به درک بهتری از فرایندی، که در پسِ ذهن دانشجویان در هنگام حل مسئله رخ می‌دهد، برسیم و بدین وسیله به اولین پرسش تحقیق پاسخ داده شد.

- چگونه بازتاب بر روی دانش فراشناختی دانشجویان مهندسی سال اول دانشگاه شهید باهنر کرمان در طول فرایند حل مسئله ریاضی اتفاق می‌افتد؟

سه زیرمقوله برای مقولهٔ «بازتاب بر روی دانش فراشناختی» در نظر گرفته شد که یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌های این مقوله در زیر آورده شده است.

در پاسخ به اولین پرسش پژوهش می‌توان گفت «بازتاب بر روی دانش فراشناختی» در بین دانشجویان مهندسی سال اول دانشگاه در سه زیرمقوله تحت عنوان بازتاب دانشی بر روی فرد، بازتاب دانشی بر روی تکلیف و بر روی راهبرد اتفاق می‌افتد. تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که استفاده از راهبردها (فرمول، رسم شکل) یا تغییر راهبردها در روند حل مسئله نشانی از بازتاب فراشناختی است که رفتاری بازدارنده در دانشجویان ایجاد می‌کند و توجه آنان را به راهبردهای دیگر معطوف می‌کند. همچنین به نظر می‌رسد شرکت‌کنندگان برای رسیدن به راهبردهای مناسب به چالش کشیده شدند و پس از کشمکش که در پسِ ذهن خود داشتند موفق به انتخاب فرمول مناسب شدند که به بازتاب دانشی بر روی تکلیف اشاره می‌کند و در بین دانشجویان بیشترین موردی بود که مشاهده شد. اکثر دانشجویان پس از هر مرحله از حل مسئله به بازنگری مسئله می‌پردازند که با یافته‌های بیمر و التون (۲۰۱۰) مطابقت دارد. به گفتهٔ دانشجویان بازنگری در هر مرحله از حل سبب فهم بهتر مسئله و شناسایی اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری در مورد ادامهٔ کار و استفاده از راهبرد مناسب می‌شود. دانشجویان با استفاده از فهم انواع مختلفی از راهبردها به تقویت بازتاب خود در روند حل مسئله می‌پردازند و این تعدد راهبردها به طرح نقشه‌ای مناسب برای حل مسئله کمک می‌کند.

در پاسخ به دومین پرسش تحقیق:

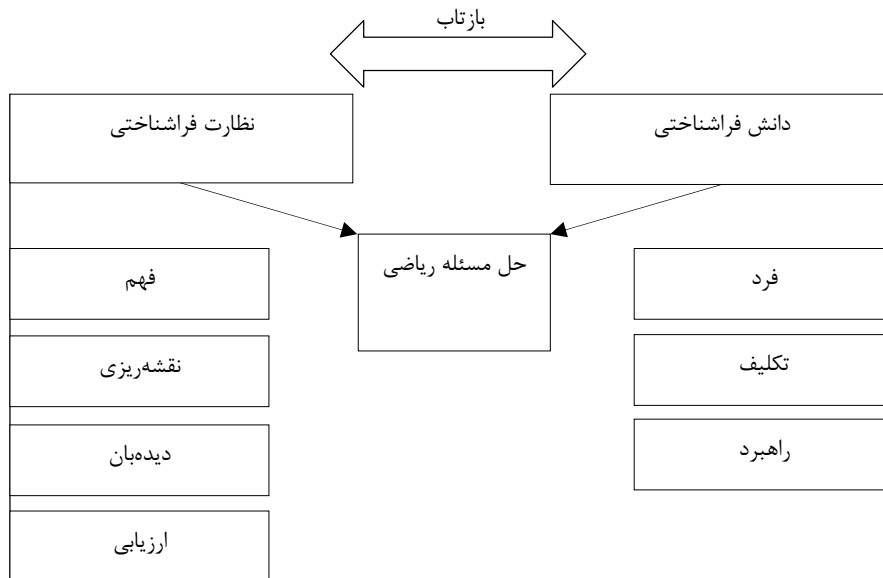
- چگونه «بازتاب بر روی نظارت فراشناختی» دانشجویان مهندسی سال اول دانشگاه شهید باهنر کرمان در طول فرایند حل مسئله ریاضی اتفاق می‌افتد؟

نتایج تحلیل داده‌های کیفی مربوط به این پرسش به قرار زیر است:

در پاسخ به دومین پرسش پژوهش می‌توان گفت که بازتاب نظارتی در بین دانشجویان مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان در چهار زیرمقوله شامل بازتاب نظارتی روی فهم، بازتاب نظارتی روی نقشه‌ریزی، بازتاب نظارتی روی دیده‌بان و بازتاب نظارتی روی ارزیابی اتفاق می‌افتد. برای فهم مسئله و حل آن، شرکت‌کنندگان دست به بازتاب بر روی فهم مسائل و تمرینهای مشابه با محتوایی مشابه زدند. می‌توان گفت فرایند فهم مسئله شامل: خواندن و دوباره‌خوانی مسئله، تجزیه و تحلیل و همچنین بازنویسی مسئله با اطلاعات موجود است که به دانشجویان در چگونگی حل مسئله و چرایی درستی کار کمک کرده و آنان را در انجام محاسبات دقیق‌تر یاری می‌دهد. در مرحله «بازتاب نظارتی بر روی نقشه‌ریزی» دانشجویان در چندین مرحله کار خود را انجام دادند. مرحله خواندن و تجزیه و تحلیل مسئله، چه کاری باید انجام دهیم، چه اطلاعاتی نیاز داریم و چگونه می‌توانیم در کمترین زمان بهترین نقشه را طرح‌ریزی کنیم. این مراحل برای رسیدن به پاسخ صحیح در بین پاسخهای دانشجویان دیده شده است. البته شایان ذکر است که تک‌تک آنها همه این مراحل را انجام نمی‌دادند. دانشجویان گامها و محاسباتشان را بررسی می‌کنند و به بازبینی مسئله می‌پردازند. اما در این بین درباره راه‌های دیگری هم فکر می‌کنند یا به تجدیدنظر در مورد طرح نقشه‌ای برای حل مسئله یا بازبینی مسئله می‌پردازند که به منظور حصول اطمینان از پاسخ صحیح است. تعداد کمی از دانشجویان به تفسیر پاسخهای خود می‌پردازند و معمولاً اشتباههای خود را وقتی شناسایی می‌کنند که پاسخها را با تفسیر بررسی کنند. این در حالی است که برخی دانشجویان پس از خواندن دوباره مسئله، موفق به پیدا کردن اشتباههای خود می‌شوند. همچنین اگر دانشجویان آگاهانه پاسخها را در روند حل مسئله بررسی کنند متوجه اشتباه در فرایند حل مسئله خواهند شد و به گفته خودشان بهتر قادر به اصلاح آنها هستند.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات ییمر و الرتون (۲۰۱۰) و جاگلاس و وان‌دروالت (۲۰۱۰)، که در خصوص دانش‌آموزان مدرسه‌ای صورت گرفته است، مطابقت دارد. این چرخه‌ای از محاسبه و ارزیابی است، تا زمانی که راه‌حل درستی به دست آید. برطبق یافته‌های این پژوهش پیشنهاد می‌شود که پژوهشی بر روی دانشجویان تحصیلات تکمیلی انجام گیرد و بررسی شود که آیا بازتاب فراشناختی در چنین سطحی قادر به بالابردن سطح توانمندی حل مسئله ریاضی آنان هست یا خیر.

پس از تحلیل داده‌های کیفی و بررسی یافته‌های به دست آمده به مدلی کیفی دست یافتیم. مؤلفه‌های کیفی تحقیق با عنوان مقوله‌های «بازتاب بر روی دانش فراشناختی» و «بازتاب بر روی نظارت فراشناختی» با شواهد کافی از مصاحبه‌ها جمع‌بندی و توضیح داده شدند و در نهایت با استفاده از داده‌های کیفی به زیرمقوله‌های آن رسیدیم که در مدل بازتاب فراشناختی بر روی حل مسئله ریاضی در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲: مدل کیفی رابطهٔ ابعاد فراشناخت و بازتاب روی توانایی حل مسئلهٔ ریاضی

در پایان بازتاب‌های دانشجویان شرکت‌کننده در پژوهش حاضر که در مورد آنها بحث شد، نشان می‌دهد که با رشد تواناییهای فراشناختی دانشجویان در طول فرایند حل مسئله ریاضی، دانشجویان توانمندی بیشتری در خود احساس کرده و ترس آنها از مواجه‌شدن با مسائل چالش‌برانگیز از بین می‌رود. بازتاب فراشناختی می‌تواند قدرت حل مسئلهٔ ریاضی دانشجویان مهندسی به‌ویژه در دانشگاه شهید باهنر کرمان را افزایش دهد و توانایی کنترل و ارزیابی درستی در شرایط حل مسئله به آنها ببخشد. حل مسائل دنیای واقعی دانشجویان را به استدلال و قضاوت در سطوح بالاتر و یافتن ایده‌های جدید وامی‌دارد. همچنین حل مسئلهٔ موفق در مهندسی موجب توسعه، اجرا و درنهایت تصمیم‌گیریهایی کاربردی در علوم مهندسی می‌شود که توانایی تفسیر درست اطلاعات و حل مسائل دنیای واقعی را به همراه دارد. علاوه بر این، دانشجویان مهندسی با آگاهی از تواناییهای فردی خود، اطلاعات مربوط به تکلیف و راهبردهای مورد استفاده در حل مسئله و چرایی و چگونگی روند حل مسئلهٔ بهتر قادرند به سازماندهی و درنهایت بازبینی روند حل خود بپردازند. با استفاده از این تحقیق، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران آموزش عالی کشور می‌توانند به بهبود محتوای درسی، شیوه‌های تدریس و ارزشیابی و تربیت نیروی کارآمد بپردازند؛ تا در آینده مهندسان جوان کشور را بسازند. بنا به کیفی بودن ماهیت پژوهش،

یافته‌های پژوهش قابل‌تعمیم به جامعه دانشجویان مهندسی نیست بلکه «قابل انتقال»^۱ به دیگر دانشگاهها بر روی دانشجویان مهندسی در ایران یا دیگر کشورها است (Creswell, 2013; Borrego et al., 2009). همچنین یافته‌های به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر «قابل تکرار»^۲ به دیگر نمونه‌ها در پژوهشهای دیگر نیز است. به‌عنوان مثال، در سایر دانشگاهها بر روی دانشجویان مهندسی قابل‌اجرا است و یافته‌هایی تکرارپذیر به‌دست می‌آید. در آخر، می‌توان گفت نتایج پژوهشهایی که جامعه آماری آنها از لحاظ فرهنگی، سطح تحصیلات، شیوه‌های آموزشی با جامعه آماری موردنظر در این پژوهش یک استاندارد داشتند با این پژوهش همخوانی دارند از جمله: گولد (۲۰۱۲)، مکنیل و همکاران (۲۰۱۶)، جاگالس و واندر والت (۲۰۱۰). طبیعی است که نتایج برخی پژوهشها با پژوهش حاضر سازگاری ندارد از جمله مک‌کوچن^۳ (۲۰۰۸) که روند بررسی باتوجه‌به خصوصیات آموزشی و فرهنگی جامعه آماری در این پژوهش متفاوت بوده است. در مجموع، این پژوهش نشان می‌دهد بازتاب اثری مثبت بر روی حل مسئله ریاضی دانشجویان مهندسی داشته است و توانایی حل مسئله آنان را بهبود بخشیده است. بنابراین، می‌توان گفت حل مسئله ریاضی امروزه چیزی فراتر از راه‌حلهای جزئی و به‌کاربردن فرمولها برای حل مسائل در دسترس است؛ حتی می‌تواند راهی برای تشویق دانشجویان مهندسی باشد تا همراه با علم مهندسی به حل مسائل دنیای واقعی بپردازند.

مراجع

- حکیم‌زاده، رضوان؛ طرخان، رضاعلی و محمدی فارسانی، فریبرز (۱۳۹۴). بررسی ادراکات دانشجویان فنی - مهندسی از کیفیت تدریس و تاثیر آن بر انتخاب رویکرد یادگیری (مطالعه موردی: دانشگاه تهران). تهران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۱۷(۶۸)، ۱۴-۱.
- صمصام‌شریعت، سیدمحمدرضا و رنجبرکهن، زهره (۱۳۹۲). تحلیلی بر فراشناخت: بررسی دیدگاهها و پژوهشها. چشم‌انداز/امین در روان‌شناسی کاربردی، ۱(۱)، ۱-۲۴.
- عطارخامه، فاطمه و سیف، علی‌اکبر (۱۳۸۸). تأثیر آموزش راهبردهای یادگیری مطالعه فراشناختی بر انگیزش و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان. تهران، پژوهش‌نامه مطالعات روان‌شناسی تربیتی، ۶(۹)، ۷۴ - ۵۷.
- کریمی، فرهاد؛ مرادی، علیرضا؛ کدیور، پروین و کرمی نوری، رضا (۱۳۹۱). تحلیل عاملی آزمون فراشناختی حل مسئله‌های کلامی ریاضی. مجله علوم روانشناختی، ۱۱(۴۴)، ۵۳۹ - ۵۱۷.
- مارشال، کرتین و گرچن، راسمن (۱۳۷۷). روش تحقیق کیفی. ترجمه علی پارساییان و سیدمحمد اعرابی، تهران: دفتر پژوهشهای فرهنگی، چاپ دوم.

1. Transferable
2. Replicable
3. Mc Cutcheon

- محمدپور، احمد (۱۳۸۹). *ضد روش: منطق و طرح در روش‌شناسی کیفی*. جلد اول، تهران: جامعه‌شناسان.
- محمدزاده یزد، عاطفه (۱۳۹۱). بررسی کیفی شکاف نسلی ارزشی بین مادران و دختران در مشهد با تأکید بر ارزشهای دینی. *نشریه جامعه‌شناسی کاربردی*، ۲۳(۲)، ۸۸-۶۵.
- میری، زهره؛ احقر، قدسی و احمدی، امینه (۱۳۹۰). تأثیر مهارتهای حل مسئله بر یادگیری خودنظم‌جویی دانش‌آموزان. *مجله مشاور مدرسه*، ۷(۲۷)، ۲۹-۲۴.
- 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.
- Artzt, A. and Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9, 137-175.
- 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.
- Borrego, M.; Douglas, E. P. and Amelink, C. T. (2009). Quantitative, qualitative, and mixed research methods in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 98(1), 53-66.
- Chatterjee, A. (2005). Mathematics in engineering. *Current Science*, 88(3), 405-414.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*: Sage Publications.
- Desoete, A.; Roeyers, H. and Buysse, A. (2001). Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities*, 34(3), 435-449.
- Ernest, P. (2010). Add it up: Why teach mathematics?. *Professional Educator*, 9(2), 44-47.
- Ertmer, P. A. and Newby, T. J. (1996). The expert learner: Strategic, self-regulated and reflective. *Instructional Science*, 24(1), 1-24
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. Resnick (Ed), *The nature of intelligence*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 231-235.
- Flegg, J., Mallet, D. and Lupton, M. (2011). Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-16.
- Fortunato, I.; Hecht, D.; Tittle, C. K. and Alvarez, L. (1991). Metacognition and problem solving. *Arithmetic Teacher*, 1, 38-40.
- Gibbs, G. (1988). *Learning by doing: A guide to teaching and learning and learning methods*. London: Further Education Unit.
- Goold, E. (2012). *The role of mathematics in engineering practice and in the formation of engineers*, (PhD Dissertation), Department of Design Innovation, National University of Ireland Maynooth.
- Goos, M., Brown, R. and Makar, K. (2008). Self-efficacy in mathematics: affective, cognitive, and conative domains of functioning. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australia*, Victoria University of Wellington. McCutcheon. MERGA, 507-513.
- Hartley, K. and Bendixen, R. (2001). Educational research in the internet age: Examining the role of individual characteristic, *Educational Research*, 39(1), 22-26.

- Jacobs, B. P. (2010). Metacognition, Accessed on May 2011 Available at <http://www.brendanpauljacobs.com>
- Jagals, D, van der Walt, M. (2010). Mathematics confidence: reflection on problem solving experiences. *Mathematics Education Research Journal*, 22, 138-150.
- John, C. (2009). *Becoming a reflective practitioner*. United Kingdom: Blackwell.
- Janowski, G. M.; Lalor, M. and Moore, H. (2008). A new look at upper-level mathematics needs in engineering courses at UAB. *American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference and Exposition City: Pittsburgh, PA*.
- Kapa, E. (2001). A metacognitive support during the process of problem solving in a computerized environment. *Educational Studies in Mathematics*, 47(1), 317- 336.
- Kaune, C. (2006). Reflection and metacognition in mathematics education – tools for the improvements of teaching quality. *Analyses*, 38(4), 350–360.
- Litzinger, T. and Firetto, C. M. (2010). A cognition study of problem solving in statics. *Journal of Engineering Education*, 17(2), 337- 353.
- Lucanglei, D. and Cornoldi, C. (1997). Mathematics and metacognition: What is the nature of the relationship? *Mathematical Cognition*, 121–139.
- McCutcheon, S. L. T. (2008). Self-efficacy in mathematics: affective, cognitive, and conative domains of functioning. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*.
- McNeill, N. J.; Douglas, E. P.; Koro-Ljungberg, M.; Therriault, D. J. and Krause, I. (2016). Undergraduate students' beliefs about engineering problem solving. *Journal of Engineering Education*, 105(4), 560-584.
- Miles, M. and Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publication, 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.
- Ridley, D. S.; Schutz, P. A.; Glanz, R. S. and Weinstein, C. E. (1996). Self-regulated learning: the interactive influence of metacognitive awareness and goal-setting. *Journal of Experimental Education*, 60(4), 293–306.
- Rolfé, G.; Freshwater, D. and Jasper, M. (2001). *Critical reflection for nursing and the helping professions: A user's guide*: Palgrave, Basingstoke.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics, In D. A. Grouws, (ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York, NY: Macmillan.
- Schraw, G.; Crippen, K. J. and Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111–139.
- Tock, J.L. and Moxley, J. H. (2017). A comprehensive reanalysis of the metacognitive self-regulation scale from the MSLQ. *Metacognition and Learning*. 12(1), 79-111.
- Van Der Walt, M. S. and Maree, J. G. (2007). Do mathematics learning facilitators implement metacognitive strategies? *South African Journal of Education*, 27(2), 223–241.

- Van Opstal, M. and Daubenmire, P. (2015). Extending students' practice of metacognitive regulation skills with the science writing heuristic. *International Journal of Science Education*, 37(1), 1089-1112.
- Wilson, J. (2001). *Methodological difficulties of assessing metacognition: A new approach* (Report No. ED460143). Western Australia, Fremantle: ERIC
- Weil, L. G.; Stephen, M. F.; Iroise, D.; Emma, J. K.; Rimona, S. W.; Geraint, R.; Raymond, J. D.; Sarah -Jayne Blakemore (2013). The development of metacognitive ability in adolescence. *Consciousness and Cognition*, 22(1), 264 -271.
- Yimer, A. and Ellerton, N. F. (2010). Cognitive and metacognitive aspects of mathematical problem solving: An emerging model. *MERGA*, 1-8.