

شناسایی مدلی برای فعالیت‌های خلاقانه دانشجویان ریاضی: یک تحقیق کیفی

نرگس یافتیان*

چکیده

هدف این پژوهش بررسی تجربه فعالیت‌های خلاقانه دانشجویان کارشناسی ریاضی و شناسایی مدلی برای شناخت بهتر این فعالیت‌ها است. داده‌ها با استفاده از رویکرد کیفی به روش گراندد تئوری (نظریه مبنایی یا نظریه داده‌بنیاد) و ابزار مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختار یافته جمع‌آوری شده‌اند. جامعه آماری، دانشجویانی می‌باشند که مشغول تحصیل رشته ریاضی در دانشگاه‌های دولتی واقع در شهر تهران هستند. سیزده دانشجوی ریاضی با روش نمونه‌گیری هدفمند و نظری به‌طور داوطلبانه دعوت به همکاری شدند. داده‌ها از طریق فرآیند کدگذاری در دو مرحله آزاد و محوری تحلیل شد. برای کسب اطمینان از کیفیت پژوهش از معیارهای باورپذیری، اطمینان‌پذیری، انتقال‌پذیری و تأییدپذیری استفاده شد. مدل مفهومی استخراج شده از دل داده‌ها در قالب الگوی پارادایمی نظام‌مند روش گراندد تئوری شامل پدیده، شرایط علی، استراتژی‌ها، عوامل مداخله‌گر، شرایط زمینه‌ای، زمینه و پیامدها می‌باشد و مدل حاکی از آن است که عوامل متعددی بر پدیده خلاقیت ریاضی تأثیرگذارند.

واژه‌های کلیدی: آموزش ریاضی، فعالیت‌های خلاقانه ریاضی، خلاقیت ریاضی، گراندد

تئوری

* استادیار گروه ریاضی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی yaftian@sru.ac.ir

مقدمه

خلاقیت در ریاضی که با عبارت خلاقیت ریاضی^۱ بیان می‌شود، اغلب یک پدیده ناشناخته محسوب می‌شود. یکی از دلایل این امر، شاید عدم تمایل اکثر ریاضی‌دانان و اساتید ریاضی به توصیف و تحلیل فرآیندهای تفکر خود است که موجب خلق ایده‌های ریاضی می‌شود. به گفته اروینک^۲ (۱۹۹۱) تنها تعداد کمی از ریاضی‌دانان به طور آشکار تلاش کردند که ایده‌های مرتبط با خلاقیت ریاضی را توصیف کنند. اگرچه برخی از افراد خلاقیت ریاضی را به مفهوم نبوغ یا توانایی خارق‌العاده در ریاضی نسبت می‌دهند و آن را حوزه خاص ریاضی‌دانان می‌دانند، با مرور ادبیات پژوهشی در این خصوص معلوم می‌گردد که خلاقیت در ریاضی تنها مرتبط با کار اصیل و بکر ریاضی‌دانان نیست، بلکه شامل بازتولید بعضی موارد از قبل شناخته شده، توسط شخصی که این کشف برای او جدید است نیز می‌شود. این نگاه، گواهی بر لزوم پرداختن به این امر در نظام تعلیم و تربیت است. سریرامان^۳ و همکاران (۲۰۱۳)، وسل^۴ (۲۰۱۴)، شارما^۵ (۲۰۱۴) و اریکان^۶ (۲۰۱۷) نیز بیان می‌کنند که پرورش خلاقیت در ریاضی باید یکی از مولفه‌های اصلی آموزش ریاضی در نظر گرفته شود. بنابراین، نظام‌های آموزشی و متخصصان امور تعلیم و تربیت باید با اتکا بر یافته‌های علمی به تبیین دقیق‌تری از فعالیت‌های خلاقانه ریاضی دست یابند و با ایجاد محیطی پویا، یادگیرندگان را با وضعیت‌ها و مسائل چالش برانگیز در ریاضی مواجه کرده و در حین دست و پنجه نرم کردن و حل این مسائل، زمینه را برای پرورش خلاقیت در آن‌ها مهیا نمایند.

مبانی نظری پژوهش (خلاقیت ریاضی در محیط‌های آموزشی)

عده‌ای از محققان بین تعریف خلاقیت ریاضی در سطح حرفه‌ای و در سطح آموزشی تفاوت قائل می‌شوند. برای مثال، در گفتگویی بین لیلجدهل^۷ و سریرامان (۲۰۰۶) در زمینه خلاقیت ریاضی، سریرامان با تاکید بر این تفاوت، خلاقیت ریاضی را در سطح حرفه‌ای به عنوان توانایی تولید کاری اصیل تعریف می‌نماید که به طور موثری مرزهای دانش ریاضی را توسعه می‌دهد و یا

1 mathematical creativity

2 Ervynck

3 Sriraman

4 Wessels

5 Sharma

6 Arikan

7 Liljedahl

راه‌هایی را برای مطرح شدن سؤالات جدید برای دیگر ریاضی‌دانان، ایجاد می‌کند. وی در سطح آموزشی، خلاقیت ریاضی را به عنوان فرایندی بیان می‌نماید که منجر به جواب یا جواب‌های جدید، غیر معمول و خردمندانه می‌گردد و یا اینکه باعث شکل‌گیری سؤالات جدیدی می‌شود که به یک مسئله قدیمی امکان بررسی از زاویه دید متفاوتی را می‌دهد. بسیاری از محققان بر این باورند که در سطوح آموزشی، خلاقیت ریاضی معمولاً مرتبط با اعمالی مانند حل مسائل خلاقانه، حل خلاقانه مسائل، طرح مسئله، تعمیم دادن، حل مسائل با راه‌حل‌های چندگانه، حل مسائل باز پاسخ و یا ارتباط بین ایده‌های به ظاهر نامرتب می‌باشند (چمبرلین و مون^۱، ۲۰۰۵؛ سیلور^۲، ۱۹۹۷؛ سریرامان، ۲۰۰۹؛ لیلجداهل و سریرامان، ۲۰۰۶؛ الوود^۳ و همکاران، ۲۰۰۹؛ هی‌لاک^۴، ۱۹۸۷؛ کیم^۵، ۲۰۰۹؛ یان^۶ و سریرامان، ۲۰۱۲؛ کنتروویچ^۷ و همکاران، ۲۰۱۱؛ لیکین و لو^۸، ۲۰۱۳؛ سریرامان و همکاران، ۲۰۱۳؛ لانگ^۹، ۱۹۹۷؛ وسل، ۲۰۱۴).

از جمله مواقعی که خلاقیت ریاضی آشکار می‌شود، زمانی است که شخص جواب هوشمندانه‌ای را برای مسئله‌ای می‌یابد که ممکن است قبلاً به شیوه‌ای استاندارد حل شده باشد (چمبرلین و مون، ۲۰۰۵). اروینک (۱۹۹۱) نیز حل یک مسئله قدیمی را به شیوه‌ای جدید به عنوان مثالی از فعالیت‌های خلاقانه ریاضی در نظر می‌گیرد. عده‌ای از محققان (برای مثال، لیکین، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹؛ اروینک، ۱۹۹۱؛ تال^{۱۰}، ۱۹۹۱؛ لیکین و لو، ۲۰۱۳، ۲۰۰۷؛ کاون^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۶؛ اریکان، ۲۰۱۷؛ سریرامان و هاوولد^{۱۲}، ۲۰۱۷) نیز بر این باورند که استفاده از شیوه‌های چندگانه در حل مسائل می‌تواند باعث ارتباط دادن بین مفاهیم و ایده‌های مختلف ریاضی و عمق بخشیدن به فهم و درک افراد گردد و معتقدند می‌توان از آن برای پرورش خلاقیت ریاضی در مقاطع مختلف آموزشی بهره برد. در واقع، حل یک مسئله به شیوه‌های مختلف باعث انعطاف‌پذیری در تفکر ریاضی می‌شود و افراد را تشویق به داشتن ذهنی باز و رها کردن قالب‌های کلیشه‌ای می‌کند.

-
- 1 Chamberlin and Moon
 - 2 Silver
 - 3 Ellwood
 - 4 Haylock
 - 5 Kim
 - 6 Yuan
 - 7 Kontorovich
 - 8 Leikin & Lev
 - 9 Leung
 - 10 David Tall
 - 11 Kwon
 - 12 Haavold

یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهند که عوامل متعددی بر پرورش خلاقیت ریاضی و همچنین بر زمینه‌های بروز آن به ویژه در سطوح آموزشی تأثیرگذار است. بسیاری از محققان (برای مثال، شوئفلد^۱، ۱۹۹۲، ۱۹۸۵؛ برتن^۲، ۱۹۹۹؛ مان^۳، ۲۰۰۹؛ مینا^۴، ۲۰۰۸) بر اهمیت باورها و تمایلات^۵ فرد در خصوص خلاقیت ریاضی و ارائه راه‌حل‌های خلاقانه در ریاضی تأکید دارند. از دیگر عوامل، می‌توان به مواردی چون دانش موضوعی و درک و بصیرت نسبت به آن، گفتمان‌های ریاضی در کلاس درس، تجسم و شهود، دانش فراشناختی، سیستم باورهای فرد و تمایلات او اشاره کرد.

یان و سریرامان (۲۰۱۲) نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که دانش و مهارت‌های اساسی در ریاضی می‌تواند ارتباط زیادی با خلاقیت ریاضی داشته و برای خلاق شدن در ریاضی، باید تعادلی بین این دو وجود داشته باشد. آن‌ها معتقدند دانش ریاضی عامل مهمی در توانایی افراد جهت طرح مسئله است و بین این دو رابطه معنی‌داری وجود دارد. نتایج مطالعه کاتوو و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داد که دانش موضوعی و همچنین توانایی‌های ریاضی، بهترین پیش‌بین‌ها برای خلاقیت ریاضی هستند. کیماز^۶ و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تحقیق خود به اهمیت مواردی از جمله، تفکر شهودی، تفکر منطقی، استراتژی‌های حل مسئله، جستجوی روابط و الگوها و غلبه بر قالبی فکر کردن تأکید کردند. همچنین معتقدند افرادی که بر تفکر شهودی خود تکیه بیشتری می‌کنند، منعطف‌تر فکر کرده و ریسک‌پذیری بیشتری در حل مسائل ریاضی از خود نشان می‌دهند. آن‌ها در تحقیق خود به اهمیت ویژگی‌های شخصیتی از جمله سماجت در حل مسائل نیز تأکید می‌کنند. پارکر و بگناد^۷ (۲۰۰۴) نیز بر اهمیت تفکر ریاضی تأکید کرده و آن را به عنوان مکملی برای تفکر خلاق در ریاضی می‌دانند و معتقدند که ایده‌های جدید از تعامل بین این دو تفکر شکل می‌گیرد. نتایج مطالعه برتن (۱۹۹۹) بر اهمیت دانش رسمی و غیررسمی و همچنین ارتباط دادن بین ریاضی و حوزه‌های مختلف تأکید می‌کند. بهار و میکر^۸ (۲۰۱۱) نیز معتقدند دانش‌آموزان از تجارب تفکر خلاق در ریاضی لذت می‌برند و درحالی‌که این تفکرشان را در ریاضی به خدمت می‌گیرند، مفاهیم و فرآیندهای ریاضی را بهتر درک کرده و موفقیت‌های بالاتری را در زمینه ریاضی کسب

1 Schoenfeld

2 Burton

3 Mann

4 Mina

5 intentions and belief

6 Kiyamaz

7 Parker & Begnaud

8 Bahar & Maker

می‌کنند. همچنین نتایج مطالعه ارونیک (۱۹۹۱)، تال (۱۹۹۱) و سریرامان (۲۰۰۹) نشان دهنده آن است که شهود یکی از نیرو محرکه‌های خلاقیت ریاضی است.

پژوهش‌های متعددی (برای مثال شونفلد، ۱۹۸۵، ۱۹۹۲؛ بیکر و نورمن^۱، ۲۰۱۲؛ ونگ^۲، ۲۰۱۲) نیز بر توجه به جنبه‌های فراشناختی تاکید دارند و معتقدند که توجه به فراشناخت و مؤلفه‌های دخیل در آن باید سهم قابل ملاحظه‌ای در فعالیت‌های خلاقانه ریاضی داشته باشند. بعضی از مطالعات نیز برای بهبود سیستم‌های آموزشی در جهت تقویت توانایی خلاق یادگیرندگان بر آموزش معلمان و اساتید تاکید دارند (کیماز و همکاران، ۲۰۱۲؛ سینتسکی^۳، ۲۰۰۸؛ مینا، ۲۰۰۸؛ مان، ۲۰۰۹). نیومن^۴ (۲۰۰۷) نیز توجه به مسائل فرهنگی را مهم و ضروری می‌داند و با تحقیق خود به این نتیجه می‌رسد که بهترین شرایط برای بهبود و توسعه خلاقیت علمی افراد، ایجاد فرهنگ توسعه یافته‌ای است که با تعامل و تبادل ایده‌های افراد ضمانت می‌شود.

در ایران پژوهش‌های متعددی در مورد خلاقیت در سطوح و پایه‌های مختلف تحصیلی و دانشگاهی انجام یافته است، اما در پژوهش‌های مورد بررسی نویسنده این مقاله، پژوهش‌هایی که خلاقیت در ریاضی را مورد بررسی قرار دهد، کمتر وجود داشت. البته پژوهش‌هایی در کشورما انجام شده است که نه مستقیم، بلکه به طور غیرمستقیم با آن مرتبط باشد. به نظر می‌رسد که اکثر این پژوهش‌ها ابعادی از حل مسئله و طرح مسئله در ریاضی را مورد مخاطب قرار داده‌اند، ولی ارتباط و تحلیل آن با خلاقیت ریاضی کمتر مدنظر قرار گرفته شده است.

در مجموع از هر آنچه گفته شد می‌توان بیان کرد که برخی از پژوهش‌های انجام یافته در سراسر دنیا در حوزه خلاقیت ریاضی، به ارائه گزاره‌های نظری در زمینه تبیین خلاقیت ریاضی در محیط‌های آموزشی منجر شده است، اما به نظر می‌آید خلاقیت ریاضی مقوله‌ای مستقل در ذهن افراد نیست به طوری که بخواهیم آن را بدون توجه به عوامل مختلف از جمله بافت فرهنگی که دانش، بینش، تجربه‌ها، نگرش‌ها، تمایلات و باورهای ریاضی افراد در آن شکل گرفته، از ذهن آنان خارج کرده و بررسی کنیم و باید در شرایط مختلف و در جوامع و بافت‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. به همین جهت، این پژوهش تلاشی است تا این پدیده را با رویکرد کیفی در بین دانشجویان ایرانی بررسی کند و به سؤالی کلی در این خصوص پاسخ دهد:

1 Bakar & Norman

2 Wong

3 Sinitsky

4 Neumann

سؤال پژوهش: مدل مفهومی برای شناخت بهتر فعالیت‌های خلاقانه در تازه‌کاران ریاضی چیست و شامل چه اجزایی می‌باشد؟

روش پژوهش

به جهت ماهیت موضوع پژوهش حاضر، از رویکرد کیفی به روش گراندتئوری^۱ (نظریه‌مبنایی یا نظریه‌داده‌بنیاد) استفاده شده است. این روش امکان مطالعه عمیق پدیده‌ها را در بافت واقعی خود فراهم آورده و به جای آزمون فرضیه‌ها، به ارائهٔ یک چارچوب مفهومی^۲ و یا ظهور نظریه‌ای منجر می‌شود.

جامعه این پژوهش کلیه دانشجویانی می‌باشند که مشغول تحصیل در رشته ریاضی مقطع کارشناسی در دانشگاه‌های دولتی شهر تهران هستند. نمونه شامل سیزده دانشجوی خلاق ریاضی از چند دانشگاه در دسترس جهت انجام مصاحبه‌های عمیق و نیمه ساختار یافته است که با روش نمونه‌گیری هدفمند و نظری به طور داوطلبانه دعوت به همکاری شدند. نمونه از دانشجویانی تشکیل شد که اطلاعات جامعی در اختیار پژوهشگر قرار دهند. مبنای توقف نمونه‌گیری، براساس اشباع نظری^۳ در داده‌ها است. در این پژوهش، نمونه‌گیری و انجام مصاحبه با شرکت‌کنندگان تا جایی ادامه یافت که پژوهشگر متقاعد شد که انجام مصاحبه‌های بعدی، به داده‌ها و مقوله‌ها چیزی اضافه نمی‌کند. برای هر یک از مشارکت‌کنندگان، اسم مستعاری (برای مثال، ن.م.) در نظر گرفته شده است. به دلیل اینکه مصاحبه‌های شفاهی، ضبط و پیاده‌سازی آن‌ها از مهم‌ترین ابزارهای گردآوری داده‌ها در روش گراندتئوری است (اشتراوس و کوربین^۴، ۱۹۹۸؛ کرسول^۵، ۱۹۹۸)، ابزار گردآوری در پژوهش حاضر، مصاحبه‌های عمیق و نیمه ساختار یافته بود. با کسب اجازه از آنان، مصاحبه‌ها به صورت صوتی ضبط گردید. پس از انجام مصاحبه‌ها، جهت تحلیل، آن‌ها پیاده‌سازی و تایپ شدند و برای تأیید به مصاحبه‌شوندگان آن نشان داده شد. این عمل، معیاری برای اعتبار یافته‌های پژوهش است (لینکلن و گوبا^۶، ۱۹۸۵، نقل شده در والکر^۷، ۲۰۰۸).

1 Grounded theory

2 Theoretical frameworks

3 Theoretical saturation

4 Corbin & Strauss

5 Creswell

6 Lincoln & Guba

7 Walker

از آنجا که زیربنای تشکیل مدل یا چارچوب مفهومی را مفاهیم و مضامین تشکیل می‌دهند، ضروری است تا ابتدا از دل داده‌های خام، مفاهیم را شناسایی و بر حسب خصوصیات و ابعادشان بسط داده و سپس مقوله‌های اولیه استخراج شوند که این امر با استفاده از کدگذاری باز انجام می‌شود. سپس در مرحله کدگذاری محوری، پیوند بین مقوله‌های انتزاعی‌تر شکل می‌گیرد (اشتراوس و کوربین، ۱۹۹۸). در این پژوهش نیز مقوله‌های اصلی براساس کدگذاری باز و محوری داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و استخراج کدهای مفهومی حاصل شده است. برای این منظور، کدگذاری باز و محوری ابتدا در سطح جمله و عبارت برای هر یک از مصاحبه‌های پیاده‌سازی شده، بررسی گردید و کدهای مفهومی مشخص شد. سپس این کدهای مفهومی در قالب مقوله‌ها سازماندهی و بعد نام‌گذاری شدند. سپس مصاحبه بعدی انجام و مراحل فوق برای آن نیز تکرار گردید. روش گراندتئوری در فرآیند رفت و برگشت میان داده‌ها و تحلیل آن‌ها انجام می‌پذیرد و این فرآیند رفت و برگشتی تا زمان اشباع نظری ادامه دارد. پژوهشگر مصاحبه به مصاحبه، جهت توسعه و تکمیل چارچوب مفهومی، همواره از مقایسه استفاده کرده است. چون هدف این پژوهش، ارائه چارچوبی (مدل) مفهومی است که به مرحله سوم کدگذاری یعنی کدگذاری انتخابی^۱ نیازی نبود (اشتراوس و کوربین، ۱۹۹۸). به منظور تسهیل در فرآیند کدگذاری و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MAXQDA استفاده گردید.

جهت کسب اطمینان از اعتبار این پژوهش کیفی از معیارهای مطرح شده توسط لینکلن و گوبا^۲ (۱۹۸۵) یعنی معیارهای باورپذیری^۳، اطمینان‌پذیری^۴، انتقال‌پذیری^۵ و تأییدپذیری^۶ استفاده گردید. جهت دستیابی به این اعتبار، موارد زیر انجام شده است:

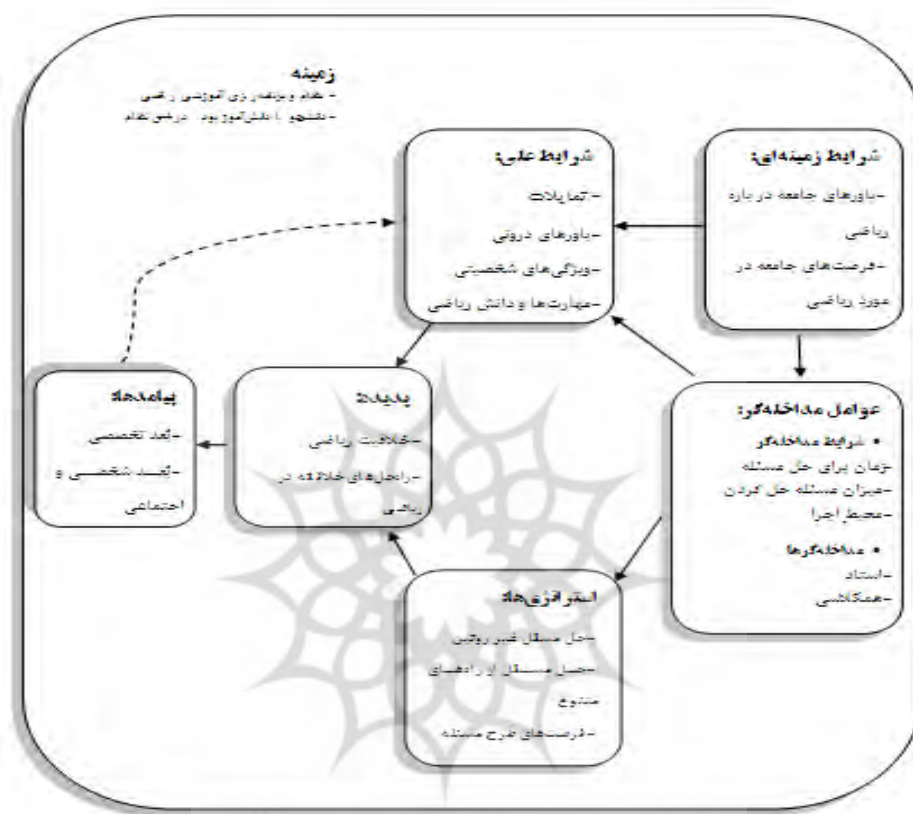
- حفظ تعامل مستمر با مشارکت‌کنندگان و داده‌ها در طول فرآیند پژوهش
- ثبت مشاهدات و استفاده از یادداشت‌های شخصی و تحلیلی در طول فرآیند پژوهش
- دقت در انجام مصاحبه‌ها، تحلیل داده‌ها و ارائه چارچوب مفهومی
- بی‌طرفی در قضاوت و مستندسازی داده‌ها
- نشان دادن داده‌ها و یافته‌های به مشارکت‌کنندگان پژوهش و استفاده از نظرات اصلاحی آن‌ها

1 selective coding
2 Lincoln & Guba
3 credibility
4 dependability
5 transferability
6 conformability

- یاری گرفتن از صاحب‌نظران جهت کدگذاری مصاحبه‌ها
- نشان دادن نتایج و تحلیل داده‌های پژوهش به صاحب‌نظران جهت بررسی صحت و درستی استنباط‌ها

یافته‌ها

هدف اصلی پژوهش حاضر، واکاوی تجربه فعالیت‌های خلاقانه در ذهن تازه‌کاران ریاضی و شناسایی مدل مفهومی برای شناخت بهتر این فعالیت‌ها است. پدیده اصلی، خلاقیت ریاضی و راه‌حل‌های خلاقانه در ریاضی است. در این بخش، به ارائه داده‌های کیفی حاصل از فرایند کدگذاری و تحلیل مصاحبه‌های عمیق انجام یافته با مشارکت‌کنندگان پژوهش، پرداخته می‌شود. برای این منظور، نخست مقوله‌های به دست آمده از فرایند کدگذاری باز ارائه و سپس الگوی استخراج شده از کدگذاری محوری، تبیین می‌گردد. تحلیل داده‌های گردآوری شده در قالب یک الگوی پارادایمی ارائه شده است. بدین ترتیب که فرایند تحلیل از توصیف خود پدیده، یعنی خلاقیت ریاضی و کلی‌ترین عناصر و شرایط اثرگذار بر موضوع آغاز می‌شود و با پرداختن به پیامدها خاتمه می‌یابد. این پیامدها برآیند تاثیر متقابل کلیه اجزای الگوی پارادایمی می‌باشند. علی‌رغم محدودیت در تعداد صفحه‌های مقاله، در ارائه مدل و تحلیل مطالب، سعی شده است پیچیدگی‌ها و تعاملات پیوسته اجزا با یکدیگر در جای خود نشان داده شود. مدل مفهومی استخراج شده از دل داده‌ها در قالب الگوی پارادایمی نظام‌مند روش‌گرا در تئوری شامل پدیده، شرایط علی، استراتژی‌ها، عوامل مداخله‌گر، شرایط زمینه‌ای، زمینه و پیامدها در شکل ۱ نشان داده شده و حاکی از آن است که مدل مفهومی برای فعالیت‌های خلاقانه شامل مقوله‌ها و زیرمقوله‌های متعددی است.



شکل ۱: مدل پارادایمی پژوهش

همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود شرایط علی و استراتژی‌ها از جمله مقوله‌هایی هستند که به طور مستقیم و بی‌واسطه بر پدیده تأثیر می‌گذارند و باعث وقوع پدیده می‌گردند. همچنین مقوله‌های کلی‌تر و عام‌تری نیز استخراج شده‌اند که به واسطه تأثیرشان بر مقوله‌های اصلی به طور غیرمستقیم بر پدیده مؤثر می‌باشند. عوامل مداخله‌گر از جمله مقوله‌هایی است که به جهت تأثیر بر شرایط علی و تسهیل در اجرای استراتژی‌ها به طور غیرمستقیم بر پدیده تأثیر می‌گذارد. این عوامل مداخله‌گر نیز خود شامل دو زیرمقوله شرایط مداخله‌گر و مداخله‌گرها نام‌گذاری شده‌اند. مقوله شرایط زمینه‌ای از دیگر عوامل غیرمستقیم است که از طریق اثرگذاری بر شرایط علی و عوامل

مداخله‌گر به طور غیرمستقیم بر پدیده تأثیر می‌گذارد. دیگر مقوله استخراج شده، زمینه است که در شکل ۱ کادر دور مدل را به خود اختصاص داده است و در واقع، بر کل مدل احاطه دارد. این مقوله همان زمینه و بافتی است که پدیده در آن به وقوع می‌پیوندد. در ادامه، مقوله‌های استخراج شده توضیح داده خواهند شد.

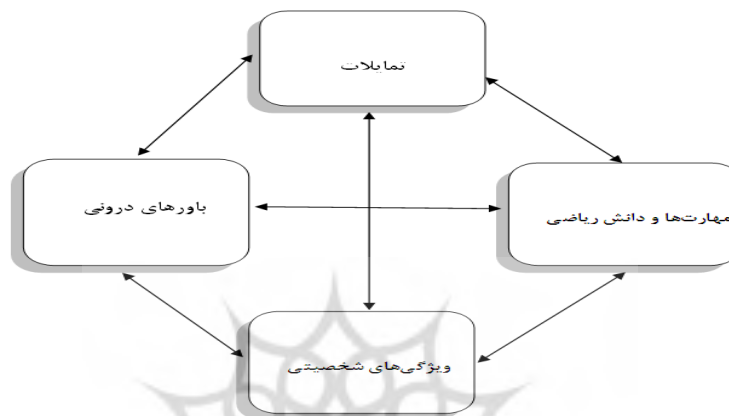
شرایط علی مؤثر بر فعالیت‌های خلاقانه

بررسی و طبقه‌بندی مقوله‌ها نشان می‌دهد براساس دیدگاه مشارکت‌کنندگان این پژوهش، فعالیت‌های خلاقانه در ریاضی، تابع برخی از شرایط علی بوده است. مقوله شرایط علی شامل زیرمقوله‌های تمایلات، باورهای درونی، مهارت‌ها و دانش ریاضی و ویژگی‌های شخصیتی است که هر یک شامل زیرمقوله‌های متعددی است که در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: زیرمقوله‌های مقوله «تمایلات»

بر اساس نقطه نظرهای مشارکت‌کنندگان بین شرایط علی چهارگانه استخراج شده، تعامل‌های دو طرفه وجود دارد (شکل ۳). به عبارت دیگر، هر دو زیرمقوله از مقوله شرایط علی با هم مرتبط می‌باشند.



شکل ۳: ارتباطات بین زیر مقوله‌های شرایط علی

استراتژی‌های به کار رفته برای پرورش پدیده خلاقیت ریاضی برای شکل‌گیری تجربه‌هایی در مورد پدیده خلاقیت ریاضی نیاز به اجرای استراتژی‌های خاصی در جهت پرورش این پدیده است. به عبارت دیگر، این راهبردها جهت پرورش خلاقیت ریاضی در افراد به کار گرفته می‌شود. همان‌طوری که در شکل ۱ نشان داده شده است بر اساس دیدگاه مشارکت‌کنندگان، این استراتژی‌های شامل مواردی از جمله حل مسائل غیرروتین، حل یک مسئله از راه‌های متنوع و فراهم نمودن فرصت‌هایی برای طرح مسئله است.

عوامل مداخله‌گر

بر اساس دیدگاه مشارکت‌کنندگان، انتخاب استراتژی‌های مطرح شده در بالا، تحت تأثیر عوامل مداخله‌گری است. همچنین این عوامل بر شرایط علی نیز تأثیرگذارند. این عوامل خود به دو دسته شرایط مداخله‌گر و مداخله‌گرها مقوله‌بندی شده‌اند. همان‌طوری که در شکل ۱ نشان داده شده است هر یک نیز شامل زیرمقوله‌هایی می‌باشند. درواقع، شرایط مداخله‌گر شامل اختصاص زمان برای حل مسائل، میزان مسئله حل کردن و محیط اجرا است. همچنین، افرادی نیز باید عهده‌دار ایجاد و اجرای این شرایط مداخله‌گر باشند که در مدل تحت زیرمقوله مداخله‌گرها، نام‌گذاری

شده‌اند. مشارکت‌کنندگان به دو مداخله‌گر به ترتیب الویت تأثیر آن‌ها یعنی استاد و همکلاسی اشاره داشتند. همه مشارکت‌کنندگان بر نقش پررنگ و برجسته استاد یا معلم متحدالقول بودند و استاد یا معلم را مؤثرترین عامل در این مدل ذکر می‌کردند که می‌تواند در انتخاب استراتژی‌ها برای پرورش خلاقیت ریاضی بسیار تأثیرگذار باشد.

شرایط زمینه‌ای مؤثر بر پدیده خلاقیت ریاضی

علاوه بر مقوله‌های مطرح شده در قسمت‌های قبل، گفته‌های اغلب مشارکت‌کنندگان، بیانگر این واقعیت است که شرایط زمینه‌ای نیز وجود دارند که از طریق تأثیرشان بر شرایط علی و عوامل مداخله‌گر به طور غیرمستقیم بر پدیده تأثیر می‌گذارد. این شرایط تحت عنوان مقوله شرایط زمینه‌ای نام‌گذاری شده است. همان‌طوری که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، نگرش‌ها و باورهای افراد جامعه نسبت به ریاضی و همچنین فرصت‌های موجود در جامعه در مورد فعالیت‌های مرتبط با ریاضی می‌تواند در بروز خلاقیت آن‌ها در ریاضی مؤثر باشد و یا حتی به عنوان مانعی برای بروز آن محسوب گردد. بر اساس دیدگاه مشارکت‌کنندگان این پژوهش، خانواده به عنوان اولین نهاد اجتماعی است که فرد در آن محیط رشد می‌کند و می‌تواند در شکوفا شدن خلاقیت شخص مؤثر باشد. در واقع، بروز خلاقیت در فرد می‌تواند تحت تأثیر باورها و فرصت‌هایی باشد که خانواده در اختیار او قرار می‌دهد.

زمینه (زمینه‌ای که پدیده خلاقیت ریاضی در آن رخ می‌دهد)

نظام آموزش و پرورش در هر جامعه، مسئولیت تربیت نسل جوان جامعه را بر عهده دارد. علاوه بر این، طی کردن دوره‌های آموزش عالی، جاده هدایت این نسل به جامعه متخصصان است. بنابراین پرورش خلاقیت باید در طراحی و برنامه‌ریزی فعالیت‌های آموزشی حوزه‌های مختلف درسی از جمله حوزه ریاضی، حتی در سطح آموزش عالی نیز در کشور ما به طور چشمگیری ظهور یابد. در واقع، نظام و برنامه‌ریزی آموزش ریاضی می‌تواند به عنوان زمینه و بافتی در نظر گرفته شود که پدیده خلاقیت ریاضی در آن به وقوع می‌پیوندد.

همان‌طوری که در شکل ۱ نشان داده شده است، زمینه و بافت از دو جهت مورد بررسی قرار می‌گیرد. از شواهد و صحبت‌های مشارکت‌کنندگان در مطالعه حاضر، این‌گونه استنباط می‌گردد که فعالیت‌های خلاقانه افراد در زمینه دانشجو یا دانش‌آموز بودن آن‌ها در نظام و برنامه‌ریزی آموزش ریاضی که در آن تحصیل می‌کنند، ظاهر می‌گردد (شکل ۴).



شکل ۴: زیرمقوله‌های اصلی مقوله «زمینه»

جهت ایجاد تغییرات سازنده در سیستم آموزش ریاضی برای فراهم کردن محیطی پویا که خلاقیت در ریاضی را پرورش دهد، مشارکت‌کنندگان پژوهش حاضر در خلال صحبت‌هایشان توصیه‌هایی خطاب به دست‌اندرکاران نظام و برنامه‌ریزی آموزش ریاضی داشتند و به ویژه بر آموزش معلمان و اساتید تأکید فراوان می‌کردند. برای مثال، م.ا. که یکی از مشارکت‌کنندگان است می‌گوید برای انتخاب افراد به منظور تدریس در کلاس درس دانشگاه، چرا در نظام و برنامه‌ریزی آموزش ریاضی معیارهای مشخصی وجود ندارد:

«برای اینکه یک شخص دارای دکترای ریاضی بیاید سر کلاس و درس دهد، چرا معیارهای دیگری به جز مدرک دکترا، وجود ندارد؟».

او برای این گفته خود دلایلی را عنوان می‌کند و معتقد است که استاد باید دارای ویژگی‌هایی باشد تا خلاقیت دانشجویان پرورش یابد:

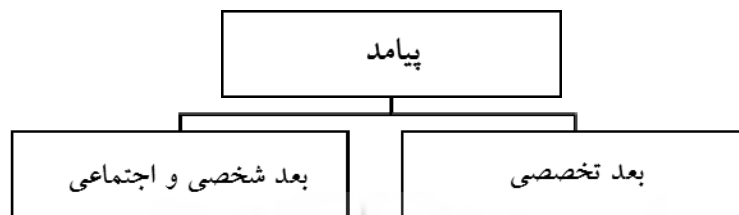
«استاد صددرصد روی خلاقیت در ریاضی تأثیر می‌گذارد. روش تدریس اکثر اساتید، بیش‌تر نوشتن از روی کتاب با یک کمی جابجایی است. اول از همه، استاد باید علاقه داشته باشد، دوم اینکه بخواهد که دانشجو یک چیزهایی یاد بگیرد. خود استاد هم کلیشه‌ای مفهوم را حفظ نکرده باشد، بلکه مفهوم را فهمیده باشد، چهار تا مثال، قبل از اینکه سر کلاس بیاید حل کرده باشد، فکر کرده باشد، یک کم متفاوت فکر کرده باشد، چهار تا از درس‌های دیگر را که به این درس ربط دارد، تدریس کند و با هم ترکیب کند. ریاضیات در واقع یک نظام به هم پیوسته است. هر چیزی که یاد می‌گیریم می‌تواند چیزهای قبلی را تحت تأثیر قرار دهد. اینکه درس آنالیز ریاضی را بدهد و ربط آن به دروس دیگر را نگوید، در حالی که وقتی جبر می‌خوانیم، می‌توانیم به نظریه اعداد فکر کنیم، وقتی نظریه اعداد می‌خوانیم می‌توانیم به گراف فکر کنیم و باید همه این‌ها را با هم در نظر بگیریم. مثلاً قضیه فرما در نظریه اعداد هست و در جبر ۲ هم هست. وقتی دروس با هم ارتباط

داشته باشند، جذابیت آن‌ها برای من بیش‌تر می‌شود».

پیامدها

بررسی و طبقه‌بندی مقوله‌ها نشان می‌دهد که بر اساس دیدگاه‌های مشارکت‌کنندگان این پژوهش، پیامدهای حاصل از پدیده خلاقیت ریاضی می‌تواند از دو بُعد بررسی شود (شکل ۵):

۱- بُعد تخصصی ۲- بُعد شخصی و اجتماعی



شکل ۵: زیرمقوله‌های اصلی مقوله «پیامد»

یکی از پیامدهای خلاقیت ریاضی بُعد تخصصی آن است، بدین معنی که بتوان افراد متخصص موضوعی جهت توسعه دانش ریاضی و یا آموزش متخصصان آینده تربیت کرد که در جامعه خود یکی از بهترین‌ها باشند. بُعد دیگر آن، بُعد شخصی و اجتماعی آن است و هدفش، آماده کردن افراد جهت زندگی بهتر و مواجهه با مسائل زندگی روزمره است.

تبیین مدل (ردیابی ارتباط بین بعضی از مقوله‌ها و زیرمقوله‌های مدل)

با توجه به نتایجی که ارائه شد، به نظر می‌رسد در جایگاهی هستیم که بتوانیم تصویری کلی از فعالیت‌های خلاقانه در ذهن تازه‌کاران ریاضی را به صورت چارچوبی مفهومی ارائه کنیم. این چارچوب مفهومی به صورت مدلی است متشکل از مقوله‌های منسجمی که ارتباطشان به کمک فلش‌هایی نشان داده شده است (شکل ۱). در این قسمت به ردیابی بعضی از این ارتباطات پرداخته می‌شود. با توجه به دیدگاه‌های مشارکت‌کنندگان، به خوبی مشخص می‌شود که بین مقوله‌های اصلی در مدل ارائه شده، روابط مستقیم و حتی رابطه‌های دوجانبه وجود دارد. برای مثال، اکثر مقوله‌های مدل و ارتباط آن‌ها با یکدیگر را می‌توان در صحبت‌های س.ف. ردیابی نمود (گروه‌ها به مقوله‌ها و زیرمقوله‌ها اشاره دارند):

«استاد [مداخله‌گرها] می‌تواند به فهمیدن ریاضی [مهارت‌ها و دانش ریاضی-فهم و درک

موضوعی] و ایجاد علاقه [شرایط علی-تمایلات] هم کمک کند ... اگر دانش ریاضی‌مان [مهارت‌ها

و دانش ریاضی-فهم و درک موضوعی] بیش‌تر بشود، آنگاه شاید علاقه‌مان [شرایط علی-تمایلات] هم بیش‌تر بشود ... با وجود یک استاد [مداخله‌گرها]، یا یک مسئله [استراتژی- حل مسائل غیر روتین] با ایجاد علاقه [شرایط علی-تمایلات]، آن جرعه [پدیده-خلاقیت ریاضی] زده می‌شود و شخص می‌تواند از خلاقیتش استفاده کند. شاید، آن خلاقیت در وجودش دست نخورده باشد و خاک بخورد [زمینه- سیستم آموزشی]، ولی شاید یک استاد با گفتن یک مطلب، یک مسئله [استراتژی- حل مسائل غیر روتین] و یا یک راه‌حلی [استراتژی]، آن جرعه [پدیده] را در وجود او بزند».

ن.م. نیز در پیشنهاد خود برای پرورش خلاقیت در کلاس‌های درس بسیاری از مقوله‌های مدل را برجسته می‌کند (کروشه‌ها به مقوله‌ها و زیرمقوله‌ها اشاره دارند):

«استاد [مداخله‌گرها] در کلاس درس، بعد از اینکه درس مورد نظر را تدریس کردند چند نمونه مسئله بدهند [استراتژی- حل مسائل غیرروتین] و از دانشجویان بخواهند که در کلاس روی آن‌ها فکر کرده [مهارت‌ها و دانش ریاضی-تفکر ریاضی] و حل کنند. آن وقت گفت‌وگوها و فعالیت‌ها شروع می‌شود استاد! از کجا شروع کنیم؟، یکی می‌گوید اگر x را بگیریم ...، دیگری می‌گوید... مسئله را به طور گروهی حل کردن راحت‌تر و بهتر است [باورها- تعامل با همکلاسان] ... البته خود فرد هم باید بخواهد که در کلاس فعالیت کند [تمایلات] و فقط به گفت‌وگوها گوش نکند. استاد [مداخله‌گرها] باید برای حل مسئله در دانشجویان ایجاد انگیزه [تمایلات] کند و آن‌ها را تشویق نماید و به این کار اهمیت دهند. استاد در آخر هر جلسه چند تا تمرین هم به افراد بپردازد که حل کنند [استراتژی‌ها] و برای او بیاورند ... اما ما با این سیستم بالا آمدیم [زمینه-سیستم آموزشی] که باید اجباری بگذارند که ما به دنبال حل مسئله برویم».

در صحبت‌های ل.م. نیز بعضی از مقوله‌های مدل و ارتباط آن‌ها با یکدیگر مطرح شده است:

«اینکه یک مسئله را از چندین راه، حل کنیم [استراتژی‌ها] در فهم مطلب [مهارت‌ها و دانش ریاضی-فهم و درک موضوعی] هم کمک می‌کند. باید یک مسئله را خیلی خوب فهمیده باشیم، تا بتوانیم از یک راه دیگر هم حل کنیم [پدیده]. پیدا کردن راه‌حل‌های بعدی سخت و سخت‌تر می‌شود و انگیزه [شرایط علی-تمایلات] می‌خواهد. وقتی یک مسئله حل شده، آدم باید خیلی پی‌گیر [پشتکار- ویژگی‌های شخصیتی] باشد تا از یک راه دیگر هم حل کند [انعطاف‌پذیری- ویژگی‌های شخصیتی]. با خود می‌گوید اینکه حل شده، بروم سراغ یک مسئله‌ای که حل نشده است [باور].»

این نشان می‌دهد که استراتژی‌ها به کمک شرایط علی (پشتکار و انعطاف‌پذیری) پدیده خلاقیت ریاضی را نتیجه می‌دهد که این گواهی بر کل مدل است. همان‌طوری که مدل شکل ۱ نشان می‌دهد، وقوع پدیده به پیامدهایی منجر می‌شود که این پیامدها می‌تواند بر شرایط علی تأثیر بگذارد و در شخص، درک و بصیرتی در سطح بالاتر ایجاد کرده و موجبات خلاقیت‌های آتی را فراهم کند و این نشان‌دهنده این است که مدل به صورت یک چرخه است. تأثیر پیامدهای پدیده بر تمایلات و ویژگی‌های شخصیتی فرد را می‌توان در دیدگاه‌های ت.ه. مشاهده کرد:

«خوب است که یک مسئله از دو راه حل شود ... باعث می‌شود که مطلب بهتر جا بیفتد و کمک می‌کند که آدم نسبت به آن مبحث دید وسیع‌تری داشته باشد و روی آن مسلط‌تر شود».

در واقع، استراتژی‌ها که موجب پرورش خلاقیت می‌شوند، باعث تقویت عوامل دیگر مدل، از جمله شرایط علی می‌گردند. این موارد در صحبت‌های ع.ش. نیز مشهود است:

«درست است که اگر یک مسئله را از چند راه حل کنیم، شاید وقت نکنیم که مسائل بیش‌تری حل کنیم ... اینکه یک مسئله را از چند راه برویم، مثلاً دیدگاه‌مان را تغییر می‌دهد که برای این مسئله فقط این راه اول نیست، یک طور دیگر هم می‌توان به آن نگاه کرد، یعنی دیدمان را عوض می‌کند».

در ادامه ردیابی ارتباطات بین مقوله‌ها، همان‌گونه که از صحبت‌های ل.م. استنباط می‌شود، عامل علاقه به عنوان زیرمقوله‌ای از مقوله تمایلات، می‌تواند شرایط مناسب برای پشتکار فرد خلاق و همچنین ریسک‌پذیری او به عنوان زیرمقوله‌ای از ویژگی‌های شخصیتی را فراهم آورد. همچنین نشان می‌دهد که این علاقه می‌تواند مشوقی برای فرد در این جهت باشد که برای کامل کردن دانش موضوعی و درک بهتر از آن به عنوان زیرمقوله‌ای از مقوله دانش و مهارت‌ها، گام بردارد:

«درس ریاضی گسسته را دوست دارم. این دوست داشتن باعث می‌شود که به دنبالش بروم، خیلی شدید به دنبالش بودم که این کتاب و آن کتاب را بخوانم، بروم سؤال بپرسم، بعد حالا آن جاهایی که بقیه نمی‌بینند را، ببینم».

صحبت ف.ح. نیز تأییدی بر این رابطه است:

«اگر کسی واقعاً دوست داشته باشد به جایی برسد، به هیچ عنوان آن را رها نمی‌کند، حتی اگر هر راهی را برود، غلط باشد. اگر چه خیلی خیلی سخت است».

همچنین وی بیان می‌کند که:

«علاقه و دوست داشتن خیلی مهم است. وقتی به چیزی علاقه‌مند باشی، در آن کنجکاو

هستی و دنبالش می‌روی. ولی وقتی دوست نداشته باشی، رغبتی نداری که به سمت آن بروی. کنجکاو و انگیزه و علاقه در خلاق بودن ریاضی هم مؤثرند. من بیشتر در آنالیز خلاق بودم. این درس را خیلی دوست داشتم».

در مجموع، صحبت‌های او نشان‌دهنده رابطه علاقه، انگیزه و مهارت‌ها و دانش ریاضی با ویژگی‌های شخصیتی در مدل است. همچنین، ویژگی‌های شخصیتی نیز بر باورهای فرد تأثیرگذارند. صحبت‌های ن.م. شاهدی بر تأثیر حل مسئله به عنوان زیر مقوله‌ای از مقوله استراتژی‌ها بر تمایلات فرد خلاق در ریاضی است:

«وقتی شخص تمرین حل می‌کند و به جواب می‌رسد، یک انرژی مثبت در او ایجاد می‌شود و بر میزان علاقه او می‌افزاید. انگار که به آرامش می‌رسد. اگر علاقه فرد تا این اندازه نباشد، وقتی در حل مسئله با مشکل مواجه می‌شود یا حل آن برایش سخت می‌شود ممکن است آن را رها کند و بگوید که من نمی‌توانم مسئله حل کنم».

همچنین، این جمله نشان می‌دهد که حل مسئله ریاضی می‌تواند موجب تقویت عامل تمایلات در افراد خلاق در ریاضی باشد. همچنین می‌تواند باعث تقویت پشتکار و سماجت او به عنوان ویژگی‌های شخصیتی شود. ش.ز. نیز نظرش این است که:

«درس آنالیز ریاضی را دوست دارم، چون آنالیز یک جور ریشه‌یابی است».

به عبارت دیگر، ریشه‌یابی که به نوعی، عمق بخشیدن به درک و فهم (یکی از مهارت‌ها و دانش ریاضی) است، موجب تقویت علاقه در شخص می‌شود.

گفته‌های ن.م. نیز بیانگر تأثیر تمایلات بر مقوله پدیده است:

«یک شخص برای اینکه خلاقیتش در زمینه‌ای خاص بروز کند، باید به آن حیطه علاقه داشته باشد، وگرنه خلاقیتش شکوفا نمی‌شود... اگر فرد علاقه نداشته باشد ممکن است به دنبال حیطه‌ای که خلاقیتش در آن زمینه بروز می‌کند، نرود».

همچنین نظر ش.ز. هم با او مشابه است و بر تأثیر علاقه‌مند بودن در بروز خلاقیت ریاضی، یعنی همان مقوله پدیده، تأکید دارد و می‌گوید:

«ریاضی را به خاطر کاربردهایش دوست ندارم، بلکه من ریاضی را به خاطر خود ریاضی دوست دارم».

دوست دارم».

در این مورد ت.ه. نیز می‌گوید:

«در ریاضی و در بعضی از درس‌ها، خودم را خلاق می‌دانم مثل درس ریاضی گسسته، جبر و

جبرخطی، آنالیز ریاضی ۱ و ۲. درس ریاضی عمومی را دوست نداشتم، چون محاسبه بودند. ولی بقیه چون اثباتی بود دوست داشتم مثل آنالیز».

این گفته بیانگر آن است که علاقه او منجر به وقوع پدیده یعنی خلاق بودن او شده است و وی از این ویژگی خود، احساس لذت و غرور می‌کند.

ن.م. تقریباً به روابط حاکم بر کل مدل اشاره می‌کند:

«شخصی که مسئله طرح می‌کند باید به موضوع مورد نظر تبحر داشته باشد و موضوع را کامل فهمیده باشد تا بداند از کجا شروع کند».

به عبارت دیگر، وی می‌گوید که شرایط علی (فهم موضوعی) و استراتژی (طرح مسئله) منجر به وقوع پدیده می‌شود.

خلاصه کلام را ش.ز. نیز در یک خط می‌گوید:

«از چند راه حل کردن مسئله خیلی تبحر می‌خواهد، کار خیلی سختی است. باید همه چیز را بدانی و همه چیز در ذهنت باشد».

او می‌گوید که خیلی تبحر می‌خواهد و این به نظر اشاره به همه شرایط علی دارد. وی حل کردن یک مسئله از چندین روش را که همه مشارکت‌کنندگان و همچنین ادبیات تحقیق آن را کار خلاقانه‌ای می‌دانند، نیازمند تبحر، دانش، ذهنیت (شهود و تصور ذهنی) می‌داند. همچنین او به سخت بودن کار اشاره می‌کند که از نشانه‌های زیرمقوله ویژگی‌های شخصیتی است.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی تجارب فعالیت‌های خلاقانه ریاضی دانشجویان از اهداف اصلی این پژوهش بوده است. یافته‌های حاصل از فرآیند کدگذاری نشان می‌دهد که مدل مفهومی برای فعالیت‌های خلاقانه در ریاضی، شامل برخی از مقوله‌ها و زیرمقوله‌های متعدد است. مقوله‌های طبقه‌بندی شده در پژوهش حاضر، بیانگر آن هستند که این عوامل در سطح فردی و غیرفردی ظاهر می‌شوند. عوامل استخراج شده در سطح فردی در مدل تحت عنوان شرایط علی، مقوله‌بندی نام‌گذاری شد و شامل تمایلات، باورهای درونی، ویژگی‌های شخصیتی و دانش و مهارت‌های ریاضی است. هر یک از این مقوله‌ها، خود شامل زیرمقوله‌های متعددی است.

اکثر مشارکت‌کنندگان اظهار نمودند که علاقه داشتن به ریاضی، انگیزه نسبت به یادگیری ریاضی و تمایل داشتن به حل مسائل خلاقانه در فعالیت‌های خلاقانه ریاضی تأثیر زیادی دارند.

همچنین آنان معتقد بودند که باورهای درونی آن‌ها نیز بر تمایلاتشان در حل مسائل خلاقانه ریاضی تأثیرگذار است و در واقع، علاقه، انگیزه، باور و نگرش مثبت را از ملزومات فعالیت‌های خلاقانه ریاضی می‌دانستند، به طوری که با افزایش نگرش‌ها و باورهای مثبت نسبت به ریاضی و همچنین باور افراد نسبت به توانایی‌های خود در ریاضی، تمایل آنها برای حل مسائل خلاقانه بیش تر و بیش تر می‌شود. مشارکت‌کنندگان اظهار داشتند که باورها و نگرش‌های آن‌ها نسبت به موارد متعددی از جمله ماهیت ریاضی، توانایی خود در ریاضی، کارا بودن آزمون و خطا در حل مسائل، مؤثر بودن تعامل با همکلاسان و بالاخره نسبت به اینکه حل بعضی از مسائل نیاز به اختصاص زمان بیش تری دارد، از عوامل تأثیرگذار بر باورهای درونی افراد است.

زیرمقوله دیگر استخراج شده برای مقوله شرایط علی، مهارت‌ها و دانش ریاضی است که خود شامل زیرمقوله‌های تفکر ریاضی، دانش موضوعی، شهود و دانش غیررسمی، توانایی ارتباط دادن، طرح مسئله، شناخت و فراشناخت است. به عبارت دیگر، یافته‌ها نشان می‌دهند که حل مسائل خلاقانه به عنوان یک فعالیت مرتبه بالا در حیطه‌های مختلف ریاضی مستلزم دانش و مهارت‌هایی غنی در آن حیطه است. از دیگر مقوله‌های شرایط علی، ویژگی‌های شخصیتی افراد است که شامل زیرمقوله‌های انعطاف‌پذیری، پشتکار و ریسک‌پذیری هستند. نتایج نشان داد که بین شرایط علی نیز تعامل و ارتباطات دوسویه برقرار است. به عنوان مثال، یافته‌های تحقیق در مورد زیرمقوله مهارت‌ها و دانش ریاضی و مقوله باورها، نشان می‌دهند که نوع و میزان دانش و مهارت افراد و چگونگی استفاده از آن‌ها، موجب تقویت یا مانع باورهای مثبت درونی فرد می‌شود. بدین صورت که افزایش میزان دانش و مهارت‌هایی که برای حل مسائل خلاقانه در ریاضی ضروری هستند، باعث تقویت باور مثبت فرد به ویژه نسبت به توانایی‌های خود در ریاضی می‌شود و بالعکس، یعنی وقتی فرد باور مثبتی نسبت به توانایی‌های خود در ریاضی داشته باشد، این امر موجب می‌گردد که در جهت تقویت دانش و مهارت‌های مورد نیاز، گام‌های مؤثری بردارد و برای کامل‌تر کردن آن‌ها اقدام کند. به همین ترتیب بین دیگر زیرمقوله‌های شرایط علی رابطه تعاملی وجود دارد. در واقع، از برآیند این شرایط علی، فعالیت‌های خلاقانه ریاضی شکل می‌گیرد.

بحث‌های نظری و یافته‌های پژوهشی انجام شده توسط صاحب‌نظران و پژوهشگران نیز مویید تأثیرگذاری این زیرمقوله‌ها بر فعالیت‌های خلاقانه در ریاضی هستند. برای مثال، شونفلد (۱۹۹۲)، (۱۹۸۵)، برتن (۱۹۹۹) و مان (۲۰۰۹) بر اهمیت باورها در خصوص حل مسائل غیر روتین تأکید دارند. همچنین نظریه‌های روان‌شناسی، از جمله نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده ایزن (ایزن، ۱۹۹۱)؛

ایزن^۱ و کلوباس^۲، ۲۰۱۳)، نیز بر تاثیرگذاری یافته‌های باورها و تمایلات و همچنین بر ارتباط این دو مقوله گواهی می‌دهند. مطالعه کیماز و همکاران (۲۰۱۲) همسویی زیادی با نتایج پژوهش حاضر دارد. نتایج مطالعه آن‌ها در مورد مهارت‌های تفکر خلاق دانشجویان - معلمان ریاضی نشان می‌دهد که از جمله عوامل تأثیرگذار بر مهارت‌های تفکر خلاق، می‌توان به تفکر شهودی، تفکر منطقی، استراتژی‌های حل مسئله و جستجوی روابط بین آن‌ها تأکید کرد.

همچنین یافته‌ها نشان داد که حل مسائل خلاقانه به عنوان یک فعالیت مرتبه بالا نیازمند درک و فهم همراه با بصیرت لازم است. داشتن بصیرت برای آن است که فرد بتواند با تکیه بر این حلقه واسط، به ارتباطات و اتصالات بین مفاهیم و موضوعات ریاضی آگاه گردد. در واقع، از آنجا که ارتباط صحیح و مؤثر بین اجزای دانش در فرآیند حل مسئله، از اهمیت خاصی برخوردار است، لذا فرد نیاز دارد که برای حل موفقیت آمیز مسأله، دانش قبلی خود را به گونه‌ای جدید و هدفمند با هم ترکیب کند. در ایجاد این ترکیب و ارتباط بین اجزای دانش، داشتن درک و بصیرت بسیار مؤثر است. در این خصوص، می‌توان به همسویی این نتایج با یافته‌های مطالعه ویلکرسون و ویلن-اسکای (۲۰۰۸)، برتن (۱۹۹۹)، کاتوو و همکاران (۲۰۱۲) و یان و سریرامان (۲۰۱۲) اشاره کرد.

در اهمیت توجه به ویژگی‌های شخصیتی می‌توان به همسویی آن با مطالعات متعددی در زمینه خلاقیت ریاضی (برای مثال لیکین، ۲۰۰۹؛ لیکین و لو، ۲۰۰۷؛ بهار و میکر، ۲۰۱۱؛ کُتسر ویچ و همکاران، ۲۰۱۱؛ کاون و همکاران، ۲۰۰۶؛ کیماز و همکاران، ۲۰۱۲) اشاره کرد. همچنین در مورد فراشناخت، می‌توان گفت که بعضی از تحقیقات از این یافته تحقیق حاضر حمایت می‌کنند. نتایج مطالعات شونفلد (۱۹۸۵ و ۱۹۹۲)، ونگ (۲۰۱۲) و بیکر و نورمن (۲۰۱۲) نشان می‌دهند که فراشناخت به عنوان عامل اصلی در حل مسئله و طرح مسئله است، و بهبود و توسعه توانایی‌های فراشناختی به افراد کمک می‌کند که ذهن‌های خلاق در ریاضی داشته باشند.

شرایط علی مطرح شده در بالا برای شکل‌گیری تجربه‌هایی در ارتباط با پدیده خلاقیت ریاضی، به تنهایی کافی نیستند؛ بلکه برای وقوع آن نیاز به اجرای استراتژی‌های خاصی در جهت پرورش پدیده خلاقیت ریاضی نیز هست. به عبارت دیگر، این استراتژی‌ها جهت پرورش خلاقیت ریاضی در افراد به کار گرفته می‌شود که شامل حل انواع مسائل غیر روتین، حل یک مسئله از راه‌های متنوع و فراهم نمودن فرصت‌هایی برای طرح مسئله است که با یافته‌های تحقیقات متعددی

۱ Ajzen

۲ Klobas

هماهنگ هستند. مثلاً یافته «حل مسائل غیرروتین ریاضی» به عنوان یکی از استراتژی‌ها با نتایج مطالعات لیکین (۲۰۰۹)، کاون و همکاران (۲۰۰۶) و هی‌لاک (۱۹۸۷) هم‌خوانی دارد. یافته «حل یک مسئله از راه‌های متنوع» به عنوان استراتژی با نتایج مطالعات لیکین (۲۰۰۷ و ۲۰۰۹)، ارونیک (۱۹۹۱) و تال (۱۹۹۱) که از شیوه‌های چندگانه برای حل مسائل به عنوان ابزاری مؤثر جهت رشد و توسعه توانایی خلاق در افراد جانب‌داری کرده‌اند، هماهنگ است. همچنین در مورد استفاده از استراتژی «طرح مسئله» در جهت پرورش خلاقیت ریاضی می‌توان به مطالعات متعددی (یان و سریرامان، ۲۰۱۲؛ اروینک، ۱۹۹۱؛ کیم، ۲۰۰۹؛ سیلور، ۱۹۹۷؛ کُنتروپچ و همکاران، ۲۰۱۱؛ لانگ، ۱۹۹۷) اشاره کرد.

انتخاب این استراتژی‌ها تحت تأثیر عوامل مداخله‌گر هستند. همچنین این عوامل بر شرایط علی نیز تأثیرگذارند. این عوامل خود به دو دسته شرایط مداخله‌گر و مداخله‌گرها مقوله‌بندی شدند. شرایط مداخله‌گر شامل میزان مسئله حل کردن، محیط اجرا و اختصاص زمان برای حل مسائل است که باید کنترل و مدیریت شود. از طرف دیگر، افرادی نیز در جایگاه ایجاد و اجرای این عوامل مداخله‌گر هستند که در مدل تحت عنوان مقوله مداخله‌گرها، نام‌گذاری شده‌اند. مشارکت‌کنندگان به دو مداخله‌گر به ترتیب اولویت تأثیر آن‌ها یعنی استاد و همکلاسی اشاره داشتند. همه مشارکت‌کنندگان بر نقش مؤثر و برجسته استاد یا معلم هم‌نظر بودند و استاد یا معلم را مؤثرترین عامل می‌دانستند که می‌تواند در خلاقیت ریاضی فراگیران بسیار تأثیرگذار باشد. بسیاری از مشارکت‌کنندگان، بعد از استاد، همکلاسی را از افراد تأثیرگذار بر فرایند خلاقانه خود می‌دانستند. درواقع، اغلب مشارکت‌کنندگان بر این باور بودند که از طریق برقراری ارتباط با همکلاسان و ایجاد یک گفتمان هدفمند، می‌توانند تصورات و اندیشه‌های خود را به طور شفاهی در جمع مطرح و از ایده‌های خود دفاع کنند و تلاشی در جهت متقاعد کردن دیگران داشته باشند. آن‌ها معتقد بودند که این امر موجب اتصال و ارتباط بین ایده‌های ریاضی در ذهن‌شان شده و زمینه را برای تولید ایده‌های جدید هموار می‌سازد. همچنین بحث‌های گروهی در جامعه ریاضی کلاس درس، به ارائه راه‌حل‌های مختلف و نظرات متنوع منجر می‌شود که از مولفه‌های تفکر واگراست. در انطباق با یافته استاد یا معلم به عنوان یکی از مداخله‌گرها در این پژوهش، می‌توان به یافته‌های مطالعات شونفلد (۱۹۹۲)، کیماز و همکاران (۲۰۱۲)، سینتسکی (۲۰۰۸)، مان (۲۰۰۹) و مینا (۲۰۰۸) اشاره کرد. یافته‌های این تحقیقات نیز بر نقش حیاتی معلم و استاد تأکید نموده‌اند. در همسویی با یافته تعامل با همکلاسی نیز می‌توان به تحقیق نیومن (۲۰۰۷) اشاره کرد که بیان می‌کند

ایده‌ها در نتیجه تعامل با دیگران شکل می‌گیرند.

مقوله شرایط زمینه‌ای از دیگر عوامل غیرمستقیم است که به واسطه تأثیرش بر شرایط علی و عوامل مداخله‌گر به طور غیرمستقیم بر پدیده تأثیر می‌گذارد. برای مثال، نگرش‌ها و باورهای افراد جامعه نسبت به ریاضی و همچنین فرصت‌های موجود در جامعه در مورد فعالیت‌های مرتبط با ریاضی می‌تواند در بروز خلاقیت ریاضی آن‌ها مؤثر باشد. حال با توجه به توضیحاتی که داده شد، به نظر می‌رسد که هنوز عواملی در این مدل هست که برکل مدل تأثیر گذار هستند، و آن هم زمینه‌ای است که بر این مدل احاطه دارد. این زمینه شامل دانشجو یا دانش‌آموز بودن فرد در نظام و برنامه‌ریزی آموزشی ریاضی است که او در آن تحصیل می‌کند و از آن تأثیر می‌پذیرد. در این مورد با نتایج مطالعات مینا (۲۰۰۸) و نیومن (۲۰۰۷) همسو هستند، این نتایج نشان می‌دهند که توجه به رویکردهای فرهنگی در راس توسعه خلاقیت و خلاقیت ریاضی است.

در مجموع، با اتکا به هر آنچه که تشریح گردید، می‌توان به این صورت نتیجه‌گیری نهایی را ارائه داد که در زمینه جامعه و نظام و برنامه‌ریزی آموزش ریاضی، پدیده خلاق شدن یادگیرندگان علاوه بر بستگی به شرایط علی مربوط به خود فرد، محصول اجرای درست استراتژی‌هایی است که عواملی مداخله‌گر در آن مؤثرند.

همان‌طور که مطرح شد، حل مسائل خلاقانه و حل خلاقانه مسائل در ریاضی به عنوان یک فعالیت خلاقانه در ریاضی محسوب می‌شود. آموزش مفاهیم و موضوعات ریاضی از طریق حل مسئله، فرصتی برای درک عمیق از مفاهیم، موضوعات و ایده‌های مختلف ریاضی فراهم می‌کند و این امر سبب می‌گردد که افراد ضمن درگیر شدن در حل مسائل، به ارتباط و اتصال بین مفاهیم و موضوعات ریاضی پی ببرند. بنابراین با توجه به اینکه حل مسئله به فراهم کردن شرایطی مناسب برای پرورش تفکر خلاق کمک می‌کند، لذا اتخاذ رویکرد حل مسئله گامی در جهت پرورش خلاقیت در ریاضی است. یکی از روش‌هایی که می‌توان به وسیله آن در ارتقاء درک و بصیرت افراد و همچنین توسعه مهارت برقراری ارتباط آن‌ها بین دانش قبلی و دانش جدید گام مؤثری برداشت، آن است که از افراد خواسته شود تا بر فرایند عملکرد خود تأمل داشته باشند و تجربه حل مسئله خود را برای دیگران شرح دهند. زیرا، این امر موجب فهم و درک عمیق آنان از مسئله و موضوع می‌شود و کمک شایانی به ارائه راه‌حل‌های خلاقانه می‌کند. بحث‌های گروهی در جامعه ریاضی کلاس درس، از جمله شرایطی می‌تواند باشد که زمینه‌ساز پرورش خلاقیت ریاضی می‌گردد. گفتمان ریاضی باید در کلاس‌های درسی مدرسه‌ای و دانشگاهی متناسب با آن سطح

مطرح شود و بهترین زمان برای شروع این گفتمان می‌تواند در مقطع ابتدایی باشد. همچنین بحث گروهی و گفتمان ریاضی در کلاس درس موجب می‌گردد تا یادگیرندگان درک، احساس و قدردانی خود را از لزوم تعاریف و استدلال‌های ریاضی رشد و توسعه دهند و این امر مانع شتاب زدگی در تحمیل زبان صوری و رسمی ریاضی، به ویژه در مقاطع و پایه‌های پایین‌تر می‌گردد. علاوه بر این، بحث گروهی و تبادل اطلاعات بین افراد، به ارائه راه‌حل‌های مختلف و نظرات متنوع و جدید منجر می‌شود که یکی از مولفه‌های تفکر واگراست. نقش معلمان و اساتید در این بحث-های گروهی بسیار کلیدی است. آنان باید در جامعه ریاضی کلاس خود، شرایطی را فراهم آورند تا افراد برای بیان ایده‌هایشان احساس آزادی و امنیت خاطر کنند.

بنابراین، ضروری است که آموزش معلمان و اساتید به خصوص، در جهت بهبود توانایی آنان در طراحی و اجرای محیط‌های آموزشی مورد توجه قرار گیرد، چراکه موجب ارتقا و توسعه توانایی خلاقیت ریاضی افراد می‌شوند. در چنین محیط‌هایی، نگاه به یک مسئله از جنبه‌های مختلف که یکی از عوامل پرورش خلاقیت ریاضی است و همچنین ارائه ایده‌های متنوع و به نوعی ایده‌پردازی، مورد تشویق و تقدیر واقع می‌گردد. مدرسان می‌توانند با پرسیدن سؤالاتی که افراد را تشویق به تفکر منعطف می‌کند، آنان را به سوی تفکر خلاق هدایت کنند. به گونه‌ای که تجارب کافی برای بازسازی مفاهیم و ایده‌های ریاضی را به دست آورند و بتوانند روی ایده‌ها و روابط ریاضی تامل داشته باشند. به منظور انجام ریاضی و فکر کردن مانند ریاضی‌دانان، باید فرصت‌هایی برای افراد فراهم گردد تا یاد بگیرند که جستجو کنند، کنکاش کنند، حدسیه‌سازی کنند، فرضیه‌سازی کنند، بررسی کنند، رد کنند، استراتژی اتخاذ کنند، طراحی کنند، اجرا کنند، نتیجه‌گیری کنند، استدلال کنند، توجیه کنند، بازتاب و تامل کنند و همچنین بازبینی و نظارت کنند تا بتوانند فرآیندهایی را که ریاضی‌دانان خلاق برای تولید ایده‌هایشان به کار می‌گیرند، تجربه کنند. به امید آنکه خلاقیت ریاضی را به عنوان مؤلفه‌ای ضروری در نظام آموزشی‌مان به طور جدی در نظر بگیریم و آن را به‌طور گسترده در بین دانش‌آموزان و دانشجویان پرورش دهیم.

به علاوه، می‌توان پیشنهاداتی برای پژوهش‌های بعدی ارائه کرد. از جمله، انجام پژوهش‌های که به‌طور عمیق تاثیر هر یک از زیرمقوله‌ها را بر پدیده خلاقیت ریاضی و همچنین روابط بین آن‌ها را در مقاطع مختلف تحصیلی مورد بررسی قرار بدهد. به علاوه، پیشنهاد می‌گردد که به منظور بررسی تعمیم‌پذیری نتایج استخراج شده در این پژوهش، انجام پژوهش‌های کمی در وسعت زیاد انجام پذیرد.

منابع

- Arikan, E. E. (2017). Is There a Relationship between Creativity and Mathematical Creativity? *Journal of Education and Learning*, 6(4), 239.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, Vol.50, pp.179-211.
- Ajzen, I., & Klobas, J. (2013) *Fertility intentions: An approach based on the theory of planned behavior*. Demographic Research.
- Bahar, A. K. & Maker, C.J. (2011). Exploring the relationship between mathematical creativity and mathematical achievement. *Asia-Pacific Journal of Gifted and Talented Education*, 3(1), 33-48.
- Bakar, M. N. & Norman, I. (2012). The Role of Metacognitive Abilities in Posing Mathematical Problems. *Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 1-10.
- Burton, L. (1999). The practices of mathematicians: What do they tell us about coming to know mathematics? *Educational Studies in Mathematics*, 37(2), 121-143.
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as tool to develop and identify creativity gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37-47.
- Creswell, J.W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ellwood, S., Pallier, G., Snyder, A., Gallate, J. (2009). The Incubation Effect: Hatching a Solution? *Creativity Research Journal*, 21(1), 6-14.
- Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In D. Tall, *Advanced mathematical thinking* (pp. 42-52). Kluwer Academic Publishers New York.
- Haylock, D.W. (1987): A framework for assessing mathematical creativity in school children. – In: *Educational Studies in Mathematics*. 18 (1), 59-74.
- Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D., Christou, C., & Cleanthous, E. (2012). *Predicting Mathematical Creativity*.
- Kim, K. H. (2009). Creative Problem Solving. In B. Kerr (Ed). *Encyclopedia of Giftedness, Creativity and Talent*. Sage Publications. . pp. 188-191.
- Kiyamaz, Y., Sriraman, B., & Lee, K. H. (2012). Prospective Secondary Mathematics Teachers' Mathematical Creativity in Problem Solving. *The Elements of Creativity and Giftedness in Mathematics*, 173-191.
- Kontorovich, I., Koichu, B., Leikin, R., & Berman, A. (2011). Indicators of creativity in mathematical problem posing: How indicative are they?. In *Proceedings of the 6th international conference on creativity in mathematics education and the education of the gifted students University of Latvia, Riga, Latvia/Angel Kanchev University of Ruse, Ruse, Bulgaria* (pp. 120-125).
- Kwon, O. N., Park, J. H., & Park, J. S. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), 51-61.
- Leikin, R. (2007). Habits of mind associated with advanced mathematical thinking and solution spaces of mathematical tasks. Working Group 14. *Advanced mathematical thinking 2220- 2330*.
- Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. In R.

- Leikin, A. Berman & B. Koichu (Eds.), *Creativity in mathematics and the education of gifted students*. (Ch. 9, pp. 129-145). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publisher.
- Leikin, R., & Lev, M. (2013). Mathematical creativity in generally gifted and mathematically excelling adolescents: what makes the difference?. *ZDM*, 1-15.
- Leikin, R., & Lev, M. (2007, July). Multiple solution tasks as a magnifying glass for observation of mathematical creativity. In *PME CONFERENCE* (Vol. 31, No. 3, p. 3).
- Liljedahl, P., & Sriraman, B. (2006). Musings on mathematical creativity. *For The Learning of Mathematics*, 26(1), 17-19.
- Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Leung, S. K. S. (1997). On the role of creative thinking in problem posing. *ZDM*, 29(3), 81-85.
- Mann, E. L. (2009). The search for mathematical creativity: Identifying creative potential in middle school students. *Creativity Research Journal*, 21(4), 338-348.
- Mina, F.(2008). Promoting Creativity for all students in mathematics educations. *Proceedings of the discussing group 9: Promoting Creativity for all students in mathematics education*. In the 11th ICME (Monterrey, Mexico, 2008).
- Neumann, C. J. (2007). Fostering creativity—A model for developing a culture of collective creativity in science. *EMBO Reports*, 8(3), 202–206.
- Parker, J. P., & Begnaud, L. G. (2004). *Developing creative leadership*. Libraries Unlimited.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. School of education, Department of mathematics, University of Colifornia, Brekly, Colifornia. ACADEMIC PRESS. INC.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan.
- Sharma, Y. (2014). The Effects of Strategy and Mathematics Anxiety on Mathematical Creativity of School Students. *Mathematics Education*, 9(1), 25-37.
- Silver, E.A. (1997). Fostering Creativity through Instruction Rich in Mathematical Problem Solving and Problem Posing. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 29 (3), 75–80.
- Sinitsky, I.(2008). Both for teachers and for Students: on some essential features of creativity- stimulating activities. *Proceedings of the 11th International Congress on Mathematical Education Monterrey, Mexico*.
- Sriraman, B., & Haavold, P. (2017). Creativity and giftedness in mathematics education: A pragmatic view. *First compendium for research in mathematics education*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Sriraman, B., Haavold, P., & Lee, K. (2013). Mathematical creativity and giftedness: a commentary on and review of theory, new operational views, and ways forward. *ZDM*, 1-11.
- Sriraman, B. (2009). The characteristics of mathematical creativity. *The International Journal on Mathematics Education [ZDM]*, 41, 13-27.
- Sriraman, B. (2005). Are giftedness & creativity synonyms in mathematics? An analysis of constructs within the professional and school realms. *The Journal of Secondary*

- Gifted Education*, 17, 20–36.
- Strauss A. & Corbin J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, 2nded. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, USA.
- Tall, D. (1991) (Ed). *Advanced mathematical thinking* (pp. 3-21). Kluwer Academic Publishers New York.
- Walker, C. (2008). *Factors Relating to the Success or Failure of College Algebra Internet Students: A Grounded Theory Study*. ProQuest.
- Wessels, H. M. (2014). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(9), 22-40.
- Wong, K. Y. (1999). Use of student mathematics questioning to promote active learning and Metacognition. *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education, Seoul, Korea*.
- Yuan, X., & Sriraman, B. (2012). An exploratory study of relationships between students' creativity and mathematical problem-posing abilities. *The elements of creativity and giftedness in mathematics*, 5-28



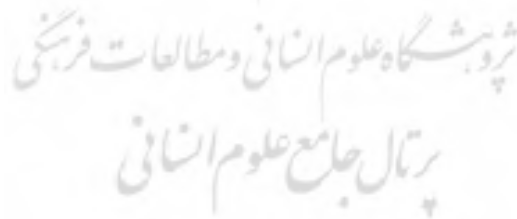
Identifying a Model for Creative Activities of Mathematics Students: a Qualitative Research

Narges Yaftian¹

Abstract

The purpose of this study was to examine the experience of creative activities of undergraduate students in mathematics and identify a model for better understanding of these activities. Data have been collected using a methodology approach based on grounded theory and semi-structured introspective interviews. The population is all students who study mathematics in one of the universities in Tehran. Thirteen math students volunteered to collaborate with purposeful and theoretical sampling. The data was analyzed through the free and axial coding process. To ensure the quality of research, the credibility, dependability, transferability and conformability criteria were used and the results were given in grounded theory systematic paradigm model which includes phenomenon, causal conditions, strategies, intervening factors, contextual conditions, context and consequences. The model shows there are several affecting factors involved in those activities.

Keywords: mathematics education, mathematical creative activities, mathematical creativity, grounded theory



¹ Assistant Professor at Department of Mathematics, Shahid Rajaee Teacher Training University. yaftian@sru.ac.ir