

تأثیر آموزش مسائل مدل‌سازی ریاضی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان

■ زکیه پرهیزگار*

■ مهدی جباری نوبایی**

■ حسن علم‌الهدایی***

چکیده:

با توجه به این‌که «مدل‌سازی و کاربردها» و یادگیری آن در مدرسه و دانشگاه می‌تواند کاربرد ریاضیات را در علوم، فناوری و زندگی روزانه بهتر نمایان سازد، لذا ایجاد فرصتهایی که دانش‌آموزان را قادر کند مهارت‌های مدل‌سازی خود را ارتقا دهند، یکی از موضوعات برجسته در تحقیقات آموزش ریاضی است. از این رو، در این پژوهش به آموزش مسائل مدل‌سازی ریاضی به دو شیوه مستقیم (معلم محور) و راهبرد عملگر (دانش‌آموز محور) به ۲۴۴ دانش‌آموز دختر پایه دهم پرداخته شده است. این مطالعه در نیم‌سال اول سال تحصیلی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در سه دبیرستان غیردولتی شهر مشهد انجام شد. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر آموزش مسائل مدل‌سازی ریاضی به دو شیوه آموزشی متفاوت بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل مختلف ریاضی (مدل‌سازی، کلامی و درون‌ریاضی) است. روش پژوهش کمی و از نوع نیمه تجربی است. جمع‌آوری اطلاعات به وسیله یک پرسش‌نامه درک شوق در مقیاس لیکرت انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر نوع دوم نشان داد که آموزش مسائل مدل‌سازی ریاضی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل دنیای واقعی تأثیر معناداری داشته است. علاوه بر این، محیط آموزشی دانش‌آموز محور بستر مناسبی برای بروز این تجربه‌های مثبت در دانش‌آموزان بود. بنابراین استفاده معلمان از فعالیت‌های مدل‌سازی برای علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به درس ریاضی ضرورت و اهمیت پیدا می‌کند.

کلید واژه‌ها:

مسائل کلامی، مسائل درون - ریاضی، روش آموزشی دانش‌آموز محور

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۱/۲۶

□ تاریخ شروع بررسی: ۹۸/۵/۱۶

□ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۱/۲۴

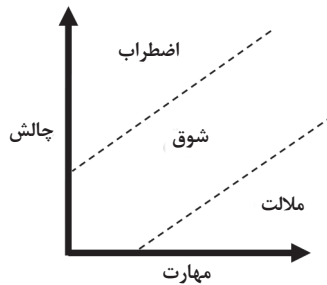
* دانش‌آموخته دکترای آموزش ریاضی، گروه ریاضی کاربردی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)..... zakieh.parhizgar@gmail.com
** استادیار گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد jabbarinm@um.ac.ir
*** استاد گروه ریاضی کاربردی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد alam@um.ac.ir

مقدمه

یادگیری ریاضیات فعالیتی است که ارتباط زیادی با انگیزه دارد (ما^۱ و کیشور^۲، ۱۹۹۷؛ شورای ملی معلمان ریاضی^۳ (NCTM)، ۲۰۰۰) و دانش‌آموزان برای دانستن ریاضیات باید احساس نیاز کنند تا برای یادگیری آن انگیزه داشته باشند (اسکمپ^۴، ۱۹۸۶). رویکرد جدید روان‌شناسی مثبت با توجه خاص به نقاط قوت و عملکرد بهینه انسان‌ها، در جست‌وجوی راه‌هایی برای پیشرفت آن‌هاست و همواره در تلاش است دانشی را جمع‌آوری کند که هدف اصلی آن نتیجه‌گیری مثبت از تمام وقایع زندگی و ترویج عوامل شکوفا شدن افراد است. بررسی پیشینه پژوهشی روان‌شناسی مثبت نشان می‌دهد، یکی از این سازه‌های نوظهور و محوری، «نظریه شوق» است. اصطلاح تجربه‌های شوق^۵ را اولین بار سیکزنت میهایلی مطرح کرده است. این تجربه در مرکز روان‌شناسی مثبت قرارداد (رحیم‌پور، عارفی و منشی، ۱۳۹۸). سیکزنت میهایلی^۶ (۱۹۷۵، ۱۹۹۰، ۱۹۹۸) حالت شوق را این‌گونه توصیف می‌کند: نوعی تجربه مطلوب ذهنی است که فرد خود را از نظر شناختی توانا احساس می‌کند، به‌طور عمیق غرق در کار می‌شود و انگیزه بالایی برای ادامه فعالیت دارد. همچنین، در فرد لذتی نشأت گرفته از تعادل بین مهارت‌ها و چالش‌ها به وجود می‌آید (آساکاوا^۷، ۲۰۰۴). در واقع این نظریه ادعا می‌کند که یادگیرنده می‌تواند یادگیری مطلوب را در شرایط خاصی تجربه کند. این شرایط عبارت‌اند از: تعادل بین چالش‌های یک مسئله با مهارت‌های لازم برای حل آن، تمرکز عمیق، علاقه و کنترل داشتن روی فرایند حل مسئله (سیکزنت میهایلی، ۱۹۹۰).

یکی از مدل‌هایی که برای ارزیابی تجربه‌های ذهنی در حین آموزش مسائل خاص می‌توان از آن استفاده کرد، مدل «تجربه شوق» است (سیکزنت میهایلی، ۱۹۹۰). در اوایل دهه ۱۹۷۰، سیکزنت میهایلی به مطالعه تجربه پدیده شوق (۱۹۹۰، ۱۹۹۶، ۱۹۹۸) علاقه‌مند شد. یعنی حالتی که فرد آن‌قدر غرق در فعالیت می‌شود که هیچ چیز دیگری برای وی مهم نیست. این تجربه آن‌قدر لذت‌بخش است که فرد انجام آن فعالیت را ادامه خواهد داد، حتی اگر لازم باشد بهای سنگینی را به‌خاطر آن بپردازد. نظریه شوق بر رابطه بین چالش‌ها و مهارت‌هایی مبتنی است که برای رویارویی با چالش‌ها لازم‌اند (شکل ۱). حالت شوق زمانی اتفاق می‌افتد که مهارت یک فرد نه بالاتر از سطح چالش و نه کمتر از آن باشد (شرونوف^۸، سیکزنت میهایلی، اشنایدر^۹ و شرونوف^۹، ۲۰۰۳). تعادل بین چالش‌ها و مهارت‌ها نوسان دارد. زمانی که این تعادل بر هم بخورد، به احتمال زیاد بی‌علاقگی (سطح چالش پایین، سطح مهارت پایین)، اضطراب (سطح چالش بالا، سطح مهارت پایین) یا آرامش (سطح چالش پایین، سطح مهارت بالا) تجربه می‌شود. تجربه اضطراب و آرامش ممکن است باعث شود آموزشگر سطح چالش را تغییر دهد یا دانش‌آموز را وادارد برای اینکه حالت شوق دوباره در او رخ دهد، سطح مهارت‌های خود را بالا ببرد. تجربه مطلوب یا شوق زمانی اتفاق می‌افتد که چالش‌ها و مهارت‌ها در سطح بالایی باشند (کان^{۱۰}، ۲۰۰۳). تجربه‌های شوق یادگیری را تسهیل می‌کند و فراگیرندگان را به انجام تکالیف سخت

ترغیب می‌کند. بازدهی را افزایش می‌دهد. باعث ایجاد لذت و احساس رضایت در فعالیت‌های متفاوت می‌شود، به این معنی که این حالت در موقعیت، کلاس و فعالیتی متفاوت نیز قابل تجربه است (وینبرگ^{۱۱} و هدمن^{۱۲}، ۲۰۰۸). در این نظریه، هدف، ایجاد شرایطی است که دانش‌آموزان بیشتر درگیر فعالیت‌های درسی خود شوند. در واقع نظریه‌ای دانش‌آموز محور است (واتسون^{۱۳} و کانسولی^{۱۴}، ۲۰۰۹).



شکل ۱. نمودار شوق

برای رسیدن به حالت شوق در تکالیف یا فعالیت‌های مختلف، صرف نظر از محیط، جنسیت، سن یا عوامل فرهنگی، باید شرایط خاص و ویژگی‌های ساختاری وجود داشته باشند. سیکزنت میهایلی (۱۹۹۷) شرایط لازم برای تجربه حالت شوق را این‌گونه بیان می‌کند:

۱. اهداف روشن: فرد در هر لحظه می‌داند چه کاری باید انجام دهد.
۲. بازخورد سریع: فرد از چگونگی و میزان پیشرفت در فعالیت به‌خوبی آگاه است.
۳. تطابق چالش‌ها با مهارت‌ها: توانایی فرد با میزان سختی تکلیف تطابق دارد.
۴. تمرکز عمیق: توجه روی انجام تکلیف متمرکز می‌شود.
۵. فراموش کردن مشکلات: محرک‌های بی‌ربط در هوشیاری فرد جایی ندارند و کنار گذاشته می‌شوند.
۶. کنترل: در اصل، موفقیت در دسترس است و هیچ نگرانی‌ای از شکست وجود ندارد.
۷. از بین رفتن خودآگاهی: فرد حسی فراتر از محدودیت‌های خویشتن دارد.
۸. تغییر مفهوم زمان: گذر زمان سریع‌تر از معمول به نظر می‌رسد.
۹. انگیزه درونی: ارزش کار فی‌نفسه به خاطر خود کار است و نه هیچ چیز دیگر (نقل شده در کان، ۲۰۰۳).

شوق به‌طور خلاصه واژه‌ای است که سیکزنت میهایلی برای فشرده‌سازی ماهیت تجربه مطلوب و ۹ عنصر مذکور در ساختار شناختی-عاطفی از آن استفاده کرده است (لیلیدا^{۱۵}، ۲۰۱۶). شش مورد

آخر در فهرست بالا از مشخصات تجربه‌های درونی شخص مشغول به فعالیت است. یعنی کسانی که حالت شوق را تجربه کرده‌اند، در توصیف یک تجربه مطلوب ادعا می‌کنند که در حین انجام فعالیت، احساسشان نسبت به زمان تغییر کرده است (یعنی ساعت‌ها مشغول فعالیت بودند، در حالی که متوجه گذر زمان نمی‌شدند)، به راحتی ذهنشان منحرف نمی‌شد و در مورد شکست هیچ‌گونه نگرانی نداشتند. آن‌ها همچنین حالتی را توصیف می‌کنند که آگاهی‌شان نسبت به عمل از بین می‌رود، به طوری که درباره آنچه در حال انجام است، خودآگاهی ندارند (لیلیدا، ۲۰۱۸).

با مقایسه مؤلفه‌های این فهرست، سه مؤلفه اولیه می‌توانند به عنوان مشخصه‌های خارجی نسبت به فرد دیده شوند که محیط انجام فعالیت نقش مهمی را در اتفاق افتادن تجربه مطلوب بازی می‌کند. فرد باید در محیطی باشد که اهداف به‌طور واضح بیان شوند و بازخورد سریع وجود داشته باشد. همچنین، بین چالش‌های فعالیت و توانایی‌های فرد تعادل وجود داشته باشد (لیلیدا، ۲۰۱۸).

تحقیقات در حوزه نظریه شوق در زمینه‌های مختلف آموزشی و سطوح سنی متفاوت انجام گرفته است، مانند یادگیری زبان خارجی، کلاس‌های درسی در دبیرستان، آموزش فیزیک، آموزش موسیقی و انشای خلاق در دبستان (اگرت^{۱۶}، ۲۰۰۳؛ شرنوف و همکاران، ۲۰۰۳؛ مندیگو^{۱۷} و تامسون^{۱۸}، ۱۹۹۸؛ کاستودرتو^{۱۹}، ۲۰۰۲؛ ابوت^{۲۰}، ۲۰۰۰). این مطالعات تجربه‌های شوق دانش‌آموزان را اندازه‌گرفته‌اند و در آن‌ها فعالیت‌هایی که امکان وقوع شوق در آن‌ها بیشتر است، پیشنهاد داده شده است.

در زمینه نظریه شوق در فعالیت‌های یادگیری ریاضی تحقیقات محدودی انجام گرفته است (صدیق، ۲۰۰۷؛ دراگز^{۲۱}، ۲۰۱۲؛ لئو^{۲۲} و لیلیدا، ۲۰۱۹) که در ادامه به‌طور خلاصه به آن‌ها اشاره می‌شود. صدیق (۲۰۰۷) در تحقیق خود یک مدل عملیاتی برای تجربه شوق در طراحی نرم‌افزارهای یادگیری ریاضیات برای کودکان پیشنهاد کرده است. دراگز (۲۰۱۲) رفتارهای استادان ریاضی، افراد در سطوح متوسط و افراد مبتدی ریاضی را در مواجهه‌شدن با فعالیت‌های مدل‌سازی ریاضی بررسی کرد. وی دریافت، استادان با علاقه و کنجکاوی با مسائل مدل‌سازی برخورد می‌کنند و در بعضی موارد اگر احساس نگرانی و اضطراب داشتند، می‌توانستند آن را پشت سر بگذارند و در حل مسئله پیش بروند. همچنین، آن‌ها ترجیح می‌دادند چالش‌های این مسائل بیشتر از مهارت‌هایشان باشد. اما افراد در سطوح متوسط، احساس نگرانی توأم با علاقه را تجربه کردند. مبتدیان هم در مواجهه با مسائل مدل‌سازی احساس ناامیدی می‌کردند. آرمسترانگ^{۲۳} (۲۰۰۸) با مقایسه تجربه‌های گروهی دو دسته از دانش‌آموزان در یک کلاس ریاضی پایه هشتم که یک مسئله باز پاسخ در دنیای واقعی به آن‌ها داده شده بود بیان می‌کند، هر چقدر اعضای یک گروه احساس کنند یک ذهن واحد هستند، پدیده شوق بیشتر در کارهای گروهی ظاهر می‌شود. آرمسترانگ اعتقاد دارد، آشنایی معلمان با شرایط بروز شوق در گروه به آن‌ها کمک می‌کند در اجرای فعالیت‌هایی که باید گروهی در کلاس انجام شوند، موفق‌تر ظاهر می‌شوند.

لئو و لیلیدا (۲۰۱۹) از دو دیدگاه مدل‌سازی و نظریه شوق، رفتارهای مدل‌سازی دو دانش‌آموز در

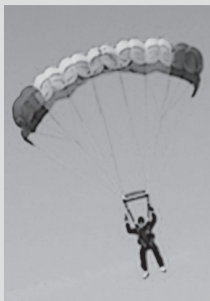
حین حل یک تکلیف مدل‌سازی ریاضی را بررسی کردند. این دو دانش‌آموز در طول فرایند مدل‌سازی بارها نبود تعادل بین مهارت‌هایشان و چالش‌های تکلیف را تجربه کردند. نتایج آن مطالعه نشان داد که معلم، دانش‌آموزان و پیچیدگی تکلیف مدل‌سازی که به‌طور طبیعی در حال تغییر است، برقراری تعادل مجدد بین چالش‌ها و مهارت‌ها را تسهیل می‌کند.

مدل‌سازی ریاضی و کاربردهای آن حوزه‌ای از پژوهش در آموزش ریاضی است که در سال‌های اخیر به‌طور جدی مورد توجه محققان و آموزش‌گران ریاضی واقع شده است. مدل‌سازی ریاضی به فعالیتی اطلاق می‌شود که در آن یک مسئله در جهان واقعی به یک مدل ریاضی تبدیل می‌شود. چگونگی آموزش مسائل مدل‌سازی، افزایش توانایی‌های مدل‌سازی دانش‌آموزان و وارد کردن آن در برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای و در نهایت تغییر نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضی، از ملاحظات محققان در این حوزه بوده است. مدل‌سازی ریاضی این امکان را فراهم می‌کند تا دانش‌آموزان ارزش واقعی ریاضیات را به‌عنوان یک ابزار اساسی در زندگی روزمره، روابطشان و جامعه، درک کنند (گریر^{۲۴}، فرشافل^{۲۵} و موکوپاجیا^{۲۶}، ۲۰۰۷).

مدل‌سازی ریاضی بیانگر به‌کارگیری ریاضی در حل مسائلی در موقعیت‌های زندگی واقعی است که ساختار منظمی ندارند (گالبریت^{۲۷} و کلتورثی^{۲۸}، ۱۹۹۰). در مسائل مدل‌سازی، دانش‌آموزان ابتدا باید موقعیت مسئله را درک کنند و سپس بتوانند آن را به‌طریقی که برای خودشان معنادار است، به زبان ریاضی بیان کنند (انگلیش^{۲۹} و سریرامن^{۳۰}، ۲۰۱۰). مسئله «پرش با چتر نجات» مثالی از یک مسئله مدل‌سازی است (شکل ۲).

پرش با چتر نجات:

در هنگام پرش با چتر نجات، یک هواپیما چتربازان را به ارتفاع ۴۰۰۰ متری از سطح دریا بالا می‌برد و آن‌ها از آن فاصله از داخل هواپیما به بیرون می‌پرند. قبل از اینکه چترهای خود را باز کنند، حدود ۳۰۰۰ متر سقوط آزاد خواهد داشت. او در ارتفاع ۱۰۰۰ متری چترهای خود را باز می‌کند. وزش باد در هنگام سقوط، چترباز را این طرف و آن طرف می‌برد. انحراف مسیر در مراحل مختلف در جدول زیر نشان داده شده است:



سرعت باد	انحراف مسیر در هر ۱۰۰۰ متر هنگام سقوط آزاد	انحراف مسیر در هر ۱۰۰۰ متر هنگام باز کردن چترها
ملازم	۶۰ m	۵۴۰ m
متوسط	۱۶۰ m	۱۴۴۰ m
زیاد	۳۴۰ m	۳۰۶۰ m

چترباز در هنگام پرش چه مسافتی را طی می‌کند؟ (اسچاکاجلو^{۳۱} و کروگ^{۳۲}، ۲۰۱۳، ص ۱۷۹).

شکل ۲. مسئله مدل‌سازی «پرش با چتر نجات»

به گفته انگلیش و سریرامن (۲۰۱۰) توانایی استفاده از ریاضیات در مسائل دنیای واقعی، دانش حل مسئله‌ای است که فراتر از سطح کلاس درس و حتی به مراتب فراتر از علم ریاضی است. به‌طور مثال، لازم است مسئله در دنیای واقعی برای دانش‌آموزان ملموس باشد. همچنین، آن‌ها دانش کافی برای رویارویی با چنین موقعیتی را در دنیای واقعی داشته باشند. بنابراین، ایجاد فرصت‌هایی که دانش‌آموزان را قادر می‌سازد مهارت‌های مدل‌سازی خود را ارتقا دهند، در صدر کار مطالعات درباره مدل‌سازی ریاضی قرار گرفته است.

در این راستا، انگلیش و سریرامن (۲۰۱۰) ادعا می‌کنند، هرچه بیشتر بتوانیم مسائل دنیای واقعی را در برنامه درسی ریاضی بگنجانیم، بیشتر قادر به افزایش انگیزه دانش‌آموزان و ارتقای مهارت‌های حل مسئله در آن‌ها می‌شویم (ص. ۲۶۸). از این رو انتظار می‌رود با فراهم کردن فعالیت‌هایی که در آن‌ها به واقعیت ارجاع داده می‌شود، فرایند یادگیری تقویت و انگیزه دانش‌آموزان بیشتر و دید آن‌ها نسبت به درس ریاضی مثبت شود و در پی آن دانش‌آموزان بیشتری به ریاضیات علاقه‌مند شوند (اسچاکاجلو و همکاران، ۲۰۱۲).

آیا واقعاً دانش‌آموزان برای مسائل مدل‌سازی واقعی محور نسبت به مسائل درون‌ریاضی اهمیت بیشتری قائل‌اند؟ آیا آن‌ها مسائل مدل‌سازی را بیشتر دوست دارند و بدین ترتیب بیشتر در فرایند حل مسئله درگیر می‌شوند؟ آیا دانش‌آموزان به حل این‌گونه مسائل علاقه‌مندترند؟ به‌طور کافی به این‌گونه سؤالات پرداخته نشده و همین‌طور تأثیر آموزش مسائل مدل‌سازی بر ابعاد انگیزشی کمتر مورد توجه بوده است (اسچاکاجلو و همکارانش، ۲۰۱۲). حل مسئله ریاضی فرایندی پیچیده است، زیرا عوامل گوناگونی شامل محتوای ریاضی، راهبردها، فرایند استدلال و تفکر، تمایلات، باورها، احساسات و عوامل فرهنگی و محیطی در آن دخیل هستند (انگلیش و سریرامن، ۲۰۱۰).

در این پژوهش از نظریه شوق برای بررسی تأثیر آموزش مسائل مدل‌سازی بر انگیزه، علاقه و احساسات دانش‌آموزان نسبت به مسائل مختلف ریاضی استفاده شده است. همچنین، از سه نوع متفاوت مسائل مدل‌سازی ریاضی، مسائل کلامی و مسائل درون‌ریاضی استفاده شد که با توجه به ویژگی‌های متفاوت هر دسته از سؤالات، احساسات و عملکرد دانش‌آموزان نیز متفاوت خواهد بود (آگبرت، ۲۰۰۳). وجه تمایز این سه دسته از سؤالات، میزان ارتباط آن‌ها با دنیای واقعی است. مسائل کلامی همان مسئله‌های کاملاً ریاضی هستند که در قالب عباراتی مرتبط با جهان واقعی بیان شده‌اند (بلوم و نیس^۳، ۱۹۹۱). فرایند حل این مسائل شامل برگرداندن کلمات به درون دنیای ریاضی است (نیس، بلوم و گالبریت، ۲۰۰۷). مسائل کلامی را نیز می‌توان به واقعیت مرتبط دانست، هر چند که فعالیت‌های ذهنی مربوط به واقعیت در این مسائل، نسبت به مسائل مدل‌سازی ساده‌ترند، زیرا مدل واقعی از همان آغاز در صورت مسئله داده شده است (اسچاکاجلو

و همکاران، ۲۰۱۲ برومی فری ۳۴، ۲۰۰۶). مسئله «پل عابر پیاده» نمونه‌ای از یک مسئله کلامی است (مسئله ۱).

معادله خط d:

خط d از نقطه (۲، -۱) می‌گذرد و موازی خط $x^2 + 3y = 5$ است. معادله خط d را بنویسید.

مسئله ۱. مسئله درون-ریاضی «معادله خط d»

شکل سوم از مسائلی که در این پژوهش استفاده شد، آن دسته از مسائلی هستند که هیچ‌گونه اتصالی به واقعیت ندارند (یعنی در صورت مسئله هیچ کلمه مرتبط با دنیای واقعی نیامده است) و با استفاده از گزاره‌های ریاضی مطرح می‌شوند. برای حل این مسائل کافی است فقط از رویه‌ها و مفاهیم مناسب ریاضی استفاده شود. مسئله «معادله خط d» نمونه‌ای از یک مسئله درون-ریاضی است (مسئله ۲).

پل عابر پیاده:

ارتفاع یک پل عابر پیاده ۵ متر است و زاویه پله‌ها با سطح افق ۴۵ درجه است. مسافت طی شده از طریق پله‌ها از پایین تا روی پل چقدر است؟

مسئله ۲. مسئله کلامی «پل عابر پیاده»

هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر آموزش مسائل مدل‌سازی به دو شیوه آموزشی مستقیم (معلم محور) و راهبرد عملگر (دانش‌آموز محور) بر انگیزه، علاقه و احساسات دانش‌آموزان پایه دهم نسبت به مسائل مدل‌سازی ریاضی، مسائل کلامی و مسائل درون-ریاضی است. روش‌های تدریسی که بر فعال بودن دانش‌آموز تأکید می‌کنند، غالباً در برابر روش سخنرانی سنتی قرار دارند که در آن معلم مطالبی را فراهم و ارائه می‌کند و دانش‌آموز این مطالب را منفعلانه دریافت می‌کند (پرینس ۳۵، ۲۰۰۴). در روش آموزشی راهبرد عملگر که دانش‌آموزان به صورت گروهی مسائل را حل می‌کنند، معلمان قبل از راهنمایی‌های لازم به آن‌ها، ابتدا باید از مداخلات راهبردی استفاده کنند (به‌طور مثال «دوباره صورت مسئله را بخوان» یا «یک طرح بکش»). همچنین، معلمان در این شیوه آموزشی به اعمال تغییر نظام‌دار بین کار مستقل در گروه‌ها و فعالیت‌های کل کلاس می‌پردازند (بلوم، ۲۰۱۱).

بنابراین، این تحقیق برای پاسخ دادن به سؤال زیر طراحی و انجام شد:
آموزش مسائل مدل‌سازی ریاضی به دو شیوه آموزشی مستقیم (معلم محور) و راهبرد عملگر (دانش‌آموز محور)، چه تأثیری بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل درون-ریاضی، کلامی و مدل‌سازی دارد؟

■ روش پژوهش

این تحقیق با هدف بررسی اثرات بالقوه آموزش مسائل مدل‌سازی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان نسبت به مسائل مختلف ریاضی شکل گرفت. اجرای این تحقیق به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون (پس‌آزمون پس از مداخله آموزشی اندازه‌گیری شد) برگزار شده است. در یک دوره شش هفته‌ای، شش جلسه آموزش (هر جلسه در هفته به مدت ۴۰ تا ۶۰ دقیقه) اعمال شد. در این جلسات شش مسئله مدل‌سازی ریاضی در ارتباط با قضیه فیثاغورث و توابع خطی حل شد. مداخله آموزشی به دو شکل متفاوت انجام شد که عبارت‌اند از: شیوه آموزشی مستقیم (معلم محور) و شیوه راهبرد عملگر (دانش‌آموز محور) (بلوم، ۲۰۱۱). بنابراین، دانش‌آموزان در دو گروه قرار گرفتند و از آنجا که هدف مطالعه حاضر مقایسه این دو گروه بود، ضرورت وجود گروه کنترل مطرح نبود. از طرف دیگر، پیش‌آزمون کنترل‌کننده پس‌آزمون بوده است. در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، آزمون ریاضی متشکل از انواع مسائل ریاضی و پرسش‌نامه شوق طراحی و در اختیار دانش‌آموزان گذاشته شد. آزمون ریاضی شامل مسائل درون-ریاضی، مسائل کلامی و مسائل مدل‌سازی بود که در سه مرحله انجام شد. آزمون مسائل درون-ریاضی و آزمون مسائل کلامی هر کدام متشکل از دو سؤال بود که یک سؤال آن از مبحث قضیه فیثاغورث و یک سؤال از توابع خطی بود و آزمون مسائل مدل‌سازی تنها یک سؤال مدل‌سازی ریاضی داشت (شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نمونه‌هایی از مسائل به کار گرفته شده در

آزمون‌های ریاضی هستند). برای بررسی روایی مسائل به کار گرفته شده در آزمون‌های حل مسئله ریاضی از معلمان ریاضی شرکت‌کننده در تحقیق خواسته شد نظرات خود را اعلام کنند. سپس با دریافت نظرات و پیشنهادهای آن‌ها، به جرح و تعدیل آزمون‌های ریاضی پرداخته شد. دانش‌آموزان می‌باید بلافاصله بعد از هر آزمون ریاضی که به حل مسئله یک دسته از مسائل ریاضی مربوط بود، پرسش‌نامه شوق را تکمیل می‌کردند.

در این پژوهش به بررسی علاقه و انگیزه دانش‌آموزان نسبت به مسائل مدل‌سازی ریاضی و مقایسه آن با مسائل کلامی و مسائل درون‌ریاضی پرداخته شد. برای این منظور از پرسش‌نامه درک تجربه‌های شوق آگبرت (۲۰۰۳)، با کمی تغییر، استفاده شد. این پرسش‌نامه پس از ترجمه به فارسی، برای تعیین حفظ مفاهیم در فرایند ترجمه، به‌طور دقیق بررسی شد. همچنین، با نظر برخی از استادان این حوزه، بخشی از آن اصلاح شد. پرسش‌نامه‌ای که در تحقیق آگبرت به کار گرفته شده است شامل ۱۴ سؤال بود که یکی از سؤالات بعد از ترجمه به فارسی برای دانش‌آموزان قابل فهم نبود. بنابراین این سؤال حذف شد. پرسش‌نامه آگبرت (۲۰۰۳) علاقه، تمرکز و کنترل دانش‌آموزان را مورد سؤال قرار می‌دهد و در آن در رابطه با چالش‌ها و مهارت‌ها سؤالی وجود ندارد. بنابراین، دو سؤال که به تعادل بین چالش‌ها و مهارت‌ها مربوط‌اند، در این پرسش‌نامه گنجانده شدند^{۳۶}. روی هم رفته این پرسش‌نامه دارای ۱۵ سؤال شد که تجربه‌های ذهنی دانش‌آموزان، شامل علاقه، توجه متمرکز، کنترل و تعادل بین چالش‌ها و مهارت‌ها در تکلیف را بررسی می‌کند. آگبرت برای بررسی این موضوع که آیا پدیده شوق در کلاس‌های یادگیری زبان خارجی اتفاق می‌افتد، از این پرسش‌نامه استفاده کرد (آگبرت، ۲۰۰۳ را ملاحظه کنید). در تحقیقات دیگری نیز از این پرسش‌نامه استفاده شده است (صدیق، ۲۰۰۷؛ میرلوحی، آگبرت و قنسولی، ۲۰۱۱؛ عزیزی و قنسولی، ۲۰۱۵). این پرسش‌نامه بر اساس مقیاس پنج‌تایی لیکرت تنظیم شد که با ۱ (کاملاً موافقم) و ۲ (موافقم) و ۳ (نظری ندارم) و ۴ (مخالقم) و ۵ (کاملاً مخالفم) نمره‌گذاری شده است. پایایی سازه‌ای این مقیاس از طریق محاسبه ضریب آلفای کرونباخ احراز شد (مسائل درون ریاضی: پیش‌آزمون ۰/۸۶۶) و پس‌آزمون (۰/۸۹۳)؛ مسائل کلامی: پیش‌آزمون ۰/۸۸۰) و پس‌آزمون ۰/۹۰۱)؛ مسائل مدل‌سازی: پیش‌آزمون ۰/۹۱۸) و پس‌آزمون ۰/۹۳۵)). در زمینه روایی محتوایی پرسش‌نامه، با نظرخواهی از چند تن استاد و متخصص مشخص شد که هیچ‌کدام از گویه‌های مقیاس مبهم نیستند. همچنین، بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه درک شوق در پیش‌آزمون، تحلیل عاملی تأییدی انجام گرفت و سپس بررسی نیکویی برازش مدل بارهای عاملی هر سؤال استخراج و بر اساس آن‌ها دو شاخص AVE و CR محاسبه شد (AVE = ۰/۳۵۸ و CR = ۰/۹۳۴). اعداد این دو شاخص نشان از این دارد که $CR > ۰/۷$ ، $AVE > ۰/۳$ و همچنین $CR > AVE$ است که نتیجه می‌دهد روایی سازه و همچنین پایایی مرکب پرسش‌نامه در حد مطلوب است.

برای مثال، برخی از سؤالات پرسش‌نامه عبارت‌اند از:

- در حین انجام تکلیف احساس کردم هیچ کنترلی روی آنچه در حال انجام است، ندارم؛
- این تکلیف در نوع خودش جالب بود؛
- این تکلیف برای من خسته‌کننده بود؛
- این تکلیف کنجکاوی مرا برانگیخت؛

جامعه آماری دانش‌آموزان مدرسه‌هایی از ناحیه چهار آموزش و پرورش مشهد در نظر گرفته شدند که با توجه به تجربه پنج ساله تدریس یکی از نویسندگان در آن‌ها و آشنایی او با چگونگی وضعیت علمی و فرهنگی دانش‌آموزان، این گمان می‌رفت که این دانش‌آموزان همکاری لازم را در اجرای تحقیق داشته باشند. با توجه به اهداف مطالعه حاضر و همچنین زمان، هزینه و امکانات در دسترس پژوهشگر، از روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند، البته به صورت داوطلبانه، استفاده شد، به طوری که از بین مدرسه‌های منتخب، سه مدرسه اعلام آمادگی کردند. شرکت‌کنندگان در این پژوهش ۲۴۴ دانش‌آموز دختر ۱۶-۱۵ ساله پایه دهم از سه دبیرستان غیردولتی ناحیه چهار آموزش و پرورش شهر مشهد بودند. این مطالعه در نیم‌سال اول سال تحصیلی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. برآورد حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار PASS انجام شد. با در نظر گرفتن حداقل توان ۸۰ درصد برای آزمون استودنت برای دو گروه وابسته (معادل ناپارامتری آن، آزمون ویلکاکسون) و سطح معنی‌داری پنج درصد و نتایج به دست آمده از مطالعه اسپچاکاجلو و همکارانش (۲۰۱۲)، به ترتیب ۷۲ نفر برای گروه دانش‌آموز محور و ۱۷۲ نفر برای گروه معلم محور برآورد شد. اسپچاکاجلو و همکارانش تأثیر آموزش مسائل مدل‌سازی (به دو شیوه معلم محور و دانش‌آموز محور) بر انگیزه، علاقه، ارزش و خودکارآمدی دانش‌آموزان در سه دسته از مسائل ریاضی را بررسی کرده‌اند.

مسائل مدل‌سازی در ۹ کلاس پایه دهم در دو رشته تجربی و ریاضی را سه معلم آموزش دادند که همه آن‌ها قبل از شروع کار با مسائل مدل‌سازی آشنا شده و آموزش‌های لازم را دریافت کرده بودند. همچنین، تمام مسائل جلسات آموزشی با پاسخ کامل به آن‌ها ارائه شده بود. لازم به ذکر است، یکی از معلمان شرکت‌کننده در این تحقیق، نویسنده این مقاله است. او هفت کلاس را اداره کرد و دو معلم دیگر مسئولیت انجام تحقیق به شیوه معلم محور را بر عهده داشتند. این شیوه با توجه به نوع تدریس آن‌ها در کلاس درس هم‌خوانی داشت، بنابراین، معلمان با دقت تمام دو نوع آموزش را به کار گرفتند.

مداخله آموزشی بدین صورت بود که در ابتدای هر جلسه یک مسئله مدل‌سازی همراه با یک «نقشه حل^{۳۷}» به دانش‌آموزان داده می‌شد که این نقشه شامل چهار مرحله زیر است (بلوم، ۲۰۱۱):

○ **مرحله اول:** درک مسئله (خواندن متن به‌دقت و تصور کردن موقعیت به‌طور واضح: به دنبال چه هستی؟ یک طرح بکش).

○ **مرحله دوم:** جست‌وجوی ریاضی (به دنبال داده‌هایی باشید که احتیاج دارید: در صورت لزوم فرضیه‌سازی کنید. به دنبال روابط ریاضی باشید).

○ **مرحله سوم:** استفاده از روش‌های ریاضی: رویه‌های ریاضی مناسب را به کار ببرید.

○ **مرحله چهارم:** توضیح نتایج: نتایج را به مسئله ربط دهید. در صورت لزوم به مرحله یک بروید. جواب نهایی خود را بنویسید).

با توجه به به‌کارگیری دو شیوه آموزشی (راهبرد عملگر و مستقیم) دانش‌آموزان به دو گروه تقسیم شدند، به طوری که در سه کلاس دانش‌آموزان به شیوه آموزشی راهبرد عملگر (دانش‌آموز محور) که الهام گرفته از روش اجرایی بلوم (۲۰۱۱) و اسپچاکاجلو و همکارانش (۲۰۱۲) است - روی مسائل مدل‌سازی کار می‌کردند. به این ترتیب که در گروه‌های سه تا پنج نفره به حل مسائل مدل‌سازی می‌پرداختند. معلم بر کار هر گروه نظارت داشت و سعی می‌کرد با سؤالات مناسب دانش‌آموزان را هدایت کند. اصول لازم برای این روش تدریس عبارت بودند از:

○ معلم‌ان قبل از راهنمایی‌های لازم به دانش‌آموزان، ابتدا از مداخلات راهبردی استفاده می‌کردند (برای مثال، «دوباره صورت مسئله را بخوان» یا «یک طرح بکش»).

○ اعمال تغییر نظام‌دار بین کار مستقل در گروه‌ها و فعالیت‌های کل کلاس که معلم بین این دو ارتباط برقرار می‌کرد؛ به‌خصوص برای مقایسه راه‌حل‌های مختلف.

○ دانش‌آموزان ابتدا به تنهایی مسئله را می‌خواندند تا موقعیت داده‌شده را درک کنند و ایده اولیه برای شروع کار گروهی را داشته باشند. سپس به کار مشارکتی (تبادل ایده‌ها با یکدیگر در گروه) می‌پرداختند.

همچنین، در شش کلاس شیوه آموزشی مستقیم (معلم محور) اجرا شد. در این روش، ابتدا معلم مسئله مدل‌سازی را روی تخته کلاس می‌نوشت. سپس دانش‌آموزان ایده‌ها و نظرات خود را مطرح می‌کردند و معلم از آن‌ها می‌خواست روی حل مسئله فکر کنند. در نهایت با تعامل بین معلم و دانش‌آموزان یک راه‌حل مشترک ارائه و پاسخ مسئله روی تخته نوشته می‌شد (بلوم، ۲۰۱۱، اسپچاکاجلو و همکارانش، ۲۰۱۲).

برای نمونه، یکی از مسائلی که در جلسات آموزشی به کار گرفته شد، مسئله کوهنوردی است (شکل ۵):

مسئله کوهنوردی:

تیم کوهنوردی مدرسه در حال برنامه‌ریزی برای فتح کوه دماوند (با ارتفاع ۵۶۱۰ متر بالاتر از سطح دریا) در این تابستان است. کلاس دهمی‌ها مسئول تخمین دمای منطقه کمپ و تعیین لباس لازم برای مقابله با سرما هستند. برای این منظور، بررسی اولیه آب و هوای محلی لازم است. تنها اطلاعاتی که درباره آب و هوای منطقه در دسترس است، در چهار منطقه ارائه شده‌اند. آیا کلاس دهمی‌ها می‌توانند وظیفه خود را با موفقیت انجام دهند؟ بنابراین به انجام کار اختصاص داده‌شده برای آماده‌سازی برنامه کوهنوردی در تابستان می‌پردازیم.



- دمای سطح زمین: ۲۹ درجه سانتی‌گراد
 - دما در ۷۰۰ متری بالاتر از سطح دریا: ۲۲ درجه سانتی‌گراد
 - دما در ۲۴۰۰ متر بالاتر از سطح دریا: ۱۲ درجه سانتی‌گراد
 - دما در ارتفاعات بالایی (۳۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا): ۹ درجه سانتی‌گراد
 - درجه حرارت در ارتفاع بالاتر از ۸۰۰ متر و ۲۴۰۰ متر از سطح دریا چقدر است؟
- (با اقتباس از مسئله کوهنوردی در پژوهش کیم^{۳۸} و کیم، ۲۰۱۰، ص ۱۱۵).

شکل ۵. مسئله مدل‌سازی «کوهنوردی»**یافته‌ها**

برای تحلیل داده‌ها نرم‌افزار آماری SPSS به کار گرفته شد. برای توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف معیار و برای پاسخ‌دادن به سؤالات تحقیق از آزمون‌های پارامتریک (آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر نوع دوم) استفاده شده است. در مطالعه حاضر دو گروه وجود دارد. بنابراین، برای مقایسه اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون در این دو گروه، از آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر نوع دوم استفاده شد که در آن اثر گروه (معلم محور و دانش‌آموز محور)، اثر زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و اثر متقابل این دو در مدل وجود دارد. همچنین، برای بررسی تأثیر مداخله آموزشی، نتایج اثر زمان و برای بررسی تأثیر شیوه آموزشی اثر گروه گزارش شده است. آزمون‌ها در سطح خطای پنج درصد

به دست آمدند. پذیره‌های زیربنایی آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر (شامل نرمال بودن خطاها، ثابت بودن واریانس‌ها و نداشتن خودهمبستگی خطی مرتبه اول) بررسی شدند و همه آن‌ها برقرار بودند. هدف از این بخش مقاله، ابتدا بررسی اثر آموزش مسائل مدل‌سازی بر تجربه‌های شوق (علاقه، توجه متمرکز، کنترل و تعادل بین چالش‌ها و مهارت‌ها) در دانش‌آموزان بود. در واقع، به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال بودیم: آیا آموزش مدل‌سازی در طی شش جلسه آموزشی می‌تواند میزان تجربه‌های شوق و درگیری دانش‌آموزان در فرایند حل مسئله را در هر دسته از سؤالات بیشتر کند؟ برای بررسی تجربه‌های شوق دانش‌آموزان از آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر نوع دوم استفاده شد. در بررسی اثر زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون، نتایج آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر نوع دوم نشان می‌دهد آموزش مسائل مدل‌سازی بر تجربه‌های شوق در مسائل درون-ریاضی تأثیری نداشته است و میانگین نمره شوق دانش‌آموزان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری ندارد. $(F_{(1,222)} = 2/06, P = 0/157)$ با توجه به اینکه در مداخله آموزشی به حل مسائل دنیای واقعی پرداخته شد، نتیجه حاصل برای مسائل درون‌ریاضی زیاد تعجب‌آور نیست.

نتایج آزمون آنالیز واریانس نوع دوم برای بررسی اثر زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد که آموزش مسائل مدل‌سازی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل کلامی $(F_{(1,222)} = 18/67, P = 0/001)$ و مسائل مدل‌سازی $(F_{(1,222)} = 28/48, P = 0/001)$ تأثیر مثبتی داشته است. همچنین مقایسه میانگین تجربه‌های شوق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد که تجربه‌های شوق دانش‌آموزان به‌طور معناداری افزایش یافته است. آشنایی دانش‌آموزان با مسائل دنیای واقعی بر روی تجربه‌های شوق و درگیری آن‌ها در حل مسائل کلامی و مسائل مدل‌سازی تأثیر گذاشته است.

همچنین آیا نوع روش آموزشی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل مختلف ریاضی تأثیرگذار است؟ نتایج آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر نوع دوم برای بررسی اثر دو شیوه آموزشی معلم محور و دانش‌آموز محور نشان می‌دهد که اثر گروه آموزشی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل درون‌ریاضی معنادار نیست $(F_{(1,222)} = 2/64, P = 0/425)$. البته در دو گروه آموزشی معلم محور و دانش‌آموز محور، تغییر نکردن تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل درون‌ریاضی قابل پیش‌بینی بود؛ از آنجا که آن‌ها در مداخله آموزشی به حل مسائل مدل‌سازی ریاضی پرداخته بودند.

روش‌های آموزشی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل مدل‌سازی نیز تأثیر معناداری نداشته است $(F_{(1,222)} = 2/05, P = 0/135)$ ، جدول ۱ نشان می‌دهد که در هر دو گروه تجربه‌های شوق آن‌ها افزایش یافته، اما تأثیر گروه آموزشی معنادار نبوده است. مسائل مدل‌سازی برای دانش‌آموزان در دو گروه جدید بوده و همین عامل باعث شده این مسائل به‌اندازه کافی برای آن‌ها جالب باشد و آن‌ها به‌طور عمیق درگیر حل این دسته از مسائل ریاضی شوند؛ هر چند که مشاهده می‌شود میانگین شوق در گروه دانش‌آموز محور بیشتر از میانگین شوق در گروه معلم محور است.

نتایج آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های مکرر نوع دوم برای بررسی اثر گروه معلم محور و دانش‌آموز محور نشان می‌دهد گروه آموزشی تنها بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل کلامی مؤثر بوده است ($F_{(1,242)} = 2/42, P = 0/12$)؛ به‌ویژه با مقایسه شاخص‌های آمار توصیفی گزارش شده در جدول ۱ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌توان مشاهده کرد که میانگین تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل کلامی در گروه دانش‌آموز محور بیشتر از گروه معلم محور است.

جدول ۱. تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در دو شیوه آموزشی معلم محور و دانش‌آموز محور

روش آموزشی راهبردی عملگر (دانش‌آموز محور)		روش آموزشی مستقیم (معلم محور)		شوق
پس‌آزمون میانگین (انحراف معیار)	پیش‌آزمون میانگین (انحراف معیار)	پس‌آزمون میانگین (انحراف معیار)	پیش‌آزمون میانگین (انحراف معیار)	
۳/۳۴ (۰/۶۰)	۳/۳۱ (۰/۶۰)	۳/۴۶ (۰/۷۱)	۳/۳۵ (۰/۷۰)	مسائل درون - ریاضی
۳/۴۸ (۰/۵۳)	۳/۱۷ (۰/۶۵)	۳/۵۸ (۰/۷۴)	۳/۵۰ (۰/۶۸)	مسائل کلامی
۳/۵۳ (۰/۸۲)	۳/۱۹ (۰/۸۰)	۳/۵۱ (۰/۷۹)	۳/۳۱ (۰/۷۹)	مسائل مدل‌سازی
۷۲	۷۲	۱۷۲	۱۷۲	تعداد مشاهدات

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

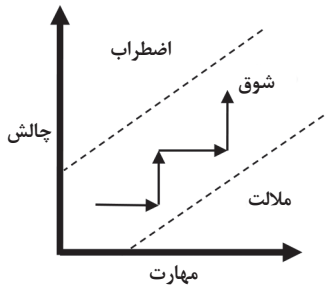
در این مطالعه، تجربه‌های شوق دانش‌آموزان نسبت به مسائل مدل‌سازی، کلامی و درون-ریاضی ارزیابی شد. بر اساس یافته‌های این مطالعه، آموزش مسائل مدل‌سازی ریاضی در طول شش جلسه مداخله آموزشی، بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل کلامی و مدل‌سازی تأثیر معناداری داشته است، اما بر تجربه‌های شوق در مسائل درون-ریاضی تأثیری نداشته است. همچنین، تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که اثر گروه آموزشی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل درون-ریاضی معنادار نبوده است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، انتظار می‌رفت تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل درون-ریاضی در هیچ کدام از گروه‌ها تغییر نکنند، به این دلیل که مداخله آموزشی درباره حل مسائل مدل‌سازی بوده است. هتی^{۳۹}، بیگز^{۴۰} و پردی^{۴۱} (۱۹۹۶) با مطالعه فرا تحلیلی ۵۱ پژوهش مداخله‌ای که با هدف افزایش مهارت‌های یادگیری انجام شده بودند دریافتند، استفاده از تکالیف مرتبط با حوزه مورد نظر، آگاهی فراشناختی و درگیری دانش‌آموزان را ارتقا می‌دهد.

روش‌های آموزشی بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل مدل‌سازی تأثیر معناداری نداشته است. مسائل مدل‌سازی برای دانش‌آموزان در دو گروه جدید بوده و همین عامل باعث شده این مسائل به اندازه کافی برای آن‌ها جالب باشد و آن‌ها به‌طور عمیق درگیر حل این دسته از مسائل ریاضی شوند؛ هر چند که مشاهده شد میانگین شوق در گروه دانش‌آموز محور بیشتر از میانگین شوق در گروه معلم محور است. گروه آموزشی تنها بر تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل کلامی مؤثر بوده است. بر اساس نتایج آماری، در گروه آموزشی دانش‌آموز محور تجربه‌های شوق دانش‌آموزان بیشتر بوده است. بنابراین، محیط‌های یادگیری مشارکتی می‌توانند بستر مناسبی برای بروز احساسات مثبت در دانش‌آموزان باشند. مطالعات گذشته (پرهیزگار، علم‌الهدایی و جباری نوقابی، ۱۳۹۶، اسپکاچاکلو و همکارانش ۲۰۱۲، پرهیزگار و لیلیدا، ۲۰۱۹) در خصوص محیط‌های آموزشی دانش‌آموز محور نیز بر تأثیر چنین محیط‌هایی تأکید ویژه داشته‌اند. به‌ویژه لئو و لیلیدا (۲۰۱۹)، رفتارهای مدل‌سازی دو دانش‌آموز را در یک کلاس حل مسئله مدل‌سازی بررسی کردند. دانش‌آموزان برای حل یک تکلیف خاص مدل‌سازی به گروه‌های دو تا چهار نفره به‌صورت تصادفی تقسیم شده بودند. نتایج مطالعه نشان داد این دو دانش‌آموز با همکاری هم یا از طریق اقدامات خودمختاری که برای به چالش کشیدن هم‌کلاسی‌هایشان انجام می‌دادند و یا با کمک معلم، به تعدیل بین چالش‌ها و مهارت‌هایشان می‌پرداختند و این یکی از شرایط تجربه شوق در حین حل یک تکلیف است. ایجاد چالش‌های مناسب و ارائه فرصت‌هایی به‌منظور ارتقای مهارت (برای مثال ارائه بازخورد سریع و آموزش تدریجی مهارت‌های پیچیده‌تر بر اساس مهارت‌های قبلاً آموخته‌شده) می‌تواند به‌عنوان رویکردی آموزشی برای درگیرکردن و جذب دانش‌آموزان مؤثر باشد (سیکزنت میهایلی، ۱۹۹۷).

با توجه به نتایج این مطالعه، آشنایی دانش‌آموزان با مسائل مدل‌سازی ریاضی باعث شد تجربه‌های شوق دانش‌آموزان در مسائل مرتبط با دنیای واقعی بیشتر شود. بنابراین، بیشتر از پیش به واردکردن واقعی این مسائل در برنامه درسی ریاضی تأکید می‌کند. البته این بدین معنا نیست که این مسائل برای آن‌ها آسان بوده است. عبدالله‌پور و رفیع‌پور (۱۳۹۶) معتقدند، تحقیقات درباره مسائل مدل‌سازی ریاضی نشان می‌دهد که نه تنها دانش‌آموزان ایرانی، بلکه دانش‌آموزان در سراسر جهان در حل تکالیف مدل‌سازی ریاضی مشکل دارند. بنابراین، مسائل مدل‌سازی چالش‌برانگیزند و ممکن است حس ناامیدی را در دانش‌آموز، هنگام حل این مسائل، به‌وجود آورند. اما اگر این مسائل به شیوه دانش‌آموز محور آموزش داده شوند، می‌توانند مشکلات حل آن‌ها را برای دانش‌آموزان کمتر کنند و دانش‌آموزان به کمک هم یا با راهنمایی‌های معلم دوباره

وارد مسیر تجربه شوق شوند.

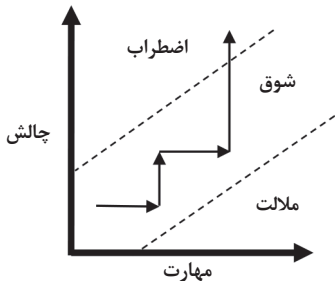
همان‌طور که قبلاً اشاره شد، تجربه حالت شوق نیازمند یک مجموعه شرایط بیرونی است. یعنی باید اهداف روشن باشید، از آنچه انجام می‌دهید بازخورد سریع دریافت کنید و بین چالش‌های فعالیت و مهارت‌های شما تعادل وجود داشته باشد. از نظریه شوق می‌توان به‌عنوان چارچوبی برای تدریس و طراحی فعالیت‌های آموزشی استفاده کرد (لیلیدا، ۲۰۱۶). شوق به‌عنوان پدیده‌ای که حاصل تعادل بین چالش‌ها و



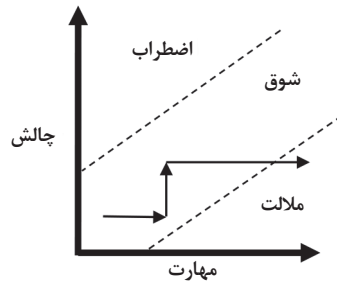
شکل ۶. شوق به‌عنوان فرایندی پویا

مهارت‌هاست، رابطه ایستایی نیست (شکل ۶). به عبارت دیگر، شوق یک مجموعه نقطه‌های ثابت از چالش و مهارت نیست که در سطح خاصی باقی بمانند. در واقع، شوق یک فرایند پویاست. ارتقای مهارت‌های فرد نتیجه تجربه شوق است و بنابراین برای باقی ماندن در حالت شوق باید چالش‌های فعالیت افزایش پیدا کند.

در یک محیط یادگیری مانند کلاس درس ریاضی، هنگامی که مهارت‌های دانش‌آموزان در حال افزایش است، این وظیفه معلم است که چالش‌های تکلیف را بیشتر کند تا بی‌حوصلگی و بی‌رغبتی در آن‌ها نمایان نشود (شکل ۷). همچنین، هنگامی که چالش‌های تکلیف زیاد می‌شود، به طوری که در دانش‌آموزان احساس اضطراب یا ناامیدی به وجود می‌آید، باید معلم با آموزش‌های به موقع و مناسب مهارت‌های آن‌ها را بالا ببرد تا دوباره در مسیر تجربه حالت شوق قرار بگیرند (شکل ۸). بنابراین، در مرز میان ملالت و اضطراب، در آن هنگام که چالش‌ها با قابلیت‌های فرد برای عمل در حالت تعادل قرار می‌گیرد، سرخوشی ظاهر می‌شود.



شکل ۸. افزایش سریع چالش‌ها



شکل ۷. افزایش سریع مهارت‌ها

در این نظریه، هدف، ایجاد شرایطی است که دانش‌آموزان بیشتر درگیر فعالیت‌های درسی خود شوند (واتسون و کانسولی، ۲۰۰۹). اما آیا در کلاس‌های درسی ریاضی کنونی به دانش‌آموزان فرصت کافی برای قرار گرفتن در وضعیت شوق داده می‌شود؟ به نظر می‌رسد، حجم بالای مطالب درسی و در نتیجه آشنایی سطحی دانش‌آموزان با مفاهیم ریاضی، غالباً انگیزه دانش‌آموزان را برای یادگیری معنادار کاهش می‌دهد. از این رو، طراحی فعالیت‌های آموزشی بر اساس نظریه شوق توسط معلمان و مؤلفان کتاب‌های درسی می‌تواند کیفیت یادگیری را در دانش‌آموزان ارتقا دهد. برای بالا بردن انگیزه دانش‌آموزان برای یادگیری مطلوب مسائل ریاضی، به‌ویژه مسائل مدل‌سازی، باید شرایط لازم برای تجربه حالت شوق ایجاد شود. با توجه به یافته‌های این مطالعه، مسائل ریاضی مرتبط با دنیای واقعی و به‌خصوص زندگی روزمره دانش‌آموزان، این ظرفیت را دارند که دانش‌آموزان بیشتری را به ریاضی علاقه‌مند کنند و انگیزه لازم را برای یادگیری درس ریاضی در آن‌ها ایجاد کنند (پرهیزگار و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین، استفاده معلمان از فعالیت‌های مدل‌سازی در کلاس درس برای علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به درس ریاضی ضرورت، اهمیت و معنای متفاوتی پیدا می‌کند (پرهیزگار، ۱۳۹۷). در این راستا، عبدالله‌پور و رفیع‌پور (۱۳۹۶) تجربه زیسته چرخه مدل‌سازی دانش‌آموزان روستایی را با استفاده از رویکرد پدیدار شناختی بررسی کردند. برای این منظور، آن‌ها از یک مسئله مدل‌سازی اصیل برگرفته از زندگی واقعی دانش‌آموزان استفاده کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد استفاده از فعالیت مدل‌سازی که دانش‌آموزان آن را در زندگی روزمره خود تجربه کرده‌اند، در حل موفقیت‌آمیز مسئله مدل‌سازی تأثیر بسزایی داشته است. بنابراین، طراحی فعالیت‌های مدل‌سازی ریاضی متناسب با توانایی‌های حل مسئله دانش‌آموزان، مرتبط با زندگی واقعی آن‌ها و دادن فرصت کافی به آن‌ها برای درگیر شدن در چنین فعالیت‌هایی، می‌تواند تجربه یادگیری مطلوب را در دانش‌آموزان به همراه داشته باشد. یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر این است که اکثر شرکت‌کنندگان در این مطالعه دانش‌آموزان با معدل درسی بالا بودند که به نظر می‌رسد تا حدودی انگیزه تحصیل در آن‌ها به مراتب بیشتر از دانش‌آموزان عادی در مدرسه‌های معمولی بود. بنابراین، لازم است این تحقیق روی دانش‌آموزانی با زمینه‌های علمی و فرهنگی متفاوت و با در نظر گرفتن متغیر جنسیت نیز انجام شود.

■ تقدیر و تشکر ■

این پژوهش توسط ستاد راهبری توسعه علوم و فناوری‌های شناختی (کد ۲۴۷) مورد حمایت مالی قرار گرفته است.

منابع

- پرهیزگار، زکیه، علم‌الهدایی، حسن، و جباری نوقایی، مهدی. (۱۳۹۶). ظرفیت آموزش مسائل مدل‌سازی برای تغییر نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضی. دو فصلنامه نظریه و عمل در برنامه درسی، ۹(۵)، ۱۶۷-۱۶۲.
- پرهیزگار، زکیه. (۱۳۹۷). تأثیر آموزش مسائل مدل‌سازی ریاضی بر روی تجربه‌های جریان دانش‌آموزان در مسائل مختلف ریاضی. مقاله ارائه شده در شانزدهمین کنفرانس آموزش ریاضی، بابلسر.
- رحیم‌پور، شکوفه، عارفی، مزگان و منشئی، غلامرضا (۱۳۹۸). اثربخشی ذهن‌آگاهی بر غرق‌گی و ثبات قدم دانش‌آموزان دختر دوره دوم متوسطه. مجله مطالعات آموزش و یادگیری، ۱۱(۱)، ۷۰-۹۱.
- عبدالله‌پور، کاظم، رفیع‌پور، ابوالفضل (۱۳۹۶). پدیدارشناسی چرخه مدل‌سازی دانش‌آموزان پایه نهم در حل یک مسئله اصیل. فناوری آموزش، ۱۱(۳)، ۲۳۷-۲۴۸.
- Abbott, J. A. (2000). "Blinking out" and "having the touch": Two fifth-grade boys talk about flow experiences in writing. *Written Communication*, 17(1), 53-92.
- Armstrong, A. C. (2008). The fragility of group flow: The experiences of two small groups in a middle school mathematics classroom. *The Journal of Mathematical Behavior*, 27, 101-115.
- Asakawa, K. (2004). Flow experience and autotelic personality in Japanese college students: how do they experience challenges in daily life? *Journal of Happiness Studies*, 5, 123-154.
- Azizi, Z., & Ghonsooly, B. (2015). Exploring flow theory in toefl texts: Expository and argumentative genre. *Journal of Language Teaching and Research*, 6(1), 210-215.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning mathematical modelling* (pp. 15-30). New York: Springer.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application, and links to other subjects-state, trends, and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper and Row.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. New York, NY: Harper Perennial.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). Flow and Education. *The NAMTA Journal*, 22(2), 3-35.
- Csikszentmihalyi, M. (1998). *Finding flow: the psychology of flow experiences with everyday life* (REP edition). New York: Basic Books
- Custodero, L. A. (2002). Seeking challenge, finding skill: Flow experience and music education. *Arts Education Policy Review*, 103(3), 3-9.
- Drakes, C. I. (2012). *Mathematical Modelling: from Novice to Expert* (Unpublished doctoral dissertation), Simon Fraser University, Burnaby.
- Egbert, J. (2003). A study of flow theory in the foreign language classroom. *The Modern Language Journal*, 87k(IV), 499-518.
- English, L. D., & Sriraman, B. (2010). Problem solving for the 21st century. In B. Sriraman & L. D. English (Eds.), *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers* (pp. 263-285). Advances in Mathematics Education, Series: Springer.
- Galbraith P., & Clatworthy, N. (1990). Beyond standard models-meeting the challenge of modeling. *Educational Studies in Mathematics*, 21, 137-163.
- Greer, B., Verschaffel, L., & Mukhopadhyay, S. (2007). Modelling for life: Mathematics and children's experience. In W. Blum, W. Henne, & M. Niss (Eds.), *Applications and Modelling in Mathematics Education* (ICMI Study 14, pp. 89-98). Dordrecht: Kluwer.

- Hattie, J., Biggs, J. B., & Purdie, N. (1996). Effects of learning skills interventions on student learning: A meta analysis. *Review of Educational Research*, 66, 99–136.
- Kahn, D. (2003). Montessori and optimal experience research: toward building a comprehensive education reform. *The NAMTA Journal*, 28(3), 1-10.
- Kim, H. K., & Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pacific Educ. Rev*, 11, 09–120.
- Liljedahl, P. (2016). Flow: A Framework for Discussing Teaching. In *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 203-210). Szeged, Hungary.
- Liljedahl, P. (2018). On the edges of flow: Student problem solving behavior. In S. Carreira, N. Amado, & K. Jones (Eds.), *Broadening the scope of research on mathematical problem solving: A focus on technology, creativity and affect* (pp. 505–524). New York: Springer.
- Liu, M., & Liljedahl, P. (2019). Flow and modelling. In Chamberlin, S. A. & Sriraman, B. (Eds.), *Affect in Mathematical Modeling* (pp. 273-295). Switzerland: Springer.
- Ma, X., & Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal For Research In Mathematics Education*, 28(1), 26-47.
- Mandigo, J. L., & Thompson, L. P. (1998). Go with their flow: How flow theory can help practitioners to intrinsically motivate children to be physically active. *Physical Educator*, 55(3), 145–160.
- Mirlohi, M., Egbert, J., & Ghonsooly, B. (2011). Flow in translation Exploring optimal experience for translation trainees. *Target*, 23(2), 251–271.
- National Council of Teachers of Mathematics Education (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 1 – 32). New York: Springer.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Parhizgar, Z., & Liljedahl, P. (2019). Teaching Modelling Problems and its Effects on Students' Engagement and Attitude toward Mathematics. In Chamberlin, S. A. & Sriraman, B. (Eds.), *Affect in Mathematical Modeling* (pp. 235-25). Switzerland: Springer.
- Schukajlow, S., Leiss, D., Pekrun, R., Blum, W., Müller, M., & Messner, R. (2012). Teaching methods for modelling problems and students' task-specific enjoyment, value, interest and self-efficacy expectations. *Educational Studies in Mathematics*, 79(2), 215–237.
- Schukajlow, S., & Krug, A. (2013). Planning, monitoring and multiple solutions while solving modelling problems. In A. M. Lindmeier & A. Heinze (Eds.), *Proc. 37th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 177-184). Kiel, Germany: PME.
- Sedig, K. (2007). Toward operationalization of 'flow' in mathematics learnware. *Computers in Human Behavior*, 23, 2064-2092.
- Shernoff, D. J., Csikszentimihalyi, M., Schneider, B., & Shernoff, E. S. (2003). Student engagement in high school classrooms from the perspective of flow theory. *School Psychology Quarterly*, 18(2), 158–176.
- Skemp, R. R. (1986). *The psychology of learning mathematics* (2nd ed.). Middlesex, UK: Penguin Books.
- Whitson, C. & Consoli, J. (2009). Flow Theory and Student Engagement. *Journal of Cross-Disciplinary Perspectives in Education*, 2(1), 40 – 49.
- Winberg, T. M., & Hedman, I. (2008). Student attitudes toward learning, level of pre-knowledge and instruction type in a computer-simulation: effects on flow experiences and perceived learning outcomes. *Instructional science*, 36, 269–287.

پی‌نوشت‌ها

1. Ma
2. Kishor
3. National Council of Teachers of Mathematics Education
4. Skemp
5. Flow experiences
6. Csikszentmihalyi
7. Asakawa
8. Shernoff
9. Schneider
10. Kahn
11. Winberg
12. Hedman
13. Whitson
14. Consoli
15. Liljedahl
16. Egbert
17. Mandigo
18. Thompson
19. Custodero
20. Abbott
21. Drakes

22. Liu
23. Armstrong
24. Greer
25. Verschaffel
26. Mukhopadhyay
27. Galbraith
28. Clatworthy
29. English
30. Sriraman
31. Schukajlow
32. Krug
33. Niss
34. Borromeo Ferri
35. Prince

۳۶. مهارت‌ها و توانایی‌های ریاضی من با چالش‌های موجود در مسائل هم‌تراز بود؛ من باور داشتم که مهارت‌هایم به من این امکان را می‌دهند که بر چالش‌های مسئله غلبه کنم.

37. Solution Plan
38. Kim
39. Hatti
40. Biggs
41. Purdie