تدریس به روش حل مسأله براساس نظریه شونفیلد و سنجش میزان اثربخشی آن

سجاد رکاب اسلامی زاده[1]، فرزانه نوروزی لرکی[2]و صادق نصری[3]

چکیده: این مقاله تدریس به روش حل مسأله را با تأکید بر نظریه حل مسأله ریاضی شونفیلد بررسی می‌کند و هدف آنتعیین تأثیر این طریق بر بهبود باورهای دانش‌آموزان در زمینه حل مسأله و اثر بخشی آن در افزایش فعالیت‌های گروهی و مهارت حل مسأله آنان است؛ که به شیوه نیمه تجربی با گروه آزمایش و گواه، در دوره دبیرستان مورد بررسی قرار گرفته است. معلم گروه آزمایش تحت آموزش نظریه حل مسأله ریاضی شونفیلد به صورت یک دوره ضمن خدمت قرار گرفته‌است و معلم گروه گواه، آموزشی دریافت نکرده است. از پیش آزمون و پس آزمون برای سنجش پیشرفت حل مسأله دانش‌آموزان و از پرسش‌نامه برای سنجش باورها و میزان فعالیت گروهی آنها در قبل و بعد از آموزش استفاده شده است. نتایج تحلیل آزمون t نشان می‌دهد که میان تدریس حل مسأله بر اساس نظریه شونفیلد و فعالیت گروهی دانش‌آموزان در زمینه حل مسأله (p<۰/۰۱ و t=۳/۵۹۵)، و همچنین مهارت حل مسأله ریاضی (p<۰/۰۵ و t=۳/۵۶۷)، در فراگیران تفاوت معنادار (در گروه آزمایش نسبت به گروه گواه) وجود دارد. نتایج تحلیل آزمون u نشان می‌دهد که میان تدریس به روش حل مسأله بر اساس نظریه شونفیلد و باورهای دانش‌آموزان (p<۰/۰۱ و z= -۴/۳۴۹)، تفاوت معنی‌دار (در گروه آزمایش نسبت به گروه گواه) وجود دارد.

کلمات کلیدی: روش حل مسأله، نظریه شونفیلد، باورها، آموزش ضمن خدمت، فعالیت گروهی

۱– مقدمه

در دهه‌های اخیر، بیشتر معلمان دبیرستانی به دانش‌آموزان یاد می‌دهند مسائل را با پیروی از روش‌های استاندارد حل کنند. متأسفانه در این کلاس‌ها زمان کمی صرف می شود تا به دانش‌آموزان یاد دهند که چگونه مسأله حل کنند [۱]. نتیجه این امر آن است که دانش آموزان برای حل مسائل غیر معمول و یا مسائلی که در جهان اطراف خود با آنها روبرو می‌شوند، دچار مشکل گردند[۲]. بنابراین آموزشگران ریاضی از تأکید معلمان بر انتقال دانش و اطلاعات به دانش‌آموزان انتقاد کرده و در عوض آنها رابه پرورش مهارت‌های اندیشیدن در فراگیران سفارش کرده‌اند [۳]. استانداردهای جدید آموزش ریاضی نیز بیش از پیش بر فرایندها تأکید دارند و بر همین اساس حل مسأله ریاضی را به عنوان اصلی‌ترین فرایند و مؤلفه اصلی آموزش ریاضی برای تمام سطوح معرفی نموده‌اند [۴].

تحقیقات نشان می دهد معلمانی که آموزش به روش حل مسأله را در دوره‌هایی که با این هدف برگزار شده، گذرانده‌اند بیشتر احتمال دارد که از نظریه‌های حل مسأله در تدریس استفاده کنند [۵]؛ بنابراین نیاز است معلمان با نظریه‌های پیرامون حل مسأله کاملاً آشنا شوند تا ابعاد آنرا به خوبی درک کنند و بتوانند به طور مؤثر در کلاس درس از آن استفاده نمایند. آموزشگران ریاضی چون پولیا و شونفیلد، در ادبیات معاصر حل مسأله ریاضی، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. تأثیر پولیا بر ادبیات حل‌مسأله و مطالعات تحقیقی وی در آموزش حل‌مسأله ریاضی، بسیار چشمگیر است. وی به چهار مرحله در حل‌مسأله ریاضی اشاره می‌کند که عبارتند از: درک‌مسأله، طرح نقشه، اجرای نقشه و به عقب نگریستن [۶]. شونفیلد، با توسعه نظریه چهار مرحله‌ای پولیا توانست ابعاد تازه‌ای از حل‌مسأله ریاضی را برای آموزشگران ریاضی نمایان سازد. به اعتقاد او دانش‌آموزان نمی‌توانند به طور مؤثر از مدل پولیا استفاده‌کنند.به نظر شونفیلد دانش‌آموزان در ضمن

تاریخ دریافت مقاله ۹۰/۱۱/۱۳ ، تاریخ تصویب نهایی ۹۱/۰۲/۰۴

[1] **کارشناس ارشد آموزش ریاضی**، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: fnowroozi@srttu.edu

[2] **استادیار**،دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

[3] **استادیار**،دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

حل مسأله ریاضی، رفتارهای متفاوتی را از خود به نمایش می‌گذارند که مهم‌ترین آنها عبارتند از: تحلیل‌مسأله، انتخاب دانش ریاضی مناسب، طرح نقشه، اجرای آن و بررسی مجدد جواب. از دیدگاه شونفیلد آنچه موفقیت در حل‌مسأله را تضمین می‌کند، توجه به چهار مؤلفه می‌باشد که عبارتند از: منابع[۱]، رهیافت‌ها[۲]، کنترل[۳] و نظام باورها[۴] [۷].

آموزش معلمان نقش مهمی در اصلاحات آموزشی به ویژه آموزش ریاضی دارد. به گفته کلیپاتریک از آنجا که یادگیری ریاضی از اهمیت خاصی برخوردار است، پس یادگیری اینکه چگونه می‌توان ریاضی را تدریس کرد، امری پیچیده خواهد بود [۸]. به این دلیل لازم است توجه ویژه‌ای به نحوه تدریس معلمان و همچنین آموزش معلمان ریاضی داشته باشیم. بنابراین در اولین گام باید به آموزش رویکردها و نظریه‌های جدید آموزش به معلمان ریاضی توجه ویژه داشته باشیم. از جمله رویکردهای مطرح در آموزش ریاضی، رویکرد سازنده‌گرایی[۵] است. پیشنهاد شورای ملی معلمان ریاضی[۶] (NCTM) آمریکا در راستای ایجاد اصلاحات پایدار در آموزش ریاضی، تأکید بر تغییر فهم ریاضی معلمان از دیدگاه سنتی به دیدگاه غیرسنتی سازنده‌گرایی است [۲و۹]. در ادبیات آموزش ریاضی کلمات «سازنده‌گرایی» و «حل‌مسأله» مترادف یکدیگر قرار داده شده‌اند [۱۰]. به طوری که استاندارد شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا، در مورد حل‌مسأله تاکید بر این امر است که «دانش‌آموز باید دانش ریاضی خود را در ضمن حل‌مسأله بسازد». بنابراین حل‌مسأله به عنوان محور تدریس برای یک معلم سازنده‌گرا مطرح است، که باید به آن توجه ویژه داشت [۱۱].

ارنست، بیان می‌کند که رویکردهای آموزشی معلم در کلاس درس عمیقاً وابسته به نظام باورهای او و به ویژه فهم او از ماهیت ریاضیات و مدل ذهنی معلم از فرایند یاددهی و یادگیری ریاضی است. بنابراین باورهای معلمان درباره ریاضی، یاددهی و یادگیری، تأثیر منحصر به فردی در اَعمال آموزشی معلم در کلاس درس دارد [۲]. همچنین باورهای دانش‌آموزان درباره ماهیت ریاضی به میزان زیادی تحت تأثیر باورهای معلمان آنها قرار می‌گیرد [۳].

شونفیلد در بررسی باورهای دانش آموزان نشان داد که اغلب آنها فکر می‌کنند که باید یک روش حاضر و آماده برای حل‌مسأله وجود داشته باشد و این روش باید به سرعت به یک پاسخ منتهی شود [۱۲]. شونفیلد تذکر می‌دهد که اغلب دانش‌آموزان باور دارند که تمام مسأله‌ها دارای جواب هستند، همچنین باور دارند که برای هر مسأله تنها یک جواب درست و یک راه حل صحیح وجود دارد. همچنین آنها اعتقاد دارند که از دانش‌آموزان عادی نمی توان انتظار داشت که ریاضی را درک کنند، بلکه آنها صرفاً رویه‌های ریاضی را به روش مکانیکی به خاطر می‌سپارند و آنها را به کار می‌بندند. این باورها عمدتاً به تجاربی مربوط هستند که دانش‌آموزان از کلاس‌های ریاضی خود و از طرز تلقی باورهای معلمان کسب نموده‌اند. بنابراین برای اصلاح باورهای دانش‌آموزان، معلم خود باید به تغییر دنیای ذهنی خویش بپردازد و این کار نیازمند رو در رو شدن با باورهای عمیق خود درباره تدریس و یادگیری و تمایل او برای خطرپذیری و ابتکار است [۳].

به نظر شونفیلد دانش‌آموزان در ضمن حل یک مسأله ریاضی رفتارهای متفاوتی را از خود به نمایش می‌گذارند که مهم‌ترین این رفتارها عبارتند از: خواندن، تحلیل کردن، اکتشاف، طراحی نقشه، اجرا، تصدیق و برقراری شرایط. تحقیقات او نشان داد که افراد خبره نسبت به افراد مبتدی زمان بیشتری را برای تجزیه و تحلیل مسأله و تأیید درستی جواب‌های ممکن صرف می کنند [۱۳]. به عقیده شونفیلد، وقتی فرد مسأله را حل می کند و یا به طور فعال روی مسأله کار می کند، در حقیقت ما به عنوان معلم، فرایند حل مسأله او را مشاهده می کنیم، که در این صورت سؤال‌های زیر به ذهن معلم خطور می‌کند: در فرایند حل مسأله چه رخ می‌دهد؟ دانش‌آموزان از چه دانشی برای حل‌مسأله استفاده می‌کنند؟ چگونه این اطلاعات انتخاب می‌شوند؟ چگونه مورد استفاده قرار می‌گیرند؟ چگونه روش حل انتخاب شده توسط فرد، درک او را در زمینه‌ای خاص منعکس می‌کند؟ چه رابطه‌ای بین درک فرد و عملکرد او وجود دارد؟ چه چیزی موفقیت یا شکست در حل‌مسأله محسوب می‌شود؟ [۷].

شونفیلد آنچه را که باعث موفقیت یا شکست فرد در حل مسأله می‌شود، توجه یا عدم توجه به چهار حوزه زیر می‌داند.

۱- منابع: برای تجزیه و تحلیل فرایند حل مسأله توسط فرد و برای فهم سیر تکامل راه حل‌مسأله، نخست لازم است بدانیم که حل‌کننده مسأله در بدو امر چه ابزارها یا اطلاعات اولیه‌ای در اختیار داشته است که این اطلاعات اولیه منابع نامیده می‌شوند.

۲- رهیافت‌ها: رهیافت‌ها پیشنهاداتی کلی هستند که به شخص کمک می‌کنند مسأله را بهتر بفهمد و در حل مسأله ریاضی پیشرفت نماید؛ مانند استفاده از عناصر کمکی در حل مسأله، رسم شکل، اثبات به کمک مثال نقض، راه حل باز گشتی، تعمیم و غیره.

۳- کنترل: براساس تحقیقاتی که توسط شونفیلد و سیلور انجام شد، رهیافت‌ها به تنهایی نمی‌توانند موفقیت در حل مسأله را تضمین کنند؛ بلکه عاملا صلیب رای موفقیت در حل مسأله ریاضی فراشناخت است که در حقیقت موضوع اصلی کنترل می‌باشد. به عبارت دیگر آنچه به عنوان فراشناخت در مبحث کنترل مطرح است، انتخاب و دنبال کردن روش‌های درست، بازیابی از بین گزینه‌های نامناسب و به طور عمومی بررسی مجدد و نظارت بر کل فرآیند حل مسأله است که از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد [۱۲].

۴- نظام‌باورها: چهارمین عامل تأثیرگذار بر حل‌مسأله ریاضی از دیدگاه شونفیلد، که جهان بینی ریاضی فرد را نشان می‌دهد، نظام باورهای شخص است. باورهای فرد به عنوان یکی از عوامل مؤثر در حل‌مسأله ریاضی هستند [۷]؛ که به طور مثال می‌توان به باورهای فرد نسبت به ماهیت ریاضی، اشیای ریاضی و یادگیری اشاره نمود. در واقع تمام تصمیماتی که فرد هنگام حل‌مسأله می‌گیرد ناشی از باورهای او است [۷].

مراحل و ویژگی‌های دوره آموزش معلم که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته در ادامه آمده است.

مرحله اول: باورهای افراد نسبت به تفکر ریاضی در چگونگی اقدام آنها به حل مسائل و نوع فعالیت‌های آنها نقش اساسی دارد. یافته‌های محققان حاکی از آن است که رفتار معلمان در کلاس درس بیشتر از آنکه ناشی از دانش آنها باشد، برگرفته از باورهای آنهاست [۳]. رویکردهای آموزشی معلم نیز در کلاس درس عمیقاً وابسته به سیستم باورهای او و به ویژه فهم او از ماهیت ریاضیات و مدل ذهنی معلم از فرایند یاددهی- یادگیری ریاضی است؛ بنابراین باید به بازسازی باورهای معلم در سه حوزه ماهیت ریاضیات، یاددهی و یادگیری ریاضیات پرداخت. لازمه این امر آن است که معلم با باورهای عمیق خود برای تدریس آشنا شود. در این مرحله با اشاره به نظریه فلسفی لاکاتوش، خطاپذیر و نیمه تجربی بودن ریاضی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین رویکرد سازنده گرایی به طور کامل شرح داده می‌شود [۱۱].

مرحله دوم: با توجه به دیدگاه‌های مختلفی که نسبت به ریاضی و حل‌مسأله وجود دارد، رویکردهای متفاوتی نیز نسبت به مقوله تدریس ریاضی شکل گرفته است؛ از جمله لستر و شرودر، سه رویکرد متمایز به حل مسأله را در تدریس ریاضی به صورت زیر بیان کرده‌اند که در این مرحله به عنوان اساس آموزش به معلم در نظر گرفته می‌شوند.

تدریس درباره حل‌مسأله: معلمانی که درباره حل‌مسأله تدریس می‌کنند، مدل حل‌مسأله پولیا را برجسته می‌نمایند و بر آن تأکید می‌کنند. در چنین رویکردی به حل‌مسأله، معلم معمولاً یک مسأله را حل می‌کند و آن‌گاه از طریق مشخص کردن چهار مرحله در مدل پولیا، راجع به فرایند حل صحبت می‌کند.

تدریس برای حل‌مسأله: در این نوع تدریس معلم بر راه‌هائی تمرکز می‌کند که در آنها ابتدا یک موضوع ریاضی تدریس می‌شود، به گونه‌ای که آن موضوع ریاضی بتواند هم در حل‌مسائل معمولی و هم غیرمعمولی به کار رود.

تدریس به روش حل‌مسأله: در این رویکرد، مسائل نه تنها به عنوان ابزاری برای یادگیری ریاضی با ارزش تلقی می‌شوند؛ بلکه به عنوان وسیله‌ای حیاتی برای یادگیری ریاضی به حساب می‌آیند. در این رویکرد، به تدریس یک موضوع ریاضی، در یک موقعیت مسأله مانند، که جنبه‌های کلیدی موضوع را در بر دارد می‌پردازیم؛ تکنیک‌های حل‌مسأله ریاضی از حالت جواب‌های معقول، به مسائل معقول متحول می‌شوند. به اعتقاد شرودر و لستر، یادگیری ریاضی به این طریق، می‌تواند به عنوان نهضتی از عینیت به تجرید تلقی شود؛ یعنی مسأله‌هایی از جهان واقعی به

عنوان مثالی از مفهوم یا فن ریاضی انتخاب می‌شوند و به بازنمایی نمادین آن منتهی می‌گردند [۱۴].

مرحله سوم: در این مرحله استفاده از کار گروهی به صورتی انجام می‌شود که معلم خود درگیر حل‌مسأله در گروه‌های کوچک شود و استفاده از سؤال‌های فراشناختی را در ضمن حل‌مسأله بیاموزد. همچنین استفاده از نظریه دامنه رشد تقریبی[۷] (ZPD) ارائه شده توسط ویگوتسکی به معلم آموزش داده می‌شود [۱۵]؛ تا به این وسیله بتواند چگونگی برخورد با دانش‌آموزان متفاوت را در ضمن حل‌مسأله ریاضی تمرین کند. در این مرحله مسائل چالش برانگیز به معلم داده می‌شود، تا آنها را با صدای بلند در کلاس حل کند و فرآیند تفکر خود را در ضمن حل‌مسأله بیان نماید. رهیافت‌های حل‌مسأله، برای معلم با ارائه مثال تشریح می‌شود و از او خواسته می‌شود که به طرح مسأله بپردازد تا تفاوت بین مسأله و تمرین را درک کند. همچنین معلم باید بازتاب بر اعمال آموزشی و خود- ارزیابی را در ضمن تدریس بیاموزد. به گفته شونفیلد به دلیل متفاوت بودن فهم دانش‌آموزان، معلم باید این مهارت را داشته باشد که هر مبحث درسی را به صورت‌های متفاوت ارائه نماید؛ بنابراین از معلم خواسته می‌شود که یک مبحث درس ریاضی را طبق سه روش ارائه شده توسط لستر و شرودر ارائه نماید.

مرحله چهارم: طبق آنچه شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا بر آن تأکید دارد، دانش‌آموزان باید با مسائل ناآشنا و چالش برانگیز آشنا شوند؛ بنابراین سؤالات مطرح شده در آزمون های ریاضی باید به نحوی باشد که فراتر از سطح مهارت‌های دانش آموزان باشد، ولی در عین حال ناامید کننده نباشد [۳].

از آنجا که مدل ارائه شده برای حل‌مسأله ریاضی توسط شونفیلد بر پایه نظریه پردازش اطلاعات می‌باشد؛ طبق این رویکرد، توانایی حل‌مسأله ریاضی دانش‌آموزان صرفاً رسیدن به پاسخ نهائی نیست؛ بلکه چگونگی پردازش اطلاعات در جریان حل‌مسأله، به عنوان محور ارزشیابی قرار دارد [۱۶]. در همین زمینه چارچوب مورد نظر برای ارزشیابی آزمون‌های ریاضی، مدلی است شامل پنج مرحله که در آن به فعالیت‌های شناختی و فراشناختی دانش‌آموز در ضمن حل‌مسأله توجه ویژه شده است؛ که عبارتند از:

۱- دانش آموز باید یک ارائه ذهنی از مسأله داشته باشد. رهیافت‌های این مرحله عبارتند از:رسم یک شکل، تهیه لیستی از داده‌ها، رسم جدول یا یک طرح، تشخیص داده‌های مرتبط و غیرمرتبط و تخمین جواب با توجه به جهان پیرامون.

۲- یک دیسیپلین مشخص برای حل‌مسأله داشته باشد. رهیافت‌های این مرحله عبارتند از: یک جدول بسازد، حدس زدن جواب و بررسی آن، جستجو کردن برای یافتن یک الگوی اسرنخ، ساده نمودن اعداد یا کمک ردن تعداد مجهول‌ها.

۳- محاسبات لازم باید اجرا شود.

۴- نتایج باید تجزیه و تحلیل شود تا پاسخ نهایی مشخص گردد.

۵- راه حل خود را ارزیابی نماید[۱۷].

۲– روش تحقیق

در این پژوهش سؤالات به شرح زیر است:

۱. آیا آموزش به روش حل‌مسأله بر پایه نظریه شونفیلد سبب افزایش فعالیت‌های گروهی می‌شود؟
۲. آیا آموزش به روش حل‌مسأله بر پایه نظریه شونفیلد سبب بهبود باورهای دانش‌آموزان در زمینه حل‌مسأله ریاضی می‌شود؟
۳. آیا آموزش به روش حل‌مسأله بر پایه نظریه شونفیلد سبب افزایش مهارت حل‌مسأله در دانش‌آموزان می‌شود؟

روش: برای گردآوری اطلاعات از پیش‌آزمون و پس‌آزمون حل‌مسأله و بررسی پرسش‌نامه‌های دریافتی از دانش‌آموزان در قبل و بعد از آموزش در هر دو گروه آزمایش و گواه استفاده و نتایج مقایسه شده‌است. جامعه آماری این پژوهش شامل دانش‌آموزان استان خوزستان در سال تحصیلی ۸۹-۸۸ است، که در پایه سوم شاخه نظری رشته ریاضی به فراگیری درس حسابان اشتغال داشتند. نمونه آماری این تحقیق شامل دو کلاس از دبیرستان‌های شهر اهواز با جنسیت پسر است. شهر اهواز در حکم نمونه‌ای از شهرستان‌های استان خوزستان است. گروه گواه و آزمایش از جنبه‌های گوناگون همسان شده‌اند. دبیران هر دو

دبیرستان دارای مدرک لیسانس ریاضی محض و دارای ۱۲ و ۱۴ سال سابقه تدریس هستند. دانش‌آموزان هر دو دبیرستان از طبقه متوسط شهر انتخاب شده‌اند و عوامل گوناگونی مانند سطح سواد والدین در هر دو گروه تقریباً همسان است. بهره هوشی دانش‌آموزان قبل از اجرای آموزش‌ها به وسیله آزمون هوش ریون کنترل شده و میانگین بهره هوشی گروه آزمایش ۱۱۵/۶ و در گروه گواه ۱۱۷/۴ است. دانش‌آموزان گروه گواه ۴۳ نفر و گروه آزمایش ۴۴ نفر هستند.

طی یک دوره آموزش ضمن خدمت، معلم گروه آزمایش به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۲ ساعت آموزش‌های لازم را جهت تدریس از راه حل‌مسأله بر اساس نظریه حل‌مسأله ریاضی شونفیلد دریافت نمود. این آموزش‌ها که براساس مقالات ارائه شده توسط شونفیلد، در زمینه حل‌مسأله ریاضی و تدریس آن و همچنین کتاب حل مسأله ریاضی که توسط ایشان نوشته شده است، طراحی شده بود و به صورت یک جزوه آموزشی در اختیار معلم گروه آزمایش قرار گرفت.

از پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای سنجش مهارت حل‌مسأله دانش‌آموزان، و برای اندازه‌گیری میزان بهبود باورهای دانش‌آموزان در زمینه حل‌مسأله ریاضی و سنجش میزان همکاری گروهی دانش‌آموزان از پرسش‌نامه در طیف چهار گزینه ای لیکریت استفاده شده است.

آزمون حل‌مسأله ریاضی از نظر روایی صوری و محتوایی با ۷ سؤال بررسی شده است. برای سنجش روایی صوری آزمون حل‌مسأله ریاضی آن را در اختیار اساتید علوم تربیتی، دبیران ریاضی و کارشناسان گروه آزمایشی پایه سوم ریاضی مقطع متوسطه استان خوزستان قرار دادیمکه مورد بررسی و تائید قرار گرفته‌است. سؤالات آزمون برای تعیین سطح دشواری و ضریب تشخیص، به طور آزمایشی روی ۴۵ دانش‌آموز پایه سوم ریاضی متوسطه اجرا شده‌است. تعداد سؤالات پیش از تعیین سطح دشواری و ضریب تشخیص، ۱۲ مورد بوده و پس از آن به ۷ مورد رسیده‌است. سؤالاتی که قدرت تشخیص آنها کمتر از ۳۰٪ و سؤالاتی که درجه دشواری آنها پایین‌تر از ۴۰٪ و بالاتر از ۶۰٪ بوده، حذف شده‌اند. سؤالات برای تعیین پایایی روی یک گروه نمونه در دو فرم متفاوت اجرا شده و سؤال‌های دارای همبستگی بالای (۸۰٪) پذیرفته شده‌اند. آلفای کرونباخ محاسبه شده جهت بررسی آزمون‌های حل مسأله ریاضی برابر ۶۱٪ می‌باشد، که پایایی آزمون را از لحاظ آماری نشان می‌دهد.

سؤالات پرسش‌نامه نیز از نظر روایی صوری و محتوایی با ۱۰ سؤال بررسی شده‌است که برای تعیین روایی صوری در اختیار اساتید علوم تربیتی، کارشناسان گروه‌های آموزشی و معلمان راهنما قرار گرفته و تأیید شده است. آلفای کرانباخ محاسبه شده جهت بررسی پایایی برابر ۷۸٪ می‌باشد که اعتبار آن را لحاظ آماری نشان می‌دهد.

۳- نتایج و بحث

ابتدا خلاصه نتایج توصیفی پژوهش را بیان می‌کنیم.

فرضیه یک به بررسی تأثیر نظریه حل‌مسأله ریاضی شونفیلد بر افزایش فعالیت‌های گروهی می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهند که گروه آزمایش در زمینه تشکیل گروه در کلاس بیشتر از گروه گواه فعالیت کرده است. میزان همکاری گروهی در گروه آزمایش، نسبت به گروه گواه بالاتر بوده و گروه آزمایش همفکری و همکاری بیشتری را در ضمن حل مسأله‌های ریاضی مطرح شده در کلاس از خود نشان داده است.

نتایج مربوط به بررسی پرسش‌نامه ها نشان می‌دهد که در ابتدا ۴۶/۲ درصد دانش‌آموزان گروه آزمایش با این گویه که «وقتی مسأله‌های ریاضی را به تنهایی حل می‌کنم، بهتر از وقتی که با همکلاس‌هایم آن را حل می‌کنم، نتیجه می‌گیرم» موافق بودند. در حالی که بعد از دوره آموزش از راه حل‌مسأله این مقدار به ۳۰/۷ درصدکاهش یافت. همچنین ۵۳/۹ درصد این گروه از دانش‌آموزان با این گویه مخالف بودند که «مسأله‌های ریاضی را با مشارکت همکلاس‌هایم حل می‌کنم» که این میزان بعد از طی دوره آموزشی به ۳۴/۶ درصدکاهش یافت. مقایسه این نتایج با نتایج گروه گواه حاکی از آن است که دانش‌آموزان گروه آزمایش بیشتر از گروه گواه در ضمن حل مسأله‌های ریاضی در کلاس از کمک یکدیگر استفاده می‌کنند و به این دلیل تعاملات کلاسی در این کلاس بیشتر از گروه گواه به وجود می‌آید.

بررسی سؤال‌های پرسش‌نامه مربوط به فرضیه دو نشان می‌دهد که باورهای دانش‌آموزان گروه آزمایش در زمینه حل‌مسأله بعد از دوره آموزشی بهبود یافته و این میزان نسبت به گروه گواه افزایش چشمگیری داشته است. به طور مثال در ابتدا ۴۲/۳ درصد از دانش‌آموزان عقیده داشتند که مباحث درس حسابان، کاربرد ریاضی را در جهان اطراف به ما نشان می‌دهد؛ که بعد از دوره آموزشی این میزان به ۸۰/۷ درصد رسید. ۶۵/۴ درصد از دانش‌آموزان بر این باور بودند که «حد و مشتق، کاربردی در جهان اطراف ما ندارد».که این رقم بعد از دوره آموزش به ۱۹/۲ درصد کاهش یافت. همچنین با اینکه فقط ۳۰/۷ درصد از دانش‌آموزان گروه آزمایش در ابتدا با استراتژی‌های حل مسأله ریاضی آشنا بودند، این مقدار بعد از طی دوره آموزش به ۶۱/۶ درصد رسید. در ابتدا ۵۷/۷ درصد از دانش‌آموزان عقیده داشتند که اگر فکر کنند، می توانند جواب‌های مختلفی برای یک سؤال بیابند که این مقدار بعد از طی دوره آموزشی به ۷۳/۱ درصد رسید.

فرضیه سه به بررسی تأثیر نظریه حل‌مسأله ریاضی شونفیلد بر افزایش مهارت حل‌مسأله دانش‌آموزان می‌پردازد. آزمون حل‌مسأله ریاضی به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون به سنجش میزان توانایی دانش‌آموزان در حل مسائل چالش برانگیز پرداخته است. در این قسمت خلاصه‌ای از نتایج توصیفی مربوط به آزمون حل‌مسأله ریاضی در دو گروه آزمایش و گواه ارائه می‌شود:

۱- میانگین نمره دانش‌آموزان در پیش‌آزمون مربوط به گروه آزمایش برابر با ۶/۲۷ و در گروه گواه برابر ۶/۸۱ است و این نشانگر پایین بودن اختلاف در میانگین هر دو گروه (۰/۵۴) است. میانگین اختلاف دو گروه در پس‌آزمون با میانگین ۱۲/۸ در گروه آزمایش و ۵/۷۵ در گروه گواه برابر با ۷/۰۵ است. لازم به ذکر است که مقیاس نمرات از عدد ۱۵ است.

۲- واریانس پس‌آزمون گروه آزمایش (۳/۵۷) در مقایسه با گروه گواه (۳/۸۰)، بالا است.

۳- حداقل و حداکثر نمرات پس‌آزمون در گروه آزمایش برابر با ۷ و ۱۵ و در گروه گواه برابر ۵ و ۱۴ بوده است و این نشانگر بالا بودن سطح پیشرفت حل‌مسأله در گروه آزمایش است.

در این بخش بحث و نتیجه‌گیری استنباطی فرضیه‌های پژوهش را بررسی می‌کنیم.

فرضیه ۱. آموزش به روش حل‌مسأله بر پایه نظریه شونفیلد سبب افزایش فعالیت‌های گروهی می‌شود.

آزمون کولموگروف- اسمیرونوف در مورد امکان استفاده از آزمون تی‌مستقل یا آزمون یومان ویتنی به کار می رود. اگر این آزمون معنادار باشد، به مفهوم نابهنجار بودن جامعه است و از آزمون یو استفاده می‌شود. اگر نتیجه آزمون معنادار نباشد، از آزمون تی‌مستقل در دو گروه استفاده خواهد شد. نتیجه آزمون کولموگوف- اسمیرونوف در جدول ۱ نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها بهنجار است، بنابراین باید از آزمون تی در گروه‌های مستقل استفاده کرد. مقدار تی مشاهده شده (t=۳/۵۹۵) بیشتر از مقدار بحرانی جدول (۲/۴۲۳) در سطح آلفای ۱٪ است. این نتیجه با فاصله اطمینان ۹۹٪ برای اختلاف میان دو میانگین همخوانی داشته است و فرضیه صفر رد می‌شود و فرض تحقیق مبنی بر اختلاف میان دو میانگین پس‌آزمون در گروه آزمایش و گواه مورد تأیید قرار می‌گیرد. مقدار معناداری این آزمون در سطح آلفای ۰/۰۰۱ پذیرفته می‌شود و نتایج آزمون تی مشخص می‌کند که آموزش به روش حل‌مسأله سبب افزایش فعالیت‌های گروهی در فراگیران، نسبت به روش تدریس سنتی می‌شود.

جدول ۱ خلاصه نتایج فرضیه ۱

کولموگروف- اسمیرونوف	۱/۲۳۵
معناداری (دو دامنه)	۰/۰۹۵
تی مستقل (t)	۳/۵۹۵
معناداری (دو دامنه)	۰/۰۰۱
درجه آزادی	۴۳

سیلور، کیلپاتریک و شلینگر، معتقدند وقتی دانش‌آموزی روش حل‌مسأله را ارائه می‌دهد و از استدلال خود در مقابل هم کلاس‌ها و معلم خود دفاع می‌کند، و یا هنگامی که به چیزی که در ذهن او یک معما شده است، صورتی سؤالی می‌بخشد، بصیرتی عمیق درباره افکارش به دست می‌آورد. به عقیده لمپت، زمانی که تصورات و اندیشه‌ها درباره ریاضی در جمعی مطرح می‌شود، هم برای دانش‌آموزان

مفید است، زیرا بخشی از بحث را به عهده دارند، و هم برای معلم مفید است؛ زیرا می‌تواند با فرایند یادگیری دانش‌آموزان بیش‌تر آشنا شود [۱۸]. به گفته بارکاتساس و هانتینگ، فرایند حل‌مسأله ریاضی مشارکتی به عنوان یک فرایند شناختی، فراشناختی و فرهنگی- اجتماعی و مؤثر، وسیله مناسبی است برای فهمیدن اینکه یک مسأله چطور حل می‌شود [۱۹].

بیولند، تحقیقی در زمینه تأثیر یادگیری مشارکتی در گروه‌های کوچک دانش‌آموزان انجام داد و به این نتیجه رسید که توانایی حل‌مسأله در این دانش‌آموزان افزایش می‌یابد [۱۹]. همچنین یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهشی گالبرت و همکاران، در زمینه ارتباط بین فعالیت‌های مشارکتی دانش‌آموزان ۱۶ ساله دبیرستانی و توانایی حل مسأله همخوانی دارد [۲۰].

فرضیه۲. آموزش به روش حل‌مسأله بر پایه نظریه شونفیلد سبب بهبود باورهای دانش‌آموزان در زمینه حل‌مسأله ریاضی می‌شود.

این فرضیه به بررسی تأثیر آموزش به روش حل‌مسأله بر میزان بهبودی در باورهای دانش‌آموزان در زمینه حل‌مسأله ریاضی می‌پردازد. میزان معناداری در آزمون کولموگراف- اسمیرونوف برابر با ۰/۰۰۲ بوده و نشان داده است که توزیع داده‌ها بهنجار نیست و باید از آزمون غیر پارامتریک یو در گروه‌های مستقل استفاده کرد. مقدار زی آزمون یو (z=-۴/۳۴۹) بیشتر از مقدار جدول (۲/۳۳) در سطح معنی داری ۰/۰۱ است؛ بنابراین فرضیه صفر رد و فرضیه تحقیق پذیرفته می‌شود. معناداری آزمون یو به مفهوم وجود ارتباط معنی‌دار بین آموزش به روش حل‌مسأله بر اساس نظریه شونفیلد و بهبود باورهای فراگیران نسبت به حل‌مسأله ریاضی است.

جدول ۲ خلاصه نتایج فرضیه ۲

کولموگروف- اسمیرونوف	۱/۸۷۸
معناداری (دو دامنه)	۰/۰۰۲
من ویتنی یو	۴۳۷
مقدار زد	-۴/۳۴۹
معناداری (دو دامنه)	۰/۰۰۰

بر اساس تحقیق انجام شده توسط لرچ، نظام باورهای فرد بر اینکه او چطور با یک مسأله روبرو می‌شود تأثیر دارد. همچنین شونفیلد نظام باورهای فردی را یکی از اجزای فرایند حل‌مسأله به شمار می‌آورد که در تحقیقات خود بر روی فراگیران به تأثیر آن بر حل‌مسأله ریاضی تأکید فراوان دارد [۲۱]. در تحقیقی که توسط تامسون انجام شد او دریافت معلمانی که از دیدگاه حل‌مسأله ریاضی استفاده می‌کنند بیشتر احتمال دارد فعالیت‌هایی انجام دهند که به دانش‌آموزان اجازه دهد تا ایده‌های ریاضی را خود بسازند [۲۲].

همچنین در تحقیقی که توسط ماسون و اسکریوانی، انجام شد باورهای ریاضی دانش‌آموزان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد دانش‌آموزانی که تحت یادگیری اکتشافی قرار گرفتند، باورهایشان بهتر از دانش‌آموزانی بود که به صورت سنتی آموزش دیده بودند [۱۷].

فرضیه ۳. آموزش به روش حل‌مسأله بر پایه نظریه شونفیلد سبب افزایش مهارت حل مسأله در دانش‌آموزان می‌شود.

مقدار معناداری آزمون کولموگروف- اسمیرونوف در این فرضیه برابر با ۰/۴۳۵ بوده و نشان داده است که توزیع بهنجار است و باید از آزمون تی در گروه‌های مستقل استفاده شود. مقدار تی مشاهده شده (t=۳/۵۶۷) از مقدار بحرانی (۲/۷۰۴) در سطح آلفای ۰/۰۵ بزرگتر است؛ بنابراین فرض صفر رد می‌شود و فرضیه تحقیق مبنی بر اختلاف میان دو میانگین (۷/۰۴-۱۰/۲۶) در نتایج گروه گواه و آزمایش پذیرفته می‌گردد. نتایج فرض ۳ نشان می‌دهد که میان آموزش به روش حل‌مسأله بر اساس نظریه شونفیلد و افزایش مهارت حل‌مسأله ارتباط معناداری وجود دارد.

جدول ۳ خلاصه نتایج فرضیه ۳

کولموگروف- اسمیرونوف	۰/۸۷۰
معناداری (دو دامنه)	۰/۴۳۵
تی مستقل	۳/۵۶۷
معناداری (دو دامنه)	۰/۰۰۱
درجه آزادی	۴۳

۴–نتیجه گیری

نتایج این پژوهش در زمینه تأثیر نظریه شونفیلد در افزایش توانایی حل مسأله دانش‌آموزان، موازی با یافته‌های روزدار، هارسکمپ و سوهر است. روزدار معتقد است که تدریس رهیافت‌ها در قالب آموزش ریاضی از طریق حل‌مسأله در افزایش توانایی‌های دانش‌آموزان تأثیر چشمگیری دارد. هارسکمپ و سوهر نیز در تحقیقات خود در زمینه تأثیر نظریه حل‌مسأله ریاضی شونفیلد بر محیط یادگیری کنترل شده دانش‌آموزان به این نتیجه رسیدند که توانایی حل مسأله دانش‌آموزان تحت تأثیر استفاده از نظریه شونفیلد در ضمن یک برنامه کامپیوتری افزایش می‌یابد.

با توجه به تأثیر آموزش به روش حل‌مسأله بر اساس نظریه حل‌مسأله ریاضی شونفیلد بر توانایی حل‌مسأله ریاضی دانش‌آموزان و باورهای آنها درباره حل‌مسأله ریاضی، توجه به چند نکته حائز اهمیت است. فرضیه‌های پژوهش نشان می‌دهند که ضرورت دارد که برای فرایند تدریس فعال ریاضی از رویکرد حل‌مسأله بر اساس نظریه شونفیلد استفاده شود. با توجه به اینکه فعالیت‌های شناختی و فراشناختی در ضمن فرایند گروهی به عنوان یکی از عوامل اثرگذار در این نظریه در نظر گرفته شده است؛ لذا استفاده از نظریه حل‌مسأله ریاضی شونفیلد در افزایش فعالیت‌های گروهی توصیه می‌شود. همچنین با توجه به اینکه این نظریه از دیدگاه سازنده‌گرایی مطرح شده است و تأکید شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا نیز بر استفاده از حل‌مسأله در ضمن تدریس ریاضی می‌باشد، توصیه می‌شود تدریس دیگر مباحث درسی ریاضی در مقاطع مختلف بر اساس آموزش به روش حل‌مسأله با تأکید بر این نظریه تدوین و آزمایش شوند.

پی نوشت

[1] Resources
[2] Heuristics
[3] Control
[4] Beliefs system
[5] Constructivism
[6] National Council of Teachers of Mathematics(NCTM)
[7] Zone ofProximal Development (ZPD)

مراجع

[1]Ho K.F. and Hedberg J.G., *Teacher's pedagogies and their impact on student's mathematical problem solving*, Journal of Mathematical Behavior, Vol.24, **2007**, pp.238-252.

[2]Golafshani N., *Teachers conceptions of mathematics and their instructional practices*, university of Toronto, **2000**.

[3]Macintash R. and Jerrett D., *Teaching mathematical problem solving: implementing the vision*, in: Gillak Z. and Gooya Z., (Eds.), Mathematics education journal, Vol.24, No.2, **2006**, pp.4-21.

[4]Roozdar A., *what we must know about problem solving*, Mathematics education journal, Vol.24, No.2, **2006**, pp.23-39.

[5]Chapman O., *In-service teacher development in mathematical problem solving*, Journal of mathematical education, Vol.2, **1999**, pp.121-142.

[6]Polya G., *How to solve it: a new aspect of mathematical method*, **1985**.

[7]Schoenfeld A.H., *Mathematical problem solving*, Academic Press, **1987**.

[8] Schoenfeld A.H., *A Theory of Teaching and its applications*, The Montana Mathematics Enthusiast (TMME), **2007**, pp.33-38.

[9]National Council of Teachers Mathematics (NCTM), *Principles and Standards*, NCTM, Reston, V.A., Author, **2000.**

[10]Mamona-Downs J. and Downs M., *The identity of problem solving*, Journal of mathematical behavior, Vol.24, **2005**, pp.385-401.

[11]Department of Mathematics, *Mathematical curriculum guide for public education*, ministry of education, organization of educational research and planning, office of planning and writing textbooks, **2001**, pp.10-42.

[12]Schoenfeld A.H., *learning to think mathematically problem solving, met cognition, and sense-making in mathematics*, Handbook for research on mathematics teaching and learning, **1999**, pp.334-370.

[13]Harskamp E. and Suhre C., *Schoenfeld's problem solving theory in a student controlled learning environment*, Computer and Education, Vol.49, **2007**, pp.822-836.

[14]Kirkley J., *Principles for teaching problem solving*, Plato Learning, Vol.4, **2003**, pp.1-14.

[15]Vygotskii L., *Tought and speech*, in: Ghasemzadeh H., (Ed.), Farhangan press, **1934**.

[16]Lester F. and Charles R., *An evaluation of a process-oriented mathematical problem solving*, instructional program in grade 5 and 7, Journal for research in mathematics, **1984**.

[17]Moson L. and Scrivani L., *Enhancing student's mathematical beliefs: an intervention stud*, Journal of learning and instruction, Vol.14, **2004**, pp.153-176.

[18]Ayobian E, *Introduction to lesson study*, Mathematics education journal, Vol.24, No.1, **2006**, pp.9-19.

[19]Bjuland R., *Adult students' reasoning in geometry: teaching mathematics through collaborative problem solving in teacher education*, Journal The Montana Mathematics Enthusiast (TMME), Vol.4, **2007**, pp.1-30.

[20]Sheikhzadeh M. and Mehrmohammadi M., *Designing an educational software of mathematics for elementary school students from the point of view of constructivism and its effectiveness*, Educational innovations, Effectiveness, Educational innovations, No.9, **2004**, pp.32-40.

[21]Lerch C.M., *Control decision and personal beliefs their effect on solving mathematical problems*, Journal of mathematical behavior, Vol.23, **2004**, pp.21-36.

[22]Szydlik J.E., Szydlik S.D. and Benson S.R., *Exploring chanes in pre-service elementary teachers' mathematical beliefs*, Journal of Mathematics teacher education, Vol.6, **2003**, pp.253-279.