



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

فصلنامه نواوری‌های آموزشی

نشریه علمی پژوهشی

۵۳

سال چهاردهم

بهار ۱۳۹۴

۱۷۲ صفحه

بها ۴۰۰۰۰ ریال

در این شماره می خوانید:

■ مریم محسن پور
■ زهرا گویا
■ محسن شکوهی یکتا
■ علیرضا کیامنش
■ عباس بازرگان



سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

■ جواد مصرآبادی
■ الهام عرفانی آباد



فرا تحلیل روابط راهبردهای یادگیری
و عملکرد حل مسئله ریاضی

■ مریم اسماعیلی
■ ابوالفضل رفیع پور



شناسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش آموزان
ایرانی پایه هفتم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

■ الهه امینی فر
■ شیما زهره‌وند
■ علی زعیم‌باشی



درک و اشتباهات مفهومی دانش آموزان
از مفهوم متغیر در جبر مقدماتی

■ سهیلا غلام آزاد



ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی
بر اساس نظر معلمان

■ محمدعلی رضوانی
■ محمدرضا فدایی
■ زهرا گویا



شطرنج ابزاری برای
ارتقای توانایی حل مسئله ریاضی

گروه
مشاوران
علمی
این
شماره
(به ترتیب حروف الفبا)
:

ابوالفضل رفیع پور، سهیلا غلام آزاد، الهه امینی فر، محمدجواد حاجی بابایی، وحید عالمیان،
ابراهیم ریحانی، حمیدرضا امیری، علی‌رضا مدقالچی، مسعود کبیری، زهرا گویا.

اطلاعات مربوط به فصلنامه نوآوری‌های آموزشی (اهداف، موضوع و شرایط پذیرش مقاله‌ها)

هدف نشریه:

هدف از انتشار این فصلنامه، ارائه یافته‌های پژوهشی و نوآوری در مباحث علمی پژوهشی آموزش و پرورش، تبادل نظر میان اندیشمندان، متخصصان و پژوهشگران در جهت ارتقای کیفی برنامه‌های علمی و دستاوردهای پژوهشی در مسائل اساسی و کیفی آموزش و پرورش است.

موضوع مقاله‌ها:

۱. فلسفه، اهداف، مبانی، اصول، محتوا، برنامه‌ها و روش‌های آموزش و پرورش در جمهوری اسلامی ایران با تأکید بر سند تحول بنیادین آموزش و پرورش؛
۲. مبانی نظری و اصول علمی و یافته‌های دانش روان‌شناسی تربیتی به منظور تهیه و تدوین محتوای آموزشی، روش‌های تدریس و تربیت و ارزشیابی از طرح‌ها، برنامه‌ها، روش‌ها و آموخته‌های دانش‌آموزان؛
۳. مطالعات تطبیقی به منظور دستیابی به تجربیات سایر کشورها در نوآوری‌های آموزشی، تربیتی و پژوهشی؛
۴. برنامه‌ریزی آموزشی، درسی و تربیتی مبتنی بر سند برنامه درسی ملی؛
۵. نظریه‌ها و رویکردهای نو در طراحی برنامه‌های درسی؛
۶. راه‌های ارتقای کیفیت نظام آموزش و پرورش؛
۷. جهانی‌سازی و آثار آن در آموزش و پرورش؛
۸. مدیریت و برنامه‌ریزی کلاس درس و مدرسه؛
۹. آینده‌پژوهی در آموزش و پرورش؛
۱۰. کاربرست یافته‌های پژوهشی؛
۱۱. فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در آموزش و پرورش؛
۱۲. خلاقیت در آموزش و پرورش؛
۱۳. ارزشیابی و اعتبار سنجی فعالیت‌های آموزشی با تأکید بر برنامه‌های درسی؛
۱۴. آموزش‌های فنی و حرفه‌ای با تأکید بر سند تحول بنیادین و برنامه درسی ملی.

توجه:

هر مقاله باید بر اساس یافته‌های خود پیشنهادات مشخص و کاربردی برای مخاطبین و دست‌اندرکاران تعلیم و تربیت ارائه کند.

۱. در چارچوب هدف ها و موضوع های نشریه باشد.
۲. بر نوآوری های آموزشی تاکید داشته باشد.
۳. بر اساس روش های علمی تدوین شده باشد.
۴. با اصول اخلاقی، دینی، اعتقادی، ملی و فرهنگی کشور مغایرت نداشته باشد.
۵. در نشریات دیگر چاپ نشده باشد.
۶. حداکثر ۲۰ تا ۲۵ صفحه A۴ باشد.
۷. یک نسخه همراه با لوح فشرده یا دیسکت در فضای windows با قلم لوتوس ارسال شود.
۸. چکیده مقاله به زبان فارسی و انگلیسی در حداکثر ۲۵۰ کلمه همراه مقاله ارسال شود.
۹. اطلاعات مربوط به منابع در پایان مقاله، به روش APA و به ترتیب الفبایی، با ذکر نام خانوادگی و نام نویسنده، سال انتشار، عنوان منبع، نام مترجم منبع (در صورتی که ترجمه فارسی آن چاپ شده است)، محل انتشار و نام ناشر به تفکیک منابع فارسی و انگلیسی تنظیم شود.
۱۰. در مقالات برگرفته از پایان نامه، ذکر پایان نامه، نام دانشگاه و نام استاد راهنما الزامی است.
۱۱. اسامی افراد و واژه ها و اصطلاحات خارجی که در متن مقاله آمده است، با اعدادی که در بالای کلمات نوشته می شود (اعداد توک)، شماره گذاری و با حروف لاتین در پایان مقاله به صورت پی نویس درج شود.
۱۲. هیئت علمی فصلنامه در پذیرش، رد و اصلاح مقاله ها آزاد است و مقاله های رسیده مسترد نمی شود.
۱۳. مسئولیت دیدگاه ها و نظریه های ارائه شده به عهده نویسندگان مقاله ها است.
۱۴. اطلاعات مربوط به مؤلف یا مترجم شامل: نام، نام خانوادگی، میزان تحصیلات، رشته تحصیلی، درجه علمی، آخرین سمت، آدرس محل کار یا منزل، تلفن تماس، نمابر و پست الکترونیکی به همراه مقاله ضمیمه شود.
۱۵. نمودارها، شکل ها و جداول تا حد امکان به صورت آماده چاپ، ارائه شود. مندرجات آنها روشن و شماره گذاری شده باشد. عنوان نمودارها، شکل ها و جدول ها به صورت تخصصی نوشته شود.
۱۶. ساختار مقاله از روش علمی پیروی نموده و دارای چکیده (فارسی - لاتین)، مقدمه (مبانی نظری، پیشینه، هدف، بیان مساله)، روش پژوهش (جامعه، نمونه، ابزار، چگونگی انجام پژوهش)، یافته ها (روش های آماری، جدول ها، نمودارها) نتیجه گیری (تفسیر، محدودیت ها، پیشنهادات کاربردی و پژوهش های آینده) و منابع باشد.
۱۷. حداکثر مهلت پاسخ فصلنامه به صاحبان مقاله ها ۶ ماه است، لذا نویسندگان محترم مقالات پیش از سپری شدن این مدت نباید مقاله خود را به سایر نشریات ارائه نمایند.

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

■ مریم محسن پور*
■ زهرا گویا**
■ محسن شکوهی یکتا***
■ علیرضا کیامنش****
■ عباس بازرگان*****

چکیده: [۱]

در دهه اخیر، رویکرد سنجش شناختی تشخیصی، به منظور تلفیق نظریه‌های شناختی با نظریه‌های یادگیری و ارائه نیم‌رخ از صلاحیت‌های شناختی دانش‌آموزان، برخلاف روش‌های مرسوم اندازه‌گیری آموزشی، مانند نظریه کلاسیک و نظریه سؤال پاسخ جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. با عنایت به چنین دیدگاهی، پژوهشی با عنوان «آزمون تشخیصی صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی» حاوی بیست سؤال، بر مبنای مدل شناختی مطالعه پیزا (۲۰۱۲) و متشکل از صلاحیت‌های شناختی ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی؛ ریاضی‌وار کردن و بازنمایی؛ استدلال و بحث و طراحی راهبرد برای حل مسائل، طراحی گردید. مقاله حاضر نتایج اجرای این آزمون را تبیین می‌کند. جامعه آماری این پژوهش، دانش‌آموزان پایه دهم (دوم دبیرستان) شهر تهران در سال تحصیلی ۹۳-۱۳۹۲ در سه رشته ریاضی فیزیک، علوم تجربی و ادبیات و علوم انسانی بود. با استفاده از رویکرد نمونه‌گیری احتمال متناسب با حجم، نمونه‌ای ۶۸۸ نفری انتخاب شد و آزمون برای این نمونه اجرا گردید. پاسخ‌های سؤال‌ها با استفاده از مدل دینا و به کارگیری نرم‌افزار آر تحلیل شده و ظرفیت تشخیصی آزمون در سطح هر سؤال و نحوه ایجاد نیم‌رخ صلاحیت شناختی دانش‌آموزان ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که با طراحی یک آزمون تشخیصی بر مبنای صلاحیت‌های شناختی می‌توان نیم‌رخ صلاحیتی دانش‌آموزان را با استفاده از مدل دینا شناسایی کرد.

سنجش شناختی تشخیصی، مدل دینا، مطالعه پیزا، سواد ریاضی، مدل‌سازی.

کلید واژه‌ها:

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۷/۳۰ □ تاریخ شروع بررسی: ۹۲/۱۰/۲۱ □ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۲/۱۶
* دانشجوی دکتری سنجش آموزش، دانشگاه تهران mohsenpor@ut.ac.ir
** استاد دانشگاه شهید بهشتی
*** دانشیار دانشگاه تهران
**** استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
***** استاد دانشگاه تهران

■ مقدمه و بیان مسئله

به استناد آخرین ویرایش سند برنامه درسی ملی، توانمندسازی دانش‌آموزان در به‌کارگیری ریاضی در حل مسائل روزمره و امور انتزاعی، یکی از اهداف اساسی آموزش ریاضی در نظام آموزشی ایران است. به این معنا، دانش‌آموزان باید با فرایندهای ریاضی نظیر حل مسئله و به‌کارگیری راهبردهای حل مسئله و مدل‌سازی (مسائل واقعی و پدیده‌ها) آشنا شده و در آن‌ها مهارت یابند (دبیرخانه طرح تولید برنامه درسی ملی، ۱۳۹۰، ص. ۹۲). در سطح بین‌المللی نیز، یکی از اهداف مهم آموزش ریاضی در سطوح مختلف آموزشی، رشد و توسعه صلاحیت مدل‌سازی ریاضی^۱ دانش‌آموزان است (جنسن^۲، ۲۰۰۷؛ نیس، بلوم و گالبرایت^۳، ۲۰۰۷). منظور از صلاحیت مدل‌سازی ریاضی، «توانایی شناسایی سؤال‌ها، متغیرها، روابط و مفروضه‌های^۴ مرتبط در یک موقعیت واقعی، ترجمه آن‌ها در دنیای ریاضی و تفسیر و تأیید راه‌حل به‌دست‌آمده از نتایج مسئله ریاضی در ارتباط با موقعیت دنیای واقعی است» (نیس، بلوم و گالبرایت، ۲۰۰۷، ص. ۱۲).

هنگامی که دانش‌آموزان درگیر مدل‌سازی ریاضی می‌شوند، عمدتاً نیاز به استفاده از مجموعه‌ای صلاحیت‌های شناختی^۵ دارند که نیس (۲۰۰۳) در پروژه‌ای با عنوان صلاحیت‌ها و یادگیری ریاضی، آن‌ها را معرفی کرده است (نیس، ۲۰۱۰). به عبارت دیگر، برای این که فردی به‌طور موفقیت‌آمیز در طیفی از موقعیت‌های حل مسئله (فرا ریاضی یا درون ریاضی)، درگیر فرایند مدل‌سازی شود، ممکن است نیازمند به‌کارگیری همه یا برخی از صلاحیت‌های شناختی باشد (ترنر، دوسی، بلام و نیس^۶، ۲۰۱۲). با این تعبیرها، ایجاد صلاحیت‌های شناختی مدل‌سازی در دانش‌آموزان، به‌منظور حل مسائل زندگی واقعی، ضروری است و زمانی می‌توان از کسب آن‌ها اطمینان حاصل کرد که آزمونی به‌منظور سنجش صلاحیت‌های شناختی ریاضی دانش‌آموزان در اختیار باشد.

امروزه، استفاده از آزمون‌های شناختی تشخیصی^۷ جهت سنجش توانایی‌های آزمون‌شوندگان بیشتر مورد توجه است، زیرا اطلاعات به‌دست‌آمده از این نوع آزمون‌ها، به‌طور معناداری می‌تواند به وسیله نفع‌بران^۸ آموزشی، تفسیر شود (راپ، تمپلین و هنسون^۹، ۲۰۱۰). نکته دیگری که لازم است به آن اشاره شود، این است که تهیه و تدوین ارزشیابی‌های آموزشی بر مبنای سنجش شناختی تشخیصی، مزایای زیادی دارد که شاید بتوان گفت مهم‌ترین آن‌ها، پیوند دادن نظریه‌های شناختی و یادگیری با آموزش باشد، زیرا نتایج این نوع سنجش، گزارشی از نیم‌رخ شناختی دانش‌آموزان در زمینه تکلیف‌های درسی فراهم می‌آورد که بتوان با طراحی‌های مناسب، نقاط ضعف شناسایی شده دانش‌آموزان را برطرف نمود (گیرل، وانگ و ژو^{۱۰}، ۲۰۰۸).

یکی از مطالعات بین‌المللی که بر رویکرد مدل‌سازی و صلاحیت‌های شناختی تأکید داشته، برنامه سنجش بین‌المللی دانش‌آموزان (پیزا)^{۱۱} است. این مطالعه، با هدف ارزیابی بازده‌های نظام‌های آموزشی برحسب پیشرفت دانش‌آموزان در یک چارچوب بین‌المللی متداول در سه حوزه سواد ریاضی^{۱۲}،

خواندن و علوم ایجاد شده است (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۰۰). در مطالعات پیزا و در بخش سواد ریاضی، فرایند مدل‌سازی از مطالعه ۲۰۰۳ تاکنون، یک فرایند بنیادی در چارچوب مطالعه سواد ریاضی محسوب شده است. در چارچوب مطالعه پیزا (۲۰۱۲)، در واقع تعریف سواد ریاضی با مفهوم مدل‌سازی ریاضی به‌طور ویژه تلفیق شده است و دربرگیرنده «توانایی فرد در صورت‌بندی^{۱۳}، به‌کارگیری^{۱۴} و تفسیر^{۱۵} ریاضی در طیفی از زمینه‌های مختلف» است. با این تعبیر، فرایند زیربنایی سنجش سواد ریاضی، مدل‌سازی است که با یک مسئله در موقعیت دنیای واقعی، شروع می‌شود. سپس مسئله از دنیای واقعی به زبان ریاضی صورت‌بندی^{۱۶} می‌گردد. در گام بعدی، مسئله ریاضی حل می‌شود و جواب آن، به زبان دنیای واقعی ترجمه و تفسیر می‌شود (استیسی^{۱۷}، ۲۰۱۲). یک دهه تجربه در تدوین سؤال‌های پیزا و تحلیل روش‌های پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سؤال‌ها، نشان داده است که مجموعه صلاحیت‌های شناختی ریاضی برگرفته از پژوهش‌های نیس و همکاران دانمارکی او (نیس، ۲۰۰۳؛ نیس و جنسن، ۲۰۰۲؛ نیس و هوگارد^{۱۸}، ۲۰۱۱)، حامی ایجاد سواد ریاضی در دانش‌آموزان است (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۳).

ایران تاکنون در مطالعه بین‌المللی پیزا شرکت نکرده است تا چگونگی عملکرد دانش‌آموزان ایرانی در حل مسائل دنیای واقعی یعنی سواد ریاضی آن‌ها، تبیین شود. همچنین، بررسی پیشینه پژوهش‌ها در ایران نشان می‌دهد که تاکنون، پژوهشی برای تدوین یک آزمون شناختی تشخیصی، به‌منظور سنجش صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی دانش‌آموزان ایرانی انجام نگرفته است. بنابراین، طراحی یک آزمون به‌منظور سنجش صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی دانش‌آموزان ایرانی در پایان دوره آموزش عمومی بر مبنای مطالعات پیزا، می‌تواند گامی مؤثر در شناسایی ضعف‌ها و قوت‌های صلاحیت‌های شناختی ضروری برای ایجاد سواد ریاضی در دانش‌آموزان ایرانی و حرکت در جهت ارتقای کیفیت سواد ریاضی باشد. براین اساس، این مقاله که بخشی از یک مطالعه وسیع‌تر است، ظرفیت تشخیصی آزمون سنجش صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی دانش‌آموزان ایرانی را در ابتدای پایه دهم بررسی می‌کند.

■ ضرورت انجام پژوهش

به‌طور کلی، رویکرد سنجش شناختی تشخیصی، با هدف ارتقای سنجش برای یادگیری و فرایند یادگیری^{۱۹}، در مقابله با سنجش بازده‌های یادگیری^{۲۰} از طریق فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز برای اصلاح آموزش و یادگیری در کلاس درس، به‌وسیله معلم است (جانگ^{۲۱}، ۲۰۰۸). به‌طور کلی، سنجشی که به معلم اجازه می‌دهد که درک کند چگونه یک دانش‌آموز تکلیفی را انجام می‌دهد، سودمندتر از داشتن نمره‌ای است که صرفاً نمایشگر پاسخ‌های درست و نادرست دانش‌آموز باشد. معلم با اطلاع از اشتباهات مفهومی دانش‌آموز، بهتر می‌تواند برنامه‌ای

آموزشی طراحی کند که نه تنها به محتوای ریاضی، بلکه هم‌زمان به بررسی توانایی‌های شناختی دانش‌آموز توجه داشته باشد (اشمن و کانوی^{۲۲}، ۱۳۸۴). در نتیجه، با اندازه‌گیری صلاحیت‌های شناختی بر مبنای سنجش شناختی تشخیصی، ضعف‌ها و قوت‌های آزمون‌شوندگان شناسایی می‌شود و سرانجام، می‌توان درباره صلاحیت‌های حل مسئله آن‌ها، استنباط‌های تشخیصی نمود.

■ برنامه بین‌المللی سنجش دانش‌آموزان (پیزا)

برنامه بین‌المللی سنجش دانش‌آموزان (پیزا)، بر کاربرد ریاضی در زندگی واقعی تأکید دارد. پیزا به‌عنوان یکی از پژوهش‌های پیمایشی «سازمان همکاری و توسعه اقتصادی»، به‌طور ویژه برای دانش‌آموزان ۱۵ ساله در سه حوزه سواد ریاضی، خواندن و علوم، از سال ۲۰۰۰ آغاز شده و هر سه سال یک‌بار، برگزار می‌شود^{۲۳}. به‌طور کلی، آزمون‌های پیزا طوری طراحی می‌شوند تا معیارهایی ارائه دهند که بتوان معلوم کرد دانش‌آموزان تا چه حد می‌توانند با به‌کارگیری آنچه در مدرسه آموخته‌اند، به حل مسائل واقعی و چالش‌هایی که احتمالاً در زندگی روزمره تجربه می‌کنند، بپردازند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۰۹).

در مطالعه پیزا (۲۰۱۲)، سواد ریاضی دارای جنبه‌های از درون مرتبط زیر است:

- فرایندهای ریاضی^{۲۴} آن چیزی را توصیف می‌کند که فرد برای مرتبط کردن زمینه مسئله با ریاضی انجام می‌دهد تا مسئله را حل کند.
- صلاحیت‌های شناختی^{۲۵} نیز زیربنای فرایندهای ریاضی را توصیف می‌کند.
- دانش محتوای^{۲۶} ریاضی برای پاسخ به سؤال‌های آزمون استفاده می‌شود.
- زمینه^{۲۷} که سؤال‌های آزمون در آن قرار گرفته است.

۱. فرایندهای ریاضی

فرایندهای ریاضی در پیزا، شامل سه بُعد صورت‌بندی موقعیت‌ها به‌صورت ریاضی؛ به‌کارگیری مفاهیم، حقایق، رویه‌ها و استدلال‌های ریاضی؛ و تفسیر کردن، کاربرد و ارزیابی نتایج ریاضی است. منظور از صورت‌بندی این است که دانش‌آموزان، بتوانند محتوا و ساختار ریاضی مورد نیاز برای حل مسائل زمینه‌مدار را تشخیص دهند؛ سپس، قادر باشند مفاهیم، حقایق و رویه‌های ریاضی را برای حل مسائلی که به شکل ریاضی صورت‌بندی شده‌اند، به‌کار گیرند. بالاخره، بُعد تفسیر کردن، بر توانایی دانش‌آموزان برای بررسی راه‌حل‌ها و نتایج ریاضی و تفسیر کردن آن‌ها در زمینه مسائل زندگی واقعی، تمرکز دارد. این کار، شامل ترجمه کردن راه‌حل‌ها یا استدلال‌های ریاضی به دنیای واقعی و میزان تطابق آن‌ها در دنیای واقعی است (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی،

۲۰۱۳ الف).

۲. صلاحیت‌های شناختی

در چارچوب مطالعه پیزا (۲۰۰۳)، نیس، توانمندی‌ها را به عنوان صلاحیت‌ها^{۳۸} معرفی کرده است و این صلاحیت‌ها عبارت‌اند از ارتباطات^{۳۹}، مدل‌سازی^{۴۰}، بازنمایی^{۴۱}، تفکر و استدلال^{۴۲}، بحث^{۴۳}، طرح و حل مسئله^{۴۴}، استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی^{۴۵} و استفاده از ابزار و وسایل کمکی^{۴۶} (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۰۳، صص. ۴۰-۴۱). در چارچوب مطالعه پیزا (۲۰۱۲)، صلاحیت‌های استدلال و بحث در هم ادغام شده‌اند. در این چارچوب صلاحیت‌ها با نام‌های ارتباطات، ریاضی‌وار^{۴۷} کردن، بازنمایی، استدلال و بحث^{۴۸}، طراحی راهبرد برای حل مسائل^{۴۹}، استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی و استفاده از ابزار و وسایل ریاضی^{۵۰} معرفی شده‌اند (استیسی، ۲۰۱۲). منظور از ارتباطات، رمزگشایی و تفسیر اجزای سؤال، به‌منظور معنا بخشیدن به اطلاعات فراهم شده است. علاوه بر این، ریاضی‌وار کردن، شامل تبدیل یک مسئله تعریف‌شده در دنیای واقعی به زبان ریاضی، یا تفسیر یک راه‌حل ریاضی یا یک مدل ریاضی در ارتباط با مسئله اصلی است. همچنین، صلاحیت بازنمایی دربرگیرنده طراحی و ترجمه، به‌کاربردن انواعی از نمایش‌های مختلف برای درک یک موقعیت است. به‌علاوه، استدلال صلاحیتی است که کمک می‌کند تا اجزای گوناگون مسئله کشف و به هم، مرتبط شوند تا بتوان براساس آن‌ها، یک حدسیه را واری نمود و به استنباط درست برای یک مسئله رسید. همچنین، طراحی راهبرد برای حل مسائل، توانایی طراحی راهبردهای متنوعی برای حل مسئله‌های ریاضی است و متشکل از راهبردهایی است که شخص را قادر می‌سازد تا ماهیت مسائل را تشخیص داده، صورت‌بندی نموده و حل کند. افزون بر این‌ها، استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی، درک کردن، دست‌ورزی کردن و استفاده از عبارات نمادین در یک زمینه ریاضی مانند عبارت‌های حسابی و جبری و به‌کارگیری قواعد ریاضی است. صلاحیت استفاده از ابزار و وسایل ریاضی شامل شناخت و توانایی به‌کارگیری ابزارهای ریاضیاتی مانند ابزار اندازه‌گیری، ماشین حساب هستند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۳). همچنین بنا بر یافته‌های ترنر^{۴۱} (۲۰۱۲)، ترنر و آدامز^{۴۲} (۲۰۱۲) و ترنر و همکاران (۲۰۱۳) شش صلاحیت شناختی ارتباطات، ریاضی‌وار کردن، بازنمایی، استدلال و بحث، طراحی راهبرد برای حل مسائل، استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی در هر یک از سه مرحله فرایندهای ریاضی به‌کار گرفته می‌شوند و با افزایش سطح سواد ریاضی شخص، میزان به‌کارگیری صلاحیت‌های شناختی توسط وی افزایش می‌یابد. یعنی افزایش سطح صلاحیت‌های شناختی، با سطح دشواری سؤال‌ها مرتبط است.

۳. دانش محتوایی ریاضی

تغییر و روابط^{۴۳}، فضا و شکل^{۴۴}، کمیت^{۴۵} و عدم قطعیت^{۴۶}، چهار حیطه محتوایی برای تدوین

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

سؤال‌های ریاضی پیزا هستند. منظور از تغییر و روابط، درک تغییرات بنیادین و تشخیص زمان رخ دادن آن‌ها است تا شخص بتواند به‌طور مناسب، از مدل‌های ریاضی برای توصیف و پیش‌بینی متغیرها، استفاده کند. همچنین، فضا و شکل به طیفی از فعالیت‌ها مانند درک منظره‌ها، خواندن نقشه‌ها، شکل‌های در حال تغییر، تفسیر نماهای سه بعدی از زاویه‌های مختلف و ساختن بازنمایی اشکال، اطلاق می‌شود. به‌علاوه، کمیت مانند کمی سازی ویژگی‌های اشیاء، روابط و موقعیت‌ها در دنیای واقعی است. علاوه بر این‌ها، درک عدد، بازنمایی‌های چندگانه اعداد، محاسبات ذهنی و تخمین و ارزشیابی هم در این حیطه قرار می‌گیرند. بالاخره عدم قطعیت، به تشخیص جایگاه تغییر در فرایندها اطلاق می‌شود (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۳ الف).

۴. زمینه

زمینه، جنبه‌ای از دنیای واقعی فرد است که مسئله‌ها، در آن واقع می‌شوند. انتخاب راهبردها و بازنمایی‌های مناسب، اغلب بستگی به زمینه‌ای دارند که مسئله از آن نشأت گرفته است. در مطالعه پیزا (۲۰۱۲)، چهار زمینه شخصی، شغلی، اجتماعی و علمی، مورد نظر است. مسائل طبقه‌بندی شده در زمینه شخصی، بر فعالیت‌های شخصی، خانوادگی یا گروه همسالان متمرکز است. همچنین، مسئله‌های زمینه شغلی، عمدتاً مرتبط با بازار کار و اشتغال هستند. زمینه اجتماعی مسائلی را در بر می‌گیرد که بر وجوه مختلف جامعه‌ای که فرد در آن زندگی می‌کند - بومی، ملی یا جهانی - متمرکزند. به‌علاوه، مسائل دارای زمینه علمی با کاربردهای ریاضی در دنیای واقعی مسائل و موضوعات مرتبط با علوم و فناوری مرتبطاند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۳ الف).

■ سنجش شناختی تشخیصی^{۴۷}

در چند دهه اخیر؛ با توجه به نتایج مطالعات انجام‌شده توسط محققان آموزشی و روان‌شناسان به‌ویژه در حوزه علوم شناختی، یکی از رویکردهای پیشنهادی و قابل دفاع در فعالیت‌های آموزشی، رویکرد شناختی بوده است (غلام آزاد، ۱۳۹۱ به نقل از کلمنتس و سامارا، ۲۰۰۹). موضوع روان‌شناسی شناختی^{۴۸}، فعالیت‌های ذهنی یا فکری انسان است. به عبارت دیگر، موضوع این علم، فرایندهایی است که از طریق آن‌ها، انواع اطلاعات ورودی به مغز، دچار دگرگونی، کاستی، افزایش یا بسط و ذخیره و بازیابی می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فرایندها شامل ادراک، بازشناسی الگو، حافظه، یادگیری و زبان و فرایندهای دیگری هستند که همیشه مورد توجه پژوهشگران بوده‌اند. کنش‌های عالی‌تر شناختی مانند حل مسئله و تصمیم‌گیری که خود متکی بر کنش‌های ساده‌ترند، در این علم مورد تحلیل قرار می‌گیرند (خرازی و دولتی، ۱۳۸۸).

از جمله ابعاد مهم فعالیت‌های آموزشی، اندازه‌گیری آموزشی است. نقش مهمی که نظریه

شناختی می‌تواند در اندازه‌گیری‌های آموزشی داشته باشد، برای بسیاری از متخصصان آموزشی آشکار گردیده است (لیتون^{۴۹}، گیرل و هونکا^{۵۰}، ۲۰۰۴). به‌عنوان نمونه، اسنو و لومن^{۵۱} (۱۹۸۹) در راستای کمک به بهبود سنجش و اندازه‌گیری آموزشی با استفاده از روان‌شناسی شناختی، گامی بزرگ برداشته و در فصل هفتم کتاب اندازه‌گیری آموزشی لین (۱۹۸۹)، به دلالت‌های روان‌شناسی شناختی برای اندازه‌گیری آموزشی پرداخته‌اند. از نظر این دو نویسنده، پژوهش‌های روان‌سنجی، مدل‌های اندازه‌گیری روان‌سنجی آموزشی^{۵۲} قدرتمند متنوعی مانند نظریه کلاسیک آزمون، مدل راش و نظریه سؤال پاسخ برای اندازه‌گیری‌های آموزشی ایجاد کرده است که با وجود تفاوت مفروضه‌های آنها، همگی به دنبال برآورد جایگاه فرد در یک متغیر مکنون^{۵۳} زیربنایی هستند، با این حال، از دیدگاه روان‌شناسی شناختی، اسنو و لومن (۱۹۸۹) سه محدودیت مهمی که مدل‌های اندازه‌گیری روان‌سنجی آموزشی در اندازه‌گیری آموزشی دارند، را مطرح می‌کنند که عبارت‌اند از لحاظ نکردن توجهات روان‌شناسی زیربنایی در سطح عملکرد یک سؤال، در نظر گرفتن مفروضات ساده در زمینه روان‌شناسی سؤال‌ها و ضمنی شدن یا حذف شدن فرایندهای روان‌شناسی آزمون. به‌عنوان مثال در زمینه محدودیت اول، توجه اولیه‌ای در استفاده از مدل سه پارامتری لجستیک برای تحلیل داده‌ها وجود ندارد. به عبارت دیگر، این مدل باید براساس نتایجی که از تحلیل داده‌ها به‌دست می‌دهد، توجه شود نه براساس معقول بودن روان‌شناختی‌اش. در خصوص محدودیت دوم، هر دو نظریه کلاسیک آزمون و تعمیم‌پذیری، مفروضه ناهمبسته بودن خطاها را می‌پذیرند، با این حال در مورد تکلیف‌های شناختی، آزمون‌شوندگان اغلب در حین آزمون نسبت به موفقیت یا شکست در مورد سؤال قبلی، عکس‌العمل نشان می‌دهند و احتمالاً به‌گونه‌ای عمل می‌کنند تا مفروضه‌های استقلال را زیر پا بگذارند. همچنین، محدودیت سوم به مسائل اعتبار سازه مرتبط است. مدل‌های اندازه‌گیری روان‌سنجی آموزشی سنتی، به‌طور صریح تبیین‌های اساسی را از عملکردهایی که آنها مدل‌سازی می‌کنند، لحاظ نمی‌کنند، اگرچه ضرورت تبیین معتبر، از نمره‌های آزمون به عنوان یک استاندارد برای اندازه‌گیری‌های آموزشی و روان‌شناختی پذیرفته شده، عمل اعتباریابی آزمون، عمدتاً تأیید^{۵۴} بیرونی از تفسیر آزمون است و به ندرت به درون آزمون نفوذ پیدا می‌کند.

از نظر لیتون و گیرل (۲۰۰۷)، ایده‌های بیان شده به‌وسیله اسنو و لومن (۱۹۸۹)، بسیاری از پژوهشگران آموزشی را به بررسی بالقوه یک شاخه نسبتاً جدید از روان‌شناسی یعنی «روان‌شناسی شناختی» در غنی‌ساختن آزمون‌های شناختی ترغیب کرد. لذا، از سال ۱۹۸۹، مقالات و کتاب‌های متنوعی در زمینه سنجش شناختی تشخیصی نوشته شد که از آن بین، می‌توان به فردریکسون، گلیرز، لسگلد و شافتو^{۵۵}، (۱۹۹۰)؛ نیکولز^{۵۶}، (۱۹۹۴)؛ نیکولز، چیپ‌من و برنان^{۵۷}، (۱۹۹۵) اشاره نمود. به‌طور کلی، هدف از طراحی سنجش شناختی تشخیصی، اندازه‌گیری ساختار دانش و مهارت‌های پردازشی آزمون‌شوندگان به‌منظور فراهم آوردن اطلاعاتی در زمینه نقاط قوت و ضعف شناختی آنهاست.

ساختار دانش شامل اطلاعات رویه‌ای و حقایقی هستند، در حالی که صلاحیت‌های پردازشی دربرگیرنده تحولات و راهبردهای مورد نیاز برای دست‌ورزی با این اطلاعات‌اند (لهمن، ۲۰۰۰، به نقل از لیتون و گیرل، ۲۰۰۷).

۱. مدل‌های آماری سنجش شناختی تشخیصی

برای تحلیل داده‌های آزمون‌شوندگان در سنجش شناختی تشخیصی، از مدل‌های آماری روان‌سنجی استفاده می‌شود که به طبقه‌بندی پاسخ‌های آزمون‌شوندگان براساس متغیرهای مکنون چندگانه می‌پردازد که معمولاً، مدل‌های طبقه‌بندی تشخیصی^{۵۸} نامیده می‌شوند. در هر یک از این مدل‌ها، عملکرد هر آزمون‌شونده، برحسب احتمال تسلط وی بر هر یک از صلاحیت‌ها یا احتمال تعلق به یک کلاس مکنون تعیین می‌شود (راپ، تمپلین و هنسون، ۲۰۱۰).

در مدل‌های آماری سنجش شناختی تشخیصی، صلاحیت‌های شناختی در قالب نیمرخ‌های صلاحیتی سؤال‌ها، نمایش داده می‌شوند. منظور از نیمرخ صلاحیتی در هر سؤال، الگویی ترکیبی از مقادیر ویژه برای صلاحیت‌هاست. بنابراین نیمرخ صلاحیتی در هر سؤال، نمایانگر نیاز به تسلط بر هر صلاحیت است. گفتنی است، نیمرخ صلاحیت برای مجموعه سؤال‌ها در یک ماتریس، به نام ماتریس کیو^{۶۰}، نمایش داده می‌شود. بنابراین ماتریس کیو، نشان‌دهنده ساختار بارگیری در مدل‌های شناختی است. هر سطر این ماتریس، یک فرضیه درباره صلاحیت‌های مورد نیاز برای کسب پاسخ درست به یک سؤال است و دارای مرتبه $n \times k$ است که در آن n ، تعداد سؤال‌ها و k ، تعداد صلاحیت‌های مورد نیاز برای سؤال‌هاست. تمام درایه‌های این ماتریس، اعداد صفر و یک هستند. برای یک درایه خاص ماتریس Q در سطر n ام و ستون k ام، عدد ۱ نشانگر آن است که سؤال n ام خصیصه یا صلاحیت k ام را اندازه می‌گیرد و عدد صفر نشان می‌دهد که سؤال، صلاحیت مورد نظر را اندازه نمی‌گیرد (همان).

۱-۱. ویژگی‌های مدل‌های شناختی تشخیصی

از ویژگی‌های مهم مدل‌های سنجش شناختی تشخیصی، چگونگی تعامل متغیرهای مکنون با یکدیگر، برای تولید پاسخ قابل مشاهده است. نوع تعامل متغیرهای مکنون با هم، مدل‌ها را به دو دسته‌بندی مدل‌های جبرانی^{۶۱} و مدل‌های غیرجبرانی تقسیم کرده است. در مدل‌های جبرانی، نقص در یک صلاحیت از طریق قوت در صلاحیت دیگر جبران می‌شود، در حالی که در مدل‌های غیرجبرانی لازم است تا همه صلاحیت‌ها وجود داشته باشند تا بتوان به سؤال پاسخ درست داد (راپ و همکاران، ۲۰۱۰). به عنوان مثال، برای به دست آوردن پاسخ درست مسئله $\frac{3}{4} - \frac{3}{8}$ ، شخص باید بداند که چگونه مخرج مشترک بگیرد و سپس صورت کسرها را از هم کم کند. در دیدگاه غیرجبرانی، اگر شخص فاقد تسلط به هر یک از این صلاحیت‌ها باشد، صرف نظر از هر صلاحیت دیگری که داشته باشد، با احتمال زیاد نمی‌تواند پاسخ درست سؤال را به دست آورد (تمپلین، ۲۰۰۶).

همچنین، یک خصوصیت مهم مدل‌های شناختی تشخیصی، ماهیت چند بعدی بودن آن‌ها است. به دلیل اینکه این مدل‌ها مبتنی بر متغیرهای مکنون چندگانه به منظور طبقه‌بندی پاسخ‌دهندگان هستند، بر حسب تعریف، مدل‌های چندبعدی نیز نامیده می‌شوند. ویژگی دیگر مدل‌های شناختی تشخیصی، تأییدی بودن آن‌ها از دو دیدگاه است؛ یکی دیدگاه اساسی از کاربرد و دیگری دیدگاه آماری از ساختار مدل. از دیدگاه کاربردی، چون مدل‌ها برای تأیید یا رد کردن یک فرضیه ویژه درباره روابط بین اینکه چگونه پاسخ‌دهندگان نسبت به سؤال عکس‌العمل نشان می‌دهند و ویژگی‌های ذهنی زیربنایی. از دیدگاه آماری، مدل‌ها تأییدی هستند زیرا در آن‌ها ساختار بارگیری از قبل در قالب ماتریس Q تعیین می‌شود، بنابراین تعیین ساختار ماتریس کیو، این نوع مدل‌ها را به مدل‌های تحلیل عاملی تأییدی شبیه ساخته است (راپ و همکاران، ۲۰۱۰).

۲. سنجش شناختی تشخیصی در ریاضی

دو رویکرد در طراحی مدل‌های سنجش شناختی تشخیصی وجود دارد که عبارت‌اند از استفاده از یک رویکرد استقرایی^{۶۲} به منظور ساخت یک مجموعه سؤال تشخیصی برای استنباط فرایندهای صلاحیتی و ساختار دانش مورد نظر و استفاده از یک رویکرد مهندسی معکوس^{۶۳} به منظور استخراج فرایندهای شناختی و صلاحیت‌ها از آزمون‌های موجود، به قصد کسب اطلاعات غنی‌تر، در مقایسه با آنچه که مقیاس‌پردازی تک بعدی به دست می‌دهد^{۶۴} (جانگ، ۲۰۰۸). تاکنون در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه سنجش شناختی تشخیصی و در زمینه ریاضی، از رویکرد مهندسی معکوس برای آزمون‌هایی که اساساً با هدف شناختی تشخیصی طراحی نشده‌اند، استفاده شده است (گیرل، ونگ و ژو، ۲۰۰۸؛ لی، پارک و تایلان^{۶۵}، ۲۰۱۱؛ باسوکو، اگرتمن و قلیچ‌اوغلو^{۶۶}، ۲۰۱۳؛ مینایی، ۱۳۹۱) و پژوهش‌های کمتری در زمینه طراحی آزمون‌های شناختی تشخیصی با زمینه ریاضی صورت گرفته است (گیرل، آلویز و ماجیو، ۲۰۱۰؛ روبرتز و گیرل^{۶۷}، ۲۰۱۱ و بردشاو، ایساک، تمپلین و جاکویسون^{۶۸}، ۲۰۱۳). در یک مطالعه شناختی تشخیصی، گیرل، ونگ و ژو (۲۰۰۸) با استفاده از رویکرد مهندسی معکوس و به کارگیری روش سلسله‌مراتبی خصیصه^{۶۹} به عنوان یکی از مدل‌های آماری سنجش شناختی تشخیصی، به بررسی سؤال‌های جبر در آزمون استعداد تحصیلی^{۷۰} که در سال ۲۰۰۵ اجرا شده بود، پرداختند. این مطالعه در دو مرحله انجام شد که در مرحله اول، متخصصان حوزه محتوایی ریاضی به روش تحلیل تکلیف، سؤال‌های منتشرشده جبر را بررسی و صلاحیت‌های مهم مبتنی بر آن سؤال‌ها را شناسایی کردند. سپس صلاحیت‌ها را در یک سلسله مراتب منظم کرده و چندین مدل شناختی از آن، استخراج کردند. به عنوان نمونه، «نمایش دادن صلاحیت‌های عملیات پایه‌ای حساب»^{۷۱}، «دانش درباره ویژگی‌های عامل‌ها»^{۷۲} و صلاحیت «به کارگیری قواعد فاکتورگیری»^{۷۳} از جمله صلاحیت‌های به دست آمده برای جبر بود. در مرحله دوم، تحلیل‌های روان‌سنجی روی

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

مدل‌های شناختی انجام شد. ارزیابی برازش این مدل‌ها با داده‌ها به وسیله مقایسه الگوی پاسخ مورد انتظار تولیدشده توسط مدل شناختی و الگوی پاسخ مشاهده‌شده تولیدشده به وسیله نمونه تصادفی ۵۰۰ نفری با استفاده از شاخص سازگاری سلسله مراتبی^۴، انجام شد. متوسط این شاخص حدود ۰/۸ بود که نشان از برازش خوب مدل با داده‌ها داشت.

در مطالعه شناختی تشخیصی دیگری، گیرل، آلویز و ماجیو (۲۰۱۰)، با هدف ارتقای استنباط‌های شناختی درباره صلاحیت‌های حل مسئله دانش‌آموزان پایه‌های سوم و ششم، از رویکرد استقرایی استفاده کردند. آنان ابتدا، با روش تحلیل تکلیف، صلاحیت‌های شناختی را در حیطه‌های اعداد، الگو و روابط، شکل و فضا و آمار و احتمال، تدوین کردند که در پایه سوم، ۲۶ مدل شناختی شامل ۱۷۸ صلاحیت و در پایه ششم ۲۶ مدل شناختی با ۱۵۰ صلاحیت به دست آمد. سپس یک بانک سؤال برای اندازه‌گیری این صلاحیت‌ها طراحی کردند. در مرحله آخر، تحلیل‌های روان‌سنجی تأییدی، با استفاده از برازش مدل با داده‌ها در نمونه‌های ۳۳۸ و ۱۸۴ نفری، به ترتیب در پایه‌های سوم و ششم صورت گرفت. شاخص سازگاری سلسله مراتبی برای دو پایه سوم و ششم به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۶۷ بود که نشان‌دهنده برازش متوسط تا خوب مدل با داده‌ها بود.

روش پژوهش

پژوهش حاضر ظرفیت تشخیصی آزمون سنجش صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی دانش‌آموزان ایرانی را در ابتدای پایه دهم بررسی می‌کند. در ادامه، به معرفی پژوهش و جزئیات لازم آن، پرداخته می‌شود.

۱. ساخت آزمون صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی

در این پژوهش، مبنای ساخت آزمون صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی، استفاده از چارچوب مطالعه پیزا (۲۰۱۲) بود. همچنین، رویکرد مورد استفاده در چارچوب سنجش شناختی تشخیصی، رویکرد استقرایی بود. بنابراین، به منظور بررسی شش صلاحیت شناختی سواد ریاضی^۵، یک آزمون شناختی تشخیصی برای سنجش سواد ریاضی، در راستای آزمون پیزا، طراحی شد. ابتدا در یک مطالعه مقدماتی، مجموعه‌ای شامل ۳۳ سؤال تهیه شد و با استفاده از نظر چند دبیر ریاضی، سؤال‌ها جرح و تعدیل شدند و پس از آن براساس راهنمای بررسی^۶ سطوح صلاحیت‌های شناختی (پیوست الف)، با چهار سطح تعریف‌شده ناچیز (۰)، کم (۱)، متوسط (۲) و زیاد (۳)، درجه‌بندی شدند. پس از اجرای مقدماتی و بازنگری مجدد در ساختار سؤال‌های آزمون، مجموعاً ۲۰ سؤال انتخاب شد.^۷ ملاک انتخاب سؤال‌ها، براساس پوشش الف. سطوح صلاحیت‌های شناختی، ب. ابعاد مدل‌سازی در سازه سواد ریاضی، ج. زمینه و د. محتوای سؤال‌ها بود.^۸

جدول (۱)، ویژگی‌های سؤال‌های آزمون صلاحیت‌های شناختی را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ویژگی ابعاد آزمون صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی

واحد	سؤال	فرایند	محتوا	زمینه	نوع سؤال	درصد پاسخ درست
فروش گوشی تلفن همراه	۱	تفسیر	عدم قطعیت	شغلی	چند گزینه‌ای	۹۵
	۲	تفسیر	عدم قطعیت	شغلی	چند گزینه‌ای	۷۸/۲
	۳	به‌کارگیری	عدم قطعیت	شغلی	چند گزینه‌ای	۶۱
خرید خانه	۴	صورت‌بندی	فضا و شکل	شخصی	پاسخ ساختنی	۳۹/۷
	۵	صورت‌بندی	فضا و شکل	شخصی	پاسخ ساختنی	۱۳/۲
کوهنوردی	۶	صورت‌بندی	کمیت	اجتماعی	چند گزینه‌ای	۷۴/۶
	۷	صورت‌بندی	تغییر و رابطه	اجتماعی	پاسخ ساختنی	۳۶/۴
	۸	به‌کارگیری	کمیت	اجتماعی	پاسخ ساختنی	۳۱/۲
سوله	۹	تفسیر	فضا و شکل	شغلی	چند گزینه‌ای	۸۸
	۱۰	به‌کارگیری	فضا و شکل	شغلی	پاسخ ساختنی	۱۴/۹
کدام ماشین	۱۱	تفسیر	عدم قطعیت	شخصی	چند گزینه‌ای	۸۶/۵
	۱۲	به‌کارگیری	کمیت	شخصی	چند گزینه‌ای	۶۵/۸
	۱۳	به‌کارگیری	کمیت	شخصی	پاسخ ساختنی	۴۹/۲
نجار	۱۴	به‌کارگیری	فضا و شکل	شغلی	چند گزینه‌ای	۱۰/۷
استقبال	۱۵	صورت‌بندی	کمیت	اجتماعی	چند گزینه‌ای	۱۸/۳
کشتی دریانوردی	۱۶	به‌کارگیری	کمیت	علمی	چند گزینه‌ای	۴۸/۶
	۱۷	به‌کارگیری	فضا و شکل	علمی	چند گزینه‌ای	۵۱
	۱۸	صورت‌بندی	تغییر و روابط	علمی	پاسخ ساختنی	۱۸/۹
زباله	۱۹	تفسیر	عدم قطعیت	علمی	پاسخ ساختنی	۳۰/۷
تانک آب	۲۰	صورت‌بندی	تغییر و روابط	علمی	چند گزینه‌ای	۳۲/۹

۲. ساخت ماتریس کیو

اگرچه در بخش طراحی آزمون سواد ریاضی، مجموعه سؤال‌های آزمون توسط دبیران داوطلب و براساس راهنمای بررسی صلاحیت‌های شناختی، طبق سطوح این صلاحیت‌ها، درجه‌بندی شده بود. اما پس از نهایی شدن سؤال‌های آزمون نیز، مجدداً این سؤال‌ها، براساس راهنمای بررسی سطوح

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

صلاحیت‌های شناختی، توسط یک استاد دانشگاه با گرایش آموزش ریاضی و دو دانشجوی دکتری آموزش ریاضی که از دبیران ریاضی باتجربه در دوره متوسطه هستند، و یک دبیر باتجربه ریاضی و یک دانشجوی دکتری سنجش آموزش، درجه‌بندی شدند. سپس میانگین سطوح درجه‌بندی این افراد محاسبه شد و بر مبنای آن، ماتریس کیو با شش صلاحیت شکل گرفت.

با توجه به مداخله اغلب صلاحیت‌ها در بیشتر سؤال‌ها، ماتریس کیو دارای پیچیدگی زیادی بود و احتمال عدم تعیین^۹ مدل وجود داشت. بنابراین، تصمیم به ترکیب برخی صلاحیت‌های شناختی قابل تلفیق گرفته شد. بررسی ماتریس کیوی شش صلاحیتی نشان داد که دو صلاحیت ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی در بیشتر سؤال‌ها با هم ظاهر می‌شوند، همچنین، بررسی همبستگی صلاحیت‌ها نشان داد که در بین ضرایب همبستگی تتراکوریک بین صلاحیت‌ها، دو صلاحیت مذکور، بیشترین ضریب همبستگی را با هم دارند (۰/۷۶). از طرفی، ادبیات مربوط به مدل شناختی به‌کار برده شده در این پژوهش، حاکی از این بود که مجموعه شش صلاحیت شناختی در دو گروه دسته‌بندی می‌شوند که دو صلاحیت ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی، در یک گروه مشترک قرار داشتند. از این گذشته، پیشینه صلاحیت‌های شناختی نشان می‌داد که اصولاً برای به‌کارگیری صلاحیت ریاضی‌وار کردن، نیاز به استفاده از صلاحیت بازنمایی وجود دارد (نیس و هوچگارد، ۲۰۱۱). بنابراین تصمیم به تلفیق دو صلاحیت ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی با هم، و نیز ادغام دو صلاحیت ریاضی‌وار کردن و بازنمایی در یک صلاحیت، گرفته شد. سپس یک جلسه هم‌اندیشی (گروه کانونی) به‌منظور تدوین نهایی ماتریس کیو تشکیل گردید. در ادامه، بخشی از ماتریس کیو در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. بخشی از ماتریس کیو در این پژوهش

صلاحیت سؤال	ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات	ریاضی‌وار کردن و بازنمایی	استدلال	طراحی راهبرد
۱	۱	۰	۰	۰
۲	۱	۱	۰	۰
۳	۱	۱	۰	۱
۴	۱	۱	۱	۰
۵	۱	۱	۱	۱

در جدول (۲)، پنج سؤال اول آزمون ارائه شده است. سه سؤال اول، مربوط به واحد فروش گوشی تلفن همراه هستند که دو سؤال اول و دوم، به ترتیب نیاز به یک و دو صلاحیت شناختی و سؤال سوم نیاز به سه صلاحیت شناختی دارد. سؤال چهارم و پنجم نیز مربوط به واحد خرید خانه هستند که به ترتیب سه و چهار صلاحیت شناختی را طلب می‌کنند.

۳. جامعه آماری و نمونه

جامعه آماری این پژوهش، کلیه دانش‌آموزان پایه دهم شهر تهران در سال تحصیلی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در سه رشته ریاضی فیزیک، علوم تجربی و ادبیات و علوم انسانی بودند. انتخاب پایه دهم به دو دلیل صورت گرفت؛ نخست آن‌که در این پایه، دانش‌آموزان به تازگی آموزش عمومی را به پایان می‌رسانند و دلیل دوم این‌که طیف سنی دانش‌آموزان در زمان آزمون، ۱۵/۲ سال تا ۱۶/۲ سال است که با جمعیت هدف مطالعات پیزا همخوانی دارد. علاوه بر این، در مورد آزمون‌های شناختی تشخیصی، که بزرگی حجم نمونه با توجه به توصیه شو، هنسون و ویلز^{۸۰} (۲۰۱۳) لازم است تا بتوان برآورد قابل اعتمادی از پارامترهای مدل شناختی به دست آورد. از این‌رو، از فرمول‌های متداول نمونه‌گیری که حداکثر حجم نمونه را با جمعیتی حدود ۶۰,۰۰۰ نفر بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ نفر تعیین می‌کنند استفاده نشد. در عوض، برای تعیین حجم مناسبی از جامعه آماری، با نویسندگان دوم و سوم کتاب سنجش شناختی^{۸۱} مکاتبه شد و بر مبنای راهنمایی آن‌ها، یک حجم نمونه ۶۰۰ نفری در نظر گرفته شد. رویکرد نمونه‌گیری در این پژوهش، رویکرد احتمال متناسب با حجم^{۸۲} بود. در این روش، حجم مناطق و مدارس، عاملی در افزایش احتمال انتخاب منطقه و مدرسه است.

براساس رویکرد مذکور، ابتدا آمار دانش‌آموزان نواحی ۱۹ گانه آموزش و پرورش تهران، به تفکیک هر ناحیه، تعیین شد. سپس براساس جمعیت آماری و با استفاده از جدول اعداد تصادفی، کد پنج دانش‌آموز تعیین و براساس آن، منطقه‌ای که دانش‌آموز مورد نظر در آن قرار داشت مشخص شد. براین اساس مناطق ۳، ۴، ۵، ۶ و ۱۸ انتخاب شدند. در مرحله بعد، با توجه به حجم نواحی منتخب و تعداد کلاس‌های موجود در این نواحی، میانگین کلاسی به دست آمد. همچنین، مطابق با حجم نمونه ۶۰۰ نفری، تعداد کلاس‌ها تعیین و میانگین کلاس‌ها در هر مدرسه مشخص شد. در نهایت، براساس حجم نواحی منتخب و تعداد مدارس، فاصله طبقاتی محاسبه شد (پیوست ب). براساس جدول اعداد تصادفی، اولین انتخاب نفر ۶۳۴ بود که مدرسه این فرد شناسایی شد و جزو نمونه قرار گرفت. با اضافه کردن عدد فاصله طبقاتی به اولین انتخاب، نفر بعدی و به تبع آن مدرسه این فرد تعیین شد. این فرایند تا انتخاب ۱۹ مدرسه ادامه یافت. با مشخص شدن مدارس، در گام بعدی و تعیین کلاس‌های مدارس منتخب، در صورت وجود یک یا دو کلاس در مدرسه، یک کلاس

و در صورت وجود بیش از دو کلاس، دو کلاس انتخاب شدند. به این ترتیب، حجم احتمالی نمونه ۷۰۰ نفر به دست آمد. موقع اجرای آزمون، یک نمونه ۶۸۸ نفری به سؤال‌های آزمون پاسخ دادند که پس از حذف ۳۱ برگه مخدوش (شامل سفید، نیمه‌کاره و...)، تعداد نهایی به ۶۵۷ نفر رسید.

۴. مدل روان‌سنجی: دینا

ترنر، دوسی، بلام و نیس، (۲۰۱۳) معتقدند که صلاحیت‌های شناختی، کاملاً منفصل از هم نیستند بلکه به میزان معینی هم‌پوشانی دارند و تقریباً به‌طور مشترک، در فرایند حل مسئله ریاضی فعال می‌شوند و بدین سبب، غیرجبرانی هستند. پس با عنایت به حجم نمونه، مناسب‌ترین مدل برای تحلیل داده‌ها، مدلی غیرجبرانی و غیر حساس به حجم نمونه شناخته شد. براین اساس، مدل دینا^{۸۳} که غیرجبرانی است، برای تحلیل داده‌ها انتخاب شد.

مدل غیرجبرانی دینا اولین بار، توسط جانکر و ستیجما^{۸۴} (۲۰۰۱) معرفی شد. این مدل در مقایسه با سایر مدل‌های شناختی تشخیصی، نه تنها مقرون به صرفه^{۸۵} است، بلکه به سادگی قابل تفسیر است. واژه Deterministic، به جنبه تعینی^{۸۶} مدل، واژه And-Gate، به فرایند ربطی^{۸۷} مدل و واژه Noisy به عنصر تطوری^{۸۸} (احتمالی) مدل اشاره دارد (به نقل از دلاتوره^{۸۹}، ۲۰۰۹).

جنبه تعینی (قطعی) مدل به تولید پاسخ مکنون η_{ij} مرتبط است که به وسیله دو مقدار α_i (الگوی صلاحیت برای فرد i ام) و η_j (ردیفی از ماتریس کیو که به سؤال j ام مربوط است) از طریق معادله زیر تعیین می‌شود.

$$\eta_j = \prod_{k=1}^K \alpha_k^{q_{jk}}$$

پاسخ مکنون تعینی η_{ij} ، دلالت بر این دارد که آیا فرد i ام همه صلاحیت‌های لازم برای سؤال j ام را دارد یا خیر. اگر فردی به همه صلاحیت‌های لازم برای یک سؤال تسلط داشته باشد، η_{ij} برابر یک و اگر حداقل به یک صلاحیت تسلط نداشته باشد، η_{ij} برابر صفر است.

ربطی بودن این مدل بدین معناست که تسلط بر همه صلاحیت‌های مشخص شده برای یک سؤال در ماتریس کیو، برای پاسخگویی درست به سؤال لازم است و اگر فردی به برخی از این صلاحیت‌ها تسلط داشته باشد، احتمال موفقیتش برابر با فردی است که به هیچ یک از صلاحیت‌ها تسلط ندارد. بر این اساس در این مدل، آزمودنی‌ها در هر سؤال، به دو کلاس تقسیم می‌شوند. یک کلاس آزمودنی‌هایی که به همه صلاحیت‌ها تسلط دارند و کلاس دیگر آزمودنی‌هایی که حداقل در

یکی از صلاحیت‌ها به حد تسلط نرسیده‌اند.

همچنین، عنصر تطوری (احتمالی) مدل نیز بدین معناست که تسلط داشتن به همه صلاحیت‌های لازم برای یک سؤال، پاسخ درست دادن را تضمین نمی‌کند و تسلط نداشتن به همه صلاحیت‌های یک سؤال، پاسخ نادرست دادن را تضمین می‌کند. با توجه به جنبه تطوری مدل، دو پارامتر s_j و g_j در یک سؤال ایجاد می‌شود. پارامتر s_j به احتمال لغزش^{۹۱} و پاسخ نادرست دادن به سؤال هنگامی که η_{ij} برابر یک است، اشاره دارد. پارامتر g_j به احتمال درست حدس^{۹۱} زدن پاسخ سؤال هنگامی که η_{ij} برابر صفر است، اشاره دارد. در زیر تعریف این دو پارامتر ارائه شده است:

$$s_j = P(X_j = 0 | \eta_j = 1)$$

$$g_j = P(X_j = 1 | \eta_j = 0)$$

در مدل دینا، احتمال پاسخ درست آزمون شونده α_i با الگوی صلاحیت α_i در سؤال j ام، به وسیله معادله زیر تعریف می‌شود:

$$p_j(\alpha_i) = P(X_j = 1 | \alpha_i) = (1 - s_j)^{\eta_i} g_j^{1 - \eta_i}$$

در این معادله، P احتمال، $p_j(\alpha_i)$ احتمال پاسخ درست برای سؤال j ام با الگوی صلاحیت α_i و X_{ij} پاسخ مشاهده شده فرد i ام برای سؤال j ام است (دی‌لتوره و داگلاس^{۹۲}، ۲۰۰۴).

با توجه به سنجش صلاحیت‌های چندگانه در مدل‌های شناختی تشخیصی، شاخص تمیز هر سؤال در این مدل‌ها، نشان می‌دهد که «چقدر یک سؤال به خوبی بین افرادی که به صلاحیت‌های بیشتری تسلط دارند و افرادی که به صلاحیت‌های کمتری تسلط دارند، تمایز ایجاد می‌کند» (راب، و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۲۸۱). در مدل دینا، شاخص تمیز کلی برای هر سؤال، از طریق محاسبه اختلاف احتمال پاسخ درست به یک سؤال برای آزمودنی‌هایی که به همه صلاحیت‌ها تسلط یافته‌اند و احتمال پاسخ درست به یک سؤال برای آزمودنی‌هایی که به همه صلاحیت‌ها تسلط نیافته‌اند، محاسبه می‌شود. بنابراین:

$$d_{i,DINA} = (1 - s_i) - g_i$$

■ نتایج

با استفاده از رویکرد مبتنی بر غیرجبرانی بودن ساختار ماتریس کیو، داده‌های آزمون ۲۰ سؤالی براساس مدل دینا و نرم‌افزار آر^{۹۴} تحلیل و پارامترها، برآورد شدند^{۹۵}. جدول (۳)، دو پارامتر حدس و لغزش و خطای استاندارد را برای ۲۰ سؤال آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۳. پارامترهای حدس و لغزش برای مدل دینا

سؤال	حدس	خطای حدس	لغزش	خطای لغزش
۱	۰/۹۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
۲	۰/۵۸	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۲
۳	۰/۵۱	۰/۰۳	۰/۲۴	۰/۰۲
۴	۰/۳	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۰۸
۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۶۳	۰/۰۳
۶	۰/۶۳	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۳
۷	۰/۲	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۰۲
۸	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۰۶
۹	۰/۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱
۱۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۶	۰/۰۳
۱۱	۰/۸۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۱
۱۲	۰/۳۵	۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۰۴
۱۳	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۰۶
۱۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۷۶	۰/۰۳
۱۵	۰/۱	۰/۰۲	۰/۶۷	۰/۰۳
۱۶	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۰۳
۱۷	۰/۴	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۲
۱۸	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۴۴	۰/۰۴
۱۹	۰/۲	۰/۰۲	۰/۴۶	۰/۰۹
۲۰	۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۴۳	۰/۰۳
میانگین	۰/۳۴		۰/۳	

براساس جدول (۳)، متوسط مقادیر پارامترهای حدس و لغزش به ترتیب برابر ۰/۳۴ و ۰/۳ است. این بدین معناست که دانش‌آموزانی که به همه صلاحیت‌های لازم برای یک سؤال تسلط نداشتند، به طور متوسط ۳۴ درصد شانس پاسخگویی صحیح به آن سؤال برایشان وجود داشت. همچنین، دانش‌آموزانی که به همه صلاحیت‌های لازم برای یک سؤال تسلط داشتند، به طور متوسط ۳۰ درصد شانس پاسخگویی غلط به سؤال، برای آن سؤال، برای ایشان وجود داشت. از نظر راپ و همکاران (۲۰۱۰)، هر اندازه مقادیر حدس و لغزش در سؤالی «کوچک» باشد، آن سؤال حاوی اطلاعات «مفید»تری است. البته قاعده دقیقی برای این که مقادیر حدس و لغزش «کوچک» تلقی شوند، وجود ندارد. به عبارت دیگر، پارامترهای حدس و لغزش «کوچک»، نشان‌دهنده برازش مناسب بین ساختار سنجش شناختی، داده‌ها و مدل دینا است. سؤال‌های ۱، ۲، ۳، ۶، ۹ و ۱۱ (که همگی چندگزینه‌ای هستند)، پارامترهای حدس بالاتری نسبت به بقیه سؤال‌ها دارند (۰/۵ >). همچنین مطابق جدول (۱) در

سؤال‌های مذکور، درصد پاسخگویی درست تقریباً بین ۷۵ درصد تا ۹۵ درصد است که به نظر می‌رسد این سؤال‌ها، برای دانش‌آموزان، سؤال‌هایی سخت محسوب نمی‌شوند. از طرفی، سؤال‌های ۵، ۱۰، ۱۴ و ۱۵ (که همگی پاسخ ساختنی هستند)، پارامترهای لغزش بالاتری نسبت به بقیه سؤال‌ها دارند (۵/۰ >). بررسی درصد پاسخگویی درست این مجموعه سؤال‌ها در جدول (۱) نشان می‌دهد که تقریباً بین ۱۱ درصد تا ۱۹ درصد دانش‌آموزان به این سؤال‌ها، پاسخ درست داده‌اند که به نظر سؤال‌های آسانی محسوب نمی‌شوند.

از آنجا که با داشتن K ، صلاحیت شناختی دو ارزشی، تعداد کلاس‌های مکنون (الگوهای صلاحیت) برابر 2^K است، در مطالعه حاضر، با داشتن چهار صلاحیت شناختی، تعداد کلاس‌های مکنون برابر ۱۶ است. به عنوان نمونه در کلاس ششم الگوی صلاحیت (۱۱۰۰) نشان‌دهنده تسلط بر دو صلاحیت شناختی ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی و ریاضی‌وار کردن و بازنمایی و عدم تسلط بر دو صلاحیت شناختی استدلال و طراحی راهبرد است. مقادیر جدول (۴) احتمال پسین^{۹۶} را برای چهار دانش‌آموز در هر یک از ۱۶ کلاس مکنون نشان می‌دهد.

جدول ۴. احتمال پسین برای چهار دانش‌آموز در کلاس‌های مکنون

کلاس مکنون	الگوی صلاحیت	دانش آموز ۱	دانش آموز ۲	دانش آموز ۳	دانش آموز ۴
۱	۰۰۰۰	۰/۰۲۶	۰/۰۳۹	۰/۱۲۴	۰/۰۰۰
۲	۱۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
۳	۰۱۰۰	۰/۰۲۶	۰/۰۳۹	۰/۰۱۲۴	۰/۰۰۰
۴	۰۰۱۰	۰/۰۲۶	۰/۰۳۹	۰/۰۱۲۴	۰/۰۰۰
۵	۰۰۰۱	۰/۰۲۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۲۴	۰/۰۰۰
۶	۱۱۰۰	۰/۰۵۸	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰
۷	۱۰۱۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۸	۱۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۲۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰
۹	۰۱۱۰	۰/۰۲	۰/۰۳۹	۰/۰۹۳	۰/۰۰۰
۱۰	۰۱۰۱	۰/۰۲۶	۰/۰۳۹	۰/۱۲۴	۰/۰۰۰
۱۱	۰۰۱۱	۰/۰۲۶	۰/۰۰۵	۰/۱۲۴	۰/۰۰۰
۱۲	۱۱۱۰	۰/۶۴۴	۰/۶۶۸	۰/۰۰۵	۰/۳۶۲
۱۳	۱۱۰۱	۰/۰۴۹	۰/۰۰۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۷
۱۴	۱۰۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹
۱۵	۰۱۱۱	۰/۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۹۳	۰/۰۰۰
۱۶	۱۱۱۱	۰/۰۱۷	۰/۵۷۴	۰/۰۰۱	۰/۶۱۷

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

به عنوان نمونه، برای دانش‌آموز شماره یک، احتمال تعلق فرد به کلاس مکنون دوازدهم بیشتر از همه است، پس می‌توان نتیجه گرفت که این فرد، به الگوی صلاحیتی (۱۱۱۰) تعلق دارد. یعنی دانش‌آموز شماره یک، ۶۴ درصد شانس تعلق به کلاس مکنون دوازدهم با الگوی صلاحیت (۱۱۱۰) را دارد. به تعبیر دیگر این فرد ۶۴ درصد احتمال دارد که به سه صلاحیت ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی، ریاضی‌وار کردن بازنمایی و استدلال دست یافته باشد.

جدول ۵. احتمال پسین برای چهار دانش‌آموز در کلاس‌های مکنون

الگوی صلاحیت	فراوانی مورد انتظار پاسخ‌دهندگان	درصد مورد انتظار پاسخ‌دهندگان
۰۰۰۰	۳۵/۴	۰/۰۵۳۸
۱۰۰۰	۱/۳	۰/۰۰۱۹
۰۱۰۰	۳۵/۴	۰/۰۵۳۸
۰۰۱۰	۳۵/۴	۰/۰۵۳۸
۰۰۰۱	۳۵/۴	۰/۰۵۳۸
۱۱۰۰	۱۲/۶	۰/۰۱۹۲
۱۰۱۰	۰/۵	۰/۰۰۰۸
۱۰۰۱	۲/۱	۰/۰۰۳۱
۰۱۱۰	۲۱	۰/۰۳۲۱
۰۱۰۱	۳۵/۴	۰/۰۵۳۸
۰۰۱۱	۳۵/۴	۰/۰۵۳۸
۱۱۱۰	۵۶/۶	۰/۰۸۶۲
۱۱۰۱	۵۵/۸	۰/۰۸۴۹
۱۰۱۱	۱۳/۷	۰/۰۲۱۱
۰۱۱۱	۲۱	۰/۰۳۲۱
۱۱۱۱	۲۶۰	۰/۳۹۶

بنابر یافته‌های جدول (۵) انتظار می‌رود که تقریباً ۵/۴ درصد دانش‌آموزان در این مطالعه، به اولین کلاس مکنون یا الگوی صلاحیتی (۰۰۰۰) تعلق یابند. یعنی ۵/۴ درصد از آزمودنی‌ها (یا ۳۵ نفر) در این مطالعه، به هیچ یک از صلاحیت‌ها دست نیافته‌اند. همچنین، ۳۹/۶ درصد دانش‌آموزان (یا ۲۶۰ نفر)، به

۱۶ امین کلاس مکنون با الگوی صلاحیتی (۱۱۱۱) تعلق دارند یا به عبارتی ۳۹/۶ درصد دانش‌آموزان به همه صلاحیت‌ها دست یافته‌اند.

جدول ۶. شاخص‌های تمیز سؤال‌های آزمون

سؤال	حدس	لغزش	تمیز
۱	۰/۹۲	۰/۰۲	۰/۰۶
۲	۰/۵۶	۰/۰۷	۰/۳۷
۳	۰/۵۰	۰/۲۴	۰/۲۶
۴	۰/۳	۰/۳۶	۰/۳۴
۵	۰/۰۱	۰/۶۳	۰/۳۶
۶	۰/۶۴	۰/۰۹	۰/۲۷
۷	۰/۱۹	۰/۲۸	۰/۵۲
۸	۰/۱	۰/۲۸	۰/۶۲
۹	۰/۸	۰/۰۳	۰/۱۷
۱۰	۰/۰۱	۰/۶	۰/۳۹
۱۱	۰/۸	۰/۰۷	۰/۱۳
۱۲	۰/۳۵	۰/۱۴	۰/۵۱
۱۳	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۵۸
۱۴	۰/۰۲	۰/۷۶	۰/۲۲
۱۵	۰/۱	۰/۶۷	۰/۲۳
۱۶	۰/۳۱	۰/۱۵	۰/۵۴
۱۷	۰/۳۹	۰/۱۴	۰/۴۷
۱۸	۰/۱۲	۰/۴۴	۰/۴۴
۱۹	۰/۲۱	۰/۴۶	۰/۳۳
۲۰	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۳۵

باتوجه به جدول (۶)، هر چه مقادیر شاخص‌های حدس و لغزش کمتر باشد، مقادیر شاخص‌های تمیز بیشتر می‌شود، اما قاعده صریحی برای تعیین یک نقطه برش برای شاخص تمیز وجود ندارد (دی‌لتوره، ۲۰۱۲). مطابق این جدول، به دلیل بالا بودن مقادیر پارامتر حدس ($>0/8$) در سه سؤال ۱، ۹

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

و ۱۱، شاخص تمیز این سؤال‌ها به ترتیب برابر $۰/۰۶$ ، $۰/۱۷$ و $۰/۱۳$ و دارای کمترین مقادیر شاخص تمیز هستند، در حالی که مقادیر شاخص تمیز برای سؤال‌های ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۶ بیش از $۰/۵$ به دست آمده‌اند. ۱۲ سؤال دیگر دارای شاخص تمیز بین $۰/۲$ تا $۰/۵$ بودند.

یکی از محاسن مدل‌های شناختی این است که برای هر دانش‌آموز احتمال تسلط بر هر یک از صلاحیت‌ها تعیین می‌شود. هوبنر (۲۰۱۰) استدلال می‌کند که چون کلاس‌های مکنون دویه‌دو ناسازگار و جامع^{۹۷} هستند، می‌توان احتمال کلاس‌های مکنون مرتبط با هر صلاحیت را جمع کرد. به عنوان مثال، در جدول (۵) برای دانش‌آموز شماره یک، احتمال تسلط این فرد به صلاحیت اول (یعنی ارتباطات) برابر مجموع احتمال‌های پسین این فرد در کلاس‌های مرتبط با صلاحیت اول است. براساس جدول (۵)، صلاحیت اول با کلاس‌های مکنون دوم، ششم، هفتم، هشتم، دوازدهم، سیزدهم، چهاردهم و شانزدهم مرتبط است. اکنون مجموع احتمال پسین دانش‌آموز شماره یک برای صلاحیت اول برابر $۰/۸$ است. پس ۸۰ درصد احتمال دارد که دانش‌آموز شماره یک، به صلاحیت ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی تسلط یافته باشد. افزون بر این، صلاحیت دوم با کلاس‌های مکنون سوم، ششم، نهم، دهم، دوازدهم، سیزدهم، پانزدهم و شانزدهم مرتبط است. بنابراین، مجموع احتمال پسین دانش‌آموز شماره یک برای صلاحیت دوم برابر $۰/۸۶$ است. یعنی ۸۶ درصد احتمال دارد که دانش‌آموز شماره یک، به صلاحیت ریاضی‌وار کردن و بازنمایی تسلط یافته باشد.

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

در دهه اخیر، رویکرد سنجش شناختی تشخیصی به‌منظور تلفیق نظریه‌های شناختی با یادگیری و ارائه نمرخی از صلاحیت‌های شناختی دانش‌آموزان برخلاف روش‌های مرسوم اندازه‌گیری آموزشی مانند نظریه کلاسیک و نظریه سؤال پاسخ، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. علت این امر این است که نتایج تحلیل‌های آزمون شناختی تشخیصی، می‌تواند حاوی بینش‌های جدیدی برای درک معلمان از صلاحیت‌های شناختی دانش‌آموزان در حل مسائل کاربردی باشد. براین اساس با عنایت به چنین دیدگاهی، آزمونی به‌منظور بررسی صلاحیت‌های شناختی سواد ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه دهم اجرا گردید.

از نتایج مهم این پژوهش، بالا بودن شاخص تمیز پنج سؤال مربوط به سه واحد کوهنوردی، کدام ماشین و کشتی دریانوردی بود که همگی دارای مقادیری بالاتر از $۰/۵$ بودند. یعنی این سؤال‌ها، بیشترین اطلاعات تشخیصی را درباره آزمودنی‌هایی که به اکثر صلاحیت‌ها تسلط یافته بودند و آزمودنی‌هایی که به صلاحیت‌های کمتری تسلط یافته بودند، فراهم نمود. همچنین، ۱۲ سؤال دارای شاخص تمیزی بین $۰/۲$ تا

۰/۵ بودند. تنها سه سؤال از سه واحد فروش گوشی تلفن همراه، سوله و کدام ماشین، به دلیل بالا بودن پارامتر حدس، دارای شاخص تمیز پائینی بودند. از این گذشته، نتایج تحلیل سؤال‌ها نشان داد که از بین ۲۰ سؤال این آزمون، در شش سؤال که همگی چندگزینه‌ای بودند، احتمال پاسخگویی درست به این سؤال‌ها برای دانش‌آموزانی که به همه صلاحیت‌های لازم برای یک سؤال تسلط نداشتند، بیش از ۰/۵ بود. بررسی ماتریس کیو این سؤال‌ها نشان داد که در همه آن‌ها، بین یک تا دو صلاحیت شناختی برای حل سؤال، مورد نیاز بود. علاوه بر این، درجه‌بندی سطوح صلاحیت‌های شناختی این سؤال‌ها براساس نظر متخصصان اغلب کم گزارش شده بود. با توجه به این که سؤال‌های مذکور سطوح بالایی از صلاحیت‌های شناختی را طلب نمی‌کردند، به این معنا که براساس یافته‌های ترنر (۲۰۱۲)، ترنر و آدامز (۲۰۱۲) و ترنر، دوسی، بلام و نیس (۲۰۱۳)، سطح دشواری سؤال‌ها پائین بود، احتمال پاسخگویی درست به چنین سؤال‌هایی افزایش یافته بود.

در بین سؤال‌های پاسخ‌ساختنی نیز، برای چهار سؤال، دانش‌آموزانی که به همه صلاحیت‌های لازم برای یک سؤال تسلط داشتند، بیش از ۰/۵ درصد احتمال پاسخگویی نادرست به سؤال برای آن‌ها وجود داشت. مجدداً در بررسی ماتریس کیو مشخص شد که همه این سؤال‌ها، تمام صلاحیت‌های شناختی را طلب می‌کنند. از طرف دیگر، سطوح صلاحیت‌های شناختی این سؤال‌ها براساس نظر متخصصان اغلب متوسط یا بالا گزارش شده بود. لذا، براساس یافته‌های ترنر (۲۰۱۲)، ترنر و آدامز (۲۰۱۲) و ترنر، دوسی، بلام و نیس (۲۰۱۳) می‌توان نتیجه گرفت که چنین سؤال‌هایی، دارای سطح دشواری بالاتری نسبت به بقیه سؤال‌ها بودند. همچنین، بنابر یافته‌های پژوهش رفیع‌پور و گویا (۱۳۸۹)، عادت داشتن دانش‌آموزان ایرانی به حل مسائل با بهره‌گیری از فرمول‌ها و کلیشه‌های خاص و مشکل در حل مسائلی که نیازمند تجزیه و تحلیل هستند، احتمال پاسخگویی نادرست به چنین سؤال‌هایی افزایش یافته بود.

بنا به نظر راپ و تمپلین (۲۰۰۸ الف)، یک دلیل محتمل برای بالا بودن پارامترهای حدس و لغزش، شاید بد توصیف شدن ماتریس کیو^{۹۹} باشد. از نظر آن‌ها، حذف نادرست یک صلاحیت در ساختار ماتریس کیو برای یک سؤال، باعث بیش‌برآورد در پارامتر لغزش آن سؤال می‌شود، زیرا سؤال به ظاهر ساده‌تر جلوه می‌کند و در نتیجه، وقوع لغزش، محتمل‌تر می‌شود. در مقابل، گنجاندن نادرست یک صلاحیت در ساختار ماتریس کیو برای یک سؤال، باعث بیش‌برآورد^{۱۰۰} در پارامتر حدس آن سؤال می‌شود، زیرا سؤال به ظاهر سخت‌تر جلوه می‌کند و در نتیجه، وقوع حدس محتمل‌تر خواهد

بود. با توجه به این‌که در مطالعه حاضر ساختار ماتریس کیو در ابتدای این مطالعه چندسطحی بوده است و به‌منظور تحلیل داده‌ها و استفاده از مدل دینا به ماتریسی دو ارزشی تبدیل شده است، بنابراین، توصیف دقیق ساختار صلاحیتی‌های شناختی کمرنگ شده، زیرا در این ماتریس همه سطوح شناختی اعم از بالا، متوسط و کم در هم ادغام شده است. به عنوان نمونه براساس جدول (۲)، در مقایسه دو سؤال اول و پنجم آزمون، هر دو سؤال دارای صلاحیت شناختی ارتباطات و استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی هستند، اما سطوح این صلاحیت در این دو سؤال از نظر متخصصان، متفاوت است، بنابراین در سؤال اول، بیش‌برآوردی از پارامتر حدس و در سؤال پنجم بیش‌برآوردی در پارامتر لغزش محتمل‌تر خواهد بود.

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که پایین بودن سطح صلاحیت‌های شناختی در یک سؤال، احتمال پاسخگویی درست به آن سؤال و نیز بالا بودن سطح صلاحیت‌های شناختی، احتمال پاسخگویی غلط به سؤال را افزایش می‌دهد. با توجه به تأکید نداشتن محتوای کتاب‌های درسی ایران به سؤال‌های زمینه‌مدار و کمرنگ بودن فعالیت‌های مدل‌سازی در این کتاب‌ها و گرایش دانش‌آموزان نوعی ایرانی به حل مسائلی که قبلاً با زمینه آن آشنا شده‌اند (رفیع‌پور و گویا، ۱۳۸۹)، رسیدن به چنین نتایجی دور از ذهن نبود. با توجه به نقش مهم صلاحیت‌های شناختی در به‌کارگیری دانش ریاضی برای حل مسائل زمینه‌مدار مدل‌سازی، پیشنهاد می‌شود آموزش چنین صلاحیت‌هایی در برنامه درسی ریاضی از طریق گنجاندن تکلیف‌ها و مسائل پاسخ‌ساختنی که ابعاد مختلف مدل‌سازی را در بر می‌گیرد و همچنین آموزش این صلاحیت‌ها به معلمان، لحاظ شود. به نظر می‌رسد پرداختن به چنین مسائلی منجر به تغییر نگرش دانش‌آموزان از تمایل به حل مسائل کلیشه‌ای به سوی گرایش به حل مسائل کاربردی با زمینه‌های مختلف و در نتیجه بهبود عملکرد آن‌ها در حل مسائل مدل‌سازی خواهد شد.

محدودیت‌های پژوهش

از محدودیت‌های مهم این پژوهش، تغییر سطوح صلاحیت شناختی از چندارزشی به دوارزشی و در نتیجه تغییر ساختار ماتریس کیو و کمرنگ شدن تفاوت بین سطوح صلاحیت‌های شناختی است. همچنین محدودیت دیگر این پژوهش، تغییر نمره‌گذاری چهار سؤال از چهار واحد نجار، سوله، کوهنوردی و خرید خانه از چندارزشی (۰، ۱ و ۲) به دوارزشی (۰ و ۱) به‌منظور استفاده از مدل دینا بود. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، تحلیل ساختار دقیق سطوح صلاحیت‌های شناختی صورت گیرد.

پیوست (الف) راهنمای بررسی صلاحیت‌های شناختی

ارتباطات				
تعریف متغیر	سطح ۰	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
رمزگشایی و تفسیر اجزای سؤال، شامل تصور کردن موقعیت ارائه شده به منظور معنابخشیدن به اطلاعات فراهم شده	آشکار بودن ارتباط بین اطلاعات موجود در مسئله	شناسایی و استخراج اطلاعات حاصل شده از ارتباطات	تفسیر اطلاعات استخراج شده، برقراری ارتباطات از طریق توضیح و توصیف منظم	ایجاد یک توصیف یا توضیح شفاف، منسجم، کامل و باصرفه، برای یک راه حل، فرایند یا استدلال

ریاضی وار کردن				
تعریف متغیر	سطح ۰	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
استفاده کردن از مدل‌های مفروض یا ساخته شده	عدم نیاز به استفاده از مدل	استنباط مستقیم از یک مدل مفروض	جرح و تعدیل یک مدل مفروض یا ایجاد مدلی با متغیرها، روابط و محدودیت‌های صریح	تولید یک مدل و تبیین متغیرها، روابط و محدودیت‌های آن، ارزیابی یا مقایسه مدل‌ها

طراحی راهبرد برای حل مسئله				
تعریف متغیر	سطح ۰	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
انتخاب طراحی و همچنین اجرای یک راهبرد ریاضیاتی برای حل مسئله	انجام دادن عملیاتی بدون استفاده از راهبرد	انتخاب راهبرد مناسب	ساختن راهبرد مورد نیاز	ساختن راهبرد تفصیلی برای یک راه حل جامع

استفاده از زبان و عملیات نمادین، رسمی و فنی				
تعریف متغیر	سطح ۰	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
درک کردن و استفاده از نمادها، قواعد و تعریف‌های رسمی	انجام عملیات حسابی	استفاده مستقیم از نمادهای ریاضی برای انجام محاسبات	استفاده از نمادها و فرمول‌ها	کاربرد چند مرحله‌ای رویه‌های ریاضیاتی رسمی و روابط جبری

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

بازنمایی				
تعریف متغیر	سطح +	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
طراحی بازنمایی‌ها و حرکت بین بازنمایی‌های مختلف (بازنمایی‌ها تصویری از روابط یا ریاضیاتی هستند که شامل نمودارها، جداول، دیاگرام‌ها، تصاویر، معادلات، فرمول‌ها، توصیفات متنی و مواد عینی هستند)	استفاده مستقیم از یک بازنمایی موجود	انتخاب و تفسیر یک بازنمایی استاندارد	استفاده از دو یا چند بازنمایی و حرکت بین آن‌ها/جرح و تعدیل یک بازنمایی / طراحی یک بازنمایی ساده از یک موقعیت	فهمیدن و استفاده از یک بازنمایی غیراستاندارد که نیازمند رمزگشایی‌ها و تفسیرهای اساسی است

استدلال				
تعریف متغیر	سطح +	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
فرایندهای فکری که عناصر مسئله را کشف کرده و به هم پیوند می‌زند	اجرای مستقیم دستورالعمل‌های داده شده	ترکیب اطلاعات برای استدلال‌های یک مرحله‌ای	تجزیه و تحلیل اطلاعات برای استدلال‌های چند مرحله‌ای	ارزشیابی و تولید زنجیره‌های استدلال برای حالت‌های کلی

پیوست (ب)

۲۰۷۷۸	حجم پنج ناحیه
۸۹۰	تعداد کلاس‌ها در پنج ناحیه
۲۳/۳۴	میانگین دانش‌آموزان هر کلاس در پنج ناحیه
۲۵/۷۱	تعداد کلاس‌های تعیین شده در نمونه
۱۹	تعداد مدارس تعیین شده در نمونه

منابع

- اشمن، آدریان. اف. وکانوی، روبرت. ان. اف. (۱۳۸۴). مقدمه‌ای بر آموزش و پرورش شناختی، نظریه و کاربرد (ترجمه سیدکمال خرازی). تهران: انتشارات سنا.
- خرازی، کمال و دولتی، رمضان. (۱۳۸۸). راهنمای روان‌شناسی شناختی و علوم شناختی. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی - پژوهشکده علوم شناختی.
- رفیع پور گنجابی، ابوالفضل و گویا، زهرا. (۱۳۸۹). ضرورت و جهت تغییرات در برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای در ایران از دیدگاه معلمان. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۹ (۳۳)، ۹۱-۱۲۰.
- دبیرخانه طرح تولید برنامه درسی ملی. (۱۳۹۰). برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران (طرح جامع تحول بنیادین برنامه‌های درسی و تربیتی). نکاشت پنجم. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. وزارت آموزش و پرورش.
- غلام‌آزاد، سهیلا. (۱۳۹۱). رویکرد شناختی به آموزش ریاضی در دوره ابتدایی. فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران: ویژه مقالات برنامه درسی ریاضی، ۶ (۲۴)، ۷-۳۲.
- مینایی، اصغر. (۱۳۹۱). مدل‌پردازی تشخیصی شناختی (CDM) سؤال‌های ریاضیات تیمز ۲۰۰۷ در دانش‌آموزان پایه هشتم ایران با استفاده از مدل یکپارچه با پارامتر پردازی مجدد (RUM) و مقایسه مهارت‌های ریاضی دانش‌آموزان دختر و پسر (رساله منتشر نشده دکتری در رشته سنجش و اندازه‌گیری). دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی. دانشگاه علامه طباطبائی.
- Basoku, T., Ogretmen, T., Kelecioğlu, H. (2013). Model data fit comparison between DINA and G-DINA in cognitive diagnostic models. *Educational Journal*, 2(6), 256-262.
- Bradshaw, L., Izsák, A., Templin, J. and Jacobson E. (2013). Diagnosing Teachers' Understandings of Rational Numbers: Building a Multidimensional Test within the Diagnostic Classification Framework. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 33 (1), 2-14.
- De la Torre, J., and Douglas (2004). Higher-order Latent Trait Models for Cognitive Diagnosis. *Psychometrika*, 69, 333-353
- De la Torre, J. (2009). DINA Model and Parameter Estimation: A Didactic. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 34 (1), 115-130
- De la Torre, J. (2012). *Recent developments in the G-DINA model framework*. Paper presented at the V European Congress of Methodology, Santiago de Compostela, Spain.
- Gierl, M. J., Alves, C. & Majeau, R. T. (2010). *Using Principled Test Design to Develop and Evaluate a Diagnostic Mathematics Assessment in Grades 3 and 6*. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Denver, CO, USA.
- Gierl, M. J., Wang, C. & Zhou, J. (2008). Using the Attribute Hierarchy Method to Make Diagnostic Inferences about Examinees' Cognitive Skills in Algebra on the SAT. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 6(6), 3-48. Retrieved from <http://www.jtla.org>
- Huebner, A. (2010). An overview of recent developments in cognitive diagnostic computer adaptive assessments. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 15, 1.
- Jang E. E. (2008). A Framework for Cognitive Diagnostic Assessment. In C. A. Chapelle, Y.R. Chung, & J. Xu (Eds.), *Towards adaptive CALL: Natural language processing for diagnostic language assessment* (pp. 117-131). Ames, IA: Iowa State University.
- Jensen, T. H. (2007). *ASSESSING MATHEMATICAL MODELLING COMPETENCY*. Mathematical Modelling (ICTMA12) Education, Engineering and Economics.
- Lee, Y., Park, Y., and Taylan, D. (2010). A cognitive diagnostic modeling of attribute mastery in Massachusetts, Minnesota, and the U.S. national sample using the IMSS 2007. *International Journal of Testing*, 11, 144-177.
- Leighton, J. P. & Gierl, M. J. (2007). Why Cognitive Diagnostic Assessment. In J. P. Leighton & M. J. Gierl, (Eds) *Cognitive Diagnostic Assessment for Education: Theory and Applications* (pp. 3-18). New York: Cambridge University Press.
- Leighton, J. P., Gierl, M. J. & Hunka, S. M. (2004). The Attribute Hierarchy Method for Cognitive Assessment: A Variation on Tatsuoaka's Rule-Space Approach. *Journal of Educational Measurement*, 41 (3), 205-237.
- Niss, M. Blum, W. & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education, the 14th ICMI study* (pp. 3-32). New York: Springer.
- Niss, M. (2010). Modeling a Crucial Aspect of Students' Mathematical Modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines and A. Hurford (Eds), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*, (ICTMA 13) (pp. 43-60). New York: Springer.

سنجش تشخیصی صلاحیت‌های سواد ریاضی

- Niss, M & Hojgaard, T. (2011). *Competencies and Mathematical Learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark* (Tekster fra IMFUFA, no 485). Roskilde: Roskilde University, IMFUFA.
- OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Retrieved from <http://www.oecd.org/>
- OECD (2009). *Learning Mathematics for Life: A Perspective from PISA*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD Publications.
- Roberts, M. Gierl, M. (2011). *Developing and evaluating score reports for a diagnostic mathematics assessment*. Paper Presented in Symposium titled "Communicating Assessment Results to Particular Audiences" Annual meeting of the American Educational Research Association New Orleans, LA.
- Rupp, A. A., & Templin, J. (2008a). The Effects of Q-matrix Misspecification on Parameter Estimates and Classification Accuracy in the DINA Model. *Educational and Psychological Measurement*, 68, 78-98.
- Rupp, A.A. & Templin, J. (2008b). Unique characteristics of diagnostic classification models: A comprehensive review of the current state-of-the-art. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 6 (4), 219-262.
- Rupp, A.A., Templin, J. & Henson, R.A. (2010). *Diagnostic Measurement, Theory, Methods, and Applications*. New York: The Guilford Press.
- Shu, Z., Henson, R. and Willse, J. (2013). Using Neural Network Analysis to Define Methods of DINAModel Estimation for Small Sample Sizes. *Journal of Classification*, 30, 173-194.
- Snow, R.E., & Lohman, D.F. (1989). Implication of cognitive psychology for education measurement. In R.L. Linn (Ed.), *Educational measurement* (3rd ed., pp. 263-331). New York: Macmillan.
- Stacey, K. (2012). *The International Assessment of Mathematical literacy: PISA 2012 Framework and Items*. 12th International Congress on Mathematical Education. 8 July – 15 July, 2012, COEX, Seoul, Korea.
- Templin, J. & Henson, R.A. (2006). Measurement of Psychological Disorders Using Cognitive Diagnosis Models. *Psychological Methods*, 11(3), 287-305.
- Turner, R. (2010). *Identifying cognitive processes important to mathematics learning but often overlooked*. ACER Research Conference.
- Turner, R. and Adams, R.J. (2012). *Some drivers of test item difficulty in mathematics: an analysis of the competency rubric*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), 13-17 April 2012, Vancouver, <http://research.acer.edu.au/pisa/7/>.
- Turner, R., Dossey, J., Blum, W. and Niss, M. (2013). Using Mathematical Competencies to Predict Item Difficulty in PISA: A MEG Study. In M. Prenzel, M. Kobarg, K. Schöps and S. Rönnebeck (ED), *Research on PISA, Research Outcomes of the PISA Research Conference 2009* (pp. 23-37). New York: Springer Dordrecht Heidelberg.

پی‌نوشت‌ها

- 14. Employ
- 15. Interpret
- 16. Formulation
- 17. Stacey
- 18. Hojgaard
- 19. Assessment Used for Learning and as Learning Process
- 20. Assessment of Learning Outcomes
- 21. Jang
- 22. Ashman & Conway
- 23. علت انتخاب سن ۱۵ سالگی این است که در اغلب کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، سن ۱۵ سالگی پایان آموزش اجباری است.
- 24. Mathematical Process
- 25. Cognitive Competencies

[۱] این مقاله، مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول است.

- 1. Mthematical Modelling Competency
- 2. Jensen
- 3. Niss, Blum and Galbraith
- 4. Assumptions
- 5. Cognitive Competencies
- 6. Turner, Dossey, Blum and Niss
- 7. Cognitive Diagnostic Measurement
- 8. Stakeholders
- 9. Rupp, Templin & Henson
- 10. Gierl, Wang & Zhou
- 11. Programme for International Students Assessment (PISA)
- 12. Mathematics Literacy
- 13. Formulate

67. Roberts & Gierl
68. Bradshaw, Iz's'ak, Templin and Jacobson
69. Attribute Hierarchy Method
70. Scholastic Aptitude Test (SAT)
71. Basic Arithmetic Operation Skills
72. Knowledge about the Property of Factors
73. Applying the Rules of Factoring
74. Hierarchy Consistency Index
۷۵. صلاحیت استفاده از ابزار و وسایل ریاضی، مورد نظر پژوهشگران این پژوهش نبود.
76. Rubric
۷۷. برای نهایی کردن سؤال‌ها، توصیه راب و تمپلین (۲۰۰۸ ب) مبنی بر تعداد سؤال‌ها در یک آزمون شناختی تشخیصی متعادل که بین ۲۰ تا ۴۰ سؤال است، در نظر گرفته شد و مجموعاً ۲۰ سؤال انتخاب شد.
۷۸. مراحل طراحی آزمون و چگونگی انتخاب سؤال‌های نهایی، در مقاله دیگری آمده است.
79. Nonidentifiability
80. Shu, Henson and Willse
81. Diagnostic Measurement, Theory, Methods, and Applications. (2010)..Rupp, A.A., Templin, J. & Henson, R.A.
82. Probability Proportional to Size (PPS)
83. Deterministic Inputs, Noisy And-Gate (DINA)
84. Junker and Sijtsma
85. Parsimonious
86. Deterministic
87. Conjuuactive
88. Stochastic
89. De La Torre
90. Slipping
92. Guessing
93. Douglas
94. R Software
۹۵. آر، یک زبان برنامه‌نویسی و محیط نرم‌افزاری برای محاسبات آماری و تحلیل داده از جمله مدل‌سازی خطی و غیرخطی، آزمون‌های کلاسیک آماری، تحلیل سری‌های زمانی، خوشه‌بندی و غیره است، که بر اساس زبان‌های اس و اسکیم پیاده‌سازی شده است. این نرم‌افزار بازمتن، به طور رایگان از طریق سایت اصلی آن یعنی www.r-project.org قابل دانلود است. امکان توسعه قابلیت‌های آر، با افزودن بسته‌های ایجادشده توسط کاربران آن، یکی از ویژگی‌های مهم این نرم‌افزار است. در این پژوهش، از بسته‌ای تحت عنوان مدل‌سازی شناختی (Cognitive Diagnosis Modeling) که توسط روبیتز و همکارانش تهیه شده و در سایت <https://sites.google.com/site/alexanderrobitzsch/software> قابل دسترسی است، برای تحلیل در محیط آر، استفاده شده است.
96. Posterior Probability
97. Huebner
98. Mutually Exclusive and Exhaustive
99. Misspecification of the Q-Matrix
100. Overestimation
26. Content
27. Context
28. Competencies
29. Communication
30. Modelling
31. Representation
32. Thinking and Reasoning
33. Argumentation
34. Problem posing and solving
35. Using symbolic, formal and technical language and operations
36. Use of aids and tools
37. Mathematising
38. Reasoning and Argument
39. Devising strategies for solving problems
40. Using mathematical tools
41. Turner
42. Adams
43. Change and Relationships
44. Space and Shape
45. Quantity
46. Uncertainty
۴۷. در ادبیات سنجش شناختی تشخیصی از واژه خصیصه (Attribute) برای توصیف ویژگی‌های مکنون آزمودنی‌ها استفاده می‌شود. باتوجه به این‌که در این پژوهش، صلاحیت‌های شناختی نقش ویژگی‌های مکنون دانش‌آموزان را ایفا می‌کنند، به‌منظور یکسان‌سازی واژه‌ها در این نوشتار به جای واژه خصیصه از صلاحیت استفاده می‌شود.
48. Cognitive Psychology
49. Leighton
50. Hunka
51. Snow & Lohman
52. Educational Psychometric Measurement Models
۵۳. یک متغیر مکنون (Latent Variable)، متغیری آماری است که نمایانگر ویژگی مکنون غیرقابل مشاهده پاسخ‌دهندگان (صلاحیت) است.
54. Corroboration
55. Frederiksen, Glaser, Lesgold & Shafto
56. Nichols
57. Chipman & Brennan
58. Diagnostic Classification Models
۵۹. در صورت داشتن یک فضای مکنون k بعدی (مجموعه k صلاحیتی)، که همگی دوازده‌گانه باشند، 2^k کلاس مکنون (یا الگوی صلاحیت) وجود دارد. هر کلاس مکنون، برداری ترکیبی از مقادیر مختلف k صلاحیت است.
60. Q-Matrix
61. Compensatory
62. Inductive Approach
63. Reverse-engineered Approach
۶۴. در ادبیات سنجش شناختی تشخیصی، از واژه Retrofit نیز به جای مهندسی معکوس استفاده می‌شود.
65. Lee, Park, and Taylan
66. Basokcu, Ogretmen, & Kelecioğlu

فرا تحلیل روابط راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی

■ جواد مصرآبادی*
■ الهام عرفانی آداب**

چکیده:

در این پژوهش که با بهره‌گیری از روش فرا تحلیل انجام گرفته به ترکیب عددی نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در کشور، در زمینه رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی فراگیران پرداخته شده است. جامعه آماری فرا تحلیل پژوهش‌های در دسترس مرتبط با رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی در داخل کشور است که در بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ منتشر شده‌اند. براساس ملاک‌های تعریف شده ورود و خروج پژوهش‌های اولیه و نیز تحلیل حساسیت، ۵۹ اندازه اثر از ۲۵ مطالعه اولیه مورد بررسی قرار گرفتند. بعد از بررسی ملاک‌های ورود و خروج، یافته‌های کمی پژوهش‌های منتخب با نرم‌افزار $\square\square\square$ ویرایش ۲، تحلیل شدند. نتایج نشان داد که راهبردهای یادگیری بر عملکرد حل مسئله ریاضی فراگیران تأثیر معناداری داشته است و طبق ملاک کوهن میزان اندازه اثر ترکیبی رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی در حد متوسط به بالا ($\square\square = 0/44$) است. براساس نتایج تحلیل‌های ناهمگنی، جنسیت و روش پژوهش به عنوان متغیرهای تعدیل‌کننده بررسی شدند. نتایج دو آزمون $\square$ مستقل نشان داد که اندازه اثر رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی بین دختران و پسران تفاوت معناداری با هم ندارد، ولی اندازه‌های اثرهای پژوهش‌های آزمایشی به‌طور معناداری بیشتر از پژوهش‌های همبستگی است. به‌طور خلاصه براساس نتایج این فرا تحلیل می‌توان نتیجه گرفت که آموزش راهبردهای یادگیری و تشویق فراگیران به استفاده از این راهبردها می‌تواند بر پیشرفت تحصیلی آن‌ها در حل مسئله درس ریاضی تأثیر چشمگیری داشته باشد.

فرا تحلیل، راهبردهای یادگیری، راهبردهای شناختی و فراشناختی، عملکرد حل مسئله ریاضی.

کلید واژه‌ها:

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۱۰/۲۲ □ تاریخ شروع بررسی: ۹۲/۱۲/۲۵ □ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۵/۱۵
* دانشجوی روان‌شناسی تربیتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان Mesrabadi@azaruniv.edu.com
** دانشجوی دکتری روان‌شناسی تربیتی دانشگاه تبریز erfani.er88@gmail.com

مقدمه

یکی از نخستین علوم بشری دانش ریاضیات است. در کشور ما نیز دانشمندان مطرحی از گذشته‌های دور تا به حال ابداعات و یافته‌های برجسته‌ای در این زمینه داشته‌اند. ریاضیات یعنی یافتن راه‌حل برای مسائل (تلا^۱، ۲۰۰۸) و علمی است که به مطالعه اعداد، اشکال، اشیا و نسبت‌ها می‌پردازد (آکین سولا، ۲۰۰۷) و در برگرنده تکنیک‌هایی برای پاسخ‌دهی به مسائل کمی است. امروزه کاربرد ریاضیات تنها به مشاغل مرتبط با ریاضی و آمار، و یا به عنوان درسی که دانش‌آموزان ملزم به گذراندن آن باشند، محدود نیست. بلکه با پیشرفت فناوری، ریاضیات در حوزه‌های مختلف زندگی بشری وارد شده است (مارتین^۳، ۲۰۰۰). در همین راستا آموزش ریاضیات در سال‌های اخیر، در جهان، مورد توجه بوده و پژوهش‌های متعددی در مورد عوامل مؤثر بر بهبود فرایند یاددهی-یادگیری ریاضیات انجام شده است. نگی کیونگ، یونگ و هوئه^۴ (۲۰۰۷) در این زمینه معتقدند که در قرن بیست و یکم آموزش ریاضیات نه تنها برای یادگیری خود این علم بلکه برای رویارویی با مسائل جهان واقعی، پرورش مهارت‌های تفکر خلاق و ترویج روش‌های سازنده یادگیری ضرورت دارد. عمق دانش ریاضیات یک فرد سطح دقت تصمیمات او را تعیین می‌کند؛ این بدان معناست که شخص زمانی می‌تواند به خوبی در جامعه عمل کند که دارای دانش خوبی از ریاضیات به خصوص در عصر اطلاعات باشد (تلا، ۲۰۰۸).

یادگیری ریاضیات نیازمند مهارت‌های ذهنی مختلفی است که در این میان مهارت حل مسئله اهمیت خاصی در ریاضیات دارد؛ به طوری که تعداد زیادی از مردم آن را مترادف با ریاضی می‌دانند. حل مسئله به معنای درگیر شدن با موضوع پیچیده‌ای است که راه‌حل آن مشخص نیست (آکین سولا، ۲۰۰۸). یکی از اهداف اصلی آموزش و یادگیری ریاضیات، رشد دادن توانایی خود برای حل دامنه وسیعی از مسائل پیچیده ریاضی است. حل مسئله ریاضیات در واقع به فراگیران درک عمیقی از ریاضیات می‌دهد (شونفلد^۵، ۱۹۹۲). طبق نظر گوین، چاکراوگلو و آکان^۶ (۲۰۰۹) در سال‌های اخیر بر مهارت حل مسئله تأکید بیشتری شده و در پژوهش‌های متعدد برای بهبود این مهارت الگوهایی نیز طراحی شده است.

با این وجود، حل مسائل ریاضیات برای فراگیران معمولاً دشوار است. برای حل مسئله نه تنها لازم است فراگیران اطلاعاتی را از ذهن خود بازیابی نمایند بلکه بایستی جواب را به شیوه‌ای نو بنویسند (ژانگ، سوانسون و مارکولیدس^۷، ۲۰۱۱). بدون شک عوامل بسیاری در عملکرد ریاضی فراگیران تأثیر دارند. از جمله این عوامل، که در پژوهش‌های زیادی مورد بررسی قرار گرفته، راهبردهای یادگیری است. راهبردهای یادگیری شیوه‌هایی نظام‌مند هستند که به وسیله یادگیرندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این راهبردها باعث درک عمیق و وسیع از مطالب خوانده شده می‌شوند و شامل به کارگیری بعضی رفتارها، افکار و عملکردها در طول یادگیری با هدف کسب اطلاعات

بیشتر و ذخیره‌سازی دانش‌های جدید در حافظه و ارتقای مهارت‌ها می‌باشند (کرت، پارلا و هاین،^۵ ۲۰۰۶). در تعریفی دیگر، راهبردهای یادگیری تدابیری تلقی شده‌اند که برای کمک به فرایند رمزگردانی و یادآوری مورد استفاده قرار می‌گیرند (به نقل از تونسری،^۶ ۲۰۰۹). وینشتاین^۷ و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان می‌کنند که راهبردهای یادگیری شامل فعالیت‌ها و فرایندهای عاطفی، انگیزشی، فراشناختی، شناختی و رفتاری است که فهم، یادگیری و پردازش معنادار همچون انسجام و یکپارچگی دانش جدید در حافظه را تسهیل می‌نماید. راهبردهای یادگیری شامل تقسیم‌بندی‌های مختلفی در متن‌های تخصصی روان‌شناسی تربیتی هستند. در یک دسته‌بندی آشنا، سیف (۱۳۸۹) این راهبردها را به راهبردهای شناختی و راهبردهای فراشناختی تقسیم کرده است.

راهبردهای شناختی برای یادگیری محتوا و اطلاعات متن، و راهبردهای فراشناختی برای نظارت بر راهبردهای شناختی به‌کار می‌روند (رویانتو^۸، ۲۰۱۲). راهبردهای شناختی به راهبردهایی که دانش‌آموزان برای یادگیری، یادآوری و درک مطلب از آن‌ها استفاده می‌کنند، اشاره دارد. به عبارت دیگر، راهبردهای شناختی اقدام‌هایی هستند که یادگیرنده به کمک آن‌ها اطلاعات تازه را برای پیوند دادن و ترکیب کردن اطلاعات قبلاً آموخته‌شده و ذخیره‌سازی آن‌ها در حافظه درازمدت آماده می‌کند (سیف، ۱۳۸۹). راهبردهای شناختی نیز دارای اقسامی است. این راهبردها برحسب کمترین تا بالاترین میزان کارایی و عمقی بودن به سه دسته راهبردهای تکرار یا مرور، بسط یا گسترش و سازماندهی تقسیم می‌شوند (کیسیسی و اردوغان^۹، ۲۰۰۹).

هرچند که راهبردهای شناختی لازمه یادگیری بهینه هستند؛ اما بدون استفاده از راهبردهای فراشناختی و به صرف کاربست راهبردهای شناختی، نمی‌توان انتظار توفیق زیادی داشت. به بیان وایلی و گاس^{۱۰} (۲۰۰۷) فراشناخت کلیدی است برای توانایی شناختی، که به فرد اجازه می‌دهد تا افکارش را کنترل و بازسازی کند، لذا نقش اساسی در یادگیری ایفا می‌کند. دانش‌آموزان با راهبردهای فراشناختی ادراکات خود را ارزیابی می‌کنند و درمی‌یابند که چه مقدار زمان برای مطالعه کردن نیاز دارند تا برنامه نتیجه‌بخشی را برای پرداختن به مطالعه انتخاب کنند. همچون شناخت، فراشناخت نیز پدیده‌ای تک‌بعدی نیست، بلکه مفهومی چندوجهی است که دربرگیرنده دانش، فرایندها و راهبردهایی است که شناخت را ارزیابی، نظارت یا کنترل می‌کند (ولس^{۱۱}، ۲۰۰۹). سیف (۱۳۸۹) راهبردهای اصلی فراشناخت را سه دسته، شامل راهبردهای برنامه‌ریزی، راهبردهای نظارت و ارزشیابی و راهبردهای نظم‌دهی می‌داند.

در مورد تأثیر راهبردهای فراشناختی بر حل مسئله سوانسون (۱۹۹۰) این سؤال را مطرح کرد: که آیا کودکان پایه‌های چهارم و پنجم با سطوح بالای دانش فراشناختی در مورد حل مسئله می‌توانند استعداد پابینشان را جبران نمایند؟ نتایج بررسی او نشان داد که بدون توجه به سطح استعداد، کودکانی که دارای دانش فراشناختی بالاترند از کودکان دارای دانش فراشناختی پایین‌تر در حل مسئله

بهرتر عمل می‌کنند. در پژوهش دیگری کالدو- الوار (۱۹۹۵، به نقل تیونگ، ۲۰۰۳)، پیشرفت درس ریاضی را در دانش‌آموزان با مهارت‌های فراشناختی و دانش‌آموزان بدون این مهارت مورد بررسی قرار داد و دریافت، کسانی که تحت آموزش مهارت‌های فراشناختی قرار گرفتند در حل مسئله ریاضی نسبت به دانش‌آموزان آموزش ندیده پیشرفت بیشتری را نشان می‌دهند. بنابراین می‌توان به نقش راهبردهای فراشناختی بر پیشرفت درس ریاضی پی برد.

در دو دهه اخیر پژوهش‌های زیادی در زمینه رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی انجام شده، اما نتایج یکسانی حاصل نشده است. مثلاً بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در مورد رابطه بین راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی به این باور منجر شده است که استفاده از این راهبردها (شناختی و فراشناختی) سهم مؤثری در عملکرد حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان دارد (هافمن و اسپاتاریو^{۱۵}؛ ۲۰۰۸؛ روزین‌واج^{۱۶}؛ ۲۰۰۳؛ تنونگ^{۱۷}؛ ۲۰۰۳؛ دسوئت و رویز و بیس^{۱۸}؛ ۲۰۰۱؛ هال^{۱۹}؛ ۱۹۹۹؛ هوک^{۲۰} و همکاران، ۱۹۹۷؛ کاردل- الوار^{۲۱}؛ ۱۹۹۵؛ به نقل از تیونگ، ۲۰۰۳؛ عاشوری و همکاران، ۱۳۹۱؛ صمدی، ۱۳۸۷؛ راوندی، ۱۳۸۶؛ سلیمان‌نژاد، ۱۳۸۶؛ احمدی، ۱۳۸۵؛ سلیمان‌نژاد و شهرآرای، ۱۳۸۰؛ ولی‌نژاد، ۱۳۷۹؛ صنعتی، ۱۳۷۸).

با وجود این یافته‌ها، پژوهش‌هایی نیز وجود دارند که نشان می‌دهند راهبردهای یادگیری بر بهبود یادگیری فراگیران تأثیری ندارد. به‌عنوان مثال طاهری خراسانی (۱۳۷۸) همبستگی اندکی ($r=0/05$) را بین راهبردهای یادگیری (شناختی و فراشناختی) و پیشرفت ریاضی دختران یافته است. همچنین احمدی ده قطب‌الدینی (۱۳۸۹) بین راهبردهای یادگیری سطح پایین با توانایی حل مسئله ریاضی دانش‌جویان همبستگی کم (در حد $r=-0/03$) را مشاهده نمود که معنادار نبود. سیف، لطیفیان و بشاش (۱۳۸۵) بین راهبردهای یادگیری توصیفی- تلخیصی (مرور ذهنی و سازمان‌دهی) با پیشرفت تحصیلی در درس ریاضی همبستگی اندکی ($r=0/10$) یافتند که طبق معیار کوهن^{۲۲} (۱۹۸۸) این میزان رابطه بسیار کم است.

با گسترش پژوهش‌های مربوط به رابطه راهبردهای یادگیری با حل مسئله ریاضی برای نتیجه‌گیری از یافته‌ها لازم است این نتایج جمع‌بندی و خلاصه شود. یکی از شیوه‌های دقیق تجمع نتایج عددی پژوهش‌ها شیوه فراتحلیل^{۲۳} است. فراتحلیل به مجموعه‌ای از روش‌های آماری گفته می‌شود که به‌منظور ترکیب نتایج مطالعات مستقل آزمایشی و همبستگی که دارای پرسش‌های پژوهشی یکسانی درباره یک موضوع واحد بوده‌اند، انجام می‌گیرد و به یک برآورد و نتیجه واحد منجر می‌شود. فراتحلیل برخلاف روش‌های پژوهش سنتی، از خلاصه‌های آماری مطالعات منفرد به‌عنوان داده‌های پژوهشی استفاده می‌کند (هومن، ۱۳۸۷). در خارج از کشور چندین فراتحلیل در زمینه راهبردهای یادگیری انجام شده است. به‌عنوان نمونه در پژوهش فراتحلیل شارلوت، گرهارد و هانس پیتر^{۲۴} (۲۰۰۸) با بیش از ۲۶۳ اندازه اثر از ۴۸ پژوهش، استفاده از راهبردهای یادگیری

خودتنظیم در موفقیت یادگیری دانش‌آموزان تأثیر زیادی داشته است ($ES = 0/73$).

به‌طور مشخص در حوزه ریاضیات نیز جاکوبز و هرسکامپ^{۲۵} (بی‌تا) به بررسی تأثیر مداخلات آموزشی راهبردهای یادگیری در کلاس‌های درس ریاضیات در یک مطالعه فراتحلیل پرداختند. این فراتحلیل به بررسی مطالعات سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ شامل ۶۹ اندازه اثر از ۴۰ پژوهش پرداخت که بر روی ۶۸۱۷ دانش‌آموز انجام شده بود. نتایج این فراتحلیل نشان داد که آموزش راهبردهای یادگیری تأثیر معناداری بر پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان دارد ($ES = 0/58$). همچنین نشان داد مطالعاتی که از ابزارهای استاندارد نشده جهت ارزشیابی ریاضی استفاده کرده‌اند؛ دارای اندازه اثر بزرگ‌تری - نسبت به مطالعاتی که از ابزار استاندارد شده استفاده کرده‌اند - بودند. از دیگر نتایج پژوهش این بود که بین آموزش مستقیم و آموزش غیرمستقیم راهبردهای یادگیری، تفاوت معناداری از نظر توانایی ریاضی دانش‌آموزان وجود ندارد.

هرچند ممکن است نتایج پژوهش‌های اولیه و مبانی نظری این پژوهش‌ها خوانندگان را اغوا کند که رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی را مسلم فرض کنند، اما نتایج متناقض تعدادی از پژوهش‌ها (هر چند اندک) و فلسفه و اخلاق علمی حکم می‌کند که با در نظر گرفتن نتایج جمیع پژوهش‌ها یک بار دیگر به این سؤال پاسخ دهیم که آیا راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی رابطه دارند؟ تفاوت پاسخ این فراتحلیل به سؤال حاضر، نسبت به پژوهش‌های منفرد، در اطمینان بالای پاسخی است که ناشی از پژوهش‌های متعدد در شرایط و جوامع آماری متفاوت است. بنابراین با عنایت به این یافته‌های متناقض می‌توان این سؤال را مطرح کرد که: راهبردهای یادگیری تا چه میزان بر عملکرد حل مسئله ریاضی فراگیران تأثیر دارند؟

یکی از مسائل دیگر در این زمینه، که به‌نظر می‌رسد نقش تأثیرگذاری در یافته‌ها داشته باشد، نوع روش تحقیق استفاده‌شده برای بررسی رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی است. اساساً انواع روش‌های تحقیق، به جهت ویژگی‌های روش‌شناختی خود، دارای توان‌های متفاوت کنترل واریانس (افزایش واریانس آزمایشی و کمینه کردن واریانس خطا) هستند. این حوزه از پژوهش از محدود زمینه‌هایی است که با روش‌های مختلف پژوهشی (همبستگی، علی-مقایسه‌ای، نیمه‌آزمایشی، شبه‌آزمایشی و آزمایش کامل) در آن می‌توان به تحقیق پرداخت. ممکن است محدودیت‌هایی که روش تحقیق از لحاظ شیوه نمونه‌گیری، نوع اندازه‌گیری و ابزار، میزان کنترل‌های تحقیق و روش‌های آماری به پژوهش تحمیل می‌کند ناخواسته روابط بین دو متغیر راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین بایستی به این سؤال پاسخ داد که آیا رابطه بین راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی تحت تأثیر نوع روش تحقیق قرار دارد یا نه. چنین سؤالی طبعاً از طریق یک فرایند فراتحلیل قابل پاسخگویی است. همچنین در زمینه نقش تفاوت‌های جنسیتی بر رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله

ریاضی نیز پژوهش‌های زیادی انجام گرفته است؛ اما محققان نتایج یکسانی را به دست نیاورده‌اند. به گفته ژنگ ژو^{۲۶} (۲۰۰۷) که با مروری بر پژوهش‌های انجام شده به بررسی نقش تفاوت‌های جنسیتی در الگوهای حل مسئله ریاضی پرداخت در چند دهه گذشته پژوهش‌های مختلف به طور مکرر نقش تفاوت‌های جنسیتی را در عملکرد ریاضیات گزارش کرده‌اند (گالاگر^{۲۷}، ۱۹۹۰؛ گالاگر و دلیسی^{۲۸}، ۱۹۹۴؛ هاید، فنما و لامون^{۲۹}، ۱۹۹۰؛ رویر^{۳۰} و همکاران، ۱۹۹۹؛ ویلینگام و کوله^{۳۱}، ۱۹۹۷؛ به نقل از ژنگ ژو، ۲۰۰۷). برخی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که مردان عملکرد بهتری در ریاضیات نسبت به زنان داشته‌اند (ماکوبی و جاکلین^{۳۲}، ۱۹۷۴؛ فنما و کارپنتر^{۳۳}، ۱۹۸۱؛ هالپرن^{۳۴}، ۲۰۰۰؛ به نقل از ژنگ ژو، ۲۰۰۷). اما کاپلان و کاپلان^{۳۵} (۲۰۰۵) در پژوهشی نشان دادند که ارتباط بین جنسیت و عملکرد ریاضی بسیار ضعیف است. بنابراین سؤال دیگری که فراتحلیل حاضر قصد پاسخ به آن را دارد این است که: آیا بین راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی فراگیران با جنسیت آن‌ها تعامل وجود دارد؟

با در نظر گرفتن دو مسئله مطرح شده، هدف اصلی این فراتحلیل تعیین اندازه اثر ترکیبی رابطه بین راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی است. در کنار این هدف اصلی به دو هدف فرعی نیز پرداخته شده است. در این فراتحلیل همچنین به تعیین نحوه تعامل نوع روش تحقیق و جنسیت آزمودنی‌ها بر روابط بین راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی پرداخته می‌شود. یافته‌های این فراتحلیل می‌تواند در درجه اول تناقض‌های موجود در این حوزه پژوهشی را برطرف نماید. همچنین با توجه به قابل آموزش بودن راهبردهای یادگیری در صورت بزرگ بودن میزان رابطه راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی می‌توان با اطمینان بیشتری آموزش این روش‌ها را توصیه نمود. در درجه آخر برای نظریه پردازان حوزه آموزش ریاضی خلاصه‌ای کامل از پژوهش‌های اخیر در مورد موضوع را فراهم می‌سازد.

■ روش پژوهش

در این پژوهش از روش فراتحلیل استفاده شد. چنان‌که قبلاً اشاره کردیم، فراتحلیل به تحلیل‌های آماری اشاره می‌کند که برای ترکیب یافته‌های کمی یک مجموعه از مطالعات انجام می‌گیرد (برنشتاین، هگز، هیگنز، رشتاین^{۳۶}، ۲۰۰۹). در این فراتحلیل یافته‌های پژوهش‌های اولیه در قالب یک شاخص کمی برگردان می‌شود. برای این که یافته‌های آماری پژوهش‌های مختلف با هم قابل ترکیب شوند؛ لازم است ابتدا این مقادیر به شاخصی با مقیاس مشترک تبدیل شوند. پرکاربردترین روش ترکیب نتایج عددی پژوهش‌ها در فراتحلیل‌ها اندازه اثر است. اندازه اثر شاخصی است که حضور پدیده مورد نظر در جامعه را نشان می‌دهد، یا اندازه‌ای است که مبین غلط بودن فرضیه صفر است (کوهن، ۱۹۸۸). اندازه اثر، نتایج هر تحقیق را به صورت نمرات استاندارد (Z) نشان می‌دهد که شاخصی

از شدت اثر کاربندی یا تفاوت بین گروه‌ها است. روش‌های گوناگونی برای محاسبه اندازه اثر وجود دارد. اما به طور کلی برای اندازه‌های اثر دو خانواده عمده وجود دارد: خانواده r و خانواده d . اندازه‌های اثر خانواده r در مورد یافته‌های مربوط به همبستگی‌ها و اندازه‌های اثر خانواده d در موقعیت‌هایی که پژوهش‌ها تفاوت‌ها را بررسی می‌کنند، به کار می‌روند. با توجه به این که فراتحلیل حاضر در برگیرنده پژوهش‌های اولیه‌ای از هر دو نوع اصلی روش تحقیق (همبستگی و تفاوتی) بودند؛ از ضریب همبستگی پیرسون به عنوان شاخص r و از بین انواع شاخص‌های d از شاخص g هگز^{۳۷} استفاده شد. دلیل استفاده از این شاخص نسبت به d کوهن یافتن مقدار سوگیری اندازه‌های اثر در نمونه‌های کوچک در شاخص g نسبت به شاخص d است. با توجه به این که اندازه اثر به صورت نمرات استاندارد نشان داده می‌شود، در صورت رعایت این پیش فرض که توزیع اندازه‌های اثر نرمال است، می‌توان آن را برحسب نمرات درصدی تفسیر کرد. کوهن (۱۹۸۸) یک طبقه‌بندی کلی تفسیری برای اهمیت نسبی اندازه‌های اثر ارائه داده است که برای اندازه اثرهای خانواده d ، مقادیر $۰/۲$ ، $۰/۵$ و $۰/۸$ و برای اندازه‌های اثر خانواده r ، مقادیر $۰/۱$ ، $۰/۳$ و $۰/۵$ به ترتیب نشانگر اندازه‌های اثر کوچک، متوسط و بزرگ هستند.

■ جامعه آماری و نمونه آماری

واحد تحلیل در فراتحلیل، یافته‌های کمی پژوهش‌های دیگر است. در این فراتحلیل، جامعه آماری آن دسته از پژوهش‌های در دسترس مرتبط با رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی در داخل کشور است که در بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ منتشر شده‌اند. بر این اساس جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه پایان‌نامه‌های مقاطع کارشناسی ارشد و دکترا، پژوهش‌های انجام یافته توسط دستگاه‌های اجرایی و پژوهش‌های چاپ شده در مجلات علمی-پژوهشی معتبر بود که با روش‌های مختلف پژوهشی شامل همبستگی، علی-مقایسه‌ای، آزمایشی یا نیمه‌آزمایشی به بررسی روابط بین راهبردهای یادگیری (شناختی و فراشناختی) با عملکرد حل مسئله ریاضی پرداخته بودند.

با توجه به گستردگی جامعه آماری پژوهش، لازم بود نمونه‌های مورد نیاز در یک چارچوب نمونه‌گیری انتخاب شوند. تدوین چارچوب از این جهت ضروری به نظر می‌رسید که امکان اجرای عملی فراتحلیل با توجه به محدودیت‌های پژوهش برای محقق فراهم شود. جهت تعیین نمونه آماری پژوهش حاضر سه چارچوب نمونه‌گیری تعریف شد:

الف. مقالات پژوهشی تمام متنی که در بانک‌های اطلاعاتی رایانه‌ای قابل دستیابی بودند. این بانک‌های اطلاعاتی عبارت بودند از مرکز اسناد و مدارک علمی ایران (IranDoc)، پایگاه جهاد دانشگاهی کشور (SID)، سایت خصوصی بانک مجلات ایران (Magiran) و مرکز

پژوهش‌های کامپیوتری علوم اسلامی (Noormags).

ب. پایان‌نامه‌های دانشجویی، که از طریق کتابخانه‌های دانشگاه‌های معتبر شهر تهران (شامل دانشگاه‌های علامه طباطبائی، تربیت معلم، تهران، الزهرا (س)، تربیت مدرس، شهید رجایی و شهید بهشتی) و دانشگاه‌های سایر شهرهای بزرگ (دانشگاه‌های تبریز، فردوسی، شهید چمران اهواز، شیراز و اصفهان) قابل دسترس بودند.

ج. طرح‌های پژوهشی طرف قرارداد با چند دستگاه دولتی (شامل پژوهشکده کاربردی تعلیم و تربیت تبریز و پژوهشگاه مطالعات تعلیم و تربیت).

برای انتخاب پژوهش‌های اولیه از سه چارچوب نمونه‌گیری بالا، ابتدا با مرور پیشینه پژوهشی، کلیدواژه‌های معتبری را به منظور استفاده در جست‌وجوی پژوهش‌های اولیه تعیین نمودیم. این کلیدواژه‌ها عبارت بودند از: راهبردهای یادگیری، راهبردهای شناختی، راهبردهای فراشناختی، یادگیری خودتنظیم، یادگیری خودنظم داده شده، یادگیری خودگردان، شناخت، فراشناخت، استراتژی‌های یادگیری، یادگیری خودنظم بخش، خودانضباطی، شیوه‌های مطالعه، پیشرفت تحصیلی، آموزش ریاضی و عملکرد حل مسئله ریاضی. پس از مشخص شدن کلیدواژه‌ها، برای انتخاب پژوهش‌های اولیه براساس یک سری ملاک‌های ورود و خروج، پژوهش‌های مورد نظر انتخاب شدند. ملاک‌های ورود پژوهش‌ها به فراتحلیل عبارت بود از:

الف. مقالات و پژوهش‌های چاپ شده بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹.

ب. مقالات و پژوهش‌هایی که با روش‌های کمی (همبستگی، علی مقایسه‌ای، آزمایشی و نیمه‌آزمایشی و عناوین معادل این روش‌ها) به بررسی رابطه آموزش راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی پرداخته بودند.

ج. پژوهش‌ها بایستی داده‌های کافی را برای محاسبه اندازه اثر می‌داشتند.

د. نتایج پژوهش به صورت مقاله کامل به صورت آن لاین یا به طور کامل چاپ شده از آرشیو کتابخانه‌ها در دسترس بوده باشند.

ه. از پژوهش‌های دانشجویی تنها به پایان‌نامه‌های مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری بسنده شد.

جست‌وجوی دستی طبق ملاک‌های ورود بالا براساس کلیدواژه‌های ذکر شده از سه چارچوب نمونه‌گیری منجر به شناسایی ۳۲ مطالعه گردید. این مطالعات به اشکال مختلف دارای عناوینی بودند که به بررسی روابط راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی پرداخته بودند. چون تعدادی از این مطالعات برای ورود به تحلیل نهایی مناسب نبودند، با توجه به ملاک‌های خروج زیر تعدادی از این پژوهش‌ها از فرایند تحلیل خارج شدند:

الف. پژوهش‌هایی که یکی از اطلاعات لازم برای محاسبه اندازه اثر را گزارش نداده بودند.

ب. مقالاتی که برگرفته از پایان‌نامه‌ها بودند که اطلاعات آن‌ها از پایان‌نامه مربوطه جمع‌آوری شد.

ج. پژوهش‌ها یا پایان‌نامه‌های مشابه که با عناوین مختلف عیناً به دو مؤسسه یا دانشگاه ارائه شده بودند.

د. پایان‌نامه‌هایی که علاوه بر دانشگاه جهت حمایت مالی به مؤسسات دیگر ارائه شده بودند.
هـ. پژوهش‌هایی که از کفایت لازم برخوردار نبودند یا دارای ضعف‌های روش‌شناختی جدی بودند.
و. پژوهش‌هایی که پس از تحلیل حساسیت^{۳۸} دارای مقدار خطای بزرگ بودند.

براساس ملاک‌های خروج بالا تعداد ۸ پژوهش حذف و در مجموع ۲۵ مطالعه که دارای شرایط علمی و روش‌شناختی مناسب بودند، برای ورود به فراتحلیل انتخاب شدند. لازم به ذکر است از آنجا که در بعضی پژوهش‌ها دو یا چند متغیر مستقل و یا تعدیل‌کننده وارد شده بود ۵۹ اندازه اثر از این ۲۵ مطالعه به دست آمد.

■ ابزار گردآوری اطلاعات

در این پژوهش جهت فراهم آوردن اطلاعات مورد نیاز، فرم کاربرگ فراتحلیل توسط محقق طراحی شد و گزارش پژوهش‌های اولیه در این فرم‌ها ثبت گردید. این ابزار با توجه به اطلاعات مورد نیاز از پژوهش‌های اولیه از سه بخش اطلاعات کتاب‌شناختی، اطلاعات روش‌شناختی و اطلاعات لازم برای محاسبه اندازه اثر تهیه شد. در بعد کتاب‌شناختی اطلاعاتی چون عنوان کار، نوع اثر، نویسنده، محل و تاریخ چاپ، مقطع و... تدارک دیده شد. از لحاظ روش‌شناختی فضاهایی برای ثبت اطلاعاتی چون ویژگی‌های نمونه و روش‌های نمونه‌گیری، اطلاعات ابزار، نوع روش تحقیق و تعداد گروه‌ها و روش‌های آماری مورد استفاده در نظر گرفته شد. همچنین در این فرم فرضیه‌ها یا سؤال‌های پژوهشی، مقادیر توصیفی و استنباطی یافته‌ها و سطوح معناداری ثبت شدند.

■ یافته‌ها

برای تحلیل داده‌ها از اندازه اثر g هگز برای هر پژوهش اولیه، اندازه اثر ترکیبی با دو مدل اثرات ثابت و تصادفی^{۳۹}، نمودار قیفی^{۴۰}، تحلیل حساسیت، آزمون همگنی^{۴۱} و آماره نمونه امن از تخریب^{۴۲} (S-F) و آزمون t مستقل استفاده گردید. این نکته قابل ذکر است که رویکرد مورد استفاده در این پژوهش جهت جمع‌آوری اطلاعات و محاسبه اندازه اثر رویکرد هانتر و اشمیت است. کلیه محاسبات مربوط به فراتحلیل با استفاده از نرم‌افزار CMA^{۴۳} ویرایش ۲ و جهت بررسی معناداری تفاوت اندازه‌های اثر با آزمون t مستقل از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ استفاده شد.

جدول ۱. اطلاعات عمومی مربوط به پژوهش‌های اولیه

نمونه	محل اجرا	سال نشر	پژوهشگر (ان)
۴۰	تهران	۱۳۷۷	ابراهیمی قوام‌آبادی
۴۲۷	رفسنجان	۱۳۸۹	احمدی ده‌قطب‌الدینی
۸۰	زنجان	۱۳۸۵	احمدی
۲۵۰	بیله سوار	۱۳۸۹	اسلامی
۸۰	تبریز	۱۳۷۸	صنعتی
۶۰	اسلامشهر	۱۳۸۹	ورزدار
۲۱۷	سنقر	۱۳۷۵	کریمی
۶۰	شیراز	۱۳۷۵	جاهدی
۳۸۹	تهران	۱۳۸۴	محسن‌پور
۴۰۰	تهران	۱۳۸۷	حجازی، نقش و سنگری
۶۰	شهریار	۱۳۷۶	درویزه، خسروی و جاهدی
۱۷۱	شیراز	۱۳۸۵	سیف، لطیفیان و بشاش
۱۲۰	تهران	۱۳۸۳	صمدی
۲۸۰	چاپاره	۱۳۷۹	ولی‌نژاد
۶۰	خرم‌آباد	۱۳۸۳	زرین‌جویی
۱۸۰	اصفهان	۱۳۸۵	سبحانی‌نژاد و احمد عابدی
۱۵۰	تهران	۱۳۸۰	سلیمان‌نژاد و شهرآرای
۱۱۱	خوی	۱۳۸۶	سلیمان‌نژاد
۱۸۰	تهران	۱۳۸۲	آزاد عبدالله‌پور
۱۱۸	فارس	۱۳۸۴	فولادچنگ
۷۲	ورامین	۱۳۸۸	شهرستانی
۲۴	شهری	۱۳۸۰	یوسفی، پورشنه و یوسفی لویه
۹۶	آذربایجان غربی	۱۳۸۶	راوندی
۱۸۱	تهران	۱۳۸۷	صمدی
۲۹۱	شیراز	۱۳۷۸	طاهری خراسانی

فراوان تحلیل روابط راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی

در جدول ۱ اطلاعات عمومی مربوط به ۲۵ پژوهش اولیه که از یافته‌های آن‌ها در فراتحلیل استفاده شده، ارائه شده است. این پژوهش‌ها به روش‌های همبستگی، علی-مقایسه‌ای و آزمایشی به بررسی رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی پرداخته بودند. این نکته حائز اهمیت است که در فرایند جمع‌آوری اطلاعات، محقق به دنبال پژوهش‌هایی بود که در طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ به بررسی دو متغیر رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی پرداخته‌اند؛ اما متوجه شد که در عمل از سال ۶۹ تا سال ۷۴ در مورد رابطه این دو متغیر پژوهشی انجام نشده، بلکه اولین پژوهش درباره این موضوع در سال ۱۳۷۵ انجام شده است.

جدول ۲. اندازه‌های اثر حاصل از پژوهش‌های اولیه قبل از تحلیل حساسیت

اندازه اثر	مطالعه	اندازه اثر	مطالعه
۰/۵۶*	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۰/۷۸*	عبداله‌پور (۱۳۸۲) ●
۰/۴۷*	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۲/۱۱*	صنعتی (۱۳۷۸) ●
۰/۰۶	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵) ●	۱/۹۲*	صنعتی (۱۳۷۸) ●
۰/۵۰*	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۰/۷۰	کریمی (۱۳۷۵)
۰/۴۵*	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۱/۰۱*	کریمی (۱۳۷۵)
۳/۴۲*	سلیمان نژاد (۱۳۸۶) ●	۰/۲۲	کریمی (۱۳۷۵)
۷/۱۸*	سلیمان نژاد (۱۳۸۶) ●	۰/۰۲	کریمی (۱۳۷۵)
۰/۱۲*	سلیمان نژاد (۱۳۸۶)	۱/۲۸*	سلیمان نژاد و شهرآرای (۱۳۸۰) ●
۱/۲۸*	ابراهیمی قوام‌آبادی (۱۳۷۷) ●	۰/۷۴*	اسلامی (۱۳۸۹)
۰/۳۷*	ابراهیمی قوام‌آبادی (۱۳۷۷)	۰/۱۱	طاهری خراسانی (۱۳۷۸)
۱/۷۳*	ابراهیمی قوام‌آبادی (۱۳۷۷) ●	۰/۶۲*	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)
۳/۲۲*	یوسفی، پوشنه و یوسفی (۱۳۸۰) ●	۰/۱۸	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)
۲/۲۰*	صمدی (۱۳۸۷) ●	۰/۳۷*	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)
۰/۳۵*	شهرستانکی (۱۳۸۸)	۰/۱۷	سبحانی نژاد و عابدی (۱۳۸۵)

جدول ۲ (ادامه) اندازه‌های اثر حاصل از پژوهش‌های اولیه قبل از تحلیل حساسیت

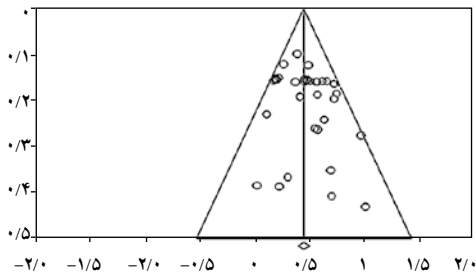
مطالعه	اندازه اثر	مطالعه	اندازه اثر
درویزه، خسروی و جاهدی (۱۴۶)	۰/۸۳	راوندی (۱۳۸۶)	۱/۱۵*
احمدی (۱۳۸۵)	۷/۱۵*	راوندی (۱۳۸۶)	۱/۰۱*
احمدی (۱۳۸۵)	۵/۴۱*	عبداله‌پور (۱۳۸۲)	۰/۶۵*
جاهدی (۱۳۸۵)	۱/۱۳*	ولی‌نژاد (۱۳۷۹)	۰/۵۷*
فولادچنگ (۱۳۸۴)	۰/۵۷*	سیف، لطیفیان و بشاش (۱۳۸۵)	۰/۹۷*
ورزدار (۱۳۸۹)	۰/۵۷*	سیف، لطیفیان و بشاش (۱۳۸۵)	۰/۹۸*
زرین‌جویی (۱۳۷۳)	۰/۰۶	سیف، لطیفیان و بشاش (۱۳۸۵)	۰/۴۹*
محسن‌پور (۱۳۸۴)	۰/۹۸*	سیف، لطیفیان و بشاش (۱۳۸۵)	۰/۲۶*
ولی‌نژاد (۱۳۷۹)	۰/۷۲*	احمدی ده قطب‌الدینی (۱۳۸۹)	۰/۰۴
ولی‌نژاد (۱۳۷۹)	۱/۰۹*	احمدی ده قطب‌الدینی (۱۳۸۹)	۰/۷۲*
سبحانی‌نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۰/۸۶*	عبداله‌پور (۱۳۸۲)	۰/۴۵*
سبحانی‌نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۰/۴۸*	صمدی (۱۳۸۳)	۰/۱۸
سبحانی‌نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۰/۴۷*	حجازی، نقش و سنگری (۱۳۸۷)	۰/۱۰
اسلامی (۱۳۸۹)	۱/۳۵*	سبحانی‌نژاد و عابدی (۱۳۸۵)	۰/۳۹*
طاهری خراسانی (۱۳۷۸)	۰/۵۵*		

● مطالعاتی که دارای تورش انتشار می‌باشند و در ادامه تحلیل از جریان فراتحلیل خارج شدند.
* اندازه اثر معنادار

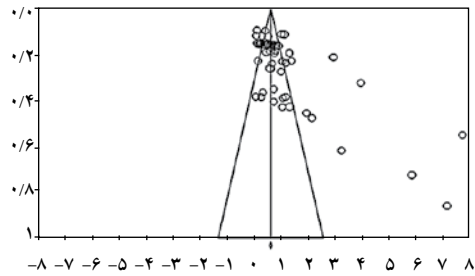
از پژوهش‌های اولیه جدول ۱ تعداد ۵۹ اندازه اثر محاسبه گردید. دلیل زیاد بودن اندازه‌های اثر نسبت به پژوهش‌های وجود متغیرهای تعدیل‌کننده (مانند جنسیت) و یا متغیرهای متعدد مربوط به عملکرد حل مسئله ریاضی بود. جدول ۲ اندازه‌های اثر ترکیبی پژوهش‌های مربوط به راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی را قبل از تحلیل حساسیت ارائه می‌دهد. با توجه به اطلاعات این جدول ۴۷ اندازه اثر معنادار و ۱۲ اندازه اثر غیرمعنادار هستند که با علامت * نشان داده شدند. پس از

فرا تحلیل روابط راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی

تحلیل حساسیت که در ادامه فرایند آن توضیح داده خواهد شد؛ مطالعات دارای سوگیری انتشار^{۴۴} از جریان فرا تحلیل خارج شدند که با علامت ● در جدول ۲ مشخص گردیده‌اند.



شکل ۲. نمودار قیفی سوگیری انتشار بعد از تحلیل حساسیت



شکل ۱. نمودار قیفی سوگیری انتشار قبل از تحلیل حساسیت

با عنایت به این که یکی از پیش فرض‌های اصلی فراتحلیل نبود سوگیری انتشار است پیش از بررسی نتایج، ابتدا یافته‌های مربوط به بررسی این پیش فرض ارائه می‌شود. سوگیری انتشار به چاپ نشدن پژوهش‌های مرتبط با موضوع فراتحلیل مربوط است که دارای یافته‌های غیرمعنادار هستند. در این فراتحلیل برای بررسی تورش انتشار از دو شیوه گرافیکی (نمودار قیفی) و یک شاخص آماری (تعداد امن از تخریب) استفاده شد.

در نمودارهای قیفی، محور افقی نشانگر مقادیر اندازه‌های اثر پژوهش‌های اولیه و محور عمودی خطای معیار آن‌ها است. سوگیری انتشار براساس نمودار قیفی زمانی قابل تشخیص است که نقاط، در اطراف نمودار، به شکل متقارن پراکنده نشده باشند که این ناشی از مقادیر بسیار بزرگ اندازه اثر و نیز خطاهای معیار بزرگ آن‌هاست (مانند شکل ۱). با مشاهده شکل (۱) مشخص شد که تعدادی از پژوهش‌ها دارای اندازه‌های اثر نامتعارف و پرت هستند و همین‌ها نمودار را نامتقارن ساخته‌اند. با حذف ۲۳ اندازه اثر نمودار قیفی شکل (۲) حاصل شد که نسبت به نمودار (۱) متقارن‌تر است. همچنین براساس شاخص تعداد امن از تخریب پس از ورود ۲۰۰۴ اندازه اثر غیرمعنادار به فراتحلیل اندازه اثر ترکیبی محاسبه شده غیرمعنادار می‌شد. بنابراین با حذف ۲۳ اندازه اثر افراطی از ۵۹ اندازه اثر اولیه تعداد ۳۶ اندازه اثر باقی ماند و در تحلیل‌های بعدی فقط از این اندازه اثر استفاده شد.

جدول ۳. اندازه‌های اثر ترکیبی اثرات ثابت و تصادفی مربوط به رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی

مدل	تعداد اندازه اثر	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار Z	مقدار P
				حد پایین	حد بالا		
ثابت	۳۶	۰/۴۳	۰/۰۳	۰/۳۸	۰/۴۹	۱۴/۹۶	۰/۰۰۱
تصادفی	۳۶	۰/۴۴	۰/۰۳	۰/۵۰	۰/۳۷	۱۳/۴۰	۰/۰۰۱

با توجه به این که هدف اصلی هر فراتحلیل ترکیب شاخص‌های عددی پژوهش‌های اولیه در قالب یک شاخص کلی است در جدول ۳ اندازه‌های اثر ترکیبی یا خلاصه بر اساس دو مدل ثابت و تصادفی برای ۳۶ اندازه اثر ارائه شده است. غالب فراتحلیل‌ها بر دو مدل آماری مدل اثر ثابت و مدل اثرات تصادفی مبتنی هستند. در مدل اثر ثابت فرض می‌شود که یک اندازه اثر واقعی وجود دارد که زیربنای همه تحلیل‌هاست و همه تفاوت‌های اندازه‌های اثر مشاهده شده در پژوهش‌های اولیه ناشی از خطای نمونه‌گیری است. در مقابل، در مدل اثرات تصادفی فرض می‌شود اندازه اثر واقعی از پژوهشی به پژوهش دیگر در حال تغییر است. یکی از علل اصلی این تغییر وجود متغیرهای مداخله‌کننده در روابط بین متغیر مستقل و وابسته است (برنشتاین و همکاران، ۲۰۰۹). همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این فراتحلیل برای مدل‌های ثابت و تصادفی مقادیر اندازه‌های اثر ترکیبی حاصل از ۳۶ اندازه اثر به ترتیب برابر با ۰/۴۳ و ۰/۴۴ است. هر دو این اندازه‌های اثر از لحاظ آماری معنادار هستند ($0/001 \leq P$). برای این که مدل نهایی فراتحلیل حاضر مشخص شود بایستی یک مجموعه تحلیل‌های ناهمگنی^{۴۵} برای اطمینان از وجود متغیرهای تعدیل‌کننده انجام گیرد. در صورت وجود ناهمگنی در اندازه‌های اثر پژوهش‌های اولیه مدل تصادفی انتخاب می‌شود و فرض می‌شود که در جامعه آماری ماهیت روابط بین متغیر مستقل و وابسته، تحت تأثیر متغیرهای تعدیل‌کننده تغییر می‌یابد.

جدول ۴. شاخص‌های ناهمگنی اندازه‌های اثر در بین تحقیقات اولیه

سطح معناداری	درجه آزادی	مجذور I	Q کوکران
۰/۰۲	۳۵	٪۸۵	۵۸/۳۹

در جدول ۴ نتایج بررسی ناهمگنی اندازه‌های اثر در بین پژوهش‌های اولیه براساس شاخص Q کوکران ارائه شده است. مقدار شاخص Q برابر با ۵۸/۳۹ است که از لحاظ آماری معنادار است ($P \leq 0/05$) که نشانگر تفاوت واقعی بین اندازه‌های اثر پژوهش‌های اولیه است. با توجه به محدودیت شاخص Q از لحاظ معناداری - هرچه تعداد اندازه‌های اثر بیشتر شود توان آزمون برای رد همگنی بیشتر می‌شود- فراتحلیل گران استفاده از مجذور I را توصیه کرده‌اند (برنشتاین و همکاران، ۲۰۰۹). این شاخص دارای مقداری از صفر تا ۱۰۰ درصد است که مقدار ناهمگنی را به صورت درصد نشان می‌دهد. نتایج مجذور I نشان می‌دهد که بالای ۸۵ درصد از پراکنش موجود در نتایج پژوهش‌های اولیه واقعی و ناشی از وجود متغیرهای تعدیل‌کننده است که بر طبق معیار هیگنز^{۴۶} و همکاران (۲۰۰۳) نشان‌دهنده ناهمگنی بالا در پژوهش‌های اولیه است. براساس هر دو شاخص ناهمگنی،

فرا تحلیل روابط راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی

مشخص شد که متغیرهای تعدیل‌کننده در روابط بین دو متغیر راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی نقش معناداری دارند و بنابراین مدل تصادفی به عنوان مدل فراتحلیل انتخاب شد و اندازه اثر ترکیبی همان مقدار $0/44$ در نظر گرفته شد.

با مسلم شدن نقش متغیرهای تعدیل‌کننده، در ادامه به تحلیل‌های بیشتر در مورد نقش و شدت تعامل متغیرهای تعدیل‌کننده نوع روش تحقیق (همبستگی و آزمایشی) و جنسیت پرداخته شد. لازم به ذکر است که در این تحلیل‌ها نیز نتایج بر طبق مدل‌های تصادفی گزارش شده است؛ چراکه تحلیل‌های ناهمگنی نشان داد که اندازه‌های اثر داخل خود این متغیرهای تعدیل‌کننده هم ناهمگن هستند. با توجه به وجود ناهمگنی در داخل پژوهش‌های اولیه فقط نتایج مربوط به مدل تصادفی ارائه می‌شود.

جدول ۵. اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی براساس نوع روش تحقیق

روش پژوهش	تعداد اندازه اثر	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	مقدار z	مقدار t	مقدار p
آزمایشی	۱۶	$2/28^*$	$0/41$	$5/51$	$2/87$	$0/011$
همبستگی	۴۳	$0/54^*$	$0/06$	$9/46$		

نتایج فراتحلیل نشان داد اندازه اثر ترکیبی با مدل تصادفی در پژوهش‌هایی که با روش آزمایشی (آزمایش کامل، شبه‌آزمایشی و نیمه‌آزمایشی) به بررسی اثربخشی آموزش راهبردهای یادگیری بر عملکرد حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پرداخته‌اند، $2/28$ به دست آمد؛ در حالی که در پژوهش‌های همبستگی رابطه این دو متغیر $0/54$ مشاهده شد. جهت بررسی معناداری تفاوت در اندازه‌های اثر مشاهده شده این دو نوع پژوهش‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد. نتایج این تحلیل نشان داد که میانگین پژوهش‌هایی که در آن‌ها از روش آزمایشی استفاده شده بود نسبت به پژوهش‌هایی که در آن‌ها از روش‌های همبستگی استفاده شده بود؛ به‌طور معناداری بیشتر بود.

جدول ۶. اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی رابطه راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی براساس نوع جنسیت آزمودنی‌ها

جنسیت	تعداد اندازه اثر	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	مقدار z	مقدار t	مقدار p
دختران	۱۱	$1/58^*$	$0/39$	$4/07$	$0/83$	$0/41$
پسران	۱۷	$1/04^*$	$0/15$	$6/88$		

اندازه اثر ترکیبی نشان داد که رابطه بین راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی در دختران بیشتر از پسران است. برای دختران ۱۱ و برای پسران ۱۷ اندازه اثر وارد شد و در

دیگر پژوهش‌ها نتایج تحلیل‌ها براساس کل آزمودنی‌ها بدون تفکیک جنسیت ارائه شده بود که آن پژوهش‌ها در این قسمت تحلیل نشدند. اندازه اثر ترکیبی با مدل تصادفی در دختران $1/58$ و در پسران $1/04$ به دست آمد. دوباره لازم به ذکر است که تحلیل‌های ناهمگنی مشخص کرد که اندازه‌های اثر رابطه راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی در داخل دو گروه جنسیتی ناهمگن است. جهت بررسی معناداری تفاوت دختران و پسران در اندازه‌های اثر مشاهده شده از آزمون t مستقل استفاده شد و نتایج نشان داد تفاوت دختران و پسران معنادار نیست. به عبارت دیگر میزان رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی در دختران و پسران اختلاف معناداری با هم ندارد.

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

در بررسی سؤالات این پژوهش داده‌های کمی مطالعاتی که با روش‌های همبستگی یا آزمایشی به بررسی رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی پرداخته بودند تحلیل گردید تا بتوان به یک اندازه اثر ترکیبی در مورد روابط بین این دو متغیر و نقش متغیرهای تعدیل‌کننده روش تحقیق و جنسیت رسید. نتایج نشان داد که آموزش و کاربست راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی فراگیران رابطه معنادار و مثبتی داشته است ($E = 0/43$) و باعث بهبود عملکرد تحصیلی آن‌ها شده است.

در تبیین یافته پژوهش حاضر و یافته سایر پژوهشگران مبنی بر رابطه راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی می‌توان گفت یادگیری ریاضی تابع اصولی مبتنی بر راهبردهای یادگیری است که توجه به آن‌ها فراگیری را آسان می‌سازد. برای نمونه ریاضیات دارای مفاهیم و روابطی است که لازم است از طریق تکرار یاد گرفته شوند. همچنین مطالب ریاضی موضوعاتی بسط‌پذیر و مرتبط به هم هستند؛ از این رو می‌توان نقش راهبردهای بسط را مدنظر قرارداد که بین موضوعات ارتباط برقرار می‌کنند و اطلاعات موجود را با دانش قبلی افراد پیوند می‌زنند. راهبردهای سازمان‌دهی نیز ساختارهای مفهومی ایجاد می‌کنند که با دانش قبلی افراد گره می‌خورد و به واسطه آن ارتباط‌هایی بین اجزای مختلف یک موضوع یادگیری برقرار می‌شود. در مورد تأثیر راهبردهای فراشناختی، سوانسون (۱۹۹۰) نشان داد که بدون توجه به سطح استعداد، کودکان دارای دانش فراشناختی بالاتر، از کودکان دارای دانش فراشناختی پایین‌تر در حل مسئله بهتر عمل می‌کنند. در پژوهش دیگری کالدو-الوار (۱۹۹۵)، به نقل تیونگ، (۲۰۰۳) دریافت، کسانی که تحت آموزش مهارت‌های

فراشناختی قرار گرفتند در حل مسئله ریاضی نسبت به دانش‌آموزان آموزش ندیده پیشرفت بیشتری را نشان دادند. بنابراین می‌توان به نقش راهبردهای فراشناختی بر پیشرفت درس ریاضی پی برد.

طبق تحلیل‌های ناهمگنی این پژوهش، مشخص شد که در رابطه دو متغیر راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی متغیرهای تعدیل‌کننده‌ای وجود دارد که بر رابطه این دو متغیر تأثیر دارند. ناهمگنی بین اندازه‌های اثر بین مطالعات نخست می‌تواند ناشی از این موضوع باشد که تعاریف عملیاتی و شیوه‌های سنجش یا ارائه متغیرهای مستقل و وابسته در پژوهش‌های مختلف متفاوت بوده است و دوم این که اگر آزمودنی‌ها در مطالعات مختلف به گونه وسیعی متفاوت باشد، نتایج حاصل از آن‌ها نیز ممکن است با هم متفاوت باشد. از سوی دیگر ممکن است، مطالعات دارای طرح‌های مختلف بوده و حتی از لحاظ روش شناختی متفاوت باشند. به همین دلیل نقش جنسیت و روش پژوهش به عنوان متغیرهای میانجی یا تعدیل‌کننده بررسی شد. نتایج نشان داد میزان رابطه راهبردهای یادگیری با عملکرد حل مسئله ریاضی در پژوهش‌هایی که با روش آزمایشی به بررسی موضوع پرداخته‌اند به طور معناداری بیشتر از رابطه این دو متغیر در پژوهش‌های همبستگی است. یکی دیگر از یافته‌های تحلیل ناهمگنی پژوهش این بود که آموزش و کاربست راهبردهای یادگیری در گروه دختران ($E = 1/58$) نسبت به پسران ($E = 1/04$) اندکی بیشتر بر عملکرد حل مسئله ریاضی آن‌ها دارد. با این وجود نتیجه یک آزمون t نشان داد که تفاوت اندازه‌های اثر راهبردهای یادگیری و عملکرد حل مسئله ریاضی در بین دختران و پسران معنادار نیست.

این یافته که اندازه اثر در پژوهش‌های آزمایشی بیشتر از پژوهش‌های همبستگی است، نشانگر تأثیر نوع روش تحقیق بر اندازه اثر مشاهده شده است. بزرگی اندازه اثر در پژوهش‌های آزمایشی ناشی از قوت روش شناختی پژوهش‌های آزمایشی در به حداکثر رساندن واریانس متغیر آزمایشی و در کمینه کردن واریانس خطاست. بخش دیگری از نتایج نشان داد که وقتی جنسیت آزمودنی‌ها دختر انتخاب می‌شود اندازه اثر مقداری بیشتر (هرچند غیر معنادار) از شرایطی است که پسران به عنوان آزمودنی استفاده می‌شوند. این تفاوت شاید به این فرض ناآزموده مربوط باشد که دختران در موقعیت‌های پژوهشی مشارکت بیشتر و واقع‌گرایانه‌تری نسبت به پسران دارند.

■ پیشنهادها ■

با عنایت به یافته‌های این فراتحلیل و مبانی نظری و تجربی حامی نتایج، توصیه می‌شود آموزش مهارت‌های شناختی - فراشناختی به‌طور همزمان یکی از اولویت‌های برنامه درسی مدارس و مؤسسات آموزشی در آموزش محتوای ریاضی باشد. با توجه به اندازه اثر بزرگ پژوهش‌های آزمایشی استفاده از این نوع پژوهش‌ها دقیق‌تر از پژوهش‌های همبستگی خواهد بود. همچنین از آنجایی که فراتحلیل به نوعی ارزشیابی کیفیت کار دیگران است و با توجه به تجارب و نتایجی که در این راه به‌دست آمد به کلیه پژوهشگران و علاقه‌مندان این حوزه پیشنهادهایی ارائه می‌گردد:

۱. پژوهشگران نتایج تجزیه و تحلیل فرضیه‌های خود را به‌طور کامل و همراه با سطح معناداری به‌کار رفته برای آزمون‌ها در پژوهش‌ها ذکر نمایند و فقط به ذکر نتایج کلی اکتفا نکنند.

۲. در پژوهش‌ها تعریف عملیاتی دقیق و واضح متغیرها ارائه شود.

۳. در صورت یافتن رابطه بین متغیرهای مورد بررسی، اندازه اثر آن‌ها را نیز محاسبه و در نتایج تحقیق خود ذکر کنند.

۴. از ابزارهایی برای گردآوری داده‌ها در پژوهش خود بهره بگیرند که از روایی و پایایی قابل قبول برخوردارند و مقدار آن‌ها را نیز در پژوهش خود ذکر کنند.
۵. به مطالعه دقیق روش‌های آماری مختلف بپردازند تا قادر به استفاده از مناسب‌ترین و قوی‌ترین آزمون آماری در تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده باشند.

۶. تحلیل گران قبل از استفاده از آزمون‌های آماری، نسبت به برقراری پیش‌فرض‌های اساسی مطمئن شوند.

۷. اصل امانت‌داری و رعایت حقوق دیگران را در پژوهش‌های خود مبنا قرار دهند و از نسخه‌برداری از پژوهش‌های دیگران خودداری کنند. در پژوهش حاضر مشاهده شد تعدادی از پژوهش‌ها دقیقاً از روی پژوهش‌های دیگر رونویسی شده و فقط عنوان آن تغییر یافته است؛ در مواردی نیز دو پژوهش یکسان به دو مرکز با عنوان متفاوت ارائه شده است.

۸. از آنجا که راهبردهای یادگیری بر عملکرد حل مسئله ریاضی تأثیر مثبت و معناداری دارد به معلمان توصیه می‌شود در تدریس این درس راهبرد یادگیری مناسب آن را نیز به دانش‌آموزان آموزش دهند.

۹. به دانش‌آموزان و دانشجویان توصیه می‌شود در فراگیری راهبردهای یادگیری

و مطالعه فعال باشند تا با استفاده از راهبردهای یادگیری مؤثر با صرف کمترین زمان، بالاترین بازده را داشته باشند.

۱۰. به دست‌اندرکاران و مسئولان توصیه می‌شود پژوهش‌های محققان (پایان‌نامه‌ها و مقالات و طرح‌های پژوهشی) را در محیط مجازی به صورت بر خط (آنلاین) در اختیار استفاده‌کنندگان قرار دهند تا فراتحلیل گران نسبت به انجام پژوهش‌های فراتحلیل اقدام نموده و بتوانند با دشواری کمتر و سرعت بالاتر به اطلاعات پژوهش‌ها دسترسی یابند.

۱۱. برنامه‌ریزان درسی می‌توانند در تدوین محتوای کتب درسی راهبردهای یادگیری مناسب درس ریاضی را تعیین نمایند و حتی به صورت دستورالعمل و راهنمای تدریس آن‌ها را در اختیار معلمان و دبیران قرار دهند.

۱۲. مسئولان آموزش و پرورش می‌توانند، در زمینه راهبردهای یادگیری مؤثر، دوره‌های آموزشی ضمن خدمت یا کارگاه‌های آموزشی برگزار نمایند تا میزان آگاهی معلمان نسبت به راهبردهای یادگیری مناسب افزایش یابد.

۱۳. به استادان راهنما، استادان مشاور و ناظران طرح‌های پژوهشی توصیه می‌شود در فرایند اجرای پژوهش نظارت دقیق داشته باشند.

علی‌رغم نتایج فوق، این فراتحلیل دارای محدودیت‌هایی نیز بود که می‌توان به این موارد اشاره کرد: مبهم بودن تعاریف عملیاتی راهبردهای یادگیری در پژوهش‌های مختلف، احتمال گزارش کمتر پژوهش‌های غیرمعنادار. تعدد پژوهش‌ها در این زمینه و عدم امکان دسترسی به همه آن‌ها با توجه به چارچوب نمونه‌گیری، عدم همکاری بعضی مؤسسات و دانشگاه‌ها نسبت به ارائه اطلاعات پژوهش‌ها و طرح‌ها به کسانی که از بیرون مرکز برای استفاده مراجعه کرده‌اند. ناقص بودن اطلاعات مربوط به روش نمونه‌گیری، ابزار، شاخص‌های روایی و پایایی، سال و مکان اجرای پژوهش در بعضی پژوهش‌ها. در این فراتحلیل صرفاً به داده‌های کمی پژوهش‌ها جهت انجام فراتحلیل بسنده شد؛ لذا دقت و صحت این داده‌ها بر عهده مؤلفان پژوهش‌های اولیه است.

منابع (به دلیل محدودیت‌های چاپی فهرست پژوهش‌های اولیه ارائه نشده است).....

- احمدی ده‌قطب‌الدینی، محمد. (۱۳۸۹). رابطه بین وضعیت اقتصادی-اجتماعی خانواده، راهبردهای یادگیری و توانایی حل مسئله ریاضی در میان دانشجویان. برنامه‌ریزی درسی، دانش و پژوهش در علوم تربیتی، (۲۵)، ۱۳۰-۱۰۱.
- احمدی، محمدسعید. (۱۳۸۵). تأثیر آموزش راهبردهای فراشناختی بر توانایی حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان دختر و پسر منطقه انگوران استان زنجان (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه علامه طباطبائی.
- راوندی، کوروش. (۱۳۸۶). بررسی خودکارآمدی معلم و نقش آن با خودگردانی و پیشرفت درس ریاضی دانش‌آموزان پسر پایه سوم راهنمایی استان آذربایجان غربی در سال ۸۶-۱۳۸۵ (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه تربیت معلم.
- زارعی، حیدرعلی و مرندی، احمد. (۱۳۹۰). ارتباط راهبردهای یادگیری و سبک‌های حل مسئله با پیشرفت تحصیلی. فصلنامه اندیشه‌های تازه در علوم تربیتی، ۳۶(۳)، ۱۱۰-۱۳۰.
- سلیمان‌نژاد، اکبر. (۱۳۸۶). تأثیر آموزش راهبردهای یادگیری خودتنظیمی بر عملکرد حل مسئله ریاضی با توجه به سبک‌های شناختی دانش‌آموزان سال سوم دبیرستان رشته ریاضی (رساله دکترا). دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه تبریز.
- سلیمان‌نژاد، اکبر و شهرآرای، مهرناز. (۱۳۸۰). ارتباط منبع کنترل و خودتنظیمی با پیشرفت تحصیلی. مجله روانشناسی و علوم تربیتی، ۳۱(۲)، ۱۹۸-۱۷۵.
- سیف، دیبا، لطیفیان و مرتضی و بشاش، لعیا. (۱۳۸۵). رابطه خودتنظیمی انگیزشی با راهبردهای یادگیری و پیشرفت تحصیلی در درس ریاضی. مجله روانشناسی، ۱۰(۱)، ۱۲۲-۱۰۶.
- سیف، علی‌اکبر. (۱۳۸۶). روانشناسی پرورشی نوین: روانشناسی یادگیری و آموزش (ویرایش ششم). تهران: دوران.
- صمدی، معصومه. (۱۳۸۷). بررسی تأثیر فوری و تداومی آموزش راهبردهای خودتنظیمی بر خودتنظیم‌گری و حل مسئله ریاضی. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۷(۲۷).
- صنعتی، علی. (۱۳۷۸). بررسی ارتباط دانش فراشناختی، بازبینی فراحفظه‌ای، بازتابی گزاره‌ای و سطح پردازش بر عملکرد حل مسائل کلامی ریاضی دانش‌آموزان پسر سوم راهنمایی شهر تبریز (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه تبریز.
- طاهری خراسانی، پروانه. (۱۳۷۸). بررسی رابطه استفاده از راهبردهای یادگیری خودتنظیم‌یافته با پیشرفت تحصیلی در درس ریاضی و ادبیات در نمونه‌ای از دانش‌آموزان کلاس اول دبیرستان‌های ناحیه ۲ شیراز (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شیراز.
- عاشوری، محمد؛ جلیل آبکنار، سیده سمیه؛ پورمحمد رضای تجریشی، معصومه؛ عاشوری، جمال. (۱۳۹۰). اثربخشی آموزش راهبردهای یادگیری و بازآموزی استنادی بر حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان دارای ناتوانی هوشی تحولی. روانشناسی تحولی. روان‌شناسان ایرانی، ۸(۲۱)، ۲۴۷-۲۵۶.
- ولی‌نژاد، یداله. (۱۳۷۹). بررسی رابطه سبک شناختی وابسته به زمینه و نایسته به زمینه و راهبردهای یادگیری خودتنظیم‌داده‌شده و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان سوم راهنمایی منطقه چاپپاره در سال تحصیلی ۷۹-۱۳۷۸ (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه تبریز.
- هومن، حیدرعلی. (۱۳۸۷). راهنمای عملی فراتحلیل در پژوهش علمی. تهران: سمت.
- Akinsola, M.K., (2008). Relationship of some psychological variables in predicting problem solving ability of in-service mathematics teachers, *The Montana Mathematics Enthusiast*, 5 (1), 79-100.
- Akinsola, M.K., Tella, A. &Tella, A. (2007). Correlates of Academic Procrastination and Mathematics Achievement of University Undergraduate Students. *Eurasia Joral of Mathematics , Science & Technology Education* , 3 (4), 363-370.
- Borenstein, M., Hedges, L, V., Higgins, J, P, T., Rothstein, H, R. (2009). *Introdutiononto Meta-Analysis*. John Wiley & Sons, Ltd, UK.
- Caplan, J. B. and Caplan, P. J. (2005). The perseverative search for sex differences in mathematics abilities. In A. M. Gallagher & J. C. Kaufman (eds.) *Gender Differences in Mathematics: An Integrative Psychological Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Charlotte, D.,Gerhard, B., Hans-Peter, L. (2008). HowPrimary school students learning sterategies most effectively? A meta analysis on self-regulation training programmers. *Educational Research Review*, 3, 101-129.
- Cohen, J. (1988). *statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (Second ed). Hillsdale, N J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Corbett G K, Parrila R, Hein SF. (2006). *learning and study strategies of university student who report a significant history of reading difficult. j Development Disabilities Bulletin*, 34 (1&2), 57-79
- Cuixin ,P. (2012). Self-Regulated Learning Behavior of College Students of Science and Their Academic Achievement. *Physics Procedia*, 3, 1446 – 1450.

- Desoet, A. & Royers, H & Buysse, A. (2001). Metacognition and mathematical problem solving on Grade 3. *Journal of learning disability*, 34 (5), 435-449.
- Feral, J., Valcke, M., & Schuyten, G. (2009). Student model of learning and their impact on study strategies. *Journal of Society for Research in Higher Education*, 34, 185-202.
- Güven, B., Çakiroğlu, Ü., & Akkan, Y. (2009). The gap between expectations and reality: Integrating computers into mathematics classrooms. *Asia Pacific Education Review*, 10 (4), 505-515.
- Haffman, B., & spatariu, A. (2008). The influence of self – efficacy and meta cognitive promoting on math problem solving efficiency. *Contemporary Educational psychology*, 33 (4), 875-893.
- Hall, R. (1999). The organization and development of discursive practices for “having a theory”. *Discourse Processes*, 27 (2), 187-218.
- Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG .(2003) .Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, 6 (7414), 557-560.
- Hoek, D. & Eden, P. & Terwel, J . (1997). The effects of integrated social and cognitive strategy instruction on the mathematics achievement in secondary education. *learning and instruction*, 9, 427-488.
- Jacobse, A.E. Harskamp .E. (2011). *A Meta-Analysis of the Effects of Instructional Interventions on Students' Mathematics Achievement*. Groningen: University of Groningen Publishing
- Kesisi, S., and Erdogan, A. (2009). Predicting college students' mathematics anxiety by motivational beliefs and self-regulated learning strategies. *College Student Journal*, 4, 631-639.
- Martin, M., (2000). *Effective schools in science and mathematics*. IEA's Third International Mathematics and Science Study International Mathematics classroom. Association for the Evaluation of Educational Achievement (Chestnut Hill, MA, Boston College.
- NgeeKiong, P.L., Yong, H.T. & Hoe, L.S. (2007). Mathematics problem solving of from four students. Proceedings of the Redesigning Pedagogy: Culture, Knowledge and Understanding. Conference, Singapore, May 2007.
- Pintrich, R. & DeGroot, v. (1990). Learning Components of Classroom Academic Performance. *Journal of Educational Psychology*, 62 (1), 33-40.
- Royanto, L. R. M. (2012). The Effect of An Intervention Program Based on Scaffolding to Improve Metacognitive Strategies in Reading: A Study of Year 3 Elementary School Students in Jakarta. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, 1601 – 1609.
- Rozenewajg, P. (2003). Metacognitive factors in scientific problem-solving strategies. *European Journal of Education*, 3, 281-294.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching* (pp. 334-370). New York: MacMillan Publishing.
- Tella, A. (2008). Teacher Variables as Predictors of Academic Achievement of Primary School Pupils Mathematics. *International Electronic Journal of Elementary Education* , 1 (1). 1-16.
- Teong, s.k . (2003). the effect of metacognitive training on mathematical word problemsolving, *Journal of computer assisted learning*, 19, 46-55.
- Tuncer, U. (2009). How do monolingual and bilingual language learners differ in use of learning strategies while learning a foreign language? *Social and Behavioral Sciences*, 1, 852-856.
- Weinstein, C. E., Jong, J., & Acee, T. W. (2010). Learning strategies. *Journal of International Encyclopedia of Education*, 323-329.
- Wells, A. (2009). *Metacognitive therapy for anxiety and depression*. New York: the Guilford press.
- wiley, B. ., and guss, C.D. (2007). Meta cognition of problem – solving strategies in Brazil, India, and the United States. *Journal of Cognition and Culture*, 17, 1 (2), 1-25.
- Zheng, X., Swanson, H, L. & Marcoulides, G.A. (2011). Working memory components as predictors of children's mathematical word problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 481-498.
- ZhengZhu (2007). Gender differences in mathematical problem solving patterns: A review of literature. *International Education Journal*, 8 (2), 187-203

پی‌نوشت‌ها

1. Tella
2. Akinsola, Tella & Tella
3. Martin
4. NgeeKiong, Yong, & Hoe
5. Schoenfeld
6. Güven, Çakıroğlu & Akkan,
7. Zheng, Swanson & Marcoulides
8. Corkett, Parrila & Hein
9. Tuncer
10. Weinstein
11. Royanto
12. Kesisi & Erdogan
13. Wiley & Guss
14. Wells
15. Haffman & Spataru
16. Rozeenewajg
17. Teong
18. Desoete, Roeyers & Buysse
19. Hall
20. Hoek
21. Cardell. Elawar
22. Cohen
23. meta analysis
24. Charlotte, Gerhard & Hans- Peter
25. Jacobse & Harskamp
26. Zheng Zhu
27. Gallagher
28. DeLisi
29. Hyde, Fennema, & Lamon
30. Royer
31. Willingham & Cole
32. Maccoby & Jacklin
33. Fennema & Carpenter
34. Halpern
35. Caplan & Caplan
36. Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein
37. Hedges
38. sensitivity analysis
39. random and fixed models
40. funnel plot
41. heterogeneity
42. safe of fail statistic
43. Comprehensive Meta-Analysis
44. publication bias
45. heterogeneity
46. Higgins

شناسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هشتم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

■ مریم اسماعیلی*
■ ابوالفضل رفیع پور**

چکیده:

در این پژوهش با استفاده از داده‌های تیمز ۲۰۱۱، مدل پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هشتم، با توجه به متغیرهای منتخب و استفاده از روش آماری مدل‌سازی خطی سلسله‌مراتبی، ساخته شد. نمونه‌ای که در این تحلیل مورد بررسی قرار گرفت به ترتیب تعداد ۴۸۳۷ دانش‌آموز دختر و پسر و ۲۷۷ مدرسه بود. متغیرها در دو سطح دانش‌آموز و معلم/مدرسه وارد مدل شدند تا قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های پیشرفت ریاضی مشخص شود. پس از تحلیل به روش مدل‌سازی خطی سلسله‌مراتبی، خودپنداره ریاضی، منابع خانه، تعداد کتاب موجود در منزل و ادراک دانش‌آموز نسبت به محیط مدرسه، در سطح دانش‌آموز به‌طور مثبتی پیشرفت ریاضی را پیش‌بینی کردند. همین‌طور در سطح معلم/مدرسه، میزان تجربه معلم و ادراک معلم نسبت به محیط مدرسه، پیش‌بینی‌کننده پیشرفت ریاضی بودند. در نهایت مدل نهایی پیشرفت ریاضی نشان داد که در میان تمام متغیرها، خودپنداره ریاضی قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده ریاضی است و با یک واحد افزایش سطح خودپنداره ریاضی، نمره پیشرفت ریاضی، $46/05$ واحد افزایش پیدا می‌کند. همچنین این مدل به میزان $18/2$ درصد واریانس درون مدرسه و به میزان $16/3$ درصد واریانس بین مدرسه را نسبت به مدل اول کاهش داد.

کلید واژه‌ها:

پیشرفت ریاضی، تیمز ۲۰۱۱، مدل‌سازی خطی سلسله‌مراتبی، خودپنداره ریاضی.

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۹/۹

□ تاریخ شروع بررسی: ۹۲/۱۰/۲۱

□ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۳/۲۷

* دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش ریاضی

** عضو هیئت علمی بخش ریاضی دانشگاه شهید باهنر کرمان و مرکز پژوهشی ریاضی ماهانی..... drafiepour@gmail.com

■ شماره ۵۳
■ سال چهاردهم
■ بهار ۱۳۹۴

مقدمه

تأثیر مهارت‌های ریاضی را می‌توان در سطوح مختلف زندگی دید، از انتخاب نوع بیمه عمر گرفته تا یک توانایی ملی برای رقابت در اقتصاد جهانی همگی به مهارت‌هایی که در بطن آن‌ها دانش ریاضی نهفته است و یک شهروند برای زندگی بهتر به آن‌ها نیازمند است، وابسته‌اند. می‌توان گفت، موفقیت ریاضی دانش‌آموزان همواره همبسته با آینده یک کشور است (وانگ، استرلیند و برجین^۱، ۲۰۱۱) به نقل از بیکر و لتاندر^۲، ۲۰۰۵)، پس تمایل برای درک و شناسایی عواملی که ممکن است رابطه معنادار و سازگاری با موفقیت ریاضی داشته باشد، در میان رهبران ملی، سیاست‌گذاران و آموزشگران، یک امر مرسوم و مشترک است. به عنوان مثال در تیمز^۳ ۲۰۱۱، ۶۳ کشور شرکت داشتند که با همکاری و حمایت انجمن بین‌المللی ارزشیابی پیشرفت تحصیلی^۴ در یک مقیاس وسیع، کمک شد که داده‌هایی غنی (نمره کلی به همراه سایر اطلاعات زمینه‌ای) جمع‌آوری شود. چنین مطالعاتی می‌تواند روشن‌گر بسیاری از عوامل مرتبط با موفقیت ریاضی هم در سطح ملی و هم در سطح بین‌المللی باشد.

شایان ذکر است با وجود در دسترس بودن این داده‌ها برای تمام کشورهای شرکت‌کننده، مطالعات انجام‌شده در این زمینه بسیار اندک است. اغلب این کشورها، کشورهای در حال توسعه هستند که معمولاً نتیجه مطلوبی در آزمون‌های تیمز کسب نکرده‌اند (فان^۵، ۲۰۰۸). کشور ایران هم از این امر مستثنا نیست و شمار پژوهش‌های انجام‌شده با استفاده از این داده‌ها انگشت‌شمار است. شاید فقدان پژوهش‌های صورت‌گرفته در این زمینه نشئت‌گرفته از این دیدگاه باشد که این طرح، فقط میزان پیشرفت دانش‌آموزان در فراگیری ریاضیات و علوم را می‌سنجد، در حالی که مطالعه تیمز، تفاوت‌های برنامه درسی کشورهای شرکت‌کننده، روش‌های تدریس، شیوه ارزشیابی و میزان استفاده از تکنولوژی در کلاس‌های درس را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد (کیامنش، ۱۳۷۹). لذا می‌توان گفت تیمز پاسخ‌نامه سؤال‌های متعدد نظام آموزشی کشورها نسبت به وضعیت ریاضی و علوم خودشان نیست، بلکه آینه‌ای است که از طریق آن می‌توانند نظام آموزشی خود و سایر کشورها را از یک منظر بین‌المللی ببینند. این داده‌ها به ما کمک می‌کنند تا با نگاه جدیدی به جنبه‌هایی از نظام آموزشی خود بنگریم که تا به حال وجود آن‌ها را محرز می‌دانستیم (گویا، ۱۳۸۱، به نقل از پیک، ۱۹۹۷). در حقیقت مطالعات تطبیقی به منزله منبعی برای شناسایی، تحلیل و توضیح شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود در نظام‌های آموزشی کشورهاست. آگاهی از نتایج ملی و بین‌المللی و مقایسه سطوح مختلف آن موجب می‌شود که وضعیت نظام آموزشی کشور خود را از ابعاد مختلف برنامه‌ریزی آموزشی، شاخص‌های اقتصادی، منابع نیروی انسانی، فنی و مدیریتی، مورد مقایسه قرار دهیم.

اینک، با توجه به عملکرد پایین دانش‌آموزان ایرانی در تمام دوره‌های آزمون تیمز، سؤال اساسی اینجاست که چگونه می‌توان عملکرد دانش‌آموزان را در دوره‌های بعد ارتقا بخشید؟ برای پاسخ به این سؤال، قبل از هر چیز، باید علل ضعف این عملکرد به‌طور شفاف و به شکل علمی و عینی مشخص

شناسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هشتم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

شود. پس از آن باید نقطه شروع تحول و اصلاح مؤلفه‌های نظام آموزشی در قالب سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری تعیین شود. در این پژوهش سعی شد عوامل مؤثر بر پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان پایه هشتم ایرانی که در آزمون بین‌المللی تیمز ۲۰۱۱ شرکت کرده بودند، در دو سطح فردی/خانوادگی و مدرسه، کشف شود. علاوه بر این، به سؤال‌های زیر در راستای رسیدن به این هدف پاسخ داده خواهد شد:

۱. چه میزان از واریانس پیشرفت ریاضی را متغیرهای مربوط به سطح ۲ یا سطح معلم و چه میزان از آن را متغیرهای مربوط به سطح ۱ یا سطح دانش‌آموز و خانواده تبیین می‌کنند؟
 ۲. کدام یک از متغیرهای فردی و خانوادگی دانش‌آموز، پیش‌بینی‌کننده پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان هستند؟
 ۳. کدام یک از متغیرهای مربوط به معلم، پیش‌بینی‌کننده پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان هستند؟
 ۴. کدام مدل بیشترین کاهش واریانس پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان را در پی دارد؟
- همچنین به موازات پاسخ به سؤال‌های پژوهش، مدل پیشرفت ریاضی^۶ دانش‌آموزان ایرانی ساخته شد، که در آن از متغیرهای منتخب برآمده از پرسش‌نامه‌های زمینه‌ای دانش‌آموز و معلم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱ استفاده گردید.

پیشینه نظری

پژوهش‌های متنوعی متغیرهای مؤثر در پیش‌بینی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان را شناسایی کرده‌اند، به‌عنوان مثال در پی تلاش برای کشف متغیرهای پیش‌بینی‌کننده موفقیت تحصیلی، محققان مفهوم خودپنداره تحصیلی و در حوزه خاص ریاضی، مفهوم خودپنداره ریاضی را عنوان کردند. این سازه توسط افراد مختلف مورد بررسی قرار گرفته است، اما برای اولین بار، شاولسون مقیاس خودپنداره و خرده مقیاس‌های مربوط به آن را تعریف کرد (مارچ، بالاً و مکدونالد^۷، ۱۹۸۸). به عقیده او خودپنداره، ادراک شخص از خود است. این ادراک از طریق تجربیات و تفاسیر به‌دست آمده فرد از محیط زندگی و به‌خصوص تأثیر گرفته از تقویت‌کننده‌های محیطی و ارزیابی‌های دیگران است، که به فرد منتقل می‌شود (شاولسون و بلوس^۸، ۱۹۸۱). افزایش خودپنداره دانش‌آموز همیشه به‌عنوان یک هدفِ بارز آموزش و به‌عنوان یک میانجی و شاید یک دلیل موفقیت آموزشی به‌شمار می‌رفته است، نظریه‌پردازان خودپنداره اغلب با این موافق‌اند که خودپنداره و موفقیت علمی با یکدیگر رابطه دارند ولی این رابطه علی نیست (شاولسون و بلوس، ۱۹۸۱). پژوهش‌های متعددی خودپنداره را یک پیش‌بینی‌کننده قوی برای موفقیت تحصیلی، اعلام کرده‌اند. به‌عنوان مثال در مطالعه وانگ و همکارانش (۲۰۱۱) که بر روی داده‌های تیمز ۲۰۰۳ پایه هشتم ۴ کشور روسیه، آمریکا، آفریقای جنوبی و سنگاپور و با استفاده از روش مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی^۹ انجام شده بود، خودپنداره ریاضی به‌عنوان قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده

موفقیت ریاضی در هر ۴ کشور گزارش شد. نتایج مشابهی نیز در مطالعه ناگی، وات، اکل، تروتواین، لودک و بومرت^{۱۱} (۲۰۱۱) که روی دانش‌آموزان ۱۲-۷ ساله شهر سیدنی (استرالیا)، ایالت میشیگان آمریکا و یکی از شهرهای آلمان انجام شده بود، به دست آمد، در این مورد پژوهش قاجار، عثمان^{۱۲} و محمدپور (۲۰۱۱) بر مبنای داده‌های تیمز ۲۰۰۳ کشورهای سنگاپور و مالزی نیز گویای همین مطلب بود.

همچنین در مطالعه یوشینو^{۱۳} (۲۰۱۲) که براساس داده‌های تیمز ۲۰۰۷ اثر متغیرهای فردی دانش‌آموز از جمله خودپنداره ریاضی کشورهای آمریکا و ژاپن را مورد مقایسه قرار داده بود، به این نتیجه رسید که اگرچه دانش‌آموزان ژاپنی نمرات بالاتری نسبت به هم‌تایان آمریکایی خود کسب کرده‌اند، ولی این دانش‌آموزان خودپنداره کمتری نسبت به دانش‌آموزان آمریکایی داشتند. نکته جالب توجه این بود که در هر دو کشور خودپنداره ریاضی رابطه مثبتی با موفقیت ریاضی داشت.

از دیگر ساختارهای انگیزشی که پژوهش‌های مختلف، اثرات متفاوت آن را روی پیشرفت ریاضی بررسی کرده‌اند، میزان ارزشی است که دانش‌آموز برای ریاضی قائل است. ارزش نهادن به یادگیری توسط ما و کیشور^{۱۴} (۱۹۹۷) تعریف شد و اشاره به پاسخ عاطفی دانش‌آموز به آسان یا سخت بودن و همچنین اهمیت داشتن یا نداشتن یک موضوع خاص در مدرسه دارد. در ادبیات موجود، ارزش نهادن به یادگیری، نگرش، باورها و یا برداشت نسبت به یادگیری هم اطلاق می‌شود.

در یک مطالعه فراتحلیلی، ما و کیشور (۱۹۹۷) روی ۱۱۳ دانش‌آموز طی سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۳، تأثیرات نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضی روی میزان موفقیت ریاضی آن‌ها را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه نشان داده شد که حدود ۹۰ درصد از مطالعات انجام‌شده رابطه مثبتی را بین نگرش و میزان موفقیت گزارش کرده بودند. شواهد بیشتر مبنی بر وجود رابطه معنادار بین ارزش‌دهی به ریاضی و میزان موفقیت در ریاضی، در پژوهش‌های مارش، هائو و کونگ^{۱۵} (۲۰۰۲) و قاجار و همکاران (۲۰۱۱)، ارائه شده است. در مطالعه‌ای دیگر که در سوئد روی ۳۴۳ دانش‌آموز کلاس هشتم که در تیمز ۲۰۰۳ شرکت کرده بودند، انجام شده بود، ایکلوف^{۱۶} (۲۰۰۷) رابطه بین ۳ متغیر: میزان ارزش‌دهی به ریاضی، خودپنداره ریاضی و انگیزه امتحان، با موفقیت ریاضی را مورد بررسی قرار داد، که نتیجه تحلیل رگرسیونی نشان داد، این سه متغیر در مجموع ۳۱ درصد واریانس نمره پیشرفت ریاضی را تبیین می‌کنند. لازم به ذکر است که برخی مطالعات همبستگی کمی میان نگرش به ریاضی و میزان موفقیت در ریاضی را گزارش کرده‌اند (فان، ۲۰۰۸ به نقل از آبهیلال، ۲۰۰۰) و در برخی از آن‌ها، یک رابطه منفی گزارش شده است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱).

علاوه بر ساختارهای انگیزشی، ادراک دانش‌آموزان از محیط یادگیریشان اهمیت زیادی در میزان یادگیری آن‌ها دارد، و اینکه چه ذهنیتی در مورد تجارب خود در محیط مدرسه دارند از این ادراکات متأثر است. همچنین رابطه مثبت معلم و دانش‌آموز می‌تواند اثرات مثبتی روی رضایت‌مندی دانش‌آموزان

هئاسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هفتم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

داشته باشد و این به نوبه خود روی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان اثرگذار است و حس تعلق به کلاس درس و گروه را در دانش‌آموزان تقویت می‌کند (روسر، میجلی و اوردان^۶، ۱۹۹۶). یکی دیگر از عواملی که پژوهشگران به نتایج متناقضی در رابطه با تأثیرگذاری آن بر پیشرفت ریاضی، رسیده‌اند، متغیر جنسیت است. برخی شواهد از طریق مطالعات پژوهشی نشان‌دهنده تفاوت جنسیتی در پیشرفت ریاضی هستند (پیترسون و فنما^۷، ۱۹۸۵؛ رودریگز^۸، ۲۰۰۴)، به‌طوری‌که در مطالعه پیترسون و فنما (۱۹۸۵) علاوه بر مشاهده این شکاف به نفع مردان، به این نتیجه رسیدند که این تفاوت جنسیتی در پیشرفت تحصیلی در طول زمان افزایش پیدا می‌کند. همچنین برخی یافته‌ها این تفاوت را به‌طور کلی گزارش نکرده‌اند و از این دیدگاه حمایت می‌کنند که پسران عملکردی بهتری در انجام تکالیفی همچون هندسه فضایی و اندازه‌گیری، نسبت به دختران دارند و دختران عملکرد بالاتری در تکالیفی مثل محاسبات، نسبت به پسران دارند (دیویس و کار^۹، ۲۰۰۱).

از طرف دیگر از آنجایی که همیشه این تفکر وجود داشته که دختران در آزمون‌ها از پسران عقب‌تر هستند، بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تفاوت بین دختران با توجه به تفاوت‌های مربوط به سوابق خانواده به حداقل مقدار خود رسیده است (مک‌گرا، لوبینسکی و سترانچس^{۱۰}، ۲۰۰۶). همین‌طور تیمز نشان داده است که تفاوت کلی در میانگین نمرات ریاضیات و علوم بین دختران و پسران وجود ندارد، گرچه این وضعیت از یک کشور به کشور دیگر متفاوت است (مولیس، مارتین، رودک، سولیوان و پرشف^{۱۱} و ۲۰۰۹).

به‌جز عوامل فردی دانش‌آموز، اثر عوامل مربوط به خانواده بر پیشرفت ریاضی نیز در بسیاری از مطالعات مورد توجه پژوهشگران بوده است. نتایج حاصل از مطالعات آموزشی، نقش پیشینه و یا همان سوابق خانواده دانش‌آموزان را که اغلب به‌عنوان موقعیت اجتماعی والدین یا قیّم قانونی آن‌ها شناخته شده است، بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموز نشان داده‌اند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱). تعریف عملیاتی سوابق خانواده در پژوهش‌های مختلف، متنوع است و در هیچ‌یک توافقی بر سر یک تعریف یکتا برای پیشینه خانوادگی وجود نداشته است اما می‌توان مؤلفه‌ها و شاخص‌های مشترکی بین آن‌ها یافت که ترکیب آن‌ها را به‌عنوان مقیاس پیشینه خانوادگی مورد استفاده قرار داد. در اغلب این مطالعات، پیشینه خانوادگی اشاره به آرایه وسیعی از عوامل، اما نه محدود به این جملات دارد: تحصیلات والدین، شرایط اجتماعی و اقتصادی خانواده، منابع آموزشی خانه و تعداد اعضای خانواده.

اما در رابطه با میزان اثرگذاری این عامل بر پیشرفت تحصیلی، مطالعات فولر^{۱۲} (۱۹۸۷)، هاینمن و لاکسلی^{۱۳} (۱۹۸۲) و بخشی از مطالعه وانگ و همکاران (۲۰۱۱) رابطه منفی بین پیشرفت تحصیلی و پیشینه خانوادگی را گزارش کردند، در مطالعه هیمن و لاکسلی (۱۹۸۲) از داده‌های فیس^{۱۴} برای ۱۸ کشور استفاده شد تا رابطه بین عوامل مربوط به خانواده و موفقیت دانش‌آموزان در علوم سنجیده شود، لازم به ذکر است که در این ۱۸ کشور شرکت‌کننده، هم کشور توسعه‌یافته و هم در حال توسعه وجود

داشت.

متناقض با این یافته‌ها، در مطالعه بیکر و همکاران (۲۰۰۲)، رابطه بین پیشینه خانواده و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموز در میان کشورهای مختلف صرف‌نظر از درآمد ملی مشابه بود. در این مطالعات از روش آماری مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی برای تحلیل داده‌ها استفاده شده بود که در مجموع داده‌های ۳۶ کشور شرکت‌کننده در مطالعه تیمز ۱۹۹۵، مورد تحلیل قرار گرفته بود. در مطالعات کیامنش (۲۰۰۵) و اسماعیل و آونگ^{۲۵} (۲۰۰۷) از داده‌های تیمز ۱۹۹۹ به ترتیب مربوط به کشورهای ایران و مالزی استفاده شد تا علل تفاوت دانش‌آموزان در نمرات ریاضی‌شان کشف شود. متغیرهایی که مورد تحلیل قرار گرفت مربوط به خانه، داده‌های جمعیت شناختی و متغیر اجتماعی - اقتصادی بودند که نتایج نشان داد: تحصیلات والدین و منابع کمک آموزشی در خانه اثر قابل توجهی روی پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان دارد.

از دیگر عوامل محیطی تأثیرگذار بر پیشرفت تحصیلی، ویژگی‌ها و رویکرد معلم در کلاس درس است (ریوکین، هانوشک و کین^{۲۶}، ۲۰۰۵؛ رامیرز^{۲۷}، ۲۰۰۶). معمولاً برای اطمینان از صلاحیت معلم عوامل متعددی چون: سطح تحصیلات، داشتن بیش از چند سال تجربه و شرکت در آموزش‌هایی جهت ارتقای کیفیت حرفه معلمی وجود دارد (مولیس و همکاران، ۲۰۰۹ به نقل از مایر، مولنز و مور^{۲۸}، ۲۰۰۰).

برخی از پژوهش‌ها اثر جنسیت، سن و سال‌های تجربه معلمان را بر روی موفقیت دانش‌آموزان مورد بررسی قرار داده‌اند. مطالعات نشان داده است که یادگیری دانش‌آموزان با معلمان باتجربه بیشتر از زمانی است که معلم تجربه چندانی ندارد (لمب و فولرتون^{۲۹}، ۲۰۰۱)، هرچند رابطه بین تجربه و موفقیت ممکن است تحت تأثیر عوامل متعددی باشد.

معلم‌هایی که از شغل و شرایط کاری خود راضی‌اند، انگیزه بیشتری برای تدریس و آمادگی برای آموزش دارند. ناخرسندی ممکن است به دلیل حقوق کم، بیش از حد بودن ساعات تدریس، کمبود تجهیزات و فضای کاری و عدم ارتباط و همکاری با سایر کارکنان آموزشی، باشد. همکاری معلمان با یکدیگر امری ضروری است چراکه هم به توسعه حرفه‌ای معلمان کمک کرده و هم این بستر را به وجود می‌آورد که ایده‌های آموزشی میان معلمان دیگر به اشتراک گذاشته شوند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که اگر معلمان با یکدیگر کار کرده و از تجربیات هم استفاده کنند، یادگیری دانش‌آموزان افزایش پیدا خواهد کرد (مولیس و همکاران، ۲۰۰۹ به نقل ویلان و کسلرینگ^{۳۰}، ۲۰۰۵). نتایج مطالعه‌ای که در مالزی با هدف بررسی اثر توسعه حرفه‌ای معلم بر موفقیت ریاضی دانش‌آموزان ترک شرکت‌کننده در آزمون تیمز ۲۰۰۷ انجام شده بود، حاکی از اثر مثبت این عامل بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان بود (اونال، دمیر و قلیچ^{۳۱}، ۲۰۱۱).

در مجموع، پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که عوامل مختلفی در سطوح متفاوت با پیشرفت

هئاسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هفتم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

ریاضی دانش‌آموزان ارتباط دارند. با این حال یافته‌ها بسته به زمینه‌های تحقیقاتی و مجموعه متغیرهای درگیر در تجزیه و تحلیل متفاوت گزارش شده بودند، اما مرور ادبیات پژوهشی ذکر شده منابع خوبی برای انتخاب متغیرهای پیش‌بینی در پژوهش حاضر به‌شمار می‌رفت و این سؤال را برای پژوهشگران مطالعه حاضر به‌وجود آورد که استفاده از داده‌های تیمز در مورد ایران می‌تواند چه عوامل مرتبطی را با پیشرفت ریاضی تولید کند؟ همچنین از آنجا که ایران در هیچ‌کدام از آزمون‌های تیمز رتبه خوبی را کسب نکرده است و این مطلب نگرانی‌هایی را در پی داشته است، پژوهشگران به دنبال بررسی چرایی این اتفاق هستند، لذا پژوهش حاضر یکی از مسیرهای دستیابی به پاسخ مناسب برای این چرایی است.

روش‌شناسی

جامعه و نمونه مورد بررسی

در این پژوهش جامعه آماری، تمام دانش‌آموزان پایه سوم راهنمایی دختر و پسر ایرانی هستند که در زمان آزمون تیمز ۲۰۱۱ دارای میانگین سنی سیزده سال و نیم بودند. این داده‌ها برگرفته از وب‌سایت رسمی تیمز^{۳۳} است که توسط انجمن بین‌المللی ارزیابی پیشرفت تحصیلی هدایت و توسط مرکز ملی آمار آموزش^{۳۴} نگهداری می‌شوند. این انجمن، مجموعه داده‌ها را به منظور تسهیل کار پژوهشگران، از داده‌های مربوط به عملکرد دانش‌آموزان تمام کشورهای شرکت‌کننده در آزمون تیمز گرفته تا اطلاعات جامع در رابطه با دانش‌آموزان، معلمان و برنامه درسی را در دسترس عموم قرار داده است. روش نمونه‌گیری که در مطالعات تیمز به کار گرفته می‌شود، به صورت نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای است. به این ترتیب که در ابتدا، مدارس به روش پی‌پی‌اس^{۳۴} از فهرست تمام مدارس جامعه مورد مطالعه انتخاب می‌شوند. سپس از این مدارس یک یا چند کلاس از پایه مورد نظر (در اینجا پایه هفتم) انتخاب می‌شود. نمونه‌ای که در سال ۲۰۱۱ (سال تحصیلی ۹۰-۸۹) برای شرکت در مطالعه تیمز انتخاب شد، شامل ۶۰۲۹ دانش‌آموز (۲۸۱۶ دختر و ۳۲۱۳ پسر) و ۲۳۸ معلم ریاضی بود.

ابزار پژوهش

مطالعه تیمز علاوه بر برگزاری آزمون‌های ریاضی و علوم، پرسش‌نامه‌هایی به منظور جمع‌آوری اطلاعات زمینه‌ای از دانش‌آموز، معلم و مدرسه، در میان کشورهای شرکت‌کننده توزیع می‌کند و در هر دوره تلاش دارد که اطلاعات جدیدی را در رابطه با عوامل مهمی که فرایند یاددهی و یادگیری را بهبود می‌بخشند، کشف کرده و در پرسش‌نامه‌های خود لحاظ کند (مولیس و همکاران، ۲۰۰۹).

در مطالعه تیمز ۲۰۱۱ چهار پرسش‌نامه با عنوان پرسش‌نامه دانش‌آموز، معلم، مدرسه و برنامه درسی تهیه شد که در این پژوهش بخش‌هایی از دو پرسش‌نامه دانش‌آموز (قسمت‌های مربوط به ریاضی) و معلم ریاضی مربوط به هشتم بررسی شد. این پرسش‌نامه‌ها حاوی اطلاعات زیر هستند:

● پرسش‌نامه دانش‌آموز: این پرسش‌نامه دارای ۲۱ سؤال است که شامل اطلاعاتی در مورد سوابق جمعیت‌شناختی، منابع خانه، سطح اجتماعی-اقتصادی خانواده، میزان درگیری والدین در تحصیل دانش‌آموز، نگرش دانش‌آموز در رابطه با مدرسه و ریاضی، میزان امنیت دانش‌آموز در مدرسه و خودپنداره ریاضی دانش‌آموز، است. شایان ذکر است که بسته به تفاوت فرهنگی کشورها، برخی سؤال‌ها و یا برخی از گزینه‌های سؤال‌ها، در اختیار پژوهشگران هر کشور قرار گرفته‌اند که در صورت عدم تطابق با عوامل فرهنگی و آموزشی کشور بتوانند آن‌ها را حذف و یا در صورت لزوم گزینه‌هایی را اضافه کنند. مثلاً برای سؤال «شما کدام یک از وسایل زیر را در خانه دارید؟» ۱۱ گزینه وجود دارد که از این تعداد ۵ تای آن‌ها ثابت (رایانه، میز تحریر، کتاب غیردرسی، اتاق شخصی و اینترنت) و بقیه بسته به شرایط هر کشور متفاوت است.

● پرسش‌نامه دبیر ریاضی: این پرسش‌نامه شامل ۳۰ سؤال است که علاوه بر اطلاعات جمعیت‌شناختی مثل سن و جنسیت شامل اطلاعاتی است درباره میزان تحصیلات، ادراک معلم از محیط مدرسه و کلاس، تعامل با همکاران، منابع آموزشی که تحت اختیار دارد و مباحث عمده‌ای که در کلاس ریاضی به آن‌ها پرداخته می‌شود.

متغیرهای مورد بررسی این پژوهش برگرفته از قسمت‌هایی از این دو پرسش‌نامه است. انتخاب متغیرها نیز براساس پژوهش‌های انجام‌شده در کشورهای مختلف و با توجه به نتایج متنوعی که حاصل شده است، می‌باشد.

● اندازه‌گیری متغیرها

در این پژوهش متغیرهای مستقل در دو سطح مجزای دانش‌آموز و معلم مورد بررسی قرار گرفتند. متغیرهای سطح دانش‌آموز شامل جنسیت، تعداد کتاب موجود در منزل، منابع خانه، تحصیلات والدین، خودپنداره ریاضی، ادراک دانش‌آموز نسبت به محیط مدرسه و ارزش‌دهی به ریاضی بود. همچنین متغیرهای مربوط به معلم شامل تعداد سال‌های تجربه، میزان تحصیلات، ادراک معلم نسبت به جو مدرسه و تعامل معلم با همکاران بود که برای تمامی این متغیرها سؤال‌هایی به صورت جدا برای سنجش آن‌ها در نظر گرفته شده بود. از میان ۱۱ متغیری که در دو سطح مورد بررسی قرار گرفت، ۵ متغیر تعداد کتاب موجود در منزل، منابع خانه، خودپنداره ریاضی، ادراک دانش‌آموز نسبت به محیط مدرسه، ارزش‌دهی به ریاضی، مربوط به سطح ۱ و ۲ متغیر ادراک معلم نسبت به محیط مدرسه و تعامل معلم به همکاران، مربوط به سطح ۲ از نوع متغیرهای ترکیبی بودند، به این معنا که هر متغیر ترکیبی متشکل از چندین گویه بود که این گویه‌ها در کنار یکدیگر یک مقیاس را می‌ساختند. لازم به ذکر است که این مقیاس‌ها توسط خود تیمز مشخص و نامگذاری شده بود (توضیحات مربوط به تمامی متغیرها و نحوه کدگذاری آن‌ها در پیوست موجود است).

در خصوص متغیر وابسته، مطالعه تیمز ۵ مقدار محتمل^{۳۵} برای هر دانش آموز را، بر مبنای پاسخ‌های آن‌ها به سؤال‌ها، تخمین می‌زند. این پنج مقدار محتمل از برآورد پنج مقدار محتملی حاصل می‌شود که برای هر کدام از مباحث اعداد، جبر، هندسه و داده و شانس، محاسبه شده است. مقادیر محتمل برای هر مقیاس داده شده بهترین اندازه در دسترس از موفقیت دانش آموز است که پایگاه مطالعات تیمز در اختیار پژوهشگران قرار داده است (فوی، آرورا و استانکو^{۳۶}، ۲۰۱۳). بنابراین متغیر وابسته برحسب برآیند تمام مقادیر گزارش شده است. این برآیند توسط نرم‌افزار مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی که برای تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت، به صورت خودکار محاسبه می‌شود.

● تحلیل آماری

از آنجایی که این پژوهش با هدف کشف قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های نمره ریاضی انجام شد، داده‌ها با استفاده از روش مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی وارد تحلیل شدند. لازم به ذکر است که بدین منظور می‌توان از روش‌های رگرسیون چندگانه^{۳۷} و معادلات ساختاری^{۳۸} نیز استفاده کرد اما از دهه ۱۹۹۰ به بعد روش مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. این رویکرد به پژوهشگران اجازه می‌دهد با توجه به ماهیت تو در توی داده‌ها (دانش‌آموزان درون کلاس‌ها و کلاس‌ها درون مدارس)، اثرات عوامل زمینه‌ای بر روی پیشرفت ریاضی در سطوح مختلف مورد بررسی قرار گیرد (فان، ۲۰۰۸). علاوه بر اینکه این روش نسبت به سایر روش‌ها جدیدتر است دارای مزیت‌های برجسته‌ای نیز هست که پیش از این در رویکرد رگرسیون معمولی نادیده گرفته می‌شد. به عنوان مثال فرض اصلی در مدل‌های رگرسیون معمولی این است که مشاهدات مستقل از یکدیگرند، در حالی که برای داده‌های با ساختار سلسله مراتبی چنین فرضیه‌ای معتبر نیست (ویلمز^{۳۹}، ۱۹۹۹). همچنین این روش قابلیت محاسبه تعاملات بین سطحی^{۴۰} و شناسایی واریانس بین و درون گروهی را دارد و برخلاف رگرسیون معمولی در این روش متغیرهای پیوسته و گسسته می‌توانند با هم وارد مدل شوند (والمن، فلدشتاین، مک‌کی و روکی^{۴۱}، ۲۰۱۲). در این پژوهش از نسخه ۷ نرم‌افزار HLM برای تحلیل داده‌ها به روش مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی استفاده شد. این نرم‌افزار یکی از بسته‌های آماری برای داده‌های سلسله‌مراتبی است که توسط استفان رادنبوش و آنتونی بریک^{۴۲}، همان کسانی که این نرم‌افزار را ایجاد کرده‌اند و نویسندگان مدل سلسله‌مراتبی خطی و غیرخطی هستند، توسعه داده شد.

از آنجا که در نمونه‌گیری از هر مدرسه فقط یک کلاس انتخاب شده است لذا کلاس و مدرسه در یک سطح قرار می‌گیرند؛ بنابراین در این پژوهش از مدل‌سازی خطی دو سطحی به منظور تحلیل داده‌ها استفاده شد. روند تحلیل مطالعه حاضر به همراه مدل‌های ارائه شده در این بخش براساس روش اتخاذ شده در مطالعات وانگ و همکاران (۲۰۱۱) و فان (۲۰۰۸) است. لذا روند تحلیل

به این صورت بود که ابتدا یک مدل غیرشرطی^{۴۳} تشکیل شد، در این مدل هیچ‌یک از متغیرهای سطح ۱ و سطح ۲ وارد مدل نمی‌شوند و تنها به این دلیل این مدل ارائه می‌شود که میزان واریانس پیشرفت ریاضی در دو سطح دانش‌آموز و معلم سنجیده شود تا ضرورت و یا عدم ضرورت تحلیل چندسطحی مشخص شود. سپس متغیرهای سطح ۱ ابتدا به صورت جداگانه وارد مدل غیرشرطی (مدل ۱) شدند تا مدل‌های ۲ تا ۹ را بسازند، سپس آن دسته از متغیرهایی را که رابطه معناداری با پیشرفت ریاضی نداشتند کنار گذاشته و متغیرهای باقی‌مانده با هم وارد مدل شدند تا مدل ۱۰ ساخته شود. این کار را برای متغیرهای سطح دو (سطح معلم) تکرار شد و مدل‌های ۱۱ تا ۱۴ ساخته شدند. در نهایت تمام متغیرهایی (در دو سطح دانش‌آموز و معلم) که رابطه معناداری با پیشرفت ریاضی داشتند، با هم وارد مدل شدند تا مدل نهایی ساخته شود. لازم به ذکر است، انتخاب کارآمدترین و بهترین مدل که هدف اصلی این پژوهش بود، بر مبنای بیشترین کاهش واریانس پیشرفت ریاضی نسبت به مدل اول بود. برای اطلاعات بیشتر در مورد این روش و نحوه عملکرد مدل‌های ذکر شده به همراه شاخص‌های آن‌ها، می‌توان به کتاب رادنبوش و بریک (۲۰۰۲) مراجعه کرد.

یافته‌ها

از آنجا که در نرم‌افزار مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی داده‌های مفقودشده قبل از کار با داده‌ها، حذف می‌شوند، لذا داده‌های مربوط به دانش‌آموزان از ۶۰۲۹ نفر به ۴۸۳۷ نفر و مدارس از ۲۳۹ مدرسه به ۲۲۷ مدرسه کاهش یافت. لازم به ذکر است که در این تحلیل داده‌ها بدون وزن‌گذاری هستند.

پاسخ به سؤال اول پژوهش: همان‌طور که قبلاً ذکر شد، تحلیل به روش مدل‌سازی خطی سلسله‌مراتبی، ابتدا از یک مدل غیرشرطی (مدل ۱) شروع می‌شود. در این مدل، Y_{ij} نمره ریاضی دانش‌آموز i در مدرسه oj ، β_{oj} ، Z عرض از مبدأ خط رگرسیون مدرسه j ، γ_{00} میانگین نمره کلی برای تمام مدارس، r_{ij} اثر تصادفی دانش‌آموز i در مدرسه j و u_{oj} اثر تصادفی مدرسه j است (رادنبوش^{۴۴} و همکاران، ۲۰۱۱).

$$Y_{ij} = \beta_{oj} + r_{ij}$$

مدل (۱)

$$\beta_{oj} = \gamma_{00} + u_{oj}$$

نتایج حاصل از این مدل در جدول ۱ قابل مشاهده است. با توجه به جدول ۱ میانگین نمرات دانش‌آموزان ۴۱۷/۱۲ (SE=۴/۲۷ p<۰/۰۰۱) است و این میانگین در میان مدارس مختلف به‌طور معناداری متفاوت است (SD=۶۱/۸۱، $\tau_{..} = ۳۸۲۰/۹۳$ p<۰/۰۰۱). ضریب همبستگی درونی^{۴۵} مقدار ۰/۴۳ به دست آمده، به این

هئاسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هفتم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

معنی که میزان ۴۳ درصد از واریانس نمره پیشرفت ریاضی در درون مدارس اتفاق می‌افتد و ۵۷ درصد از آن مربوط به سطح دانش‌آموز است. به عبارت دیگر ۴۳ درصد از تفاوت نمرات دانش‌آموزان به دلیل مدارس متفاوت آن‌هاست و ۵۷ درصد از این تفاوت به دلیل متفاوت بودن ویژگی‌های فردی خودشان.

جدول ۱. برآورد شاخص‌ها در مدل غیرشرطی

مدل	شاخص‌ها	ضریب	خطای معیار (SE)	سطح معناداری
مدل غیرشرطی (مدل اول)	ضریب همبستگی درونی (ICC)	۰/۴۳		
	میانگین نمرات دانش‌آموزان ($\bar{Y}_{00}$)	۴۱۷/۱۲	۴/۲۷	۰/۰۰۱**
	واریانس		انحراف معیار (SD)	
	واریانس درون‌مدرسه‌ای (σ^2)	۴۹۷۳/۶۵	۷۰/۵۲	
	واریانس بین مدرسه‌ای ($\tau_{..}$)	۳۸۲۰/۹۳	۶۱/۸۱	۰/۰۰۱**

** معناداری در سطح $P < ۰/۰۱$

پاسخ به سؤال دوم پژوهش: مرحله بعدی ورود متغیرهای سطح ۱ به صورت جدا به مدل غیرشرطی است، معادلات رگرسیونی این مدل‌ها به شرح زیر است:

$$\text{مدل ۲: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{جنسیت}) + r_{ij}$$

$$\text{مدل ۳: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{تعداد کتاب موجود در منزل}) + r_{ij}$$

$$\text{مدل ۴: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{تحصیلات مادر}) + r_{ij}$$

$$\text{مدل ۵: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{تحصیلات پدر}) + r_{ij}$$

$$\text{مدل ۶: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{منابع خانه}) + r_{ij}$$

$$\text{مدل ۷: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{ادراک دانش‌آموز نسبت به محیط مدرسه}) + r_{ij}$$

$$\text{مدل ۸: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{ارزش‌دهی به ریاضی}) + r_{ij}$$

$$\text{مدل ۹: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{خودپنداره ریاضی}) + r_{ij}$$

نتایج حاصل از این ۸ مدل نشان داد که: جنسیت، تحصیلات والدین و ادراک از محیط مدرسه هیچ رابطه معناداری با پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ندارد. اما متغیرهایی مانند تعداد کتاب موجود در منزل ($\gamma = ۹/۶۹, p < ۰/۰۰۱$)، منابع خانه ($\gamma = ۱۴/۲۳, p < ۰/۰۰۱$)، ارزش‌دهی به ریاضی ($\gamma = ۱۷/۸۸, p < ۰/۰۰۱$) و خودپنداره ریاضی ($\gamma = ۴۸/۰۲, p < ۰/۰۰۱$) رابطه مثبت و معناداری با

پیشرفت ریاضی داشتند. پس از اجرای این ۸ مدل، متغیرهای «تعداد کتاب در منزل»، «منابع خانه»، «ارزش‌دهی به ریاضی» و «خودپنداره ریاضی» به مدل غیر شرطی اضافه شدند و مدل ۱۰ را ساختند. با توجه به مندرجات مدل، متغیر ارزش‌دهی به ریاضی با کنترل سایر متغیرها این بار رابطه معناداری با پیشرفت ریاضی ندارد (به دلیل همبستگی بالا با خودپنداره ریاضی، ضریب این متغیر در معادله صفر شد) و بایستی در مدل‌های بعدی حذف شود. اما تعداد کتاب‌های موجود در منزل، منابع خانه و خودپنداره ریاضی همچنان رابطه معنادار و مثبتی با پیشرفت ریاضی داشتند.

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{تعداد کتاب در منزل}) + \beta_{2j}(\text{منابع خانه}) + \beta_{3j}(\text{خودپنداره ریاضی}) + r_{ij} \quad \text{مدل ۱۰}$$

در تمامی مدل‌های بالا (مدل‌های ۲ تا ۱۰)، $\beta_{qj} = \gamma_{q0} + u_{qj}$ ، $q=1,2,3$ ، است، که β_{1j} تا β_{3j} شیب خط رگرسیون مدرسه هستند، همین‌طور γ_{p0} و u_{pj} به ترتیب اثرات ثابت و اثرات تصادفی سطح دو هستند. در جدول ۲ نتایج مدل‌های ۲ تا ۱۰ به همراه ضرایب متغیرها قابل مشاهده است.

جدول ۲. برآورد شاخص‌ها در مدل غیرشرطی

مدل	شاخص‌ها	ضریب	خطای معیار (SE)	سطح معناداری
مدل دوم	جنسیت	-۲/۴۱	۱۶/۸۵	۰/۸۸۷
مدل سوم	تعداد کتاب در منزل	۹/۶۹	۱/۰۵	۰/۰۰۱ ^{***}
مدل چهارم	تحصیلات مادر	۰/۱۲۳	۰/۷۲	۰/۸۶۵
مدل پنجم	تحصیلات پدر	۰/۹۱	۰/۶۳	۰/۱۵۵
مدل ششم	منابع خانه	۱۴/۲۳	۲/۲۱	۰/۰۰۱ ^{***}
مدل هفتم	ادراک از محیط مدرسه	۱/۴۳	۲/۱۴	۰/۵۰۴
مدل هشتم	ارزش‌دهی به ریاضی	۱۷/۸۸	۲/۱۹	۰/۰۰۱ ^{***}
مدل نهم	خودپنداره ریاضی	۴۸/۰۲	۱/۸۳	۰/۰۰۱ ^{***}
مدل پنجم	منابع خانه	۷/۱۷	۲/۱۲	۰/۰۰۱ ^{***}
	ارزش‌دهی به ریاضی	-۱/۰۱	۲/۰۴	۰/۶۲۲
	خودپنداره ریاضی	۴۶/۴۶	۱/۸۱	۰/۰۰۱ ^{***}
	تعداد کتاب در منزل	۵/۴۱	۱/۰۲	۰/۰۰۱ ^{***}

*** معناداری در سطح $P < ۰/۰۱$

هئاسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هفتم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

پاسخ به سؤال سوم پژوهش: در مرحله بعد که متغیرهای سطح دوم (سطح معلم) را به‌طور جدا وارد مدل غیرشرطی کردیم مدل‌های ۱۱ تا ۱۴ ساخته شدند که تنها متغیرهای تجربه معلم ($p < 0/001$) و ادراک نسبت به محیط مدرسه ($p = 3/31$) و ادراک نسبت به محیط مدرسه ($p < 0/05$) رابطه معنادار و مثبتی با پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان داشتند. در نهایت متغیرهایی را که در دو سطح رابطه معناداری با پیشرفت ریاضی داشتند، با هم وارد مدل کردیم تا مدل ۱۵ را بسازند.

$$\text{مدل ۱۱: } \beta_{qj} = \gamma_{q0} + \gamma_{q1}(\text{تجربیات معلم}) + u_{qj}$$

$$\text{مدل ۱۲: } \beta_{qj} = \gamma_{q0} + \gamma_{q1}(\text{تحصیلات معلم}) + u_{qj}$$

$$\text{مدل ۱۳: } \beta_{qj} = \gamma_{q0} + \gamma_{q1}(\text{ادراک معلم نسبت به محیط مدرسه}) + u_{qj}$$

$$\text{مدل ۱۴: } \beta_{qj} = \gamma_{q0} + \gamma_{q1}(\text{تعامل معلم با همکاران}) + u_{qj}$$

$$\text{مدل ۱۵: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{خودپنداره ریاضی}) + \beta_{2j}(\text{منابع خانه}) + \beta_{3j}(\text{تعداد کتاب در منزل}) + \beta_{4j}(\text{ادراک نسبت به محیط مدرسه}) + \gamma_{q1}(\text{تجربیات معلم}) + \gamma_{q2}(\text{تحصیلات معلم}) + \gamma_{q3}(\text{تعامل معلم با همکاران}) + \gamma_{q4}(\text{ادراک نسبت به محیط مدرسه}) + u_{qj} \quad q=1,2,3$$

در این مدل تمامی متغیرهایی که در مدل‌های پیشین رابطه معناداری با پیشرفت ریاضی داشتند، همچنان این رابطه را حفظ کرده‌اند و از میان تمام این متغیرها خودپنداره ریاضی قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده پیشرفت ریاضی محسوب شد و با افزایش یک سطح از خودپنداره ریاضی (مثلاً از سطح متوسط به سطح بالا ارتقا یابد) نمره پیشرفت ریاضی ۴۶/۰۵ واحد افزایش می‌یابد. همچنین با ورود همزمان متغیرهای سطح یک و دو هیچ تعامل بین سطحی مشاهده نشد، بدین معنی که متغیرهای سطح دو رابطه بین متغیرهای سطح ۱ و پیشرفت ریاضی را متأثر نساختند (جدول ۳).

جدول ۳. برآورد متغیرهای مدل‌های ۱۱ تا ۱۵

مدل	متغیرها	ضریب	خطای معیار (SE)	سطح معناداری
مدل یازدهم	تجربه معلم	۳/۱۳	۰/۵۰	۰/۰۰۱**
مدل دوازدهم	تحصیلات معلم	۴/۴۵	۴/۶۰	۰/۳۳۴
مدل سیزدهم	ادراک نسبت به محیط مدرسه	۱۸/۶۰	۸/۲۱	۰/۰۲۵
مدل چهاردهم	تعامل معلم با همکاران	۹/۸۴	۷/۴۴	۰/۱۸۸

منابع خانه	۷/۴۱	۲/۱۲	۰/۰۰۱۰۰
منابع خانه* تجربه معلم	۰/۲۹	۰/۳۰۹	۰/۳۵۰
منابع خانه* ادراک نسبت به محیط مدرسه	۳/۴۰	۴/۰۶	۰/۴۰۵
خودپنداره ریاضی	۴۶/۰۵	۱/۸۱	۰/۰۰۱۰۰
خودپنداره ریاضی* تجربه معلم	۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۹۸۰
خودپنداره ریاضی* ادراک نسبت به محیط مدرسه	۴/۳۷	۳/۵۷	۰/۲۲۴
تعداد کتاب در منزل	۵/۱۸	۰/۱۰۶	۰/۰۰۱۰۰
تعداد کتاب در منزل* تجربه معلم	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۲۷۵
تعداد کتاب در منزل* ادراک نسبت به محیط مدرسه	-۲/۲۷	۱/۹۱	۰/۲۳۵
تجربه معلم	۳/۱۲	۰/۴۹	۰/۰۰۱۰۰
ادراک نسبت به محیط مدرسه	۱۸/۱۳	۷/۵۸	۰/۰۱۸

مدل پانزدهم

پاسخ به سؤال چهارم پژوهش: برای تعیین بهترین مدل پیشرفت ریاضی بایستی به دنبال میزان کاهش واریانس باشد که با اضافه کردن متغیرها، حاصل می‌شود. این کاهش واریانس (۱۸/۲) درصد واریانس درون مدرسه‌ای و ۱۶/۳ درصد واریانس برون‌مدرسه‌ای) در مدل ۱۵ نسبت به ۱۴ مدل پیشین محسوس‌تر بود، لذا بهترین مدلی که می‌تواند پیشرفت ریاضی را با توجه به متغیرهای منتخب این پژوهش، پیش‌بینی کند، مدل ۱۵ است. لازم به ذکر است که این کاهش واریانس در هر مدل بر اساس واریانس درون و برون مدرسه‌ای مدل جاری نسبت به مدل اول محاسبه می‌شد که فرمول آن به شکل زیر است:

$$\text{محاسبه شده در مدل جاری (Too)} - \text{محاسبه شده در مدل غیرشرطی (Too)} = \text{میزان کاهش واریانس}$$

$$\text{محاسبه شده در مدل غیرشرطی (Too)}$$

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

همان‌طور که در مدل ۱ گزارش شد، ۴۳ درصد از تفاوت نمرات دانش‌آموزان به دلیل تحصیل آن‌ها در مدارس مختلف است و ۵۷ درصد به دلیل تفاوت‌های فردی و خانوادگی خود دانش‌آموزان می‌باشد. درست است که آموزش و پرورش نقش مهمی در شکل‌گیری فرصت‌های زندگی فردی بازی می‌کند و مدرسه اثربخشی اجرای اهداف برنامه‌های سیستم آموزشی را تسهیل می‌کند، ولی این موضوع عموماً مورد توافق است که دلیل موفقیت‌های آموزشی بیشتر به شرایط فردی، اجتماعی و اقتصادی دانش‌آموزان در جامعه برمی‌گردد (مولیس و همکاران، ۲۰۰۹). پژوهشگران، سطح پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را تا حد زیادی ناشی از شرایطی می‌دانند که بچه‌ها در آن رشد کرده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، توجه بیشتر به عوامل خانوادگی و فردی دانش‌آموز تا حد زیادی می‌تواند معضلات آموزشی را کاهش دهد.

در مدل نهایی خودپنداره ریاضی، منابع موجود در خانه و تعداد کتاب موجود در خانه، رابطه معنادار و مثبتی با پیشرفت ریاضی داشتند. در خصوص خودپنداره ریاضی، نتایج نشان داد که با افزایش یک سطح از خودپنداره ریاضی، پیشرفت ریاضی ۴۶/۰۵ واحد افزایش پیدا می‌کند. این یافته همسو با پژوهش‌های ویدر (۲۰۱۲)، پهلوان صادق و همکاران (۱۳۸۸)، کریم‌زاده و محسنی (۱۳۸۴)، کیامنش و پوراصغر (۱۳۸۸)، ناجی و همکاران (۲۰۱۰)، ساینز و ایکل (۲۰۱۲)، وانگ و همکاران (۲۰۱۱)، هوس (۲۰۰۶)، کیامنش (۲۰۰۵)، یوشینو (۲۰۱۲)، عسگری، میرمهدی و مظلومی (۱۳۹۰) و قاجار و همکاران (۲۰۱۱)، است. اینکه دانش‌آموز چه تفکری در رابطه با توانایی‌های خود در ریاضی داشته باشد مسلماً بر میزان تلاش او برای یادگیری تأثیرگذار است. از آنجایی که در این پژوهش متغیر ارزش‌دهی به ریاضی، رابطه تنگاتنگی با خودپنداره ریاضی داشت می‌توان نتیجه گرفت خودپنداره بیشتر در ریاضی، می‌تواند باعث افزایش انگیزش در ریاضی شود. نتایج مطالعه تیمز هم نشان داده است که دانش‌آموزان با خودکارآمدی بیشتر و با عزت‌نفس بیشتر، به‌طور معمول به نتایج بهتری نائل می‌شوند. از آنجایی که انگیزه برای یادگیری شامل داشتن احساس توانا بودن برای موفقیت است، داشتن خودپنداره قوی در رابطه با توانایی‌هایشان به‌منظور ادامه پایه مورد نظر و ارتقا به سطوح بالاتر امری مهم برای موفقیت است. نگرش مثبت به ریاضیات و داشتن خودپنداره قوی، دانش‌آموزان را به یک رقابت سالم و پشتکاری قوی تشویق می‌کند (مولیس و همکاران، ۲۰۰۹).

در این پژوهش تعداد کتاب موجود در منزل و منابع خانه رابطه معنادار و مثبتی با پیشرفت ریاضی داشت، تعداد بیشتر کتاب در خانه احتمالاً نشان‌دهنده سطح بالای فرهنگی خانواده است. به‌طور مشابه منابع خانه مثل کامپیوتر، میز تحریر و اینترنت فرایند تحصیل و یادگیری را راحت‌تر خواهد کرد و منجر به عملکرد بالاتر می‌شود. از آنجایی که وجود کتاب غیردرسی بیشتر و منابع آموزشی، متأثر از وضعیت اجتماعی و اقتصادی خانواده است، برخی از خانواده‌های فقیر اغلب نیاز دارند که درآمد خود را از طریق کارکردن کودکان تأمین کنند لذا این کودکان فرصت محدودتری برای یادگیری دارند و به دنبال آن عملکرد پایین‌تری هم خواهند داشت. با توجه به ادبیات موجود، نتایج حاصل، متناقض با یافته‌های فولر (۱۹۸۷) و هاینمن و لاکسلی (۱۹۸۲) و هم‌سو با مطالعات کیامنش (۲۰۰۵) و اسماعیل و وانگ (۲۰۰۷) مبنی بر رابطه معنادار و قابل توجه منابع موجود در خانه و پیشرفت ریاضی بود.

از میان متغیرهای سطح دوم، میزان تجربه معلم رابطه معنادار و مثبتی با پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان داشت و این شاید به دلیل آن باشد که داشتن تجربه بالا تسلط دانش‌آموز را نسبت به محتوای دروس و کنترل و مدیریت کلاس افزایش می‌دهد. از طرفی ممکن است در مدارس این سیاست حاکم باشد که کلاس‌های سطح پایین را به معلمان تازه وارد بدهند. با توجه به اینکه در برخی مدارس دانش‌آموزان را در پایه سوم راهنمایی برای ورود به آزمون تیزهوشان آماده می‌کنند و مدیران ترجیح می‌دهند دانش‌آموزان زرنگ‌تر را به معلمان باتجربه‌تر بدهند که در آزمون‌ها نتیجه بالاتری حاصل شود لذا همین امر باعث می‌شود عملکرد پایین دانش‌آموزان با تجربه کم معلمان هم‌بسته شود.

علاوه بر تجربه معلم، ادراک معلم نسبت به محیط مدرسه نیز پیش‌بینی‌کننده مثبت پیشرفت ریاضی شناخته شد، ادراک معلم نسبت به محیط مدرسه شامل احساس او نسبت به منطقه جغرافیایی مدرسه، حس امنیت نسبت به میزان حقوق دریافتی، سیاست‌ها و تدابیر امنیتی و اجرایی و میزان نظم، ترتیب و رفتار دانش‌آموزان با اوست. معلمانی که از شغل خود راضی‌اند طبیعتاً انگیزه بیشتری برای تدریس خواهند داشت، و برعکس، عدم وجود این احساس امنیت باعث بی‌رغبتی آن‌ها نسبت به آینده و عملکرد دانش‌آموزان خواهد شد.

در این پژوهش مدل نهایی (مدل ۱۵) بیشترین کاهش واریانس را به دنبال داشت؛ لذا توجه به متغیرهای موجود در این مدل می‌تواند اهمیت بسزایی در افزایش عملکرد دانش‌آموزان ایرانی در پیشرفت ریاضی داشته باشد. با توجه به اینکه ۴۳ درصد از

واریانس پیشرفت ریاضی را متغیرهای محیطی و غیرفردی تبیین می‌کند، لذا تمرکز بر عواملی که داخل کلاس درس و مدرسه قابل کنترل هستند، اهمیت پیدا می‌کند. هرچند پژوهش ما یک پژوهش توصیفی بود اما دیدیم که، به‌عنوان مثال، ادراک معلم نسبت به محیط مدرسه یکی از پیش‌بینی‌کننده‌های مثبت پیشرفت ریاضی بود. اگر معلمان با احساس امنیت کافی وارد کلاس درس شوند مسلماً انگیزه و تمایل بیشتری برای تدریس خواهند داشت که این امر، یعنی ایجاد امنیت، تنها توسط مدیران و مسئولان بالاتر امکان‌پذیر است. همین‌طور از آنجایی که برخی از گویه‌های خودپنداره در کلاس درس به‌وسیله برخورد معلم نسبت به توانایی‌های دانش‌آموز تعریف می‌شود، لذا این سؤال وجود دارد که دانش‌آموزان چطور ریاضی را یاد می‌گیرند؟ یا مثلاً معلمان چطور اشتباهات دانش‌آموزان را به آن‌ها گوشزد می‌کنند؟ چرا که این می‌تواند تأثیر مستقیمی روی خودپنداره دانش‌آموز بگذارد.

این مطالعه دارای محدودیت‌هایی هم بود. به‌عنوان مثال در این پژوهش تنها همبستگی بین متغیرها و پیشرفت ریاضی نشان داده شد و روابط ذکر شده، رابطه علی را نشان نمی‌دهد. لذا این مطالعه، به‌عنوان مثال، نمی‌تواند گواهی بر وجود رابطه علی بین خودپنداره و پیشرفت ریاضی باشد، بلکه مطالعه حاضر تنها وجود ارتباط قوی بین این دو متغیر را نشان می‌دهد. همچنین، تنها بخشی از متغیرهای موجود در پرسش‌نامه برای استفاده در مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی مورد استفاده قرار گرفتند. همین‌طور در این پژوهش تمام متغیرهای موجود در پرسش‌نامه به‌دلیل حجم بالای آن‌ها وارد مدل نشدند، چه بسا اگر تمامی آن‌ها وارد مدل می‌شدند می‌توانستیم یک مدل کامل‌تر از پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی بسازیم. محدودیت دیگر دسترسی نداشتن به متغیرهایی بود که در پرسش‌نامه‌ها مورد پرسش قرار نگرفته بودند؛ مثلاً ممکن است خودپنداره دانش‌آموز نسبت به هر کدام از محتواهای ریاضی مثل جبر، اندازه‌گیری و یا هندسه متفاوت باشد که در پرسش‌نامه‌های تیمز به آن اشاره‌ای نشده بود.

با وجود تمام محدودیت‌های ذکر شده، توجه به نتایج این چنین پژوهش‌هایی راه را برای انجام پژوهش‌های کیفی هموارتر خواهد ساخت. این نتایج سؤال‌هایی از جمله، «به چه دلیل تعامل معلمان با سایر همکاران رابطه معناداری با پیشرفت ریاضی نداشت؟» و یا اینکه «چطور می‌توان خودپنداره دانش‌آموزان را در محیط مدرسه افزایش داد؟» را در ذهن پژوهشگران علاقه‌مند به‌وجود می‌آورد که آن‌ها را به‌سمت انجام پژوهش‌های عمیق‌تر سوق می‌دهد.

پیوست

توصیف متغیرهای زمینه‌ای

نام متغیرها	توصیف متغیرها
متغیرهای فردی و خانوادگی دانش‌آموز	
جنسیت	شما دختر هستید یا پسر؟ دختر = ۱ پسر = ۰
تعداد کتاب‌های موجود در منزل	در خانه شما تقریباً چند جلد کتاب وجود دارد؟ هیچی یا خیلی کم = ۱ آن قدر که طبقه‌ای از یک قفسه کتاب را پر کند = ۲ آن قدر که یک قفسه کتاب را پر کند = ۳ آن قدر که دو قفسه کتاب را پر کند = ۴ آن قدر که سه قفسه کتاب یا بیشتر را پر کند = ۵
منابع خانه	یک متغیر ترکیبی که از ۱-۳ (کم، متوسط، بالا) درجه‌بندی شده است. شما کدامیک از وسایل زیر را در خانه دارید؟ بله = ۱ خیر = ۰ رایانه، میز تحریر، کتاب‌هایی که مال خود شماست، اتاقی که مال خود شماست، اینترنت، موبایل، دوربین فیلم برداری، تلویزیون، هرگونه دستگاه پخش صوتی و تصویری، اتومبیل.
تحصیلات والدین	والدین شما تا چه سطحی تحصیل کرده‌اند؟ به مدرسه نرفته‌اند یا دوره ابتدایی را به طور ناتمام گذرانده‌اند = ۱ دوره راهنمایی = ۲ دوره دبیرستان = ۳ دوره پیش‌دانشگاهی = ۴ کاردانی = ۵ کارشناسی = ۶ بالتر از کارشناسی = ۷ نمی‌دانم = ۸
خودپنداره ریاضی	یک متغیر ترکیبی که از ۱-۳ (بالا، متوسط، پایین) درجه‌بندی شده است. در مجموع ۹ مورد برای ایجاد این متغیر مورد استفاده قرار گرفت. چقدر باجمله‌های زیر در مورد ریاضی موافق هستید؟ (خیلی موافقم، کمی موافقم، کمی مخالفم و خیلی مخالفم). من معمولاً در درس ریاضی نمره خوب می‌گیرم؛ من مطالب ریاضی را سریع یاد می‌گیرم؛ من مسئله‌های سخت ریاضی را خوب حل می‌کنم؛ به نظر معلم من می‌توانم در درس ریاضی با موضوعات مشکل خوب کار کنم؛ معلم من به من می‌گوید که ریاضی من خوب است؛ ریاضی برای من در مقایسه با خیلی از همکلاسی‌هایم سخت‌تر است؛ ریاضی از نقاط قوت من نیست؛ ریاضی من را گیج و عصبی می‌کند؛ ریاضی برای من از هر درس دیگری سخت‌تر است؛

هئاسایی عوامل مؤثر در پهبرفت ریاضی دانش آموزان ایرانی پایه ههشم در مطالعه تیمز ۲۰۱۱

یک متغیر ترکیبی که از ۱-۳ (بالا، متوسط، پایین) درجه‌بندی شده است. در مجموع ۵ مورد برای ایجاد این متغیر ترکیبی مورد استفاده قرار گرفت. چقدر با جملات زیر در مورد ریاضی موافقت؟ (خیلی موافقم، کمی موافقم، کمی مخالفم، خیلی مخالفم). به‌نظر من ریاضی در زندگی روزمره به من کمک می‌کند؛ من برای یادگیری درس‌های دیگر به ریاضی نیاز دارم؛ من باید در ریاضی قوی باشم تا بتوانم به دانشگاه مورد علاقه‌ام راه یابم؛ من باید در ریاضی قوی باشم تا بتوانم شغل مورد علاقه‌ام را به‌دست آورم؛ من شغلی را دوست دارم که در آن با ریاضی سروکار داشته باشم؛	ارزش‌دهی به ریاضی
متغیر ترکیبی که از ۱-۳ (بالا، متوسط، پایین) درجه‌بندی شده است. در مجموع ۳ مورد برای ایجاد این متغیر مورد استفاده قرار گرفت. نظر شما دربارهٔ مدرسهٔ خودتان چیست؟ بگویید که با جمله‌های زیر چقدر موافقت هستید؟ (خیلی موافقم، کمی موافقم، کمی مخالفم، خیلی مخالفم). من بودن در مدرسه را دوست دارم، وقتی در مدرسه هستم، احساس امنیت می‌کنم؛ احساس می‌کنم که به این مدرسه تعلق دارم؛	ادراک از محیط مدرسه

متغیرهای مربوط به معلم

میزان تجربه تا پایان سال تحصیلی جاری، در مجموع چند سال است که تدریس می‌کنید؟	
بالاترین سطح آموزش رسمی که تکمیل کرده‌اید، چیست؟ زیر دیپلم، اتمام دورهٔ دبیرستان (دیپلم)، اتمام دورهٔ پیش‌دانشگاهی، اتمام کاردانی رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای یا رشته‌های نظری، اتمام دورهٔ کارشناسی، اتمام دورهٔ کارشناسی‌ارشد یا بالاتر.	سطح تحصیلات
یک متغیر ترکیبی که از ۱-۳ (بالا، متوسط، کم) درجه‌بندی شده است. در مجموع ۵ مورد برای ایجاد این متغیر مورد استفاده قرار گرفت. میزان موافقت یا مخالفت خود را با هریک از عبارات زیر مشخص کنید. (خیلی موافقم، کمی موافقم، کمی مخالفم، خیلی مخالفم). این مدرسه در محلی امن واقع شده است؛ در این مدرسه احساس امنیت می‌کنم؛ تدابیر و سیاست‌های امنیتی و اجرای آن‌ها در مدرسه مناسب است؛ دانش‌آموزان با نظم و ترتیب رفتار می‌کنند؛ دانش‌آموزان با احترام یا معلمانشان رفتار می‌کنند؛	ادراک از محیط مدرسه
متغیر ترکیبی که از ۱-۳ (بالا، متوسط، کم) درجه‌بندی شده است. در مجموع ۵ مورد برای ایجاد این متغیر مورد استفاده قرار گرفت. هر چند وقت یکبار، تعاملات زیر با معلمان دیگر دارید؟ (هیچ‌وقت یا تقریباً هیچ‌وقت، ۲ یا ۳ بار در ماه، ۱ تا ۳ بار در هفته، هر روز یا تقریباً هر روز). بحث و گفت‌وگو دربارهٔ چگونگی تدریس یک موضوع؛ همکاری در طراحی یا برنامه‌ریزی و آماده‌سازی مواد آموزشی؛ در میان گذاشتن آنچه از تجارب تدریس یاد گرفته‌ام با دیگران، بازدید از کلاس‌های دیگر به‌منظور کسب اطلاعات بیشتر در زمینه تدریس؛ کارکردن با یکدیگر برای اجرا و امتحان کردن ایده‌های جدید.	تعامل معلم با همکاران

- پهلوان صادق، اعظم، فرزند، ولی... و نادری، عزت... (۱۳۸۸). بررسی رابطه میان متغیرهای وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده، متغیرهای فردی با پیشرفت ریاضی براساس داده‌های تیمز ۲۰۰۳. *فصلنامه تعلیم و تربیت*، (۸۸)، ۵۵-۳۳.
- عسگری، محمد، میرمهدی، رضا و مظلومی، اکرم. (۱۳۹۰). تأثیر آموزش راهبردهای خودتنظیمی بر خودپنداره و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر سال سوم راهنمایی اراک. *فصلنامه روان‌شناسی تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی*، (۲۱)، ۴۴-۲۳.
- کریم‌زاده، منصوره و محسنی، نیک‌چهره. (۱۳۸۴). بررسی و شناسایی خودپنداره تحصیلی و غیر تحصیلی و پیش‌بینی‌کنندگی آن در پیشرفت تحصیلی، در دانش‌آموزان دختر سال دوم دبیرستان شهر تهران (گرایش‌های ریاضی- فیزیک و علوم انسانی). *انادیشه‌های نوین تربیتی*، (۳ و ۲)، ۳۸-۲۳.
- کیامنش، علیرضا و پوراصغر، نصیبه. (۱۳۸۸). بررسی تفاوت دختر و پسر در متغیرهای مرتبط با عملکرد ریاضی (خودپنداره ریاضی، انگیزش یادگیری ریاضی و عملکرد قبلی ریاضی) و نقش آن بر پیشرفت ریاضی. *فصلنامه علمی- پژوهشی روان‌شناسی دانشگاه تبریز*، (۱۳)، ۱۹۲-۱۶۳.
- کیامنش، علیرضا و خیریه، مریم. (۱۳۷۹). روند تغییر درون‌دادها و برون‌دادهای آموزش ریاضی براساس یافته‌های تیمز و تیمز-آر. *انتشارات پژوهشکده تعلیم و تربیت، وزارت آموزش و پرورش*.
- گویا، زهرا. (۱۳۸۱). ضرورت انجام مطالعه تطبیقی آموزش ریاضی در ایران با سایر کشورها. *مجله رشد آموزش ریاضی*، (۶۷)، ۱۱-۴.
- Baker, D.P., Goesling, B., & Letendre, G.K. (2002). Socioeconomic status, school quality and national economic development: A cross-national analysis of "Heyneman-Loxley effort" on mathematics and science achievement. *Comparative Education Review*, 46, 291-312.
- Davis, H., & Carr, M. (2001). Gender differences in mathematics strategy use the influence of temperament. *Learning and Individual differences*, 13, 83-95.
- Eklof, H. (2007). Test-taking motivation and mathematics performance in TIMSS 2003. *International Journal of Testing*, 7, 311-326.
- Foy, P., Arora, A., & Stanco, G.M. (2013). *TIMSS 2011 user guide for the international Database*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College. And International Association for Evaluation Achievement (IEA).
- Fuller, B. (1987). What school factors raise achievement in the third world? *Review of Educational Research*, 57, 255-292.
- Ghagar, M.N., Othman, R., & Mohammadpour, E. (2012). Multilevel analysis of achievement in mathematics of Malaysian and Singaporean students. *Journal of Educational Psychology and Counseling*, 2, 285-304.
- Heyneman, S.P., & Loxley, W.A. (1982). Influences on academic achievement across high and low income countries: A re-analysis of IEA data. *Sociology of Education*, 55, 13-21.
- House, D.J. (2006). Mathematics beliefs and achievement of elementary school students in Japan and the United states: results from the third international mathematics and science study. *Journal of Genetic Psychology*, 167, 31-45.
- Ismail, N.A., & Awang, H. (2007). Differentials in mathematics among eighth-grade students in Malaysia. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 559-571.
- Kiamanesh, A. (2005). The role of students' characteristics and family background in Iranian student's mathematics achievement. *Prospects*, 3(2), 161-175.
- Kvedere, L. (2012). Mathematics self-concept of the 9th grade student in Latvia. In G. A. Baskan., F. Ozdamli., S. Kanbul & D. Ozcan (Eds) *Social and Behavioral Sciences*, (pp. 3380-3384). Curran Associates, Inc. Retrieved from www.sciencedirect.com
- Lamb, S., & Fullarton, S. (2001). Classroom and school factors affecting mathematics achievement: a comparative study of the US and Australia using TIMSS. Australian Council for Educational Research.
- March, H.W., Balla, J.R., & McDonald, R.P. (1988). Goodness: The effect of sample size. *Psychological Bulletin*, 103, 391-410.
- Ma, X., & Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal of Research in Mathematics Education*, 28, 26-47.
- Mc Grand, R., Lubienski, S. T., & Strutchens, M. E. (2006). A closer look at gender in NAEP mathematics achievement and affect data: Intersections with achievements, race/ethnicity, and socioeconomic status. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37, 129-150.
- Mullis, Ina V. S., Martin, O. M., Ruddock, G. J., Sullivan, C. Y., & Preuschoff, C. (2009). *TIMSS 2011 Assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College.
- Nagy, G., Watt, H. M. G., Eccles, J. S., Trautwein, U., Ludtke, O., & Baumert, J. (2010). The development of students mathematics self-concept in relation to gender: Different countries, different trajectories? *Journal of Research on Adolescence*, 20, 482-506.
- Peterson, P. L., & Fennema, E. (1985). Effective teaching, student engagement in classroom activities, and sex-related differences in learning mathematics. *American Educational Research Journal*, 22, 309-335.

هئستاسایی عوامل مؤثر در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان ایرانی پایه هفتم در مطالعه تیمس ۲۰۱۱

- Phan, H. T. (2008). *Correlates of mathematics achievement in developed and developing countries: an HLM analysis of TIMSS 2003 eight-grade mathematics score* (Graduate School Theses and Dissertation). University of South Florida.
- Ramirez, M. J. (2006). Understanding the low mathematics achievement of Chilean student: a cross-national analysis using TIMSS data. *International Journal of Educational Research*, 45, 102-116.
- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., Congdon, R. T., & Toit, M. D. (2012). *HLM7, hierarchical linear modeling*. Scientific Software International, Lnc, United States of America.
- Raudenbush, S.W. & Bryk, A.S. (2002). *Hierarchical Linear Models* (Second Edition). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Rivkin, S. G., Hanushek, E. A., & Kain, J. F. (2005). Teachers, schools and academic achievement. *Econometrica*, 73, 417-458.
- Rodriguez, M. C. (2004). The role of classroom assessment in student performance on TIMSS. *Applied Measurement in Education*, 17, 1-24.
- Roeser, R., Midgley, C., & Urdan, T. (1996). Perception of the school psychological environment and early adolescents' psychological and behavioral functioning in school: the mediating role of goals and belonging. *Journal of Educational Psychology*, 88, 408-422.
- Sainz, M., & Eccles, J. (2012). Self-concept of computer and math ability: gender implications across time and within ICT studies. *Journal of Vocational Behavior*, 80 (2012) 486-499. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com>
- Shavelson, R. J., & Bolus, R. (1981). Self-concept: the interplay of theory and methods. *Journal of Educational Psychology*, 74,(1), 3-17
- Unal, H., Demir, I., & Kilic, S. (2011). Teacher's professional development and student's mathematics performance: findings from TIMSS 2007. *Social Behavioral Science*, 15, 3252-3257. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com>.
- Wang, Z., Os Terlind, S. J., & Bergin, D. A. (2011). Building mathematics achievement models in four countries using TIMSS 2003. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(5), 1215-1242
- Willms, J. D. (1999). Basic concepts in hierarchical linear modeling with applications for policy analysis. In G.J. Cizek (Ed.), *Handbook of Educational Policy* (pp. 473-493). New York: Academic Press.
- Woltman, H., Feldstain, A., Mackay, J. C., & Rocchi, M. (2012). An introduction to hierarchical linear modeling. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 8(1), 52-69.
- Yoshino, A. (2012). The relationship between self-concept and achievement in TIMSS 2007: a comparison between American and Japanese students. *Int Rev Educ*, 58(2), 199-219.

بی‌نوشت‌ها

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Wang, Osterlind & Bergin 2. Baker & Letendre 3. Trends International Mathematics and Science Study (TIMSS) 4. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) 5. Phan 6. Mathematic Achievement Model 7. March, Balla & McDonald 8. Shavelson & Bolus 9. Hierarchical Linear Modeling 10. Nagy, watt, Eccles, Trautwein, Ludtke & Baumert 11. Ghagar & Othman 12. Yoshino 13. Ma & Kishor 14. Hau & Kong 15. Eklof 16. Roeser, Midgley & Urdan 17. Peterson & Fennema 18. Rodriguez 19. Davis & Carr 20. McGraw, Lubienski & Strutchens 21. Mullis, Martin, Ruddock, Sullivan & Preuschoff 22. Fuller | <ul style="list-style-type: none"> 23. Heynman & Loxley 24. First International Science Study (FISS) 25. Ismail & Awang 26. Rivkin, Hanushek & Kain 27. Ramirez 28. Mayer, Mullens & Moore 29. Lamb & Fullarton 30. Wheelan, Kesselring 31. Unal, Demir & Kilic 32. www.timssandpirls.bc.edu 33. National Center for Education Statistics (NCES) 34. Probabilities Proportional to their size 35. Plausible value 36. Foy, Arora & Stanco 37. Multiple regression 38. SEM 39. Willms 40. Cross-Level interaction 41. Woltman, Feldstain, Mackay & Rocchi 42. Stephan Raudenbush & Anthony Bryk 43. Unconditional model 44. Raudenbush 45. Intra-Class Correlation Coefficient (ICC) |
|---|--|

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در جبر مقدماتی

■ الهه امینی‌فر*
■ شیما زهره‌وند**
■ علی زعیم‌باشی***

چکیده:

درک مفهوم متغیر، در جبر پایه‌ای برای درک بسیاری دیگر از مفاهیم جبری است. مفهوم متغیر می‌تواند در موقعیت‌های مختلف، به صورت‌های گوناگون مانند مجهول خاص، عدد عمومی و در رابطه تابعی به کار رود. ماهیت انتزاعی و کاربردهای چندگانه متغیر، درک آن را برای دانش‌آموزان دشوار ساخته است. هدف پژوهش حاضر که توصیفی و از نوع زمینه‌یابی است، شناسایی علل درک اشتباه دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در جبر مقدماتی است. در این مطالعه ۱۸۵ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه اول دوره دوم متوسطه دو ناحیه آموزشی در تهران بزرگ، به روش نمونه‌گیری در دسترس، انتخاب شدند. داده‌ها از طریق یک آزمون کتبی و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاری جمع‌آوری شد. طبق برآورد ضریب آلفای کرونباخ، ضریب پایایی آزمون ۰/۸۱۱+ است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اغلب دانش‌آموزان، درک ناقصی از مفهوم متغیر دارند و در درک متغیر به عنوان عدد عمومی نیز، عملکرد ضعیف‌تری نسبت به کاربرد متغیر به عنوان مجهول خاص و در رابطه تابعی دارند. همچنین، آن‌ها دارای اشتباهات مفهومی متعددی هستند که شامل در نظر گرفتن متغیر به عنوان برچسب یا مخفف نام اشیاء، در نظر گرفتن متغیر به عنوان یک عدد خاص، چگونگی تعیین مقدار متغیر با توجه به علامت آن، در نظر گرفتن جملات نامتشابه به عنوان جملات متشابه و نیز مثبت در نظر گرفتن متغیر است. علاوه بر این، بسیاری از دانش‌آموزان باور دارند که متغیرهای ناهمنام هیچ‌گاه مقادیر یکسان نمی‌پذیرند.

مفهوم متغیر، اشتباه مفهومی، جبر مقدماتی

کلید واژه‌ها:

۹۲/۱۰/۲۲ تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۱۲/۲۵ تاریخ شروع بررسی: ۹۳/۷/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله:

* استادیار، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی elaheaminifar@srctu.edu
** دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش ریاضی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی shima_zh66@yahoo.com
*** استادیار، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی azaeembashi@srctu.edu

مقدمه

مامبا^۱ (۲۰۱۱) تأکید دارد که مفاهیم جبری، نقش بسیار مهمی در حل مسائل، تفکر و روابط ریاضی دارند. این تأکید همسو با توصیه شورای ملی معلمان ریاضی^۲ (۲۰۰۰) در امریکا است که در آن، بیان شده است که همه دانش‌آموزان، باید جبر را یاد بگیرند و مطالعه جبر باید جزئی از برنامه درسی از پیش‌دبستان تا پایه دوازده باشد. فاستر^۳ (۲۰۰۷) معتقد است از آنجا که جبر مبتنی بر تعمیم حساب و مرتبط ساختن ایده‌های ریاضی به یکدیگر با زبانی نمادین است، معمولاً هنگامی که دانش‌آموزان شروع به یادگیری جبر می‌کنند، آن را انتزاعی و بی‌ارتباط با دنیای واقعی می‌بینند. اما در هر صورت، با توجه به نقش جبر در برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای، یادگیری متغیر، که یکی از مفاهیم اساسی جبر است و درک بسیاری از مفاهیم جبری از قبیل معادله و تابع به درک آن وابسته است، یک مسئله مهم است. متغیر می‌تواند با توجه به موقعیت‌های مختلف، به صورت‌های گوناگونی از جمله مجهول و عدد عمومی^۴ به کار رود. به گفته شورای ملی معلمان ریاضی (۲۰۰۰)، دانش‌آموزان در پایه‌های ۶ تا ۸، به‌منظور نمایش، تحلیل مسائل و ساختارهای ریاضی با استفاده از نمادهای جبری، نیازمند درک مفهوم متغیر و کاربردهای آن هستند (ص. ۲۲۲). اما با وجود اینکه درک مفهوم متغیر، اساس موفقیت دانش‌آموزان در درس جبر است، این مفهوم پیچیده‌تر از آن است که به نظر می‌رسد و اغلب، مانع پیشرفت دانش‌آموزان در جبر می‌شود (انگلیش^۵ و وارن^۶، ۱۹۹۸)؛ چنان که کوچمن^۷ (۱۹۷۸)، و تریگروس^۸ و یورسینی^۹ (۲۰۰۳) نیز در پژوهش‌های خود، نشان داده‌اند که دانش‌آموزان برای درک این مفهوم و به‌کارگیری آن، با مشکلات متعددی مواجه می‌شوند. از نظر ساهین^{۱۰} و سویلا^{۱۱} (۲۰۱۱)، یکی از دلایلی که دانش‌آموزان پایه‌های ۶ تا ۸، مفهوم متغیر را به‌درستی درک نمی‌کنند این است که آن‌ها، در حال گذر از مرحله عملیات عینی (تجسمی) به مرحله عملیات انتزاعی هستند. این دو پژوهشگر به نقل از دد^{۱۲} و آرگان^{۱۳} (۲۰۰۳) ابراز می‌دارند که حروفی که نشان‌دهنده متغیرها هستند ممکن است با توجه به محتوای موردنظر، معانی و کاربردهای مختلفی را بپذیرند و همین امر باعث به‌وجود آمدن مشکلات و اشتباهاتی در درک مفهوم متغیر می‌گردد.

اشتباهات مفهومی یا بدفهمی‌ها، ناشی از شکل‌گیری ناقص دانش و تجربه دانش‌آموز در موقعیت یاددهی-یادگیری است و باید علت آن شناسایی و ریشه‌یابی گردد. در تبیین چگونگی پیدایش اشتباهات مفهومی، لازم است به این مهم توجه نمود که آن‌ها صرفاً به‌عنوان یک غلط یا اشتباه اتفاقی مطرح نیستند، بلکه در قالب یک ساختار ذهنی از ایده‌های ناقص شکل می‌گیرند (علم‌الهدای، ۱۳۸۸). مثلاً ممکن است بر اثر آموزش‌های نامناسب قبلی، یادآوری ضعیف و یا تفکر غیررسمی ایجاد شوند (سویگور^{۱۴}، ۲۰۰۸). هامر^{۱۵} (۱۹۹۶) معتقد است که اشتباهات مفهومی باثبات‌اند، و دارای ساختارهای شناختی محکمی هستند، با درک متخصصان متفاوت‌اند

و به‌طور قابل توجهی بر روی چگونگی درک دانش‌آموزان از اتفاقات طبیعی و تعاریف علمی تأثیر می‌گذارند. بدین سبب، برای اینکه دانش‌آموزان به درک عمیقی از یک مفهوم - و در این مورد، مفاهیم پایه‌ای جبر- برسند، باید بر آن‌ها غلبه کرد، از آن‌ها دوری گزید یا آن‌ها را حذف نمود.

صدیقی (۱۳۸۷) یکی از عوامل ناتوانی دانش‌آموزان در تعمیم جبری، را به درک نادرست آن‌ها از مفهوم متغیر نسبت داده است. کریمی‌کیا (۱۳۹۱) نیز در پژوهشی که در خصوص معادلات درجه اول انجام داده به این نتیجه رسیده است که بخشی از اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان در مورد این معادلات، ناشی از بدفهمی آن‌ها از متغیر است. پس با شناسایی اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان، تبیین راهکارهای مؤثر برای جلوگیری از شکل‌گیری چنین اشتباهاتی، امکان‌پذیر می‌شود. لذا در این پژوهش، دو سؤال زیر تعیین شد تا به آن‌ها پاسخ داده شود:

سؤال ۱: درک دانش‌آموزان پایه اول دوره دوم متوسطه از مفهوم متغیر چگونه است؟

سؤال ۲: اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان پایه اول دوره دوم متوسطه در رابطه با متغیر کدام‌اند؟

متغیر و اشتباهات مفهومی آن

هارت^{۱۶} (۱۹۵۱)، متغیر را عبارت از «یک حرف که در یک مسئله می‌تواند دو یا تعداد بیشتری مقدار بپذیرد»، تعریف می‌کند (نقل شده در یوسیس‌کین^{۱۷}، ۱۹۸۸). متغیر در همه حوزه‌های ریاضی وجود دارد و به صورت‌های مختلفی به کار برده می‌شود. این کاربردهای مختلف، درک مفهوم متغیر را برای دانش‌آموزان دشوار کرده است (تریگروس و یورسینی، ۲۰۰۱). قبلاً، فیلیپ^{۱۸} (۱۹۹۲) کاربردهای متفاوت حروف را به‌صورت زیر بیان کرده بود:

۱. برچسب^{۱۹} (مثل m که برای نشان دادن متر به کار می‌رود)

۲. ثابت^{۲۰} (مانند π = عدد پی، c = سرعت نور و e = پایه لگاریتم طبیعی)

۳. مجهول^{۲۱} (مثلاً x در $5x - 9 = 91$)

۴. اعداد تعمیم داده شده^{۲۲} (مثال: a و b در $a + b = b + a$)

۵. کمیت‌های تغییرکننده^{۲۳} (برای نمونه، x و y در $y = 9x - 2$)

۶. پارامتر^{۲۴} (مانند m و b در $y = mx + b$)

۷. نمادهای مجرد^{۲۵} (مثل e و x در $e^x = x$)

علاوه بر این، تریگروس و یورسینی (۲۰۰۳)، مفهوم متغیر را به‌عنوان مجهول خاص، عدد عمومی و در رابطه تابعی دسته‌بندی کردند که در جدول ۱ آمده است.

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در جبر مقدماتی

جدول ۱. دسته‌بندی مفهوم متغیر (تریگروس و یورسینی، ۲۰۰۳)

متغیر	درک ^{۲۶} و بازنمایی ^{۲۷}	تفسیر نماد ^{۲۸}	دست‌ورزی ^{۲۹}
مجهول خاص	به‌عنوان یک مجهول در یک وضعیت خاص یا در یک معادله	به‌عنوان مجهول خاص در معادلات	فاکتورگیری ^{۳۰} ، ساده کردن ^{۳۱} ، بسط‌دادن ^{۳۲} و موازنه کردن ^{۳۳} یک معادله
عدد عمومی	به‌عنوان عدد عمومی در روش‌های کلی یا قوانین استنباط شده از الگوهای عددی یا هندسی یا دسته‌ای از مسائل مشابه	به‌عنوان یک تعمیم‌دهنده در عبارات جبری	فاکتورگیری، ساده کردن و بسط‌دادن برای مرتب کردن عبارات
در رابطه تابعی	تشخیص ارتباط و تغییرپذیری بین متغیرهای مرتبط از روی جدول‌ها، گراف‌ها یا تحلیل بازنمایی‌ها	بیان رابطه و تغییرات مشترک در تحلیل بازنمایی‌ها، جدول‌ها و نمودارها	فاکتورگیری، ساده کردن و بسط‌دادن برای مرتب کردن عبارات، جایگذاری مقادیر برای تعیین بازه تغییرات، مقادیر ماکزیمم و مینیمم، رفتار کلی روابط

از این گذشته، اشتباهات مفهومی در مورد متغیرها ممکن است موجب عدم درک نقش حروف در معادلات و ایجاد تمایل برای تفسیر حروف به‌عنوان نام اشیای واقعی گردد (رژنیک^{۳۴}، ۱۹۸۱). بوث^{۳۵} (۱۹۸۸)، یکی از اشتباهات مفهومی رایج دانش‌آموزان ۱۳ تا ۱۶ ساله را از مفهوم متغیر این می‌داند که معنی متغیرها را درک نمی‌کنند و معمولاً آن‌ها را به‌عنوان برجسب یا مخفف اسامی اشیاء به‌کار می‌برند. به گفته وی، بسیاری از دانش‌آموزان، a^3 را به‌جای ۳ برابر تعداد سیب‌ها، به‌طور نادرست به‌عنوان ۳ سیب تفسیر می‌کنند. بوث (۱۹۸۸) توضیح می‌دهد که این اشتباه مفهومی ممکن است به‌دلیل انتقال نامناسب کاربرد قراردادهای قوانین حسابی به جبر ایجاد شود و مثال می‌زند که حروف در حساب می‌توانند به‌عنوان برجسب به‌کار روند؛ مانند m که به‌عنوان برجسبی برای نشان دادن متر به‌کار می‌رود و $3m$ به معنای ۳ برابر ۱ متر است، درحالی‌که در جبر، $3m$ به معنای ۳ برابر مقدار نامعلوم m است.

مک‌گریگور^{۳۶} و استیسی^{۳۷} (۱۹۹۷) نیز در پژوهشی به بررسی درک دانش‌آموزان ۱۱ تا ۱۵ ساله از نمادهای جبری پرداختند و دریافتند که بسیاری از دانش‌آموزان ۱۱ ساله، که قبلاً هیچ‌گونه آموزش جبری ندیده بودند، متغیرها را همان علامت اختصاری کلمات (مثلاً حرف h به‌عنوان ارتفاع) در نظر می‌گیرند. آن‌ها همچنین متوجه شدند که دانش‌آموزان گاهی متغیرها را با توجه به موقعیتشان در الفبای

لاتین مقداردهی می‌کند، مثل اینکه چون h هشتمین حرف الفبای لاتین است، پس برایشان، $h=8$ است. آن‌ها بیان کردند که برای درک بهتر دانش‌آموزان از مفاهیم جبری، ضروری است تأکید شود که حروف در جبر نشان‌دهنده اعداد هستند نه اشیا. بوث (۱۹۸۸) به این نتیجه رسید که برخی از دانش‌آموزان فکر می‌کنند متغیرهایی که ظاهر متفاوت دارند نمی‌توانند مقادیر یکسان بپذیرند، مانند عبارت‌های $3x$ و $3n$ که از نظرشان، هم‌ارز نیستند، زیرا n و x هیچ‌گاه مقادیر یکسان نمی‌پذیرند.

کوچمن (۱۹۷۸) در پژوهشی که در مورد درک دانش‌آموزان ۱۳ تا ۱۵ ساله از مفهوم متغیر انجام داد، از دانش‌آموزان خواست به مسئله «۴» را به عبارت $3n$ اضافه کنید. پاسخ دهند. بررسی وی نشان داد که ۱۶ درصد دانش‌آموزان، جواب را ۷ به دست آوردند، که بیانگر این است که به‌طور کامل، از متغیر چشم‌پوشی کرده بودند. همچنین، ۳۱ درصد دانش‌آموزان، عبارت $7n$ را به‌عنوان جواب ارائه دادند. این دانش‌آموزان نیز بدون اینکه به معنی متغیر دقت کنند و دریابند که نشان دهنده چه چیزی است، اعداد را با هم جمع کرده و در آخر، متغیر را کنار آن‌ها قرار داده بودند.

سahین و سویلا (۲۰۱۱) به‌منظور مشخص کردن و دسته‌بندی خطاها و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان، در پژوهشی که بر روی ۵۰ نفر از دانش‌آموزان پایه هفتم انجام دادند، مسئله «علی^{۳۸} ۱۰ سانتی‌متر از مراد بلندتر است، قد مراد h سانتی‌متر است. قد علی را برحسب h بنویسید.» را به دانش‌آموزان دادند. در پاسخ به این سؤال، ۴ دانش‌آموز عبارت $y+10$ را به‌عنوان جواب نوشتند، این دانش‌آموزان، فقط حروف x و y را به‌عنوان متغیر قبول داشتند. ۲۴ دانش‌آموز به‌جای نوشتن عبارت جبری $h+10$ ، برای به دست آوردن جواب، عملیات حسابی را به‌کار بردند. مثلاً، با در نظر گرفتن یک مقدار مثل ۲۰ برای قد مراد، قد علی را ۳۰ سانتی‌متر به دست آوردند. همچنین، وقتی پاسخ‌های دانش‌آموزان به مسئله «عبارت $4x+9x$ را ساده کنید.» مورد بررسی قرار گرفت، معلوم شد که ۲ دانش‌آموز، متغیر را به‌عنوان ارزش مکانی در نظر گرفته و اعداد دلخواهی را به‌عنوان رقم، در این عبارت جایگذاری نموده و جواب را به‌صورت $47+95=192$ نوشته بودند. یعنی این دانش‌آموزان، حاصل ضرب یک عدد و یک متغیر را، یک عدد دورقمی دانسته بودند.

مشکل دیگری که دانش‌آموزان هنگام استفاده از متغیرها دارند این است که یک عبارت جبری را به‌عنوان جواب نمی‌پذیرند. مثلاً در پاسخ‌گویی به مسئله «عددی را بنویسید که ۲ برابر x باشد»، اغلب آن‌ها $2x$ را به‌عنوان پاسخ نهایی نمی‌پذیرند. این دانش‌آموزان سعی می‌کنند عدد خاصی را در متغیر جایگزین کنند، زیرا وجود متغیر، جواب را برای آن‌ها بی‌معنا می‌سازد (بوث، ۱۹۸۸).

همچنین، سامو^{۴۰} (۲۰۰۸) به این نتیجه رسید که در نظر گرفتن متغیر به‌عنوان یک عدد خاص، یکی دیگر از اشتباهات مفهومی متداول در دانش‌آموزان دوره متوسطه است، مثل اینکه برای بسیاری از آن‌ها، $2n$ همیشه از $n+1$ بزرگ‌تر است، زیرا با مقداردهی عدد ۲ به n ، به این نتیجه می‌رسند که ۴، همیشه از ۳ بزرگ‌تر است.

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در هبر مقدماتی

برای داشتن تصویری جامع از پیشینه پژوهشی بررسی شده در مورد انواع اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر و به کارگیری آن، نتایج آن‌ها به طور خلاصه در جدول ۲ ارائه می‌شود.

جدول ۲. اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان در رابطه با مفهوم متغیر و به کارگیری آن

ردیف	اشتباهات مفهومی	منابع	مثال
۱۱	نادیده گرفتن متغیر.	سahین و سویلا (۲۰۱۱)؛ کوچمن (۱۹۷۸).	$3x + 2x = 5$
۲	در نظر گرفتن جملات مختلف به عنوان جملات متشابه.	بوث (۱۹۸۸)؛ استیسی و مک‌گریگور (۱۹۹۷)؛ سahین و سویلا (۲۰۱۱)؛ کوچمن (۱۹۷۸).	$4a + 5b = 9ab$
۳	درک متغیر به عنوان ارزش مکانی.	بوث (۱۹۸۸)؛ سahین و سویلا (۲۰۱۱).	مقدار $7x$ به ازای $x=2$ برابر است با ۷۲
۴۴	در نظر گرفتن متغیر به عنوان یک عدد خاص.	سahین و سویلا (۲۰۱۱)؛ کوچمن (۱۹۷۸)؛ مک‌گریگور و استیسی (۱۹۹۷)؛ سامو (۲۰۰۸).	$2k$ همیشه از $k+2$ بزرگ‌تر است، زیرا با مقداری عدد 5 به k ، این نتیجه به دست می‌آید که 10 ، همیشه از 7 بزرگ‌تر است.
۵	نپذیرفتن عبارت جبری به عنوان جواب نهایی.	سahین و سویلا (۲۰۱۱)؛ بوث (۱۹۸۸)؛ استیسی و مک‌گریگور (۱۹۹۷)؛ کوچمن (۱۹۷۸).	عبارت زیر را ساده کنید: $x + 2y + 2x$ جواب: $3x + 2y = 3 \times 2 + 2 \times 5 = 16$
۶	تمرکز بر متغیرهای x و y .	سahین و سویلا (۲۰۱۱).	اگر قد دانش‌آموزی h سانتی‌متر باشد و قد معلم 16 سانتی‌متر از او بلندتر باشد. قد معلم بر حسب قد دانش‌آموز چقدر است؟ جواب: قد معلم برابر است با $x + 16$
۷	در نظر گرفتن متغیر به عنوان برچسب.	استیسی و مک‌گریگور (۱۹۹۷)؛ فیلپ (۱۹۹۲)؛ بوث (۱۹۸۸)؛ سامو (۲۰۰۸).	$7b$ را به جای 7 برابر تعداد موزها، به طور نادرست به عنوان 7 موز تفسیر می‌کنند.
۸	باور به اینکه متغیرهای ناهم‌نام مانند x و y ، هیچ‌گاه مقادیر مثل هم نمی‌پذیرند.	کوچمن (۱۹۷۸)؛ بوث (۱۹۸۸).	مقدار عبارت‌های $9y$ و $9x$ هیچ‌گاه برابر نمی‌شوند.
۹	مقداردهی به متغیرها با توجه به موقعیت قرارگیری آن‌ها در الفبای لاتین.	استیسی و مک‌گریگور (۱۹۹۷)؛ کوچمن (۱۹۷۸).	برای مثال، مقدار f برابر با 6 است، زیرا f ششمین حرف الفبای لاتین است.
۱۰	مثبت در نظر گرفتن متغیر.	کوچمن (۱۹۷۸)	به متغیر x فقط اعداد مثبت را نسبت می‌دهند.

■ روش‌شناسی پژوهش

هدف این پژوهش، بررسی چگونگی درک دانش‌آموزان از مفهوم متغیر و توصیف اشتباهات مفهومی آنان است و بدین‌منظور از روش توصیفی از نوع زمینه‌یابی استفاده شده است. این مطالعه، در زمره پژوهش‌های کاربردی محسوب می‌شود، زیرا نتایج آن می‌تواند برای بهبود برنامه‌ریزی‌های آموزشی و طراحی برنامه‌های درسی و کمک به اتخاذ تصمیم‌های آموزشی، به‌کار برده شود.

■ جامعه و نمونه آماری پژوهش

جامعه آماری این پژوهش، را کلیه دانش‌آموزان دختر پایه اول دوره دوم متوسطه دو ناحیه آموزشی تهران بزرگ، در سال تحصیلی ۹۲-۹۱ تشکیل می‌دادند. به روش نمونه‌گیری در دسترس، ۱۸۵ نفر از این دانش‌آموزان انتخاب شدند. این نمونه‌گیری با انتخاب یک یا دو کلاس از پنج دبیرستان این دو ناحیه آموزشی که مدیران و معلمان آن‌ها همکاری‌های لازم را برای اجرای آزمون مبذول داشتند صورت گرفت.

■ ابزار گردآوری داده‌ها

برای گردآوری داده‌ها، از یک آزمون و نیز مصاحبه‌های نیمه‌ساختاری استفاده شد. براساس چارچوب تریگروس و یورسینی (۲۰۰۳) در مورد تفسیر نمود، مطابق جدول ۱ و براساس سؤال‌های آزمون کوچمن (۱۹۷۸) و تریگروس و یورسینی (۲۰۰۳)، آزمونی چهارگزینه‌ای جهت بررسی درک دانش‌آموزان از مفهوم متغیر و تشخیص اشتباهات مفهومی آن‌ها در این حوزه، طراحی شد. برای کسب اطلاعات عمیق‌تر از دانش‌آموزانی که پاسخ‌هایشان ناکافی و یا نوع اشتباهات آن‌ها نامعلوم بود، مصاحبه‌هایی در محل برگزاری آزمون‌ها با ۳۰ داوطلب صورت گرفت. در مصاحبه نیمه‌ساختاری، سؤال‌ها از قبل طراحی می‌شوند و هدف، کسب اطلاعات عمیق از مصاحبه‌شونده است. این روش با انعطاف‌پذیری براساس پاسخ‌های آزمودنی، به تنظیم سؤال‌ها می‌پردازد (بازرگان، سرمد و حجازی، ۱۳۹۰). در هر مصاحبه از ۱ تا ۳ سؤال از دانش‌آموزان پرسیده شد و مدت زمان هر مصاحبه، از ۱۰ الی ۲۰ دقیقه به طول انجامید.

برای تعیین روایی محتوایی آزمون از دیدگاه‌های چهار نفر از استادان گروه ریاضی و چهار نفر از دبیران مشغول به تحصیل در رشته آموزش ریاضی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی استفاده شد. برای بررسی پایایی آزمون، پس از اجرای آن بر روی یک نمونه کوچک ۳۲ نفری از دانش‌آموزان پایه اول دوره دوم متوسطه، از برآورد ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که میزان آن برای این آزمون، ۰/۸۱۱ بود.

یافته‌های پژوهش

در این قسمت، پس از ارائه نتایج بررسی عملکرد دانش‌آموزان در درک متغیر، نتایج تجزیه و تحلیل پاسخ‌های دانش‌آموزان، به تفکیک هر سؤال، ارائه می‌شود و در پایان به سؤال‌های پژوهش پاسخ داده می‌شود.

بررسی عملکرد دانش‌آموزان در درک متغیر: در این آزمون، از آماره‌های میانگین و انحراف معیار برای توصیف چگونگی درک دانش‌آموزان در هر یک از سه کاربرد اصلی متغیر به‌عنوان مجهول خاص، عدد عمومی و رابطه تابعی استفاده شده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در این آزمون، عملکرد دانش‌آموزان در سؤال‌های اختصاص یافته به متغیر به‌عنوان رابطه تابعی با میانگین ۵۶٪ و انحراف معیار ۳۶٪، و متغیر به‌عنوان مجهول خاص با میانگین ۵۴٪ و انحراف معیار ۳۲٪ بود. ضعیف‌ترین عملکرد آنان با میانگین ۳۷٪ و انحراف معیار ۲۵٪، در سؤال‌های اختصاص یافته به متغیر، به‌عنوان عدد عمومی، بود.

جدول ۳. عملکرد دانش‌آموزان در درک متغیر

کاربردهای متغیر	میانگین (درصد)	انحراف معیار (درصد)
مجهول خاص	۵۴	۳۲
عدد عمومی	۳۷	۲۵
رابطه تابعی	۵۶	۵۶

پاسخ به سؤال‌های آزمون: به‌منظور بررسی درک دانش‌آموزان از مفهوم متغیر و اشتباهات مفهومی آن‌ها در این رابطه، به بررسی پاسخ‌های ارائه‌شده توسط دانش‌آموزان به چهار سؤال از آزمون پرداخته می‌شود و اطلاعات آماری جمع‌آوری‌شده در قالب جدول‌های فراوانی (درصد) ارائه می‌گردد. در مواقعی هم که از مصاحبه برای روشن‌تر شدن پاسخ‌ها استفاده شده، به تناسب، به آن‌ها ارجاع داده شده است. در ضمن، برای حفظ محرمانیت افراد، از اسامی مستعار استفاده شده است.

سؤال ۱

در یک مغازه میوه‌فروشی، قیمت هر عدد پرتقال ۴۰ تومان و قیمت هر عدد سیب ۲۰ تومان است. اگر p نشان‌دهنده تعداد پرتقال‌های خریده‌شده و s تعداد سیب‌های خریده‌شده از این میوه‌فروشی باشد، عبارت $40p + 20s$ نشان‌دهنده چه چیزی است؟

الف. مجموع قیمت میوه‌های خریداری‌شده ب. تعداد کل میوه‌های خریده‌شده

ج. ۶۰ پرتقال و سیب د. ۴۰ پرتقال و ۲۰ سیب

این سؤال، توانایی دانش‌آموزان را در درک مفهوم متغیر به‌عنوان مجهول خاص و تعیین و تشخیص آن در مسئله، مورد بررسی قرار می‌دهد. دانش‌آموزان باید بتوانند مجهول را، با توجه به شرایط مسئله، به‌درستی تعیین کنند. ۵۵/۱ درصد از دانش‌آموزان، گزینه (الف) را که پاسخ درست است، انتخاب کردند. لازمه این انتخاب این بود که دانش‌آموزان، بتوانند متغیرهای p و s را به تعداد پرتقال‌ها و تعداد سیب‌های خریده‌شده نسبت دهند و عبارت $40p + 20s$ را به‌عنوان مجموع قیمت میوه‌های خریداری‌شده در نظر بگیرند. همچنین، ۱۵/۷ درصد دانش‌آموزان گزینه (ب)، ۱۵/۱ درصد گزینه (ج) و ۱۱/۹ درصد، گزینه (د) را انتخاب کردند. مصاحبه‌های انجام‌شده نشان داد که برخی از دانش‌آموزان، به‌جای تعداد اشیاء، متغیرها را به‌اشتباه، به خود اشیاء نسبت دادند یا متغیر را به‌عنوان مخفی برای نام اشیاء در نظر گرفتند. مصاحبه ذیل که با یکی از آن‌ها صورت گرفته است، این مطلب را به‌وضوح نشان می‌دهد.

مصاحبه‌گر: در عبارت $40p + 20s$ ، متغیر p چه چیزی را نشان می‌دهد؟

مریم: پرتقال خریده‌شده را.

مصاحبه‌گر: $40p$ چه چیزی را نشان می‌دهد؟

مریم: $40p$ یعنی ۴۰ تا پرتقال خریده‌شده و $20s$ هم یعنی ۲۰ تا سیب خریده‌شده.

مصاحبه‌گر: پس عبارت $40p + 20s$ نشان‌دهنده چیست؟

دانش‌آموز: کل میوه‌های خریده‌شده.

در واقع، این دانش‌آموز متغیرهای s و p را به‌عنوان برچسبی برای سیب و پرتقال خریده‌شده در نظر گرفته است، نه برای تعداد آن‌ها. دانش‌آموزانی که دچار این اشتباه شده‌اند، تعداد سیب‌های خریده‌شده را ۲۰ و تعداد پرتقال‌های خریده‌شده را ۴۰ در نظر گرفتند. این نشان می‌دهد که دانش‌آموزان، در فهمیدن اینکه متغیرهای s و p ، هر کدام نشان‌دهنده تعداد نامعلوم سیب‌ها و پرتقال‌های خریداری‌شده هستند، مشکل دارند. تعدادی از آن‌ها نیز معتقد بودند که p نشان‌دهنده پرتقال و s نشان‌دهنده سیب است و عبارت $40p + 20s$ را به‌صورت $40p$ پرتقال و $20s$ سیب بیان کردند. بعضی از دانش‌آموزان نیز عبارت $40p + 20s$ را به‌صورت $60ps$ نوشته و به‌عنوان ۶۰ سیب و پرتقال تعبیر می‌کردند. چنین دانش‌آموزانی دارای اشتباه مفهومی «در نظر گرفتن متغیر به‌عنوان برچسب یا مخفی برای نام اشیاء» هستند.

طبق بررسی‌های انجام‌شده، برخی از دانش‌آموزانی که گزینه (ج) را انتخاب کرده بودند، دارای اشتباه مفهومی «در نظر گرفتن جملات مختلف به‌عنوان جملات متشابه» نیز بودند و به‌دلیل این اشتباه، عبارت را به‌طور نادرستی ساده کردند. در حقیقت، بسیاری از این دانش‌آموزان، درک درستی از جملات متشابه و نامتشابه نداشتند. نحوه و درصد پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سؤال اول، در جدول ۴ نمایش داده شده است.

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در جبر مقدماتی

جدول ۴. یافته‌های مربوط به سؤال ۱

درصد فراوانی		فراوانی	نوع پاسخ‌های ارائه‌شده	
۵۵/۱		۱۰۲	الف	درست
۴۲/۷	۱۵/۷	۲۹	ب	نادرست
	۱۵/۱	۲۸	ج	
	۱۱/۹	۲۲	د	
۲/۲		۴	عدم پاسخگویی	
۱۰۰		۱۸۵	جمع کل	

سؤال ۲.....

اگر c و d دو عدد دلخواه باشند، آنگاه در عبارت $c+d=10$ ، کلیه مقادیری که متغیر c می‌پذیرد کدام است؟

- الف. مقادیر کمتر از ۱۰
ب. مقادیر بیشتر از ۱۰
ج. مقادیر بین ۰ و ۱۰
د. همه مقادیر حقیقی

هدف این سؤال، بررسی توانایی درک دانش‌آموزان از متغیر، به‌عنوان عدد عمومی است. دانش‌آموزان باید قادر باشند مقادیر بی‌شماری را به متغیرها نسبت دهند. گزینه (د) پاسخ درست این سؤال است و ۴۰ درصد دانش‌آموزان این گزینه را انتخاب کردند. همچنین، ۴۳/۲ درصد دانش‌آموزان، گزینه (الف) را انتخاب کردند. از آنجایی که حاصل $c+d$ برابر با ۱۰ است، این دانش‌آموزان فقط مقادیری را به c و d نسبت می‌دادند که از ۱۰ کمتر باشند و مجموعه‌شان از ۱۰ بیشتر نشود، به‌همین دلیل درصد پایینی از دانش‌آموزان گزینه (ب) انتخاب کردند (۱/۷ درصد). گزینه (ج) را نیز ۱۲/۴ درصد از دانش‌آموزان انتخاب کردند. آن‌ها اعداد منفی را برای c در نظر نگرفتند و فقط مقادیر مثبت ۰ تا ۱۰ را به c نسبت دادند که بیانگر این است که آن‌ها، مقدار متغیر را همیشه مثبت در نظر می‌گیرند.

قبل از انجام مصاحبه‌ها، به‌نظر می‌رسید که چون دانش‌آموزان مقدار متغیر را مثبت فرض می‌کنند، فقط اعداد مثبت را برای c و d در نظر می‌گیرند، ضمن اینکه اعداد بیشتر از ۱۰ را به c نسبت نمی‌دهند، زیرا حاصل جمع آن‌ها بیشتر از ۱۰ می‌شود. اما مصاحبه‌ها نشان داد که برخی از دانش‌آموزان، فرق بین عمل جمع و نماد مثبت را تشخیص نمی‌دهند و به‌خاطر طرح‌واره‌های ذهنی قبلی‌شان از اعداد صحیح، خواص اعداد صحیح را به‌طور نادرستی به متغیرها هم تعمیم می‌دهند. به‌همین دلیل، با دیدن علامت مثبت کنار متغیر d ، آن را به‌عنوان یک عدد مثبت در نظر می‌گیرند و اعداد بزرگ‌تر از ۱۰

را به متغیر c نسبت نمی‌دهند. مصاحبه زیر، معرف تمایز نگذاشتن بین عمل جمع و نماد مثبت d است.

مصاحبه‌گر: c و d چه اعدادی را می‌توانند بپذیرند؟
 زهرا: هر عدد دلخواهی را.
 مصاحبه‌گر: یعنی چه اعدادی؟
 زهرا: یعنی کل اعداد منفی و مثبت و صفر.
 مصاحبه‌گر: در عبارت $c+d=10$ ، متغیر c چه مقداری را می‌پذیرد؟
 زهرا: فقط اعداد کمتر از ۱۰ را.
 مصاحبه‌گر: یعنی c هیچ‌وقت نمی‌تواند ۱۲ باشد؟
 زهرا: نه، چون d همیشه مثبت است.
 مصاحبه‌گر: چرا؟
 زهرا: چون علامت d مثبت است. d هیچ‌وقت نمی‌تواند برابر با یک عدد منفی باشد.

نحوه و درصد پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سؤال ۲ در جدول ۵ نمایش داده شده است.

جدول ۵. یافته‌های مربوط به سؤال ۲

درصد فراوانی		فراوانی	نوع پاسخ‌های ارائه‌شده	
۴۰		۷۴	د	درست
۵۷/۳	۴۳/۲	۸۰	ب	نادرست
	۱/۷	۳	ج	
	۱۱/۹	۲۳	د	
۲/۷		۵	عدم پاسخ‌گویی	
۱۰۰		۱۸۵	جمع کل	

سؤال ۳

اگر a ، b و c اعداد دلخواه باشند، چه زمانی $a+b$ با $a+c$ برابر می‌شود؟
 الف. هیچ‌گاه
 ب. همیشه
 ج. زمانی که مقادیر متغیرهای b و c با هم برابر شوند.
 د. نمی‌توان اظهار نظر کرد.

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در هبر مقدماتی

این سؤال، توانایی دانش‌آموزان را از درک متغیر به عنوان عدد عمومی مورد بررسی قرار می‌دهد. دانش‌آموزان باید بتوانند مقادیر بی‌شماری را به متغیر نسبت دهند. گزینه (ج) پاسخ صحیح است و $51/9$ درصد دانش‌آموزان، این گزینه را انتخاب کردند. برای پاسخ‌گویی به این سؤال، دانش‌آموزان باید متغیرهای b و c را انعطاف‌پذیر و گیرنده مقادیر بی‌شمار ببینند. علاوه بر این، $15/7$ درصد دانش‌آموزان، گزینه (الف) را انتخاب کردند. برخی نیز با جایگذاری اعداد دلخواهی در متغیرها، مثلاً $a=2$ و $c=3$ و $b=4$ و با نوشتن $2+4 \neq 2+3$ ، گزینه (الف) را انتخاب کردند. این دانش‌آموزان با نسبت دادن یک عدد خاص به متغیرها، به این نتیجه رسیدند که دو عبارت $a+b$ و $a+c$ هیچ‌گاه با هم برابر نمی‌شوند. برخی نیز استدلال کردند که چون متغیرها از لحاظ ظاهری شبیه به هم نیستند، بنابراین دو عبارت، هیچ‌گاه با هم برابر نمی‌شوند. این دانش‌آموزان، متغیر را به عنوان یک مقدار قطعی در نظر می‌گیرند و نمی‌توانند مقادیر بی‌شماری را به آن نسبت دهند.

گزینه (ب)، توسط تنها $2/7$ درصد دانش‌آموزان انتخاب شد، اما استدلالی که برای انتخاب این گزینه اشتباه ارائه شد، جالب بود. استدلال این بود که اگر مقدار هر سه متغیر یکسان باشد، مثلاً برابر با 2 ، پس $2+2=2+2$ و دو طرف تساوی، همیشه با هم برابر می‌شوند. $29/7$ درصد هم گزینه (د) را انتخاب کردند. این دانش‌آموزان، بدون داشتن مقادیر عددی متغیرها، نمی‌توانستند با آن‌ها کار کنند.

در مصاحبه‌های صورت‌گرفته، برخی از دانش‌آموزان بیان کردند که «وقتی مقدار متغیرها را نداشته باشیم و ندانیم که چه اعدادی را نشان می‌دهند، چطوری در مورد تساوی آن‌ها اظهارنظر کنیم؟!». یکی از دانش‌آموزان نیز بیان کرد که «حتی اگر مقادیر b و c نیز با هم برابر شوند، ممکن است مقدار a با a برابر نشود! پس ما حتماً باید مقادیر a و b و c را داشته باشیم تا بتوانیم اظهارنظر کنیم». این دانش‌آموز نمی‌دانست که حروف همانم در یک عبارت جبری، نشان دهنده مقادیر یکسان هستند. متن زیر بیانگر این موضوع است.

مصاحبه‌گر: چه زمانی $a+b$ با $a+c$ برابر می‌شود؟

مینا: هیچ وقت.

مصاحبه‌گر: چرا؟

مینا: اگر بنا بود مقادیری که متغیرهای c و b می‌پذیرند با هم برابر شوند، آن‌ها را با حروف یکسان نمایش می‌دادند.

نحوه و درصد پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سؤال ۳، در جدول ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۶. یافته‌های مربوط به سؤال ۳

درصد فراوانی		فراوانی	نوع پاسخ‌های ارائه‌شده	
۵۱/۹		۹۶	ج	درست
۴۸/۱	۱۵/۷	۲۹	الف	نادرست
	۲/۷	۵	ب	
	۲۹/۷	۵۵	د	
۲/۰		۰	عدم پاسخگویی	
۱۰۰		۱۸۵	جمع کل	

سؤال ۴.....

اگر x و y دو عدد حقیقی باشند و $x+y=9$ ، در این عبارت، هنگامی که مقدار x افزایش می‌یابد، مقدار y چه تغییری می‌کند؟

- الف. کاهش می‌یابد
ب. افزایش می‌یابد
ج. تغییر نمی‌کند
د. هیچ‌کدام

این سؤال درک دانش‌آموزان را از متغیر در رابطه تابعی مورد بررسی قرار می‌دهد. در این سؤال دانش‌آموزان باید بتوانند رابطه بین متغیرها را به‌درستی تشخیص دهند. گزینه (الف) پاسخ صحیح است و $56/8$ درصد دانش‌آموزان، این گزینه را انتخاب کردند. آن‌ها توانستند متغیرها را در یک رابطه تابعی در نظر بگیرند و تغییراتشان را در رابطه با یکدیگر تشخیص دهند. علاوه بر این 13 درصد دانش‌آموزان گزینه (ب) را انتخاب کردند. آنان این‌گونه استدلال کردند که «چون مقدار x افزایش پیدا می‌کند و رابطه بین x و y خطی است، پس مقدار y هم افزایش می‌یابد» که مبین درک رویه‌ای آن‌ها از رابطه خطی است. برخی نیز عنوان کردند که «به‌دلیل اینکه بین متغیرها علامت جمع وجود دارد، پس وقتی x افزایش می‌یابد، مطمئناً y هم افزایش می‌یابد». از این گذشته، $27/5$ درصد دانش‌آموزان گزینه (ج) را انتخاب کردند. برخی از آن‌ها مقداری مانند عدد 2 به x نسبت دادند و معادله را به‌صورت $2+y=9$ نوشتند و با افزایش دادن یک واحد به مقدار x ، به‌طرف دوم معادله نیز یک واحد اضافه کرده و حاصل جمع را به‌صورت $3+y=10$ ، تغییر دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که «با افزایش مقدار x ، فقط حاصل جمع تغییر می‌کند و مقدار y تغییر نمی‌کند». این دانش‌آموزان درک نمی‌کردند که مجموع دو متغیر یک مقدار ثابت است و تغییر نمی‌کند و این مقادیر متغیرها هستند که، در یک رابطه نظام‌مند، تغییر می‌کنند. برخی از آن‌ها نیز ابراز کردند که «چون فقط مقدار متغیر x تغییر می‌کند و مقدار y تغییر نمی‌کند، پس حاصل جمع تغییر می‌کند نه مقدار y » که نشان می‌دهد. این دانش‌آموزان رابطه بین متغیرها

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در هبر مقدماتی

را درک نمی‌کردند. چند نفری هم استدلال کردند که «چون y را افزایش یا کاهش نداده‌ایم، پس مقدار متغیر y تغییر نمی‌کند». نحوه و درصد پاسخگویی دانش‌آموزان به سؤال ۴ در جدول ۷ نمایش داده شده است.

جدول ۷ یافته‌های مربوط به سؤال ۴

درصد فراوانی		فراوانی	نوع پاسخ‌های ارائه‌شده	
۵۶/۸		۱۰۵	الف	درست
۴۳/۲	۱۳	۲۴	ب	نادرست
	۲۷/۵	۵۱	ج	
	۲/۷	۵	د	
۰		۰	عدم پاسخگویی	
۱۰۰		۱۸۵	جمع کل	

پاسخ به سؤال‌های پژوهش

به استناد نتایج به‌دست‌آمده، به سؤال‌های پژوهش پاسخ داده می‌شود.

سؤال اول پژوهش: درک دانش‌آموزان پایه اول دوره دوم متوسطه از مفهوم متغیر چگونه است؟

طبق نتایج به‌دست‌آمده، بسیاری از دانش‌آموزان درک محدودی از کاربردهای متغیرها در مسائل دارند. مثلاً نمی‌توانند به‌درستی مجهول خاص را در مسائل مشخص کنند و نمادهایی را که نشان‌دهنده مقادیر خاص در مسئله هستند، به‌درستی درک کنند، به متغیرها مقادیر بی‌شماری را نسبت دهند و رابطه بین متغیرها را در مسئله به‌درستی شناسایی کنند. در این پژوهش، عملکرد دانش‌آموزان در درک متغیر به‌عنوان عدد عمومی نسبت به درک متغیر به‌عنوان مجهول خاص و در رابطه تابعی، ضعیف‌ترین عملکرد بود. دانش‌آموزان در اکثر مواقع، متغیر را در معادلات به‌عنوان مجهول دیده‌اند و به‌دنبال پیدا کردن جواب‌های محدودی برای متغیرها بوده‌اند و همین امر موجب شده که آن‌ها نتوانند به متغیر مقادیر بی‌شماری نسبت دهند.

سؤال دوم پژوهش: اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان پایه اول دوره دوم متوسطه در رابطه با متغیر

کدام‌اند؟

- بنا بر نتایج به‌دست‌آمده، اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان پایه اول دوره دوم متوسطه در رابطه با مفهوم متغیر شناسایی شده و به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌گردد:
۱. در نظر گرفتن متغیر به‌عنوان برچسب یا مخفف نام اشیا؛
 ۲. در نظر گرفتن متغیر به‌عنوان یک عدد خاص؛
 ۳. تعیین مقدار متغیر با توجه به علامت آن؛
 ۴. در نظر گرفتن جملات نامتشابه به‌عنوان جملات متشابه؛
 ۵. مقدار یکسان نداشتن متغیرهای ناهمنام؛
 ۶. مثبت در نظر گرفتن متغیر؛

بعضی از این دسته‌ها، با بسامد بالاتری مشاهده شد که به این دلیل، به اجمال به آن‌ها پرداخته می‌شود.

۱. **در نظر گرفتن متغیر به‌عنوان برچسب یا مخفف نام اشیا:** برخی از دانش‌آموزان، متغیر را به‌عنوان برچسبی برای اشیا یا مخفف نام اشیا در نظر می‌گیرند. مثلاً در سؤال ۱، بعضی از آن‌ها، متغیرهای s و p را به‌جای تعداد سیب‌ها و پرتقال‌های خریده‌شده، به‌عنوان سیب و پرتقال یا به‌صورت سیب و پرتقال خریده‌شده در نظر گرفتند. درواقع این دانش‌آموزان، به‌جای اینکه تعداد سیب و تعداد پرتقال‌های خریده‌شده را به‌عنوان متغیر بپذیرند، آن‌ها را به‌عنوان برچسب یا مخففی برای اسامی میوه‌ها در نظر گرفتند. نتایج پژوهش‌های اسکویت استیونز، نات و الی‌بالی^{۴۱} (۲۰۰۷)، استیسی و مک‌گریگور (۱۹۹۷)، کوچمن (۱۹۷۸)، فیلیپ (۱۹۹۲)، اگوداوات^{۴۲} (۲۰۱۱)، سامو (۲۰۰۸)، لی (۲۰۰۶) و بوث (۱۹۸۸) این یافته را تأیید می‌کنند.
۲. **در نظر گرفتن متغیر به‌عنوان یک عدد خاص:** برخی از دانش‌آموزان متغیر را یک عدد ثابت تلقی می‌کنند و یک عدد خاص را به آن نسبت می‌دهند. مثلاً در سؤال ۳، برخی از دانش‌آموزان با توجه به‌ظاهر متغیرها، به هرکدام از آن‌ها یک مقدار عددی خاص نسبت دادند و به این نتیجه رسیدند که دو عبارت $a+b$ و $a+c$ ، هیچ‌گاه نمی‌توانند با هم برابر باشند. نتایج پژوهش‌های لی (۲۰۰۶)، ساهین و سویلا (۲۰۱۱)، کوچمن (۱۹۷۸)، مک‌گریگور و استیسی (۱۹۹۷)، سامو (۲۰۰۸)، مؤید این یافته است.
۳. **تعیین مقدار متغیر با توجه به علامت آن:** این اشتباه مفهومی به وسیله مصاحبه‌هایی که با دانش‌آموزان صورت گرفت شناسایی شد. نتایج به‌دست‌آمده از سؤال ۲ نشان داد که برخی از دانش‌آموزان $d +$ را به‌عنوان یک عدد همیشه مثبت در نظر می‌گیرند. این دانش‌آموزان مقادیر را با توجه به نوع علامت متغیر به آن نسبت می‌دهند و درک درستی از اینکه یک متغیر می‌تواند مقادیر مثبت یا منفی مختلفی را بپذیرد، ندارند. این اشتباه مفهومی ممکن است ناشی از تأثیر

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در هبر مقدماتی

- طرح‌واره‌های قبلی مربوط به اعداد صحیح باشد. در حقیقت، دانش‌آموزان متغیر را مانند یک عدد می‌بینند که علامتی که با آن می‌آید، تعیین‌کننده مثبت یا منفی بودن آن است.
۴. در نظر گرفتن جملات نامتشابه به عنوان جملات متشابه: تعدادی از دانش‌آموزان به دلیل نداشتن درک درست از مفهوم متغیر، جملات متشابه و نامتشابه را به صورت مفهومی درک نکرده‌اند. در واقع این دانش‌آموزان نمی‌توانند درک کنند که متغیرهای مختلف در یک مسئله، نشان‌دهنده مقادیر متفاوتی هستند. بعضی از دانش‌آموزان به دلیل داشتن این اشتباه مفهومی، هنگام ساده کردن عبارات جبری، جملات نامتشابه را مانند جملات متشابه باهم جمع می‌کنند. مثلاً دیدیم که در سؤال ۱، برخی از دانش‌آموزان، عبارت جبری $20s + 4p$ را به صورت $60ps$ ساده کردند و آن را به عنوان ۶۰ سیب و پرتقال تفسیر کردند. نتایج پژوهش‌های بوث (۱۹۸۸)، استیسی و مک‌گریگور (۱۹۹۷)، ساهین و سویلا (۲۰۱۱)، کوچمن (۱۹۷۸) این یافته را تأیید می‌کنند.
۵. مقدار یکسان نداشتن متغیرهای ناهمنام: بعضی از دانش‌آموزان به علت درک ناقص و یا محدود خود از متغیر، مرتکب این اشتباه مفهومی می‌شوند. این دانش‌آموزان، نمی‌دانند چگونه مقادیر زیادی را به متغیر نسبت دهند و لذا متغیر را به عنوان یک مقدار ثابت و انعطاف‌ناپذیر درک کرده‌اند. مثلاً در سؤال ۳، برخی از دانش‌آموزان معتقد بودند که دو عبارت $a+b$ و $a+c$ ، هیچ‌گاه باهم برابر نمی‌شوند، زیرا متغیرهای b و c هیچ‌گاه نمی‌توانند مقادیر یکسانی را بپذیرند. در واقع، آن‌ها فکر می‌کنند که هر متغیر، با توجه به ظاهر خود، مقدار خاصی را نشان می‌دهد و متغیرهای به ظاهر متفاوت، مقادیر متفاوتی می‌پذیرند. نتایج پژوهش‌های کوچمن (۱۹۷۸) و گراهام^{۴۳} و توماس^{۴۴} (۲۰۰۰)، این یافته را تأیید می‌کند.
۶. مثبت در نظر گرفتن متغیر: برخی از دانش‌آموزان ماهیت متغیر را مثبت در نظر می‌گیرند. مثلاً در سؤال ۲، برخی از دانش‌آموزان معتقد بودند که متغیرهای c و d ، همیشه مقادیر مثبت را می‌پذیرد. نتایج پژوهش‌های کوچمن (۱۹۷۸)، این یافته را تأیید می‌کند.

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

اشتباه مفهومی عبارت از درک ناقص یا نادرست یک مفهوم است که برای دانش‌آموزانی که با آن مواجه هستند، معنادار و کارآمد است. درک اشتباهات مفاهیم، بخشی از فرایند یادگیری دانش‌آموزان است که بر روی یادگیری مطالب جدید، تأثیر منفی می‌گذارد و باعث ایجاد مشکلاتی برای دانش‌آموزان می‌شود. درک اشتباه مفاهیم امری تصادفی یا ناشی از بی‌دقتی نیست بلکه دارای ساختارهای شناختی محکمی است که به راحتی اصلاح نمی‌شود و موجب بروز خطاهای نظام‌مند می‌گردد. یکی از وظایف مهم معلمان، شناسایی اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان است. آن‌ها باید،

یادگیری‌های قبلی دانش‌آموزان را محک بزنند و با استفاده از روش‌های مختلف از قبیل طرح سؤال‌های هدف‌دار برای دانش‌آموزان و بررسی پاسخ‌های نادرست آن‌ها و همچنین مصاحبه با دانش‌آموزان، به شناسایی اشتباهات مفهومی آن‌ها بپردازند. با این حال، تنها «شناسایی» اشتباهات مفهومی کافی نیست و وظیفه مهم‌تر معلمان، «اصلاح» این اشتباهات است. برای رسیدن به این هدف، لازم است معلمان، ابتدا به ریشه‌یابی علل اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان بپردازند تا بتوانند با ایجاد راهکارهای مؤثر، این اشتباهات را از بین ببرند و آن‌ها را اصلاح کنند. معلمان می‌توانند با ایجاد تناقض‌هایی در ذهن دانش‌آموزان و ارائه دلایل منطقی برای نادرستی تفکرات آن‌ها، بنیان این اشتباهات مفهومی را در ذهن دانش‌آموزان فرو بریزند و مفهوم صحیح را جایگزین آن نمایند.

نتایج این پژوهش نشان داد که دانش‌آموزان اغلب درک ناقص و محدودی از مفهوم متغیر دارند. بسیاری از دانش‌آموزان نمی‌توانند مفهوم متغیر را، با توجه به شرایط مسئله، به‌درستی درک کنند. همچنین، در درک متغیر به‌عنوان عدد عمومی، ضعیف‌ترین عملکرد را نسبت به مجهول خاص و در رابطه تابعی دارند. به‌علاوه، نتایج نشان داد که دانش‌آموزان دارای اشتباهات مفهومی متعددی در رابطه با مفهوم متغیر هستند.

با اینکه درک مفهوم متغیر زیربنای درک بسیاری از مفاهیم جبری است، اما در بسیاری از کلاس‌های درس جبر به‌ندرت مورد بحث قرار می‌گیرد (گراهام و توماس، ۲۰۰۰). معلمان باید به‌منظور بالا رفتن درک دانش‌آموزان از متغیر، در مورد این مفهوم در کلاس‌های خود بیشتر بحث کنند و اهمیت و لزوم کاربرد متغیر را در حل مسائل جبری بیشتر توضیح دهند. از جمله می‌توانند، در ابتدا، با مجسم‌سازی و ملموس نمودن این مفهوم، آن را آموزش دهند، تا دانش‌آموزانی که هنوز به مرحله عملیات انتزاعی نرسیده‌اند، به‌تدریج توانایی درک آن را به‌دست آورند و به یادگیری عمیق این مفهوم برسند. ضروری است که معلمان، دانش‌آموزان را با کاربردهای مختلف متغیر مواجه سازند و در مورد متغیرها در مسائل متفاوت و در موقعیت‌های مختلف، با دانش‌آموزان بحث کنند و تفاوت‌های آن‌ها را شرح دهند. مؤلفان کتب درسی و برنامه‌ریزان آموزشی نیز، می‌توانند با در نظر گرفتن یک تعریف جامع و کامل از مفهوم متغیر و با معرفی کاربردهای آن و تأکید بر شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها و طراحی فعالیت‌های مناسب، کاربردهای چندگانه این مفهوم را به‌طور منسجم و یکپارچه، به دانش‌آموزان نشان دهند.

درک و اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان از مفهوم متغیر در جبر مقدماتی

منابع

- انگلیش، لین و وارن، الیزابت (۱۳۷۷). معرفی مفهوم متغیر از طریق الگویابی. (ترجمه سهیلا غلام‌آزاد). رشد آموزش ریاضی، ۱۴ (۵۴)، ۵۴-۶۰.
- سرمد، زهره؛ عباس، بازرگان و الهه، حجازی (۱۳۹۰). روش‌های تحقیق در علوم رفتاری (چاپ بیست و یکم). تهران: انتشارات آگاه.
- صدیقی، مریم (۱۳۸۷). بررسی مهارت تعمیم جبری در دانش‌آموزان دختر سال اول متوسطه شهرستان مبارکه (پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد آموزش ریاضی). دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم پایه، تهران.
- علم‌الهدایی، حسن (۱۳۸۸). اصول آموزش ریاضی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- کریمی‌کیا، خدیجه (۱۳۹۱). تثبیت درک دانش‌آموزان از معادله درجه اول به کمک شناسایی اشتباهات آن (پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد آموزش ریاضی). دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم پایه، تهران.
- Asquith, P., Stephens, A. C., Knuth, E. J., & Alibali, M. W. (2007). Middle School Mathematics Teachers' Knowledge of Students' Understanding of Core Algebraic Concepts: Equal Sign and Variable. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 9(3), 249-272.
- Booth, L. R. (1988). Children's Difficulties in Beginning Algebra. In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds.), *The Ideas of Algebra, K-12*. (pp. 8-19). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Egodawatte, G. (2011). *Secondary School Students' Misconceptions in Algebra*, Department of Curriculum, Teaching and Learning (PhD Thesis). University of Toronto.
- Foster, D. (2007). Making Meaning in Algebra: Examining Students' Understandings and Misconceptions. In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Assessing Mathematical Proficiency*, (PP.163-176). New York: Cambridge University Press.
- Graham, A. T., & Thomas, M. O. J. (2000). Building a Versatile Understanding of Algebraic Variables with a Graphic Calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41(3), 265-282.
- Hammer, D. (1996). Misconceptions or P-Primes: How Many Alternative Perspectives of Cognitive Structure Influence Instructional Perceptions and Intentions? *The Journal of the Learning Science*, 5, 97-127.
- Küchemann, D. (1978). Children's Understanding of Numerical Variables. *Mathematics in School*, 9, 23-26.
- Li, X. (2006). *Cognitive Analysis of Students' Errors and Misconceptions in Variables, Equations and Functions* (PhD thesis). Texas A&M University.
- Mamba, F. T. (2011). *An Investigation into Students' Misconceptions in Linear Equations in Public Secondary Schools of Malawi: The Case of the South Eastern Education Division*. Hiroshima University, Japan.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The National Council.
- Philipp, R. A. (1992). The Many Uses of Algebraic Variables. *The Mathematics Teacher*, 85(7), 557-561.
- Rosnick, P. (1981). Some Misconceptions Concerning the Concept of Variable: Are You Careful about Defining Your Variables? *Mathematics Teacher*, 74, 418-420.
- Sahin, O. & Soylu, Y. (2011). Mistakes and Misconceptions of Elementary School Students about the Concept of Variable. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 3322-3327.
- Samo, M. (2008). *Students' Perceptions about the Symbols, Letters and Signs in Algebra and How Do These Affect Their Learning of Algebra: A Case Study in a Government Girls Secondary School* (MSc thesis). Aga

Khan University.

- Soygür, M. (2008). *Misconceptions of Students in Algebra Lessons: An Investigation of the Issue in the Middle Schools of the TRNC* (MSc thesis). Eastern Mediterranean University, Faculty of Education
- Stacey, K. & MacGregor, M. (1997). Ideas about Symbolism that Students Bring to Algebra. *The Mathematics Teacher*; 2(90), 110-113.
- Trigueros, M. & Ursini, S. (2001). A Model for the Uses of Variable in Elementary Algebra. In: Van den Heuvel-Panhuizen, M. (Ed.), *Proceedings of the 25th conference of the international Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol:4, PP.327-334). Utrecht, Netherlands: Freudenthal Institute.
- Trigueros, M. & Ursini, S. (2003). First-year Undergraduates' Difficulties in Working with Different Uses of Variable. In A. Selden, E. Dubinsky, G. Harel & F. Hitt (Eds.), *Research in Collegiate Mathematics Education* (vol. 12, pp. 1-29). Providence, RI: American Mathematical Society.
- Usiskin, Z. (1988). Conceptions of School Algebra and Uses of Variables. In A. F. Coxford & A. P. Schulte (Eds.), *The Ideas of Algebra* (pp. 8-19). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

پی‌نوشت‌ها

- | | |
|---|---|
| 1. Mamba | 23. Varying quantities |
| 2. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) | 24. Parameter |
| 3. Foster | 25. Abstract symbols |
| 4. general number | 26. conceptualization |
| 5. English | 27. representation |
| 6. Warren | 28. interpretation |
| 7. Küchemann | 29. manipulation |
| 8. Trigueros | 30. factor |
| 9. Ursini | 31. simplify |
| 10. Sahin | 32. expand |
| 11. Soylu | 33. balance |
| 12. Dede | 34. Rosnick |
| 13. Argün | 35. Booth |
| 14. Soygür | 36. MacGregor |
| 15. Hammer | 37. Stacey |
| 16. Hart | 38. Ali |
| 17. Usiskin | 39. Murat |
| 18. Philipp | 40. Samo |
| 19. Label | 41. Asquith, Ste Phens, knuth & Alibali |
| 20. Constant | 42. Egodawatte |
| 21. Unknown | 43. Graham |
| 22. Generalized numbers | 44. Thomas |

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی بر اساس نظر معلمان

■ سهیلا غلام آزاد*

چکیده:

به استناد تغییرات ساختاری جدید در نظام آموزشی ایران در قالب ۶-۳-۳ که از سال تحصیلی ۱۳۹۰-۹۱ به اجرا در آمده است، تألیف جدید کتاب‌های درسی نیز در برنامه کاری وزارت آموزش و پرورش قرار گرفته است. در راستای این تحولات، پژوهش حاضر به منظور دستیابی به نظرات معلمان ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، به عنوان مجریان اصلی دوره، انجام شد تا تصویری واقع بینانه و روشن از شرایط موجود، در اختیار برنامه ریزان و مؤلفان کتاب‌های جدید ریاضی قرار دهد. ارزشیابی در این پژوهش به معنای شناسایی وضع موجود و داوری درباره فاصله بین وضع موجود و وضع مطلوب در نظر گرفته شده است. متغیرهای مورد مطالعه در این پژوهش عبارتند از: میزان آگاهی و شناخت معلمان از اهداف، محتوا و سایر عناصر برنامه درسی ریاضی، نظر معلمان در مورد برنامه و کتاب ریاضی، روش‌های یاددهی-یادگیری، گردش کار و فرایند تدریس معلمان و مشکلات اجرایی برنامه و مواد آموزشی آن. اطلاعات مورد نیاز جهت بررسی این متغیرها از طریق پرسش‌نامه‌های نظرسنجی از معلمان، فرم‌های مصاحبه و جلسات هم‌اندیشی جمع‌آوری شد. برای توصیف اطلاعات جمع‌آوری شده در این مطالعه از روش‌های آمار توصیفی و برای تحلیل استنباطی از آزمون بی‌پارامتری تفاوت نسبت صفت در یک جامعه با یک نسبت معین و آزمون پارامتری χ^2 و t تک نمونه‌ای استفاده شد. اطلاعات گردآوری شده از طریق جلسات هم‌اندیشی و مصاحبه‌ها نیز پس از تحلیل، مقوله‌بندی و تلخیص، در راستای تکمیل، توسعه و تفسیر اطلاعات کمی گردآوری شده مورد استفاده قرار گرفت. یافته‌های ارزشیابی حاضر، حاکی از وجود فاصله و ناهماهنگی بین سطوح مختلف برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی است. بر اساس اطلاعات گردآوری شده، یکی از عمده‌ترین دلایل شکاف موجود ناهمخوانی رویکرد و اهداف این برنامه با واقعیت محیط‌های آموزشی شامل تخصص، فرهنگ و باور آموزشی معلمان، نیاز دانش‌آموزان، محتوای کتاب‌های درسی ریاضی، روش‌های ارزشیابی، فضای کلاس درس و زمان آموزش است^[۱].

برنامه درسی ریاضی، ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، معلم ریاضی، آموزش معلمان ریاضی، توسعه حرفه‌ای، ارزشیابی.

کلید واژه‌ها:

□ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۶/۵

□ تاریخ شروع بررسی: ۹۲/۱۲/۲۵

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۱۰/۲۳

* استاد گروه علوم پایه، پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی soheila_azad@yahoo.com

مقدمه

نخستین برنامه‌های درسی ریاضی مدرسه‌ای در ایران، در زمانی تدوین شده است که هم مؤلفه‌های بومی و هم مؤلفه‌های جهانی تأثیرگذار بر آن، با زمان حال متفاوت بوده‌اند. طی دو دهه گذشته، تغییرات وسیع بومی، منطقه‌ای و جهانی، نیازهای جدیدی را نسبت به آموزش ریاضی مطرح کرده است. دانش پیش‌نیاز برای کودک قرن بیست و یکم ایران، با کودک مشابه در دو دهه قبل، فرسنگ‌ها فاصله دارد. تغییرات عظیم اجتماعی، توسعه منابع اطلاع‌رسانی و یافته‌های جدید پژوهشی در رابطه با چگونگی یادگیری کودک، حوزه برنامه‌ریزی درسی و نظام‌های اجتماعی و علوم ریاضی، سطح مطالبات عمومی را نسبت به تمام برنامه‌های درسی بالاتر برده است (گویا، ۱۳۸۱). برنامه درسی به‌عنوان یکی از عناصر مهم در نظام آموزش و پرورش کشور، در تحقق اهداف آموزشی نقش اساسی و کیفی دارد و همواره در مقابل این قرار دارد که مجموعه اقدامات و فعالیت‌های انجام شده در یک رشته درسی خاص، با چه قواعد و ضوابطی انتخاب، سازماندهی و اجرا شود تا پیگیری مؤثر تحقق یابد (لوی، ۱۳۶۷/۱۹۷۷). با نگاهی به برنامه درسی مدرسه‌ای می‌بینیم که از اولین سال تحصیلی، ریاضی جزو جدانشدنی این برنامه است. درک دانش‌آموزان از ریاضی، توانایی آن‌ها در حل مسئله، اعتمادبه‌نفس و حتی نگرش آن‌ها نسبت به ریاضی، از طریق تدریس معلم که در مدرسه با آن مواجه می‌شوند شکل می‌گیرد. از این‌رو می‌توان گفت بهبود آموزش ریاضی نیازمند معلمانی است که علاوه بر آگاهی از اهداف، محتوا و روش‌های مطرح‌شده در برنامه، به کارایی آن‌ها ایمان داشته و در تدریس خود، با علم و آگاهی براساس آن‌ها عمل کند (غلام‌آزاد، ۱۳۹۱).

در واقع، یکی از ارکان اصلی آموزش ریاضی مدرسه‌ای معلم ریاضی است. زیرا هر قدر هم که برنامه‌ریزی درسی ریاضی دقیق و علمی انجام شود و روش‌های پیشنهادی تدریس ریاضی مبتنی بر یافته‌های پژوهشی باشد، در صورت عدم استقبال معلمان ریاضی از آن‌ها، چه به دلیل نداشتن باور به آن برنامه یا روش و چه به دلیل نداشتن دانش لازم، آن برنامه‌ریزی محکوم به شکست خواهد بود (غلام‌آزاد، ۱۳۸۶). پژوهش‌های بسیاری نشان داده‌اند که برای تدریس خوب و کارآمد ریاضی، تنها داشتن اطلاعات علمی و دانش تخصصی، برای معلمان کافی نیست (وایت^۱، یاورسکی^۲، والدراما^۳ و گویا، ۲۰۱۳؛ هیل^۴، بال^۵ و شیلینگ^۶، ۲۰۰۸؛ کریئر^۷ و وود^۸، ۲۰۰۸؛ یاورسکی و گودچایلد^۹، ۲۰۰۶ و شولمن^{۱۰}، ۱۹۸۶). تدریس ریاضی همواره به‌عنوان حرفه‌ای پیچیده و پر توقع و پر انتظار^{۱۱} در نظر گرفته می‌شود که به ترکیبی از دانش موضوعی ریاضی و دانش، مهارت و درک آموزشی نظری و عملی مرتبط با موضوع ریاضی نیازمند است (وایت و همکاران ۲۰۱۳).

در حال حاضر، به استناد تغییرات ساختاری جدید در نظام آموزشی ایران در قالب ۳-۳-۶ (شش سال دوره ابتدایی، سه سال دوره متوسطه اول و سه سال دوره متوسطه دوم) که از سال تحصیلی ۹۱-۱۳۹۰ به اجرا درآمده است، تألیف جدید کتاب‌های درسی نیز در برنامه کاری وزارت

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

آموزش و پرورش قرار گرفته است. در راستای این تحولات، پژوهشی ملی (غلام‌آزاد، ۱۳۹۱) به منظور ارزشیابی پایانی همه‌جانبه از برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی انجام شد، تا تصویری واقع‌بینانه و روشن از شرایط موجود در اختیار برنامه‌ریزان و مؤلفان کتاب‌های ریاضی قرار دهد. یکی از بخش‌های عمده این طرح، آشنایی با نظرات معلمان نسبت به برنامه درسی ریاضی سه پایه راهنمایی (معادل پایه‌های ششم، هفتم و هشتم) و پیشنهادهای آن‌ها برای اعمال تغییرات احتمالی در برنامه‌های درسی و کتاب‌های درسی ریاضی این پایه‌ها بود. این بخش، به دلیل مشارکت فعال معلمان و استفاده از ابزارهای متنوع کمی و کیفی برای گردآوری نظرات معلمان، به عنوان داده‌های اصلی این بخش، از نوآوری ویژه‌ای برخوردار بود. به دلیل تغییرات وسیعی که در برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای انجام شده و منتظر اعتباربخشی است، یا اینکه در راه است، شناخت نظرات معلمان که مجریان اصلی برنامه‌های درسی هستند و جدی گرفتن نظرات آنان، دارای اهمیت مضاعفی است. بدین سبب، این مقاله تنها بر این بخش از طرح متمرکز شده است و قصد دارد براساس نظر معلمان در مورد ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، به این سؤال پژوهشی پاسخ دهد که:

معلمان مجری برنامه درسی ریاضی، نسبت به محتوای برنامه درسی قصدشده و اجراشده ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی چه نظری دارند؟

در نهایت، انتظار می‌رود تصمیم‌گیرندگان با آگاهی از نظرات معلمان درباره اجزا و عناصر مختلف برنامه درسی ریاضی در دوره راهنمایی تحصیلی، شامل: اهداف برنامه درسی، محتوای برنامه، سازمان‌دهی محتوا، کتاب درسی، کتاب راهنمای تدریس معلمان، آموزش معلمان، تجهیزات آموزشی، روش‌های ارزشیابی تحصیلی، روش‌های یاددهی - یادگیری و فعالیت‌های یادگیری دانش‌آموزان، بتوانند تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تری داشته باشند.

پیشینه شکل‌گیری ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی

طرح دوره راهنمایی تحصیلی، به تحولی که در سال تحصیلی ۴۶-۱۳۴۵ در نظام آموزشی ایران اتفاق افتاد برمی‌گردد. در آن زمان، نظام آموزشی موجود تغییر ساختاری پیدا کرد و نظام جدید، شامل پنج سال ابتدایی، سه سال راهنمایی تحصیلی و چهار سال دبیرستان شد (گویا، ۱۳۷۸). براساس این تغییرات، در سال ۱۳۵۰ برنامه سال اول راهنمایی برای اولین بار اجرا شد و متعاقب آن، سال دوم و سوم نیز به اجرا درآمد. کتاب‌های ریاضی این دوره را زنده یادان پرویز شهریاری و جهانگیر شمس‌آوری، تألیف کردند. پس از انقلاب فرهنگی و بسته شدن دانشگاه‌ها از سال ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۱، کتاب‌های ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی زیر نظر عده‌ای از استادان دانشگاه، معلمان ریاضی و کارشناسان «دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی» و براساس آخرین دستاوردهای آموزشی داخلی و خارجی در آن زمان، مجدداً برنامه‌ریزی و تألیف شد (غلام‌آزاد، ۱۳۹۱).

طی ۳۰ سال گذشته، محتوا و رویکردهای آموزشی کتاب‌های ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، زیر نظر کارشناسان گروه ریاضی «دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی»، به حکم ضرورت‌های سیاسی، اجتماعی/ فرهنگی و اقتصادی، تغییرات بسیاری داشته است. با این حال، بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که با وجود تغییرات انجام‌شده، هنوز برنامه ریاضی دوره راهنمایی نتوانسته است اهداف متعالی آموزش ریاضی مدرسه‌ای را در این دوره برآورده سازد. در این زمینه، می‌توان به‌طور مختصر، به نتایج آزمون‌های تیمز (کیامش و خیریه، ۱۳۷۹) و ضعف ریاضی دانش‌آموزان سال اول متوسطه (خوب‌نژاد، ۱۳۸۹) به‌عنوان شواهد این ادعا اشاره کرد.

آخرین تغییرات انجام‌شده کتاب‌های درسی ریاضی دوره راهنمایی، بازسازی کتاب ریاضی پایه اول راهنمایی با اتخاذ رویکرد آموزشی «یادگیری مادام‌العمر» بود که از سال تحصیلی ۸۳-۱۳۸۲ آغاز شد و به دنبال آن، کتاب‌های ریاضی پایه‌های دوم و سوم راهنمایی نیز به ترتیب، در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ بازسازی شدند. اصول راهنما و مباحث نظری در آموزش و ارزشیابی ریاضی که مبنای این تغییرات را تشکیل می‌دادند، برای آگاهی معلمان و سایر دست‌اندرکاران برنامه ریاضی دوره راهنمایی، در کتاب‌های راهنمای معلم^{۱۲} (داودی، پندی، دلشاد و وزیری هامانه، ۱۳۸۹) این سه پایه تحصیلی ارائه شده است.

براساس رویکرد یادگیری مادام‌العمر، دانش‌آموزان باید یاد بگیرند که چگونه یاد بگیرند. در نتیجه، وظیفه برنامه درسی مبتنی بر دیدگاه یادگیری مادام‌العمر این خواهد بود که برای دانش‌آموزان، زمینه‌ای ایجاد کند تا راه‌های گوناگون کسب دانش یا یادگیری را بیاموزند. بر پایه این رویکرد، در کتاب‌های راهنمای معلم ریاضی راهنمایی، هدف کلی آموزش ریاضی در دوره آموزش عمومی به‌صورت زیر بیان شد:

آماده کردن دانش‌آموز برای یادگیری مادام‌العمر و توانایی کسب سواد علمی فناورانه برای زندگی در جامعه آینده در مقام یک شهروند (ص. ۵).

در ادامه، اهداف آموزش ریاضی در سه حیطه کسب دانش‌های ضروری (به‌عنوان مفاهیم پایه‌ای که با تغییر زمان و گسترش علم می‌توان به ثابت بودن آن‌ها اطمینان داشت)، کسب مهارت‌های ضروری (به‌عنوان مجموعه‌ای از توانایی‌ها که پرورش آن‌ها در دانش‌آموزان به منزله آموختن «راه یادگیری» به آنان است)، و کسب نگرش‌های ضروری (به‌عنوان تمایل به اقدام در مسیر معین ارزش‌ها و نگرش‌های جامعه)، مطرح شده است.

در مجموع، پیام اصلی این دیدگاه نسبت به برنامه درسی ریاضی، کاستن از دانش یقینی/ حقایق^{۱۳}، و پرداختن به مهارت‌ها و نگرش‌هاست؛ مهارت‌هایی که دانش‌آموز را به یادگیرنده مادام‌العمر تبدیل می‌کند و نگرش‌هایی که او را از یک یادگیرنده بدون احساس و ارزش، به یک فرد با نگاه ارزشی تبدیل می‌کند (ر.ک کتاب‌های راهنمای معلم ریاضی پایه‌های اول تا سوم راهنمایی. داودی و همکاران، ۱۳۸۴).

۱۳۸۹ و ۱۳۸۹.

البته در کتاب‌های راهنمای معلم ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی (ص. ۶) تصریح شده که اگر چه برنامه درسی ریاضی فعلی براساس این اهداف تدوین نشده است، ولی در بازسازی انجام شده، تلاش بسیاری برای نزدیک شدن به این اهداف صورت گرفته است. همچنین از معلمان خواسته شده تا مطالب فعلی کتاب‌های درس ریاضی در دوره راهنمایی را با در نظر گرفتن این رویکردها آموزش دهند و از این طریق، زمینه را برای توسعه توانایی‌ها و مهارت‌های دانش‌آموزان فراهم سازند.

■ پژوهش‌های انجام شده در ایران

رئیس دانا (۱۳۷۴) در پژوهشی ملی، متغیرهای ضروری در برنامه درسی ریاضی، از جمله هدف‌ها، مفاهیم، تکنیک‌ها، روش‌ها و مهارت‌ها از یک سو و چگونگی ارتباط هدف‌ها با محتوا و نیز ارتباط طولی، محتوایی و مفهومی در طول سه پایه تحصیلی دوره راهنمایی از سوی دیگر را مورد بررسی قرار داد. در جمع‌بندی نتایج این پژوهش، او ضمن اشاره به نقایص و مشکلات محتوای کتاب‌ها به دو نکته مهم و قابل تأمل اشاره داشت؛ اول اینکه مسئله برنامه‌ریزی درسی و تألیف کتاب‌های درسی در چرخه‌ای ناقص، جدا از اجرای عمل و تدریس کلاسی صورت می‌گیرد و لذا فرایند آن ناقص است. دیگر اینکه دوره‌های تربیت معلم و آماده سازی معلمان برای تدریس و آموزش‌های ضمن خدمت در برنامه تدریس ریاضی نیازمند تجدید نظر براساس شیوه‌ها و الگوهای پیش‌بینی شده است.

حضور ایران در سومین مطالعه بین‌المللی ریاضیات و علوم (تیمز)، فرصت مناسبی برای جامعه آموزشی ایران ایجاد کرد تا از یک منظر جهانی، به بررسی وضعیت موجود برنامه درسی ریاضی و علوم بپردازد. برای مثال، با توجه به یافته‌های تیمز، برنامه درسی و کتاب‌های ریاضی دوره عمومی در ایران توسط کیامش (۷۷ و ۱۳۷۶) مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج زیر به دست آمد:

- طول مدت آموزش مباحث درسی کوتاه و حجم اختصاص یافته به مباحث، در این کتاب‌ها، در مقایسه با کتاب‌های درسی سایر کشورهای شرکت‌کننده در تیمز، کمتر است.
- تدریس مباحث نمایش داده‌ها و تحلیل در کتاب‌های درسی ریاضی دوره عمومی نادیده گرفته شده است.
- بعضی مباحث ریاضی در مقایسه با سایر کشورها، به طور متوسط با یک سال تأخیر ارائه می‌شوند.
- تعداد مباحث ریاضی ارائه شده در دوره ابتدایی در مقایسه با بسیاری از کشورهای دیگر، کمتر است.

● محتوای کتاب‌های درسی، بیشتر به سطح‌های عملکردی دانستن، به کارگیری شیوه‌های متداول و بررسی کردن و حل مسائل اختصاص یافته است و به سطوح دیگر عملکردی نظیر استدلال ریاضی و برقراری ارتباط کمتر توجه شده است.

● مباحث ارائه شده در کتاب‌های درسی ریاضی فقط در یک سال تحصیلی در مرکز توجه آموزش قرار می‌گیرند. این در حالی است که در بسیاری از کشورها، هر مبحث دو یا بیش از دو سال در مرکز توجه آموزش قرار می‌گیرند.

● همچنین، متوسط رشد در دو پایه همجوار سوم و چهارم ابتدایی و دو پایه همجوار هفتم و هشتم (دوم و سوم راهنمایی) در کشورهای مورد مطالعه، به ترتیب ۵۹ و ۳۰ نمره است (در مقیاس میانگین ۵۰۰ و انحراف معیار ۱۰۰). اگر تفاوت عملکرد دانش‌آموزان ایران و دیگر کشورها را در پایه سوم راهنمایی (۸۴ نمره) بر میزان رشد سالانه یعنی ۳۰ نمره تقسیم کنیم، نسبت $\frac{84}{30}$ نشان‌دهنده مدت زمان عقب‌ماندگی در آموزش است. در پایه چهارم دبستان، نسبت تفاوت عملکرد در دو جامعه $\frac{84}{7}$ سال است.

از این‌ها گذشته، این پژوهش نشان داد که حدود ۷۹ درصد مطالب مورد پرسش در تیمز، در محتوای کتاب‌های ریاضی پایه دوم راهنمایی و سال‌های قبل از آن تدریس شده بود و ۹۰/۷۴ درصد مطالب مورد پرسش در تیمز، در محتوای کتاب‌های ریاضی پایه سوم راهنمایی و سال‌های قبلی تدریس شده بود. در نتیجه، نتایج تیمز، برای جامعه آموزش ریاضی ایران، قابل تأمل شد و بحث‌های بسیاری را در ارتباط با ضرورت و چگونگی تغییر برنامه‌های درسی ریاضی مدرسه‌ای برانگیخت.

در پژوهش دیگری، کلدوی (۱۳۸۳) به ارزیابی محتوای کتاب ریاضی دوم راهنمایی از دید دبیران ریاضی شهر زاهدان براساس نتایج بررسی تیمز پرداخت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که از نظر دبیران ریاضی شهرستان زاهدان، ۱. محتوای بخش‌های اعداد صحیح، هندسه ۱ و کاربرد حروف و مختصات شرح و تفصیل مناسب دارد، اما شرح و تفصیل محتوای بخش‌های هندسه ۲ و هندسه ۳ مناسب نیست. ۲. کمیت و کیفیت تمرین‌ها و مسئله‌های مربوط به بخش‌های مورد نظر مناسب است. ۳. مفاهیم و مباحث بخش‌های اعداد صحیح و کاربرد حروف با سطح رشد شناختی دانش‌آموزان تناسب دارد ما مفاهیم و مباحث بخش‌های هندسه ۱، هندسه ۲ و هندسه ۳ و مختصات با سطح رشد شناختی دانش‌آموزان تناسب ندارد. ۴. محتوای بخش‌های اعداد صحیح، هندسه ۱، هندسه ۲، هندسه ۳ ارتباط لازم را با پیشینه دانش و اطلاعات دانش‌آموزان در ریاضی دارد ولی محتوای بخش‌های کاربرد حروف و مختصات ارتباط لازم را با پیشینه دانش و اطلاعات دانش‌آموزان در ریاضی ندارد. ۵. برای آموزش محتوای هیچ‌کدام از بخش‌های مورد نظر زمان مناسب اختصاص داده نمی‌شود. ۶. دبیران ریاضی بر محتوای بخش‌های مورد نظر تسلط کافی دارند.

در گزارش «نتایج ملی درون‌دادها و برون‌دادهای آموزش ریاضی در تیمز ۲۰۰۳» (محمد اسماعیل، ۱۳۸۴) ملاحظه می‌شود که میانگین عملکرد مربوط به تمام حیطه‌های مختلف محتوایی ریاضیات (اعداد، جبر، اندازه‌گیری، هندسه و داده‌ها) برای دانش‌آموزان ایرانی پایه هشتم، پایین‌تر از حد متوسط بین‌المللی است. براساس این گزارش، بالاترین متوسط عملکرد، مربوط به حیطه‌های هندسه، اعداد

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

و جبر، و پایین‌ترین میانگین مربوط به حیطه‌ای اندازه‌گیری و داده‌هاست. همچنین، میانگین عملکرد دانش‌آموزان ایرانی در پایه هشتم در سه حیطه شناختی (با میانگین ۴۰۵ برای حیطه دانستن، ۴۱۶ برای حیطه کاربرد و ۴۱۷ برای حیطه استدلال) به‌طور معناداری پایین‌تر از میانگین بین‌المللی (۴۶۷) است. در پژوهش دیگری با عنوان «بررسی تأثیر کتاب‌های درسی ریاضی و روش تدریس‌های معلمان از لحاظ مفهومی و رویه‌ای بر عملکرد دانش‌آموزان پایه سوم راهنمایی براساس آزمون تیمز ۲۰۰۳»، معینی (۱۳۸۷) سؤال‌های مربوط به مبحث جبر از آزمون تیمز ۲۰۰۳ پایه سوم راهنمایی را به‌عنوان یک ابزار انتخاب کرد و نتایج عملکرد دانش‌آموزان ایرانی شرکت‌کننده در آزمون ۲۰۰۳ را با نتایج عملکرد دانش‌آموزان شرکت‌کننده در آزمون این مطالعه را با هم مقایسه نمود. نتایج مطالعه معینی نشان داد که عملکرد دانش‌آموزانی که معلمان آن‌ها روش یاددهی را با تأکیدات مفهومی، همراه با برقراری ارتباطات بین مفاهیم و یا رویه‌ها به‌کار می‌گیرند، بهتر از عملکرد دانش‌آموزانی است که معلمان آن‌ها تنها از روش یاددهی رویه‌ای استفاده می‌کنند.

در مجموع، یافته‌های حاصل از مطالعات متعدد انجام‌شده در داخل کشور، تا حدودی یافته‌های تیمز را از نظر بازده و محتوای آموزشی تأیید نمود. این مطالعات؛ وضعیت نابسامان آموزش و تدریس، اجرای نامناسب، مبهم بودن هدف‌های درسی و نامتعادل بودن تعدد هدف‌های آموزشی را در پایه‌های مختلف تحصیلی آشکار ساخت.

اگرچه با انتشار نتایج تیمز ۲۰۱۱، معلوم شد که میانگین نمره ریاضی دانش‌آموزان ایرانی در هر دو پایه چهارم و هفتم (دوم راهنمایی) افزایش داشته است (تاریخ داندلود، ۹۲/۱۰/۲۳). اما به‌نظر می‌رسد که این تغییر معنادار نیست و بررسی رتبه ایران در این مطالعه - با توجه به کشورهایی که رتبه‌های آن‌ها قبل و بعد از ایران قرار دارد، نیازمند مطالعات جدی و همه‌جانبه است.

معلمان در فرایند آموزش نقش بی‌بدیلی دارند. لذا توجه به یافته‌های پژوهشی در زمینه دانش معلمان ریاضی می‌تواند روش‌نگر وجوه مختلفی در ارزیابی برنامه باشد. به‌عنوان نمونه‌ای از این پژوهش‌ها، می‌توان به‌کار محمدی (۱۳۸۸) اشاره کرد که در آن، دانش تدریسی جبر معلمان ریاضی دوره راهنمایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. او نتیجه می‌گیرد که برخی از معلمان ریاضی، بدفهمی‌های دانش‌آموزان را می‌شناسند و برای تدریس ریاضی، سواد موضوعی را کافی می‌دانند. برخی از آن‌ها دانش تدریس را به رسمیت نمی‌شناسند. برخی از آنان به‌ندرت نحوه تفکر دانش‌آموزان را بررسی می‌کنند و برخی کمتر برای راه‌حل‌های متنوع و خلاقیت دانش‌آموزان ارزش قائل می‌شوند. علاوه بر آن، بعضی از معلمان به راه‌حل‌ها و پاسخ‌های دانش‌آموزان اعتماد کمی دارند و سعی می‌کنند به‌جای بررسی اشتباهات دانش‌آموزان و ریشه‌یابی آن‌ها، راه‌حل‌های خود را ارائه دهند.

کاظم نادی (۱۳۸۹) نیز در پژوهشی به ارزیابی دانش پداگوژی (روش آموزش) محتوایی معلمان ریاضی دوره راهنمایی شهرستان خمینی‌شهر برای تدریس کسر متعارفی پرداخت. نتیجه پژوهش او

نشان می‌دهد که معلمان، دانش پداگوژی محتوا را بیشتر ضمن تجربیات تدریس خودشان کسب کرده‌اند. همچنین آن‌ها آموزش‌های ضمن خدمت و استفاده از تجربیات همکارانشان را در این زمینه مفید دانسته‌اند. شرکت‌کنندگان در پژوهش کاظم نادی، از میان ابعاد پیشنهادشده برای دانش پداگوژی محتوا، اطلاع از پیش‌زمینه‌های ریاضی دانش‌آموزان را مهم‌تر از بقیه ابعاد دانسته‌اند.

بالآخره، کاشانی و نوربخش (۱۳۸۷) طی پژوهشی علل افت تحصیلی درس ریاضی راهنمایی را بررسی کردند و نظر دانش‌آموزان، والدین و دبیران و متخصصان این دوره را جویا شدند. براساس اطلاعات به‌دست‌آمده از دبیران و متخصصان در خصوص مهم‌ترین عوامل افت ریاضی، می‌توان به عدم توفیق دانشگاه‌ها در تربیت دبیران ریاضی، عدم آموزش مستمر معلمان ریاضی، عدم جاذبه و تأثیر دوره‌های ضمن خدمت، ناآشنایی با استانداردهای ملی و جهانی، توقع بیش از حد اولیای مدرسه و اولیای دانش‌آموزان از معلم ریاضی، ضعف روش نمره‌دهی و ضعف در ارزشیابی و سنجش معلمان اشاره کرد.

■ پژوهش‌های انجام‌گرفته در جهان

در گزارش معروف کاکروفت^{۱۴} با عنوان «ریاضی به حساب می‌آید» (۱۹۸۲)، یکی از مهم‌ترین ابعاد آموزش ریاضی، تدریس ریاضی محسوب شده است و تدریس ریاضی در مدرسه؛ در پرتو نیازهای ریاضی دانش‌آموزان در آینده در نظر گرفته شده است. آینده‌ای که در آن، دانش‌آموزان یا به بازار کار جذب می‌شوند یا وارد آموزش عالی می‌گردند یا به‌عنوان یک بزرگسال، به ریاضی نیازمند خواهند بود. بخش اول این گزارش، به تشخیص این نیازها و بخش دوم، به بررسی راه‌های مختلفی که یک برنامه درسی منسجم و متعادل را بتوان برای رفع این نیازها ارائه داد اختصاص داده شده است. در بخش نهایی گزارش، قواعد و حمایت‌هایی که برای انجام یک تدریس خوب ریاضی لازم است، تعیین شده‌اند. در جمع‌بندی این گزارش، تأکید شده است که تغییرات سریع اجتماعی، تکنولوژیکی و اقتصادی؛ فشارهای فزاینده‌ای را بر معلمان وارد کرده است، اما روش‌های آموزش معلمان از کهنگی غربی رنج می‌برد، و این در حالی است که هیچ تغییری در برنامه درسی ریاضی بدون تغییر در آموزش معلمان، به نتیجه نخواهد رسید. از ۱۲ بندی که در جمع‌بندی این گزارش آمده است، ۸ بند به‌طور مشخص مربوط به معلمان ریاضی و تدریس ریاضی است و ۴ بند دیگر نیز، با آن‌ها، فصل مشترک زیادی دارد. اصلی‌ترین پیشنهاد و توصیه گزارش این بود که علاوه بر معلمان و مقامات محلی آموزش و پرورش، دایره امتحانات حکومت مرکزی، مؤسسات تربیت معلمان و کسانی که به تأمین بودجه و انجام پژوهش در زمینه تدوین برنامه درسی و پژوهش‌های آموزشی می‌پردازند؛ پاسخ فعال عموم جامعه نیز به نتایج گزارش، حیاتی است. در نتیجه، پرتنگ‌ترین بخش گزارش، تأکید بر تشریک مساعی تمام اقشار عمومی برای ایجاد تغییرات ضروری در آموزش ریاضی بود که در صدر تمام تغییرات، تحول در آموزش معلمان ریاضی

قرار داشت.

در گزارش «همه کس به حساب می‌آید»^{۱۵} (۱۹۸۹)، چهار هدف عمده ملی در مسئله آموزش ریاضی بیان شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. تهیه استانداردهای جدید برای ریاضی مدرسه‌ای؛
۲. ارتقای حرفه معلمی؛
۳. تغییر در ارزیابی به گونه‌ای که پاسخ‌گوی نیازهای آینده باشد؛
۴. تقویت ریاضی دانشگاهی.

این گزارش، نوید انتشار استانداردهای برنامه درسی و ارزشیابی ریاضی مدرسه‌ای^{۱۶} (۱۹۸۹) را در تحقق هدف اول داده بود. برای تحقق هدف دوم، کمیته‌ای برای تدوین استانداردهای تدریس حرفه‌ای ریاضی مشغول به کار بود که نتیجه تلاش آن‌ها در سال ۱۹۹۱ منتشر شد. در رابطه با هدف سوم، قید شده بود که بررسی تأثیر پنهانی و وسیع امتحانات و ارزیابی‌ها بر کلاس‌های درس ریاضی و از بین بردن آن‌ها، نیازمند راهکارهای جدید و همکاری‌هایی در سطح ملی است. بالآخره، هدف چهارم، بیشتر متوجه آموزش معلمان بود و در گزارش قید شده بود که تقویت ریاضیات دانشگاهی - شامل توجه خاص به آن‌هایی است که در آینده معلم ریاضی خواهند شد؛ یعنی توجه به اینکه چگونه تدریس می‌کنند و چه تدریس می‌کنند. از همان سال ۱۹۸۹، به منظور تحقق این هدف، کمیته‌ای تحت عنوان کمیته شورای ملی پژوهش در مورد ریاضیات و علوم در سال ۲۰۰۰ مشغول به کار شد. در پایان این گزارش، تأکید شده بود که «تلاش برای تغییر، باید به‌طور محکم و پیوسته، برای سال‌ها و در بسیاری سطوح به‌طور هم‌زمان ادامه یابد و نیازمند درگیری و همکاری تمام بخش‌هاست. کودکان آینده جامعه‌اند. هرکاری که می‌کنیم برای آن‌هاست و هر کاری که انجام خواهد شد، توسط آن‌هاست. پس چالش‌ها روشن هستند. انتخاب‌ها پیش روی ما قرار دارند. الان زمان عمل است» (ص ۹۶).

این گزارش‌ها و چندین گزارش پس از آن‌ها، ابتدا زمینه‌ساز و سپس مؤید مجموعه استانداردهایی شدند که توسط شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا (NTCM) به ترتیب در سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۱، ۱۹۹۵، ۲۰۰۰ و اخیراً ۲۰۰۹ در مورد برنامه درسی و ارزشیابی، تدریس حرفه‌ای معلمان و ارزیابی ریاضی منتشر شدند و پس از گذشت سال‌ها، هم‌چنان از معتبرترین سندهای برنامه درسی ریاضی هستند.

■ روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری این مطالعه شامل دو گروه است:

۱. دبیران ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی شاغل در وزارت آموزش و پرورش ایران در سال تحصیلی ۹۰-۹۱؛

۲. اعضای گروه‌های آموزشی درس ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی در سراسر کشور.

در این مطالعه، نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای تصادفی چندمرحله‌ای انجام شد. به این صورت که ابتدا استان‌های کشور به پنج منطقه شرقی، غربی، شمالی، جنوبی، و مرکزی تقسیم شدند و از هر منطقه، یک استان به شرح زیر انتخاب شد: استان سیستان و بلوچستان، استان آذربایجان غربی، استان مازندران، استان خوزستان و استان اصفهان. سپس از هر استان، دو شهرستان انتخاب شد و در هر شهرستان، دو مدرسه راهنمایی دخترانه و دو مدرسه راهنمایی پسرانه از مجموعه مدارس راهنمایی دولتی، به تصادف انتخاب شدند. به این ترتیب، جمعاً ۴۰ مدرسه راهنمایی در نمونه قرار گرفتند. تمامی معلمان ریاضی این مدارس نمونه آماری معلمان ریاضی محسوب می‌شوند که ۹۷^{۱۷} معلم را شامل می‌شود. همچنین، سرگروه‌های آموزشی ریاضی راهنمایی استان‌های نمونه، به عنوان نمونه آماری گروه‌های آموزشی در نظر گرفته شدند.

■ ابزار جمع‌آوری داده‌ها

در ارزشیابی برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی، با توجه به ماهیت و نوع داده‌های مورد نیاز، از انواع ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات ویژه داده‌های کمی و کیفی مانند پرسش‌نامه‌های نظرسنجی از معلمان، فرم‌های مصاحبه، جلسات هم‌اندیشی استفاده شد. در ادامه به شرح چگونگی طراحی ابزارها و اعتباربخشی آن‌ها خواهیم پرداخت.

پرسش‌نامه نظرسنجی از معلمان در خصوص برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های آگاهی معلمان از برنامه درسی ریاضی و همچنین نظر آن‌ها در خصوص عناصر مختلف آن شامل رویکرد، هدف‌ها، روش یاددهی-یادگیری، محتوای آموزش، امکانات و منابع آموزشی، و روش‌های ارزشیابی، تهیه شده است. برای ساخت این ابزار ابتدا عناصر برنامه از خلال محتوای کتاب‌های راهنمای تدریس سه پایه اول، دوم و سوم راهنمایی استخراج شد^{۱۸}. سپس پرسش‌هایی درباره هر یک از این عناصر طراحی شدند. آنگاه، پرسش‌نامه تهیه شده در اختیار کارشناسان گروه ریاضی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی، دو تن از متخصصان و سرگروه‌های آموزشی ریاضی راهنمایی استان‌های نمونه قرار گرفت. بر پایه نظرات جمع‌آوری شده، پرسش‌نامه بازبینی و مجدداً تنظیم شد.

پرسش‌نامه تهیه شده شامل یک مقدمه و ۴۶ سؤال است. سؤال‌های ۱ تا ۱۵ در مورد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی معلمان مورد مطالعه است و باقی، آگاهی معلمان را از عناصر برنامه درسی ریاضی (سؤال‌های ۱۶ تا ۲۰)، نظر آن‌ها در مورد هدف‌ها (سؤال‌های ۲۱ تا ۲۳)، محتوای کتاب‌های درسی ریاضی (سؤال‌های ۲۴ تا ۳۷)، روش‌های تدریس (سؤال‌های ۳۸ تا ۴۰)، امکانات و منابع آموزشی (سؤال ۴۱) و روش‌ها و ابزار ارزشیابی (سؤال‌های ۴۲ تا ۴۶)، مورد پرسش قرار می‌دهند (پیوست الف).

برای کسب اطلاعات دقیق‌تر از مشکلات اجرایی برنامه درسی ریاضی در دوره راهنمایی

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

تحصیلی و دریافت نظرات گروه‌های آموزشی ریاضی دوره راهنمایی، جلسات هم‌اندیشی با حضور اعضای گروه‌های آموزشی برگزار شده و نتایج آن جمع‌آوری گردید. این جلسات در مرکز چهار استان آذربایجان غربی، خوزستان، مازندران و اصفهان تشکیل شد. سرگروه‌های ریاضی استان‌های مذکور، مسئولیت هماهنگی جلسات و دعوت از سرگروه‌های ریاضی مناطق مختلف استان را عهده‌دار بودند. محققان نیز به‌عنوان متخصص آموزش ریاضی، در جلسات شرکت داشتند. محور گفت‌وگو در این جلسات عبارت بود از: موضوعات و محتوای کتاب‌های درسی ریاضی، روش‌های تدریس، روش‌های ارزشیابی، آموزش معلمان (از جمله دوره‌های قبل و ضمن خدمت)، و کتاب راهنمای معلم. گفت‌وگوهای انجام‌شده در این جلسات، ضبط شنیداری شده و نتایج آن تحلیل محتوا شد. لازم به ذکر است که دلیل عدم برگزاری جلسه گفت‌وگو در استان سیستان و بلوچستان، به اشباع رسیدن نتایج گفت‌وگوها در چهار استان نمونه دیگر بود.

برای کسب اطلاعات عمیق‌تر از کم و کیف برنامه درسی ریاضی به‌ویژه در سطح اجرا شده و کشف مسائل و مشکلات موجود در کتاب‌های درسی، کتاب‌های راهنمای معلم، روش‌های تدریس و ارزشیابی با تعدادی از معلمان ریاضی داوطلب مصاحبه شد. پروتکل مصاحبه براساس برنامه درسی قصدشده و با استفاده از نظرات معلمان و کارشناسان برنامه‌ریزی درسی تدوین شد.

روایی و اعتبار ابزار اندازه‌گیری ساخته‌شده

ابزار اندازه‌گیری ساخته‌شده - براساس نظر کارشناسان گروه ریاضی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی، سرگروه‌های آموزشی ریاضی، و تعدادی از متخصصان آموزش ریاضی - دارای روایی محتوایی است. برای بررسی اعتبار این ابزار، به معنای همسانی درونی، به روش آلفای کرونباخ عمل شد. خلاصه شاخص‌های محاسبه‌شده برای ابزار پرسش‌نامه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. شاخص‌های اعتبار به معنای همسانی درونی به روش آلفای کرونباخ

ضریب اعتبار	دامنه همبستگی‌ها با کل مقیاس		تعداد	تعداد آزمودنی	نام پرسش‌نامه
	حداکثر	حداقل			
۰/۹۱	۰/۶۹	۰/۳۲	۲۶	۹۷	نظرسنجی از معلمان درباره برنامه درسی

با توجه به جدول (۱)، ملاحظه می‌شود که ضریب اعتبار، به معنای همسانی درونی ابزار اندازه‌گیری متغیرهای مورد مطالعه در حد بالا است. علاوه بر این، وجود همسانی درونی بالا، نشان می‌دهد که سؤال‌های تشکیل‌دهنده این ابزار، دارای خصیصه واحدی (که خود شاهدی بر روایی سازه ابزار نیز

هست) هستند و هر یک از سؤال‌ها نیز سهمی در این باره به عهده دارند. بنابراین، ابزار مورد نظر دارای اعتبار لازم آماری است و می‌توان از آن، در سنجش خصایص مورد، نظر استفاده کرد.

■ ملاک‌های ارزشیابی

به منظور قضاوت در مورد موفقیت برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، اطلاعات به دست آمده از وضع موجود با وضع مطلوب (برنامه درسی قصدشده) مقایسه شد. در این مطالعه، ملاک‌های مقایسه براساس برنامه درسی ریاضی تدوین شده توسط گروه ریاضی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی مندرج در کتاب‌های راهنمای تدریس سه پایه، و با استفاده از مطالب کتاب‌های درسی ریاضی سه پایه تحصیلی در دوره راهنمایی تهیه شدند. این ملاک‌ها به شرح زیر هستند:

- اهداف برنامه درسی ریاضی
 - راهبردهای یاددهی - یادگیری
 - مشکلات اجرایی تدریس محتوای مباحث کتاب‌های درسی
 - روش‌های ارزشیابی پیشرفت تحصیلی
 - امکانات و تجهیزات کمک آموزشی
 - زمان (بر پایه جدول زمان‌بندی)
 - آگاهی‌ها و مهارت‌های مورد نیاز معلمان که در برنامه درسی به صورت صریح یا ضمنی به آن‌ها اشاره شده است
 - نظرات معلمان نسبت به کتاب‌های درسی ریاضی.
- سطح مطلوب در این مطالعه، تحقق حداقل ۷۰٪ ملاک‌های بالا تعیین شد.

■ تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسش‌نامه‌های نظرسنجی از معلمان، از آمار توصیفی (جدول‌های توزیع فراوانی، شاخص‌های مرکزی و پراکندگی) توصیف و به منظور استنباط آماری، از آزمون بی‌پارامتری t مربوط به تفاوت نسبت صفت در یک جامعه با یک نسبت معین و آزمون پارامتری Z تک نمونه‌ای استفاده شد. داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و نتایج بحث‌های گروه‌های ریاضی نیز به روش کیفی تحلیل شدند (ابوالمعالی، ۱۳۹۱) و برحسب مورد، مقوله‌های مطرح شده در قالب روش کمی نیز، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

■ نتایج

شناخت ویژگی‌های جمعیت‌شناختی معلمان ریاضی مورد مطالعه، در تفسیر واقع‌بینانه‌تر یافته‌ها نقش دارد. بدین سبب، ابتدا این ویژگی‌ها به قرار زیر، معرفی می‌شوند:

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

- تقریباً نیمی از معلمان زن و نیمی دیگر مرد هستند؛
- سابقه خدمت اکثریت معلمان، بین ۱۶ تا ۲۵ سال است؛
- دامنه مدرک تحصیلی معلمان بین کاردانی تا کارشناسی ارشد است، اما اکثر آنان، دارای مدرک تحصیلی کارشناسی هستند؛
- ۱۸/۶٪ از معلمان مورد مطالعه دارای مدرک تحصیلی کاردانی هستند؛
- رشته تحصیلی اکثر معلمان مرتبط با موضوع درسی تدریس شده است؛
- رشته تحصیلی ۱۷/۶٪ معلمان با درس مورد تدریس مرتبط نیست؛
- از معلمان با این ویژگی‌ها، خواسته شده بود که توانایی تدریس ریاضی خود را ارزیابی کنند. نتیجه این خودارزیابی در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. خودارزیابی معلمان ریاضی از توانایی تدریس خود

میزان توانایی	خیلی کم	کم	زیاد	خیلی زیاد	جمع
فراوانی	۱	۶	۵۰	۴۰	۹۷
درصد	۱	۶/۲	۵۱/۵	۴۱/۲	۱۰۰

جدول (۲) نشان می‌دهد که اکثریت معلمان ریاضی مورد مطالعه، توانایی خود را در تدریس ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی در حد «زیاد» یا «خیلی زیاد» ارزیابی کرده‌اند. این ویژگی معلمان مورد مطالعه با آنچه که در مورد توانایی حرفه‌ای معلمان برای تدریس ریاضی در کتاب راهنمای معلم ارائه شده است، تطابق دارد. اما هنوز معلمانی (۷/۲٪) مشغول به تدریس ریاضی هستند که خود را از نظر این ویژگی، پایین ارزیابی کرده‌اند.

از ۹۷ معلم ریاضی مورد مطالعه، ۶۴ نفر (۶۶٪) اظهار داشته‌اند که در ارتباط با برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، به گونه‌ای، فعالیت‌های علمی - حرفه‌ای داشته‌اند و نوع فعالیت آنان به شرح جدول (۳) است:

جدول ۳. فعالیت‌های علمی - حرفه‌ای معلمان

نوع فعالیت	سخنرانی	تدریس به همکاران	ساخت ابزار کمک آموزشی	نوشتن مقاله	انجام پژوهش	مطالعه شخصی	نوشتن کتاب	شرکت در تدوین برنامه درسی
فراوانی	۱۱	۲۴	۲۷	۱۲	۱۴	۴۳	۶	۸
درصد	۱۱/۳٪	۲۴/۷٪	۲۷/۸٪	۱۲/۴٪	۱۴/۴٪	۴۴/۳٪	۶/۲٪	۸/۲٪

جدول (۳) نشان می‌دهد که ۳۴٪ از معلمان مورد مطالعه، هیچ‌گونه فعالیت علمی در ارتباط با برنامه درسی ریاضی نداشته‌اند و صرفاً به دانسته‌های قبلی و حداکثر به آنچه که از تدریس در کلاس درس کسب می‌کنند، بسنده کرده‌اند.

در خصوص استفاده معلمان ریاضی از «فرصت‌های آموزشی»، شامل انواع امکانات مکتوب مانند «کتاب راهنمای معلم» و دوره‌های آموزشی رسمی و غیررسمی ضمن خدمت، نظرات معلمان در جدول (۴) جمع‌بندی شده است.

جدول ۴. فرصت‌های آموزشی برای معلمان

کل	خیر		بلی		طیف پاسخ‌ها
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	نوع فرصت آموزشی
۹۷	۳۰/۹	۳۰	۶۹/۱	۶۷	داشتن راهنمای تدریس
۹۷	۱۳/۴	۱۳	۸۶/۶	۸۴	مطالعه راهنمای تدریس
۹۷	۳/۱	۳	۹۶/۶	۹۴	شرکت در دوره آموزش توجیهی

از جدول شماره (۴) چنین نتیجه می‌شود که اکثر معلمان در دوره آموزشی توجیهی شرکت کرده و کتاب راهنمای تدریس را مطالعه کرده‌اند، اگرچه هنوز معلمانی هستند که راهنمای تدریس را در اختیار ندارند (۳۰/۹٪) و آن را مورد مطالعه (۱۳/۴٪) قرار نداده‌اند. این اطلاعات (تفاوت بین دو درصد مذکور) حاکی از آن است که عده‌ای از دبیران تنها به نسخه الکترونیکی کتاب راهنمای تدریس دسترسی دارند. بنابر آنچه که در برنامه در ارتباط با ویژگی‌های معلمان ارائه شده است، مجری برنامه ملزم است از معلمانی برای تدریس درس ریاضی استفاده کند که علاوه بر شرکت در دوره‌های توجیهی، راهنمای تدریس را نیز در اختیار داشته و مطابق با آن، به تدریس اقدام نمایند.

اضافه بر این‌ها، در جلسات هم‌اندیشی که با سرگروه‌های آموزشی ریاضی دوره راهنمایی تشکیل شد، نظرات تفصیلی معلمان در خصوص فرصت‌های آموزشی، مورد بحث قرار گرفت. سرگروه‌ها معتقد بودند که دوره‌های آموزشی پیش‌بینی شده برای معلمان از کیفیت لازم برخوردار نیستند. به گفته آن‌ها، اگرچه معلمان به دلیل کسب امتیاز و ارتقای شغلی، از شرکت در دوره‌های ضمن خدمت استقبال می‌کنند، ولی به نظر سرگروه‌ها کیفیت پایین برنامه‌های آموزشی این دوره‌ها باعث شده است که معلمان این دوره‌ها را جدی نگیرند. در مجموع نظرات معلمان به شرح زیر جمع‌بندی شده است.

- بسیاری از مدرسان دوره‌های ضمن خدمت، از تخصص مرتبط برای اجرای دوره‌ها برخوردار نیستند.
- محتوای آموزشی دوره‌های تربیت معلم، دانشجو- معلمان را برای تدریس در کلاس‌های درس ریاضی آماده نمی‌کند.
- با وجود حجم زیاد کتاب‌های راهنمای معلم، محتوای آن‌ها نیازهای دانشی و روشی معلمان در

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

رابطه با تدریس کلاسی را برآورده نمی‌کند.

- کتاب‌های راهنمای معلم بیش از آنکه برای معلمان کارایی داشته باشد، برای مدرسان مفید است.
- در دوره‌های آموزشی، به نیازهای خاص آموزشی در مناطق متفاوت از جمله مناطق محروم، مناطق دو یا چند زبانه، مناطق چند فرهنگی و مناطق عشایری، توجه نمی‌شود و برنامه‌های ویژه‌ای برای این گروه‌ها پیش‌بینی نشده است.

همان‌طور که در جدول شماره (۴) ملاحظه شد، ۹۶/۶ درصد از معلمان ریاضی مورد مطالعه در دوره آموزش توجیهی مربوط به درس ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی شرکت کرده‌اند؛ لذا نظرات آنان درباره میزان اثربخشی دوره‌ها مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به شرح جدول (۵) است.

جدول ۵. نظر معلمان در مورد میزان اثربخشی دوره‌های آموزشی

میزان اثربخشی	به دانش و مهارت نیفزوده است	برای ارتقای مهارت در تدریس کافی نبوده است	به مهارت در تدریس افزوده است	کل
فراوانی درصد	۱۳ ۱۳/۴	۶۳ ۶۴/۹	۲۱ ۲۱/۶	۹۷ ۱۰۰

جدول (۵) نشان می‌دهد که به‌نظر اکثر معلمان شرکت‌کننده در دوره آموزش توجیهی، محتوای برنامه به‌گونه‌ای نبوده است که به اندازه کافی توانایی آنان را در تدریس ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی افزایش دهد. در جلسات هم‌اندیشی با سرگروه‌های آموزشی نیز، اکثر شرکت‌کنندگان، بر اثربخشی محدود دوره‌های آموزشی تأکید داشتند. با توجه به اهمیت و نیاز معلمان به این دوره‌های ضمن خدمت، پیشنهادهایی از جانب آن‌ها، برای ارتقای اثربخشی این دوره‌ها به شرح زیر، ارائه شد:

- ایجاد فرصت‌های مناسب آموزشی برای معلمان، تا بتوانند از همدیگر یاد بگیرند، لازم است.
- برگزاری دوره‌های آموزشی به‌صورت کارگاهی، برای درگیر کردن بیشتر معلمان، مفیدتر است.
- برگزاری کارگاه برای آموزش عملی روش‌های تدریس فعال ریاضی به معلمان مناسب‌تر است.
- ارتباط مستمر برنامه‌ریزان با معلمان و به روز کردن دانش محتوایی و روشی آن‌ها، از طریق شبکه‌های اینترنتی، امکان‌پذیر است.
- معرفی کتاب‌های علمی و سایر منابع مناسب، مانند وبگاه‌های آموزشی، برای ارتقای تدریس ریاضی معلمان ضروری است.

• آگاهی از عناصر برنامه درسی

جهت اطلاع از میزان آگاهی معلمان از عناصر برنامه درسی، سؤال‌هایی در پرسش‌نامه مطرح شده بود که نتایج حاصل از آن‌ها، در جدول‌های (۶) تا (۱۰) آمده است.

جدول ۶ آگاهی معلمان نسبت به رویکرد برنامه درسی

شرح	فقط شنیدن نام رویکرد برنامه	در حد مطالب ارائه شده در دوره	مطالعه مطالبی در زمینه رویکرد برنامه	آگاهی کافی نسبت به رویکردهای مختلف برنامه درسی	درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
میزان آگاهی معلمان نسبت به رویکرد برنامه درسی	۱۶ (٪۱۶/۵)	۳۹ (٪۴۰/۲)	۲۶ (٪۲۶/۸)	۱۶ (٪۱۶/۵)	۹۶	۳/۶	$p < ۰/۰۵$

شاخص‌های ارائه شده در جدول (۶) نشان می‌دهد که دبیران ریاضی مورد مطالعه به‌طور معناداری بیش از حد ملاک (۷۰٪) با رویکرد برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی آشنا هستند. با این حال ۱۶/۵٪ از معلمان هستند که فقط نام رویکرد برنامه درسی ریاضی، یعنی یادگیری مادام‌العمر را شنیده‌اند.

جدول ۷ آگاهی معلمان از اهداف ریزشده برنامه درسی ریاضی

شرح	در حد مطالب ارائه شده در دوره	مطالعه کتاب راهنمای تدریس	آموزش بر پایه هدف‌ها	درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
میزان آگاهی معلمان از اهداف ریزشده برنامه درسی ریاضی	۱۸ (٪۱۸/۶)	۲۸ (٪۲۸/۹)	۵۱ (٪۵۲/۶)	۹۶	۸/۷۷	$p < ۰/۰۵$

جدول (۷) نشان می‌دهد که معلمان ریاضی مورد مطالعه به‌طور معناداری، بیش از حد ملاک از اهداف ریزشده برنامه درسی ریاضی آگاهی دارند.

جدول ۸ آگاهی معلمان از روش‌های تدریس مطرح شده در برنامه درسی

شرح	در حد مطالب ارائه شده در دوره	مطالعه کتاب راهنمای تدریس	آموزش بر پایه هدف‌ها	درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
میزان آگاهی معلمان از روش‌های تدریس مطرح شده در برنامه درسی	۱۵ (٪۱۵/۵)	۱۹ (٪۱۹/۶)	۶۳ (٪۶۴/۹)	۹۶	۳/۹۲	$p < ۰/۰۵$

با توجه به جدول (۸)، معلوم می‌شود که میزان آگاهی معلمان ریاضی مورد مطالعه از روش‌های تدریس پیش‌بینی شده در برنامه درسی ریاضی به‌طور معناداری، بیش از حد ملاک است.

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

جدول ۹. آگاهی معلمان از امکانات و فعالیت‌ها و منابع آموزشی مطرح شده در برنامه درسی

شرح	در حد مطالب ارائه شده در دوره	نظر		درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
		مطالعه کتاب راهنمای تدریس	آموزش بر پایه امکانات و منابع			
میزان آشنایی معلمان با امکانات و فعالیت‌ها و منابع آموزشی مطرح شده در برنامه درسی	۱۷ (٪۱۷/۵)	۲۶ (٪۲۰/۸)	۵۴ (٪۵۵/۷)	۹۶	۳/۲۱	$p < ۰/۰۵$

جدول‌های (۴) - (۹) نشان می‌دهند که معلمان ریاضی مورد مطالعه، به‌طور معناداری بیش از حد ملاک، از امکانات، فعالیت‌ها و منابع پیش‌بینی شده در برنامه درسی ریاضی آگاهی دارند. اما تنها ۵۵/۷٪ از آنان بر پایه این امکانات تدریس می‌کنند.

جدول ۱۰. آگاهی معلمان از روش‌ها و ابزارهای ارزشیابی ریاضی

شرح	در حد مطالب ارائه شده در دوره	نظر		درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
		مطالعه کتاب راهنمای تدریس	آموزش بر پایه هدف‌ها			
میزان آگاهی معلمان از روش‌ها و ابزارهای ارزشیابی ریاضی	۲۰ (٪۲۰/۶)	۱۵ (٪۱۵/۵)	۶۲ (٪۶۳/۹)	۹۶	۲/۲۹	$p < ۰/۰۵$

شاخص‌های ارائه شده در جدول (۱۰) نشان می‌دهد که معلمان مورد مطالعه به‌طوری معناداری، بیش از حد ملاک از روش‌ها و ابزارهای ارزشیابی هدف‌های آموزشی و پرورشی برنامه درسی ریاضی آگاهی دارند و قادرند از آن‌ها در ضمن فعالیت‌های آموزشی در کلاس درس استفاده کنند. در کل، نتایج تجزیه و تحلیل‌های به‌عمل آمده نشان می‌دهد که معلمان ریاضی مورد مطالعه به‌طور معناداری، بیش از حد ملاک (۷۰٪) از عناصر اصلی برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی شامل رویکرد، هدف‌ها، روش‌های یاددهی - یادگیری، محتوای آموزش، امکانات و منابع آموزشی، ابزارها و روش‌های ارزشیابی آگاهی دارند و آگاهی خود را از مطالعه کتاب راهنمای تدریس به دست آورده یا بر پایه آن در کلاس درس عمل می‌کنند. اما درصدی از دبیران مورد مطالعه (بین ۷٪ تا ۳۴٪) نیز هستند که توانایی خود را در تدریس ریاضی پایین ارزیابی کرده‌اند، فعالیت علمی بخصوصی در راستای برنامه درسی ریاضی انجام نداده‌اند، کتاب راهنمای تدریس را در اختیار نداشته و آن را مطالعه نکرده‌اند، در

دوره‌های آموزشی توجیهی شرکت نکرده‌اند، یا آموزش ارائه شده برای آنان مؤثر واقع نشده است. علاوه بر این‌ها، از رویکرد، هدف‌های ریزشده آموزشی، روش‌های تدریس، امکانات، فعالیت‌ها و منابع آموزشی، و روش‌ها و ابزارهای ارزشیابی برنامه درسی ریاضی آگاهی کافی، مطابق با مطالب ارائه شده در کتاب راهنمای تدریس معلم، ندارند.

■ پاسخ به سؤال پژوهش

سؤال اصلی پژوهشی که گزارش آن در این مقاله آمده است، تبیین نظرات معلمان ریاضی نسبت به عناصر مختلف برنامه درسی ریاضی سه پایه راهنمایی تحصیلی بود. برای پاسخ به این سؤال، از داده‌های جمع‌آوری شده از طریق سؤال‌های ۲۱ تا ۴۶ پرسش‌نامه نظرسنجی معلمان، مصاحبه سازمان یافته، و جلسه‌های هم‌اندیشی با سرگروه‌های آموزشی استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها به تفکیک هر یک از عناصر اصلی برنامه درسی ریاضی، به شرح زیر است:

جدول ۱۱. نظر معلمان درباره هدف‌های آموزشی

شرح	نظر ^{۱۹}					درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
	خیلی کم	کم	نظری ندارم	زیاد	خیلی زیاد			
مناسب بودن هدف‌ها برای تأمین نیازهای دانش‌آموزان	۵ (/۵/۲)	۲۸ (/۲۸/۹)	۲ (/۲/۱)	۴۹ (/۵۰/۵)	۱۳ (/۱۳/۴)	۹۶	۱/۲۴	p<۰/۰۵
قابلیت تحقق هدف‌ها	۶ (/۶/۲)	۳۰ (/۳۰/۹)	۴ (/۴/۱)	۵۱ (/۵۲/۶)	۶ (/۶/۲)	۹۶	۲/۲۴	p<۰/۰۵
تدوین هدف‌ها بر پایه علائق دانش‌آموزان	۱۶ (/۱۶/۵)	۶۰ (/۶۱/۱۹)	۴ (/۴/۱)	۱۵	۲ (/۲/۱)	۹۶	۱۳/۸۶	p<۰/۰۵

جدول (۱۱) نشان می‌دهد که از نظر معلمان شرکت‌کننده در مطالعه:

- هدف‌های آموزشی برنامه درسی دوره راهنمایی تحصیلی در حد ملاک برای تأمین نیازهای دانش‌آموزان مناسب است.

- قابلیت تحقق هدف‌های آموزشی برنامه درسی دوره راهنمایی تحصیلی به‌طور معناداری کمتر از حد ملاک است.

- هدف‌های آموزشی برنامه درسی دوره راهنمایی تحصیلی به‌طور معناداری کمتر از حد ملاک، بر

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

پایه علائق دانش‌آموزان مخاطب برنامه تدوین شده است.

نظرات معلمان در مصاحبه‌های انجام‌شده، با نتایج نظرسنجی معلمان در خصوص اهداف آموزشی هم‌راستا بودند. به باور اکثریت قریب به اتفاق معلمان مصاحبه‌شده، اهداف آموزشی این دوره به لحاظ نظری با رشد فکری و نیاز دانش‌آموزان در این دوره مطابقت دارد، ولی علائق دانش‌آموزان در این سنین نادیده گرفته شده است. همچنین به نظر این معلمان، بسیاری از اهداف پیش‌بینی‌شده در برنامه، با توجه به شرایط و امکانات موجود، قابلیت تحقق ندارند.

جدول ۱۲. نظر معلمان درباره محتوای آموزشی

شرح	نظر					درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
	خیلی کم	کم	نظری ندارم	زیاد	خیلی زیاد			
تناسب محتوا با نیازهای دانش‌آموزان	۱۱ (/۱۱/۳)	۵۱ (/۵۲/۶)	۱ (/۱)	۳۱ (/۳۲)	۳ (/۳/۱)	۹۶	۷/۲۷	$p < ۰/۰۵$
تناسب محتوا با علائق دانش‌آموزان	۱۳ (/۱۳/۴)	۶۳ (/۶۴/۹)	۴ (/۴/۱)	۱۶ (/۱۶/۵)	۱ (/۱)	۹۶	۱۳/۶۱	$p < ۰/۰۵$
تدوین محتوا بر پایه پیشینه و تجربه تحصیلی دانش‌آموزان	۸ (/۸/۲)	۲۰ (/۲۰/۶)	۴ (/۴/۱)	۵۶ (/۵۷/۷)	۹ (/۹/۳)	۹۶	۰/۶۳	$p > ۰/۰۵$
اعتبار علمی محتوا	۲ (/۲/۱)	۱۰ (/۱۰/۳)	۵ (/۵/۲)	۴۵ (/۴۶/۴)	۳۵ (/۳۶/۱)	۹۶	۳/۳۴	$p < ۰/۰۵$
مناسب بودن محتوا برای آینده تحصیلی دانش‌آموزان	۳ (/۳/۱)	۲۱ (/۲۱/۶)	۳ (/۳/۱)	۴۸ (/۴۹/۵)	۲۲ (/۲۲/۷)	۹۶	۰/۵۱	$p > ۰/۰۵$
تناسب محتوا با زمان آموزش	۳۱ (/۳۲)	۴۳ (/۴۴/۳)	۲ (/۲/۱)	۱۶ (/۱۶/۵)	۵ (/۵/۲)	۹۶	۱۱/۵۴	$p < ۰/۰۵$
ارتباط محتوا با هدف‌های آموزشی	۵ (/۵/۲)	۳۱ (/۳۲)	۶ (/۶/۲)	۴۹ (/۵۰/۵)	۶ (/۶/۲)	۹۶	۲/۶۴	$p < ۰/۰۵$
تهیه محتوا با توجه به امکانات و شرایط کلاس‌های درس	۲۷ (/۲۷/۸)	۵۴ (/۵۵/۷)	۲ (/۲/۱)	۱۳ (/۱۳/۴)	۱ (/۱)	۹۶	۱۵/۶	$p < ۰/۰۵$

جدول ۱۲. (ادامه) نظر معلمان درباره محتوای آموزشی

شرح	نظر					درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
	خیلی کم	کم	نظری ندارم	زیاد	خیلی زیاد			
تهیه محتوا بر اساس نظام مفهومی ^{۲۰}	۱۷ (/۱۷/۵)	۴۵ (/۴۶/۴)	۱ (/۱)	۳۰ (/۳۰/۹)	۴ (/۴/۱)	۹۶	۷/۲۳	$p < ۰/۰۵$
تهیه محتوا بر پایه تقویت و مهارت حل مسئله و پرسشگری	۲۲ (/۲۲/۷)	۴۵ (/۴۶/۴)	۱ (/۱)	۲۶ (/۲۶/۸)	۳ (/۳/۱)	۹۶	۸/۶۳	$p < ۰/۰۵$
رعایت ارتباط عمومی در تنظیم محتوا	۲ (/۲/۱)	۱۵ (/۱۵/۵)	۴ (/۴/۱)	۵۹ (/۶۰/۸)	۱۷ (/۱۷/۵)	۹۶	۱/۹۸	$p < ۰/۰۵$
زمینه‌ساز بودن محتوا برای یادگیری ریاضی پایه‌های بالاتر	۴ (/۴/۱)	۲۵ (/۲۵/۸)	۵ (/۵/۲)	۴۷ (/۴۸/۵)	۱۶ (/۱۶/۵)	۹۶	۱/۰۳	$p > ۰/۰۵$
رعایت ترتیب منطقی و توسعه موضوعی دروس	۴ (/۴/۱)	۳۸ (/۳۹/۲)	۴ (/۴/۱)	۴۳ (/۴۴/۳)	۸ (/۸/۲)	۹۶	۳/۴۵	$p < ۰/۰۵$

با توجه به جدول ۱۲، جمع‌بندی نظرات معلمان ریاضی مورد مطالعه درباره برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی ارائه می‌شود:

- محتوای آموزشی، به‌طور معناداری، کمتر از حد ملاک بر پایه نیازها و علایق دانش‌آموزان تدوین شده است.

- محتوای آموزشی، دارای ارتباط عمودی در حد ملاک بوده و صحت علمی آن، به‌طور معناداری، بیش از حد ملاک است.

- تناسب محتوای آموزشی با زمان اختصاص یافته برای آموزش آن، به‌طور معناداری، کمتر از حد ملاک است.

- تناسب محتوای آموزشی تدوین شده با هدف‌های آموزشی برنامه، به‌طور معناداری، کمتر از حد ملاک است.

- تناسب محتوای آموزشی تدوین شده با امکانات آموزشی و شرایط کلاس‌های درس، به‌طور معناداری، کمتر از حد ملاک است.

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

- در تدوین محتوای آموزشی، توجه به ترتیب منطقی و توسعه موضوعی دروس و رعایت نظام مفهومی، به طور معناداری کمتر از حد ملاک است.

- محتوای آموزش به طور معناداری، کمتر از حد ملاک بر پایه تقویت مهارت پرسشگری و حل مسئله تنظیم و تدوین شده است.

این جمع بندی مبین این است که در تنظیم و تدوین محتوا، اگر چه به سلسله مراتب ارائه مطالب ریاضی در سال های تحصیلی (بدون رعایت نظام مفهومی) توجه شده است، اما به ویژگی ها و نیازهای مخاطب و شرایط و زمان اجرای برنامه، به طور مناسب پرداخته نشده است. این نشان می دهد که این عوامل، نقش عمده ای در ناکارآمدی محتوای آموزشی و کاهش قابلیت تحقق اهداف برنامه درسی ریاضی داشته اند. از این ها گذشته، در مصاحبه های انجام شده با معلمان نیز محتوای آموزشی پیش بینی شده در برنامه ریاضی دوره راهنمایی از جهات مختلف مورد بحث قرار گرفت. در این مصاحبه ها، نظرات معلمان در خصوص همخوانی محتوای آموزشی برنامه ریاضی با نیاز و علایق دانش آموزان، و نظرات آن ها در مورد بخش های مختلف کتاب ریاضی شامل فعالیت، کار در کلاس، حل مسئله و رسم مورد سؤال قرار گرفت. مصاحبه های انجام شده با ۱۶ نفر از دبیران استان های مورد مطالعه، حاوی اطلاعات قابل توجهی بود که پس از تجزیه و تحلیل، نتایج آن به تفکیک هر سؤال، ارائه می شود.

● **سؤال اول مصاحبه:** «چه بخش هایی در کتب ریاضی دوره راهنمایی بیشتر مورد علاقه دانش آموزان است؟ علت جذابیت این موضوعات برای دانش آموزان چیست؟»

نظرات معلمان در این زمینه، به دو مقوله «دانش محتوایی» و «دانش پداگوژی» (شولمن، ۱۹۸۶) اشاره داشت.

از نظر معلمان مصاحبه شده، دانش آموزان به موضوعات حساب بیش از هندسه علاقه مند هستند. در این خصوص، مباحثی که به طور مشخص مورد اشاره قرار گرفت عبارت بود از دستگاه شمار، جمع و تفریق اعداد صحیح، توان و آمار. گفته یکی از معلمان که اصولاً، «دانش آموزان به موضوعاتی که قاعده مند هستند و از الگوریتم خاصی تبعیت می کنند بیشتر علاقه دارند» در تأیید این نظرات بود. در مجموع، معلمان عقیده داشتند که «دانش آموز هر چه را بتواند انجام دهد» و «به هر مطلبی که برایش ملموس باشد»، علاقه مند می شود.

به عقیده بسیاری از مصاحبه شوندگان، «علاقه دانش آموزان به مباحث ریاضی رابطه مستقیمی با نحوه تدریس معلم دارد؛ یعنی همه مباحث ریاضی می تواند برای دانش آموز جذاب باشد به شرطی که معلم روش تدریس مناسب برای ارائه آن انتخاب کند». از جمله این روش ها، معلمان به استفاده از مثال های واقعی که با تجارب زندگی دانش آموز نزدیکی داشته باشد، استفاده از ابزار دست و ورزی و طراحی کار عملی برای دانش آموزان، طرح مباحث در بستر تاریخی آن ها، و استفاده از فعالیت های

بازی گونه در تدریس اشاره کردند. علاوه بر این، بیان نمودند که دانش‌آموزان مباحث جدید را بیشتر دوست دارند، به ویژه مباحثی که پیش‌نیاز کمتری لازم داشته باشد، زیرا اغلب آن‌ها پیشینه ضعیفی در ریاضی دارند.

● **سؤال دوم مصاحبه:** نظر شما در مورد بخش «حل مسئله» در کتب ریاضی دوره راهنمایی چیست؟ آیا آموزش راهبردهای حل مسئله در قالب فعلی، بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان تأثیر داشته است؟ به‌طور کلی، بعضی معلمان، در پاسخ به این سؤال، ابتدا به چگونگی ورود این بخش به برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی پرداختند و ابراز داشتند که «بخش حل مسئله از حدود ۱۰ سال پیش وارد کتاب‌های درسی ریاضی دوره راهنمایی شد و قرار بود به همراه آن، ایده تدریس از طریق حل مسئله و درگیر کردن دانش‌آموزان در یادگیری خودشان نیز در نظام آموزشی جا باز کند». اما با تردید گفتند که «حال این سؤال مطرح است که آیا ارائه راهبردهای حل مسئله به شکل موجود توانسته است به ایجاد تفکر نظام‌دار در دانش‌آموزان و بهتر مسئله حل کردن آن‌ها کمک کند؟ این در حالی است که اکثر معلمان بر اهمیت آموزش حل مسئله تأکید داشتند و آن بخش را حتی برای خودشان نیز مفید می‌دانستند. ولی معتقد بودند که عموماً، «این بخش، جزو درس به حساب نمی‌آید!» و در ادامه توضیح دادند که «حل مسئله عموماً کار نمی‌شود، چون بعد از اضافه کردن آن به برنامه، وقت لازم برای آن اضافه نشد. در نتیجه برای معلمان، ایجاد فضای لازم برای اجرای این بخش مشکل است؛ خصوصاً با توجه به حجم زیاد تمریناتی که انتظار می‌رود در کلاس حل شود».

علاوه بر کمبود وقت، باور و آگاهی معلمان نیز در کارایی ضعیف این بخش مؤثر بوده است. آنان اعتقاد داشتند که «۹۰٪ معلمان چون تعداد سرفصل‌ها زیاد است صفحات حل مسئله را سفید می‌گذارند. ولی در جایی که اجرا می‌شود، خیلی مفید بوده است. دلیل عمده آن کمبود وقت است و دیگر عدم آگاهی کامل معلمان از راهبردهای حل مسئله. در این خصوص آموزش ضمن خدمت در این مسیر می‌تواند کمک کند. ولی معلمان انگیزه کافی برای شرکت در این دوره‌ها را ندارند. خصوصاً معلمان مرد!»

عده‌ای از معلمان نیز به نقطه ضعف‌های اجرایی این بخش اشاره داشتند. به‌عنوان نمونه، آن‌ها اظهار داشتند که «دانش‌آموزان رغبت زیادی به استفاده از راهبرد رسم شکل دارند، ولی در امتحانات فقط برای راه‌حل‌های جبری نمره در نظر گرفته می‌شود!» که البته این برداشت از راهبردهای حل مسئله، با فلسفه وجودی آن منافات دارد. از دیگر مشکلات اجرایی این بخش، همچنین به «سخت بودن درک متن مسایل در مناطق دو زبانه» اشاره شد.

در مجموع، به عقیده معلمان، ارائه این بخش عموم دانش‌آموزان را «مسئله حل کن» بهتری نمی‌کند و بیشتر روی عملکرد دانش‌آموزان متوسط به بالا، تأثیر مثبت دارد.

● **سؤال سوم مصاحبه:** نظر شما در مورد بخش «فعالیت» در کتب ریاضی دوره راهنمایی چیست؟

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

آیا انجام این فعالیت‌ها در کلاس امکان‌پذیر است؟ آیا انجام این فعالیت‌ها دانش‌آموزان را در جهت کشف مفاهیم ریاضی یاری می‌رساند؟

در برنامه درسی، هدف از بخش فعالیت، ایجاد بستر لازم برای دانش‌آموزان مطرح شده است تا خود آن‌ها از طریق تجربیات دست اول، حدس و آزمایش، و درگیر شدن مستقیم در پژوهش، بررسی و حل مسئله، به تولید و کشف دانش بپردازند. با بررسی نظرات معلمان در مورد این بخش، ملاحظه می‌شود که اکثر آن‌ها این بخش را مفید می‌دانند، ولی توضیحات بیشتر آن‌ها نشان می‌دهد که از هدف اصلی انجام فعالیت و روش اجرای آن آگاهی لازم را ندارند. به عنوان نمونه، بعضی از معلمان اعتقاد داشتند که فعالیت «خیلی مفید است ولی اگر مثل کتاب دانشگاهی مطالب درسی گفته می‌شد و نتایج به صورت رنگی برجسته می‌شد، خیلی بهتر بود». این در حالی است که بعضی دیگر، از نوع عملکرد همکاران خود انتقاد کرده و بیان داشتند که «خیلی از معلمان با «فعالیت» مثل «کار در کلاس» برخورد می‌کنند؛ یعنی درس را ارائه می‌دهند، بعد از دانش‌آموزان می‌خواهند فعالیت مربوطه آن را حل کنند». عده‌ای نیز ضمن تأیید سودمندی انجام فعالیت، مواردی را برشمردند که مانع دستیابی به هدف اصلی انجام آن‌ها می‌شود. به عنوان نمونه، جمعی از معلمان درباره فعالیت نظرشان این بود که «خیلی به دانش‌آموزان انگیزه می‌دهد، ولی امکان کشف مفاهیم جدید را به دانش‌آموزان نمی‌دهد. وقت برای انجام آن‌ها کم است». این انتقاد که در قالب کمبود وقت بیان شد، به شکل‌های دیگری نیز مطرح شد که در هر کدام، تمرکزها فرق می‌کرد. مثلاً از نظر عده‌ای، مشکل اصلی عدم اجرای موفقیت‌آمیز فعالیت‌ها دانش‌آموزان هستند، به طوری که «شاید ۵٪ دانش‌آموزان به هدف فعالیت‌های کتاب برسند»، زیرا «اکثر آن‌ها نمی‌توانند به جمع‌بندی مورد نظر فعالیت برسند. اساساً دانش‌آموزان نمی‌توانند بیش از ۱۰ دقیقه روی یک موضوع تمرکز کنند» و برای رفع این مشکل، اظهار کردند که «خیلی وقت‌ها مجبور می‌شویم از دانش‌آموزان بخواهیم فعالیت را در خانه حل کنند. یکی از دلایل آن شلوغ بودن کلاس‌ها و عدم امکان کار گروهی در کلاس است». البته تعداد قابل توجهی از معلمان، ایراد اصلی را در خود فعالیت‌ها دانسته و طراحی ضعیف بعضی از آن‌ها را از جمله مسائل جدی این بخش دانستند: «شاید ۳۰٪ فعالیت‌های کتاب ویژگی‌های یک فعالیت آموزشی مناسب را داشته باشد! اما اکثر آن‌ها با تجارب دانش‌آموز همخوانی ندارد و برای آن‌ها لذت‌بخش نیست و مدل‌سازی ریاضی در آن کمتر دیده می‌شود. از همه مهم‌تر اینکه نتیجه‌گیری از اغلب فعالیت‌ها را معلم به عهده می‌گیرد و برای دانش‌آموزان دیکته می‌کند». آن‌ها برای درک بهتر این بحث، توضیح دادند که «فعالیتی که با مسئله شروع شود برای بچه‌ها جالب است. در غیر این صورت، بچه‌ها علاقه‌ای نشان نمی‌دهند. مثلاً فعالیت جذر خیلی خوب است، ولی فعالیت‌های جمع و تفریق عدد صحیح خیلی تکراری و زیاد است».

● سؤال چهارم مصاحبه: نظر شما در مورد بخش «کار در کلاس» در کتب ریاضی دوره راهنمایی

چیست؟

نظر اکثر معلمان این بود که هدف اصلی کار در کلاس، کسب اطمینان از یادگیری مفاهیم توسط تمام دانش‌آموزان کلاس و ایجاد فرصتی مجدد برای آن عده از دانش‌آموزانی است که نیاز به زمان بیشتری برای یادگیری دارند. لذا از دیدگاه آن‌ها، این بخش بدین سبب در برنامه توصیه شده است که حتماً در کلاس انجام شود و معلم به کار دانش‌آموزان، خصوصاً افرادی که به فرصت مجدد نیاز دارند، نظارت داشته باشد تا از این طریق، به رفع کمبودها، اشکالات و بدفهمی‌ها بپردازد. با این دیدگاه نسبت به کار در کلاس، همه معلمان در مصاحبه‌های انجام‌شده، به این بخش، نظر مثبت داشته و آن را «بسیار مفید» ارزیابی کردند. در عین حال، این معلمان به بعضی «مسائل اجرایی» نیز اشاره کردند که اگرچه ارتباط مستقیمی با فلسفه وجودی این بخش نداشت، اما توصیه‌های متنوعی برای چگونگی اجرای «کار در کلاس» بود. به عنوان نمونه، اجرای این بخش در قالب «کار گروهی»، «تکلیف منزل»، یا «انجام آن روی تخته توسط چند دانش‌آموز داوطلب و رونویسی سایر دانش‌آموزان از کار آن‌ها»، به عنوان توصیه‌هایی برای اجرای این بخش، پیشنهاد شدند. معلمان، علت این امر را «وقت محدود» درس ریاضی عنوان کردند. البته بعضی از معلمان نیز به «طولانی و تکراری بودن محتوا» مانند «جمع اعداد صحیح» اشاره نموده و گفتند که برای دانش‌آموزان خسته کننده است.

در مقابل دیدگاهی که معلمان در مورد «کار در کلاس» مطرح نمودند، این سؤال مطرح شد که «چرا با وجود انجام کار در کلاس زیر نظر معلمان و کسب اطمینان از درک درست دانش‌آموزان در کلاس درس، باز هم شاهد عملکرد ضعیف دانش‌آموزان در درس ریاضی هستیم؟» معلمان علت این مسئله را «فرار بودن ریاضی» دانسته و معتقد بودند که «دانش‌آموزان بعد از رفتن به منزل، روی مطالب درس به اندازه کافی تمرین نمی‌کنند، در نتیجه خیلی زود فراموش می‌کنند». در کل، ایشان اعتقاد داشتند که «دانش‌آموزان باید همان روز بعد از کلاس، مطالب را مرور کرده و تمرینات لازم را انجام دهند. ولی به دلیل حجم زیاد تکالیف سایر دروس، این کار عموماً برای آن‌ها میسر نیست».

● **سؤال پنجم مصاحبه:** نظر شما در مورد بخش «رسم» در کتب ریاضی دوره راهنمایی چیست؟ این بخش، تا چه حد برای دانش‌آموزان جذاب است و در عملکرد ریاضی آن‌ها، چه تأثیری دارد؟ هدف اصلی این بخش در برنامه، تقویت مهارت دانش‌آموزان در استفاده از ابزار عنوان شده است. همچنین انتظار می‌رود که با انجام رسم‌های پیش‌بینی شده در کتاب‌های درسی دوره راهنمایی، «دقت»، «تمرکز» و «حوصله» دانش‌آموزان افزایش یابد. علاوه بر این، در کتاب راهنمای معلم آمده است که «انجام رسم بخشی از فعالیت‌های خارج از کلاس دانش‌آموزان است و در نمره ارزشیابی مستمر آن‌ها تأثیرگذار خواهد بود». به گفته معلمان، تأکید بر «خارج از کلاس» بودن رسم، «باعث می‌شود که اکثر دانش‌آموزان، این تکلیف خود را به کمک خانواده انجام دهند که طبعاً باعث می‌شود به هدف خودش

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

نرسد». در حقیقت، «کمبود وقت ریاضی» عمده‌ترین دلیلی بود که معلمان برای کم اهمیت دادن به بخش رسم عنوان کردند. آن‌ها در توضیح بیشتر این امر، شرح دادند که «در سال اول، رسم‌ها را در کلاس روی کتاب انجام می‌دهیم و از بچه‌ها می‌خواهیم در منزل با دقت انجام دهند. این باعث می‌شود دقت دانش‌آموزان افزایش یابد و استفاده از ابزار را خوب یاد بگیرند. ولی در سال دوم و سوم که امکان انجام رسم را در کلاس نداریم، برای بچه‌ها بازدهی نخواهد داشت.»

از دیگر مشکلاتی که معلمان در رابطه با «رسم» عنوان کردند، «ضعف مهارت دانش‌آموزان در استفاده از ابزار رسم» بود. به عقیده ایشان، «این مهارت‌ها آن‌گونه که باید، در دوره ابتدایی پرورش نمی‌یابد». در مجموع، این معلمان ضرورت وجود رسم را در برنامه تأیید کردند و عقیده داشتند که «در صورت اجرای درست، می‌تواند در توسعه مهارت‌های دانش‌آموزان و عملکرد آن‌ها مفید باشد.»

جدول ۱۳. نظر معلمان درباره روش‌های یاددهی - یادگیری

شرح	نظر				درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
	خیلی کم	کم	نظری ندارم	زیاد	خیلی زیاد		
تناسب روش‌های تدریس پیشنهادی برنامه با هدف‌ها	۱ (/۱)	۳۲ (/۳۳)	۱۰ (/۱۰/۳)	۴۹ (/۵۰/۵)	۵ (/۵/۲)	۰/۲۹	$p < ۰/۰۵$
تناسب روش‌های تدریس پیشنهادی برنامه با محتوای کتاب درسی	۶ (/۶/۲)	۲۷ (/۲۷/۸)	۸ (/۸/۲)	۴۸ (/۴۹/۵)	۸ (/۸/۲)	۰/۲۴	$p > ۰/۰۵$
قابلیت اجرای روش‌های تدریس پیشنهادی برنامه در کلاس	۱۵ (/۱۵/۵)	۴۱ (/۴۲/۳)	۵ (/۵/۲)	۳۱ (/۳۲)	۵ (/۵/۲)	۶/۶۸	$p > ۰/۰۵$

جدول (۱۳) نشان می‌دهد که از نظر معلمان مورد مطالعه، روش‌های تدریس پیشنهادی برنامه در حد ملاک، با هدف‌ها و محتوای آموزشی برنامه درسی ریاضی تناسب دارند اما قابلیت اجرایی روش‌های تدریس پیشنهادی در کلاس درس به‌طور معناداری کمتر از حد ملاک است.

در مصاحبه‌های انجام شده نیز، در مورد روند اجرای «آموزش فعال و کار گروهی» در کلاس‌های درس ریاضی، از معلمان سؤال شد. در این زمینه، یکی از معلمان گفت «دانش‌آموزان اصلاً عادت ندارند که معلم درس ندهد!» همچنین، معلم دیگری صراحتاً اعلام کرد: «من روش فعال را به کار نمی‌برم. به روش سخنرانی درس می‌دهم و با تعداد زیاد مثال، نکات درس را توضیح می‌دهم». البته همه معلمان مصاحبه شده، «مفید بودن روش‌های فعال» را تأیید می‌کردند، ولی اجرای آن را با توجه شرایط موجود، از جمله «پر جمعیت بودن کلاس‌ها» و «کم بودن وقت ریاضی در مقایسه با حجم مطالب»، «سخت» یا «غیرممکن» می‌دیدند.

این معلمان، ضمن تأیید «سودمندی کار گروهی دانش‌آموزان در یادگیری بسیاری از مباحث ریاضی»، «شرایط فیزیکی و فرهنگی حاکم بر عموم کلاس‌های درس ریاضی» را «مانعی برای اجرای صحیح آن» عنوان کردند؛ از جمله «ایجاد بی‌انضباطی در مدارس پسرانه» که اغلب، «مانع از اجرای کار گروهی در این مدارس می‌شود». به گفته یکی از معلمان، «کارگروهی خیلی خوب است، ولی در کلاس‌های شلوغ خصوصاً در مناطق مرزی، بسیار مشکل است و کلاس به هرج و مرج کشیده می‌شود. ولی از امسال که به دلیل نداشتن کلاس اول راهنمایی فضای بیشتری داریم شاید بتوانیم کلاسی را به صورت کارگاه یا اتاق فکر به این گونه فعالیت‌ها اختصاص دهیم».

در مجموع، معلمان «روش‌های فعال» و «کارگروهی» را «در شرایط ایده‌آل محیط‌های آموزشی»، «مفید» می‌دانستند، ولی «اجرای درست آن را در شرایط موجود»، «ناممکن» ارزیابی کردند.

جدول ۱۴. یافته‌های مربوط به سؤال ۴

شرح	نظر					مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
	خیلی کم	کم	نظری ندارم	زیاد	خیلی زیاد		
تناسب امکانات و منابع آموزشی پیشنهادی برنامه با محتوای کتاب ریاضی	۸ (/۸/۲)	۵۶ (/۵۷/۷)	۵ (/۵/۲)	۲۷ (/۲۷/۸)	۱ (/۱)	۸/۹۶	$p < 0.05$

جدول (۱۴) نشان می‌دهد که تناسب امکانات و منابع آموزشی پیشنهاد شده در برنامه درسی با محتوای کتاب ریاضی به طور معناداری کمتر از حد ملاک است. در مصاحبه‌های انجام شده نیز، معلمان «کمبود امکانات آموزشی» را «مانعی بر سر راه آموزش با کیفیت در این دوره» می‌دانستند. به گفته ایشان، «بر خلاف مدارس ابتدایی که کیت‌های مفید و متعدد زیادی در اختیار دارند، در مدارس راهنمایی حتی پرگار و نقاله

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

هم به اندازه کافی وجود ندارد». یکی از معلمان عقیده داشت که «اگر امکانات موجود در مدارس خاص - یعنی ابزار دست‌ورزی و امکانات مدارس هوشمند- در همه مدارس وجود داشت، خیلی مؤثر بود. وی می‌گفت: ما در مدارس خاص وقت اضافه می‌آوریم، ولی در مدارس معمولی همیشه وقت کم می‌آوریم.»

جدول ۱۵. نظر معلمان درباره روش‌های ارزشیابی

شرح	نظر					درجه آزادی	مقدار t محاسبه شده	سطح معناداری
	خیلی کم	کم	نظری ندارم	زیاد	خیلی زیاد			
تناسب روش‌های ارزشیابی پیشنهادی برنامه برای قضاوت در مورد تحقق هدف‌های آموزشی	۵ (/۵/۲)	۴۹ (/۵۰/۵)	۹ (/۹/۳)	۳۱ (/۳۲)	۳ (/۳/۱)	۹۶	۷/۲	$p < ۰/۰۵$
قابلیت اجرای روش‌ها و ابزارهای ارزشیابی پیشنهادی برنامه در کلاس	۶ (/۶/۲)	۵۵ (/۵۶/۷)	۶ (/۶/۲)	۲۹ (/۲۹/۹)	۱ (/۱)	۹۶	۸/۳۳	$p < ۰/۰۵$
تناسب بین روش‌های ارزشیابی و روش‌های تدریس پیشنهادی برنامه	۵ (/۵/۲)	۴۴ (/۴۵/۴)	۶ (/۶/۲)	۴۰ (/۴۱/۲)	۲ (/۲/۱)	۹۶	۵/۳۱	$p < ۰/۰۵$
کارایی اطلاعات به دست آمده از ابزار ارزشیابی پیشنهادی در اصلاح فرایند تدریس	۲ (/۲/۱)	۲۹ (/۲۹/۹)	۸ (/۸/۲)	۵۰ (/۵۱/۵)	۸ (/۸/۲)	۹۶	۲/۰۷	$p < ۰/۰۵$
کارایی اطلاعات به دست آمده از ابزار ارزشیابی پیشنهادی در اصلاح آموخته‌های دانش‌آموزان	۱ (/۱)	۱۸ (/۱۸/۶)	۷ (/۷/۲)	۵۷ (/۵۸/۸)	۱۴ (/۱۴/۴)	۹۶	۰/۷۱	$p > ۰/۰۵$

طبق آنچه در جدول (۱۵) عرضه شده، از نظر معلمان مورد مطالعه، قابلیت اجرای روش‌های تدریس پیشنهادی برنامه در کلاس درس، به دلیل نامتناسب بودن روش‌های ارزشیابی با آن‌ها، پایین است، و نمی‌توان از آن‌ها برای قضاوت در مورد تحقق هدف‌های آموزشی استفاده کرد. در نتیجه،

از اطلاعات به دست آمده نیز نمی توان به طور معناداری برای اصلاح فرایند یاددهی - یادگیری در کلاس درس استفاده کرد. یافته های بالا مؤید این است که از نظر معلمان، به دلیل توجه کافی نداشتن به علایق، نیازها، و ویژگی های مخاطب برنامه، شرایط، زمان، امکانات و منابع آموزشی نامتناسب با محتوا، و قابلیت اجرایی پایین روش های تدریس و شیوه ها و ابزارهای ارزشیابی پیشنهادی، هدف های آموزشی برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی قابلیت تحقق ندارند.

علاوه بر این ها، برای تکمیل این مبحث، در جلسات هم اندیشی با سرگروه های ریاضی استان ها، بحث گسترده ای در زمینه ارزشیابی انجام شد. به گفته سرگروه ها، «از زمانی که به طور غیررسمی و بدون ابلاغ مکتوب، قبولی ۱۰٪ دانش آموزان دوره راهنمایی جزو انتظارات مدارس از معلمان قرار گرفت، دیگر دانش آموزان ارزشیابی ها را جدی نمی گیرند». در واقع، «انتظارات مدارس از معلمان» که چیزی کمتر از «قبولی ۱۰٪ دانش آموزان دوره راهنمایی»، آن هم «به طور غیررسمی و بدون ابلاغ مکتوب» است، معلمان این دوره را خسته، سردرگم و متشنج کرده است، زیرا «انتظارات» بیان شده، در تقابل با «انتظارات» معلمان در رابطه با یادگیری دانش آموزان است. ایشان برای توضیح بیشتر سردرگمی خویش، اضافه کردند که «براساس برنامه، ارزشیابی در قالب ارزشیابی مستمر و ارزشیابی پایانی انجام می شود». همچنین، «در کتاب راهنمای معلم قید شده است که ارزشیابی مستمر به منظور در نظر گرفتن تمام توانایی ها، فعالیت ها، دریافت های دانش آموزان در طول یک سال تحصیلی است که باید به صورت رسمی یا غیررسمی توسط معلم انجام شود». به این ترتیب، استنباط آن ها از این راهنما این بود که «ارزشیابی جزئی از فرایند آموزش تلقی شده و ملاک قضاوت در مورد توانایی ریاضی دانش آموز تنها ارزشیابی پایانی نخواهد بود». همچنان که «در فرایند ارزشیابی مستمر، انتظار می رود که بازخوردهای مناسب به دانش آموز داده می شود تا بتواند در مسیر رشد و پیشرفت قرار گیرد». اما اعتراض معلمان به این بود که «در واقعیت کلاس های درس، از معلمان خواسته می شود نمره ارزشیابی مستمر به گونه ای تعیین شود که ضامن قبولی دانش آموز باشد» که «این خط مشی، با اصلی ارزشیابی مستمر فاصله زیادی دارد!» این در حالی است که به گفته سرگروه های ریاضی استان ها، «نی که از این رویه پیروی نکنند، امتیازات لازم را برای ارتقای شغلی کسب نخواهند کرد» در شرایط نامناسب شغلی باید به کار خود ادامه دهند.

■ بحث و نتیجه گیری ■

آموزش مدرسه ای و به خصوص آموزش ریاضی، به عنوان یک فرایند هدفمند و پویا، نیازمند نقشه جامعی برای عمل است که عموماً به عنوان راهنمای برنامه درسی معرفی می شود و مورد استفاده قرار می گیرد. پویایی یک برنامه درسی، نیازمند نظارت دقیق و بازنگری مستمر است. با توجه به این که کتاب های درسی منبع اصلی ارائه برنامه های

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

آموزشی در سطح کلان کشور است، پس ضروری است که جهت بازسازی و تکمیل آن، به‌طور پیوسته کوشش شود. این امر مستلزم ارزشیابی مناسب از برنامه‌های درسی است. در این راستا، پژوهش حاضر با طرح این سؤال که معلمان مجری برنامه درسی ریاضی، نسبت به محتوای برنامه درسی قصدشده ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی چه نظری دارند، تهیه و تدوین شده است.

براساس یافته‌های ارائه‌شده در جدول‌های ۱۱ تا ۱۵ و نتایج حاصل‌شده از تجزیه و تحلیل جلسات هم‌اندیشی با سرگروه‌ها و مصاحبه‌های انجام‌شده، نظرات معلمان در مورد محتوای برنامه درسی قصدشده ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، شناسایی شد. براساس بررسی‌های انجام‌شده، به جرئت می‌توان گفت که یکی از عمده‌ترین دلایل ضعف شرایط موجود، نبود یک سند برنامه درسی است که به روشنی و واقع‌بینانه، نقشه جامعی از آموزش ریاضی در آن طراحی شده، و تکلیف تک تک مؤلفه‌های برنامه به‌طور عملی، در آن مشخص شده باشد. طبیعی است که در غیاب چنین برنامه‌ای، شاهد نتایج مطلوب نباشیم. در واقع، عدم همسویی رویکرد و اهداف برنامه موجود با واقعیت محیط‌های آموزشی شامل تخصص، فرهنگ و باور آموزشی معلمان، نیاز دانش‌آموزان، محتوای کتاب‌های درسی ریاضی، روش‌های ارزشیابی، فضای کلاس درس و زمان آموزش، باعث شده است که شاهد شکافی عمیق بین سطوح مختلف برنامه ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی باشیم.

نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر نشان می‌دهد که معلمان ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، به موضوعات ریاضی مطرح در این دوره تسلط کافی دارند، اما به لحاظ روش‌های نوین تدریس، تحت آموزش‌های لازم قرار نگرفته‌اند. در پژوهش انجام شده مشاهده شد که معلمان ریاضی دوره راهنمایی، اگر چه در لفظ موافق روش‌های آموزشی فعال هستند، ولی عملاً مجری چنین روش‌هایی در کلاس‌های درس خود نیستند. به نظر می‌رسد عمده‌ترین دلیل این ضعف در عملکرد معلمان، عدم باور قلبی آن‌ها به کارآمدی این روش‌ها باشد. در واقع، اکثر قریب به اتفاق این معلمان در زمان تحصیل خود، در معرض چنین آموزشی قرار نگرفته‌اند. در نتیجه، روش‌های فعال، اصولاً بخشی از فرهنگ کلاس درس آنان به حساب نمی‌آید. لذا، همگام با توصیه‌های مطرح در برنامه قصدشده جهت ارائه روش‌های نوین تدریس و ارزشیابی، طراحی دقیق دوره‌های آموزشی ضمن خدمت معلمان برای آشنایی کامل ایشان با این روش‌ها به‌صورت عملی، ضروری است. علاوه بر این، شاید یکی دیگر از دلایل ناباوری معلمان به استفاده از روش‌های فعال در کلاس درس، عدم سازگاری ماهوی برنامه

درسی موجود با این روش‌هاست که بررسی این حدس، نیازمند مطالعه دیگری است. نتایج به دست آمده از نظرسنجی‌های انجام شده مؤید آن است که محتوای کتاب‌های درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، از صحت علمی برخوردار است و در ارائه مطالب این کتاب‌ها، ارتباطات عمودی رعایت شده است. اما محتوا و نحوه ارائه بعضی از مباحث، با نیازها، علایق و پیش زمینه فکری دانش‌آموزان در این دوره تحصیلی، هماهنگی ندارد. به عنوان نمونه، مباحث هندسه با رویکرد استدلالی و استنتاجی برای دانش‌آموزان در این دوره تحصیلی، «سخت» ارزیابی شد. بخش «حل مسئله» نگاهی سطحی به فرایند حل مسئله دارد و به شکل فعلی نمی‌تواند زمینه‌ساز رشد فکری و ارتقای مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان باشد. همچنین، «فعالیت‌های عرضه شده در کتاب‌های درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی، عموماً ویژگی زمینه‌سازی برای کشف مفاهیم توسط خود یادگیرنده را ندارند. در واقع، ارتقای روحیه جست‌وجوگری و حل مسئله، روح حاکم بر برنامه درسی قصد شده نیست و در نتیجه، محتوای تهیه شده براساس آن نیز، قابلیت رشد این توانایی‌ها را ندارد.

از این‌ها گذشته، همخوانی زمان پیش‌بینی شده برای اجرای یک برنامه درسی با محتوای آن، یکی از عمده‌ترین عوامل موفقیت اجرای برنامه به حساب می‌آید. در حالی که نظرسنجی‌های انجام شده نشان می‌دهد که انتظارات برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی با زمان پیش‌بینی شده برای اجرای آن در جدول زمان‌بندی دروس در پایه‌های مختلف، متناسب نیست و تعدیل برنامه درسی قصد شده با زمان اجرای آن، ضرورت دارد.

افزون بر این‌ها، لازم است توجه شود که اجرای روش‌های نوین تدریس در فضایی با قالب چینش سنتی کلاس‌های درس، نمی‌تواند موفقیت‌آمیز باشد. در برنامه درسی قصد شده، ضمن توصیف محتوا و روش‌های آموزش، لازم است فضای مناسب و امکانات مورد نیاز برای اجرای موفقیت‌آمیز آن‌ها نیز توصیف شود تا دست‌اندرکاران، بتوانند در جهت فراهم نمودن این نیازمندی‌ها، اقدامات لازم را انجام دهند.

بالأخره، در بررسی‌های انجام شده ملاحظه شد که روش‌های ارزشیابی فعلی، کارایی لازم را ندارند. با توجه به یافته‌ها، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که نمرات ارزشیابی مستمر، بیشتر به منظور جبران نمرات کم دانش‌آموزان در ارزشیابی پایانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، نمرات ارزشیابی مستمر نقش تبصره صفر را در ارتقای دانش‌آموزان دارد. بدین دلیل، تجدید نظر در روش‌های ارزشیابی مستمر و ارائه راهکارهای عملی جهت اجرای کارآمد آن‌ها در قالب یک ابزار آموزشی، توصیه

می‌شود.

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که حتی اگر این برنامه در عالم نظر، برنامه خوب و منسجمی باشد، ولی در اجرا با واقعیت‌های محیط‌های آموزشی حاضر، باورهای فکری و فرهنگی معلمان و دانش‌آموزان و امکانات در دسترس، همخوانی لازم را ندارد. یکی از دلایل این ناهماهنگی‌ها می‌تواند قدمت برنامه و به روز نشدن آن، همگام با تغییرات اجتماعی و ویژگی‌های جمعیتی دانش‌آموزان و معلمان باشد. به عنوان نمونه، یکی از عواملی که معلمان صراحتاً به آن اشاره نکردند ولی به طور ضمنی از ابراز نظراتشان دریافت شد، عدم باور قلبی معلمان به کارآمدی روش‌های فعال پیشنهادی، در شرایط رقابتی حاکم بر نظام آموزشی ایران است.

■ پیشنهادات ■

در پایان، با توجه به یافته‌های ارزشیابی انجام‌شده، موارد زیر به عنوان پیشنهادهایی به دست‌اندرکاران برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی ارائه می‌شود:

- نظارت کارشناسانه بر دوره‌های آموزشی ضمن خدمت؛
- آموزش دانشجو- معلمان با استفاده از روش‌های فعال؛ به نوعی که این روش‌ها به فرهنگ آموزشی کلاس درس آن‌ها تبدیل شود؛
- برگزاری دوره‌های آموزشی معلمان در قالب جلسات هم‌اندیشی و تبادل تجارب تدریس و اطلاعات بین معلمان؛
- تربیت مدرسان خبره جهت تبیین برنامه درسی قصدشده برای معلمان؛
- ملموس نمودن مباحث ریاضی برای دانش‌آموزان از طریق ایجاد ارتباط بین مباحث و موضوعات ریاضی با تجارب واقعی زندگی آن‌ها؛
- آغاز فعالیت‌های گروهی از پایه اول ابتدایی؛
- زمینه‌سازی جهت رشد توانایی استدلال کردن دانش‌آموزان از دوره ابتدایی و فراهم نمودن فعالیت‌های آموزشی مناسب برای توسعه این توانایی در دوره راهنمایی؛
- توجه به توانایی‌های خواندن، نوشتن و درک مطلب دانش‌آموزان هنگام کار با کتاب‌های ریاضی به‌ویژه برای دانش‌آموزان غیر فارسی زبان؛
- مطرح شدن موضوع ترتیب عملیات در پایه اول راهنمایی (پایه ششم)؛
- فراهم نمودن آموزش‌های لازم جهت استفاده مناسب از ماشین حساب در محاسبات و حل مسئله؛

- تجدیدنظر در محتوا و رویکرد آموزشی مباحث هندسه در کتاب‌های ریاضی دوره راهنمایی؛
- حذف جذر در پایه دوم و بسنده کردن به طرح جذر در پایه سوم؛
- حذف روش قرینه‌یابی در محاسبات اعداد صحیح؛
- حذف بخش حل مسئله در قالب فعلی و طراحی محتوای برنامه بر پایه آموزش از طریق حل مسئله؛
- آموزش حل مسئله به معلمان ریاضی به منظور ایجاد توانایی تدریس حل مسئله به دانش‌آموزان در آن‌ها؛
- زمینه‌سازی جهت رشد روحیه پرسشگری و مهارت‌های حل مسئله از دوره آموزش ابتدایی؛
- تجدیدنظر در شیوه‌های مرسوم ارزشیابی و ارائه راهکارهای عملی جهت استفاده از ارزشیابی به عنوان یک ابزار آموزشی؛
- تأمین ابزار و امکانات مورد نیاز برای آموزش کارآمد هر مبحث در قالب بسته‌های آموزشی؛
- ایجاد تناسب بین حجم و محتوای برنامه ریاضی با زمان اختصاص داده شده به آموزش آن در جدول زمان‌بندی درس‌های مختلف هر پایه.

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

منابع

- ابوالمعالی، خدیجه. (۱۳۹۱). پژوهش کیفی از نظریه تا عمل. تهران: نشر علم.
- خوب‌نژاد، قدرت‌الله. (۱۳۸۹). بررسی عوامل مؤثر در اضطراب ریاضی و رابطه آن با عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پسر سال اول متوسطه دبیرستان‌های دولتی شهر یاسوج در سال تحصیلی ۸۹-۸۸ (پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد تحقیقات آموزشی). دانشگاه تهران.
- داودی، خسرو؛ پندی، زهره؛ دلشاد، کبری و وزیري هامانه، سید حامد. (۱۳۸۴). کتاب معلم ریاضی سال دوم دوره راهنمایی تحصیلی (چاپ دوم). اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.
- داودی، خسرو؛ پندی، زهره؛ دلشاد، کبری و وزیري هامانه، سید حامد. (۱۳۸۹). کتاب معلم ریاضی سال اول دوره راهنمایی تحصیلی (چاپ سوم). اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.
- داودی، خسرو؛ پندی، زهره؛ دلشاد، کبری و وزیري هامانه، سید حامد. (۱۳۸۹). کتاب معلم ریاضی سال سوم دوره راهنمایی تحصیلی (چاپ دوم). اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.
- رئیس دانا، فرخ‌لقا. (۱۳۷۴). تحقیق و بررسی محتوای برنامه‌درسی «ریاضی» دوره راهنمایی تحصیلی. فصلنامه تعلیم‌وتربیت، ۴۱-۴۲، ۸۶-۱۰۷.
- غلام‌آزاد، سهیلا. (۱۳۹۱). ارزشیابی پایانی از برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- غلام‌آزاد، سهیلا. (۱۳۸۶). موضوعات مطالعاتی در آموزش ریاضی ایران. مجله رشد آموزش ریاضی، ۸۹، ۲۸-۳۳.
- فرزانه، مسعود، باهمت‌شیروانه‌ده؛ صفر، دیبایی؛ محمد تقی و فرهودی‌مقدم، پرویز. (۱۳۹۰). ریاضی سال اول دوره راهنمایی تحصیلی. اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.
- فرزانه، مسعود، باهمت‌شیروانه‌ده؛ صفر، دیبایی؛ محمد تقی و فرهودی‌مقدم، پرویز. (۱۳۹۰). ریاضی سال دوم دوره راهنمایی تحصیلی. اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.
- فرزانه، مسعود، باهمت‌شیروانه‌ده؛ صفر، دیبایی؛ محمد تقی و فرهودی‌مقدم، پرویز. (۱۳۹۰). ریاضی سال سوم دوره راهنمایی تحصیلی. اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.
- کاشانی، اشرف و نوربخش، زهره. (۱۳۸۷). بررسی علل افت تحصیلی در درس ریاضی راهنمایی. مجله رشد آموزش ریاضی، ۲۵ (۳)، ۵۴-۵۶.
- کاظم نادی، صفورا. (۱۳۸۹). ارزیابی دانش‌پداگژی محتوایی معلمان ریاضی دوره راهنمایی شهرستان خمینی شهر برای تدریس کسر متعارفی (پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد آموزش ریاضی) دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- کریمی، عبدالعظیم؛ بخشعلی‌زاده، شهرناز و کبیری مسعود. (۱۳۹۱). نتایج تیمز و پرلز ۲۰۱۱ و مقایسه آن با روند عملکرد دانش‌آموزان ایران در دوره‌های قبل. بازایی‌شده از سایت <http://www.rie.ir>
- کلدوی، علی. (۱۳۸۳). ارزیابی محتوای کتاب ریاضی دوم راهنمایی از دیدگاه دبیران ریاضی شهر زاهدان براساس نتایج مطالعه تیمز. فصلنامه تعلیم‌وتربیت، ۲۰ (۸۰)، ۹۹-۶۹.
- کیامش، علیرضا. (۷۷ و ۱۳۷۶). برنامه قصدشده برای درس ریاضی دوره ابتدایی در ایران و چند کشور جهان. پژوهش در مسائل تعلیم‌وتربیت، ۷ (۸)، ۶۲-۴۰.
- کیامش، علیرضا و خیریه، مریم. (۱۳۷۹). سنجش صلاحیت‌های پایه: ارزشیابی درون‌داده‌ها و برون‌دادهای آموزشی در ایران (پایه پنجم ابتدایی). پژوهشکده تعلیم‌وتربیت. وزارت آموزش‌وپرورش.
- گویا، زهرا. (۱۳۷۸). سیر تحول و شکل‌گیری برنامه درسی آموزش متوسطه در ایران. فصلنامه تعلیم‌وتربیت، ۵۷ (۵۷)، ۹۶-۵۹.
- گویا، زهرا. (۱۳۸۱). ضرورت انجام مطالعه تطبیقی آموزش ریاضی در ایران با سایر کشورها: مقاله ارائه شده به پنجمین کنفرانس آموزش ریاضی ایران. مجله رشد آموزش ریاضی، ۶۷ (۶۷)، ۴-۱۱.

- لوی، الف. (۱۳۶۷). مبانی برنامه‌ریزی آموزشی - برنامه‌ریزی درسی مدارس. (ترجمه فریده مشایخ). تهران: انتشارات مدرسه. (اثر اصلی در سال ۱۹۷۷ منتشر شده است)
- محمد اسماعیل، الهه. (۱۳۸۴). گزارش نتایج ملی درون دادها و برون دادهای آموزش ریاضی در تیمز ۲۰۰۳. مرکز ملی مطالعات تیمز و پرلز پژوهشگاه.
- محمدی، ژاله. و گویا، زهرا. (۱۳۸۸). بررسی دانش ریاضی معلمان راهنمایی. مجله رشد آموزش ریاضی، ۲۶(۴)، ۲۰-۲۱.
- معینی، تریفه. (۱۳۸۷). بررسی تأثیر تغییرات کتاب‌های درسی ریاضی و روش تدریس معلمان از لحاظ مفهومی و رویه‌ای بر عملکرد دانش‌آموزان پایه سوم راهنمایی براساس آزمون تیمز ۲۰۰۳ (پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد آموزش ریاضی). دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- Cockroft, W. H. (1982). *Mathematics Counts, Report of committee of inquiry into the teaching of mathematics in school*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Hill, H. C.; Ball, D. L.; & Schilling, S. G. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic Specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39, 372-400.
- Jaworski, B.; & Goodchild, S. (2006). Inquiry Community in an Activity Theory Frame. In J. Novotna; H. Moraova; M. Kratka; & N. Stelikova (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 353-360. Prauge, Czech Republic: PME.
- Krainer, K.; & Wood, T. (2008). Participants in Mathematics Teacher Education: Individuals, Teams, Communities and Networks. In T. Wood, B. Jaworski; K. Kreiner; D. Tirosh; & P. Sullivan. (Eds.), *The International handbook of Mathematics Teacher Education* (Vol. 3, pp. 231-254). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Mathematical Science Education Board (1989). *Everybody Counts*. Washington D. C. Author.
- National Research Council (1990). *Reshaping School Mathematics: A Philosophy and Framework for Curriculum*. Washington: National Academy Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2009). *Focus in High School Mathematics: Reasoning and Sense Making*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Scholman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-22.
- White, A. L.; Jaworski, B.; Agudelo, C.; & Gooya, Z. (2013). Teachers Learning from Teachers. In M. A. (Ken) Clements, A. J. Bishop; C. Keitel; J. Kilpatrick; & F. K. S. Leung (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education*, (pp.393-430). Springer.

ارزشیابی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی براساس نظر معلمان

پی‌نوشت‌ها

[۱]. این مقاله براساس نتایج طرح پژوهشی "ارزشیابی پایانی از برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی تحصیلی" که به سفارش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، تحت نظارت سرکار خانم دکتر زهرا گویا انجام شده بود، تهیه شده است.

1. White
2. Jaworski
3. Valderrama
4. Hill
5. Ball
6. Schilling
7. Krainer
8. Wood
9. Goodchild
10. Shulman
11. Demanding

۱۲. بخش اول کتاب‌های راهنمای معلم با عنوان "نکاتی درباره آموزش ریاضی در دوره آموزش عمومی" مشترک است و به صورت یکسان در ابتدای هر سه کتاب آمده است.

13. Factual Knowledge
14. Cockroft
15. Everybody Counts
16. Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics:2000

۱۷. در بعضی از مدارس یک معلم مسئولیت تدریس ریاضی را در چند پایه دوره راهنمایی تحصیلی بر عهده داشت.
 ۱۸. دلیل استفاده از کتاب راهنمای معلم برای این منظور فقدان سند راهنمای برنامه درسی ریاضی برای این دوره آموزشی است.
 ۱۹. در این مطالعه نظرات زیاد و خیلی زیاد به عنوان حالت مطلوب در نظر گرفته شده است.
 ۲۰. در هر یک از سه کتاب راهنمای تدریس معلم، در ابتدای هر فصل مفاهیم ریاضی مورد بحث در قالب یک نظام (شبکه) مفهومی ارائه شده است.

شطرنج ابزاری برای ارتقای توانایی حل مسئله ریاضی

■ محمدعلی رضوانی*
■ محمدرضا فدایی**
■ زهرا گويا***

چکیده:

در این مقاله، ابتدا پیشینه پژوهشی در زمینه حل مسئله ریاضی مرور می‌شود. سپس به پژوهش‌های انجام‌شده برای مقایسه شطرنج بازان «خبیره» و «تازه‌کار» و وجه تمایز آن‌ها پرداخته می‌شود. بعد، نقش شطرنج در ارتقای تفکر و استدلال منطقی و سپس، تأثیر آن بر افزایش توانایی‌های حل مسئله ریاضی، مورد بحث قرار می‌گیرد. آن‌گاه، پژوهش انجام‌شده که هدف اصلی آن، بررسی نقش آموزش شطرنج بر توسعه توانایی‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی بود، معرفی می‌شود. این مطالعه از نوع تجربی بود و به صورت یک گروهی پیش‌آزمون - پس‌آزمون طراحی شد. در این مطالعه، ۲۵ نفر به طور تصادفی خوشه‌ای، از بین دانش‌آموزان پایه پنجم یکی از استان‌های جنوب شرقی ایران، برای شرکت در این پژوهش انتخاب شدند. داده‌ها از طریق برگزاری پیش‌آزمون و پس‌آزمون جمع‌آوری شد و آزمون‌ها بر اساس محتوای کتاب درسی پایه پنجم ابتدایی و استراتژی‌های مورد استفاده در حل مسئله ریاضی توسط گروه معلمان پایه پنجم مدرسه انتخاب‌شده، تهیه شد. برای مشخص کردن پایایی ابزار، از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد و برای تعیین روایی ابزار، میانگین نظر صاحب‌نظران، ملاک قرار گرفت. در این پژوهش، ۵۲ جلسه آموزش شطرنج به عنوان مداخله آموزشی ارائه شد و در پایان دوره، پس‌آزمون برگزار شد. این مطالعه نشان داد که نقش آموزش شطرنج، بر توسعه توانایی‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی، مثبت و معنا دار است. بدین سبب، پیشنهاد می‌شود که از ظرفیت‌های مختلف برنامه درسی رسمی و مدرسه‌ای از جمله فعالیت‌های فوق برنامه، برای استفاده از شطرنج، به عنوان ابزاری برای ارتقای توانایی‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان دوره ابتدایی، بهره‌گیری شود.

حل مسئله ریاضی، استراتژی حل مسئله و شطرنج، دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی، توانایی حل مسئله.

کلید واژه‌ها:

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۷/۳۰ □ تاریخ شروع بررسی: ۹۲/۱۰/۲۱ □ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۲/۱۶

* مربی دانشگاه شهید باهنر کرمان و دانشجوی دکتری ریاضی با گرایش آموزش ریاضی rezvani@uk.ac.ir
** دانشیار دانشگاه شهید باهنر کرمان و استاد راهنما. fadaee_mr@yahoo.com
*** استاد دانشگاه شهید بهشتی و استاد مشاور. zahra_gooya@yahoo.com

مقدمه

در سه دهه گذشته، حل مسئله ریاضی به عنوان یکی از مهم‌ترین هدف‌های آموزش ریاضی مدرسه‌ای، مورد توجه برنامه‌ریزان درسی ریاضی قرار گرفته است (گویا، ۱۹۹۲؛ سیلور، ۱۹۸۷؛ شرودر و لستر، ۱۹۸۹). از این گذشته، استفاده از شطرنج^۴ در آموزش عمومی، به مثابه یک ورزش فکری که باعث تقویت تفکر می‌شود، سابقه‌ای طولانی دارد و هنوز در بعضی کشورها هم یکی از مهم‌ترین کاربردهای شطرنج، کمک به ارتقای توانمندی‌های کودکان در دوره ابتدایی به حساب می‌آید. به عنوان نمونه، ایزابلا^۵ (۲۰۰۶) توضیح می‌دهد که در برنامه درسی ریاضی در استان نیوبرانزویک^۶ در کشور کانادا، یک متن درسی با عنوان «ریاضیات مبارز طلب»^۷ هست که در آن، از شطرنج برای آموزش منطق ریاضی به زبان غیررسمی، برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم تا هفتم ابتدایی استفاده می‌شود.

در واقع، یکی از سؤالی که در مورد کاربرد شطرنج در آموزش عمومی بارها مطرح شده، این است که آیا بازی شطرنج، با توجه به ماهیتی که دارد، بر افزایش «توانایی حل مسئله ریاضی» به معنایی که در ادبیات این حوزه آمده- و بین آن با «تمرین»، به صراحت تمایز ایجاد شده است (شونفیلد^۸، ۱۹۸۵)-، در یادگیرندگان مؤثر است؟ طرح این موضوع در ایران، به خصوص از این جهت اهمیت ویژه دارد که در تغییرات جدید برنامه درسی ریاضی پایه‌های مختلف، آموزش «حل مسئله» به عنوان فصلی جدا در کتاب‌های درسی ریاضی، مورد تأکید قرار گرفته است (داودی، رستگار، شاهورانی و عالمیان، ۱۳۹۲). علاوه بر این، امکان آموزش شطرنج در قالب «فوق برنامه»^۹ در «خانه‌های ریاضیات» که بیش از یک دهه از زمان تأسیس آن‌ها در ایران می‌گذرد، ضرورت انجام پژوهش در حوزه حل مسئله ریاضی و شطرنج را بیش از پیش، برجسته می‌کند. این در حالی است که به گفته تامپسون^{۱۰} (۲۰۰۳)، نظام‌های آموزشی کشورهای مختلف، از قابلیت‌های بالقوه شطرنج برای بهبود جریان یاددهی- یادگیری ریاضی به شکل‌های گوناگون استفاده می‌کنند. به این دلیل، انجام پژوهش‌هایی جهت دستیابی به مستندات بیشتری برای چگونگی استفاده از شطرنج در آموزش حل مسئله ریاضی در سطح بومی، ضروری است.

پیشینه پژوهش

ادبیات پژوهشی آموزش ریاضی در دهه‌های هشتاد و نود میلادی، تأکید زیادی بر اهمیت و نقش حل مسئله ریاضی در آموزش مدرسه‌ای داشت که پرداختن به آن‌ها، هدف این مقاله نیست^{۱۱}، اما بررسی نقش شطرنج به عنوان ابزاری برای ارتقای توانایی‌های حل مسئله دانش‌آموزان، حوزه‌ای است که به استناد یافته‌های موجود پژوهشی، هنوز در حال شکل‌گیری است و پژوهش‌های اندکی در این زمینه، انجام شده است. تمرکز چند پژوهش انجام شده نیز، عمدتاً در رابطه با شناسایی و مقایسه عملکرد شطرنج‌بازان خبره و تازه‌کار است. برای مثال، شونفیلد (۱۹۸۵) مشاهده نمود که افرادی که

در شطرنج استعداد دارند، می‌توانند در ذهنشان، موقعیت کنونی بازی و امکانات بالقوه خود و حریف را، تجزیه و تحلیل کنند و این توانایی، آن‌ها را قادر به انجام بررسی بازی به صورت ذهنی می‌کند. وی به نقل از دی‌گروت^{۱۲} (۱۹۶۶-۱۹۶۵) بیان نمود که افراد خبره^{۱۳} در مقایسه با افراد مبتدی^{۱۴} یا تازه کار در شطرنج، بهتر می‌توانند وضعیت حرکت‌ها را دوباره سازی کنند و وضعیت غیراستاندارد مهره‌ها را تشخیص دهند. سایمون (۱۹۷۹)، به نقل از شونفیلد، (۱۹۸۵)، توضیح می‌دهد که یکی از دلایل این امر آن است که خبرگان، می‌توانند تعداد حرکت‌های بیشتری را نسبت به مبتدیان، به خاطر سپرده و سازمان‌دهی کنند، زیرا قادرند هر حرکت را به عنوان یک موقعیت کامل دیداری و شنیداری و به صورت یک قطعه^{۱۵}، در ذهن خود نگاه دارند و در نتیجه، به گنجینه بزرگی از وضعیت‌های مختلف شطرنج در ذهن، دسترسی داشته باشد. شونفیلد در ادامه، بیان می‌کند که یک شطرنج‌باز خبره، تنها برای یک بازی ساده، حدود ۵۰۰۰۰ از این قطعه‌ها را در حافظه خود ذخیره کرده است که بزرگی یک گنجینه با ۵۰۰۰۰ موجودی، به اندازه گنجینه لغات یک شخص به اصطلاح «باسواد» است. در حقیقت، تأکید شونفیلد (۱۹۸۵) بر این است که یک شطرنج‌باز خبره، وقتی یک قطعه روی صفحه شطرنج می‌بیند، برایش فقط به عنوان یک واحد منفرد معنا ندارد، بلکه حداقل آن قطعه را با قطعه‌ای که می‌تواند به آن، یک جواب مناسب دهد، پیوند می‌دهد. از این گذشته، چارنس، رینگولد، پمپلان و استامپ^{۱۶} (۲۰۰۱) دریافتند که شطرنج‌بازان خبره در مقایسه با شطرنج‌بازان تازه کار، امکان‌های بیشتری را برای انتخاب هر حرکت بررسی نموده و بسته به نوع اطلاعات کدگذاری شده و میزان و تشخیص زمان استفاده از آن‌ها، سریع‌تر و دقیق‌تر، این کار را می‌کنند.

علاوه بر مقایسه شطرنج‌بازان خبره و تازه کار، بررسی رابطه بین شطرنج و حل مسئله ریاضی نیز در پژوهش‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. به طور مثال، فریرا و پالاس^{۱۷} (۲۰۰۸) معتقدند که بین توانایی در بازی شطرنج و حل مسئله، رابطه وجود دارد و آموزش شطرنج، دانش‌آموزان را در تشخیص الگوها^{۱۸}، کمک می‌کند. پژوهش آن‌ها روشن نموده که دانش‌آموزانی که شطرنج بازی می‌کنند، نسبت به آن‌هایی که شطرنج بازی نمی‌کنند، در تشخیص الگوهای عددی، عملکرد بهتری دارند. این در حالی است که مطالعه آن‌ها نشان داده است که در رابطه با الگوهای هندسی، تفاوت معناداری بین این دو گروه، وجود ندارد.

همچنین، یکی از تأثیرات مهم آموزش شطرنج، توسعه توانایی‌های فراشناختی^{۱۹} و افزایش قدرت حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان در سطوح مختلف تحصیلی است. کاظمی، یکتایار و محمدی (۲۰۱۲) در پژوهش خود، جهت ارزیابی تأثیر یادگیری بازی شطرنج بر توسعه توانایی‌های فراشناختی و قابلیت‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان دوره‌های مختلف تحصیلی، دریافتند که دانش‌آموزانی که در پژوهش آنان مورد آموزش شطرنج قرار گرفتند، نسبت به کسانی که چنین آموزشی ندیدند، توانایی‌های فراشناختی بیشتری از خود نشان دادند و قابلیت‌های حل مسئله ریاضی آن‌ها نیز افزایش یافت. همچنین، آن‌ها در

پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که می‌توان از شطرنج، به عنوان یک ابزار آموزشی مؤثر برای توسعه «مهارت‌های مرتبه بالاتر تفکر^{۲۰}» ریاضی یا «مهارت‌های فراشناختی»، استفاده کرد.

گذشته از این‌ها، فرگوسن (۱۹۹۵)، به نقل از داورنی^{۲۱}، (۲۰۰۰) معتقد است که علاوه بر نقش شطرنج در ارتقای توانایی‌های حل مسئله، یادگیری شطرنج باعث ارتقای ضریب هوشی، تقویت حافظه و افزایش خلاقیت نیز می‌شود و بالاخره، تمرینی برای تصمیم‌گیری‌های دقیق و سریع است، زیرا یادگیرنده را به چالش مدام، برای فکر کردن و انتخاب بهترین گزینه از بین انتخاب‌های متعدد وامی‌دارد.

افزون بر یافته‌های پژوهشی اخیر در رابطه با شطرنج و حل مسئله، به دلیل قابلیت‌های بالقوه و بالفعلی که شطرنج دارد، به مثابه یک بازی فکری که می‌تواند توانایی‌های بسیاری را در زمینه‌های گوناگون در بازیکنان خود ایجاد کند، مورد توجه واقع شده است. برای مثال، فرانک^{۲۲} (۱۹۷۳) در یک مدرسه، ۹۰ دانش‌آموز را به عنوان گروه آزمایش و ۹۰ دانش‌آموز را به عنوان گروه گواه در نظر گرفت که هر گروه، شامل سه کلاس ۳۰ نفری از دانش‌آموزان پایه چهارم متوسطه بود. در برنامه هفتگی این مدرسه، هفت ساعت به درس ریاضی اختصاص یافته بود که در پژوهش وی، برای گروه آزمایش، این زمان دست‌کاری شد و تبدیل به پنج ساعت ریاضی و دو ساعت شطرنج شد. درحالی‌که برنامه هفتگی گروه گواه، همان هفت ساعت ریاضی باقی ماند. پژوهش فرانک (۱۹۷۳) نشان داد که دانش‌آموزان گروه آزمایش که تحت آموزش شطرنج، به عنوان بخشی از برنامه درسی ریاضی خود، قرار گرفته بودند، در آزمون استعداد ریاضی، به عملکرد تحصیلی بالاتری نسبت به گروه گواه دست یافتند و در امتحانات دو سال بعد، علاوه بر درس ریاضی، در درس زبان فرانسه نیز، نمرات بالاتری کسب نمودند.

از این گذشته، لپ تراپ^{۲۳} (۱۹۹۸) پژوهشی طراحی کرد که هدف آن، بررسی تأثیر یادگیری شطرنج بر نمرات آزمون‌های استاندارد شده بیرونی بود. شرکت‌کنندگان این پژوهش، دانش‌آموزان پایه‌های سوم تا پنجم چهار مدرسه ابتدایی واقع در شهر هوستون در ایالت تگزاس بودند که در باشگاه شطرنج مدرسه‌های خود، آموزش دیده بودند. پژوهش وی نشان داد که دانش‌آموزانی که آموزش شطرنج دیده بودند، عملکردشان در «ارزیابی مهارت‌های آموزشی تگزاس^{۲۴}» که مربوط به خواندن و ریاضی است، افزایش دو برابری نسبت به سایر دانش‌آموزان داشت.

همچنین، میزر (۲۰۰۵)، به نقل از کاظمی و همکاران، (۲۰۱۲) بیان می‌کند که شطرنج، باعث افزایش تمرکز، تجسم، تفکر قبل از انجام کار، ارزیابی امکانات، تجزیه و تحلیل دقیق شرایط، تأمل بر کلیات، تشخیص الگوها، طرح‌ریزی نقشه و در نظر گرفتن هم‌زمان چندین راه‌حل می‌گردد. به این جهت، هوش را افزایش داده و عملکرد آموزشی را ارتقا می‌دهد، پس می‌تواند در طراحی‌های برنامه درسی مدرسه‌ای در نظر گرفته شود و به طور ضمنی^{۲۵}، با برنامه‌های درسی موضوعات دیگر

به‌خصوص ریاضی، تلفیق^{۲۶} شود. بالاخره، برندا^{۲۷} (۲۰۰۹) گزارش می‌دهد در دبیرستانی در کالیفرنیا، معلمان دریافتند که بعد از ۲۰ روز آموزش شطرنج، عملکرد ریاضی ۵۵ درصد از دانش‌آموزان، به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. به اعتقاد وی، این یافته حاکی از این است که جنبه آموزشی شطرنج به‌عنوان قسمتی از برنامه هفتگی ریاضی، مهم‌تر از جنبه سرگرمی آن است. در مجموع، اگر چه یافته‌های پژوهشی در زمینه شطرنج و حل مسئله ریاضی محدود است، اما همگی مؤید استفاده از شطرنج در برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای - چه به‌صورت صریح چه ضمنی و تلفیقی - برای ارتقای توانایی‌های حل مسئله دانش‌آموزان‌اند. توانایی‌هایی که «شورای ملی معلمان ریاضی^{۲۸}» (NCTM) در «اصول و استانداردهای برنامه درسی ریاضیات مدرسه‌ای» (۲۰۰۰) اعلام نموده که برای آماده کردن دانش‌آموزان جهت ادامه تحصیل و حل مسئله در تمام ابعاد زندگی شخصی، تحصیلی و آینده شغلی، ضروری است.

■ معرفی پژوهش

جورج پولیا در سال ۱۹۴۵ در کتاب «چگونه حل کنیم»^{۲۹}، یک مدل چهار مرحله‌ای برای حل مسئله ریاضی شامل فهمیدن مسئله^{۳۰}، طرح نقشه^{۳۱}، اجرای نقشه^{۳۲} و دوباره‌نگری^{۳۳} ارائه نمود که پس از گذشت چند دهه، همچنان اصلی‌ترین مدل عرضه‌شده برای حل مسئله ریاضی، و الهام‌بخش پژوهش‌ها و فعالیت‌های متنوع در این حوزه است. در این کتاب، پولیا به گفته خود، دایره‌المعارفی از رهیافت‌های^{۳۴} حل مسئله ریاضی معرفی کرده است که از نظر وی، بسیاری از آن‌ها «قواعد سرانگشتی»^{۳۵} هستند که با آموزش، قابل یادگیری‌اند. در ادامه کارهای پولیا، شونفیلد (۱۹۸۵) به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین محققان حل مسئله ریاضی، در بخشی از کتاب معروف خود با عنوان «حل مسئله ریاضی»^{۳۶} که یکی از مراجع اصلی این حوزه است، به شطرنج به‌مثابه حل مسئله نگریسته است و از آن، برای فهمیدن و آموزش حل مسئله ریاضی، استفاده کرده است. به اعتقاد وی، در بازی شطرنج در هر وضعیت، با یک مسئله مواجه هستیم که مراحل حل آن، شباهت زیادی با مراحل چهارگانه مدل حل مسئله پولیا دارد و بسیاری از راهبردها یا استراتژی‌هایی که در حل مسئله ریاضی مفیدند، در شطرنج هم به همان شکل به کار می‌روند.

با توجه به پیشینه پژوهش در حوزه حل مسئله و شطرنج، پژوهشی طراحی شد که هدف اصلی آن، بررسی تأثیر شطرنج به‌عنوان ابزاری برای ارتقای توانایی‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در ایران بود.

- روش پژوهش: این پژوهش، از نوع تجربی^{۳۷} است و با طرح یک گروهی پیش‌آزمون-پس‌آزمون^{۳۸} (گال، بورگ و گال، ۱۹۹۶) طراحی شد تا به این سؤال پاسخ دهد که «نقش آموزش شطرنج در توسعه توانایی‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی چیست؟»

● **جامعه و نمونه:** جامعه این پژوهش، دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی یکی از شهرهای استان‌های جنوب شرقی ایران و نمونه آماری، شامل ۲۵ نفر از دانش‌آموزان پسر^{۳۹} پایه پنجم ابتدایی از یک مدرسه واقع در یکی از دو ناحیه آموزشی این شهر بود. همچنین، به دلیل اینکه این پژوهش از نوع آزمایشی بود و کنترل شرایط آزمایش برای همه آزمودنی‌ها دشوار بود، بنا به توصیه گال و همکاران (۱۹۹۶)، انتخاب نمونه به روش تصادفی خوشه‌ای دو مرحله‌ای^{۴۰} انجام شد. برای این کار، ابتدا از دو ناحیه آموزشی این شهر، یک ناحیه (خوشه اول)، به طور تصادفی انتخاب شد. سپس از بین مدارس پسرانه آن ناحیه، یک مدرسه (خوشه دوم)، به طور تصادفی انتخاب گردید. آنگاه، از ۶۶ نفر از دانش‌آموزان پایه پنجم آن مدرسه که در سه کلاس قرار داشتند، ۳۰ نفر به طور تصادفی ساده انتخاب شدند و با توجه به اینکه سن دانش‌آموزان انتخاب شده کمتر از ۱۸ سال بود، به آن‌ها اعلام شد که به شرط تکمیل برگه «رضایت‌نامه» (پیوست الف) توسط والدین خود، می‌توانند در کلاس‌های «فوق برنامه آموزش شطرنج» در مدرسه، شرکت کنند. در نهایت، ۲۵ نفر از این دانش‌آموزان که والدینشان برگه‌های رضایت‌نامه را تکمیل کرده بودند، در این پژوهش شرکت کردند.

● **ابزار جمع‌آوری داده‌ها:** داده‌های این پژوهش، از طریق یک پیش‌آزمون و یک پس‌آزمون هر کدام شامل ۲۰ مسئله کلامی با جواب‌های چند مرحله‌ای جمع‌آوری شدند (پیوست ب). آزمون‌ها بر اساس شباهت‌های موجود بین استراتژی‌های شطرنج و حل مسئله ریاضی، توسط معلمان پایه پنجم مدرسه انتخاب شده و بر اساس هدف‌های آموزشی و محتوای کتاب درسی ریاضی پایه پنجم طراحی شدند. در این آزمون‌ها، علاوه بر استراتژی «حل مسئله ساده‌تر» و «استراتژی رسم شکل»، از سه استراتژی «حل زیرمسئله‌ها (مسئله‌های درون مسئله)»، «الگویابی» و «حدس و آزمایش» مطرح شده در کتاب درسی ریاضی پایه پنجم استفاده شد که نظیر سه استراتژی شطرنج‌اند که در مداخله آموزشی بر آن‌ها تمرکز شد. در تمام مراحل اجرای آزمون‌ها، نویسنده اول مقاله، حاضر بود و بر اجرای آزمون‌ها نظارت داشت.

● **پایایی و روایی ابزار:** برای تعیین پایایی آزمون‌ها یعنی اندازه‌گیری میزان پایداری داخلی اجزاء، از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. میزان ضریب آلفای کرونباخ برای پیش‌آزمون ۰/۸۲۱ و برای پس‌آزمون ۰/۸۱۸ بود. همچنین، برای تعیین میزان روایی آزمون‌ها، دو پرسش‌نامه در مقیاس لیکرت با طیف «کاملاً نامناسب» تا «کاملاً مناسب» برای هر یک از سؤال‌های دو آزمون طراحی شد و سپس، از پنج نفر از معلمان پایه پنجم مدرسه انتخاب شده دعوت شد تا روایی ابزارها را تعیین کنند. بر اساس پاسخ‌های آن‌ها، میزان روایی پیش‌آزمون ۰/۹۱۵ و پس‌آزمون ۰/۹۲۷۵ تعیین شد که در جدول (۱) و جدول (۲) آمده است.

جدول ۱ میزان روایی پیش‌آزمون

متغیر زمانی	X	F	P(X)	XP(X)
کاملاً نامناسب	۰	۰	۰	۰
نامناسب	۰/۲۵	۴	۰/۰۴	۰/۰۱
تا حدی نامناسب	۰/۵	۶	۰/۰۶	۰/۰۳
نامناسب	۰/۷۵	۱۰	۰/۱	۰/۰۷۵
کاملاً مناسب	۱	۸۰	۰/۸	۰/۸
جمع	-	۱۰۰	۱	۰/۹۱۵

جدول ۲ میزان روایی پس‌آزمون

متغیر زمانی	X	F	P(X)	XP(X)
کاملاً نامناسب	۰	۰	۰	۰
نامناسب	۰/۲۵	۱	۰/۰۱	۰/۰۰۲۵
تا حدی نامناسب	۰/۵	۵	۰/۰۵	۰/۰۲۵
نامناسب	۰/۷۵	۱۶	۰/۱۶	۰/۱۲
کاملاً مناسب	۱	۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸
جمع	-	۱۰۰	۱	۰/۹۲۷۵

پس از برگزاری هر آزمون، با همکاری همان پنج معلم، مرحله تصحیح و نمره‌گذاری ورقه‌های امتحانی انجام شد. به توصیه شریفی (۱۳۸۷)، پیش از تصحیح ورقه‌ها، ابتدا فهرست کاملی از پاسخ‌ها تهیه شد و بعد در تمام ورقه‌ها، ابتدا سؤال اول، سپس سؤال دوم و به همین ترتیب تا سؤال آخر، تصحیح شدند.

● **متغیرهای پژوهش:** متغیرهای این پژوهش عبارت بود از **قدرت حل مسئله ریاضی**؛ به معنای میزان مهارت فرد در حل مسئله ریاضی (لاترل^{۴۲}، ۲۰۱۱) و **قدرت بازی شطرنج- الو^{۴۳}**؛ به معنای مهارت نسبی بازیکنان در انجام بازی شطرنج (فریرا، ۲۰۱۲).

● **اجرای پژوهش:** ابتدا قدرت حل مسئله دانش‌آموزان توسط یک پیش‌آزمون مشخص شد و پس از پایان دوره آموزش شطرنج، یک پس‌آزمون برگزار گردید. قدرت دانش‌آموزان در بازی شطرنج، از طریق میزان الوی دانش‌آموزان به عنوان بازیکنان شطرنج، توسط برنامه «فریتز^{۴۴}» اندازه‌گیری شد. به گفته کلارک و دایت^{۴۵} (۲۰۰۰)، نقل شده در فریرا و پالارس، (۲۰۰۸)، رابطه مستقیمی بین میزان الو و

شانس پیروزی در بازی شطرنج وجود دارد، به این صورت که شانس پیروزی بازیکنی که میزان الوی او ۱۰۰ واحد بیشتر از الوی حریف خود است، ۶۴ درصد بیشتر است. ابتدا هر دانش‌آموز ۹ بازی با برنامه فریتز انجام داد و براساس نتایج کسب شده- هر «برد» یک امتیاز، «مساوی» نیم امتیاز و «باخت صفر» امتیاز- الوی اولیه وی تعیین شد. برنامه فریتز به گونه‌ای طراحی شده است که به صورت خودکار، می‌تواند درجه قدرت خود را پس از چند بازی، متناسب با حریف خویش، تغییر دهد. روند انجام این کار بدین گونه است که نخست، درجه قدرت شطرنجی برنامه فریتز روی ریتینگ پایه (۱۲۰۰) تنظیم شده و بازی انجام می‌شود. سپس با توجه به نتیجه بازی اول، قدرت برنامه به طور خودکار «کم» (در صورت باخت بازیکن در بازی اول) یا «زیاد» (در صورت برد بازیکن در بازی اول) شده و این روند، آنقدر تکرار می‌شود تا در نهایت پس از ۹ بازی، «درجه شطرنجی بازیکن» تعیین می‌شود. هر چه تعداد بازی‌های انجام شده بیشتر باشد، دقت محاسبه بالاتر می‌رود. پس از پایان دوره آموزش شطرنج، مجدداً قدرت شطرنجی یعنی میزان الوی نهایی دانش‌آموزان شرکت‌کننده در پژوهش به همین ترتیب، محاسبه شد.

● **ویژگی مداخله^{۴۶} (آموزش شطرنج):** پس از برگزاری پیش‌آزمون، ۵۲ جلسه آموزش شطرنج به مدت ۲۶ هفته، طبق طرح درس استاندارد فدراسیون شطرنج، توسط مدرسان^{۴۷} مورد تأیید فدراسیون شطرنج ایران و با نظارت نویسنده اول، برگزار شد. این طرح درس‌ها، برگرفته از طرح درس کمیته مربیان فدراسیون جهانی شطرنج است که حاصل پژوهش‌های میدانی استادان بزرگ شطرنج در سراسر جهان است.

علاوه بر آموزش استاندارد شطرنج، مثال‌ها و مسائل متنوعی نیز متناسب با سه استراتژی/ راهبرد حل مسئله متناسب با کتاب درسی ریاضی پایه پنجم ابتدایی و سه استراتژی معادل این سه در شطرنج، انتخاب شدند. این سه استراتژی عبارت بودند از «حل زیرمسئله‌ها»، «الگویابی» و «حدس و آزمایش» که برای هر کدام به اختصار، توضیحی همراه با یک نمونه، ارائه می‌شود.

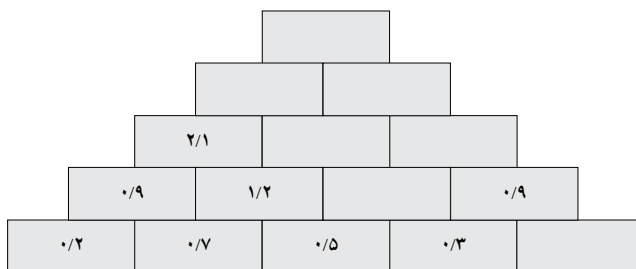
الف. استراتژی «حل زیرمسئله‌ها»

بسیاری از مسئله‌های پیچیده را می‌توان به مسئله‌های ساده و مرحله‌ای تبدیل کرد تا با حل آن‌ها، مسئله اصلی راحت‌تر حل شود. در واقع، استراتژی «حل زیرمسئله‌ها» کمک می‌کند تا ابتدا، «مسئله‌های درون مسئله» شناسایی و حل شوند و بعد، جواب نهایی مسئله پیدا شود. مثلاً برای حل یک مسئله پیچیده، گاهی تنها تشخیص زیرمسئله‌ها، کافی است. مثال زیر، کاربرد این استراتژی را نشان می‌دهد: احمد ۲۰۰۰۰ تومان پول دارد و می‌خواهد با آن، ۸ دفتر بخرد. قیمت هر دفتر ۱۳۵۰ تومان است. او با باقی‌مانده پولش، چند مداد ۳۰۰ تومانی می‌تواند بخرد؟ آیا از پولش، چیزی باقی می‌ماند؟ مقدار باقی‌مانده چقدر است؟

- زیرمسئله‌ها: محاسبه قیمت ۸ دفترچه؛ تعیین مقدار پول باقی‌مانده بعد از خرید دفترچه‌ها؛ مشخص کردن تعداد مدادهای ۳۰۰ تومانی که احمد با پول باقی‌مانده‌اش می‌تواند بخرد؛ محاسبه پول باقی‌مانده.

ب. استراتژی «الگویابی»

در بعضی مسئله‌ها، بین عددها یا شکل‌ها، رابطه‌هایی وجود دارد که کشف آن‌ها، به حل مسئله کمک می‌کند و استراتژی الگویابی، در خدمت کشف این رابطه‌هاست. الگوهای عددی، الگوهای هندسی یا ترکیبی از این دو، به فراوانی در مسئله‌های ریاضی مدرسه‌ای دیده می‌شوند. در نتیجه، استفاده از استراتژی الگویابی برای حل این نوع مسئله‌ها مفید است. مثلاً برای پُر کردن جاهای خالی در مسئله زیر، لازم است معلوم شود که عددها با چه الگویی قرار گرفته‌اند.



شکل ۱ کشف رابطه بین اعداد بالا

پ. استراتژی «حدس و آزمایش»

بعضی از مسئله‌ها راه‌حل معمولی^{۴۸} و مشخص ندارند، یا رسیدن به پاسخ از روش‌های معمولی، طولانی و دشوار است. گاهی برای حل این مسئله‌ها، می‌توان با استفاده از حدس‌ها و آزمایش کردن آن‌ها به‌طور منطقی و منظم، پاسخ مسئله را پیدا کرد. پولیا (۱۹۴۵)، این نوع «حدس و آزمایش»^{۴۹} را از «آزمون و خطا»^{۵۰} متمایز می‌کند و توضیح می‌دهد که «حدس بخردانه»^{۵۱}، مبتنی بر دانش و بینش فرد و تجربه‌های مدون‌شده مسئله‌حل‌کن‌های خبره است و «نظام‌وار»^{۵۲} است. در حالی که «آزمون و خطا»، مانند پرتاب تیر به صفحه «دارت» است که دانش ویژه‌ای لازم ندارد و حداکثر، مبتنی بر تجربه حسی فرد پرتاب‌کننده است. مثلاً پولیا، از مثال «در یک مزرعه، ۵۰ مرغ و گوسفند وجود دارند. تعداد پاهای آن‌ها روی هم ۱۴۰ عدد است. در این مزرعه، چند مرغ و چند گوسفند وجود دارد؟» بارها در ظرفیت‌های مختلف، برای «آموزش حدس زدن»^{۵۳}، استفاده کرده است.

- حدس و آزمایش: جدول (۳)، نمونه‌ای از حدس زدن، آزمایش کردن و نتیجه‌گیری منطقی برای حدس‌های مرحله بعد را برای این مسئله، نشان می‌دهد.

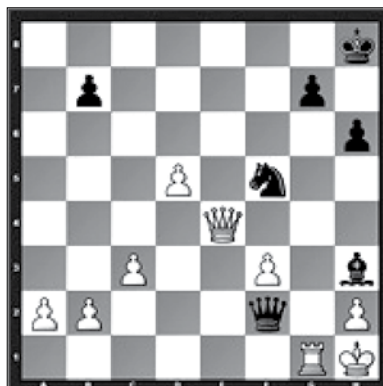
جدول ۳ نمونه‌ای از حدس زدن، آزمایش کردن و نتیجه‌گیری منطقی برای حدس‌های مرحله بعد

نتیجه‌گیری	آزمایش کردن	تعداد گوسفندها	تعداد مرغ‌ها	
باید تعداد گوسفندها کم شود	$25 \times 2 + 25 \times 4 = 150$	۲۵	۲۵	حدس اول
باید تعداد گوسفندها کم شود	$26 \times 2 + 24 \times 4 = 148$	۲۴	۲۶	حدس دوم
باید تعداد گوسفندها کم شود	$27 \times 2 + 23 \times 4 = 146$	۲۳	۲۷	حدس سوم
باید تعداد گوسفندها کم شود	$28 \times 2 + 22 \times 4 = 144$	۲۲	۲۸	حدس چهارم
باید تعداد گوسفندها کم شود	$29 \times 2 + 21 \times 4 = 142$	۲۱	۲۹	حدس پنجم
با کم شدن تعداد گوسفندها و زیاد شدن تعداد مرغ‌ها پاسخ مسئله به دست می‌آید	$30 \times 2 + 20 \times 4 = 140$	۲۰	۳۰	حدس ششم

■ نمونه‌هایی از کاربرد راهبردهای «حل زیر مسئله‌ها» و «الگویابی» در شطرنج

در شطرنج نیز از این سه استراتژی یا راهبرد، به شکلی مشابه استفاده می‌شود. نمونه‌های زیر، این شباهت را نشان می‌دهد.

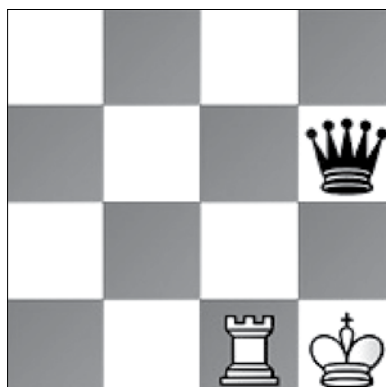
در دیاگرام ۱، بازیکن با وضعیتی روبه‌روست که توصیه می‌شود برای یافتن حرکت مناسب در آن، از استراتژی‌های «حل زیر مسئله‌ها» و «الگویابی» استفاده کند. دیاگرام ۱، حاوی مسئله اصلی (مادر) است که در آن، «سیاه» بازی را شروع و در چهار حرکت، حریف را مات می‌کند. این دیاگرام به عنوان سؤال اصلی مطرح و به دانش‌آموزان ۵ دقیقه^۴ فرصت داده شد که روی آن فکر کنند. در این دیاگرام، الگوی ارائه شده به دانش‌آموزان این بود که «شاه گرفتار شده (شاه سفید) به وسیله رخ خودی (رخ سفید)، توسط وزیر سیاه، مات می‌شود». دانش‌آموزان با یادگرفتن این الگو، قادر شدند شاه حریف (سفید) را مات کنند.



دیاگرام ۱

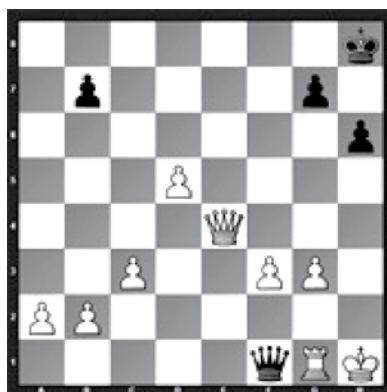
الگوی □، الگوی مستتر در مسئله اصلی است:

در الگوی A، هدف مات کردن شاه حریف است. پس این وضعیت^{۵۵} (پوزیسیون)، به عنوان پوزیسیون اولیه در نظر گرفته شد و بعد، با طرح حالت‌های دشوارتر، به سمت پوزیسیون مادر حرکت انجام گرفت. یعنی ابتدا پوزیسیون اولیه (الگوی A) آموزش داده شد و دانش‌آموزان با انجام هر حرکت صحیح، یک گام به پوزیسیون اصلی (مادر)، نزدیک‌تر شدند.



الگوی □

● زیرمسئله ۱: دیاگرام ۲ توسط مربی، روی بورد آموزشی چیده شد که سیاه شروع و در یک حرکت مات می‌کند. دیاگرام ۲ زیرمسئله دیاگرام ۱ و ساده‌ترین زیرمسئله مرتبط با آن است.

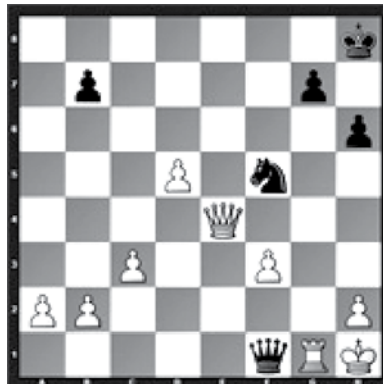


دیاگرام ۲: زیرمسئله ۱

سپس دانش‌آموزان با قدرت تجسم خود (میرز^{۵۶}، ۲۰۰۵)، سعی در تطبیق دادن پوزیسیون‌های پیچیده‌تر با پوزیسیون اولیه (الگوی A) کردند و بدین ترتیب، قادر به غلبه بر حریف شدند. پاسخ این زیرمسئله، به شرح زیر است:

وزیر سیاه، به خانه H۳ می‌رود و سفید مات می‌شود.

- **زیرمسئله ۲:** در این مرحله، دیاگرام شماره ۳ ارائه شد که سیاه شروع، و در دو حرکت مات می‌کند.

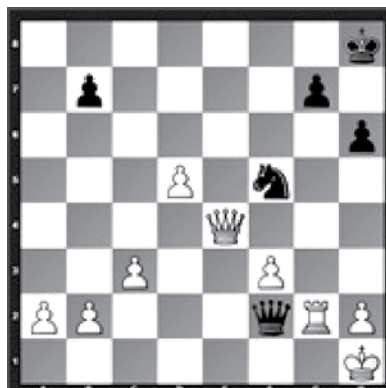


دیاگرام ۳: زیرمسئله ۲

این دیاگرام، زیرمسئله دیگری از مسئله اصلی است که فقط، کمی مشکل‌تر از زیرمسئله ۱ (دیاگرام ۲) است. دانش‌آموزان با استفاده از تجربه دیاگرام ۲ و الگویابی، موفق به حل آن شدند. پاسخ این دیاگرام، چنین است:

- اسب سیاه به خانه $G3$ رفته و کیش می‌دهد.
- تنها حرکت قابل‌انجام برای سفید، زدن اسب با پیاده $H2$ است (پیاده سفید از $H2$ به $G3$ می‌رود).
- وزیر سیاه به خانه $H3$ می‌رود و سفید مات می‌شود.

- **زیرمسئله ۳:** در پایان، دیاگرام ۴ که آخرین زیرمسئله قبل از حل مسئله اصلی است و در آن، سیاه شروع و در سه حرکت مات می‌کند، توسط مربی، روی board آموزشی ارائه گردید. دانش‌آموزان، با توجه به تجارب کسب‌شده در مراحل قبلی و الگویابی، به آن پاسخ دادند.



دیاگرام ۴: زیرمسئله ۳

پاسخ دیاگرام ۴، به شرح زیر است:

- وزیر سیاه به خانه F۱ رفته و کیش می‌دهد.
- تنها حرکت سفید برای برطرف کردن کیش، آوردن رخ خود به خانه G۱ است.
- اسب سیاه به خانه G۳ رفته و کیش می‌دهد.
- تنها حرکت قابل انجام برای سفید، زدن اسب با پیاده H۲ است (پیاده سفید از H۲ به G۳ می‌رود).
- وزیر سیاه به خانه H۳ می‌رود و سفید مات می‌شود.

بعد از حل این سه زیرمسئله، به مسئله اصلی بازگشتیم و دانش‌آموزان پس از طی مراحل قبلی، در مدت کوتاهی موفق به حل آن شدند، بدین گونه که بازی با سیاه شروع شد و در چهار حرکت، حریف را مات کرد. با این زیرمسئله‌ها، شرایط برای حل مسئله اصلی - دیاگرام ۱ - آماده شد.



دیاگرام ۱

حل:

- فیل سیاه به خانه G۲ رفته و کیش می‌دهد.
- سفید به اجبار، با رخ خود فیل را می‌گیرد (رخ از G۱ به G۲ می‌رود).
- وزیر سیاه به خانه F۱ رفته و کیش می‌دهد.
- تنها حرکت سفید برای برطرف کردن کیش، آوردن رخ خود به خانه G۱ است.
- اسب سیاه به خانه G۳ رفته و کیش می‌دهد.
- تنها حرکت قابل انجام برای سفید، زدن اسب با پیاده H۲ است (پیاده سفید از H۲ به G۳ می‌رود).
- وزیر سیاه به خانه H۳ می‌رود و سفید مات می‌شود.

استراتژی «حدس و آزمایش»

در دیگرام B (مایزلیس، ۱۳۷۶/۱۹۹۷)، اسب سفید در خانه A۶ گرفتار شده است. آیا سفید می‌تواند اسب خود را از مهلکه نجات دهد؟



دیگرام B

حل: با استفاده از استراتژی حدس و آزمایش، می‌توان پاسخ مسئله را به‌دست آورد.

● اگر سفید بخواهد با بردن وزیر به خانه B۵، از اسب دفاع کند، سیاه با راندن پیاده CV به خانه C۶ و در نتیجه عقب‌نشینی وزیر سفید به خانه E۲ یا D۳ و حرکت سیاه مبنی بر راندن پیاده B۶ به B۵، اسب سفید را می‌گیرد.

● در ابتدا، دفاع از اسب مورد بررسی قرار می‌گیرد. محاسبات مایزلیس (۱۳۷۶/۱۹۹۷) نشان می‌دهد که دفاع از اسب بی‌فایده است، زیرا تمام خانه‌های حرکت اسب، تحت کنترل مهره‌های حریف (سیاه) است، پس در مرحله بعد، باید حدس «قربانی دادن اسب» را مورد آزمایش قرار داد. با این حدس، حالت‌های مختلف حرکت اسب آزمایش می‌شود.

● با حرکت اسب سفید به خانه B۴، پیاده‌ای که اسب را می‌زند، خانه A۳ را کنترل می‌کند و رخ سفید نمی‌تواند از ستون A، برای مات کردن حریف استفاده کند. پس این حرکت، نادرست است.

● حرکت اسب سفید به خانه CV (زدن پیاده) نیز به دلیل اینکه سیاه، اسب را با رخ پس گرفته و ستون C به نفع سیاه باز می‌شود، حرکت مناسبی نیست.

● در آزمایش حرکت اسب به خانه C۵، معلوم می‌شود که سیاه نمی‌تواند با پیاده D آن را بگیرد، زیرا رخ خود را در خانه DV از دست می‌دهد. همچنین، نمی‌تواند با پیاده B آن را بگیرد، زیرا پیاده مدافع پیاده A۵ برداشته شده و با حرکت رخ سفید به خانه A۳، سیاه در سه حرکت مات می‌شود. در نتیجه، سیاه نمی‌تواند اسب را نزند، زیرا یا در خانه BV به وسیله وزیر سفید مات

می‌شود یا این که در صورت دفاع خانه BV به وسیله آوردن رخ خود به B8، اسب سفید رخ DV را می‌گیرد و سفید در ادامه، به پیروزی می‌رسد. بالاخره، با استفاده از استراتژی «حدس و آزمایش»، نتیجه می‌شود که حرکت اسب سفید به خانه C5، او را از مهلکه نجات می‌دهد.

● **تجزیه و تحلیل داده‌ها:** برای بررسی به هنجاری - تعیین نرمال بودن - داده‌ها، از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف استفاده گردید (کنور^{۵۷}، ۱۳۹۰/۱۹۸۰). سطح معناداری آزمون کلموگروف - اسمیرنوف مشخص کرد که نمرات ریاضی دارای توزیع نرمال و نمرات الو غیرنرمال بودند.

جدول ۴ آزمون کلموگروف - اسمیرنوف برای تعیین نرمال بودن نمرات ریاضی و الوی دانش آموزان

معنی داری	درجه آزادی	آماره آزمون کلموگروف - اسمیرنوف	
۰/۰۱۷	۵۰	۰/۱۳۹	الو
۰/۲۰۰	۵۰	۰/۱۰۰	نمرات ریاضی

با توجه به نرمال بودن نمرات ریاضی، از آزمون t و با توجه به غیرنرمال بودن نمرات الو، از آزمون ویلکاکسون برای مقایسه آماری آن‌ها استفاده شد. سپس با عنایت به اینکه یکی از محدودیت‌های آزمون t این است که میزان روابط بین متغیرها را نشان نمی‌دهد، نخست داده‌ها تحلیل شدند و با توجه به اینکه تفاوت‌های مشاهده شده از لحاظ آماری معنادار بودند، با استفاده از آزمون اسپیرمن، همبستگی بین نمرات ریاضی و نمرات الوی دانش آموزان و میزان آن‌ها، مشخص شد (گال، بورگ و گال، ۱۹۹۶).

● **محدودیت‌های پژوهش:** این پژوهش، به یک برنامه آموزشی شامل سه استراتژی شطرنج محدود بود و شرکت‌کنندگان در آن، دانش آموزان پسر دوره ابتدایی بودند. همچنین، آموزش طراحی شده اگرچه همسو با برنامه درسی دانش آموزان بود، اما ارتباط مستقیمی با آن نداشت. زمان اجرای جلسه‌های آموزشی نیز در ساعات‌های بعد از زمان رسمی مدرسه، و به عنوان یک فعالیت فوق برنامه بود و نتایج آموزش، بر رتبه‌بندی و نمره موفقیت تحصیلی دانش آموزان، تأثیری نداشت.

■ نتایج

طبق آزمون‌های آماری، مشخص شد که عملکرد دانش آموزان در آزمون‌های نهایی حل مسئله ریاضی و الو، نسبت به پیش آزمون، رشد داشته است. مقایسه آماری نمرات پیش آزمون و پس آزمون ریاضی، در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵ نتایج آزمون □ برای مقایسه نمرات پیش آزمون و پس آزمون ریاضی

سطح معناداری	درجه آزادی	آماره T	انحراف استاندارد	میانگین	تعداد	نمرات ریاضی پیش آزمون
۰/۰۰۰۱	۲۴	-۴/۲۸۹	۳/۵۸۰۱۸	۱۰/۳۰۰۰	۲۵	

به دلیل نرمال بودن نمرات ریاضی، از آزمون پارامتری t برای مقایسه میانگین نمرات دو آزمون که دو متغیر وابسته محسوب می‌شوند، استفاده شد و مشخص گردید که نمرات پس آزمون نسبت به نمرات پیش آزمون، پیشرفت داشته است.

مقایسه آماری نمرات اولیه و نهایی الو

برای مقایسه نمرات اولیه و نمرات نهایی الوی دانش آموزان، به دلیل نرمال نبودن نمرات الو، از آزمون ناپارامتری استفاده شد. نتایج مقایسه آماری نمرات اولیه و نهایی الو در جدول (۶) عرضه شده است.

جدول ۶ آزمون ویلکاکسون برای مقایسه نمرات اولیه و نهایی الو

مجموع رتبه‌ها		میانگین رتبه	تعداد		
الوی اولیه	رتبه‌های منفی	۰a	۲۵b	۰/۰۰	۰/۰۰
	رتبه‌های مثبت	۰c			
الوی ثانویه	هم‌رتبه‌ها	۱۳/۰۰	۲۵	۳۲۵/۰۰	
	مجموع				

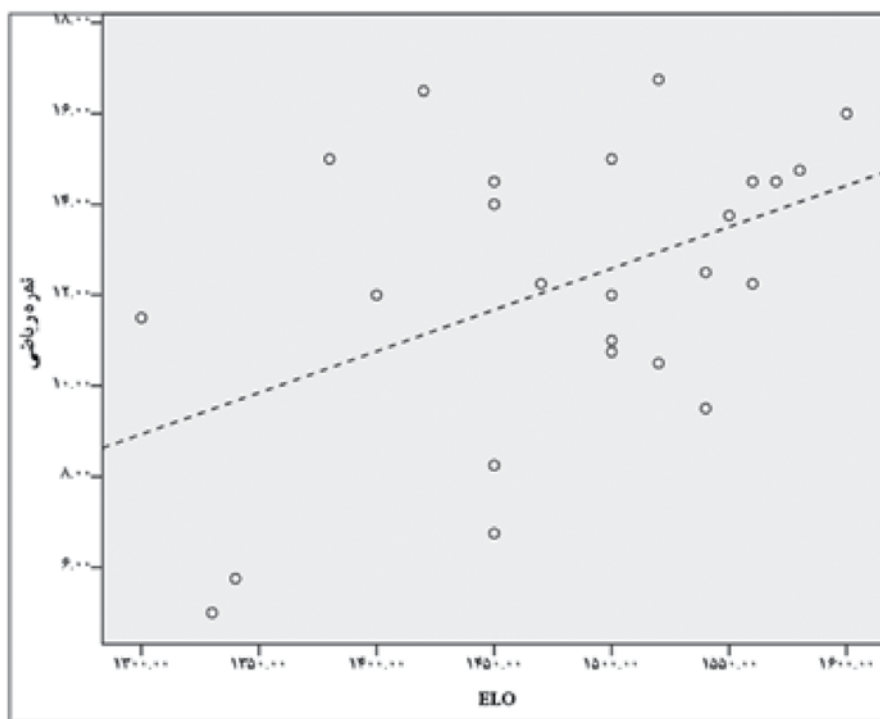
- a. الوی اولیه < الوی ثانویه
b. الوی اولیه > الوی ثانویه
c. الوی اولیه = الوی ثانویه

آزمون ویلکاکسون برای مقایسه میانگین یا مجموع رتبه‌ها، نشان داد که نمرات نهایی الو نسبت به نمرات اولیه، پیشرفت داشته است. علاوه بر این، برای مشخص کردن میزان همبستگی بین قدرت حل مسئله (نمرات ریاضی) و مقدار الوی دانش آموزان، به توصیه کنور (۱۳۹۰/۱۹۸۰)، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد که نتایج آن، در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶ همبستگی بین نمرات ریاضی و نمرات الو

نمرات ریاضی			
همبستگی اسپیرمن			
ضریب همبستگی	فراوانی	سطح معناداری	
۰/۳۷۴	۲۵	۰/۰۰۷	نمرات الو

آزمون اسپیرمن نشان داد که مقدار معناداری (۰/۰۰۷)، کمتر از سطح معناداری ۰/۰۵ و ضریب همبستگی اسپیرمن $r = 0.374$ است که این مقدار، نشان‌دهنده این است که بین نمرات ریاضی و نمرات الو دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این پژوهش، رابطه مثبت وجود دارد. این رابطه، در نمودار زیر، عرضه شده است.



نمودار ۱ پراکنش نمره ریاضی دانش‌آموزان در برابر نمره آنان

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

این پژوهش نشان داد که آموزش شطرنج، در افزایش توانایی‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی، نقش مثبت دارد. مثبت بودن به این معناست که می‌توان با طراحی مداخله‌های آموزشی مناسب مبتنی بر استفاده از شطرنج، توانایی‌های حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان ابتدایی را توسعه داد. نکته مهم در استفاده از راهبردهای حل مسئله ریاضی در حین حل مسئله توسط دانش‌آموزان، تشخیص نوع راهبرد و زمان استفاده از آن است. با توجه به اینکه راهبردهای شطرنجی که در مداخله آموزشی مطرح گردید، مشابه با راهبردهای ریاضی به کار رفته در کتاب ریاضی پایه پنجم بود، این موضوع به دانش‌آموزان کمک کرد تا در جلسات امتحان، بتوانند نوع راهبردها و زمان استفاده از آن‌ها را بهتر تشخیص داده و به نتیجه مطلوب تری دست پیدا کنند.

همچنین، با توجه به تأکید مداخله آموزشی بر سه راهبرد شطرنج که همسو با سه راهبرد حل مسئله ارائه شده در کتاب‌های درسی ریاضی دوره ابتدایی یعنی «الگویابی»، «حل زیرمسئله‌ها» و «حدس و آزمایش» بود، این پژوهش به این نتیجه‌گیری رسید که آموزش شطرنج، بستر مناسبی برای توسعه توانایی‌های حل مسئله ریاضی است که در تغییرات اخیر، یکی از هدف‌های عمده برنامه درسی ریاضی اعلام شده است. از این گذشته، وجه تمایز این پژوهش با پژوهش‌های پیشین در این حوزه این است که در آن، علاوه بر مداخله آموزشی، متغیر شطرنج نیز کمی شده و معیاری برای سنجش میزان ارتقای الومعرفی گردید.

افزون بر این، پژوهش حاضر نشان داد که می‌توان از ظرفیت‌های مختلف برنامه درسی رسمی و مدرسه‌ای، برای استفاده از شطرنج به عنوان ابزاری برای ارتقای توانایی‌های حل مسئله ریاضی بهره برد. در این مطالعه، مداخله آموزشی در قالب بخشی از فعالیت‌های فوق برنامه مدرسه انجام شد و والدین و مسئولان مدرسه، از آن استقبال خوبی کردند. این نتیجه، همسو با یافته‌های تامسون (۲۰۰۳) و فریرا و پالاریس^{۵۸} (۲۰۰۸) است. توصیه می‌شود که در پژوهش‌های بعدی، یک مطالعه امکان‌سنجی برای چگونگی تلفیق شطرنج با برنامه درسی ریاضی دوره ابتدایی، انجام شود.

منابع

- پولیا، ج. (۱۳۸۶). چگونه مسئله را حل کنیم (ترجمه احمد آرام، چاپ هشتم). تهران: کیهان. (اثر اصلی در سال ۱۹۴۵ چاپ شده است).
- پولیا، ج. (۱۳۸۲). خلاقیت ریاضی (ترجمه پرویز شهریاری، چاپ هفتم). تهران: فاطمی. (اثر اصلی در سال ۱۹۶۲ چاپ شده است).
- داودی، خسرو؛ رستگار، آرش؛ شاهورانی، احمد و عالمیان، وحید. (۱۳۹۲). ریاضی ششم دبستان. تهران: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی.
- شریفی، حسن پاشا. (۱۳۸۷). اصول روان سنجی و روان آزمایی. تهران: رشد.
- کنور، دبلیو. جی. (۱۳۹۰). آمار ناپارامتری کاربردی (ترجمه سید مقتدی هاشمی پرست، چاپ دوم). تهران: مرکز نشر دانشگاهی. (اثر اصلی در سال ۱۹۸۰ چاپ شده است).
- گال، ام. دی، بورگ، دبلیو. آر. و گال، جی. پی. (۱۳۸۹). روش‌های تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روان‌شناسی (ترجمه احمد رضا نصر و همکاران، چاپ پنجم). تهران: سازمان مطالعه و تدوین علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت) و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. (اثر اصلی در سال ۱۹۹۶ چاپ شده است).
- مایزلیس، آی. ال. (۱۳۷۶). تئوری بنیادی شطرنج (ترجمه رضایی، چاپ سوم). تهران: فرزین. (اثر اصلی در سال ۱۹۹۷ چاپ شده است).
- Brenda, D. (2009). *Chess, anyone? Chess as an essential teaching tool*. Retrieved August 7, 2013, from http://www.educationworld.com/a_curr/voice/voice031.shtml
- Charness, N., Reingold, E. M., Pomplun, M., & Stampe, D. M. (2001). The perceptual aspect of skilled performance in chess: Evidence from eye movements. *Memory & Cognition*, 29 (8), 1146-1152.
- Dauvergne, P. (2000). *The case for chess as a tool to develop our children's minds*. Retrieved August 7, 2013, from <http://www.auschess.org.au/articles/chessmind.htm>
- Dvoretzky, M., & Neat, K. (2003). *School of chess excellence 4: Opening developments*. Olms.
- Dvoretzky, M., & Yusupov, A. (1993). *Training for the tournament player*. Henry Holt & Company.
- Ferguson, R. (1995). *Chess in education research summary*. Retrieved August 7th, 2013, from <http://www.gardinerchess.com/publications/ciers.pdf>
- Ferreira, D. (2012). Determining the strength of chess players based on actual play. *ICGA Journal*, 35(1), 3-19. Retrieved December 10, 2013 from web.ist.utl.pt/diogo.ferreira/papers/ferreira12strength.pdf
- Ferreira, D., & Palhares, P. (2008). Chess and problem solving involving patterns. *Montana Mathematics Enthusiast* 5, 249-256.
- Frank, A. (1973). *Chess and aptitudes – summary*. Retrieved August 7, 2013, from <http://www.chess.com/article/view/chess-and-aptitudes>
- Gooya, Z. (1992). *Influences of metacognition- based teaching and teaching via problem solving on students' beliefs about mathematics and mathematical problem solving* (Unpublished Doctoral Dissertation). The University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Isabella, J. (2006). *Chess in the math curriculum*. Retrieved August 7, 2013, from <http://www.mathandchess.com/articles/article/1302222/60344.htm>
- Kazemi, F., Yektayar, M., & Mohammadi Bolban, A. (2012). Investigation the impact of chess play on developing meta-cognitive ability and math problem-solving power of students at different levels of education. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 32, 372- 379.

شطرنج ابزاری برای ارتقای توانایی حل مسئله ریاضی

- Laterell, C. M. (2011). *What is problem-solving ability?* Retrieved December 10, 2013, from <http://www.lamath.org/journal/Vol1/>
- Liptrap, J. M. (1998). *Chess and standard test scores*. Retrieved August 7, 2013, from <http://www.calnorthyouthchess.org/WeibelChess/SAT.html>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *NCTM: Standards: An overview -- Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The Author.
- Meyers, J. (2005). *Why offer chess in schools*. Retrieved August 7, 2013, from <http://www.championshipchess.net/inSchool.html>
- Pólya, G. (1966). *Let us teach guessing: A demonstration with George Pólya*. In K. Simon (Producer), MAA Video Classics: Mathematical Association of America.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York, NY: Academic Press.
- Schroeder, T. L., & Lester, F. K. (1989). Developing understanding in mathematics via problem solving. In P. R. Trafton & A. P. Shulte (Eds.), *New directions for elementary school mathematics: 1989 yearbook* (pp. 31-42). Reston, VA: NCTM.
- Silver, E. A. (1987). Foundations of cognitive theory and research for mathematics problem solving instruction. In A.H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive Science and Mathematics Education*, (33-60). Hillsdale, N.J: Lawrence, Earlbaum Association.s, Inc.
- Thompson, M. (2003). *Does the playing of chess lead to improved scholastic achievement?* Issues in Educational Research, (Vol. 13). Retrieved August 7, 2013, from www.sahklube4.hr/3.doc
- Yusupov, A. (2009). *Build up your chess with Artur Yusupov: Mastery*. Quality Chess Europe AB.

پی‌نوشت‌ها

1. Gooya
2. Silver
3. Schroeder & Lester
۴. نویسنده اول این مقاله، بیش از ۲۰ سال به طور رسمی، در همه سطوح شطرنج شامل بازیکن، مربی، مدرس و داور، فعالیت مستمر داشته و در حال حاضر، سه «نورم داوری بین‌المللی فدراسیون جهانی شطرنج» (FIDE Arbiter: F.A) را کسب کرده است. همچنین در همین مدت نیز، به تدریس ریاضی دانشجویان مشغول بوده است. با این پیشینه، وی در سال ۱۳۸۸، دوره دکتری ریاضی با گرایش آموزش ریاضی را شروع کرد. در حین تحصیل، با کارهای جورج پولیا (۱۹۴۵، ۱۹۶۲) در مورد حل مسئله ریاضی آشنا شد و از طریق شونفیلد (۱۹۸۵)، از زاویه جدیدی به شطرنج به عنوان مصداق برای حل مسئله ریاضی نگریست. این نگاه نو، آنقدر برایش جذاب شد که بررسی ارتباط بین شطرنج و حل مسئله ریاضی، موضوع پژوهش رساله وی گردید.
5. Isabella
6. New Brunswick
7. Challenging Mathematics
8. Schoenfeld
9. Extra- curricular Activity
10. Thompson
۱۱. از زمان تأسیس کارشناسی ارشد آموزش ریاضی در ایران در سال ۱۳۸۰ تا کنون، تعداد پایان‌نامه‌های انجام شده در رابطه با حل مسئله از جهات گوناگون، قابل توجه است و دستیابی به آن‌ها از طریق «ایران داک» ممکن است.
12. De Groot
13. Expert
14. Novice
15. Chunk
16. Charness, Reingold, Pomplun & Stamp
17. Ferreira & Palhares
18. patterns
19. Metacognition
20. Higher Order Thinking

21. Dauvergne
22. Frank
23. Liptrap
24. Texas Assessment of Academic Skills
25. Implicit
26. Curriculum Integration
27. Brenda
28. National Council of Teachers of Mathematics: NCTM
29. How to Solve It: A Short Dictionary of Problem Solving Heuristics
30. Understanding the problem
31. Devising a plan
32. Carrying out the plan
33. Looking back
34. Heuristics
35. Rules of Thumb
36. Mathematical Problem Solving
37. Experimental
38. One-group Pretest-posttest Design
39. بررسی جنسیتی، موضوع این مطالعه نبود. اما با توجه به این که در ایران، مدارس تک‌جنسیتی هستند، در توضیح مدرسه، به «پسرانه» بودن اشاره شده است.
40. Two-stage Cluster
41. علت محدود کردن نمونه به مدرسه پسرانه، امکان‌پذیرتر بودن اجرای پژوهش به دلیل مذکر بودن پژوهشگر بود.
42. Laterell
43. سیستم ریتینگ الو (Elo)، روشی برای محاسبه مهارت نسبی بازیکنان در بازی‌های دو نفری مانند شطرنج است که به نام
- خالق این سیستم آریاد الو، فیزیکدان آمریکایی - مجارستانی، نامگذاری شده است.
44. نرم‌افزار Fritz، توسط شرکت Chess Base ساخته شده است.
45. Clark & Dyte
46. Intervention
47. این مدرسان، دوره‌های مربی‌گری را در سطوح مختلف و زیر نظر فدراسیون شطرنج می‌گذرانند و دارای کارت مربی‌گری صادر شده، از طرف فدراسیون شطرنج هستند.
48. Rutine
49. Guess nd Check
50. Trial and Error
51. Educated Guess
52. Systematic
53. Let's Teach Guessing
54. به پیشنهاد مارک دورتسکی و آرتور یوسوپوف - از استادان برجسته شطرنج در شوروی سابق - در کتاب‌های «مدرسه عالی شطرنج»، «آمادگی برای مسابقات شطرنج» و «شطرنج خود را تقویت کنید»، از بازیکنان/ دانش‌آموزان خواسته شد که به مدت ۵ دقیقه، هر دیگرام را مورد بررسی قرار دهند و در صورت پیدا نکردن ایده نهفته در آن، به راهنمای مربوط (پاسخ تشریحی) به دیگرام که در اختیار آن‌ها گذاشته شده بود، مراجعه کنند.
55. به دلیل مصطلح بودن واژه «پوزیسیون» در شطرنج، از این به بعد در این مقاله، به جای واژه «وضعیت»، از «پوزیسیون» استفاده می‌شود.
56. Meyers
57. Conover
58. Ferreira, D., & Palhares

پیوست (الف) (برگه رضایت‌نامه)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
اداره کل آموزش و پرورش استان
مرکز آموزش و پرورش ناحیه
..... شهرستان

باسمه تعالی
ولی محترم دانش آموز پایه پنجم

احتراماً همان گونه که مستطوف به نظر است یک دوره کلاس آموزش شطرنج در مدرسه برگزار گردد خواهشمند است در صورت رضایت به شرکت فرزندتان در کلاس فوق الذکر رضایت نامه ذیل را امضاء کنید.

(مهر و امضاء)

بدینوسیله اینجانب ولی دانش آموز رضایت خود را مبنی بر شرکت فرزندم در کلاس آموزش شطرنج اعلام می‌نماید.

امضاء:

پیوست (ب)

(سؤالات پیش‌آزمون، با توضیح در مورد راهبرد پیش‌بینی شده برای هر یک)

۱. عدد ۱۳۴۰۵۸۹۰۰۲۷ را به حروف بنویسید. در این عدد، ارزش مکانی ۹ چیست؟

● راهبرد الگویابی: الگوی تشخیص و نوشتن مرتبه‌ها.

۲. ربع عدد ۸۰ بیشتر است یا خمس عدد ۴۰؟ (با نشان دادن عملیات)

● راهبرد حل زیرمسئله‌ها: ابتدا به دست آوردن ربع عدد ۸۰، بعد به دست آوردن خمس عدد ۴۰، سپس مقایسه این دو.

۳. از یک طناب به طول ۲ متر، یک بار $\frac{2}{3}$ متر و بار دیگر $\frac{3}{3}$ متر بریده‌ایم. چقدر از طناب باقی مانده است؟ (عملیات نوشته شود.)

● راهبرد حل زیرمسئله‌ها: جمع کردن اعداد کسری و بعد، کم کردن مجموع اعداد کسری از طول طناب.

۴. نسبت اندازه طول مستطیلی به اندازه عرض آن، مثل ۳ به ۲ است. اگر محیط این مستطیل ۹۰ سانتی‌متر باشد، طول و عرض این مستطیل را حساب کنید.

● **راهبرد حل زیرمسئله‌ها:** به دست آوردن نصف محیط (جمع یک طول و یک عرض)، به دست آوردن مجموع نسبت‌ها، تشکیل جدول نسبت.

۵. واحد مساحت زمین‌های کشاورزی ... نام دارد که برابر است با ... متر مربع.

● **راهبرد الگویابی:** تبدیل واحد هکتار به مترمربع با استفاده از الگوی تبدیل واحدهای مساحت به یکدیگر.

۶. خورشید ساعت ۴:۳۷:۵ طلوع و ساعت ۳:۰۱:۱۷:۶ بعدازظهر غروب می‌کند. طول روز را حساب کنید.

● **راهبرد حل مسئله ساده‌تر:** تبدیل ۶ بعدازظهر به ۱۸، حل مسئله با حذف دقیقه و ثانیه اعداد، به دست آوردن جواب تقریبی، حل مسئله با اعداد اصلی.

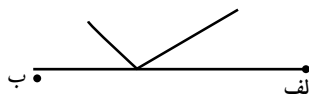
۷. نسبت سن پدر به پسر ۹ به ۴ است. اگر سن پدر ۲۰ سال بیشتر باشد، سن هر کدام چقدر است؟

● **راهبرد حل زیرمسئله‌ها:** به دست آوردن تفاضل نسبت‌ها، تشکیل جدول نسبت‌ها.

۸. اگر عددی را بر ۹ تقسیم کنیم و خارج قسمت ۱۴ و باقیمانده آن ۳ باشد، رقم یکان عدد چیست؟

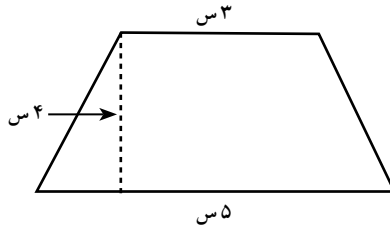
● **راهبرد حل زیرمسئله‌ها:** ضرب خارج قسمت در مقسوم‌علیه، تعیین مجموع زیرمسئله قبل و باقیمانده و به دست آوردن عدد مورد نظر، تعیین یکان عدد مورد نظر.

۹. قرینه شکل را نسبت به خط (الف - ب) رسم کنید.



● **راهبرد رسم شکل.**

۱۰. مساحت شکل زیر را به دست آورید.



● راهبرد الگویابی: تشخیص و استفاده از الگوی به دست آوردن مساحت دوزنقه.

۱۱. اگر داشته باشیم $\frac{۲}{۷} = \frac{۵}{۲۸} = \frac{۴۰}{\square}$ ، در این صورت $\square + \bigcirc$ را حساب کنید.

● راهبرد حل زیر مسئله‌ها: به دست آوردن دایره، به دست آوردن مربع، یافتن مجموع.

۱۲. از یک توپ پارچه ۶۰ متری، ۱۲۰۰ سانتی متر آن مصرف شده است. حساب کنید چند درصد آن مصرف شده است.

● راهبرد حل زیر مسئله‌ها: تبدیل متر به سانتی متر، تشکیل جدول نسبت‌ها، تعیین جواب مسئله.

۱۳. عدد $۲\frac{۳}{۴}$ را به کسر تبدیل کنید.

● راهبرد الگویابی: تشخیص و استفاده از الگوی تبدیل عدد مخلوط به کسر متعارفی.

۱۴. محیط مربعی ۸۰۰ متر است. مساحت آن چند هکتار است؟

● راهبرد حل زیر مسئله‌ها: به دست آوردن ضلع مربع با استفاده از محیط، تعیین مساحت مربع بر حسب متر مربع، تبدیل عدد به دست آمده به هکتار.

۱۵. مقایسه کنید: $۳\frac{۴}{۷} \square \frac{۲۵}{۷}$ و $\frac{۲}{۳} \square \frac{۵}{۹}$

● راهبرد حل مسئله ساده‌تر: یکی کردن مخرج کسرها، تبدیل عدد مخلوط به کسر متعارفی.

۱۶. با اعداد ۳، ۴، ۵، ۶، چند کسر کوچک‌تر از واحد می‌توان نوشت؟ آن‌ها را بنویسید.

● راهبرد حدس و آزمایش.

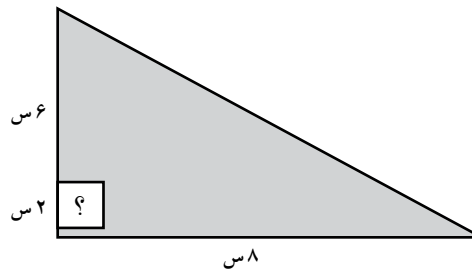
۱۷. در داخل مربع چه رقمی بگذاریم تا $\square ۱۵۷$ بر ۶ بخش پذیر باشد؟

● راهبردهای حدس و آزمایش، الگویابی بخش پذیری اعداد.

۱۸. عدد ۳۲۰۵ را در نظر بگیرید. با ارقام این عدد، کوچک‌ترین عدد ۴ رقمی را بنویسید.

● راهبرد حدس و آزمایش.

۱۹. مساحت قسمت خاکستری را به دست آورید.



● راهبرد حل زیرمسئله‌ها: به دست آوردن مساحت مثلث، به دست آوردن مساحت مربع، تعیین مساحت قسمت هاشورزده.

۲۰. حاصل عبارت‌های زیر را به دست آورید.

$$۷\frac{۱}{۲} + ۱\frac{۳}{۴} =$$

$$۵ - ۳\frac{۴}{۷} =$$

● راهبردهای حل زیرمسئله و حل مسئله ساده‌تر: تعیین مجموع قسمت‌های صحیح اعداد مخلوط (زیرمسئله)، یکی کردن مخارج کسره‌های متعارفی و تبدیل عدد صحیح به کسر مخلوط (مسئله ساده‌تر)، تعیین جواب نهایی (زیرمسئله).

سوالات پس‌آزمون (با توضیح در مورد راهبرد پیش‌بینی شده برای هر یک)

۱. عدد زیر را به حروف نوشته و بنویسید رقم ۴، در چه مرتبه‌ای قرار دارد؟ ۵۸۴۰۹۳۸۰۰

● راهبرد الگویابی: الگوی تشخیص و نوشتن مرتبه‌ها.

۲. برای تفریق مقابل، یک شکل بکشید و حاصل آن را بنویسید.

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{4} =$$

● راهبرد رسم شکل.

۳. نسبت طول به عرض مستطیلی ۷ به ۳ است. اگر عرض مستطیل ۱۲ متر باشد طول آن چند متر است؟ مساحت آن را حساب کنید.

● راهبرد حل زیرمسئله‌ها: تعیین طول مستطیل، تعیین مساحت مستطیل.

۴. باقیمانده تقسیم ۱۰۴ بر ۳، مثل باقی‌مانده تقسیم ... است بر ۳ یعنی ... پس عدد ۱۰۴ بر ۳ بخش پذیر

● راهبردهای الگویابی و حل مسئله ساده‌تر: تشخیص، به‌کارگیری و حل مسئله ساده‌تر با استفاده از الگوی تعیین بخش‌پذیری عدد ۳ رقمی بر ۱ رقمی براساس بخش‌پذیری عدد ۱ رقمی بر ۱ رقمی .

۵. محیط مربعی ۸۰۰ متر است. اندازه هر ضلع آن چند متر است؟ مساحت آن چند مترمربع است؟

● راهبرد حل زیرمسئله‌ها: به‌دست آوردن ضلع مربع با استفاده از محیط، تعیین مساحت مربع بر حسب مترمربع.

۶. عملیات زیر را انجام دهید و جواب را به ساده‌ترین صورت بنویسید.

$$7\frac{1}{2} + 1\frac{3}{4} =$$

$$3\frac{2}{7} - \frac{2}{21} =$$

- راهبردهای حل زیرمسئله‌ها و حل مسئله ساده‌تر: تعیین مجموع قسمت‌های صحیح اعداد مخلوط (زیرمسئله)، یکی کردن مخارج کسره‌های متعارفی و تبدیل عدد صحیح به کسر مخلوط (مسئله ساده‌تر)، تعیین جواب نهایی (زیرمسئله).

۷. کشاورزی $\frac{2}{8}$ زمین خود را خیار و $\frac{4}{8}$ آن را گوجه‌فرنگی کاشته است.

- الف) چه کسری از این زمین، زیر کشت رفته است؟
- ب) چه کسری این زمین، زیر کشت نرفته است؟

- راهبردهای رسم شکل و حل زیرمسئله‌ها: کشیدن شکل زمین برای کمک به حل مسئله، محاسبه مجموع کسرها، محاسبه تفاضل کسرها.

۸. پدر محمد در ساعت ۸:۱۹ روز دوشنبه، برای انجام مأموریت از منزل خارج شد و ساعت ۴:۲۵ بعد از ظهر روز بعد، به منزل بازگشت. سفر او چه مدت طول کشید؟

- راهبردهای حل مسئله ساده‌تر و حل زیرمسئله‌ها: تبدیل ساعت ۴ بعد از ظهر به ۱۶، تفاضل ساعت‌ها، جمع جواب مسئله با عدد ۲۴ ساعت.

۹. مقایسه کنید و علامت $<=>$ بگذارید.

$$\frac{2}{7} \square \frac{3}{7} \quad 1 \square \frac{6}{5} \quad 2 \square \frac{12}{12} \quad \frac{1}{4} \square \frac{1}{9}$$

- راهبرد حل مسئله ساده‌تر: تبدیل اعداد صحیح و مخلوط به کسره‌های متعارفی و مقایسه کسرها.

۱۰. پیراهنی را با ۲۰ درصد تخفیف به قیمت ۲۴۰۰ تومان خریدیم. قیمت پیراهن بدون تخفیف، چقدر بوده است؟

- راهبرد حل زیرمسئله‌ها: تعیین درصد قیمت خرید پیراهن پس از تخفیف، تشکیل جدول نسبت‌ها، یافتن جواب مسئله.

۱۱. از یک کیسه ۱۰ کیلویی برنج، دفعه اول $\frac{3}{75}$ کیلوگرم و دفعه دوم $\frac{4}{8}$ کیلوگرم برنج مصرف کرده‌ایم. چند کیلوگرم برنج باقی مانده است؟

● راهبردهای حل زیرمسئله‌ها و حل مسئله ساده‌تر: به دست آوردن مجموع کسرها، تفاضل مجموع کسرها از کل.

۱۲. ضرب $\frac{1}{5} \times 5$ را روی شکل نشان داده و جواب آن را بنویسید.
● راهبرد رسم شکل.

۱۳. کسر را به عدد اعشاری و عدد اعشاری را به کسر تبدیل کنید.

$$\frac{357}{100} = \quad 4/07 =$$

● راهبرد الگویابی: الگوی تبدیل کسر به عدد اعشاری و برعکس.

۱۴. منبع آبی داریم به ابعاد $\frac{4}{2}$ و ۳ و $\frac{7}{1}$ متر. گنجایش آن چند لیتر است؟

● راهبردهای حل زیرمسئله‌ها و حل مسئله ساده‌تر: تعیین حجم منبع بر حسب مترمکعب، تبدیل متر مکعب به لیتر.

۱۵. کسر را به عدد مخلوط و عدد مخلوط را به کسر تبدیل کنید.

$$\frac{17}{5} = \quad 13\frac{9}{11} =$$

● راهبرد الگویابی: الگوی تبدیل کسر متعارفی به عدد مخلوط و برعکس.

۱۶. در جاهای خالی، عدد مناسب بنویسید.

الف) $0/37$ کیلوگرم برابر است با گرم.

ب) ۲۰ سانتی‌متر یعنی متر.

ج) ۳۵ سی‌سی برابر است با لیتر.

● راهبرد الگویابی: الگوی تبدیل واحدهای وزن، طول و حجم.

۱۷. اختلاف پول علی و زهرا ۴۵۰۰ تومان است. اگر نسبت پول آن‌ها ۷ به ۲ باشد، پول هر کدام چقدر است؟

● راهبرد حل زیرمسئله‌ها: به دست آوردن تفاضل نسبت‌ها، تشکیل جدول نسبت‌ها، به دست آوردن جواب نهایی.

۱۸. در داخل $\square$ چه رقمی باید گذاشته شود تا عدد چهار رقمی حاصل، بر ۲ و ۹ بخش پذیر باشد؟

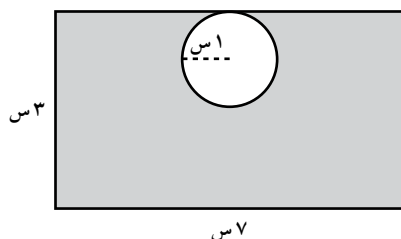
۸۰۱ $\square$

● **راهبردهای حدس و آزمایش، الگویابی:** چون عدد مورد نظر باید بر ۲ بخش پذیر باشد، پس این عدد زوج است. از طرفی با توجه به الگوی بخش پذیری بر ۹، بایستی مجموع ارقام این عدد بر ۹ بخش پذیر باشد. با حدس و آزمایش، می توان جواب مسئله را به دست آورد.

۱۹. دو چرخه سواری در ساعت اول ۱۷ کیلومتر، در ساعت دوم ۲۴ کیلومتر و در ساعت سوم ۳۱ کیلومتر را پیمود. میانگین سرعت او را در ساعت حساب کنید.

● **راهبرد حل زیرمسئله‌ها:** تعیین مجموع اعداد، تقسیم مجموع بر عدد ۳، به دست آوردن جواب مسئله.

۲۰. مساحت قسمت خاکستری را حساب کنید.



● **راهبرد حل زیرمسئله‌ها:** تعیین مساحت مستطیل، تعیین مساحت دایره، کم کردن مساحت دایره از مساحت مستطیل، تعیین جواب مسئله.



فصلنامه نوآوری‌های آموزشی

نشریه علمی پژوهشی

واهممای اشتراک

لطفاً قبل از تکمیل فرم درخواست به نکات زیر توجه داشته باشید:

- ♦ فرم اشتراک را کامل و خوانا پر کرده و کد پستی را حتماً قید فرمائید.
- ♦ حق اشتراک به مبلغ ۲۰۰۰۰ تومان را به حساب شماره ۲۹۰۰۱۰۰۱ نزد بانک ملی شعبه حسابهای دولتی به نام درآمد اختصاصی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی واریز نمائید.
- ♦ اصل فیش بانکی را به همراه فرم تکمیل شده به نشانی دفتر فصلنامه ارسال نمائید.
- ♦ کپی فیش بانکی را نزد خود نگه دارید.
- ♦ از فرستادن وجه نقد خودداری کنید.
- ♦ حق اشتراک جهت ۴ شماره فصلنامه محسوب می‌شود.

■ نشانی: تهران خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان انتشارات کمک آموزشی طبقه پنجم
■ دفتر فصلنامه نوآوری‌های آموزشی
■ تلفن: ۸۸۳۰۲۰۲۲
■ دورنگار: ۸۸۳۰۲۰۲۲



فصلنامه نوآوری‌های آموزشی

نشریه علمی پژوهشی

فرم اشتراک

- نام خانوادگی:
- نام:
- نام مؤسسه یا مرکز:
- شغل:
- رشته تحصیلی:
- سن:
- آخرین مدرک تحصیلی:
- قبلاً مشترک فصلنامه بوده‌ام ☐ مشترک نبوده‌ام ☐
- اشتراک از شماره تا شماره و تعداد مورد نیاز از هر شماره نسخه
- نشانی کامل پستی:
- کد پستی:
- تلفن تماس:
- دورنگار:
- پست الکترونیکی:
- تاریخ:
- امضا:

خواننده گرامی:

- با تکمیل نمودن فرم اشتراک ضمن دریافت مرتب فصلنامه، ما را در ارتقای کیفیت، تداوم انتشار و فائق آمدن بر مشکلات یاور باشید.
- مشترک گرامی لطفاً پس از دریافت فصلنامه فرم مربوط به اعلام وصول آن را تکمیل و ارسال نمایید.

Using chess as a tool for promoting 5th grade students' mathematics problem solving abilities

Mohammad Ali Rezvāni, PhD Candidate of Mathematics Education at Shahid Bāhonar University of Kerman, Iran¹

Mohammad Rezā Fadāee (PhD), Shahid Bāhonar University of Kerman, Iran²

Zahrā Gooyā(PhD), Shahid Beheshti University, Tehran, Iran³

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of chess training on 5th-grade students' problem solving abilities. The review of literature started with the research on novice and expert problem solvers. We then found a number of studies regarding the mathematics' problem solving and chess training. The findings paved the way to conduct the present study. The study was experimental and we used one-group pretest-posttest design. A cluster random sampling method was used to choose 25 fifth graders from the population of all 5th grade students in the center of one of the south-eastern provinces of Iran. Cronbach Alpha coefficient was used to insure the reliability of the tests. In addition, 52 sessions of chess training was offered by one of the authors as "treatment". The research showed that chess training had a positive and meaningful effect on the 5th grade students' mathematical problem solving abilities. This finding could help the mathematics curriculum developers and textbook writers to use chess as an effective tool to promote students' problem solving abilities either as extra-curricular activity or integrated with the formal school mathematics curriculum.

Keywords

Problem Solving, Chess Training, 5th Grade Students, Problem Solving Strategies, Problem Solving Ability

1. rezvani@uk.ac.ir

2. fadaee_mr@yahoo.com

3. zahra_gooya@yahoo.com

Assessment of mathematics curriculum of guidance school in Iran according to teachers' perspectives

Soheila Gholāmāzad (PhD), Research Institution for Curriculum Development and Educational Innovation (Ministry of Education), Tehran, Iran¹

Abstract

From 2011, the structure of educational system in Iran has undergone another drastic change in terms of grade levels. The previous one was in the form of 5 years primary school, 3 years guidance school (grades 6 to 8), 3 years high school and 1 year pre-university. In the new system that has been mandated in 1390 (2011) and gradually implemented since 1390- 91 (2011- 2012) school year, there are 6 years primary school, 3 years junior high school and 3 years senior high school (6-3-3). In this new system, there is a plan to re-write the national mathematics textbooks according to the new curricular aims and based on the assessment results of the current mathematics textbooks. The purpose of this paper is to illustrate the mathematics teachers' perspectives at the guidance school to help curriculum developers and textbook authors to cultivate more clear and realistic views about the current situation at this grade level (i.e., grades 6 to 8) according to the mathematics curriculum. The variables of the study are: the level of teachers' understanding of objectives, content and the other components of mathematics curriculum; and teachers' perspectives about mathematics curriculum and textbooks, teaching and learning methods, and instructional materials. The data were collected using a teacher's questionnaire, interview and focus group. To analyze the quantitative data, we used descriptive statistics, as well as inferential statistics, including nonparametric ratio test, parametric t-test and single sample z-test. The data that were collected through focus groups and interviews were analyzed, categorized and summarized to complete and support the quantitative part of the data. Findings showed that there is a lack of consistency between the mathematics curricula of the grades 6 to 8 (guidance school). From the teachers' perspective, the main reason for the lack of consistency is the difference between the mathematics curriculum objectives and the reality of educational environment including teachers' proficiency, cultural and educational beliefs, students' needs, and the content of textbooks, assessment methods, classroom environment and the time of instruction.

Keywords

Mathematics Curriculum, Mathematics at the Guidance School, Mathematics' Teacher Education, Professional Development, Assessment.

1. soheila_azad@yahoo.com

Students' understanding and misconception of the concept of variable in preliminary algebra

Elāhe Aminifar, PhD, Shahid Rajāee Teacher Training University, Tehran, Iran ¹

Shimā Zohrevand, MSc student, Shahid Rajāee Teacher Training University, Tehran, Iran ²

Ali Zaeembāshi, PhD, Shahid Rajāee Teacher Training University, Tehran, Iran ³

Abstract

Understanding the concept of variable is a foundation for comprehension of many concepts of algebra. Abstract nature and multiple applications of variables are perceived as difficult by students. The goal of current research - which was a descriptive survey - was to identify misconceptions about the concept of variable in preliminary algebra. In this study, 185 female 10 years old students in two educational districts of Tehran were selected based on convenience sampling method. Measurement tools for this study were a written exam and a semi-structured interview. The reliability of the test was calculated using Cronbach's Alpha ($\alpha = 0.811$). The results showed that many students have a limited understanding of the concept of variable. Students' performance in understanding the variable as a general number was weaker than the other application of variable as a specific unknown and its application in functional relationship. Moreover, they had various misconceptions such as considering variable as a label or abbreviation of the name of objects, considering a variable as a specific number, determining the amount of variable according to its sign, processing the non-homonymous units as homonymous ones, and supposing variable as positive number. They also believed that different variables cannot hold the same value.

Keywords

the Concept of Variable, Misconception, Preliminary Algebra

1. elaheaminifar@srutu.edu

2. zh66@yahoo.com

3. azaembashi@srutu.edu

Identifying factors influential on 8th grade Iranian students mathematics achievement in TIMSS 2011

Maryam Esmāili, MSc student of Mathematics Education

Abolfazl Rafi'pour (PhD), Shahid Bāhonar University of Kermān & Māhāni

Mathematical Research Center¹

Abstract

Using the data of TIMSS 2011 and the statistical methods, namely hierarchical linear modeling, in this study we suggested a mathematic achievement model for Iranian students in terms of the selected variables. The data was collected from 4837 students nested in 227 schools. Variables were entered into the model at two levels, i.e., student (gender, parents' education level, number of books available at home, student's perception of school, mathematic values, self-concept of ability in mathematics) and teacher/school (teacher's experience, teacher's education level, teacher's perception of school, teacher's cooperation with others) to demonstrate the most important mathematical achievement predictors. The analysis of the data using the hierarchical linear model showed that among the levels of the student variable, the self-concept of ability in mathematics, numbers of books available at home, and student's perception of school; and among the levels of the teacher/school variable, teacher's experience and his perception of school predicted students' mathematics achievement. Finally, the Mathematical Progress Model indicated the most important variable as "self-concept of ability in mathematics" and it showed that 1 unit increase in self-concept of ability in mathematics leads in 46.05 unit increase in the mathematics achievement level. This model also decreased the 18.2 percent of "within-school" variances and 16.3 percent of "between-school" variances, in comparison with the first model.

Keywords

Mathematical Achievements, TIMSS 2011, Hierarchical Linear Model, Self-Concept of Ability in Mathematics.

1. drafiepour@gmail.com

Meta-analysis of the relation between learning strategies and problem solving math performance

Javād Mesrābādī (PhD), Shahid Madani University of Azarbāijān¹

Elhām Erfāniābād, MA at Educational Research²

Abstract

This study utilizes a meta-analysis for combining the numerical results of studies on the relation between learning strategies and math problem solving performance. The population of this meta-analysis was the available published researches relating to learning strategies and math problem solving performance in Iran from 1369 up to 1389. Based on the defined inclusion and exclusion criteria as well as sensitivity analysis, 59 effect sizes on 25 primary researches were investigated. After checking the inclusion and exclusion criteria, the findings of selected primary studies were analyzed using the CMA2 and SPSS18. The results showed that the learning strategies have had significant effect on problem solving math performance and according to Cohen's criteria the combined effect size of learning strategies and math problem solving performance was moderate to high ($ES = 0.44$). Based on the heterogeneity analysis, gender and research methods were used as moderators' variables. The results of t-test showed that the combined effect size of the learning strategies and mathematics problem-solving performance differences between male and female learners were not insignificant, but the combined effect sizes significantly were different between experimental and correlation research. In summary, it can be concluded that teaching the learning strategies and encouraging learners to use them can have a significant impact on their math problem solving performance.

Keywords

Meta-Analysis, Learning Strategies, Cognitive and Meta-cognitive Strategies, Math Problem Solving Performance

1. Mesrabadi@azaruniv.edu.com

2. erfani.er@@gmail.com

A diagnostic test for math literacy cognitive competencies

Maryam Mohsen Pour, PhD Candidate of Educational Assessment at University of Tehran¹

Zarā Gooyā (PhD), Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Mohsen ShokuhiYektā (PhD), University of Tehran

Alirezā Kiāmanesh (PhD), Islāmic Āzād University (Science and Research Branch), Tehran, Iran

Abbās Bāzargān (PhD), University of Tehran

Abstract

Over the recent decade cognitive diagnostic measurement approach in spite of the prevalent (common) educational measurement approaches such as classic theory and item-response theory has attained a special status, because this approach integrates cognition theories with learning so as to provide a profile of students' cognitive competencies. With regard to such approach, a diagnostic test concerning students' math literacy cognitive competencies consisting of 20 questions based on cognitive model of PISA (2012) was devised. The test included Communication & Using symbolic, formal and technical language and operations; Mathematising & Representation; Reasoning & Argument and Devising strategies for solving problems.

The statistical population of the present research consisted of 10th grade students in the field of mathematics, science and literature, during the academic year of 1392-1393. Through Probability Proportional to Size approach, a sample of 688 students was selected and the test was administered. Students' responses were analyzed by using DINA model and R software. Diagnostic capacity of test at the item level and producing students' competency profiles were reported. The research findings indicated that through a diagnostic test based on cognitive competencies and by using DINA model, students' competency profile could be identified.

Keywords

Diagnostic Cognitive Measurement – DINA Model – PISA – Math Literacy - Modeling

1. mohsenpor@ut.ac.ir

In this issue:

**A diagnostic test for math literacy
cognitive competencies**

4

Maryam Mohsen Pour
Zarā Gooyā
Mohsen Shokuhī Yektā
Alirezā Kiāmanesh
Abbās Bāzargān

**Meta-analysis of the relation between
learning strategies and problem solving
math performance**

5

Javād Mesrābādī
Elhām Erfāniābād

**Identifying factors influential on 8th grade
Iranian students mathematics achievement
in TIMSS 2011**

6

Maryam Esmāili
Abolfazl Rafi'pour

**Students' understanding and misconception
of the concept of variable in preliminary
algebra**

7

Elāhe Aminifār
Shimā Zohrevand
Ali Zaeembāshi

**Assessment of mathematics curriculum
of guidance school in Iran according to
teachers' perspectives**

8

Soheilā Gholāmāzād

**Using chess as a tool for promoting 5th
grade students' mathematics problem
solving abilities**

9

Mohammad Ali Rezvāni
Mohammad Rezā Fadāee
Zahrā Gooyā

**Refrees
of
this
issue**

:

Abolfazl Rafiepour, Soheila Gholamazad,
Elaheh Aminifar, Mohammad Javad Hajibabaei, Vahid Alamiyan, Ebrahim Reyhani, Hamid Reza
Amiri, Alireza Medghalchi, Masoud Kabiri, Zahra Gooya.



Ministry of Education
Islamic Republic of IRAN



Organization for
Educational Research
and Planning

Quarterly journal of Educational Innovations

53

Vol. 14 ■

Spring, 2015 ■

Pages, 172 ■

This Journal has been accredited by
commission of the Ministry of Science,
Research and Technology.

This Journal is indexed in Islamic World
Science Citation Center (ISC).

Mailing Address:
Organization for
Educational Research and Planning.
Tehran-Iran

P.O.Box: 1584634818

Tel@Fax: 88302022

E.mail: noavaryedu@gmail.com

Web: <http://oerp.medu.ir>

■ publisher: organization for Educational Research & planning

■ Editor in Charge: Bahram Mahammadian (Ph.D)

■ Editor-in-Chief: Ali Reza kiamanesh (Ph.D)

■ Assistant Manger: Azam Millaenezhad (Ph.D Candidate)

■ Editorial Board:

■ Dr. Jamal Abedi: Professor of Davis university of california

■ Dr. S.M.Sajadi: Associate Professor of Tarbiat modarress University

■ Dr. I. Ebrahim zadeh: Associate Professor of Payam-noor University

■ Dr. Kh. Bagheri: Professor of Tehran University

■ Dr. H.Pardakhtchi: Professor of Shahid Beheshti University

■ Dr. A. R. Kiamanesh: Professor of Kharazmi University

■ Dr. A. Khallagi: Assistant Professor of shahid rajaei University

■ Dr. T. Mahroozadeh: Associate Professor of Alzahra University

■ Dr. M. Mehr-Mohammadi: Professor of Tarbiyat Modarres University

■ Dr. M.R. Sarkararani: Associate Professor of Allameh Tabatabayi University

■ Dr. A. Taghi pour Zahir: Professor of Allameh Tabatabayi University

■ Dr. H. Toorani: Assistant Professor of Research Inst. C.D.E.I.

■ Secreterial Affairs: M. Yaghmaeian

■ Persian Editor: J.Rabbani

■ English Editor: M. Danaye tousi (Ph.D)

■ Art Director: Sh. kharaghani

■ Designer: F. Poorsaiifi

● Publisher: Offset Comp. (Pub-Stock)



Ministry of Education
Islamic Republic of IRAN



Organization for Educational
Research and Planning

In The Name of
God
The Most Merciful
The Most
Compassionate

Quarterly journal of
**Educational
Innovations**

53

Vol.14 ■

Spring, 2015 ■

Pages,172 ■