



تبیین مدلی برای تدریس مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری در پایه هشتم

Developing a Model based on Constructivism Approach for Teaching Simplification of Algebraic Expressions in the 8th Grade

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۰۱؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۰۵

N. Faramarzpoor
M. R. Fadaee

نوشین فرامرزپور^۱
محمد رضا فدایی^۲

Abstract: The aim of the present study was developing a model based on constructivism approach, for teaching simplification of algebraic expressions in the 8th Grade. Mixed method proved to be suitable for the study. At the first phase, a primitive model was designed and a focus group was formed consisting of 15 volunteer mathematics teachers of the same grade and they met three times until the model was modified and validated for implementation. At the second phase, an experimental study was designed involving 60 Grade 8 students that randomly selected and assigned to two experimental and control groups. After taking the pre-test, the control group was taught as usual and the experimental group was taught using the developed model as treatment. At the end, a post-test was carried out for both groups. The results showed that the difference between two groups was statistically significant in the favor of the experimental group that indicates that positive effectiveness of the developed model on the students' performance in Grade 8.

Keywords: Constructivism, simplification of algebraic expressions, Mixed Method, Grade 8 Students.

چکیده: پژوهش حاضر با هدف طراحی مدلی مبتنی بر نظریه ساخت‌وسازگرایی، برای تدریس مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری و بررسی تأثیر آن بر یادگیری دانش‌آموزان پایه هشتم انجام شد. روش این پژوهش ترکیبی بود؛ بدین ترتیب که برای تبیین مدل طراحی‌شده، یک گروه کلانویی در سه جلسه تشکیل شد و ۱۵ معلم ریاضی داوطلب در یکی از شهرستان‌های شرقی ایران، شرکت کردند. در بخش کمی، ۶۰ دانش‌آموز پایه هشتم همان شهرستان به صورت نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند و با توجه به طرح آزمایشی، به تصادف در دو گروه کنترل و آزمایش گمارده شدند. پس از گرفتن پیش‌آزمون، به گروه آزمایش، مبتنی بر مدل آموزشی اعتباربخشی شده و به گروه کنترل، به روش سنتی تدریس شد و در پایان، داده‌ها از طریق یک پس‌آزمون جمع‌آوری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که روش طراحی‌شده مبتنی بر ساخت‌وسازگرایی، مناسب‌تر از روش‌های سنتی بود و تأثیر مثبتی بر یادگیری دانش‌آموزان پایه هشتم گذاشت.

کلیدواژه‌ها: نظریه ساخت‌وسازگرایی، ساده‌کردن عبارات‌های جبری، روش تحقیق ترکیبی، دانش‌آموزان پایه هشتم.

۱ دانشجوی دکتری ریاضی با گرایش آموزش ریاضی، دانشگاه شهید باهنر کرمان (نویسنده مسئول)

مقدمه

ریاضی به سبب ماهیتی که دارد، نقش و جایگاه ویژه‌ای در تربیت آموزش عمومی دارد و بدین جهت تدریس و یادگیری آن، همواره یکی از دغدغه‌های نظام‌های آموزشی بوده و هست. امروزه نیز با توجه به پیشرفت شگرف علوم مختلف، جامعه نیازمند افرادی است که توانایی درک و فهم ریاضی و به‌کارگیری آن را داشته باشند و بتوانند برای پدیده‌های موجود و نوظهور جهان مادی، مدل‌های مناسب ریاضی بسازند. در حقیقت، استفاده از ریاضی به یک نیاز ضروری در زندگی روزمره تبدیل شده و لازم است که در نظام آموزشی، بیش از پیش به یادگیری ریاضی دانش‌آموزان توجه شود. ریاضی علاوه بر آن که نقش مهمی در یادگیری سایر درس‌ها از جمله فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی دارد، در جنبه‌های مختلف زندگی اجتماعی نیز از قبیل تصمیم‌گیری، انگیزش، عملکرد تحصیلی و شغلی نیز، تأثیرگذار است (رینا و برینرد^۱، ۲۰۰۷؛ هاکارینن^۲، ۲۰۱۳).

با وجود این و تحقیقات فراوانی که در راستای بهبود و ارتقای یادگیری ریاضی انجام شده، مشاهدات جردن و لوین^۳ (۲۰۰۹) نشان داد که با کمک معلمان ریاضی، دانش‌آموزان دوره ابتدایی در یادگیری مفاهیم ریاضی کمتر مشکل دارند، ولی با ورود دانش‌آموزان به دوره متوسطه، تعداد زیادی از آنان دچار مشکل در یادگیری مفاهیم ریاضی می‌شوند و عملکرد ریاضی‌شان افت می‌کند. بدین سبب آنان این سؤال را مطرح کردند که چرا چنین اتفاقی می‌افتد و چرا دانش‌آموزانی که در ریاضی دوره ابتدایی عملکرد خوبی دارند، در دوره متوسطه عملکردشان افت پیدا می‌کند و دچار مشکل می‌شوند. برای پاسخ به این سؤال، پژوهش‌هایی انجام شده تا علت بروز مشکلات یادگیری ریاضی دانش‌آموزان را در دوره اول متوسطه شناسایی کند که به مرور آنها در پیشینه پرداخته می‌شود.

-
1. Reyna & Brainerd
 2. Hakkarainen
 3. Jordan & Levine

پیشینه پژوهش

نوولو^۱ و همکاران (۲۰۰۷) به پژوهش‌هایی اشاره کردند که در آنها، عوامل تأثیرگذار بر یادگیری ریاضی شامل اضطراب ریاضی، خودپنداره ریاضی، عوامل انگیزشی و سبک‌های شناختی شناسایی شدند که بیشتر، ماهیت روان‌شناسانه داشتند. در حالی که کاپوت^۲ (۲۰۰۸) بر شناخت عوامل ضعف در یادگیری و عملکرد موضوعی ریاضی در دانش‌آموزان متمرکز شد و به ریشه‌یابی این عامل پرداخت. وی در مطالعات خود به این نتیجه رسید که در عبور از دوره ابتدایی به دوره متوسطه که دوره گذار از حساب به جبر است، دانش‌آموزان در فهم متغیرها و کار کردن با حروف و نمادها مشکل دارند و همین، مانعی برای یادگیری ریاضی دانش‌آموزان در این دوره است که منجر به افت عملکرد ریاضی آنان می‌شود. قبلاً نیز کاپرارو و جوفرین^۳ (۲۰۰۶) در تحقیق خود، مشاهده کردند که یکی از موانع یادگیری ریاضی دانش‌آموزان دوره متوسطه این بود که آنان، نمی‌توانستند بین دانش خود در مورد حساب و دانش مورد نیاز برای درک مفاهیم جبری، ارتباط برقرار کنند. علاوه بر این‌ها، مامبا^۴ (۲۰۱۲) دریافت که فهمیدن و کارکردن با عبارات‌های جبری با استفاده از قوانین، رویه‌ها و الگوریتم‌ها، چالش‌هایی را برای دانش‌آموزان ایجاد می‌کند که ریشه آنها، به چگونگی استفاده از «حرف» در عبارات‌های جبری مربوط می‌شود. این یافته در پژوهش سنگ^۵ (۲۰۱۰) هم به‌دست آمده بود که دانش‌آموزان، حروف را به عنوان عددهای خاص تفسیر می‌کنند، به این معنا که از نظر آنان، حروف متفاوت عددهای متفاوتی را نمایش می‌دهند. قبل از این هم بوکر^۶ (۱۹۸۷) مشاهده کرده بود که دلیل دشوار بودن جبر برای دانش‌آموزان، تغییر در نحوه نوشتن عبارات‌های ریاضی است و برای همین، دانش‌آموزان در مباحث جبری چون تشخیص جملات متشابه، تجزیه کردن، ساده کردن و به دست آوردن مقدار عددی عبارات‌های جبری ناموفق هستند و به تبع آن، در حل مسائل کلامی، تشکیل و حل معادله، با مشکل روبه‌رو می‌شوند.

-
1. Novello
 2. Kaput
 3. Capraro & Joffrion
 4. Mamba
 5. Seng
 6. Booker

یکی دیگر از دلایل مشکلات یادگیری مباحث جبری در دانش‌آموزان، کیفیت تدریس و چگونگی ارائه مباحث جبری است. برای نمونه، نورتون و آیرین^۱ (۲۰۰۷) در پژوهش خود مشاهده کردند که در اکثر کلاس‌های درس ریاضی، استفاده از رویکردهای سنتی به تدریس از جمله شیوه‌های معلم-محور و سخنرانی عمومیت دارد که در آموزش جبر، موفق نبوده‌اند. همان‌گونه که باکر^۲ و همکاران (۲۰۰۴) نیز دریافتند که گاهی از دانش‌آموزان انتظار می‌رود بدون درک ارتباط مفاهیم جدید با مطالب قبلی، قواعد و فرمول‌های جبری را بر اثر «تکرار و تمرین» حفظ کنند که این کار، ممکن است باعث شکل‌گیری تصورات ناقص یا اشتباهی از مفاهیم در ذهن آنان گردد. این در حالی است که قبلاً شولمن^۴ (۱۳۸۶)، بر نقش تأثیرگذار تدریس بر عملکرد یادگیرندگان از جمله در شکل‌گیری خطاها، تأکید کرده بود. از جمع‌بندی نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه منشا خطاهای ریاضی دانش‌آموزان، بیرمی‌پور و لیاقت-دار (۱۳۸۸) نتیجه گرفتند که استفاده از مدل‌های مناسب برای یادگیری ریاضی، آموزش فعال است که در آن به طور ساختارمند، مطالب جدید بر مبنای دانش قبلی دانش‌آموزان ساخته می‌شود.

جبر یکی از مباحث مهم ریاضی مدرسه‌ای است، زیرا جبر زبان تعمیم است و از طریق آن، الگوها توصیف می‌شوند. به‌خصوص، جبر زبانی برای بیان ارتباط بین کمیت‌ها است و دانش-آموزان بدون دانستن آن، در فهم و درک بسیاری از مفاهیم علوم تجربی مانند شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، با مشکل جدی مواجه می‌شوند (یوسیسکین^۵، ۱۹۹۵). در جبر نیز به طور خاص، بوش^۶ (۲۰۱۱) بر اهمیت مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری تأکید کرده و آن را پیش‌نیاز بسیاری از مطالب ریاضی در دوره‌های تحصیلی بعدی می‌داند. با این پیشینه در این مطالعه، علت انتخاب مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری در ریاضی دوره اول

-
1. Norton & Irwin
 2. Baker
 3. Drill & Practice
 4. Shulman
 5. Usiskin
 6. Bush

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

متوسطه، این بود که دانش‌آموزان برای اولین بار، در ورود به دوره اول متوسطه با مبحث ساده-کردن عبارت‌های جبری روبه‌رو می‌شوند. علاوه بر این، مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری، یکی از مهم‌ترین مباحث کتاب‌های ریاضی دوره اول متوسطه است. بررسی محتوای کتاب‌های ریاضی دوره اول متوسطه در ایران نشان می‌دهد که مباحث جبری به تفکیک سه پایه متوسطه اول، به شرح زیر هستند:

پایه هفتم: متغیر، الگوهای عددی، عبارت جبری، جملات متشابه، ساده‌کردن عبارت جبری، مقدار عددی یک عبارت جبری و معادله.

پایه هشتم: ساده کردن عبارت جبری، پیدا کردن مقدار عددی یک عبارت جبری، تجزیه عبارت جبری و معادله.

پایه نهم: یک جمله‌ای، جملات متشابه، اتحاد جبری، تجزیه به کمک اتحادها، نابرابری‌ها.

جدول ۱. مباحث جبری دوره اول متوسطه و پیش‌نیازهای آن‌ها

پیش‌نیازها	مباحث جبری
-	الگوهای عددی، جمله am ، متغیر
الگوهای عددی	عبارت‌های جبری، یک جمله‌ای و جملات متشابه
جملات متشابه، یک جمله‌ای	ساده‌کردن عبارت‌های جبری
ساده‌کردن عبارت‌های جبری، متغیر	پیدا کردن مقدار عددی عبارت‌های جبری
ساده‌کردن عبارت‌های جبری	معادله‌های خطی
ساده‌کردن عبارت‌های جبری	اتحادها
ساده‌کردن عبارت‌های جبری، اتحادها	تجزیه کنید
ساده‌کردن عبارت‌های جبری، معادله‌های خطی	نابرابری‌ها

جدول ۱ نشان می‌دهد که یادگیری همه مباحث جبری مطرح‌شده در سه پایه دوره اول متوسطه، نیازمند یادگیری مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری است. برای مثال، دانش‌آموز برای حل یک نابرابری، باید توان حل معادله خطی را داشته باشد و ساده‌کردن عبارت‌های جبری دو طرف تساوی را بداند که پایه و اساس حل یک معادله خطی است. به گفته گولر و سلیک^۱ (۲۰۱۶)، توسعه مهارت‌های دانش‌آموزان در زمینه ساده‌کردن عبارت‌های جبری،

معلمان را با چالش‌های جدی روبه‌رو کرده است. از این گذشته، نورتون و آیرین (۲۰۰۷) به این نتیجه رسیدند که به‌کارگیری شیوه‌های سنتی برای تدریس مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری، اثربخشی کافی را ندارند و پژوهش فلیسج^۱ (۲۰۰۸) نیز نشان داد که بعضی از خطاها و بدفهمی‌های جبری دانش‌آموزان، نتیجه استفاده از روش تدریس نامناسب است. طراحی یک مدل جدید و به‌کارگیری شیوه‌های جدید و فعال برای بهبود یادگیری، مرهون نظریه‌های جدید روان‌شناسی از جمله ساخت‌وسازگرایی و مدل‌های شناختی تبیین‌شده برای یادگیری است (ریچارد^۲، ۱۹۹۶). از این‌رو در این بخش، ابتدا نظریه یادگیری ساخت‌و-سازگرایی به اختصار مرور می‌شود و بعد، به چند مدل یادگیری که همسو با این نظریه هستند، اشاره می‌شود.

نظریه ساخت‌وسازگرایی

ساخت‌وسازگرایی از نظریه‌های اخیر یادگیری است که نظریه‌های تحول ذهنی پیازه و یادگیری اجتماعی ویگوتسکی، از آن نشأت گرفته‌اند. ساخت‌وسازگرایی از نظر فلسفی، در نقطه مقابل رفتارگرایی قرار دارد که اساس آن، عینیت‌گرایی است. رفتارگراها معتقدند که واقعیت خارج از ذهن، وجود حقیقی دارد و هدف آموزش، انتقال ساختار این واقعیت به ذهن فراگیر است. در صورتی که زیربنای ساخت‌وسازگرایی، نسبی‌گرایی است که نه واقعیت خارج از ذهن را نفی و نه اثبات می‌کند، بلکه واقعیت را برداشت انسان از محیط می‌داند (وولی^۳ و همکاران، ۲۰۰۷). این در حالی است که شونفیلد^۴ (۱۹۹۵)، ساخت‌وسازگرایی را به‌خودی‌خود، جزیی از علوم شناختی نمی‌داند، ولی معتقد است که در تحقیقات شناختی، نقش فزاینده‌ای بازی می‌کند. به ویژه آن که از این دیدگاه، دانش مجموعه‌ای از ساختارهای دانشی تلفیقی است که معرف نظریه‌های شخصی و موقت یک فرد درباره جهان است و آن نظریه‌ها، برای تفسیر تجربه و هدایت رفتار، مورد استفاده قرار می‌گیرند (لاکروکس^۵، ۱۹۹۱). بدین سبب آنان، دانش را ساختنی می‌دانند که یادگیرنده آن را بر مبنای «دانش قبلی^۶» و اطلاعات موجودش تلفیق می‌کند

1. Fleisch
2. Richard
3. Woolley
4. Shoenfeld
5. Lacroix
6. Prior Knowledge

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

و دانش جدیدی به وجود می‌آورد و به شناخت می‌رسد (دکوک^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). با چنین تعبیری، دانش به صورت خاص و منحصر به فردی ساخته می‌شود که در این فرایند، مشارکت فعال یادگیرنده (لبو^۲، ۱۹۹۳) و نقش تسهیل‌گری معلم به جای منتقل‌کننده اطلاعات (السن^۳، ۲۰۰۰) به عنوان مؤلفه‌های اصلی تدریس، اهمیت کلیدی دارد. ساخت‌وسازگرایان بر این باورند که در تدریس‌های تعاملی، حس کنجکاوی دانش‌آموزان برانگیخته می‌شود و آنان تشویق می‌شوند تا بر مبنای دانش قبلی، دانش موجود و تجربه‌های خود از جهان، فعالانه در فرایند تدریس نقش داشته باشند، در مورد یافته‌هایشان بحث کنند و دانش جدیدی تولید کنند (اولی‌سگون^۴، ۲۰۱۵).

مفهوم ساخت‌وسازگرایی در آموزش

ساخت‌وسازگرایی، دیدگاهی در مورد تدریس و یادگیری بر مبنای این اصل است که شناخت، حاصل ساختارهای ذهنی است که یادگیرندگان، از طریق انطباق دانش جدید با دانش قبلی، ساخت‌های شناختی خود را گسترش می‌دهند و یاد می‌گیرند (اولی‌سگون، ۲۰۱۵). دریسکول^۵ دریسکول^۵ (۲۰۰۰) بیان می‌کند که وقتی افراد تجربه جدیدی به دست می‌آورند، مدل‌های ذهنی‌شان را برای بازتاب بر اطلاعات جدید به‌روزرسانی می‌کنند و تفسیر تازه‌ای از واقعیت می‌سازند. تأثیر این دیدگاه بر تدریس این است که به جای ارائه یک‌سویه حقایق و مفاهیم و تعریف‌ها از طرف معلم به دانش‌آموز، رابطه دوسویه و تعاملی بین یاددهنده و یادگیرنده ایجاد می‌شود و در این فرایند است که دانش ساخته می‌شود و یادگیری اتفاق می‌افتد. در واقع در تدریسی که با رویکرد ساخت‌وسازگرایی طراحی می‌شود، فراهم نمودن یک محیط تعاملی ضروری است تا در آن، معلمان بتوانند نقش هدایتگر فعال و تسهیل‌کننده یادگیری را ایفا کنند تا دانش‌آموزان بتوانند در ساختن دانش و مهارت‌های ریاضی خود شریک باشند (جی‌یا^۶، ۲۰۱۰).

1. Dekock
2. Lebow
3. Olsen
4. Olusegun
5. Driscoll
6. Jia
۴۷

مدل‌های یادگیری

دیدگاه‌های مختلف در حوزه یادگیری، به تبیین مدل‌های متنوعی برای تدریس انجامیده و برای اصلاح روش‌های آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرند (مست^۱، ۲۰۰۶) و منجر به تحقق اهداف آموزشی و ارتقای یادگیری دانش‌آموزان شوند (فرید^۲، ۲۰۰۰). همچنین، مدل‌های مختلف به معلمان کمک می‌کند تا فعالیت‌های یادگیری و آموزشی خود را برای ارائه در کلاس درس، طراحی و سازماندهی کنند (کالوا و لایچ^۳، ۲۰۰۱). علاوه بر این، اودام و کلی^۴ (۲۰۰۱) هدف اصلی مدل‌های یادگیری را فراهم کردن فرصت‌هایی می‌دانند تا نظام باوری دانش‌آموزان به چالش کشیده شود و به ساختن دانش جدید، کمک کند. اودام و کلی (۲۰۰۱) توصیه کرده‌اند که در طراحی مدل‌های یادگیری، موارد زیر برای کمک به یادگیرنده‌ها، در نظر گرفته شوند:

- در مورد آنچه که از قبل می‌داند، فکر کند؛
 - مفاهیمی را که در درک آنها مشکل دارد، شناسایی کند؛
 - بداند که چگونه مفاهیم جدید می‌توانند با دانش قبلی او مرتبط شوند؛
 - در هر زمان بتواند به مراحل قبلی برگردد و ابهام‌های یادگیری خود را برطرف کند.
- از جمله مهم‌ترین و پرکاربردترین مدل‌های یادگیری و حل مسئله ریاضی، مدل پولیا^۵ است است که شامل چهار مؤلفه «فهمیدن مسئله»، «طرح نقشه»، «اجرای طرح» و «بازگشت به عقب» یا «دوباره‌نگری» است (پولیا، ۱۹۴۵). اهمیت مدل پولیا چنان است که اغلب مدل‌های یادگیری ریاضی که بعد از آن تبیین شده‌اند، متأثر از همین چهار مؤلفه هستند. برای نمونه، مدل یادگیری جاکوبس و هارسکمپ^۶ (۲۰۱۲)، دارای سه مرحله «خواندن-تحلیل و توضیح»، «برنامه‌ریزی و اجرا» و «بازبینی» است که در حقیقت، متناظر با چهار مؤلفه مدل پولیاست. به

1. Mest
2. Frid
3. Cavallo & Laubach
4. Odom & Kelly
5. Polya
6. Jacobse & Harskamp

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

پشتوانه پژوهش‌های انجام‌شده از جمله یافته‌های تامپسون و تیلدن^۱ (۲۰۰۹) و اووسیو^۲ (۲۰۱۵)، جمع‌بندی این بخش این است که مدل‌ها یا چارچوب‌های مناسب برای یادگیری ریاضی، فرایند یاددهی و یادگیری ریاضی را در کلاس درس بهبود می‌بخشد.

معرفی مطالعه

نویسنده اول مقاله، معلم ریاضی دوره اول متوسطه است و طی ۱۱ سال سابقه کاری، شاهد بوده که دانش‌آموزان در ساده‌کردن عبارات‌های جبری، با چالش‌های بسیاری روبه‌رو هستند. به عنوان نمونه، بارها مشاهده کرده که دانش‌آموزان هنگام ساده‌کردن یک عبارت جبری مانند $5X+3(4X-2)$ ، با مشکل مواجه می‌شوند که به چند مورد از رایج‌ترین آنها اشاره می‌شود.

- ندانستن «ترتیب عملیات»، مانعی جدی در ساده‌کردن عبارات‌های جبری است که نمونه زیر، یکی از آنهاست:

$$5X+3(4X-2)=9X+1$$

- درک نادرست دانش‌آموزان از نقش نماد «پرانتز»، ساده‌کردن عبارات‌های جبری را با مشکل مواجه می‌کند.

$$5X+3(4X-2)=5X+12X-2$$

- عدم دقت یا بدفهمی در مورد ضرب علامت منفی در عبارت داخل پرانتز، یکی از موارد رایج است.

$$5X+3(4X-2)=5X+12X+2$$

با این تجربه، وی به همراه نویسنده دوم، برای بهبود یادگیری مباحث جبر دوره اول متوسطه در ایران و با تمرکز بر ساده‌کردن عبارات‌های جبری، مطالعه‌ای با دو هدف زیر، طراحی و اجرا شد:

۱. طراحی مدلی برای آموزش ریاضی دوره اول متوسطه با تمرکز بر مبحث ساده کردن عبارات‌های جبری
۲. مقایسه تأثیر این مدل بر یادگیری مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری با مدل‌های سنتی یادگیری.

1. Thompson & Tilden

2. Owusu

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به هدف‌های این پژوهش، ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی مناسب تشخیص داده شد بدین ترتیب که برای طراحی مدل، از رویکرد کیفی و استفاده از «گروه کانونی»^۱ استفاده شد. همچنین برای تعیین میزان اثربخشی مدل طراحی‌شده بر یادگیری مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری در مقایسه با مدل‌های سنتی تدریس، از رویکرد کمی و روش آزمایشی با دو گروه کنترل و آزمایش و اجرای پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد.

شرکت‌کنندگان در پژوهش

شرکت‌کنندگان در این پژوهش، شامل دو گروه یکی معلمان داوطلب دوره اول متوسطه در بخش کیفی مطالعه و دیگری دانش‌آموزان در بخش کمی و اجرای طرح آزمایشی بودند. هر دو گروه، از یکی از شهرستان‌های شرقی ایران بودند.

معلمان شرکت‌کننده: فرایند انتخاب معلمان بدین شرح بود که در یک گردهمایی که برای دبیران ریاضی این شهرستان برگزار شده بود، نویسنده اول راجع به یک طرح پژوهشی صحبت کرد که هدف آن، تبیین مدلی برای یادگیری در جبر پایه هشتم و با تمرکز بر مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری بود. بعد از معلمان حاضر در گردهمایی درخواست شد که در صورت تمایل، برای اعتباربخشی این مدل، در این مطالعه شرکت نمایند. در پی این دعوت، ۱۵ نفر از معلمان که سابقه تدریس ریاضی آنها، بین ۱۰ تا ۲۶ سال بود داوطلب همکاری با پژوهشگر شدند.

دانش‌آموزان انتخاب‌شده: در بخش کمی پژوهش، با توجه به این که موضوع مورد مطالعه مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری مربوط به پایه هشتم بود، دانش‌آموزان پایه هشتم به عنوان جامعه آماری انتخاب شد که در سال تحصیلی ۹۷-۱۹۹۶ مشغول به تحصیل بودند. انتخاب نمونه، بر اساس آمار تعداد مدارس متوسطه اول و دانش‌آموزان پایه هشتم شهرستان که با همکاری اداره آموزش و پرورش در اختیار پژوهشگران قرار گرفت، با روش نمونه‌گیری

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

تصادفی خوشه‌ای انجام شد. روش کار بدین‌گونه بود که نخست از بین مدارس شهرستان، چهار مدرسه به طور تصادفی انتخاب شد و از هر مدرسه، ۱۵ نفر دانش‌آموز پایه هشتم انتخاب گردید.

فرایند اجرا

طراحی مدل اولیه

این مدل مبتنی بر رویکرد ساخت‌وسازگرایی طراحی شد و اساس، مطالعه پیشینه مرتبط با این پژوهش، در نظرگرفتن اصول مبنایی رویکرد ساخت‌وسازگرایی برای تبیین مدلی جهت آموزش جبر در پایه هشتم با تمرکز بر مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری، انتخاب شد. همچنین فراتحلیل پژوهش‌های منتشرشده مربوط به طراحی و تدوین مدل‌های متنوع آموزشی برای تدریس ریاضی و تأثیرشان بر بهبود یادگیری ریاضی دانش‌آموزان و توجه به تجربه‌های ۱۱ سال تدریس ریاضی توسط نویسندگان اول مقاله، مدلی با ویژگی‌های زیر، برای آموزش مبحث ساده‌کردن عبارات‌های جبری تدوین شد. این مدل آموزشی، در چهار مرحله به شرح زیر، برای آموزش توسط معلمان و مخاطب قرار دادن دانش‌آموزان، طراحی شد:

جدول ۲. مدل اولیه

ردیف	مرحله‌ها	توضیح هر مرحله
۱	فراخوانی اطلاعات	شامل به یاد آوردن انواع دانش از جمله حقایق، مفاهیم، قراردادهای و نظایر آن، یادآوری این که منظور از ساده‌کردن عبارات‌های جبری این است که ابتدا عبارت به مجموعه‌ای از یک جمله‌ای‌ها تبدیل شود و بعد یک جمله‌ای‌های متشابه، با هم جمع و تفریق شوند.
۲	چه کارهایی باید انجام شود	«جداسازی عبارت جبری» و شکستن عبارت جبری به اجزای آن، اطمینان از این که همه اجزای یک جمله‌ای هستند، فراخوانی قوانین کار با پرانتز، توان و علامت منفی، یادآوری مسیر پیموده‌شده و دانش مورد نیاز در مرحله قبل
۳	پیاده‌سازی	اجرای عملیات جبری
۴	بحث	پرسش در مورد کارهای انجام شده در سه مرحله قبل که در واقع، می‌تواند نقش خود-ارزشیابی را برای دانش‌آموزان داشته‌باشد.

اعتباربخشی مدل اولیه

برای اعتباربخشی مدل اولیه برای آموزش ساده کردن عبارت‌های جبری، معلمان داوطلب در یک «گروه کانونی» شرکت کردند. ۱۵ معلم ریاضی داوطلب در دوره اول متوسطه با شرکت در یک گروه کانونی به مدت سه جلسه یک ساعته، با هم‌اندیشی و نگاه منتقدانه، نظرات خود را ارائه دادند و با لحاظ کردن آنها، دوباره از ایشان دعوت شد تا نسخه نهایی مدل را بررسی کنند. این سه جلسه، فرصت مناسبی فراهم نمود تا تعامل عمیق‌تری بین نویسندگان/ پژوهشگر اول با معلمان به وجود آید و بحث‌های چالشی مطرح شوند تا سرانجام، مدل طراحی شده اعتباربخشی شد.

ارائه مدل

در نهایت مدلی با ویژگی‌های مطلوب که اعتبارسنجی آن هم کارایی اطمینان بخشی را نوید می‌داد برای اجرا ارائه گردید. لازم به ذکر است که واژه‌هایی که در دو رویکرد ساخت- و سازگرای و سنتی مشترک بودند ولی بار معنایی متفاوتی داشتند، تغییر کردند که یک نمونه بارز آن، «یادآوری» بود. همچنین به تشابه این مدل با مدل حل مسئله پولیا اشاره شد و در حقیقت، این مدل به عنوان مصداقی از مدل پولیا برای یک مبحث مشخص ریاضی که ساده- کردن عبارت‌های جبری است، در نظر گرفته شد.

اجرای مدل

بعد از این مرحله، برای ارزیابی تأثیر این مدل با استفاده از رویکرد کمی، یک مطالعه آزمایشی طراحی و اجرا شد که در آن، دو گروه از دانش‌آموزان پایه هشتم در قالب دو گروه آزمایش و کنترل، شرکت کردند. ۶۰ دانش‌آموز انتخاب شده، به طور تصادفی در دو گروه ۳۰ نفری کنترل و آزمایش، گمارده شدند. بعد توسط نویسندگان اول، به هر دو گروه مبحث ساده کردن عبارت‌های جبری در یکی از مدارس متوسطه اول انتخاب شده در شهرستان مورد مطالعه، تدریس شد. البته طبق روش آزمایشی طراحی شده، تدریس به گروه آزمایش مبتنی بر مدل اعتباربخشی شده برای آموزش در مرحله کیفی انجام شد و تدریس به گروه کنترل، به شیوه

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

سنتی صورت گرفت. در هر دو گروه طی جلسات اولیه معلم به یادآوری مفاهیمی پرداخت که دانش‌آموزان قبلاً خوانده بودند و برای ساده‌کردن عبارت‌های جبری، به آنها نیاز داشتند.

جمع‌آوری داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها در بخش کیفی، از طریق یک مدل طراحی شده برای تدریس (جدول ۱) و گفت‌وگوها و بحث‌های انجام‌شده در مورد این مدل طراحی شده با تمرکز بر مبحث ساده کردن عبارت‌های جبری مطابق با محتوای پایه هشتم در سه جلسه گروه کانونی انجام شد که همه آنها ضبط و پیاده‌سازی شدند. در بخش کمی نیز، داده‌ها از طریق یک آزمون که توسط پژوهشگران طراحی شد، جمع‌آوری شد. ترتیب کار چنین بود که ابتدا و قبل از شروع تدریس، از ۶۰ دانش‌آموز دو گروه کنترل و آزمایش، یک پیش‌آزمون مربوط به ساده‌کردن عبارت‌های جبری گرفته شد که مبتنی بر مباحثی بود که در پایه هفتم تدریس می‌شود (پیوست الف). بعد از آموزش مبحث ساده کردن عبارت‌های جبری مطابق با محتوای پایه هشتم، از هر دو گروه یک پس‌آزمون گرفته شد که شامل ۱۰ عبارت جبری بود و از دانش‌آموزان خواسته شده بود آنها را ساده کنند (پیوست ب). روایی صوری و محتوایی این آزمون‌ها توسط ۱۱ نفر از معلمان ریاضی که دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش ریاضی بودند یا مدرک خود را گرفته و دارای بیش از ده سال تجربه تدریس ریاضی در دوره اول متوسطه بودند، مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. پایایی آزمون نیز با استفاده از آلفای کرونباخ، $0/79$ محاسبه گردید که نشان‌دهنده تأیید پایایی آزمون بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نقاط مشترک، ایده‌های خاص و نکته‌هایی که در دو جلسه اول گروه کانونی انجام شد، همگی استخراج شدند و برای رسیدن به توافق نهایی، در سومین جلسه از طرف هماهنگ‌کننده گروه که نویسنده اول مقاله است، مطرح شد که حاصل آن، تدوین مدل نهایی برای ساده‌کردن عبارت‌های جبری بود. داده‌های کمی مطالعه با استفاده از تحلیل کواریانس، تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

در گروه کانونی که با حضور ۱۵ معلم و نویسنده اول به مدت سه جلسه تشکیل شد، بحث‌ها حول مدل طراحی شده شروع شد. در این سه جلسه، در مورد رویکرد ساخت‌وسازگرایی و

اصول مبنایی آن، ویژگی‌های یادگیری جبر و به‌ویژه ساده‌کردن عبارت‌های جبری، نقش معلم در تدریس‌های تعاملی، چگونگی تشویق دانش‌آموزان به پرسش‌گری، مشارکت فکری با یکدیگر در قالب کارهای گروهی در کلاس و تمرکز بر فهم و درک یادگیرندگان به جای یادگیری منفعلانه و متکی بر تنها حافظه، بحث‌های پرچالشی انجام شد. همچنین نکته‌های ظریف دیگری مطرح شد که نشان‌دهنده تمایز بین یادگیری در رویکرد ساخت‌وسازگرایی و رویکردهای سنتی بود که مهم‌ترین آنها در جرح و تعدیل مدل اولیه و اعتباربخشی آن، به صورت زیر جمع‌بندی شد:

- با توجه به اینکه دانش‌آموزان در پایه هفتم با ساده‌کردن عبارت‌های جبری متشکل از چندین یک‌جمله‌ای در حد جمع و تفریق جملات متشابه آشنا شدند، لذا دانش‌آموزان باید مفهوم ساده‌کردن عبارت‌های جبری، یک‌جمله‌ای و جملات متشابه را به یاد آورند. آنها معتقد بودند که به یادآوردن مفاهیم باعث می‌شود دانش‌آموزان، هدف از انجام مراحل را بدانند تا مسیر حل برایشان واضح‌تر شود.
- اگر سوال مربوط به ساده‌کردن عبارت‌های جبری باشد، ابتدا لازم است اطمینان حاصل شود که دانش‌آموزان، مفهوم «ساده‌کردن عبارت جبری» را فهمیده‌اند.
- ضروری است که دانش‌آموزان به وضوح بدانند که موقع ساده‌کردن یک عبارت جبری، باید چه کنند و چگونه این کار را انجام دهند.
- وقتی از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که سؤال مربوط به مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری را به زبان خود بیان کنند، لازم است به طور شفاف به آنان گفته شود که انتظار شنیدن چه چیزی مورد نظر است.
- دادن فرصت به دانش‌آموزان برای دیدن خطاهای خود، مهم است و در بهبود یادگیری آنان نقش مؤثری دارد. بدین سبب لازم است که در این مدل، مرحله‌ای پیش‌بینی شود که در آن، دانش‌آموزان بتوانند در کلاس درس، در مورد راه‌حل‌های خود بحث و گفت‌وگو کنند و توسط معلم و هم‌کلاسی‌هایشان به چالش کشیده شوند تا در نتیجه آن، متوجه مشکلات یادگیری خود بشوند و با کمک معلم، آنها را برطرف کنند.

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

- بعضی از دانش‌آموزان، مفاهیم پیش‌نیاز مانند «جملات متشابه» را که برای انجام عمل ساده‌کردن عبارت‌های جبری ضروری است، نمی‌دانند. در صورتی که برای انجام این عمل، به دانستن این مفاهیم نیاز دارند و لازم است بر این امر در تدریس این مبحث، تصریح شود. یا این که دانستن عملیاتی مانند «جداسازی عبارت جبری» و داشتن مهارت در آن و ترتیب عملیات، مهم است.

- لازم است بر آموزش رویه‌ها و ایجاد مهارت در استفاده به‌جا و روان از آنها، تأکید شود.
- مرحله‌ای برای مرور فرایند راه‌حل‌ها از طریق پرسش و پاسخ با دانش‌آموزان در نظر گرفته شود.

- مرحله‌ای به مدل اضافه شود که در آن، دانش‌آموزان راه‌حل‌های خود را توضیح دهند.
- دانش‌آموزان بیان کنند که برای ساده‌کردن عبارت‌های جبری، چه مرحله‌ای را باید طی کنند.
- بر نقش معلم به عنوان تسهیل‌کننده یادگیری تأکید شود.

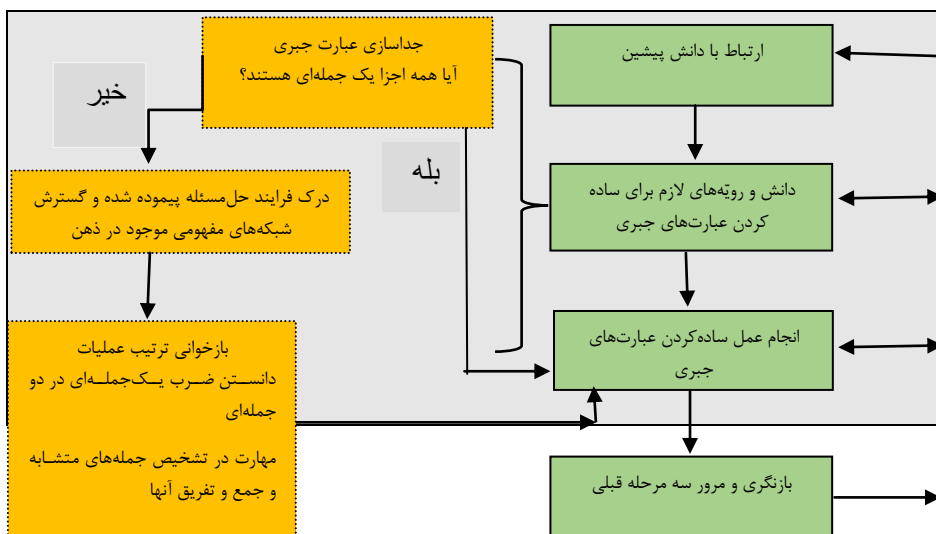
پس از تجزیه و تحلیل گفت‌وگوها و هم‌اندیشی‌ها در گروه کانونی، مدل اولیه برای آموزش ساده‌کردن عبارت‌های جبری در پایه هشتم، جرح و تعدیل شد و مدل زیر، نسخه نهایی است که به تأیید معلمان گروه کانونی رسید و توسط آنان اعتباربخشی شد و بر اساس آن، ابزار جمع-آوری داده‌ها در بخش کمی پژوهش تهیه شد.

جدول ۳. مدل اعتباربخشی شده

ردیف	مرحله‌ها	توضیح هر مرحله
۱	ارتباط با دانش پیشین	<ul style="list-style-type: none"> • خودبه‌خودی شدن در فراخوانی حقایق، مفاهیم، قراردادهای و رویه‌های لازم برای عمل ساده‌کردن • فهمیدن عمل ساده‌کردن عبارت‌های جبری به عنوان تبدیلاتشان به یک جمله‌ای‌ها • تشخیص یک جمله‌ای‌های متشابه
۲	دانش و رویه‌های لازم برای ساده‌کردن عبارت‌های جبری	<ul style="list-style-type: none"> • دسترسی به دانش مورد نیاز برای ساده‌کردن عبارت‌های جبری، جداسازی عبارت‌های جبری و تبدیل آنها به اجزا • فهمیدن مفهوم یک جمله‌ای • اطمینان از یک جمله‌ای بودن همه اجزا • درک فرایند حل مسئله و گسترش شبکه‌های مفهومی موجود در ذهن • فهمیدن و مهارت در ترتیب عملیات

ردیف	مرحله‌ها	توضیح هر مرحله
		<ul style="list-style-type: none"> • دانستن ضرب یک‌جمله‌ای در دو جمله‌ای • مهارت در تشخیص جمله‌های متشابه و جمع و تفریق آنها.
۳	ساده کردن عبارت- های جبری	ساده کردن عبارت‌های جبری با استفاده از دانش پیشین و درک و فهم اشاره شده در مرحله‌های ۱ و ۲
۴	بازنگری و مرور سه مرحله قبل	<ul style="list-style-type: none"> • اطمینان از فهم دانش‌آموزان از موارد ذکر شده در مرحله اول • پرسش درباره موارد بحث شده در مرحله دوم • مرور راه‌حل‌های انجام شده در مرحله سوم به صورت فردی و گروهی در کلاس نظیر چستی «ساده کردن عبارت جبری»، «شرایط لازم برای آن»، «اطمینان از درستی انجام محاسبات» • استفاده از این مرحله برای ارتقای مهارت خود-ارزیابی در دانش-آموزان.

در این مدل، نظرهای اصلاحی معلمان لحاظ شد و در آخرین بازبینی، این نسخه به تأیید همگی رسید. شرح تصویری مدل اعتباربخشی شده آموزش ساده کردن عبارت‌های جبری در پایه هشتم، در شکل (۱) آمده است.



شکل ۱: مدل اعتباربخشی شده به روایت تصویر

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

یافته‌های کمی

جدول ۴، میانگین و انحراف معیار نمرات دانش‌آموزان را در دو گروه کنترل و آزمایش برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون، نشان می‌دهد.

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	مرحله آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار
آزمایش	پیش‌آزمون	۳۰	۱۵/۹۷	۳/۶۰
	پس‌آزمون	۳۰	۱۷/۰۴	۲/۹۰
کنترل	پیش‌آزمون	۳۰	۱۶/۰۳	۳/۷۴
	پس‌آزمون	۳۰	۱۶/۰۸	۲/۸۳

تفاوت میانگین نمرات دانش‌آموزان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل بیشتر بود که نشان‌دهنده این است که عملکرد دانش‌آموزان گروه آزمایش که مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری را از طریق تدریس مداخله‌ای بر مبنای مدل طراحی‌شده توسط این پژوهش آموزش دیدند، بهتر از عملکرد دانش‌آموزان گروه کنترل بود که این مبحث را به روش سنتی آموزش دیدند.

بعد از این مرحله، فرضیه پژوهش مورد آزمون قرار گرفت.

فرضیه پژوهش: مدل تبیین شده برای یادگیری مبحث ساده‌کردن عبارت‌های جبری در پایه هشتم، تأثیر بیشتری بر یادگیری دانش‌آموزان نسبت به روش سنتی دارد.

برای آزمون فرضیه پژوهش، از تحلیل کواریانس استفاده شد که در آن، نمرات پس‌آزمون به عنوان متغیر مستقل، نمرات پیش‌آزمون به عنوان متغیر همپراش و گروه به عنوان عامل ثابت در نظر گرفته شد. همچنین برای اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف اجرا شد که نتایج آنها در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. نتایج آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف

آماره	درجه آزادی	سطح معناداری
-------	------------	--------------

۰/۰۷۵	۶۰	۱/۲۸
-------	----	------

فرض صفر در این آزمون، پیروی داده‌ها از توزیع نرمال می‌باشد. بر اساس نتایج این آزمون، مقدار $p=0/075 > 0/05$ و $F=1/28$ است، بنابراین چون در این آزمون $P > 0/05$ می‌باشد، لذا فرض صفر رد نمی‌شود و توزیع داده‌ها نرمال هستند. برای بررسی مفروضه همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین ۱ بهره برده شده است که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶. نتایج آزمون لوین به منظور بررسی همگنی واریانس‌ها

F نسبت	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معناداری
۰/۷۴	۱	۵۸	۰/۳۹۲

با توجه به جدول چون سطح معناداری در آزمون لوین بیشتر از ۰/۰۵ است، بنابراین همگنی واریانس‌ها هم تصدیق شد. در نتیجه با وجود تصادفی بودن، نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها، از وجود مفروضه‌های لازم برای تحلیل کواریانس اطمینان حاصل شد و این آزمون انجام شد. جدول ۷، نتایج تحلیل کواریانس را نشان می‌دهد.

جدول ۷. نتایج تحلیل کواریانس اثربخشی مدل در مبحث ساده کردن عبارت‌های جبری

مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معناداری	
۲۹۲/۳۴۱	۱	۲۹۲/۳۴۱	۸۹/۷۲	۰/۰۰۰۱	پیش آزمون
۱۴/۸۲۰	۱	۱۴/۸۲۰	۴/۵۵	۰/۰۳	گروه
۱۸۵/۷۱۱	۵۷	۳/۲۵۸			خطا
۴۹۱/۸۲۸	۶۰				مجموع

ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

با توجه به خروجی تحلیل کواریانس مقدار F تأثیر متغیر مستقل ($4/55$) معنادار است ($P < 0/05$)، یعنی پس از خارج کردن تأثیر همپراش، اختلاف معناداری بین میانگین دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون وجود دارد. لذا فرضیه پژوهش تأیید شد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف طراحی مدلی برای آموزش مبث ساده‌کردن عبارتهای جبری و بررسی تأثیر آن بر بهبود یادگیری دانش‌آموزان پایه هشتم، انجام شد. این مدل، مبتنی بر رویکرد ساخت‌وسازگرایی تدوین شد. یافته‌های حاصل از آموزش مبث ساده‌کردن عبارت-های جبری بر اساس این مدل، نشان‌دهنده تأثیر مثبت آن بر بهبود یادگیری دانش‌آموزان پایه هشتم شده است. آموزش مبث ساده‌کردن عبارتهای جبری با استفاده از این مدل، به دانش-آموزان کمک کرد تا در فرایند ساختن دانش خود سهیم شوند که یکی از اصول و اهداف اصلی رویکرد ساخت‌وسازگرایی است. یافته‌های این پژوهش همسو با نتایج تحقیق فرید (۲۰۰۰)، کاوالو و لایچ (۲۰۰۱)، دوار^۱ (۲۰۰۴)، مک‌گرگور^۲ (۲۰۰۴)، فلوگر^۳ (۲۰۰۵) و دوگرو و تکایا^۴ (۲۰۰۸) است که با تبیین و اجرای مدل‌های آموزشی مبتنی بر رویکرد ساخت-وسازگرایی، تأثیر مثبت آنها در بهبود ریاضی دانش‌آموزان، مشاهده شد و همگی به این یافته مشترک رسیدند که مدل‌های آموزشی که دانش‌آموزان را وادار به تفکر می‌کنند و مشارکت آنان را توسعه می‌دهند و باعث ارتقای یادگیری آنان می‌شوند (دوار، ۲۰۰۴). از طرف دیگر، این پژوهش نشان داد که تدریس از طریق مدل تدوین‌شده، تأثیر مثبتی بر یادگیری مباحث جبر و به‌خصوص ساده‌کردن عبارتهای جبری توسط دانش‌آموزان داشت.

پیشنادهایی برای معلمان

- استفاده از مدل‌های یادگیری مناسب، به بهبود یادگیری ریاضی دانش‌آموزان دوره اول متوسطه کمک می‌کند.

1. Doerr
2. Macgregor
3. Floger
4. Dogru & Tekkaya
۵۹

- گروه‌های درس‌پژوهی، فرصتی برای معلمان ایجاد می‌کند تا به کمک سایر همکاران، مدل آموزشی مناسب را برای تدریس خود انتخاب کنند.

منابع

بیرامی‌پور، علی و لیاقت‌دار، محمدجواد. (۱۳۸۸). بررسی کیفیت تدریس درس ریاضی پایه چهارم دبستان شهر اصفهان به منظور ارائه راهکارهایی برای بهبود عملکرد دانش‌آموزان در آزمون بین‌المللی تیمز. فصلنامه تعلیم و تربیت. شماره ۱۰۰. صص. ۴۹ تا ۶۸. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.

Baker, W., Czarnocha, B., & Prabhu, V. (2004). Procedural and conceptual knowledge in mathematics. *Proceedings of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Toronto, Ontario, Canada.

Beyrami poor, A., & Liaqat dar, M. J. (2009). Quality of teaching of mathematics of fourth grade in Isfahan in order to provide strategies for improving student performance in international tests Thames. *Journal of Education*, 25 (4), 49-68. (In Farsi.)

Booker, G. (1987). Conceptual obstacles to the development of algebraic thinking. In J. Bergeron, N. Herscovics & C. Kieran (Eds.). *Proceedings of the eleventh international conference Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 275-281). Montreal: PME.

Bush, S. B. (2011). *Analyzing common algebra-related misconceptions and errors of middle school students* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://doi.org/10.18297/etd/187>.

Capraro, M. M. & Joffrion, H. (2006). Algebraic equations: Can middle-school students meaningfully translate from words to mathematical symbols? *Journal of Reading Psychology*, 27 (1), 147-164. Doi: 10.1080/027027106006442467.

Cavallo, A.M.L., & Laubach, T.A. (2001). Students' science Perceptions and Enrollment Decisions in Differing Learning Cycle Classrooms. *Journal of Research in science Teaching*, 38(9):1029- 1062.

Dekock, A., Sleepers, P., & Voeten, JM. (2004). New Learning and the Classification of Learning Environments in Secondary Education. *Review of Educational Research*. 74 (2). 141-170.

- Doerr, H. (2004). Teacher's knowledge and the teaching of algebra. In K. Stacey, H. Chick & Kendal (Eds.), *The Future of Teaching and Learning of algebra. The 12th ICMI Study* (pp. 267-290). Boston: Kluwer.
- Dogru, A. P. and Tekkaya, C. (2008). Promoting Students Learning in Genetics with the Lesrning Cycle. *Journal of Experimental Education*, 76 (3).
- Driscoll, M. (2000). *Psychology of Learning for instruction*. Needham Heights, MA, Allyn & Bacon.
- Fleisch, B. (2008). *Primary education in crisis: Why South African Schoolchildren underachieve in reading and mathematics*. Juta Academic: Cape Town, South Africa. Retrieved from <http://www.amazon.co.uk>.
- Floger, E. (2005). *Efficacy of mastery learning as a method of instruction: implications for instructional leaders* (Doctoral desertation). Ashland, Ashland University.
- Frid, S. (2000). Using learning cycle in mathematics: more than the sum of parts. *Australian Mathematics teacher*, 56 (4): 32-37.
- Guler, M. & Celic, D. (2016). A research on future mathematics teacher's instructional explanations: the case of algebra. *Journal of Educational Research and Reviews*. 11(16), 1500-1508. 10.5897/ERR2016.2823.
- Hakkarainen, A., Holopainen, L., & Savolainen, H. (2013). Mathematical and reading difficulties as predictors of school achievement and transition to secondary education. *Scandinavian Journal of educational research*, 57(5): 488-506.
- Jacobse, A. E., & Harskamp, E. G. (2012). Toward efficient measurement of metacognition in mathematical problem solving. *Metacognition and Learning*, 7 (2): 133-149.
- Jia, Q. (2010). A /brief Study on the Implication of Constructivism Teaching Theory on Classroom Teaching Reform in Basic Education. *International Education Studies*, 3 (2): 197-199.
- Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15 (1): 60-68.
- Kaput, J. (2008). What is algebra? What is algebraic reasoning? In J.J. kaput, D. W. Carraher & M. L. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp. 5-18). New York: Taylor & Francis Group & National Council of Teachers of Mathematics.
- Lacroix, L.N. (1991). *Mathematics Teaching Practice: A Constructivist Perseptive* (Unpublished manuscript), the University of British Columbia, Canada.

- Lebow, D. (1993). Constructivist Values of Instructional System Design: Five Principles toward a new Mindset. *Educational Technology Research & Development (ETR&D)*, 41 (3). 4-16.
- MacGregor, M. (2004). Goals and Content of an algebra curriculum for the compulsory years of schooling. In K. Stacey, H. Chick & Kendal (Eds.), *The Future of Teaching and Learning of algebra: The 12th ICMI Study* (pp. 313-328). Boston: Kluwer.
- Mamba, A. (2012). *Learner's errors when solving algebraic tasks: A case study of grade 12 mathematics examination papers in South Africa* (Unpublished doctoral dissertation). Johannesburg University, South Africa.
- Mest, O. (2006). *The effect of (7E) learning cycle model on Improvement of fifth grade students' critical thinking skills*. A thesis submitted to the graduate school of natural land applied sciences of Middle East Technical University.
- Norton, S. & Irwin, J. (2007). A concrete approach to teaching algebra. In J. M. Watson & K. Beswick (Eds.), *Proceedings of the 30th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. (pp. 561-570). Hobart, Sydney: MERGA.
- Novello, A. C., Degraw, C., & Kleinman, D. (2007). Healthy children ready to learn: An essential collaboration between health and education. *Public Health Reports*, 107: 3-15.
- Odom, A.L., & Kelly, P.V. (2001). Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concepts to High School Biology Students. *Science Education*, 85, 615-635.
- Olsen, DG. (2000). Constructivist principles of Learning and Teaching Methods. *Education*. 120 (2). 347-355.
- Olusegun, B.S. (2015). Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 5(6): 66-70. Doi: 10.9790/7388-05616670
- Owusu, J. (2015). *The Impact of Constructivist- Based Training method on Secondary School Learners Errors in Algebra* (Master dissertation). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10500/19207>.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press. Princeton science library.
- Reyna, V. F., & Brainerd. C. J. (2007). The importance of mathematics in health and human judgment: Numeracy, risk communication, and medical decision making. *Learning and Individual Differences*, 17(2):147-159.

... ضرورت تدوین معیارهای روبریک کیفی برای اجرای موفقیت‌آمیز ...

- Richard, J. C. (1996). *Turning to the artistic: developing an enlightened eye by greating teaching self-portraits*. Paper presented at the international conference, Herstmonceux castle, East Sussex, England, August 5-8.
- Seng, L. K. (2010). An error analysis of Form 2 (Grade 7) students in simplifying algebraic expressions: A descriptive study. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 8(1): 139-162.
- Shoenfeld, A.H. (1995). *Cognitive Science and Mathematics Education Overview*.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Journal of Educational researcher*, 15 (2), 4-14. doi: 10.3102/0013189X015002004.
- Thompson, S. A., & Tilden, V. P. (2009). Embracing quality and safety education for the 21st century: building inter ptofessional education. *Journal of Nursing Education*, 48: 698-701.
- Usiskin, Z. (1995). Why is algebra important to learn? *American Educator*, 30-37.
- Woolley, N. N., Jarvis, Y. (2007). Situated cognition and cognitive apprenticeship: A model for teaching and learning clinical skills in a technologically rich and authentic learning environment. *Nurse Educ Today*, 27(1): 73-9.

پیوست (الف)

پیش‌آزمون

بسمه تعالی	نام و نام خانوادگی آزمون ریاضی
$b+b=$	عبارت‌های جبری زیر را ساده کنید.
$8b-b=$	
$3xy-7yx=$	
$5ab+2ab=$	
$7a+4b-3a+2b=$	
$7x-4y-(-11x)+7y=$	
$(4n-7)+(7n+4)=$	
$(m+7)(-2)=$	
$2x-17-(3x-4)=$	
$4(2x-1)+3x-7=$	

پیوست (ب)

پس‌آزمون

بسمه تعالی	نام و نام خانوادگی آزمون ریاضی
$2x-y+x-y+4x=$	عبارت‌های جبری زیر را ساده کنید.
$2a-b+8-a+8b+4+7a=$	
$8x^2+x-x^2+4x-x+x^2=$	
$(-x)(-x^2)=$	
$(6x^2y^3)(4yx^3z)=$	
$-3x(-5y)+xy=$	
$(-x)(-x)+3y^2+5x^2-(-y)(+y)=$	
$2a(3b+2c)-6ab+ac=$	
$(2a+b)(a+b)=$	
$(a-b)(a+b)=$	