

## اثربخشی آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی E 5 بر توانایی درک مفهومی ریاضی دانش آموزان پایه هشتم

سید محمدرضا امام جمعه<sup>۱</sup> و زهرا رضائی<sup>۲</sup>

**چکیده:** هدف این مقاله بررسی اثربخشی آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی E5 بر توانایی درک مفهومی دانش آموزان پایه هشتم است. روش تحقیق در این پژوهش نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه گواه است. جامعه آماری این پژوهش، شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه هشتم دوره اول متوسطه شهرستان بهارستان در سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۳ است. حجم نمونه متشکل از ۵۸ نفر دانش‌آموز دختر پایه‌ی هشتم است که ۳۰ نفر از آنها گروه گواه و ۲۸ نفر گروه آزمایش هستند. نمونه‌ها با روش نمونه‌گیری تصادفی چند مرحله‌ای انتخاب شده‌اند. ابزار گردآوری داده‌ها در این پژوهش، آزمون سنجش توانایی درک مفهومی ریاضی است که از سؤالات حیطة به کارگیری آزمون تیمز ریاضی انتخاب شده بودند که پایایی آن از طریق آلفای کرونباخ ۰/۸۱ به دست آمد. در ابتدا از هر دو گروه پیش‌آزمون به عمل آمد سپس متغیر آزمایشی (تدریس ریاضی مبتنی بر الگوی E5) در پنج مرحله‌ی فعال سازی، اکتشاف، توضیح، شرح و بسط، ارزش‌یابی در ۱۶ جلسه برای گروه آزمایشی اجرا شد. در گروه گواه نیز همان مباحث به شیوه‌ی معمول آموزش داده شد. سپس، پس‌آزمون بر روی دو گروه اجرا شد. و داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس، و با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد توانایی درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان گروهی که بر اساس الگوی E5 آموزش دیده بودند نسبت به گروهی که با روش سنتی آموزش دیده‌اند، بیشتر بود. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که تدریس مبتنی بر الگوی E5 شامل فرآیندهایی است که باعث ارتقای درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان و پیشرفت در فرایند آموزش و یادگیری می‌شود.

**واژگان کلیدی:** تدریس ریاضی، دانش‌آموزان پایه هشتم، الگوی E5، توانایی درک مفهومی ریاضی.

### Effectiveness of Math-Based E 5 Teaching on the 8<sup>th</sup> Grade Students' Capability of Conceptual Perception in Mathematics

S.M.Emamjomeh<sup>1</sup> and Z.Rezaie<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof. Faculty of Humanities ShahidRajae Teacher Training Uni.

<sup>2</sup>M.A. of Curriculum Planing in Shahid Rajae Teacher training Uni.

**Abstract:** The purpose of this paper was to examine the effectiveness of E5 based mathematics teaching on the 5<sup>th</sup> grade students' capability of conceptual perception. The research method was a pretest - posttest quasi-experimental design with a control group. The population of this study includes all eighth grade girl students in the first term of secondary school in Baharestan the school year of is 2014-2015 consisting of 30 students in the experimental group and 28 students in control group selected by multiple random sampling. The data were collected by assessment of students' capability of conceptual mathematics perception taken from TIMSS mathematics testing. The reliability was 81 Cronbach's alpha. At the beginning of each group pre-test was used to test the variables (math-based model E5) in the five-stages of activation, exploration, explanation, elaboration, evaluation. 16 sessions were conducted in the experimental group and the control group was taught the usual way exchange. Then, the test was conducted to the two groups. The data were analyzed by using analysis of covariance, using Spss software version 19. The results indicated that the capability of students of experimental group was much better than the control group. Generally speaking, the math-base E 5 Teaching improves the students' conceptual perception of Mathematics and their achievements in mathematics learning.

**Keywords:** Math Based E5 Teaching, Students, Capability of Conceptual Perception in Mathematic

<sup>۱</sup> استادیار دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی (نویسنده مسئول) آدرس پست الکترونیکی: m\_r\_imam@yahoo.com

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی درسی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

## ۱- مقدمه

یکی از اهداف مهم آموزش ریاضیات، باید کمک به دانش‌آموزان در شکل‌گیری درک مفهومی<sup>۱</sup> آنان از مفاهیم ریاضی در همه سطوح تحصیلی باشد. رسالت آموزش ریاضی و پژوهشگران در این عرصه، بستر سازی مناسب برای رشد تفکر و مهارت‌های ریاضی در فراگیران است [۱]. از دیگر اهداف اصلی و مهم پژوهشگران و متخصصان ریاضی، ارتقاء و بهبود کیفیت آموزش ریاضی در مدارس است. از جمله اقداماتی که انجمن بین‌المللی پیشرفت تحصیلی (IEA)<sup>۲</sup> که به منظور این مهم صورت داده است، انجام مطالعات تطبیقی بین‌المللی در رابطه با ریاضی، همان تیمز<sup>۳</sup> (TIMSS) است. در این مطالعه بین‌المللی که نمره عملکرد ریاضی دانش‌آموزان را به منظور شناسایی نقاط ضعف و قوت برنامه‌های درسی و آموزشی و انعکاس سودمندی برنامه‌های درسی کشورهای مختلف انجام می‌گیرد، نمره عملکرد ریاضی دانش‌آموزان ایرانی در همه‌ی این مطالعات (تیمز ۱۹۹۵، ۱۹۹۹، ۲۰۰۳، ۲۰۰۷، ۲۰۱۱) پایین‌تر از نمره میانگین بین‌المللی است. این نتایج در حالی است که در تقسیم بندی سؤالات تیمز بالاترین درصد از سؤالات، به حیطه درک و فهم ریاضی (۴۰ درصد) در مقابل دانش ریاضی (۳۵ درصد) و استدلال ریاضی (۲۵ درصد) اختصاص یافته است [۳ و ۲]. علی‌رغم اینکه چشم انداز ریاضیات مدرسه‌ای در مستند "اصول و استانداردها"<sup>۴</sup> بر مبنای یادگیری همراه با درک دانش‌آموزان از ریاضی، تأکید فراوان دارد. متأسفانه یادگیری ریاضیات بدون درک، مدت زیادی است که در تدریس و آموزش ریاضیات معمول بوده است. در واقع حداقل از دهه ۱۹۳۰، یادگیری بدون درک ریاضی از مشکلاتی است که با آن روبرو بوده‌ایم و موضوعی است که در طول سال‌ها مورد بحث و تحقیق پژوهشگران و آموزشگران بوده است، درک عمیق<sup>۵</sup> و توانایی به کارگیری<sup>۶</sup> و به کار بستن فرایندها<sup>۷</sup>، مفاهیم<sup>۸</sup>، رویه‌ها<sup>۹</sup> و روش‌ها لازم‌ی یادگیری مفهومی ریاضیات است [۴]. متخصصان تعلیم و تربیت، با تأکید بر اهمیت تفکر اندیشمندانه و منطقی به عنوان یکی از مهارت‌های مورد نیاز افراد در زندگی، پرورش آن را یکی از اهداف اصلی تعلیم و تربیت می‌دانند و معتقدند نظام آموزشی، به جای انتقال صرف اطلاعات به دانش‌آموزان، باید موقعیت‌های

مناسبی را برای پرورش تفکر و توسعه‌ی آن فراهم آورد [۵ و ۶] محققان دریافتند در کشورهایی که امتیاز بالایی در مسابقات بین‌المللی موفقیت ریاضی (تیمز) کسب کرده‌اند، کلاس‌های درس ریاضی یک وجه اشتراک دارند [و آن] فرهنگ تدریس و یادگیری است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند، ارتباطات و اتصالات را برقرار سازند و درک مفهومی را بنا نهند همچنین متوجه شدند در این کشورها، معلمان، نه تنها به دانش‌آموزان مسائل ریاضی چالش برانگیز محول می‌کنند، بلکه از پرسش و گفت‌وگوی فعال نیز استفاده می‌کنند تا به دانش‌آموزان کمک کنند که در حین حل مسائل، ارتباطات و اتصالات بین مفاهیم ریاضی را دیده و درک نمایند [۷]. همچنین بررسی نتایج تیمز ریاضی در سؤالات حیطه درک و فهم نشان می‌دهد میانگین نمرات دانش‌آموزان ایرانی در سؤالات درک و فهم در همه‌ی مطالعات به طور معناداری از نمره میانگین بین‌المللی پایین‌تر است [۳ و ۲] بنابراین توانایی درک مفهومی دانش‌آموزان ایران در درس ریاضی در سطح قابل قبولی نیست. همچنین بر طبق نتایج حاصل از تحلیل آزمون‌های تیمز، فرآیند تدریس و روش آموزش نقش مستقیم و به سزایی در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان دارد. برنامه درس ملی ایران یکی از اصول ناظر بر برنامه‌های درسی و تربیتی را، اعتبار نقش یادگیرنده می‌داند در صورتی که دانش‌آموز در کلاس درس ما به موجودی منفعل تبدیل می‌شود که مسئول یادگیری خود نیست. همچنین در حوزه برنامه درسی ریاضیات ایران، توانایی دانش‌آموزان در به کارگیری ریاضی در حل مسائل روزمره و انتزاعی از اهداف اساسی آموزش ریاضی است، به طوری که در قلمرو حوزه آموزش ریاضیات از یک سو، درک مفاهیم ریاضی و از سوی دیگر بر آشنایی دانش‌آموزان با فرآیندهای ریاضی نظیر حل مسأله و به کارگیری استراتژی‌های حل مسأله، مدل سازی (مسائل واقعی و پدیده‌ها)، فرضیه سازی و تفکر نقاد تأکید دارد [۸]. کوهن (۲۰۰۸) در کتاب «آموزش برای تفکر»<sup>۱۰</sup> با بیان سؤالاتی مرتبط با اهداف آموزش مدرسه‌ای، مخاطب را با چالش‌هایی مواجه می‌کند مانند اینکه کدام مهارت‌های فکری برای دانش‌آموزان ضروری است؟ جهت دستیابی به این مهارت‌ها، لازم است دانش‌آموزان با چه فعالیت‌هایی آشنا شوند و چه دانشی را کسب کنند. لازم

طبیعت درونی می‌شود، ثانیاً، دانش یک درک شخصی از جهان خارج از طریق تجربه شخصی است، تا تجارب دیگران. ثالثاً، این دانش ارائه شده‌ی درونی، اساس دیگر ساختارهای دانش جدید فرد می‌شود [۱۴]. دیدگاه‌های سازنده‌گرایی از پژوهش‌های پیاز، ویگوتسکی، روان‌شناسان گشتالت، و برونر و نیز از فلسفه‌ی پرورشی جان دیوئی سرچشمه می‌گیرند [۱۵]. سازنده‌گرایی به گونه‌های مختلفی تعریف شده است، اما همه‌ی آنها بر نقش فعال یادگیرنده در درک و فهم و ساختن دانش تأکید کرده‌اند. از جمله در واژه‌نامه‌ی روان‌شناسی آکسفورد (۲۰۰۳) آمده است، که سازنده‌گرایی «اندیشه‌ای است که طبق آن اداراکات، یادها و سایر ساخت‌های ذهنی پیچیده به طور فعال توسط فرد و در ذهن او ساخته می‌شوند نه اینکه از بیرون به درون ذهن می‌آیند» (ص ۱۶۲). طبق گفته‌ی سانتروک (۲۰۰۴)، «سازنده‌گرایی یک رویکرد یادگیری است که بر فعال بودن یادگیرنده در ساختن دانش و فهم تأکید می‌کنند. نیز شانک (۲۰۰۰) گفته است سازنده‌گرایی یک دیدگاه روان‌شناختی و فلسفی است که طبق آن افراد بیشتر آن چه را که یاد می‌گیرند و می‌فهمند خود می‌سازند و شکل می‌دهند [۱۵]. همچنین می‌توان گفت سازندگی به آن دیدگاهی گفته می‌شود که معتقد است یادگیری معنادار زمانی رخ می‌دهد که یادگیرندگان از اندیشه‌ها و تجارب خود تفاسیر شخصی به عمل می‌آورند [۱۲] از سویی می‌توان گفت در نظریه سازندگی یادگیری، بیشتر بر فرایندهای تفکر تأکید می‌گردد تا بر فرآورده‌های آن. به طوری که کولر (۱۹۹۰) بر باریک اندیشی یا تفکر عمقی<sup>۲۹</sup> در اسکول (۱۹۹۴) بر تفکر انتقادی تأکید کرده‌اند [۱۶]. از نظر کیم (۲۰۰۵)، «سه تفاوت اساسی بین تدریس مبتنی بر ساخت و سازگرایی و دیگر روش‌های تدریس وجود دارد، ۱- یادگیری بیشتر بر فرایند ساختن فعال دانش متمرکز است تا فرآیند کسب آن. ۲- تدریس بیشتر فرآیند ساخت دانش در یادگیرنده را حمایت می‌کند تا انتقال اطلاعات به او را ۳- تدریس یک مفهوم یادگیری - یاددهی است. یعنی یادگیری در رتبه اول و تدریس در رتبه دوم و یادگیرنده در مرکز یادگیری است. کارپنتر (۲۰۰۳)، باور معلمان موافق این نظریه تدریس را چنین توصیف می‌کند: «این معلمان باور دارند

است مشخص شود که آیا بین آموخته‌های دانش‌آموزان و توانایی‌های آنان در حل مسائل زندگی آینده و حال، ارتباطی وجود دارد یا خیر [۹]. همچنین، میولر و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند که اغلب دانش‌آموزان موقعی که می‌خواهند تفکراتشان را شرح دهند و توجیه نمایند، با مشکل مواجه می‌شوند، آن‌ها بیان می‌دارند که اگر چه ممکن است دانش‌آموزان بتوانند برخی از مسائل پیچیده را حل کنند، اما در اغلب موارد، قادر به توجیه راه حل‌هایشان نیستند و یا اینکه نمی‌توانند به خوبی فرآیند چگونگی رسیدن به جواب را توضیح دهند. یکی از دلایل این مشکل؛ می‌تواند تأکید بیش از اندازه معلمان در کلاس درس، بر روی یادگیری حقایق ریاضی، مهارت‌ها، و رویه‌های مورد نیاز، تنها برای حل مسائل الگوریتمی و معمولی<sup>۱۵</sup> باشد [۱۰].

تحقق درک مفهومی و یادگیری مطلوب ریاضی همراه با ویژگی‌ها و نشانه‌های فوق نیازمند تغییر در روش‌های تدریس است. لذا توجه به روش‌های نوین در امر آموزش ریاضی ضرورت می‌یابد. در روش‌های نوین آموزش ریاضی، سعی بر آن است که یادگیری را از قطب آموزش و یادگیری انفعالی به قطب آموزش یادگیری فعال نزدیک سازند. مراد از یادگیری فعال، آن نوع یادگیری است که یادگیرنده خود در تولید و ساخت دانش و مفاهیم مشارکت داشته باشد [۱۱] یکی از مطرح‌ترین الگوهای ناظر بر آموزش ریاضی، الگوی مبتنی بر ساختن‌گرایی است. این الگو امروزه توجه بسیاری از متخصصان آموزش از جمله؛ آموزش ریاضی، را به خود جلب کرده است و در تحقیقات مختلف نتایج مثبتی را نشان داده است. هسته‌ی مرکزی این الگو درباره‌ی ماهیت دانش بشر است به طوری که معتقد است، دانش کالای قابل جابه جایی نیست و فعالانه توسط فرد ساخته می‌شود [۱۲]. نظریه پردازان بسیاری در خصوص نظریه تدریس مبتنی بر ساختن‌گرایی بحث می‌کنند. از جمله فارستر و جانزی (۲۰۰۳)، معتقدند که «ساخت و سازگرایی، اساساً یک نظریه‌ی یادگیری شناختی است زیرا بر فرآیندهای ذهنی‌ای که معنا سازی می‌کنند تأکید دارد» [۱۳]. جاناسون (۱۹۹۰) بیان می‌کند که «اولاً دانش خارج از تجارب هوشمندانه و مخصوص یادگیرنده ساخته می‌شود و یادگیری از طریق فرایند ساختن یادگیرنده در

مسأله دانش‌آموزان انجام گرفت. نتایج حاصله نشان داد که دانش‌آموزان گروه آزمایش در توانایی تحصیلی، حل مسأله و رشد مهارت‌ها بهبود معناداری نشان دادند [۱۹]. تحقیق دیگری به عنوان "مقایسه نگرش‌ها و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بین محیط کلاس معمول و کلاس‌های مبتنی بر ساختن گرایبی توسط گرینان (۲۰۰۴) در تایلند انجام شد. در پایان محقق مشاهده کرد دانش‌آموزان کلاس مبتنی بر ساخت‌وسازگرایی در مقایسه با کلاس سنتی نمرات بالاتری در پس‌آزمون کسب کردند [۲۰]. در تحقیق دیگری که توسط مرتضوی (۱۳۹۰) با عنوان مقایسه‌ی "روش تدریس مبتنی بر ساخت‌وسازگرایی و روش معمول بر پیشرفت تحصیلی درس ریاضیات یک انجام شد. نتایج حاکی از آن بود که پیشرفت تحصیلی گروه آزمایش که با شیوه‌ی ساخت‌وسازگرایی آموزش دیده بودند، نسبت به گروه گواه که به روش معمول آموزش داده شدند، بیشتر بود. تفاوت بین میانگین‌های آنها از نظر آماری معنادار است و همچنین در چهار خرده‌مقیاس مهارت‌های ریاضی (مدل سازی، فرضیه سازی، استدلال و حل مسأله) دانش‌آموزان گروه آزمایش پیشرفت بهتری داشتند [۲۱]. به طور کلی می‌توان گفت آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی E۵ به عنوان یکی از فرآیندهای مهم آموزش ریاضی در سال‌های اخیر مورد توجه آموزشگران و پژوهشگران ریاضی بوده است. این آموزش به گونه‌ای است که پژوهش‌هایی در تبیین ساخت-وسازگرایی، اثر بخشی این الگو در تدریس دروس مختلف، ارایه اصول و راهبردهایی برای اثر بخشی بهتر این الگو در کلاس درس ریاضی صورت گرفته است. همچنین می‌توان گفت نتایج یافته‌های تحقیقات انجام شده همگی حاکی از ضعف و ناتوانی روش‌های معمول تدریس در پرورش و توسعه درک مفهومی و یادگیری معنادار ریاضی بوده است. پژوهش‌های بسیاری نشان می‌دهد روش‌های تدریس فعال، از جمله روش‌های مبتنی بر الگوی E۵ می‌تواند تأثیر مثبتی در تقویت درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان داشته باشد. الگوی تدریس مبتنی بر E۵ (ساختن گرایبی) شامل ۵ گام به ترتیب فعال سازی<sup>۳۵</sup>، اکتشاف<sup>۳۶</sup>، توضیح دادن<sup>۳۷</sup>، شرح و بسط<sup>۳۸</sup> و ارزش‌یابی<sup>۳۹</sup> است. در کلاس‌هایی با این ویژگی، معلم به دانش‌آموزان مسایلی واقعی و معنادار می‌دهد و آنها را به تدوین فرضیه، ارائه راه حل‌های متنوع

که دانش‌آموزان به جای اینکه دانش ریاضی خود را به صورت تمام شده از معلم یا کتاب درسی دریافت کنند آن را خود می‌سازند در نتیجه دانش‌آموزان به جای موافقت بی چون و چرا با اطلاعات جدید، آن چه را می‌بینند، می‌شنوند یا انجام می‌دهند، در ارتباط با آن چه از قبل می‌دانند تفسیر می‌کنند [۱۷]. از سویی نظریه سازنده گرایبی اجتماعی می‌گوید: دانش در یک بافت اجتماعی وجود دارد و در میان افراد مشترک است، در واقع سازنده‌گرایی اجتماعی شناخته شده‌ترین و پذیرفته شده‌ترین نوع سازنده گرایبی است. این نوع سازنده‌گرایی مستقیماً از نظریه تحول شناختی ویگوتسکی سر بر آورده و از اندیشه‌های برونر و جان دیویی نیز تأثیر پذیرفته است [۱۵]. همچنین ویگوتسکی معتقد بود هر چند یادگیری در درون ذهن یادگیرنده صورت می‌پذیرد، اما حاصل تعامل اجتماعی است، به طوری که معنی از طریق ایجاد ارتباط، فعالیت و تعامل با دیگران ساخته می‌شود و مهارت‌های شناختی و الگوهای فکری محصول فعالیت‌های اجتماعی فردند و تاریخی‌فردی تعیین کننده‌ی اصلی چگونگی تفکر او هستند [۱۵]. در زمینه اثر بخشی آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی E۵ بر توانایی درک مفهومی دانش‌آموزان تا کنون تحقیقی در ایران انجام نشده است اما چمن آرا (۱۳۸۴) در پژوهشی با عنوان "تدریس مبتنی بر ساخت و سازگرایی" به بررسی روش‌های تدریس مبتنی بر این دیدگاه و همچنین اجرای آنها در کلاس ریاضی مقطع راهنمایی پرداخت. وی با اجرا و طراحی فعالیت‌های کلاسی، بعضی از مباحث کتب ریاضی دوره‌ی راهنمایی به نتایج خوبی در جهت شناسایی بدفهمی‌های دانش‌آموزان و نقاط ضعف آنها در ریاضی و همچنین افزایش توانایی دانش‌آموزان در یادگیری در اثر اجرای روش تدریس مذکور دست پیدا کرد. همچنین پیشنهادهایی پیرامون به کارگیری الگوی ساختن گرایبی در تدریس برای معلمان ارائه کرد [۱۸]. همچنین تحقیق دیگری توسط شیخی فینی (۱۳۸۱) با عنوان «مبانی معرفت شناختی سازنده گرایبی و دلالت‌های یاددهی و یادگیری آن» دیدگاه ساخت‌وساز گرایبی را توصیف و تحلیل کرده است. در تحقیقی که توسط میلر و نان (۲۰۰۱) درباره‌ی اثر بخشی ساختار فعالیت گروهی و روش فعالیت تدریس بر گسترش و رشد مهارت‌های حل

ریاضی دانش‌آموزان مؤثر باشد. با توجه به اینکه پژوهش‌هایی که در ایران صورت گرفته از جمله پژوهش مرتضوی (۱۳۹۰)، که به مقایسه روش تدریس مبتنی بر ساخت و سازگرای و روش معمول بر پیشرفت تحصیلی درس ریاضیات (۱) می‌پردازد [۲۱] همچنین پژوهش عسگری (۱۳۸۹)، اثر بخشی نظریه سازنده‌گرایی را در تدریس ریاضی دوره متوسطه اول نمایان می‌کند. اما تاکنون پژوهشی به بررسی اثربخشی آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی  $E_5$  بر توانایی درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان پایه هشتم ایرانی و چگونگی پیشرفت و توسعه درک مفهومی ریاضی صورت نگرفته است. از آنجا که تجربه شخصی محقق به عنوان دبیر ریاضی دوره اول متوسطه نشان می‌دهد دانش‌آموزان در درس ریاضی درک مفهومی ضعیفی دارند. از طرفی با توجه به مطالب اشاره شده، روش‌های معمول تدریس، در پرورش و توسعه درک مفهومی ریاضی موفق عمل نمی‌کنند و با توجه به اینکه روش تدریس مبتنی بر الگوی  $E_5$  بر تقویت و توسعه توانایی درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان مؤثر است بنابراین آموزش مبتنی بر الگوی  $E_5$  به منظور بررسی تأثیر آن بر توانایی درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان انتخاب گردیده است. بنابراین مسأله اصلی در این پژوهش آن است که: آیا روش تدریس ریاضی مبتنی بر الگوی  $E_5$  که از روش‌های فعال و مؤثر در ارتقاء و پیشرفت توانایی درک مفهومی ریاضی معرفی شده است. در مقایسه با روش تدریس معمول، باعث افزایش توانایی درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان پایه هشتم دوره اول متوسطه در حل مسائل ریاضی می‌شود؟

فرضیه پژوهش: آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی  $E_5$  باعث بهبود توانایی دانش‌آموزان در به کارگیری مفاهیم ریاضی در حل مسائل می‌شود.

## ۲- روش تحقیق

از آنجایی که این تحقیق به بررسی تأثیر آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی  $E_5$  بر درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان می‌پردازد جزء تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود و از آنجایی که در پی آن است که تأثیر روش  $E_5$  را در مقایسه با روش سنتی بر توانایی درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان

با کمک گرفتن از سایر همکلاسی‌ها، تفسیر راه حل‌ها، بحث در گروه‌های کوچک درباره ایده‌های ریاضی و ارزیابی نتایج تشویق می‌کند [۲۲]. از نظر تابین و ایمولد (۱۹۹۳) معلم در این دیدگاه، فرصت‌هایی در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد تا درباره یادگیری خود صحبت کنند و با به حداکثر رساندن تعامل اجتماعی بین دانش‌آموزان و ترتیب دادن تجربیات حسی، یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشد [۲۳]. بنا بر گفته سانتروک (۲۰۰۴) این الگو بر نقش فعال یادگیرنده در درک و فهم و معنی بخشیدن به اطلاعات تأکید دارند [۱۶]. از نظر استیف (۲۰۰۲-۲۰۰۰) رئیس انجمن معلمان ریاضی (NCTM)<sup>۴۴</sup>، همانند اسب‌های شاخ‌دار، «ریاضیات سازنده‌گرا»<sup>۴۵</sup> نیز وجود ندارد، اما تعدادی نظریه درباره یادگیری هست که به عنوان سازنده‌گرایی طبقه بندی شده‌اند و آن‌ها می‌توانند به استانداردهای پایه ریاضی مربوط شوند. حداقل دو تعریف از سازنده‌گرایی وجود دارد که تدریس ریاضیات مدرسه‌ای را روشن می‌کند: سازنده‌گرایی رادیکال<sup>۴۶</sup> و سازنده‌گرایی اجتماعی<sup>۴۷</sup> یک نوع از سازنده‌گرایی اجتماعی که مخصوصاً برای آموزش ریاضی به کار می‌رود، مدعی است که ریاضیات باید با تأکید بر حل مسأله تدریس شود و در آن کنش متقابل باید: ابتدا بین معلم و دانش‌آموز و سپس میان خود دانش‌آموزان رخ دهد [۲۴]. از زمانی که ارنست ون گلاسرزفلد (۱۹۸۷)، در یازدهمین کنفرانس بین‌المللی روان‌شناسی آموزش ریاضی، نظریه ساختن‌گرایی (سازنده‌گرایی افراطی رادیکال) را ارائه کرد، سازنده‌گرایی به عنوان نظریه‌ای بسیار قابل توجه در سطح بین‌المللی شناخته شد (چایدر، ۲۰۰۰) [۲۵]. براساس این نظریه‌ی تدریس، دانش توسط فرد ساخته می‌شود و تولید دانش، فرایندی مستمر است که تجربه انفرادی افراد از جهان را، سازمان می‌بخشد و فرد را دانشمندی بالفعل تلقی می‌کند که فعالانه دانش را می‌سازد و مطابق تجربیات، علاقه‌ها، عقاید و اهداف خود، دنیا را درک می‌کند. از طرفی یادگیرنده اطلاعات را ذخیره نمی‌کند، بلکه به طور مداوم دریافت‌های درونی‌اش را مورد آزمون قرار می‌دهد. تا ساختار مناسبی از دانش به وجود آورد [۲۶]. با بررسی مطالعات صورت گرفته به نظر می‌رسد، تدریس ریاضی مبتنی بر الگوی  $E_5$ ، در پیشرفت و توسعه درک مفهومی

نفری اجرا و پایایی آزمون با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۱. محاسبه گردید. همچنین به دلیل تشریحی بودن آزمون، ممکن بود سوگیری دبیر در نمره گذاری تأثیر بگذارد برای تعیین پایایی آزمون از ضریب پایایی مصححان استفاده شد که این ضریب ۰/۸۷. به دست آمد.

### ۳- یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی: با داده‌های جمع‌آوری شده از آزمون سنجش توانایی درک مفهومی ریاضی، برای متغیر وابسته پژوهش به ارائه آماره‌های حداقل و حداکثر نمره، میانگین، انحراف استاندارد، به صورت جدول زیر نمایش داده می‌شود.

جدول ۱- متغیر توصیفی، متغیر وابسته

انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	متغیر پژوهش	گروه‌ها
۱/۹۹	۶/۵۹	۱۰	۳	درک و فهم	گروه آزمایش پیش‌آزمون
۱/۳۷۸	۸/۰۳	۱۰	۶	درک و فهم	گروه آزمایش پس‌آزمون
۲/۰۷۵	۶/۸۱	۱۰	۳	درک و فهم	گروه کنترل پیش‌آزمون
۲/۰۸۵	۶/۸۲	۱۰	۳	درک و فهم	گروه کنترل پس‌آزمون

آمار استنباطی: آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف<sup>۵۱</sup> برای نرمال بودن متغیر تحقیق: برای آزمون فرضیه پژوهش در ابتدا به بررسی نرمال بودن متغیر پرداخته می‌شود. بنابراین در ابتدا این شرط برای متغیر پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به اینکه سطح معنی‌داری آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف در جدول فوق که برای متغیر پژوهش، بیشتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌شود که توزیع متغیر فوق تفاوت معناداری با توزیع نرمال نداشته است.

بسنجد نوع روش تحقیق، نیمه آزمایشی است که از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با استفاده از گروه گواه است. این طرح مشتمل است بر دو گروه، که قبل و بعد از ارائه متغیر مستقل، مقایسه شدند. جامعه آماری در این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه هشتم ناحیه ۲ بهارستان است که در سال تحصیلی ۹۴-۹۳ مشغول به تحصیلند. نمونه‌ی این پژوهش شامل ۵۸ نفر از دانش‌آموزان پایه هشتم (۲۸ نفر گروه آزمایش و ۳۰ نفر گروه گواه) بوده است، که با روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چند مرحله‌ای انتخاب شده‌اند، به این صورت که ابتدا از میان مدارس دخترانه دوره اول متوسطه ناحیه ۲ بهارستان یک مدرسه انتخاب شد. سپس از بین کلاس‌های پایه‌های هشتم (۷ کلاس) ۲ کلاس برای حجم نمونه به صورت تصادفی انتخاب شد و از میان این ۲ کلاس به صورت تصادفی یک کلاس به عنوان گروه آزمایش و یک کلاس به عنوان گروه گواه انتخاب شد. در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری متغیر وابسته در دو موقعیت پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون سنجش توانایی درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان که منتخبی از سوالات حیطة به کارگیری ریاضی آزمون‌های تیمز (۱۹۹۹)، ۲۰۰۳، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱) استفاده شد. و طراحی سوالات اولیه با استفاده از مباحث کتاب ریاضی پایه هفتم انتخاب شده و با استفاده از نظر ۶ نفر از دبیران مجرب ریاضی و ۳ نفر از استادان آموزش ریاضی بررسی و روایی محتوایی شدند. همچنین در این مرحله سوالات مناسب شناسایی شده و پس از بررسی اولیه ۲۰ سؤال انتخاب و آزمون پایلوت در یک گروه ۶۳ نفری از دانش‌آموزان در دو جلسه ۶۰ دقیقه‌ای اجرا گردید و پس از جمع‌آوری اوراق و تصحیح پاسخ‌ها، ضریب دشواری و تمیز سوالات آزمون محاسبه شده و در نهایت تعداد ۱۲ سؤال انتخاب و برای اجرای نهایی آماده گردید. در این پژوهش برای سنجش پایایی آزمون، سوالات آزمون نهایی بر روی یک گروه ۳۰

جدول ۲- آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف برای نرمال بودن متغیر پژوهش

گروه‌ها	متغیر پژوهش	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کولموگوروف-Z-اسمیرنوف	P-value
گروه آزمایش پیش‌آزمون	درک و فهم	۲۸	۶/۵۹	۱/۹۹	۰/۹۹۸	۰/۲۷۲
گروه آزمایش پس‌آزمون	درک و فهم	۲۸	۸/۰۳	۱/۳۷۸	۰/۶۲	۰/۸۳۷
گروه کنترل پیش‌آزمون	درک و فهم	۳۰	۶/۸۱	۲/۰۷۵	۱/۱۱۴	۰/۱۶۷
گروه کنترل پس‌آزمون	درک و فهم	۳۰	۶/۸۲	۲/۰۸۵	۱/۰۹۶	۰/۱۸۱

جدول ۵- میانگین‌های تعدیل شده

گروه	میانگین	انحراف استاندارد	فاصله اطمینان ۰/۹۵	
			حد بالا	حد پایین
آزمایش	۸/۲۸۳	۰/۲۹۵	۷/۶۹۲	۸/۸۷۵
کنترل	۶/۹۹۶	۰/۲۸۵	۶/۴۲۵	۷/۵۶۷

میانگین‌های پس‌آزمون در جدول شماره (۵) برای اثر متغیرهای همپراش شرایط آزمایشی تعدیل شده‌اند. یعنی اثر متغیر همپراش به گونه‌ای مؤثر از این داده‌ها حذف شده است.

همان طور که در جدول شماره (۶) ملاحظه می‌شود ANCOVA یک راهه نشان داد که با حذف اثر نمرات درک و فهم پیش‌آزمون به عنوان متغیر همپراش، اثر اصلی متغیر مستقل بر نمرات درک و فهم پس‌آزمون معنادار است ( $F = ۹ / ۷۵۹ P < , ۰ / ۰۵ \text{Partial } \eta^2, = ۰ / ۱۵۱$ ). بنابراین فرضیه پژوهشی پذیرفته می‌شود به این معنا که آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی ۵E برافزایش میزان درک و فهم دانش‌آموزان مؤثر است.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه یافته‌ها می‌توان گفت بین میانگین‌های دو گروه آزمایش و گواه اختلاف معناداری وجود دارد ( $p < .01$ ) و می‌توان گفت که آزمودنی‌های گروه آزمایش که با شیوهی مبتنی بر الگوی ۵E آموزش دیده‌اند از درک مفهومی بالاتری نسبت به آزمودنی‌های گروه کنترل که به شیوهی معمول آموزش دیده‌اند برخوردارند. نتیجه‌ی حاصل در مورد این فرضیه با یافته‌های میلر و نان (۲۰۰۱)، همسویی دارد [۱۹]. می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از الگوی ۵E می‌تواند وضعیت پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را در سطح درک و فهم ریاضی بهبود بخشد و آنها را در دستیابی به

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که توزیع متغیر پژوهش نرمال بوده است.

#### بررسی فرضیه‌ی پژوهش

آموزش ریاضی مبتنی بر الگوی ۵E باعث ارتقای درک مفهومی ریاضی دانش‌آموزان در به کارگیری مفاهیم ریاضی در حل مسائل می‌شود. ابتدا مفروضات آزمون تحلیل کوواریانس که شامل طبیعی بودن توزیع نمرات، یکسانی شیب خط رگرسیون و یکسانی واریانس‌های خطاست بررسی شده و سپس آزمون انجام شده است.

جدول ۳- آزمون یکسانی شیب خط رگرسیون

سطح معنی داری sig	F	میانگین مجزورات MS	درجه آزادی df	مجموع مجزورات SS	
۰/۰۰۱	۴۱/۴۷۱	۱۰۰/۶۱۶	۱	۱۰۰/۶۱۶	مقدار ثابت
۰/۸۳۵	۰/۰۴۴	۰/۱۰۶	۱	۰/۱۰۶	گروه
۰/۰۰۱	۱۸/۴۸	۴۴/۸۳۶	۱	۴۴/۸۳۶	پیش‌آزمون
۰/۲۵۷	۱/۳۱	۰/۱۷۹	۱	۰/۱۷۹	تعامل گروه و پیش‌آزمون
			۵۴	۱۳۱/۰۱۴	خطا
			۵۸	۳۵۵۱/۰۰	کل

با توجه به جدول شماره (۳) تعامل بین شرایط آزمایشی و متغیر همپراش معنادار نیست. یعنی اینکه شیب خط رگرسیون برای هر دو شرایط آزمایشی یکسان است ( $P > ۰ / ۰۵$  ,  $F = ۱ / ۳۱ P >$ ).

جدول ۴- آزمون F لوبین (یکسانی واریانس‌های خطا)

F	Df1	Df2	Sig
۲/۷۱۳	۱	۵۶	۰/۰۹۷

با توجه به جدول شماره (۴) واریانس‌های خطا در شرایط آزمایشی مختلف یکسان است ( $P > ۰ / ۰۵$ )

جدول ۶- نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نمره متغیر درک و فهم

مجدور اتای سهمی	سطح معنی داری sig	F	میانگین مجزورات MS	درجه آزادی df	مجموع مجزورات SS	
۰/۴۲۳	۰/۰۰۱	۴۱/۹۸۷	۱۰۲/۴۴۳	۱	۱۰۲/۴۴۳	مقدار ثابت
۰/۲۴۵	۰/۰۰۱	۱۷/۸۲۴	۴۳/۴۸۸	۱	۴۳/۴۸۸	پیش‌آزمون
۰/۱۵۱	۰/۰۰۳	۹/۷۵۹	۲۳/۸۱	۱	۲۳/۸۱	گروه
			۲/۴۴	۵۵	۱۳۴/۱۹۳	خطا
				۵۸	۳۵۵۱	کل

- <sup>19</sup>- Radical constructivism  
<sup>20</sup>- Social constructivism  
<sup>21</sup>- Von Glasersfeld , Ernest  
<sup>22</sup>- Chi-der  
<sup>23</sup>- kearsley  
<sup>24</sup>- kolmogorov-smirno

### مراجع

- [1] Allamalhodai, H. (2009) . Principles of Mathematics Education , First Edition , Tehran. Mashhad Ferdowsi University.
- [2] National Center Timss and PIRLS international study. (2009) .set the Thames Timss grade science and math questions with abstracts of national and international results in(2007) compared to the Thames in (1995, 1999, 2003, 2007). Collection, compilation, Abdul Karimi, Tehran Institute of Education Studies.
- [3] National Center Timss and PIRLS international study. (2014) Science and Mathematics series of questions based Timss eighth (third) with key and manual correction and grading and the results of the Timss, (2011), collection, compilation, cute town Bakhshalizade born.
- [4] Council of mathematical curriculum planning research and curriculum planning organization (2010). curriculum guide mathematics, the Office of curriculum planning and author of textbooks.
- [5] Haji Hosseini Nejad, GR. baleghizade, S. (2010). The impact of education based on "teaching for understanding" the experienced curriculum of Art history lesson, Journal of Curriculum Studies, 17, 39-55
- [6] Maleki,H. Habibipour, M. (2004) .The main purpose of fostering critical thinking in education, educational innovations Journal, 19, 93-108.
- [7] Hyde, A. (2006). Mourtazi mehrabani, translation, mathematics and Cognition. Mathematics Education, Period 28, 4.
- [8] National curriculum of the Islamic Republic of Iran . (1391). Ministry of Education.
- [9] Kuhn , Deanna (2008) . Education for thinking . Harvard university.
- [10] Mueller, M . ,Yankelewitz ,D .& Maher ,C . (2010) . Rules without reason : Overcoming students obstacles in learning . the Montana Mathematics Enthusiast , 17(2/3) ,307-320.
- [11] Aghazadeh, M. (۲۰۱۱). Guide to new methods of teaching, the sixth edition, Tehran, Antshara the Yyzh .
- [12] Biehler , R . F . , J . Snowman , (1993) . Psychology applied to teaching ( 7th ed ), USA : Houghton Mifflin.

اهداف آموزشی و همچنین ارتقا و تقویت مهارت‌های ریاضی و فرایند یاددهی و یادگیری هدایت کند. از آنجایی که درک معنا برای مفاهیم، فقط توسط خود دانش‌آموز میسر است و معلم حداکثر می‌تواند زمینه مناسب درک معنا را برای دانش‌آموز فراهم کند، چنین شرایطی در الگوی ۵E مهیا است هرچند استفاده از الگوی ۵E در آموزش، مشکلات و محدودیت‌هایی از قبیل کمبود زمان مناسب، مقاومت در برابر تغییر عادات پیشین (معمول) و مسائلی از این قبیل را شامل می‌شود اما با توجه به نتیجه فرضیه تحقیق، پیام این پژوهش معرفی این الگو به عنوان روشی کارآمد، در ارتقاء درک مفهومی دانش‌آموزان در مسائل ریاضی است. در نگاهی کلی‌تر این الگوی آموزشی می‌تواند ضمن کاستن از حجم سخنرانی معلمان در کلاس‌های درس ریاضی، نقش هدایتی و نظارتی دانش‌آموزان را در فرآیند یادگیری افزایش دهد و کلاس‌های درس یک سویه را به کلاس‌های مملو از نشاط و هم‌اندیشی بین معلم و دانش‌آموزان تبدیل نماید. لذا پیشنهاد می‌شود با توجه به اثر بخشی این الگو در ارتقاء یادگیری دانش‌آموزان در بسیاری از پژوهش‌ها و همچنین در پژوهش حاضر، الگوی تدریس مبتنی بر الگوی ۵E به عنوان جای‌گزینی مناسب و مؤثر برای روش‌های سنتی در مدارس مورد استفاده قرار گیرد. همچنین پژوهشگر امیدوار است یافته این پژوهش بتواند داده‌ی معتبری را برای معلمان ریاضی، برنامه‌ریزان درسی و تصمیم‌گیرندگان فراهم آورد تا آنها را در بهبود و اصلاح برنامه درسی ریاضی پایه هشتم دوره اول متوسطه یاری رساند.

### پی‌نوشت

- <sup>1</sup>- Conceptual understanding  
<sup>2</sup>- International Association for the Evaluation of Educational Achievement  
<sup>3</sup>- Trends in International Mathematics and Science Study  
<sup>4</sup>- Principles and Standards for School Mathematics .  
<sup>5</sup>- Understanding  
<sup>6</sup>- The ability to use  
<sup>7</sup>- Processes  
<sup>8</sup>- Implications  
<sup>9</sup>- Procedures  
<sup>10</sup>- Education for thinking  
<sup>11</sup>- Rutine  
<sup>12</sup>- Narrow-minded or deep thinking  
<sup>13</sup>- Exploration  
<sup>14</sup>- Explanation  
<sup>15</sup>- Elaboration  
<sup>16</sup>- Evaluation  
<sup>17</sup>- National Council of Teachers of Mathematics  
<sup>18</sup>- Constructivist mathematics



- [13] NCTM . (2000) Principles and Standards for School Mathematics . National Council of Teachers of Mathematics, Inc . , Reston :USA.
- [14] kim , J . S . ( 2005 ) . The Effects of a constructivist Teaching Approach on student Academic Achievement , self – concept , and Learning strategies {online } available at : [http // :www . eric . ed . gov /ERIK Docs / data](http://www.eric.ed.gov/ERIK Docs / data).
- [15] Saif , A. A. (2012). New educational psychology, psychology of learning and teaching. Tehran: Publication Douran.
- [16] Saif , A.A. (1998) .(article Satzndgy learning theory and educational applications), Journal of Education, the Special Teaching Methods. 65
- [17] Carpenter , Sh . Constructivism A Prospective , A Journal of the Australian Association off Mathematics Teacher Inc . (APMC) , 1 , 29- 32.
- [18] Chaman Ara, S., (2005). The mathematics teaching methods based on constructivism perspective. M.S. Thesis, School of Mathematical Sciences, University Shahid Beheshti.
- [19] -Miller ,M. ,& Nunn ,G . D. (2001) .Useing group diccation to improve social problem solving and learning .Jurnal Education ( Chula Vista , Calif ) , 121 , 470-475.
- [20] Greenan , J . (2004) . A Comparison of Student Achievement and Attitudes between constructivist and Traditional classroom Environments in Trailand vocational Electroics Programs . available at : [http // :Scholar . lib. Vy . edu /ejournals / JVER](http://Scholar.lib.Vy.edu/ejournals/JVER).
- [21] Mortazavi, M. (2008) .compared the effectiveness of teaching methods based on traditional and constructional methods Rv.sh achievement orientation and first year high school students in mathematics (1), Master Thesis, University of Sahid Rajai.
- [22] Wood, T., (1993). Second grade classroom: Psychological perspective”, Journal for Research in Mathematics Education, 6, 7-1.
- [23] Tobin, K., Imwold, (1993). D., The Mediatonal Role of Constraints in the Return of Mathematics Curricula, In J.A. Malone, P.C.S. Taylor, "Constructivist interpretations of teaching and learning mathematics", Perth, Australia: Curtin University Press, 15-34.
- [24] Stiff, L. V., (2001). Constructivist Mathematics an Unicorns, NCTM News Bulletin, [online], Available: <http://www.nctm.org/about/content.aspx?id=1238.html>.
- [25] Chi – Der Ch ., Constructivism in general education , ph .D Thesis , university of Illinois, 2000.
- [26] Kearsley, G., (1999). Constructivist theory Explorations in Learning and Instruction: The Theory into Practice atabase, [online], Available: <http://www.gwu.edu/~tip/index.html>.

