



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

## E-learning of mathematics using problem-based learning by designing a new software program and studying its impact on the mathematical performance of secondary high school students

M. Jafarabadi Ashtiani<sup>\*1</sup>, M. Nugmonov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Mathematics, Faculty of Sciences, Enghelab-e Eslami Technical College, Technical and Vocational University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Mathematics, Faculty of Sciences, Tajik State Pedagogical University, Dushanbe, Tajikistan

## ABSTRACT

Received: 5 May 2020  
Reviewed: 31 July 2020  
Revised: 30 September 2020  
Accepted: 10 October 2020

## KEYWORDS:

E-learning  
Facilitator software,  
Problem-Based Learning (PBL)  
Mathematical Performance

\* Corresponding author  
✉ [mashtiani@tvu.ac.ir](mailto:mashtiani@tvu.ac.ir)  
☎ (+98912) 4476505

**Background and Objectives:** Since the Problem-Based Learning (PBL) is an efficient, well-accepted, learner-centered method in which the learner is active in the whole process of teaching and learning, it is a suitable method for teaching mathematical concepts. Nevertheless, the researchers have pointed out that the implementation of the PBL method in the traditional way faces serious limitations, such as shortage of financial resources, lack of time, and skilled educators. Therefore, implementing this method to benefit from the existing facilities in the electronic space including writing tools, access to shared resources, discussion and exchange of ideas among students, and sharing opinions and ideas is an undeniable necessity. The main purpose of the present study is designing a new software program based on problem-based learning (named as Facilitator Software) and investigating the effect of this software on the mathematical performance of third-grade high school students. The Facilitator Software was designed and implemented by consultation with a team of educational and mathematical technology experts to learn some of the mathematics topics of third-grade high school. This software provides an appropriate method for teaching mathematical concepts in electronic environments (e-environments) which results in increasing the students' activity in mathematics, saving time and educational expenses and providing an opportunity to take ongoing written examinations for students and online self-assessment in e-environments.

**Methods:** The study was conducted by a random sampling method based on the pretest-posttest with a control group. As a result, two researcher-made mathematics pre-test and post-test were devised in the form of eight questions, each of which had 20 marks, from mathematics textbook of the third grade high school. Data collection was done using a teacher-made achievement test, with validity and reliability considerations. The content validity of the researcher-made mathematics tests was examined and verified by the Lawshe method. In addition, to evaluate the reliability of the mathematics tests, the split-half method was used. For this purpose, statistical software was used to examine and measure the reliability, based on the split-half reliability coefficient and, finally, for the mathematics tests, reliability was found to be 0.78. Participants in this study were 65 male and female students in the third-grade of two public high schools in Tehran. Based on simple random sampling, the Cochran formula, 32 students were selected as the experimental group and 31 students were chosen as the control group from one high school and in the same way, 33 students were selected as the experimental group and 30 students were chosen as the control group from another high school. The traditional method was used in the experimental groups and in the control groups the Facilitator Software was used to teach mathematical concepts. The data were then collected through mathematical tests and analyzed by exerting analysis of variance and post hoc tests.

**Findings:** The results showed that there is a significant difference between the average scores of the control groups and those of the experimental groups in their post-test results. The average scores of the post-test for the experimental groups were higher than those of the post-test for the two control groups.

**Conclusion:** On the whole, the findings showed that the idea of designing and using the Facilitator Software with emphasis on PBL in teaching mathematics has been successful and this software had a positive effect on the mathematical performance of the third grade high school students.



NUMBER OF REFERENCES

27



NUMBER OF FIGURES

12



NUMBER OF TABLES

9

## مقاله پژوهشی

## آموزش الکترونیکی ریاضی مبتنی بر حل مسئله با طراحی نرم‌افزار جدید و بررسی تأثیر آن بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دوره متوسطه دوم

محمد جعفرآبادی آشتیانی<sup>۱</sup>، منصور نعمانی<sup>۲</sup><sup>۱</sup>گروه ریاضی، دانشکده فنی انقلاب اسلامی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران<sup>۲</sup>گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه دولتی آموزش‌گاری تاجیکستان، دوشنبه، تاجیکستان

## چکیده

**پیشینه اهداف:** از آنجایی که روش آموزش مبتنی بر حل مسئله روشی کارا، پذیرفته‌شده و دانش‌آموز محور می‌باشد و در این روش یادگیرنده در کل فرآیند آموزش و یادگیری فعال است، روشی مناسب برای آموزش مفاهیم ریاضی است. با این حال پژوهشگران خاطرنشان کرده‌اند که اجرای این روش به شیوه سنتی با محدودیت‌های جدی نظیر کمبود منابع مالی، کمبود زمان و کمبود تعداد آموزشگران ماهر روبرو است. در نتیجه پیاده‌سازی این روش به صورت الکترونیکی به منظور بهره‌گیری از امکانات موجود در فضای مجازی از جمله ابزار نوشتاری، دسترسی به منابع، بحث و تبادل نظر بین دانش‌آموزان و به اشتراک‌گذاری نظرات و ایده‌ها، یک ضرورت انکارناپذیر است. هدف اصلی پژوهش حاضر، طراحی نرم‌افزار جدید بر پایه یادگیری مبتنی بر حل مسئله (بنام نرم‌افزار تسهیل‌گر) و همچنین بررسی تأثیر این نرم‌افزار بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه سوم متوسطه دوم می‌باشد. نرم‌افزار تسهیل‌گر با مشاوره گروهی از متخصصین زمینه فناوری آموزشی و ریاضی برای یادگیری برخی از مباحث ریاضی دوره متوسطه طراحی و تولید شده است. نرم‌افزار طراحی شده ضمن فراهم نمودن بستری مناسب برای آموزش ریاضی در محیط‌های دیجیتال باعث افزایش فعالیت دانش‌آموزان در درس ریاضی، صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های آموزش، فراهم آوردن امکان برگزاری آزمون‌های مستمر تشریحی برای دانش‌آموزان و خودارزیابی آنلاین در محیط‌های الکترونیکی می‌شود.

تاریخ دریافت: ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۹

تاریخ داوری: ۱۰ مرداد ۱۳۹۹

تاریخ اصلاح: ۹ مهر ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۹ مهر ۱۳۹۹

## واژگان کلیدی:

آموزش الکترونیکی

نرم‌افزار تسهیل‌گر

یادگیری مبتنی بر حل مسئله

عملکرد ریاضی فناوری

\* نویسنده مسئول

✉ [mashtiani@tvu.ac.ir](mailto:mashtiani@tvu.ac.ir)

① ۰۹۱۲-۴۴۷۶۵۰۵

**روش‌ها:** پژوهش به روش نمونه‌گیری تصادفی و با تکیه بر روش پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. به این منظور دو پیش‌آزمون و پس‌آزمون ریاضی محقق ساخته در قالب هشت سؤال ۲۰ نمره‌ای از کتاب پایه سوم متوسطه طراحی شد. گردآوری داده‌ها با استفاده از آزمون پیشرفت تحصیلی معلم ساخته با ملاحظات تأمین روایی و پایایی، انجام شد. روایی محتوایی آزمون‌ها با روش لاووشه بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. همچنین از روش دونیمه کردن برای بررسی پایایی آزمون‌های ریاضی استفاده شد. بدین منظور از نرم‌افزار آماری به جهت بررسی و سنجش پایایی از ضریب دونیمه کردن استفاده گردید و در نهایت برای آزمون‌های ریاضی پایایی به مقدار ۰/۷۸ به دست آمد. شرکت‌کنندگان در این تحقیق ۶۵ دانش‌آموز دختر و پسر پایه سوم متوسطه دوم از دو مدرسه در شهر تهران بودند که با توجه به نمونه‌گیری تصادفی ساده و با تکیه بر فرمول کوکران، ۳۲ دانش‌آموز به‌عنوان گروه آزمایش و ۳۱ نفر به‌عنوان گروه کنترل از یک مدرسه و همچنین ۳۳ دانش‌آموز به‌عنوان گروه آزمایش و ۳۰ دانش‌آموز به‌عنوان گروه کنترل از مدرسه دیگر انتخاب شدند. در گروه‌های آزمایش، آموزش ریاضی به کمک نرم‌افزار تسهیل‌گر و در گروه‌های کنترل آموزش به روش سنتی انجام شد. داده‌ها از طریق آزمون ریاضی جمع‌آوری و تحلیل آن‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس و آزمون تعقیبی صورت گرفت.

**یافته‌ها:** یافته‌های پژوهش نشان داد که بین میانگین نمرات پس‌آزمون دانش‌آموزان، در گروه‌های کنترل و گروه‌های آزمایش تفاوت معناداری وجود دارد. میانگین نمرات پس‌آزمون گروه‌های آزمایش بیشتر از گروه‌های کنترل است.

**نتیجه‌گیری:** در مجموع، یافته‌ها نشان داد که ایده طراحی نرم‌افزار تسهیل‌گر با تأکید بر آموزش مبتنی بر حل مسئله موفقیت‌آمیز بوده و استفاده از این نرم‌افزار در عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه سوم متوسطه تأثیر مثبت و معناداری داشته است. در نتیجه می‌توان از نرم‌افزار تسهیل‌گر به‌عنوان یک مداخله مفید و کارآمد برای بهبود یادگیری درس ریاضی استفاده کرد.

## مقدمه

در تدریس سنتی معلم مطالب درسی را که در شکل برنامه درسی تدوین کرده، برای کلاس تنظیم می‌کند. کلاس در یک مدت مشخص تشکیل می‌شود و تا مدت مشخصی که از قبل تعیین شده، ادامه پیدا می‌کند. روش‌های تدریس از نوع چهره به چهره (رودرود) و تقریباً ثابت (از پیش تعیین شده) است. در روش سنتی موضوع درس از طرف معلم با توجه به برنامه‌ای که کتاب درسی قبلاً آن را تعیین کرده است، به طور یکسان به همه کلاس ارائه می‌شود. دانش‌آموزان در نقش حضار در جلسه، به توضیحات معلم گوش می‌دهند و تکلیف و دستوردهی از طرف معلم را عیناً اجرا می‌کنند. هدف نهایی و نتیجه آموزش برای خود دانش‌آموز نیز مشخص نیست و یادگیری بر احساس نیاز تک‌به‌تک دانش‌آموزان صورت نمی‌گیرد. علت اصلی اجرای تکلیف از طرف دانش‌آموز ارضای نیت تدریس معلم و کسب نمره خوب است. در این روش محتوای برنامه درسی غالباً شامل مطالبی است که به نظر تدوین‌گران آن مطالب در زندگی آینده دانش‌آموز مفید خواهد بود [۱]. با کاربرد فناوری‌های روز و توجه به آموزش الکترونیکی همچون رایانه، معلم می‌تواند مطالب خود را در قالب نرم‌افزارهای متنوع که حاوی صدا، تصویر و گرافیک می‌باشند، برای دانش‌آموزان در معرض نمایش قرار دهد و با استفاده از رایانه و نرم‌افزارهای مختلف حس بینایی و شنوایی را در یادگیری فعال کند. یافته‌های متعددی نشان داده‌اند که حدود ۷۵ درصد یادگیری انسان از طریق استفاده از حس بینایی و ۱۳ درصد از طریق استفاده از حس شنوایی صورت می‌گیرد [۳].

بنابراین، می‌توان استفاده از رایانه و نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای را یکی از بهترین روش‌ها برای فرآیند یاددهی-یادگیری دانست [۴]. فناوری ابعاد پنهان اشکال ریاضی را آشکار می‌کند و دانش‌آموزان را به سمت کاربرد مؤثر حقایق ریاضی در زندگی پیش می‌برد. رایانه به صورت آنی تغییرات را روی خروجی نمایش می‌دهد و با کنار هم قرار دادن نتایج متعدد حاصل شده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، درک و کشف الگوها/حقایق ریاضی را فراهم می‌سازد؛ به طوری که ذهنیت استقرایی به وجود آمده از به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات با تکیه بر رایانه‌ها به طور محسوسی قابل اعتمادتر از انواع مشابه خود می‌باشد. استفاده و دسترسی به تصاویر پویا، به تصویر کشیدن تجسم‌ها و تصویرسازی‌های ذهنی دانش‌آموزان در ریاضی، جهت کندوکاو آن‌ها توأم با داشتن فهم بهتر از موضوع به ویژه در ریاضی، به راحتی مهیا می‌سازد؛ زیرا با استفاده از این رویکرد، محاسبات ریاضی و فعالیت‌های مشابه به راحتی شبیه‌سازی شده و رایانه با انجام محاسبات لازم برای هر مرحله به حذف موارد غیرضروری پرداخته و دانش‌آموز متوجه اهداف درس می‌شود و شروع به تبیین آن‌ها می‌کند [۵]. نفوذ سریع فناوری‌ها در میان مؤسسات آموزشی باعث تغییر شیوه تدریس در میان معلمان شده است. تحولات سریع ناشی از کاربرد فناوری اعم از نرم‌افزارها و فناوری اطلاعاتی در زندگی افراد تغییرات عمده را در ساختارهای اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی افراد به وجود آورده است [۶]. این تغییرات تأثیرات بسزایی در روند زندگی و

کار افراد در سراسر جهان گذاشته و از روش‌های سنتی آموزش، یادگیری و مدیریت آموزش بندرت استفاده می‌شود.

از رایانه به عنوان ابزاری پویا و توانمند و در عین حال مقرون به صرفه در زندگی مدرن برای هر فعالیت آموزشی استفاده می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از رایانه در آموزش و پرورش به طور قابل توجهی افزایش یافته است و در حال حاضر از رایانه‌ها و فناوری‌های مرتبط در بسیاری از مدارس در سراسر جهان استفاده می‌گردد [۸-۷]. در در همین راستا تحقیقات مختلفی در زمینه انضمام و یا عدم انضمام رایانه به سیستم آموزشی و همچنین نحوه استفاده از رایانه برای دقیق‌تر کردن نتایج صورت گرفته است [۱۰-۹]. در گذشته مفاهیم ریاضی به صورت سنتی و با استفاده از روش‌های غیرعینی و سنتی تدریس می‌شد. با رشد فناوری در سال‌های اخیر و ورود نرم‌افزارهای ریاضی بسیاری از مفاهیم مهم در ریاضی قابل درک شدند [۱۲-۱۱]. تحقیقاتی در این زمینه انجام گرفته است؛ از جمله آدیمی (Adeyemi) در بررسی تأثیر آموزش به کمک رایانه بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دوره متوسطه به این نتیجه رسید که استفاده از رایانه‌ها و نرم‌افزارها تأثیر معناداری در پیشرفت تحصیلی و عملکرد دانش‌آموزان دارد [۱۳].

کارام (Karam) و همکاران در تحقیقی در رابطه با اجرای فناوری مبتنی بر جبر با بررسی بر ۷۳ دانش‌آموز دوره متوسطه نشان دادند که دبیرانی که برنامه‌ریزی درسی خود بر فناوری در یادگیری جبر را اجرا کردند، زمان کمتری صرف پاسخ‌دهی به سؤالات در حین آموزش صرف می‌کنند. در واقع، برنامه‌ریزی درسی مبتنی بر فناوری در تدریس جبر به عملکرد بهتر دانش‌آموزان کمک کرد [۱۴]. همچنین، یانگ (Yang) در تحقیقی در رابطه با استفاده از نرم‌افزار آموزشی-شناختی در یادگیری مفاهیم جبر خطی با بررسی بر دانش‌آموزان پایه دهم نشان داد که استفاده از این نرم‌افزار آموزشی، توانسته است، نمادسازی مفاهیم ریاضی، فرآیندها، بازنمایی‌های چندگانه و دانش رویه‌ای و مفهومی را ارتقا بخشد [۱۵]. کوکلوو (Koklu) و تاپکو (Topcu) [۱۶] به روش تجربی تأثیر استفاده از نرم‌افزار آموزشی کبری بر بدفهمی‌های دانش‌آموزان کلاس دهم در مبحث نمودارهای درجه دو را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق جهت تدریس مباحث درجه دو در گروه آموزشی از نرم‌افزار کبری استفاده شده است؛ در حالی که در گروه کنترل تدریس به روش سنتی صورت گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که بدفهمی‌های گروه آموزش از گروه کنترل کمتر است و در نتیجه نمرات گروه آموزش از گروه کنترل بیشتر است. رادوویچ (Radović) و همکاران در تحقیق [۱۷] به طراحی و آزمایش یک کتاب الکترونیکی تعاملی بر پایه نرم‌افزار جنوجبرا پرداختند و نتیجه گرفتند که یادگیری دانش‌آموزانی که از کتاب الکترونیکی تعاملی استفاده کرده‌اند؛ ارتقا یافته و همچنین علاقه دانش‌آموزان به یادگیری بیشتر در مدرسه و خانه افزایش پیدا کرده است. در زمینه استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در ایران به عنوان مثال می‌توان به بررسی تأثیر نرم‌افزارهایی همچون میشا و کوشا [۸].

دانشجویان را بیشتر کند. همچنین این روش انعطاف‌پذیری بیشتری به روش اجرای درس می‌دهد؛ به‌نحوی که می‌توان مسائل زمان حال را با توجه به تغییرات با دروس کلاسی ادغام کرد. اجرای دروس با این روش موجب می‌شود که فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها بتوانند دارای قدرت تفکر انتقادی و مهارت در آنالیز مسائل باشند و خود شخصاً یادگیری مورد نیاز را هدایت کنند. در سال ۱۹۷۱ روش PBL به اروپا راه یافت که دانشگاه لیمبرگ در هلند از این روش در برنامه دوره پزشکی عمومی استفاده کرد که بعد از آن فرم هفت مرحله‌ای به وجود آمد [۲۴]:

- بیان مسأله و توجیه مفاهیم و واژه‌هایی که به‌خوبی مفهوم نیستند
  - تعریف مسأله
  - آنالیز مسأله (ایجاد بارش فکری)
  - آنالیز و بحث در مورد مطالبی که در مرحله سوم به‌دست می‌آید
  - تعیین اهداف و نیاز به یادگیری بیشتر افراد
  - مطالعه بیشتر خارج از بحث گروهی
  - گزارش مجدد اطلاعات جمع‌آوری‌شده به همکلاسان در گروه
- در سال ۱۹۶۹ آموزش بر پایه روش PBL از دانشکده‌های پزشکی به سایر رشته‌ها مانند حقوق، مهندسی، آرشیوتکت، پلیس، مددکار اجتماعی گسترش پیدا کرده است. در سال ۱۹۹۳ سازمان بهداشت جهانی و بانک جهانی روش آموزش PBL را توصیه کرده‌اند؛ زیرا این روش انعکاسی از مسائل و نیازهای طبیعی و محیطی است. روش PBL یک روش ثابت نیست و با توجه به اینکه به سایر رشته‌ها نفوذ کرده، موجب تغییراتی در آن‌ها شده است [۲۵]. رویکرد گروهی در روش PBL از جمله مهم‌ترین مزیت‌های این روش است؛ چون در گروه، همکاری و ارتباط افراد با یکدیگر، مهارت‌های حل مسأله، تبادل افکار/ایده‌ها، جمع‌آوری اطلاعات و ارزشیابی آن‌ها تقویت می‌شود. یکی از فواید روش PBL آن است که کلیه افراد شرکت‌کننده در فرآیند کار گروهی مسئولیت و شرکتی فعال دارند. مشارکت، انتقاد سازنده و آزادانه افراد، آنالیز مسأله و ارزشیابی راه‌حل‌های ارائه شده، تعیین مسئولیت هر فرد در کسب اطلاعات بیشتر و انعکاس افکار و احساسات و تلاش در حل مسأله از رمزهای موفقیت‌آمیز پویایی گروهی است. فعال بودن و مسئولیت‌پذیری تک‌به‌تک اعضای گروه موجب فعالیت مداوم کارگروهی می‌شود. در نحوه اجرای روش PBL مسئولیت هرکدام از افراد یاد شده به تفصیل شرح داده خواهد شد؛ اما در اینجا مسئولیت‌های هرکدام به اختصار بیان می‌شود. گروه شامل اجزای زیر است:

راهنمای گروه: که از بین خود افراد انتخاب می‌شود. راهنما در جلسات مختلف می‌تواند متفاوت باشد. راهنمای گروه یکی از دانش‌آموزان شرکت‌کننده است که مسأله موردنظر را برای کلیه افراد گروه می‌خواند و سپس کنترل کارگروهی و جو عاطفی گروه را با کمک مشاور گروه عهده‌دار می‌شود. راهنمای گروه سعی در جهت‌دهی و سازماندهی کارگروهی دارد.

منشی: که از بین افراد گروه به‌صورت داوطلبانه انتخاب می‌شود. منشی در حین بحث و تبادل نظر در گروه نکات و عبارات مهم و کلیدی مربوط

ویکی و نیکی [۱۱] و جئوجیرا [۱۸] بر روند یادگیری و انگیزه‌های پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان اشاره کرد. تأثیر استفاده از نرم‌افزار آموزشی میشا و کوشا بر پیشرفت تحصیلی درس علوم تجربی دانش‌آموزان پسر پایه پنجم ابتدایی در پژوهش [۸] مورد مطالعه قرار گرفته است. داده‌های جمع‌آوری شده در این پژوهش با استفاده از روش تحلیل کوواریانس تجزیه و تحلیل شده و نتایج حاصله نشانگر آن است که نرم‌افزار آموزشی میشا و کوشا بر انگیزه پیشرفت درس علوم تجربی دانش‌آموزان تأثیر مثبت دارد. مومنی و همکاران [۱۱] با استفاده از روش شبه تجربی به بررسی تأثیر استفاده از نرم‌افزار ویکی و نیکی بر میزان خلاقیت و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی پرداختند و بر تأکید مثبت این نرم‌افزار بر میزان خلاقیت و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی دانش‌آموزان تأکید کردند. حیدری قزلجه و گویا [۱۸] نتیجه گرفتند که استفاده از نرم‌افزار آموزشی جئوجیرا در مبحث بهینه‌سازی در درس حسابان، باعث بهبود عملکرد دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی می‌شود. از آنجاکه آموزش الکترونیکی با تکیه بر نرم‌افزارها، نوعی روش فعال است، در این تحقیق، این رویکرد را با روش یادگیری مبتنی بر حل مسأله (Problem Based Learning) که در مقاله حاضر با حروف اختصاری PBL نشان خواهیم داد) پیش می‌بریم. روش PBL رویکردی است که در آن دانش‌آموز، کانون فرایند یادگیری است [۱۹].

در این مدل آموزشی گروه کوچکی از دانش‌آموزان برای حل مسأله با یکدیگر همکاری/تشریک مساعی می‌کنند. آن‌ها دانش و اطلاعات قبلی خود را بازبایی کرده و به جستجوی دانش جدید برای حل مسائل می‌پردازند، با یکدیگر بحث می‌کنند و براساس مباحث مطرح شده به فرضیه‌سازی، کندوکاو و ترکیب راه‌حل‌های فرضی برای حل مسأله مطرح شده می‌پردازند [۲۰-۲۱]. هنوز روش‌های آموزشی سنتی در بیشتر مدارس و مؤسسات آموزشی رواج دارد. در چنین محیط‌هایی، معلم متکلم وحده و دانش‌آموزان منفعل هستند و اطلاعات را از معلم مستقیماً دریافت کرده و برای امتحان آن را حفظ می‌کنند [۲۲]. روش PBL رویکرد آموزشی است که با تبدیل محیط آموزشی معلم محور به محیط دانش‌آموز محور که در آن دانش‌آموزان مستقل و فعال هستند، باعث می‌شود تا فراگیران از راهبردهای سنتی آموزشی دور شوند.

تاریخچه PBL به اواسط دهه ۱۹۶۰ برمی‌گردد که در دانشکده پزشکی دانشگاه ماکماستر کانادا مورد استفاده قرار گرفت [۲۳]. بادن (Baden) اظهار می‌کند که در سال ۱۹۷۴ نیوفلد و باروز فکر می‌کردند که این روش حتی قبلاً در دانشگاه آکسفورد به‌صورت غیرکلاسیک اجرا می‌شده است. قبل از دانشگاه ماکماستر کانادا در دانشگاه وسترن آمریکا در سال ۱۹۵۰ روش‌های مختلف تدریس از جمله استفاده از آزمایشگاه‌های متعدد و شرح وقایع برای دوره عمومی دانشجویان پزشکی مورد استفاده قرار گرفته است. فلسفه دانشگاه ماکماستر کانادا این بود که روش سخنرانی را کاهش دهد و به جای آن از طریق ادغام دروس علوم پایه با مسائل و مشکلات بالینی فرصت پرسش سؤال و بحث و بررسی برای

## روش پژوهش

در پژوهش حاضر دو پیش‌آزمون و پس‌آزمون ریاضی محقق ساخته در قالب هشت سؤال ۲۰ نمره‌ای از کتاب پایه سوم متوسطه طراحی شده است. با توجه به طراحی آزمون ریاضی از جانب ستاد امتحانات آموزش و پرورش استان تهران، روایی محتوایی آزمون‌های ریاضی محقق ساخته با روش لاووشه بررسی شد و مورد تأیید قرار گرفت. جهت بررسی پایایی آزمون‌های ریاضی از روش دو نیمه کردن استفاده شده است. بدین منظور از نرم‌افزار آماری به جهت بررسی و سنجش پایایی از ضریب دو نیمه کردن استفاده گردید و در نهایت برای آزمون‌های ریاضی پایایی به مقدار ۰/۷۸ به دست آمد.

## شرکت‌کنندگان

شرکت‌کنندگان در این تحقیق شامل دو مدرسه دولتی در مقطع متوسطه (دانش‌آموزان دختر و پسر) در شهر تهران می‌باشد. از میان پایه‌های تحصیلی، پایه سوم متوسطه در نظر گرفته شد و با توجه به نمونه‌گیری تصادفی ساده (در دسترس) و با تکیه بر فرمول کوکران، ۳۲ دانش‌آموز به‌عنوان گروه آزمایش و ۳۱ دانش‌آموز به‌عنوان گروه کنترل از یک مدرسه و به همین ترتیب ۳۳ دانش‌آموز به‌عنوان گروه آزمایش و ۳۰ دانش‌آموز به‌عنوان گروه کنترل از مدرسه دیگر انتخاب شدند. نمونه‌های مدنظر قبل از اجرای تحقیق، از لحاظ امکانات آموزشی و سطح آموزشی یکسان بودند.

## معرفی نرم‌افزار تسهیل‌گر

برای انجام پژوهش مبتنی بر حل مسأله با تأکید بر استفاده از نرم‌افزار ریاضی، محقق با مشورت چندین برنامه‌نویس و طراح فناوری مبتنی بر تدریس، با طراحی ابتدایی ساختار اصلی تدریس، برنامه نویسان و تیم همراه، نرم‌افزاری را طراحی کردند که شامل بخش‌هایی است که در ادامه بدان می‌پردازیم. این سیستم از یک معماری چهار لایه استفاده می‌کند. در لایه اول، پایگاه داده سیستم قرار دارد که از پایگاه داده اس کیو ال- سرور (SQL-Server) استفاده شده است. در لایه میانی یک کلاس به منظور کنترل و مدیریت دسترسی‌ها به پایگاه داده قرار داده شده است. لایه سوم وظیفه کنترل ورودی به پایگاه داده را برعهده دارد. به عبارت دیگر، در این لایه، ورودی که همان فرمول‌ها و اعداد هستند، بررسی می‌شوند و در صورت صحیح بودن برای ذخیره به پایگاه داده ارسال می‌شوند. در بالاترین لایه، رابط کاربری (User Interface) قرار دارد. اطلاعات از کاربران توسط لایه رابط کاربری دریافت می‌شود. اطلاعات به کامپایلر (Compiler) ارسال شده و در صورت صحیح بودن به کلاس پایگاه داده منتقل می‌شود. در غیر این صورت، خطای مربوطه تشخیص داده شده و به لایه رابط کاربری برگردانده می‌شود. کلاس پایگاه داده اطلاعات دریافتی را بر روی پایگاه داده فیزیکی ذخیره می‌کند. برای نمایش اطلاعات لایه رابط کاربری درخواست خود را به لایه کامپایلر می‌دهد.

به هر قسمت از بحث را بر روی کاغذ بزرگ که به دیوار نصب شده است، می‌نویسد تا پس از پایان هر مرحله از PBL بتوان مطالب را خلاصه و جمع‌بندی کرد.

مشاور گروه: که می‌تواند استاد، متخصص و حتی از افراد رده بالاتر مانند افراد دوره‌های بالاتر باشد. مشاور، مسئولیت مشاور یا استاد راهنمای درس، جهت‌دهی و اداره بحث گروهی نیست؛ بلکه وظیفه اصلی او تفهیم ارزش روش‌ها و نحوه اجرای آن‌ها همراه با آموختن است؛ زیرا دانش‌آموز فرآیند آموزش و یادگیری را همراه با جو حاکم بر محیط کلاس یا هر محیط یادگیری دیگر هم‌زمان با کسب علوم می‌آموزد. سایر مسئولیت‌های مشاور، انتخاب اهداف یادگیری، تنظیم و تدوین مسأله یا موضوع مورد بحث، انتخاب منابع اطلاعاتی مناسب و شیوه ارزشیابی می‌باشد. مشاور در هر مرحله از اجرای روش PBL نکاتی را که در مورد آن کمتر بحث شده یا به آن اشاره نشده است، گوشزد می‌کند.

روش PBL روش دانش‌آموز محور است و در این روش یادگیرنده در کل فرآیند آموزش و یادگیری فعال است و در برابر یادگیری خویش و تبادل نظر با سایر افراد گروه احساس مسئولیت می‌کند [۲۴]. نمونه‌ای از تحقیقات که در این زمینه انجام شده است بدین شرح است: فیروزبوخت و همکاران در رابطه با اثربخشی یادگیری مبتنی بر حل مسأله بر عملکرد تحصیلی، باورهای انگیزشی و راهبردهای یادگیری خودگردان در دانش‌آموزان دبیرستان‌های دخترانه تیزهوشان نشان دادند که بین دو گروه کنترل و آزمایشی از لحاظ عملکرد تحصیلی تفاوت معناداری وجود ندارد؛ اما نتایج تحلیل واریانس چندمتغیری نشان داد که روش PBL موجب کاهش اضطراب امتحان و افزایش ارزش‌گذاری درونی می‌شود [۲۶]. ملک و میری در تحقیقی در رابطه با تأثیرات یادگیری مبتنی بر حل مسأله بر نگرش یک مطالعه فرا تحلیلی با بررسی ۴۷ مطالعه در این زمینه نشان دادند که وضعیت مطالعه، زمان، سطوح آموزشی، زمینه‌های علمی کاربرد و اندازه نمونه‌ها در تأثیرات یادگیری مبتنی بر حل مسأله بر نگرش تأثیرگذار بودند. آن‌ها نشان دادند که یادگیری مبتنی بر حل مسأله، تأثیر ناچیزی بر نگرش دانش‌آموزان داشته است. چون روش آموزش الکترونیکی در ریاضی به عنوان روشی فعال در یادگیری محسوب می‌شود و همچنین، از آنجا که فرآیند آموزش- یادگیری ریاضی نیاز به طرح مسأله و متعاقباً حل مسأله دارد، سعی شده است ساختار آموزش الکترونیکی در ریاضی را به‌گونه‌ای طراحی کنیم که مبتنی بر روش PBL باشد [۲۷].

با توجه به انگیزه‌های یاد شده تحقیق حاضر با مشاوره و راهنمایی گروهی از متخصصین در زمینه فناوری آموزشی و ریاضی، نرم‌افزاری با نام تسهیل‌گر را برای دانش‌آموزان دوره متوسطه با تکیه بر روش PBL طراحی کردیم و به دنبال پاسخ به این سؤال هستیم که آیا آموزش نرم‌افزار تسهیل‌گر با تأکید بر رویکرد مبتنی بر حل مسأله در عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دوره متوسطه تأثیر مثبت دارد یا خیر.

از آنجا که روش PBL توأم با روش آموزشی الکترونیکی ریاضی بود؛ لذا به‌طور مختصر در این باره توضیحاتی از نحوه اجرا ارائه می‌گردد. در ادامه به نحوه پیاده‌سازی روش یادگیری مبتنی بر حل مسئله به کمک ابزار آموزش الکترونیکی می‌پردازیم. نیازها جهت پیاده‌سازی و اجرای این روش مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای مناسب ارائه می‌شود. ابزار آموزش الکترونیکی برای پیاده‌سازی آموزش PBL بسیار مناسب هستند. ابزار آموزش الکترونیکی همچنین در ارائه درس، مدیریت دانش‌آموزان و ارزیابی آنان بسیار مفید هستند. با استفاده از ابزار آموزش الکترونیکی هم دانش‌آموزان و هم معلمان در زمان و ارتباطات بیشتر صرفه‌جویی خواهند کرد. در حال حاضر می‌توانیم بحث کنیم که چه ویژگی‌هایی برای پیاده‌سازی آموزش PBL با استفاده از ابزار آموزش الکترونیکی لازم می‌باشند (شکل ۱۲ در بخش پیوست را ببینید). از جمله این ویژگی‌ها به شرح زیر است:

**ارائه مسئله:** در روش PBL مسئله نقش مهمی را در ایجاد انگیزه یادگیری دارد. بنابراین در روش PBL انتخاب یک مسئله مناسب و ارائه صحیح آن بسیار مهم است. با ارائه شفاهی یا کتبی درس ممکن نیست جنبه‌های واقعی مسئله به شکل مناسبی ارائه شوند. بنابراین ارائه چندرسانه‌ای یا رایانه‌ای می‌تواند بسیار مهم واقع شده و به راحتی به ابزار آموزش الکترونیکی بپیوندد.

**مذاکره و ارتباط:** برای مذاکره رودرروی دانش‌آموزان به تعیین زمان و ملاقات در یک محل مشترک نیاز دارند (بنابراین نیازمند زمان و مکانی یکسان هستند). علاوه بر این باید مذاکرات صورت گرفته را ضبط کنند تا بتوانند آن‌ها را به رشته تحریر درآورند. اما استفاده از چت و صورت جلسه مذاکرات می‌تواند باعث صرفه‌جویی در زمان شود. دانش‌آموزان همچنین می‌توانند به صورت آنلاین با استفاده از صورت جلسه مذاکرات مباحث را آغاز کرده و آن‌ها را ادامه دهند؛ یا می‌توانند از طریق چت ارتباط آنلاین و تعاملی را با دیگران برقرار نمایند. در هر صورت نیازی نیست که افراد در مکان مشترکی حضور داشته باشند.

**منابع اشتراکی:** به اشتراک گذاشتن منابع مختلف نیز بخش مهمی از روش آموزش مبتنی بر حل مسئله را تشکیل می‌دهد. ارائه درس، ویدئو و فایل‌های با فرمت پی دی اف، متن‌ها، فایل‌های اچ تی ام ال و منابع مرجع باز با استفاده از ابزار آموزش الکترونیکی به راحتی به اشتراک گذاشته می‌شوند. بسیاری از موارد آموزشی به صورت آنلاین قابل دسترسی هستند. برای این منظور کافی است از یک لینک استفاده کنیم.

**زمان‌بندی:** در کل سیستم آموزش مبتنی بر مسئله تعدادی مرحله وجود دارد. در نتیجه لازم است زمان‌بندی مناسبی برای پیاده‌سازی روش PBL صورت گیرد. استفاده از ابزار آموزش الکترونیکی می‌تواند یک برنامه زمانی پیاده‌سازی شده و به صورت منظم به روزرسانی شده و به سیستم یادآور مجهز گردد.

این لایه درخواست را بررسی کرده و کوئری (پرس و جو Query) مورد نظر را ایجاد می‌کند. این کوئری به کلاس پایگاه داده ارسال می‌شود. این کلاس اطلاعات مورد نیاز را از پایگاه داده می‌خواند و به کامپایلر ارسال می‌کند. این لایه نیز اطلاعات را به لایه رابط کاربری می‌دهد تا به کاربر نمایش داده شوند. این برنامه به زبان سی شارپ دات نت (C#.NET) نوشته شده است. این زبان امکان ایجاد فرم‌های متنوع را برای کاربران فراهم می‌کند که با استفاده از این فرم‌ها می‌توان برنامه‌ای کاملاً کاربرپسند (User Friendly) ایجاد کرد تا کاربران بتوانند به آسانی با آن کار کنند. شرح و نحوه کار نرم‌افزار طراحی شده، انواع دسترسی و پیاده‌سازی این نرم‌افزار با محتوای مورد نظر که به صورت واقعی اجرا شده است در بخش بعد به تفصیل آمده است. نرم‌افزار تسهیل‌گر به گونه‌ای طراحی شده است که از رویکرد تدریس فعال PBL پیروی کند.

#### پروتکل پژوهش

برای اجرا و پیاده‌سازی نرم‌افزار تسهیل‌گر از روش تحقیق نیمه آزمایشی استفاده شده است. از این‌رو بر آن بودیم تا مداخله جدید آموزشی را در گروه آزمایش و مداخله سنتی آموزشی را در گروه کنترل اجرا نماییم و سپس نتایج مداخلات آموزشی را در دو گروه مورد بررسی و ارزیابی قرار دهیم. در گروه‌های آزمایش، آموزش ریاضی با نرم‌افزار تسهیل‌گر و در گروه‌های کنترل، آموزش به شیوه سنتی انجام گرفت. در گروه‌های آزمایش، آموزش مبتنی بر حل مسئله با نرم‌افزار تسهیل‌گر، به‌عنوان روش‌های فعال پیاده‌سازی شد و در گروه‌های کنترل، آموزش به شیوه معمول اجرا گردید. قبل از اجرای آموزش با کمک نرم‌افزار تسهیل‌گر و آموزش سنتی در گروه‌های کنترل، پیش‌آزمون ریاضی به عمل آمد. به‌طور خلاصه فرآیند آموزش PBL برای مباحث عبارات جبری و معادلات از محتوای کتاب ریاضی پایه سوم متوسطه به شرح جدول ۱ اجرا شد. در این جدول کلیت اجرای روش مبتنی بر حل مسئله در چهار مرحله توأم با آموزش با نرم‌افزار تسهیل‌گر پیاده‌سازی شده است.

جدول ۱: شرح اجرای PBL با تأکید بر اجرای نرم‌افزار تسهیل‌گر [۲۸]

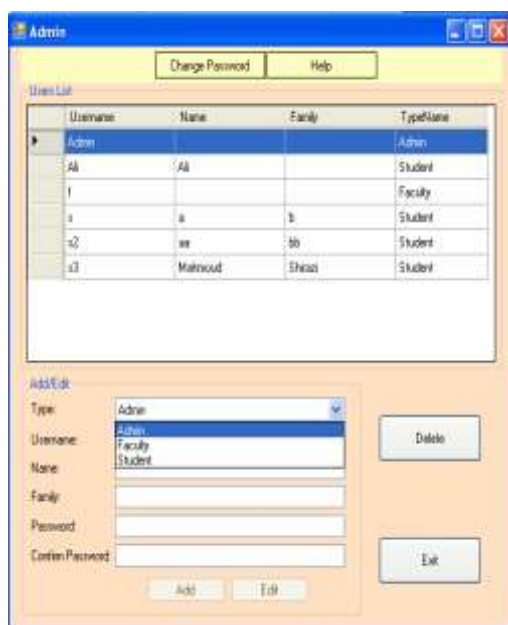
Table 1: A description of the PBL procedure with emphasis on the implementation of the Facilitator Software [28]

Steps	Overall procedure
A designed mathematics problem	Designing and developing a math problem, a mathematics event or process that is designed by a math teacher and gives orientation to the students' mathematics learning activities. What do we know about this math problem?
Discussion in small groups	(Feedback to recall the learned mathematical knowledge). What do we need to learn to be able to solve the mathematical problem, in fact, to identify the goals of mathematical learning?
Exchange of mathematics information	Have we obtained sufficient and necessary information from the reliable sources to understand the mathematical problem and its solution? Studying mathematical books and articles, using the Facilitator Software repeatedly, consulting with math teachers or the classmates, asking them questions, connecting the learned concepts from different sources to each other.
Self-learning	

نرم افزارهای ریاضی مانند Maple، MATLAB و Mathematica کار کرده اند، این نمادها آشنا است.

صفحه Help را می توانید در شکل ۲ مشاهده کنید. معلمان در سطح Faculty (شکل ۳ را مشاهده کنید) وارد سیستم می شوند و می توانند موجودیت دانش آموزان را تعریف کنند و یا آن ها را از سیستم حذف کنند. مهم ترین توانایی معلمان در این قسمت طراحی سؤال است. سؤالاتی که به آموزش منجر شود و هر کدام معنا و مفهوم خاص خود را داشته باشد. معلمی که در این قسمت به طراحی سؤال می پردازد، باید بداند که صرفاً جهت آزمودن دانش آموز سؤال نمی کند؛ بلکه سؤالات به صورت مرحله به مرحله و دارای مضامین خاصی است که دانش آموزان در ابتدا می توانند با تلاش، گردش در میان منابع و راهنمای های سیستم به عنوان تسهیل کننده آموزش، مسأله را حل کنند. ثانیاً پس از حل این مسأله، ضمن یادگیری مفاهیم مورد نظر، معلم آماده ورود به مسأله بعدی می شود.

علاوه بر بانک سؤالات که قبلاً روی سیستم طراحی شده است، معلمان می توانند در جهت اهداف خود محتوای سیستم را به هر طریقی که مایلند تغییر دهند. در قسمت Load and add، معلم می تواند سؤالات جدید را به سیستم اضافه کند و در قسمت Load and Replace می توان با حذف تمام سؤالات قبلی سؤالات جدید را جایگزین آن ها کرد. علاوه بر موارد کلی مذکور مهم ترین خصوصیات پنجره ویژه معلمان را در ادامه توضیح می دهیم.



شکل ۱: سیستم مدیریتی در نرم افزار تسهیل گر  
Fig. 1: Management system in Facilitator Software

بخش Equation1 و Equation2 که در شکل ۳ می توان مشاهده کرد، در واقع، این قسمت ها برای نوشتن طرف های اول و دوم معادلات ریاضی است. در مسائلی مانند ساده کردن عبارات یا بررسی درستی معادلات ریاضی هر دو طرف نوشته می شوند و به صورت پیش فرض در هنگام

ابزار تألیف: ابزار تألیف می تواند برای ارائه مسأله مؤثر واقع شود. در برخی مواقع دانشجویان می توانند آن را برای بیان آموخته هایشان به دیگران مورد استفاده قرار دهند [۲۸].

آموزش مبتنی بر حل مسأله با استفاده از نرم افزار تسهیل گر، در طی سه ماه پیاده سازی و اجرا شده است و سپس از هر یک از گروه های کنترل و آزمایش، پس از آزمون ریاضی گرفته شده است.

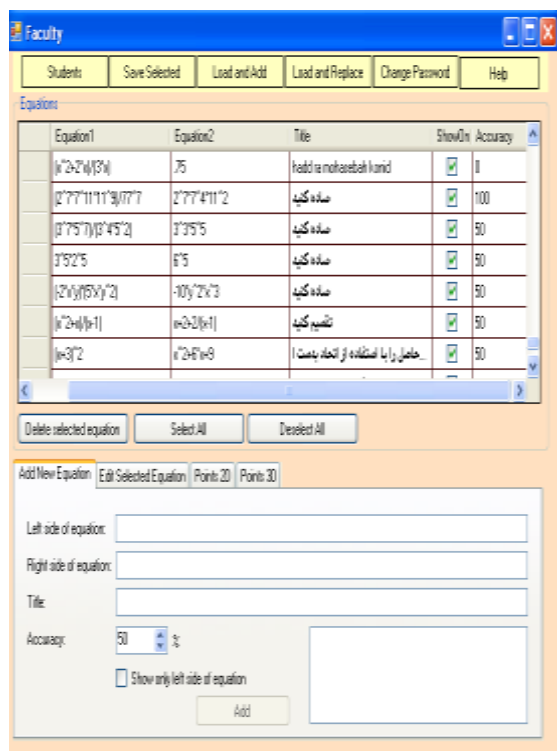
### شرح و نحوه کار نرم افزار

در بخش حاضر به نحوه کار نرم افزار طراحی شده، انواع دسترسی آن و نیز چند مثال عملی می پردازیم و در ادامه توضیح می دهیم که این نرم افزار را با چه محتوایی به صورت واقعی اجرا کردیم.

#### بخش ورود

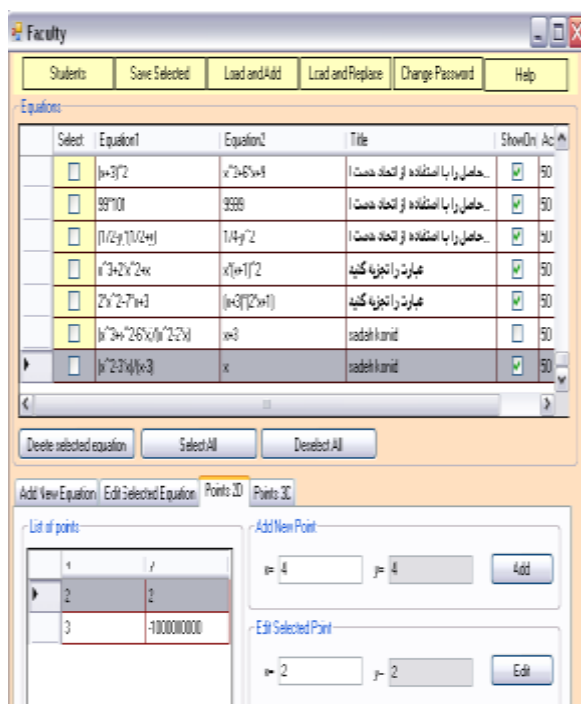
با توجه به این که سیستم طراحی شده اطلاعات دریافتی توسط هر کدام از دانش آموزان و معلمان را باید ذخیره کند و این امکان را برای آن ها فراهم کند که در روزهای مختلف کارهای قبلی خود را ادامه بدهند و در طول فرایند آموزش گذشته کاری خود را ذخیره کنند و نیز با توجه به این که نتایج و نوشته های هر شخص مختص خود او است و گزارش ها به تفکیک فرد ارائه می شود؛ بنابراین زیرسیستم ورود برای این سیستم تعبیه شده است که دانش آموزان، معلمان و طراحان سؤال و مدیر سیستم می توانند با وارد کردن شناسه و رمز عبور وارد سیستم شوند. در این زیرسیستم، مدیر می تواند معلمان و طراحان جدیدی به سیستم اضافه کند و به آن ها اجازه دسترسی بدهد و یا معلمان قبلی را از سیستم حذف کند. همچنین معلمان می توانند به هر تعداد، دانش آموزان جدیدی به سیستم اضافه کنند و به آن ها شناسه و رمز عبور اختصاص دهند. همچنین حذف دانش آموزان قدیمی در صورت نیاز در این حوزه عملیاتی انجام می شود. لازم به ذکر است که مدیر سیستم می تواند مدیران سیستم دیگری نیز تعریف کند. شکل ۱ صفحه ای را نشان می دهد که ویژه مدیر یا Admin است.

طبق گزینه هایی که در شکل ۱ مشاهده می شود، مدیر می تواند رمز عبور خود را تغییر دهد و یا از اطلاعاتی که در قسمت Help است، استفاده نماید. همچنین می بینید که چند نفر با عناوین مختلف Admin، Faculty و Student در سیستم تعریف شده اند. حذف و اضافه کردن افراد جدید به سیستم به سادگی و توسط گزینه های Add و Delete که در پایین این پنجره وجود دارند، صورت می گیرد. پس از ورود شخص به سیستم در تمامی صفحات گزینه Help مشاهده می شود که برای کمک به کاربر است. این قسمت را می توان تکمیل کرد و نوشته های بیشتری را به آن افزود؛ اما در حال حاضر نمادهایی که در طول فرایند آموزش همه افراد (به ویژه معلمان و دانش آموزان) باید از آن ها استفاده کنند؛ توضیح داده شده و در هر کدام از موارد مثالی برای راحتی استفاده ارائه شده است. به عنوان مثال برای دستور قدر مطلق از دستور abs استفاده می شود (مثال  $(x-y)$ ). برای تمام برنامه نویسان و افرادی که با



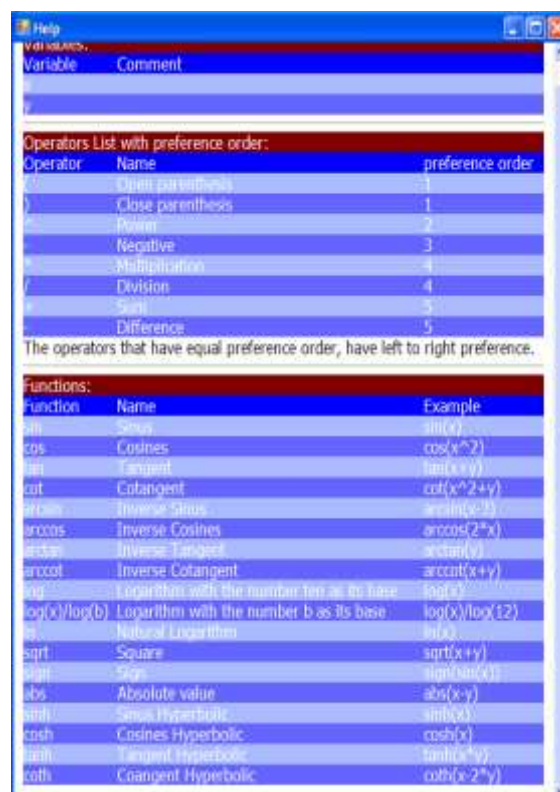
شکل ۳: صفحه Faculty در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
Fig. 3: Faculty page in Facilitator Software

بخش Points 2D/3D، این قسمت برای ورود نقاطی است که در معادله صدق می‌کنند. جهت راحتی معلم این قسمت طوری تنظیم شده است که با وارد کردن نقاط مربوط به  $x$  حاصل عبارت یعنی  $y$  محاسبه می‌شود (شکل ۴ را ببینید).



شکل ۴: معرفی بخش‌های صفحه Faculty در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
Fig. 4: Introducing the Faculty page sections in Facilitator Software

ارائه سؤال به دانش‌آموز نشان داده می‌شوند. اما در شرایطی که نباید طرف دوم معادلات به دانش‌آموز نشان داده شود (مثل یافتن حاصل حد یک عبارت) در این صورت معلم برای آن سؤال خاص درون مربع کوچک مربوط به عبارت **show only the left side of equation** را تیک (چک) می‌زند. در این حالت است که دانش‌آموز پاسخ را نمی‌بیند؛ ولی این پاسخ قبلاً توسط معلم در سیستم ثبت شده است. در بخش title، معلم صورت مسأله ریاضی را وارد می‌کند و فقط به صورت متنی برای دانش‌آموزان نشان داده خواهد شد. در بخش **Show on** می‌توان با انتخاب نکردن قسمت **Show on** مربوط به سؤال، آن سؤال خاص را از دانش‌آموزان پنهان کرد.

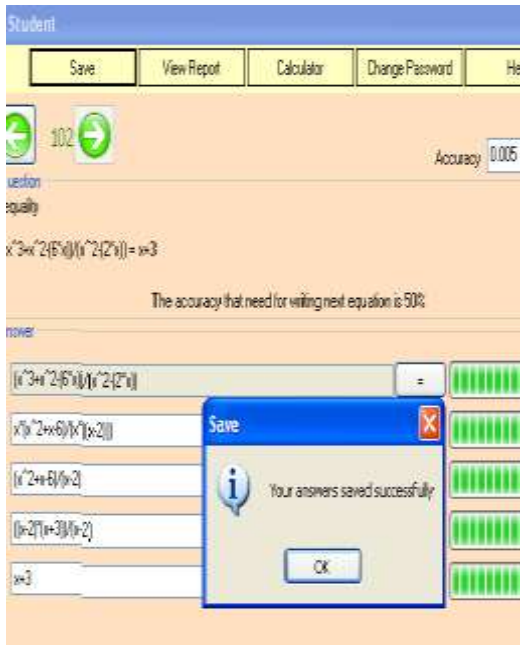


شکل ۲: صفحه کمکی در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
Fig. 2: Subsidiary page in Facilitator Software

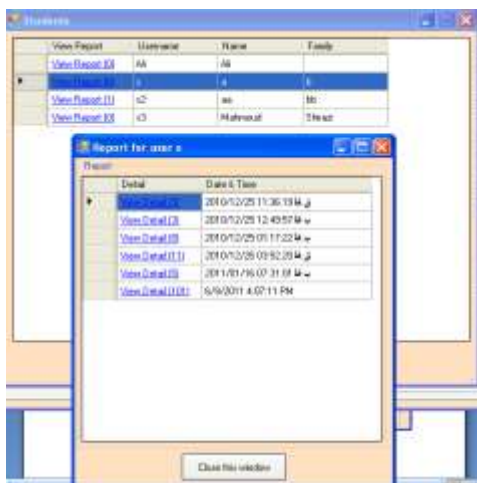
در بخش Accuracy در واقع، دقتی که لازم است در مورد سؤال رعایت شود، در این قسمت تنظیم می‌شود. این مقدار را در پایین صفحه برای هر سؤال درج می‌کنیم. در حالت سخت‌گیرانه می‌توان این عدد را روی ۱۰۰ درصد تنظیم کرد و در مواقعی که پاسخ‌های نزدیک به جواب واقعی نیز برای گذر به مرحله بعدی کافی هستند، می‌توان این عدد را کمتر تنظیم کرد. بخش **Add New Equation** برای اضافه کردن یک سؤال جدید به بانک سؤالات است. در این صورت دو طرف سؤال را به همراه صورت آن وارد می‌کنیم. در صورتی که بخواهیم یکی از سؤالات قبلی را ویرایش کنیم؛ پس از انتخاب سؤال از بخش **Edit Selected Equation** استفاده می‌کنیم.



هریک از آن‌ها پنجره‌ای با عنوان Report for user باز خواهد شد که در آن زمان دقیق مراجعات دانش‌آموز به سیستم مشخص است و معلم می‌تواند با باز کردن هریک از آن‌ها کاری را که دانش‌آموز انجام داده مشاهده نماید. دو نمونه از این گزارش‌ها در شکل‌های ۷ و ۸ آمده است.



شکل ۶: نتیجه نمونه‌ای از ذخیره راه‌حل مسئله در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
 Fig. 6: The outcome of saving solution to a problem in Facilitator Software



شکل ۷: نمونه‌ای از گزارش‌ها در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
 Fig. 7: An example of the reports in Facilitator Software

### بخش خطا

خطاهایی که ممکن است توسط دانش‌آموز اتفاق افتد، دو حالت نگارشی و منطقی دارند. در نوع اول که مثالی از آن در شکل ۹ نشان داده شده است، دانش‌آموز نوشته خود را به‌طور کامل تمام نکرده است و پیغام‌های خطای متفاوتی اعلام شده است. اعلام می‌شود که «پرانترزی را که باز کرده‌ای نیست» و یا اینکه عملگر تقسیم نیاز به دو طرف دارد که «شما فقط یکی از آن‌ها را نوشته‌اید». نشانگر درصد درستی راه‌حل عدد

این قسمت نیاز به دقت خاصی دارد و علاوه بر نقاط خاص معادلات، وارد کردن ده تا بیست نقطه معمولی برای ادامه کار مناسب است. منظور از نقاط خاص نقاطی است که عبارات در آن‌ها تعریف نشده است و یا در مسائل دیگر نقاط بحرانی و سایر نقاط مشابه است.

در همین قسمت است که طراح سؤال می‌تواند دو عبارت مثلاً  $\frac{x^2 - 3x}{x - 3}$  و  $x$  را با هم معادل بگیرد و یا خیر. کافی است در ورودی‌های وارد شده عدد ۳ را به عنوان ورودی ذخیره کند که طرف دوم عبارت عدد 100000- (به معنی «تعریف نشده») ذخیره خواهد شد. در حالی که با ورود عدد ۳ برای معادله  $x$  حاصل آن ۳ می‌شود. در نتیجه دو عبارت به‌طور کامل هم یکسان نیستند. بنابراین معلم می‌تواند با توجه به سؤال و انتظار خود از دانش‌آموز این نقاط را وارد سیستم کند.

### بخش دانش‌آموزان

در این بخش به بررسی صفحات مربوط به دانش‌آموزان می‌پردازیم. در حالت عادی و مشابه شکل ۵ دانش‌آموز به حل مسئله می‌پردازد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، دانش‌آموز در چهار مرحله به جواب رسیده است. با تایپ صحیح عبارت هر مرحله اجازه ورود به مرحله بعدی داده شده است و در صورتی که عبارت نهایی همان عبارت دوم باشد؛ پیغام نشان داده شده در شکل ۵ نمایش داده می‌شود. پس از پاسخ به سؤال، دانش‌آموزان می‌توانند نتایج حل خود را مشابه شکل ۶ ذخیره کنند و معلم نیز با ورود به سیستم حاصل کار آن‌ها را ببیند.

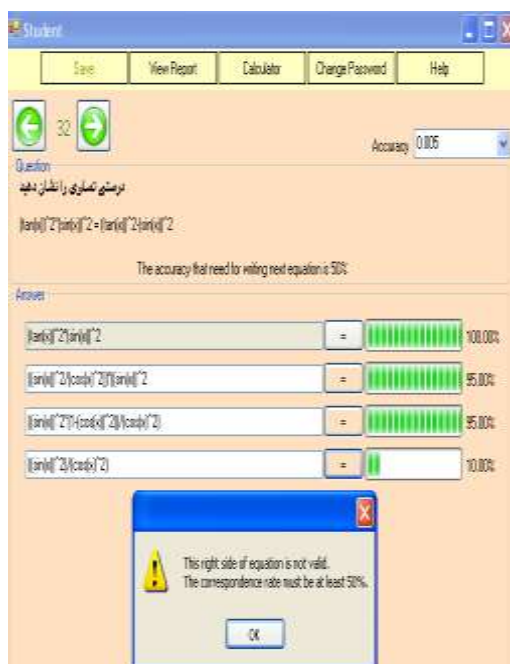


شکل ۵: نتیجه نمونه‌ای از حل مسئله صحیح در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
 Fig. 5: The outcome of providing a correct solution to a problem in Facilitator Software

### بخش گزارش‌ها

در این بخش معلم می‌تواند با انتخاب students در پنجره مربوط به خود (شکل ۷ را ببینید) لیست دانش‌آموزان را مشاهده کند که با انتخاب

شکل ۱۱ یکی از مثال‌هایی را نشان می‌دهد که دانش‌آموز در هنگام حل پاسخ‌هایی می‌دهد که به‌طور کامل صحیح نیستند؛ ولی با توجه به انتظار معلم و تنظیمات قبلی، دانش‌آموز به ادامه روند می‌پردازد و در نهایت پاسخ مناسب اتمام کار را از سیستم می‌گیرد. هرگاه معلم قصد داشته باشد حتی این خطاها مدنظر قرار نگیرد؛ می‌تواند نقاط خاص (در این مثال نقطه  $x = 2$ ) را وارد سیستم نکند. در این صورت با پاسخ‌های فوق دقت ۱۰۰ درصد از سیستم گزارش می‌شد.

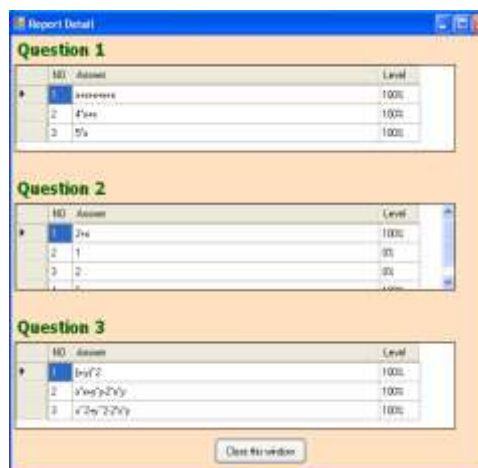


شکل ۱۰: نمونه‌ای از خطاهای حل مسأله در نرم‌افزار تسهیل‌گر

Fig. 10: An example of the problem-solving errors in Facilitator Software

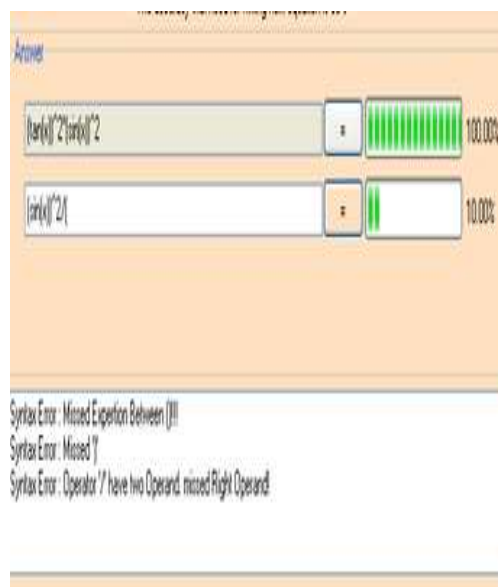
فعالیت‌ها مطابق با موارد مذکور در جدول ۱ و شکل ۱۲ طراحی شده است. بدین‌صورت که در بخش ورود، بخش دانش‌آموزان، بخش گزارش‌ها، بخش خطا، هرکدام در وهله اول، در بخش ورودی و بخش دانش‌آموزان، همان‌طور که از توضیحات مشخص است، به‌طور ضمنی اشاره به حضور و هدایت‌گری معلم یا راهنما در جهت بررسی ایده‌ها و پاسخ‌های دانش‌آموزان دارند؛ بدون آنکه ارتباطات به‌صورت مستقیم در حین آموزش ریاضی رخ دهد. در همین بخش، ارائه مسأله ریاضی توأم با اتفاق می‌افتد. در بخش دانش‌آموزی، بررسی صفحات و حل مسأله اشاره دارد. پاسخ‌های مربوط به هر مسأله ارائه شده است. در بخش گزارش‌ها، با چالش‌هایی که در بخش‌های پیشین رخ داده است، به بررسی دانسته‌های قبلی دانش‌آموز/ یادگیرنده می‌پردازیم. در بخش بحث در گروه‌های کوچک و تبادل اطلاعات از مراحل PBL، جزئی از بخش دانش‌آموزان در نرم‌افزار تسهیل‌گر را پوشش می‌دهد که شرح آن به‌عنوان نمونه در بخش دانش‌آموزان تشریح شده است. در بخش خطا، مرحله خودآموزی از مراحل PBL اجرایی می‌شود. در این مرحله، چالش‌ها و خطاهای دانش‌آموزان با تکرار دفعات، مشورت با افراد و ارتباط با منابع مختلف تعدیل و رفع می‌گردد.

۱۰ درصد را نشان می‌دهد. چرا که قبل از تایپ) که عبارت از نظر نگارشی درست بوده است و با توجه به نقاط ورودی و خروجی که معلم از قبل آن‌ها را وارد سیستم کرده است، دو عبارت در ۱۰ درصد از نقاط جواب‌های یکسانی داشته‌اند.



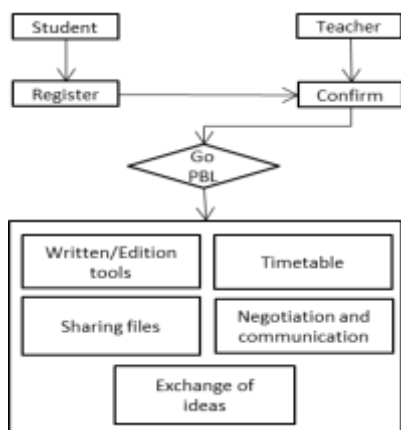
شکل ۸: نمونه‌ای از گزارش‌ها و جزئیات حل مسأله انجام شده در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
Fig. 8: An example of the reports and details of the solved problem in Facilitator Software

در نوع دوم از خطاها، خطا از نوع منطقی است و در واقع، عبارت جدیدی که دانش‌آموز وارد می‌کند، معادل عبارت اصلی نیست. همان‌طور که در شکل ۱۰ دیده می‌شود عبارت جدید  $\frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}$  با صورت اصلی مسأله یعنی  $(\sin x)^2 (\tan x)^2$  معادل نیست و فقط در ده درصد نقاط ورودی حاصل عبارات یکسان است. در مورد این سؤال هرگاه درصد برابری از ۵۰ کمتر باشد؛ اجازه ورود به مرحله بعد را نداریم و با خطای شکل ۱۰ مواجه می‌شویم. پس از قبول خطا و کلیک کردن روی گزینه OK به تصحیح عبارت و ادامه روند می‌پردازیم.



شکل ۹: نمونه‌ای از خطاها در نرم‌افزار تسهیل‌گر

Fig. 9: An example of the errors in Facilitator Software



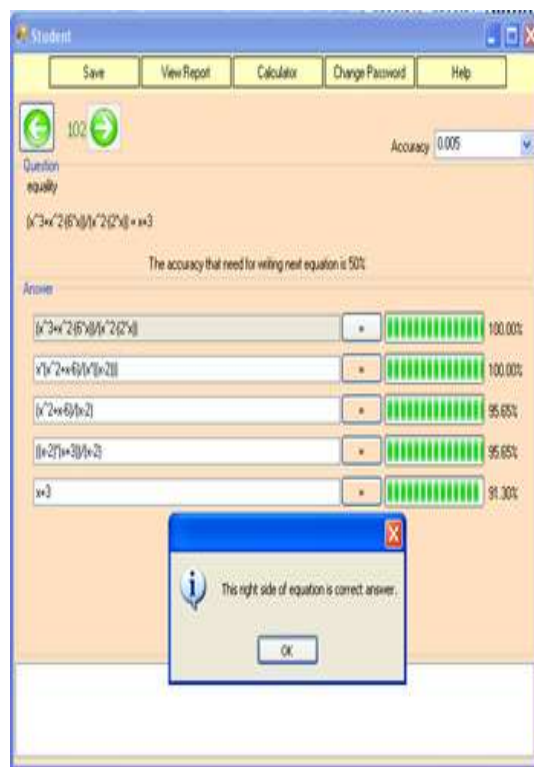
شکل ۱۲: ابزار مورد نیاز برای پیاده‌سازی روش PBL [28]  
 Fig. 12: Tools needed to implement the PBL method [28]

طبق جدول‌های ۲ و ۳ ظاهراً بین میانگین نمرات پس‌آزمون گروه‌های کنترل و گروه‌های آزمایش تفاوت چشمگیری مشاهده می‌شود. میانگین پس‌آزمون گروه آزمایش یک و دو به ترتیب ۱۷/۹۲ و ۱۸/۳۳ به نسبت دو گروه کنترل بالاتر است. مقادیر مربوط به نما نیز نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی نمره ۱۸ و ۲۰ گروه‌های آزمایش است. علاوه بر این، بالاترین پراکندگی بین نمرات در پس‌آزمون گروه کنترل یک است.

آزمون نرمالیتی به کمک آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (K-S) انجام شده است که نتایج آن به شرح جدول ۴ و ۵ می‌باشد.

به منظور مقایسه داده‌ها و وجود یا عدم وجود تفاوت معنادار، با توجه به نرمال بودن نمرات با استفاده از آزمون K-S، و برای تشخیص دقیق‌تر تفاوت معناداری بین گروه‌ها و انجام این فرضیه، از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (آنووا) استفاده می‌کنیم. قبل از اجرای آنالیز واریانس یک‌طرفه فرض‌های لازم برای انجام این آزمون عبارتند از:

- ۱- از هر جامعه نمونه‌های تصادفی مستقل گرفته شده باشند.
- ۲- متغیر وابسته برای هر گروه (متناظر با هر جامعه) به صورت نرمال توزیع شده باشد.
- ۳- واریانس‌های متغیر وابسته برای همه گروه‌ها (متناظر با هر جامعه) برابر باشند.



شکل ۱۱: نمونه‌ای از خطاهای اصلاح‌شده در نرم‌افزار تسهیل‌گر  
 Fig. 11: An example of the corrected errors in Facilitator Software

لذا کلیت بخش‌های اصلی نرم‌افزار تسهیل‌گر در راستای اجرایی نمودن روش PBL است که این اشاره به صورت ضمنی است. در واقع نرم‌افزار تسهیل‌گر توسط محققین آموزشگری تألیف و طراحی شده است که سعی نموده است از رویکرد تدریس فعال PBL پیروی کند.

### یافته‌ها

در این بخش، نتایج مربوط به آمار توصیفی تشریح می‌گردد. با استفاده از داده‌های گردآوری شده با آزمون‌های ریاضی برای بررسی میزان یادگیری مفاهیم ریاضی در آموزش سنتی و آموزش با کمک نرم‌افزار تسهیل‌گر، شاخص‌های مرکزی و پراکندگی آن‌ها محاسبه گردید که این نتایج در جدول‌های ۲ و ۳ شرح داده شده است.

جدول ۲: نتایج آمار توصیفی پیش‌آزمون‌ها  
 Table 2: Descriptive statistics of pre-tests

	Pre-test control group 1	Pre-test control group 2	Pre-test experimental group 1	Pre-test experimental group 2
Number	31	30	32	33
Mean	14.01	13.83	14.39	14.86
Standard deviation	1.95	1.92	2.43	1.45
Mode	15	15	15.50	15.50

جدول ۳: نتایج آمار توصیفی پس‌آزمون‌ها

Table 3: Descriptive statistics of post-tests

	Post-test control group	Post-test control group	Post-test experimental group	Post-test experimental group
	1	2	1	2
Number	31	30	32	33
Mean	15.64	13.94	17.92	18.33
Standard deviation	2.73	1.70	1.59	1.96
Mode	16.50	15	18	20

جدول ۴: نتایج آزمون نرمالیتی پیش‌آزمون‌ها

Table 4: The normality test results for pre-tests

	Pre-test control group	Pre-test control group	Pre-test experimental group	Pre-test experimental group
	1	2	1	2
Number	31	30	32	33
Mean	14.01	13.83	14.39	14.86
Standard deviation	1.95	1.92	2.43	1.45
Kolmogorov- Smirnov Z	.621	.770	1.083	.713
Asymp.Sig.(2-tailed)	.835	.593	.191	.690

جدول ۵: نتایج آزمون نرمالیتی پس‌آزمون‌ها

Table 5: The normality test results for post-tests

	Post-test control group	Post-test control group	Post-test experimental group	Post-test experimental group
	1	2	1	2
Number	31	30	32	33
Mean	15.64	13.94	17.92	18.33
Standard deviation	2.73	1.70	1.59	1.96
Kolmogorov-Smirnov Z	.722	.601	.983	1.299
Asymp.Sig.(2-tailed)	.591	.863	.288	.069

با توجه به  $P$ -مقدار به‌دست آمده در جدول ۶ که بزرگ‌تر از  $0.05$  است؛ می‌توان نتیجه گرفت که میانگین چهار گروه کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون‌ها یکسان است. به جهت بررسی پس‌آزمون‌ها، پس از اخذ نمرات پس‌آزمون‌ها در چهار گروه، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و تعقیبی استفاده می‌کنیم. نتایج این آزمون در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷: نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه - پس‌آزمون‌ها

Table 7: The result of ANOVA for post-tests

Indexes	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F	P-value
Between the groups	395.25	3	131.75	31.40	0.000
Inside the groups	511.79	122	4.19		
Total	907.05	125			

در ادامه موارد یاد شده مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا نتایج آزمون رشته‌ها نشان داد که  $P$ -مقدار به‌دست آمده بزرگ‌تر از  $0.05$  است و بنابراین نتیجه می‌گیریم که نمونه‌ها تصادفی گرفته شده‌اند. همچنین، باید داده‌ها برای هر گروه (متناظر با هر جامعه) به‌صورت نرمال توزیع شده باشد. که این نتیجه از آزمون  $K-S$  به‌دست آمد. لذا از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه برای بررسی تفاوت معناداری بین بیش از دو جامعه استفاده می‌کنیم. نتایج این آزمون در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶: نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه - پیش‌آزمون‌ها

Table 6: The result of ANOVA for pre-tests

Indexes	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F	P-value
Between the groups	23.38	3	7.79	2.04	0.11
Inside the groups	464.49	122	3.80		
Total	487.87	125			

## نتیجه‌گیری

هدف اصلی تحقیق حاضر ارائه راهکاری مناسب برای آموزش مفاهیم ریاضی در محیط‌های الکترونیکی است تا ضمن فراهم نمودن بستری مناسب برای آموزش ریاضی در محیط‌های دیجیتال به اهداف فرعی دیگری نیز دست یابیم. از جمله این اهداف می‌توان به افزایش فعالیت دانش‌آموزان در درس ریاضی، صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های آموزش، فراهم آوردن امکان برگزاری آزمون‌های مستمر تشریحی برای دانش‌آموزان و خودارزیابی آنلاین در محیط‌های الکترونیکی مسأله اشاره کرد. جهت نیل به این هدف ابتدا شیوه بسیار کاربردی و مهم آموزش PBL را توضیح داده و آموزش الکترونیکی را از جنبه‌های مختلف مطرح و سپس تلفیقی از آن را بررسی کردیم. روش ویژه‌ای با نرم‌افزار تسهیل‌گر ارائه شد که با استفاده از آن بتوان مفاهیم ریاضی را وارد سیستم‌های آموزش الکترونیکی کرد؛ به‌گونه‌ای که باعث یادگیری در سطوح بالاتری بشود. با استفاده از شیوه جدید مطرح شده می‌توان رایانه را به‌عنوان تسهیل‌کننده بهتری همراه با درک رابطه‌ها و فرمول‌های ریاضی تبدیل کرد. جهت آزمون نتایج ریاضی و الگوریتمی کار، نرم‌افزاری تولید شد که به کمک آن می‌توان به اهداف فوق دست یافت و این بدان معنی است که راهکار مناسب را پیاده‌سازی کرده و یک گام اساسی در آموزش الکترونیکی مباحث ریاضی بر پایه حل مسأله برداشته شد. برای اینکه درستی این روش تأیید گردد آن را مورد آزمایش قرار دادیم و به‌صورت عملی اجرا نمودیم. از جمله امکانات و ویژگی‌های نرم‌افزار تسهیل‌گر که در حین و پس از اجرای آن مشاهده شد به شرح زیر است:

– امکان حل مسأله‌های ریاضی در حالت جبری و به‌صورت تشریحی در محیط الکترونیکی به‌صورت مستقل که تاکنون امکان آن وجود نداشت؛

– افزایش کارایی و تقویت نقش تسهیل‌کننده‌ها در سیستم‌های الکترونیکی با تأکید بر روش PBL؛

– برگزاری آزمون‌های تشریحی ریاضی در محیط نرم‌افزار تسهیل‌گر؛  
– به وجود آمدن امکان بحث و تبادل نظر در مورد مسائل ریاضی بین دانش‌آموزان و همچنین بین دانش‌آموز و معلم در محیط الکترونیکی؛

– صرفه‌جویی در زمان در روش PBL و در نتیجه کاهش هزینه‌ها؛  
– خودارزیابی هم‌زمان با فرآیند یادگیری و ترغیب دانش‌آموزان به ادامه انجام تکالیف و تمرین‌ها و در نتیجه ارتقاء کیفیت آموزش ریاضی.

نتایج یافته‌های این تحقیق نشان داد که عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر و پسر پایه سوم متوسطه پس از استفاده از نرم‌افزار تسهیل‌گر که با تکیه بر روش PBL اجرا شده بود، ارتقا یافته است. یافته‌های این پژوهش را می‌توان با یافته‌های پژوهش‌های مؤمنی و همکاران [۸]، مؤمنی و همکاران [۱۱] یانگ (Yang) [۱۵]، و حیدری قزلجه و گویا [۱۸] همسو دانست. پژوهش‌های یاد شده به‌طور مستقیم بر تأثیر مثبت استفاده از نرم‌افزارهای مختلف در بهبود عملکرد دانش‌آموزان در دروس خاص در مقاطع مختلف تحصیلی اشاره دارند.

با توجه به  $P$ -مقدار به‌دست آمده در جدول ۷ که کوچک‌تر از  $0.05$  است؛ می‌توان نتیجه گرفت که میانگین چهار گروه کنترل و آزمایش در پس‌آزمون‌ها یکسان نیست. در ادامه برابری واریانس‌ها را در جدول ۸ بررسی می‌کنیم.

جدول ۸: نتایج آزمون برابری واریانس‌ها

Table 8: The results of the homogeneity of variance test

Levene statistic	Degrees of freedom 1	Degrees of freedom 2	P-value
3.46	3	122	0.01

با توجه به  $P$ -مقدار به‌دست آمده در جدول ۸ که کوچک‌تر از  $0.05$  است؛ نتیجه می‌گیریم که واریانس‌ها برابر نیستند و چون فرض برابری واریانس‌ها رد می‌شود؛ برای بررسی تفاوت معناداری به‌صورت دو به دو، بین چهار گروه، از آزمون دانت سه استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول ۹ آمده است.

جدول ۹: نتایج آزمون دانت سه

Table 9: The results of the Dunnett's C test

Group	Group	Mean difference	Standard deviation error	P-value
Post-test control 1	Post-test control 2	0.70	0.58	0.30
	Post-test experimental 1	-2.28	0.56	0.001
	Post-test experimental 2	-2.68	0.59	0.000
Post-test control 2	Post-test control 1	-0.70	0.58	0.30
	Post-test experimental 1	-3.98	0.41	0.000
	Post-test Experimental 2	-4.39	0.46	0.000
Post-test experimental 1	Post-test control 1	2.28	0.56	0.001
	Post-test control 2	3.98	0.41	0.000
	Post-test experimental 2	-0.40	0.44	0.93
Post-test experimental 2	Post-test control 1	2.68	0.59	0.000
	Post-test control 2	4.39	0.46	0.000
	Post-test experimental 1	0.40	0.44	0.93

جدول ۹ نشان دهنده نتایج آزمون دانت سه می‌باشد. با توجه به  $P$ -مقدارهایی که کوچک‌تر از  $0.05$  هستند، مشخص است که بین میانگین‌های نمرات پس‌آزمون دانش‌آموزان در گروه‌های کنترل با گروه‌های آزمایش تفاوت معناداری وجود دارد. از طرفی با توجه به اینکه میانگین نمرات پس‌آزمون گروه‌های آزمایش بیشتر از گروه‌های کنترل بود؛ لذا می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از نرم‌افزار تسهیل‌گر با تأکید بر رویکرد مبتنی بر حل مسأله در عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دوره متوسطه تأثیر مثبت دارد.

ایجاد محیطی جذاب برای دانش‌آموزان است. اگر نرم‌افزار ریاضی بتواند شرایطی را فراهم سازد تا دانش‌آموز از کاری که انجام می‌دهد لذت ببرد، حل مسأله نه تنها برای او مشکل‌آفرین نیست؛ بلکه چالشی لذت‌بخش خواهد بود که به‌وسیله آن خود را آزمایش کرده و توانایی‌هایش را ارزیابی کند؛ با پیشرفت در هر گام، خود را تحسین کند و اعتماد به نفس بیشتری یابد و از کاری که انجام می‌دهد، راضی باشد. نمایش‌های دیداری و شنیداری همواره یکی از روش‌های مؤثر در آموزش به‌شمار می‌روند که در نرم‌افزارهای ریاضی می‌توان این قابلیت‌های منحصر به فرد را افزایش داد؛ درحالی‌که در آموزش‌های سنتی، ارتقای این قابلیت‌ها، امکان‌پذیر نیست. اگر دانش‌آموز، مطلبی را هم ببیند و هم بشنود؛ تأثیر بیشتری بر یادگیری او خواهد داشت و اگر بتواند به طریقی با نمایش دیداری و شنیداری رابطه دو طرفه برقرار کند؛ به خاطر سپاری اطلاعات به مراتب بیشتر می‌شود. توانایی در ساخت بخش‌هایی از کتاب درسی با کمک نرم‌افزارهای ریاضی، امری است تخصصی که باید بر محوریت دانش‌آموز و فعال بودن او تأکید شود. برای برداشتن گام‌های مؤثر و به وجود آوردن نهضتی در تولید و طراحی محتواهای الکترونیکی و نرم‌افزارهای ریاضی، پیشنهادهایی ارائه می‌گردد:

– به دبیران ریاضی و تولیدکنندگان محتواهای الکترونیکی آموزشی بخصوص در ریاضی پیشنهاد می‌شود، PBL را توأم با روش‌های نرم‌افزاری پیاده‌سازی کنند؛ زیرا دانش‌آموزان به صورتی مستقل مشغول به یادگیری مفاهیم انتزاعی ریاضی می‌شوند.

– پیشنهاد می‌شود، برای دبیران ریاضی، دوره‌های آموزشی برای پیاده‌سازی بهتر و کارآمدتر فرآیند تدریس ریاضی با تکیه بر فناوری را فراهم سازیم.

– ایجاد تسهیلات و امکانات تشویقی برای برنامه‌نویسان، معلمان و فراگیران و ایجاد فضای رقابت جهت ساخت و تولید محتواهای آموزش الکترونیکی بالاخص در زمینه ریاضی؛

– ایجاد کارگاه‌هایی جهت آشنایی با روش PBL و استفاده از آن در ساخت محتواهای سمعی-بصری برای یادگیری مفاهیم هندسه در داخل کشور و ایجاد فضای رقابتی در مقابل کشورهای در حال توسعه.

### مشارکت نویسندگان

این مقاله توسط نویسنده اول نگارش شده و نویسنده دوم راهنمایی لازم را در نگارش آن انجام داده است.

### تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از رساله دکتری محمد جعفرآبادی آشتیانی با عنوان "آموزش الکترونیکی مبتنی بر حل مسأله در دوره تحصیلات متوسطه" دانشگاه دولتی آموزگاری تاجیکستان با راهنمایی دکتر منصور نعمانف می‌باشد. از زحمات این استاد گرانقدر تشکر و قدردانی می‌شود.

با توجه به آن‌که در آموزش‌های سنتی در گروه‌های کنترل در این تحقیق که با رویکرد آموزش با محوریت معلم به‌عنوان متکلم وحده بود، دانش‌آموزان نمی‌توانستند، توانمندی‌های خود را به اشتراک بگذارند و از طرفی، ایده‌ها و نظرات آن‌ها در حل مسائل پیچیده ریاضی همچنان پنهان ماند. این مسأله بیانگر آن است که استفاده از فن‌آوری اطلاعات و نرم‌افزارهای آموزشی بر انگیزه پیشرفت درسی و خلاقیت تحصیلی دانش‌آموزان نسبت به آموزش‌های سنتی مدارس که از آموزش‌های غیر رایانه‌ای استفاده می‌کنند تأثیر مثبت بیشتری دارد. این نتیجه تأییدی است بر پژوهش‌های صورت گرفته توسط آدیمی [۱۳]، کارام (Karam) و همکاران [۱۴]، و رادوویچ (Radović) و همکاران [۱۷] که به نتیجه مشابه تأکید کرده‌اند.

یکی از اصلی‌ترین مشکلات یادگیری به‌صورت الکترونیکی، تولید و استفاده از محتوای الکترونیکی و ایجاد نرم‌افزارهای ریاضی با کیفیت در آموزش است. در اکثریت نرم‌افزارهای ریاضی، تکیه بر روش PBL دیده نمی‌شود. نرم‌افزارهای ریاضی با تکیه بر روش PBL می‌تواند به فهم مطالب و اثربخشی فرآیند یاددهی-یادگیری ریاضی کمک بسیار شایانی کند. اگر محتوای نرم‌افزار ریاضی که بر پایه روش PBL ساخته و تولید نمی‌شود، دانش‌آموز را با مسأله‌ای که باید حل کند، تنها بگذارد و به او کمک نکند و یا این کمک به اندازه کافی نباشد؛ ممکن است فراگیر نتواند در حل مسأله پیشرفت کند و یا پاسخ او در مسیر درستی قرار نگیرد و در نتیجه فراگیر منفعل خواهد شد. روش PBL باعث می‌شود تا فراگیر سهم معقولی از کاری که باید انجام دهد را به شیوه هوشمندانه هدایت کند. معلم در روش‌های سنتی تدریس ریاضی، محیط کلاس را مکانی می‌داند که خودش نقش ارائه‌دهنده اطلاعات به ساده‌ترین شکل ممکن به دانش‌آموزان را به عهده دارد و آن‌ها به‌صورت فردی و بدون تشریح ایده‌های خود، کار می‌کنند. در این روش، دانش‌آموزان عموماً با پیشرفت نمراتشان سنجیده می‌شوند.

در این کلاس‌های سنتی، اهداف، مبتنی بر نیازهای اصلی کتاب درسی و نه نیازهای فردی یادگیرندگان است و این در تقابل با کلاس‌های درس مشارکتی است. یادگیری گروهی در روش PBL به روشی از آموزش اشاره دارد که دانش‌آموزان با یکدیگر در گروه‌ها کار می‌کنند تا به اهداف مشترک در حل مسأله ریاضی دست یابند. در حین یادگیری مشارکتی، دانش‌آموزان از ایده‌های مطرح شده در گروه، مطلع می‌شوند. کلاس‌های سنتی، معلم محور (با تأکید بر معلم به‌عنوان ارائه‌دهنده اطلاعات) هستند؛ در صورتی که کلاس‌های درس مبتنی بر روش PBL فراگیر محور است. در این رده‌ها، معلم نقش تسهیل‌کننده و دانش‌آموزان نقش گیرندگان منفعل اطلاعات را به‌عهده دارند. با توجه به اینکه اکثر روش‌های فعال تدریس، کار گروهی را به‌منزله یکی از اصول خود مطرح می‌کنند، باید در طراحی یک نرم‌افزار آموزشی ریاضی حمایت از محیط فعال گروهی مدنظر قرار گیرد تا اگر معلمی بخواهد از این نرم‌افزار در کلاس درس استفاده نماید؛ زمینه‌های لازم برای انجام فعالیت‌های گروهی کلاس فراهم کند. یکی از رمزهای موفقیت یک نرم‌افزار ریاضی،

## تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

## منابع و مآخذ

- [12] Adeyemi BA. Effects of computer assisted instruction (CAI) on students' achievement in social studies in Osun state. *Nigeria. Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2012; 3(2): 269-277.
- [13] Karam R, Pane JF, Griffin BA, Robyn A, Phillips A, Daugherty L. Examining the implementation based blended algebra I curriculum at scale. *Educational Technology Research and Development*. 2017; 65 (2): 399-425.
- [14] Yang KJ. Using cognitive tutor software in learning linear Algebra word concept. *Journal of Interactive Learning Research*. 2015; 26 (4): 431-452.
- [15] Koklu O, Topcu A. Effect of Cabri-assisted instruction on secondary school students' misconceptions about graphs of quadratic functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2012; 43(8): 999-1011.
- [16] Radović S, Radojičić M, Veljković K, Marić, M. Examining the effects of Geogebra applets on mathematics learning using interactive mathematics textbook. *Interactive Learning Environments*, 2018; 1-18.
- [17] Heidari Ghezalje R, Gooya Z. [Integration of "Dynamic Mathematics Software" with formal calculus curriculum in the 11th grade to enhance students' problem solving abilities]. *Journal of Curriculum Studies (J.C.S.)*. 2012; 6 (24): 83-108. Persian.
- [18] Barrows HS. A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*. 1986; 20: 481-486.
- [19] Lajoie SP, Faremo S, Wiseman J. Tutoring strategies for effective instruction in internal medicine. *International Journal of Artificial Intelligence and Education*. 2001; 12(3): 293-309.
- [20] Torp L, Sage S. *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education* (2nd ed.). US: Association for Supervision and Curriculum Development, 1998.
- [21] Halpern D F. *Changing College Classrooms: New Teaching and Learning Strategies for an Increasingly Complex World*. US: Jossey-Bass.; 1994.
- [22] Barrows, H. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In: Wilkerson L, Gislars WH. (eds.) *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and Practice*. US: Jossey-Bass; 1996. P. 3-12.
- [23] Schmidt HG. Problem-based learning: rationale and description. *Medical education*. 1983; 17(1): 11-16.
- [24] Savin-Baden M. *Problem-Based Learning in Higher Education: Untold Stories*. UK: McGraw-Hill Education; 2000.
- [25] Firoozbakht S, Fouladchang M, Tabatabaei F. [The study of the effectiveness of problem-based learning on academic performance, motivational beliefs and self-regulated learning strategies in gifted high school girls]. *Quarterly Journal of Education Studies*. 2015; 1(1): 86-98, Persian.
- [1] Saffarian S, Fallah V, MirHosseini S. [Comparing the effect of educational softwares with traditional method on learning mathematics]. *Information and Communication Technology in Educational Sciences*. 2011; 1(2): 21-36. Persian.
- [2] Hamsa A. The effectiveness of studying expository writing based on audio, pictorial and environmental media for class ii students at smp negeri 21 makassar. *Man in India Research and Development in Education and Social Sciences*. 2016; 96(5): 2477-91.
- [3] Koper R. Use of the emantic web to solve some basic problems in education: Increase flexible, distributed lifelong learning; decrease teacher's workload. *Journal of Interactive Media in Education*. 2004; 2004(1): 1-23.
- [4] Zamani F, Kardan S. [The effect of applying information and communication technology on math learning]. *Information and Communication Technology in Educational Sciences*. 2010; 1(1): 23-38. Persian.
- [5] Heydari GH, ModanlooY, Niaz Azari M, Jafari Galouche A. [Comparing the effect of English language teaching by instructional software and classical method on students academic achievement]. *Journal of Information and Communication Technology in Educational Sciences*. 2010; 1(1): 103-115. Persian.
- [6] Pilli O, Aksu M. The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics students in North Cyprus. *Computers & Education*. 2013; 62: 62-71.
- [7] Momeni Mahmouei H, Pakdaman M, Dadmehr M. [The effect of educational software "Misha and Koosha" on achievement motivation and academic achievement of science course]. *Information and Communication Technology in Educational Sciences*. 2014; 4(2(14)): 45-66. Persian.
- [8] Zang L, Watson EM, Banfield L. The efficacy of computer-assisted instruction versus face-to-face instruction in academic libraries: A systematic review. *The Journal of Academic Librarianship*. 2007; 33(4): 478-484.
- [9] Lou Y. Learning to solve complex problems through between-group collaboration in project-based online courses. *Distance Education*. 2004; 25(1): 49-66.
- [10] Momeni Mahmouei H, Pakdaman M, Lari M. [The effect of "Vicky and Nicky" educational software on creativity and mathematics academic achievement]. *Information and Communication Technology in Educational Sciences*. 2013; 3(2): 127-143. Persian
- [11] Kebritchi M, Hirumi A, Bai H. The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*. 2010; 55(2): 427-443.

عمومی، ریاضی کاربردی، آمار و احتمال و روش های آماری همکاری داشته است.

Jafarabadi Ashtiani, M., Assistant Professor Mathematics Education, Enghelab-e Eslami Technical College, Technical and Vocational University, Tehran, Iran

✉ mashtiani@tvu.ac.ir



**منصور نعمانف** عضو هیأت علمی دانشکده ریاضی دانشگاه دولتی آموزشگاری تاجیکستان می باشند. ایشان مدرک کارشناسی دبیری ریاضی را در سال ۱۹۷۱ از دانشکده دولتی آموزشگاری شعبه دوشنبه به نام شوچنکو و مدرک کارشناسی ارشد آموزش ریاضی را در سال ۱۹۷۳ از دانشگاه فوق دریافت نمودند. در

فاصله سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۰ دوره دکتری خود را در دانشگاه دولتی آموزشگاری شعبه مسکو به پایان رساندند. ایشان اولین دکترای آموزش ریاضی در شاخه نظری و روش های تعلیم ریاضی در کشور تاجیکستان می باشد. تخصص ایشان در زمینه آموزش ریاضی و برنامه ریزی درسی است. چاپ مقالات متعدد، تدوین بیش از ۳۵ برنامه درسی، چاپ ۷۶ مجموعه علمی و دستورات عمل های آموزشی و مشاوره در تألیف کتب درسی از جمله فعالیت های علمی و پژوهشی ایشان می باشد.

Nugmonov, M., Assistant Professor, Mathematics Education, Tajik State Pedagogical University, Dushanbe, Tajikistan Country

✉ nugmonov@mail.ru

[26] Demirel M, Dağyar M. Effects of problem-based learning on attitude: A metaanalysis study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 2016; 12(8): 2115-2137.

[27] Tangney B, FitzGibbon A, Savage T, Mehan S, Holmes B. Communal constructivism: students constructing learning for as well as with others. In: J Price, D Willis, N Davis, J Willis. (eds.), *Proceedings of SITE 2001--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. Norfolk, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). 2001, P. 3114-3119.

## معرفی نویسندگان

### AUTHOR(S) BIOSKETCHES



**محمد جعفرآبادی آشتیانی** عضو هیأت علمی دانشکده فنی انقلاب اسلامی دانشگاه فنی و حرفه ای می باشند. ایشان مدرک کارشناسی دبیری ریاضی را در سال ۱۳۷۲ از دانشگاه کردستان و مدرک کارشناسی ارشد ریاضی محض گرایش جبر را در سال ۱۳۷۶ از دانشگاه علم و صنعت دریافت نمودند. در مهر ۱۳۷۸ به عنوان دانشجوی دوره دکتری آموزش ریاضی در دانشگاه دولتی آموزشگاری تاجیکستان شروع به تحصیل نمودند و در سال ۱۳۹۱ موفق به اخذ مدرک دکتری تخصصی گردیدند. ایشان در تألیف کتاب های ریاضی

**Citation (Vancouver):** Jafarabadi Ashtiani M, Nugmonov M. [E-learning of mathematics using problem-based learning by designing a new software and studying its impact on the mathematical performance of secondary high school students]. *Tech. Edu. J.* 2021; 15(2): 207-222

 <http://dx.doi.org/10.22061/tej.2020.6376.2389>



### COPYRIGHTS



©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.