Tech. Edu. J. 14(4): 867-875, Autumn 2020

Technology of Education Journal
(TEJ)
Homepage: jte.sru.ac.ir

RESEARCH PAPER

# The investigation of the effect of computer supported collaborative learning (CSCL) environment and dynamic mathematics software on trigonometric problem solving skill

***S. Asadi*** [1], ***N. Mohammadhasani*** [*,2]

*Department of Educational Technology, Faculty of Psychology and Education, Kharazmi University, Tehran, Iran*

Received: 12 March 2020
Reviewed: 3 April 2020
Revised: 21 May 2020
Accepted: 1 June 2020

**KEYWORDS:**
Mathematics Problem Solving
Constructivist Instructional Design
Dynamic Mathematics Software
Computer-supported collaborative learning (CSCL)

* Corresponding author
n.mohammadhasani@khu.ac.ir
(+98912) 4496746

## ABSTRACT

**Background and Objectives:** Problem solving is one of the important ideas in mathematics instruction. According to the National Curriculum Document, the ability to solve math problems and apply it to real problems should be one of the most important skills of high-school students. However, the evidence shows the lack of attention to the Problem solving and its applications in Iranian mathematics instruction. The evidence for this claim is the poor results achieved by Iranian students in international exams. One reason is relying on inefficient teaching methods and neglecting to design learning environments based on modern technologies, and creating learning environments based on the findings of learning sciences and the learner-centered approach. One of the technology-based environments that broadly supports learning interactions is Computer Supported Collaborative Learning (CSCL). CSCL is the new usage of computers in education to facilitate collaborative learning through computers and explores how computers can help learners in small groups in learning communities. In addition, the use of math software is another important element of enriched environments in math instruction that enhances students' ability to deeply understand various concepts and their aspects in life. In particular, dynamic mathematical software strengthens multiple representations, makes diversity in learning methods and causes learning to be faster and deeper. In previous studies, no research has been done to investigate the effect of combining two factors of collaborative learning and dynamic mathematical software, especially in online learning, so the aim of this study was to investigate the effect of designing a computer-based collaborative learning environment and the dynamic math software on problem solving skills.

**MethodS:** This study was performed by a pre-test and post-test experimental design. The statistical population was all 10th grade male students in Nazarabad City of Alborz province in the academic year 2017-2018. The statistical sample was selected by multistage cluster sampling (n = 96) and the participants were randomly assigned to three groups. The instructional design model for all three groups was Jonasson's model of constructivist and problem-based learning environments. In the control group, the participants learned by conventional method following the mentioned model; the experimental group 1 used the model through individual learning using dynamic mathematics software; and in the experimental group 2, the model was integrated with CSCL using dynamic mathematics software. The research instrument was a research-made test of mathematical problem-solving skill. ANOVA was used to analyze the data.

**Findings:** The results confirmed that, although learning in CSCL environment (M=16.33) and individual learning using dynamic mathematics software (M=14.2) are both effective in enhancing students' math problem solving skills, the effect of CSCL was more than the individualized learning method ($p$ <0.05). The present study also emphasized the appropriate instructional design of the learning environment with adherence to the principles of the theoretical framework adopted, as in the present study for all groups Jonasson's model of constructivist and problem-based learning was used to design the environment.

**Conclusion:** According to the results, CSCL design and dynamic mathematics software can be used to increase the mathematical problem solving skills.

| NUMBER OF REFERENCES | NUMBER OF FIGURES | NUMBER OF TABLES |
|---|---|---|
| 24 | 3 | 5 |

مقاله پژوهشی

# بررسی اثربخشی محیط یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه (CSCL) و نرم‌افزار ریاضی پویا بر مهارت حل مسایل مثلثاتی

**سینا اسدی[۱]، نسرین محمدحسنی*[۲]**

*گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران*

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** بهره‌گیری از روش حل‌مسأله، یکی از ایده‌های مهم در آموزش ریاضی محسوب می‌شود. طبق سند برنامه درسی ملی توانایی حل مسائل ریاضی و کاربرد آن در حل مسائل زندگی باید از مهم‌ترین مهارت‌های یک دانش‌آموخته دوره متوسطه باشد؛ اما شواهد حاکی از آن است که حل‌مسأله و کاربردهای آن در آموزش ریاضی ایران به اندازه لازم مورد توجه قرار نگرفته است و شاهد این مدعا، کسب نتایج ضعیف توسط دانش‌آموزان ایرانی در آزمون‌های بین‌المللی است. یکی از دلایل این امر تکیه به روش‌های ناکارآمد آموزشی و غفلت از طراحی محیط‌های یادگیری مبتنی بر فناوری‌های روز است؛ محیط‌های یادگیری که بر مبنای یافته‌های علوم یادگیری و رویکرد یادگیرنده محور ایجاد شده اند. یکی از محیط‌های مبتنی بر فناوری که تعاملات را به شکل گسترده‌ای پشتیبانی می‌کند، یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه (CSCL) است. ( Computer Supported CSCL (Collaborative Learning جدیدترین شیوه استفاده از رایانه‌ها در آموزش است و کارکرد آن تسهیل یادگیری همیارانه به واسطه رایانه‌هاست و به بررسی این مطلب می‌پردازد که رایانه‌ها چگونه می‌توانند به یادگیرندگان کمک کنند تا در گروه‌های کوچک و در اجتماعات یادگیری یاد بگیرند. علاوه بر این، استفاده از نرم افزارهای ریاضی از دیگر عناصر مهم محیط‌های غنی در آموزش ریاضی است و توانایی دانش‌آموزان را برای درک عمیق مفاهیم و جلوه‌های گوناگون آنها در زندگی ارتقا می‌بخشند؛ به ویژه نرم‌افزارهای ریاضی پویا که با تقویت بازنمایی‌های چندگانه و ایجاد تنوع در روش‌های یادگیری، موجب یادگیری سریع‌تر و عمیق‌تر می‌شوند. در پژوهش‌های گذشته، تاکنون پژوهشی که تأثیر ترکیب دو عامل یادگیری مشارکتی و نرم‌افزارهای ریاضی پویا را به ویژه در یادگیری برخط مورد ارزیابی قرار دهد، صورت نگرفته است، بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر طراحی محیط یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه و نرم‌افزار ریاضی پویا بر مهارت حل‌مسأله بود.

**روش‌ها:** این پژوهش با روش آزمایشی، طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری دانش‌آموزان پسر پایه دهم شهرستان نظرآباد استان البرز در سال تحصیلی ۲۰۱۷-۲۰۱۸ بودند. نمونه آماری با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شد ( ۹۶ نفر) و به طور تصادفی در سه گروه گمارش شدند. الگوی طراحی آموزشی پایه برای سه گروه، الگوی طراحی محیط‌های یادگیری سازنده‌گرا و مسأله‌محور جاناسن انتخاب شد. در گروه گواه، یادگیری با الگوی مزبور بدون استفاده از نرم‌افزار صورت گرفت. در گروه آزمایشی یک، الگو با روش یادگیری انفرادی با استفاده از نرم‌افزار ریاضی پویا و در گروه آزمایشی دو، الگو با روش یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه با استفاده از نرم‌افزار ریاضی پویا تلفیق شد. ابزار پژوهش، آزمون محقق‌ساختهٔ حل‌مسأله ریاضی بود. به‌منظور تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد.

**یافته‌ها:** یافته‌ها نشان داد که یادگیری در محیط CSCL (۱۶/۳۳) و همچنین یادگیری انفرادی با استفاده از نرم‌افزار ریاضی پویا (۱۴/۲) هر دو بر افزایش مهارت حل‌مسأله ریاضی دانش‌آموزان مؤثر هستند؛ اما تأثیر یادگیری همیارانه بیشتر از یادگیری انفرادی است (P<۰/۰۵). پژوهش حاضر همچنین بر توجه به طراحی آموزشی متناسب محیط یادگیری با پایبندی بر اصول دیدگاه‌های اتخاذ شده تاکید نمود، همچنانکه در پژوهش حاضر برای تمامی گروه‌ها از رویکرد سازنده‌گرایانه و مساله محور جاناسن برای طراحی محیط استفاده شده بود.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان از طراحی CSCL و نرم‌افزار ریاضی پویا برای افزایش مهارت حل‌مسأله ریاضی استفاده نمود.

تاریخ دریافت: ۲۲ اسفند ۱۳۹۸
تاریخ داوری: ۱۵ فروردین ۱۳۹۹
تاریخ اصلاح: ۱ خرداد ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۱۲ خرداد ۱۳۹۹

**واژگان کلیدی:**
حل مسأله ریاضی
طراحی آموزشی سازنده گرایانه
نرم‌افزار ریاضی پویا
یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه

*نویسنده مسئول
n.mohammadhasani@khu.ac.ir
۰۹۱۲- ۴۴۹۶۷۴۶

## مقدّمه

تکنولوژی، شیوه تدریس، یادگیری و ارزشیابی را در ریاضی تغییر خواهد داد [۱]؛ این تغییر حاصل شکل نوینی از تعاملات بوده که فراتر از انتقال یک طرفه محتواست و گستره تفکر ما را با توجه به ارتباطات میان افراد مشارکت‌کننده و فناوری بسط می‌دهد. رایگلوث و همکاران [۲] در توصیف فضای محیط‌های نوین یادگیری به این موارد اشاره می‌کنند که رویکردهای آموزشی یادگیرنده-محور شده‌اند. برنامه آموزشی بر افراد یادگیرنده (خصوصیات ارثی، زمینه‌ها، استعدادها، علاقه‌ها، ظرفیت‌ها و نیازها) و دانش یادگیری (سازوکار یادگیری انسان‌ها) متمرکز شده است. یادگیری از طریق انجام دادن صورت می‌گیرد و بیشتر وقت دانش‌آموز به جای گوش دادن به معلم یا خواندن کتاب (یادگیری منفعل)، صرف تکالیف اصیل و حل مسائل واقعی (یادگیری فعال) می‌گردد.

بهره‌گیری از فرایند حل مسأله یکی از ایده‌های مهم در یاددهی – یادگیری درس ریاضی محسوب می‌شود. طبق سند برنامه درسی ملی [۳] توانایی حل مسائل ریاضی و به کار بردن آن در حل مسائل دنیای واقعی، باید از مهم‌ترین مهارت‌های یک دانش‌آموز باشد. در همین راستا ذیل اهداف تربیتی دوره دوم متوسطه بیان شده است که هدف از این دوره کسب توانایی حل مسائل زندگی، مسائل علمی، قدرت تجزیه و تحلیل و استدلال منطقی است؛ اما شواهد حاکی از آن است که حل مسأله در آموزش ریاضی کشورمان ایران به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است [۴] و شاهد این مدعا کسب نتایج ضعیف توسط دانش‌آموزان ایرانی در آزمون‌های بین‌المللی تیمز و پرلز است. این در حالی‌ست که فناوری به‌طور روزافزونی بر آموزش ریاضی تأثیر می‌گذارد و توانایی معلمان را برای تأکید بر حل‌مسأله و توانایی یادگیرندگان را برای فهم مفاهیم ریاضی ارتقا می‌بخشد [۱].

استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی یکی از گزینه‌هایی است که به منظور ایجاد یک محیط غنی در آموزش ریاضی مورد استفاده قرار گرفته است. وجود دو عامل اساسی در محیط‌های نرم‌افزاری و به ویژه نرم‌افزارهای ریاضیات پویا به دو دلیل موجب ایجاد یادگیری بهتر و عمیق‌تر می‌شود، یکی، تقویت بازنمایی‌های چندگانه در محیط‌های نرم‌افزاری و دیگری، تنوع روش‌های استفاده از نرم‌افزارها در فرایند یاددهی-یادگیری ریاضی است. محیط نرم‌افزارهای ریاضی، انعطاف‌پذیرند و اجازه می‌دهند که هم معلمان و هم دانش‌آموزان، به روش‌های خلاقانه خودشان به کاوش در مفاهیم ریاضی بپردازند [۵].

استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی پویا به عنوان شکلی از کاربست تکنولوژی در آموزش ریاضی در پژوهش‌هایی مورد استفاده قرار گرفته است [۶]، اما بیشتر این پژوهش‌ها در زمینه هندسه بوده و درباره یکی از بخش‌های مهم و چالش برانگیز ریاضی یعنی مثلثات و به ویژه مسائل مثلثاتی، پژوهشی در ایران انجام نشده است. مروری بر پیشینه پژوهش‌های داخلی نشان می‌دهد که بیشتر آنها در دو دسته جای می‌گیرند: (الف) بررسی تأثیر نرم‌افزار ریاضی پویا بر یادگیری ریاضی (در اغلب موارد هندسه) و (ب) بررسی تأثیر روش مشارکتی بر یادگیری ریاضی؛ بنابراین پژوهشی که تأثیر ترکیب هر دو متغیر را بررسی کند و مورد ارزیابی قرار دهد، تاکنون صورت نگرفته است و همچنین پژوهش‌های پیشین عمدتاً فاقد طراحی آموزشی هستند و در بیشتر پژوهش‌های خارجی نیز هنگام مقایسه روش ترکیبی با روش یادگیری معمول، تمایز بین تأثیر کارکرد انفرادی نرم‌افزار و تأثیر کارکرد همیارانه آن مورد غفلت واقع شده است؛ با این توصیف پژوهش حاضر با بهره‌گیری از طراحی آموزشی (رویکرد سازنده‌گرایانه که در بخش روش، طراحی محیط توضیح داده است) و به کارگیری نظریه یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه که از جدیدترین نظریه‌های یادگیری است، درصدد پاسخ به این پرسش است که استفاده از نرم‌افزار ریاضی پویا در دو شکل محیط‌های یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه و شکل انفرادی، تا چه میزان بر مهارت حل مسائل مثلثاتی ریاضی تأثیرگذار است؟

### *نرم‌افزارهای ریاضی پویا*

نرم‌افزارهای ریاضی پویا (Dynamic mathematics software: DMS)، نسل سوم نرم‌افزارهای آموزش ریاضی هستند که سعی در ترکیب سادگی استفاده در نرم‌افزارهای نسل یک، سیستم‌های جبری کامپیوتری (DGS) و امکانات چندمنظوره نرم‌افزارهای نسل دو، سیستم‌های هندسه پویا دارند. نرم‌افزار پیشرو در این زمینه، نرم‌افزار جئوجبرا (Geogebra) است که توسط Hohenwarter در سال ۲۰۰۲ ارائه شد. جئوجبرا نرم‌افزاری رایگان و متن-باز است که برای آموزش ریاضی طراحی شده و برای همه سطوح آموزشی از ابتدایی تا دانشگاه قابل استفاده است. درحالی که نرم‌افزارهای دیگر سه حوزه هندسه، جبر و حسابان را جدا از هم در نظر می‌گیرند، ایده اصلی جنوجبرا پیوند دادن این سه حوزه به یکدیگر و تبدیل آن به نرم‌افزاری واحد است [۷].

نرم‌افزار جئوجبرا دو قابلیت مهم دارد:

الف) قابلیت آموزش ریاضی (در نسخه‌های اولیه): فراهم کردن محیط یادگیری چندرسانه‌ای پویا، تعاملی و اکتشافی برای یادگیری مفاهیم ریاضی همراه با بازنمایی‌هایی متنوع هندسی و جبری و ارائه بازخوردهای سریع و هوشمندانه به کاربر که در مجموع یک محیط یادگیری سازنده‌گرا برای یادگیری ریاضی فراهم می‌کند.

ب) قابلیت CSCL (در نسخه های جدید): ایجاد گروه‌های یادگیری مجازی و فراهم کردن تالارهای گفتگوی اینترنتی که یادگیرندگان می‌توانند همزمان یا ناهمزمان با هم در آنها گفتگو کنند و اطلاعات و فایل‌های خود را به اشتراک بگذارند. ارائه صفحات اینترنتی که دانش‌آموزان می‌توانند در آن کار یکدیگر را ببینند؛ تغییر دهند یا اصلاح کنند و با همفکری و همیاری به حل مسأله و انجام تکلیف مشترک بپردازند.

### *محیط همیارانه مبتنی بر رایانه (CSCL)*

یکی از محیط‌های مبتنی بر فناوری که تعاملات را به شکل گسترده‌ای مورد توجه قرار می‌دهد، یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه (CSCL) است. CSCL به یادگیری همیارانه‌ای اشاره دارد که به واسطه رایانه‌ها یا شبکه‌ها

تسهیل شده است. این محیط نشانگر چهارمین و جدیدترین شیوه استفاده از رایانه‌ها در آموزش است و به بررسی این مطلب می‌پردازد که رایانه‌ها چگونه می‌توانند یادگیرندگان را گردهم آورند تا به صورت همیارانه، در گروه‌های کوچک و در اجتماعات یادگیری یاد بگیرند [۸]. CSCL می‌تواند به صورت همزمان (مثلاً در اتاق گفتگوی اینترنتی) یا ناهمزمان (مثلاً با ارسال رایانامه) انجام شود. در برخی موارد CSCL شامل یادگیرندگانی است که در فاصله‌ای دور از هم فعالیت می‌کنند و فناوری رایانه ابزار اصلی تعامل آنها برای غلبه بر محدودیت‌های زمان و مکان است. اما این واژه برای توصیف وضعیتی هم به کار می‌رود که یادگیرندگان در یک فضای فیزیکی مشترک یا چهره به چهره حضور دارند، تا زمانی که فناوری نقش قابل توجهی در شکل دادن به ماهیت تعاملات آنها با یکدیگر و پشتیبانی از فعالیت‌های همیارانه ایشان ایفا کند. بعضی از طراحان آموزشی نیز ترکیبی از دوره‌های فعالیت از راه دور و فعالیت چهره به چهره را در ذیل این عنوان در نظر می‌گیرند. مثلاً یک جلسه چهره به چهره زنده که با یک بحث برخط پیگیری می‌شود [۸].

در حوزه CSCL، به جای یادگیری مستقیم از معلم، تمرکز بر یادگیری از طریق همیاری با دیگر دانش‌آموزان است. در نتیجه نقش رایانه از ارائه آموزش – خواه به شکل اطلاعات در شیوه آموزش با دستیاری رایانه یا به شکل بازخورد از سامانه‌های هوشمند آموزش انفرادی به پشتیبانی از همیاری به وسیله ارائه رسانه‌های ارتباطی و تکیه‌گاه‌سازی برای تعامل اثربخش تغییر می‌کند. در بسیاری از موارد نقش رایانه در فرایند همیاری بین دانش‌آموزان و معلم در درجه دوم است؛ چرا که این نرم‌افزارها برای پشتیبانی از این فرایندهای گروهی و نه جایگزینی برای آن طراحی شده‌اند [۹].

نتیجه فراتحلیل چِن [۱۰] نشان داد که همیاری مبتنی بر رایانه تأثیر مثبتی بر کسب دانش، کسب مهارت و درک یادگیرندگان دارد همچنین استفاده از کامپیوتر در محیط همیارانه نیز تأثیر مثبتی بر تکمیل فعالیت‌ها به صورت گروهی (با اندازه اثر ۰/۸۹) دارد. نوروزی و همکاران [۱۱] در فراتحلیلی با عنوان «یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه استدلال محور: ترکیب ۱۵سال پژوهش» نشان دادند که محیط‌های یادگیری همیارانه که تنوعی از شرایط یادگیری را برای یادگیرندگان در دروس مختلف از ریاضی و علوم گرفته تا روان‌شناسی و مطالعات اجتماعی فراهم می‌سازد، اثربخش‌تر از سایر محیط‌های یادگیری است. ترکیب محیط‌های یادگیری همیارانه با نرم‌افزارهای ریاضی پویا نیز نشان از تأثیر بر یادگیری مفاهیم ریاضی دارد [۱۲] اما این فرض که ترکیب چنین محیط‌هایی می‌تواند بر حل مسایل مثلثاتی تأثیرگذار باشد نیاز به بررسی دارد و پژوهش حاضر با طرح فرضیات زیر درصدد مطالعه آن است:

- دانش آموزانی که در محیط یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه از نرم‌افزار ریاضی پویا استفاده می‌کنند، از دانش‌آموزانی که به روش معمول آموزش می‌بینند، مهارت بیشتری در حل مسائل ریاضی دارند.
- دانش‌آموزانی که از نرم‌افزار ریاضی پویا به صورت انفرادی استفاده می‌کنند، از دانش‌آموزانی که به روش سنتی آموزش می‌بینند، مهارت بیشتری در حل مسائل ریاضی دارند.
- دانش‌آموزانی که در محیط یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه از نرم‌افزار ریاضی پویا استفاده می‌کنند، از دانش‌آموزانی که از نرم‌افزار پویا به صورت انفرادی استفاده می‌کنند، مهارت بیشتری در حل مسائل ریاضی دارند.

## روش تحقیق

*روش پژوهش*

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر نرم‌افزار ریاضی پویا در دو شکل محیط یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه و شکل انفرادی بر مهارت حل مسائل مثلثاتی ریاضی، به روش آزمایشی و بر اساس طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه گواه انجام شده است.

*جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری*

جامعه آماری این پژوهش، کلیه دانش‌آموزان پسر پایه دهم (دوره دوم متوسطه) شهرستان نظرآباد در سال تحصیلی ۲۰۱۷-۲۰۱۸ در استان البرز بودند. علت انتخاب پایه دهم به جهت استقرار نظام جدید آموزشی و نگارش جدید کتاب ریاضی دهم می‌باشد که دانش‌آموزان درس مثلثات را اولین بار در این پایه آموزش می‌بینند. انتخاب نمونه از بین جامعه مذکور به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای بدین گونه صورت گرفت: ابتدا از بین چهار دبیرستان شهرستان، سه دبیرستان به صورت تصادفی انتخاب شدند و در مرحله دوم از هر دبیرستان یک کلاس انتخاب شدند؛ به این ترتیب سه کلاس ۳۲ نفری و در مجموع ۹۶ نفر مجموعه نمونه را تشکیل دادند. سپس عناوین گروه کنترل، گروه آزمایشی یک و گروه آزمایشی دو به هر کدام از کلاس‌ها به‌طور تصادفی اختصاص داده شد.

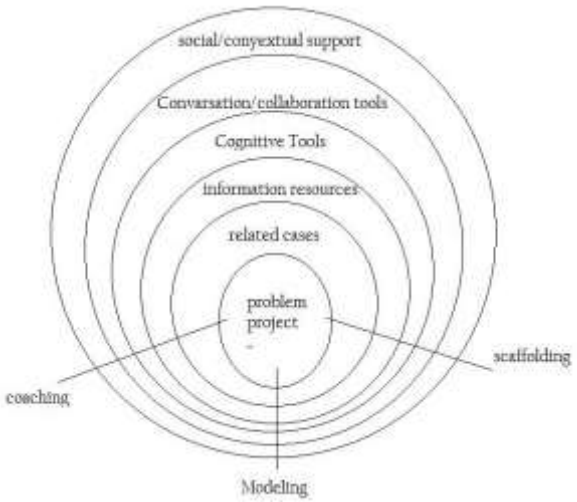
*طراحی محیط یادگیری*

به منظور طراحی محیط یادگیری در پژوهش حاضر به دلایل زیر از الگوی طراحی محیط‌های سازنده‌گرایانه Jonasson استفاده شد:

- ماهیت موضوع مسأله: همچنان که سلاوین [۱۳] آموزش حل‌مسأله را ذیل عنوان سازنده‌گرایی بررسی کرده است.
- استفاده از نرم‌افزار ریاضیات پویا: از آنجا که طراحی نرم‌افزار ریاضیات پویا بر اساس تفکر سازنده‌گرایی شکل گرفته است؛ اجرای آن هم مستلزم برگرفتن رویکرد سازنده‌گراست.

الگوی مزبور مشتمل بر یک مسأله و نظام‌های ذهنی و تفسیری دربرگیرنده آن است (شکل ۱).

در ادامه فرایند طراحی محیط یادگیری در پژوهش حاضر بر مبنای این الگو شرح داده شده است:




شکل ۱: الگوی طراحی محیط‌های سازنده گرایانه جانسن [۱۴]
Fig. 1: Jonsson's constructivist design model [14]

*مسأله:* از مسأله به عنوان هسته اصلی دوره استفاده شد. با استفاده از کتاب درسی و در بعضی موارد با مشارکت دانش‌آموزان مسأله‌هایی تدوین شدند که براساس واقعیت‌های زندگی روزمره بوده و برای یادگیرندگان جذاب و درگیرکننده بود. بازنمایی اولیه بیشتر مسأله‌ها، در قالب داستانی صورت می‌گرفت و در بیان مسأله‌ها ابتدا زمینه‌ای که مسأله در آن رخ داده بود، تشریح می‌شد. در دو گروه آزمایشی که با نرم‌افزار کار می‌کردند، مثال‌های حل شده به صورت فایل‌های رایانه‌ای در اختیار ایشان قرار می‌گرفت.

*موارد مربوط:* تعداد قابل توجهی مثال‌های حل‌شده همراه با چگونگی حل آنها به دانش‌آموزان ارائه شد. در دو گروه آزمایشی که با نرم‌افزار کار می‌کردند، مثال‌های حل‌شده به صورت فایل‌های رایانه‌ای در اختیار ایشان قرار گرفت.

*منابع اطلاعاتی:* کتاب درسی و جزوه تدوین شده برای هر سه گروه و فایل‌های رایانه‌ای برای دو گروه آزمایشی که با نرم‌افزار کار می‌کردند از منابع اطلاعاتی دانش‌آموزان به شمار می‌رفت؛ علاوه بر این گروهی که به صورت همیارانه کار می‌کردند، از طریق اینترنت به برنامه‌های یکدیگر دسترسی داشتند.

*ابزارهای شناختی:* در طول کلاس یا جلسات حل تمرین، دانش‌آموزان نکات لازم را به منظور کاهش میزان فشار وارد بر حافظه در دفترچه‌های خود ثبت می‌کردند. همچنین سعی شد تا با استفاده از تصاویر متعدد و مرتبط با موضوع، به بازنمایی و ایجاد تصاویر ذهنی در ذهن یادگیرنده و در نتیجه درک بهتر مفاهیم کمک شود. در دو گروه آزمایشی که با نرم‌افزار کار می‌کردند، نرم‌افزار جئوجبرا ابزارهای کاملی برای الگوسازی و بازنمایی مسأله فراهم می‌کرد. بازخوردهای دقیق و آموزنده برنامه نیز به عنوان ابزاری برای پشتیبانی از عملکرد یادگیرنده بود. علاوه بر این، گروهی که به صورت همیارانه کار می‌کردند؛ از نرم‌افزار مذکور به عنوان ابزاری برای جستجو و جمع‌آوری اطلاعات مرتبط و یافتن مثال‌ها و محتوای بیشتر استفاده می‌کردند.

*ابزارهای مباحثه/ همیاری:* در گروه کنترل و گروهی که از نرم‌افزار به شکل انفرادی استفاده می‌کردند، روش برنامه‌ریزی شده و سازمان یافته‌ای برای شکل‌گیری بحث‌های درسی یا همیاری وجود نداشت. تنها در بعضی موارد به بحث و گفتگوی درسی با معلم یا سایرین می‌پرداختند. اما کلاسی که به شکل همیارانه کار می‌کردند، به گروه‌های چهار نفری تقسیم شده و فعالیت گروهی و بحث و تبادل نظر داشتند.

*پشتیبانی اجتماعی/زمینه‌ای:* در طول اجرای برنامه آموزشی سعی شد تا محیط از نظر امکانات، مکان مناسبی برای یادگیری باشد. همچنین مشارکت مدیر مدرسه و سایر معلمان برای روند پژوهش جلب شد.

*الگوسازی:* توسط نمایش معلم و ارایه مثال‌های متعدد به شکل فایل‌های رایانه‌ای.

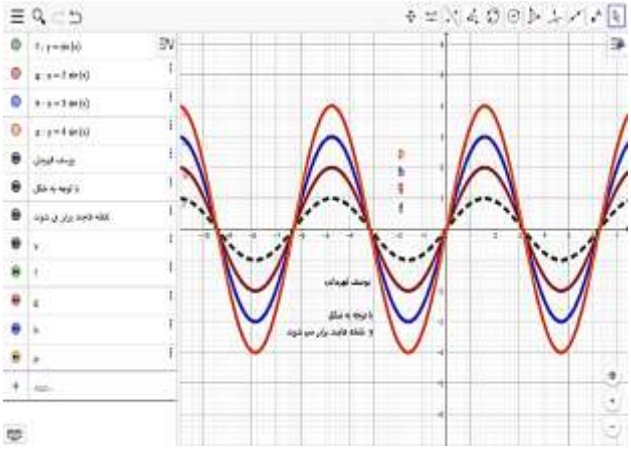
*مربیگری:* از طریق بازخوردهای مناسب توسط معلم به یادگیرندگان در سه گروه و همچنین ارایه بازخورد توسط نرم‌افزار در گروه‌های آزمایشی و بازخورد همتایان در گروهی که به شکل همیارانه کار می‌کردند.

*نظام پشتیبانی:* از طریق ارایه بازنمایی‌های متعدد صورت می‌گرفت. (پشتیبانی جعبه شیشه‌ای) تنظیم درجه سختی در مسائل دشوار جهت متناسب کردن آنها با سطح یادگیرنده و(پشتیبانی جعبه سیاه). سنجش با هدف آگاه‌سازی معلم و دانش‌آموز و اصلاح و بهبود عملکردها به صورت مستمر و متناوب از دانش‌آموزان انجام می‌شد. همچنین گروه آزمایشی اول از پشتیبانی نرم‌افزاری و گروه آزمایشی دوم از پشتیبانی نرم‌افزاری و نیز امکانات ارتباطات اینترنتی برخوردار بودند. که این امکانات به آنها اجازه ایجاد گروه‌های یادگیری مجازی و فراهم کردن تالارهای گفتگوی اینترنتی را می‌داد که آنها می‌توانستند همزمان یا ناهمزمان با هم در آنها گفتگو کنند و اطلاعات و فایل‌های خود را به اشتراک بگذارند. تصویری از فضای این محیط‌ها در شکل شماره ۲و ۳ نشان داده شده است.

*روش اجرا*

بعد از نمونه گیری و پیش از شروع دوره آموزشی از هر سه گروه پیش آزمون گرفته شد. درگروه گواه تدریس به صورت معمول انجام شد؛ در گروه آزمایشی ۱ تدریس به کمک نرم‌افزار ریاضی پویا( جئوجبرا) صورت گرفت. در گروه آزمایشی ۲ شرکت‌کنندگان در محیط طراحی شده یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه به یادگیری درس مورد نظر پرداختند. مراحل اجرای آموزش در این گروه بر مبنای روند پیشنهادی سلاوین [۱۳] ترتیب یافت که کارآمدی آن در ارتقای یادگیری در درس‌های ریاضی و علوم نیز به تأیید رسیده است. طول دوره آموزشی برای هر سه گروه پنج جلسه دو ساعته در هر هفته بود. از آنجا که گروه‌های آزمایشی یک و دو نیازمند آشنایی با نرم‌افزار جئوجبرا و مهارت استفاده در آن بودند. قبل از برگزاری دوره اصلی دو جلسه به آموزش نرم‌افزار اختصاص داده شد تا تأثیر جذابیت اولیه و تازگی ابزار در روند تحقیق تا حدی کنترل شود. علاوه بر این برای گروه آزمایشی ۲ که نیازمند آشنایی و

تمرین مهارت همیاری بودند، یک جلسه توجیهی قبل از برگزاری دوره در نظر گرفته شد. در پایان از هر سه گروه پس‌آزمون به عمل آمد.



شکل ۲: تصویری از فضای نرم‌افزار (یادگیری انفرادی)
Fig. 2: Screen shot of the software environment (individual learning)

شکل ۳: تصویری از فضای همیارانه نرم‌افزار
Fig. 3: A screen shot of the collaborative environment of the software

*ابزار پژوهش*

ابزار مورد استفاده در این پژوهش، آزمون محقق‌ساخته حل مسأله ریاضی بود که روایی آن توسط هفت تن از معلمان ریاضی تأیید و سپس برای محاسبه پایایی، سؤالات روی ۳۰ نفر از اعضای جامعه اجرا شد. ضریب پایایی محاسبه شده با روش آلفای کرانباخ ۰/۸۹ به‌دست آمد.

*روش تحلیل*

تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار $SPSS_{22}$ صورت گرفت. در بخش آمار توصیفی شاخص‌هایی نظیر میانگین و انحراف استاندارد نمرات محاسبه شد و در بخش آمار استنباطی نیز برای بررسی فرضیه‌های پژوهش از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نمرات تمامی اعضای نمونه در پیش آزمون صفر بود که به سبب تازگی موضوع نمره‌ای قابل پیش‌بینی بود. نتایج تحلیل آمار توصیفی برای نمرات پس آزمون که در جدول شماره ۱ نشان داده شده بیانگر تفاوت میانگین بین سه گروه است.

جدول ۱: نتایج آمار توصیفی
Table 1: Results of descriptive statistics

| Variables | Mean | SD |
|---|---|---|
| Experimental Group1 | 14.2 | 2.06 |
| Experimental Group2 | 16.33 | 1.75 |
| Control Group | 12.97 | 1.86 |

برای بررسی فرضیه‌های پژوهش از تحلیل واریانس استفاده شد. پیش از انجام تحلیل و برای بررسی فرض نرمال بودن توزیع متغیرها آزمون کلموگروف اسمیرنوف (برای حجم نمونه ۵۰ یا بالاتر) به‌کار رفت که نتایج در سطح معنی‌داری پنج درصد نشان داد که متغیرها دارای توزیع نرمال می‌باشند ($p$ >۰/۰۵). همچنین برای بررسی همگنی واریانس خطای سه گروه از آزمون لون استفاده شد. با توجه به داده‌های جدول شماره ۲ نتیجه آزمون لون، همگنی واریانس گروه‌ها را تأیید کرد ($p$≥۰/۰۵).

جدول ۲: نتایج آزمون همگنی واریانس
Table 2: Results of homogeneity of variances test

| The Variable | Levene's Statistic | P value | Result |
|---|---|---|---|
| Post test | 0.074 | 0.200 | Normal |

طبق نتایج تحلیل واریانس یکطرفه (جدول شماره ۳) و با توجه به اینکه مقدار $p$ کمتر از ۰/۰۵ است، فرضیه برابری میزان مهارت دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی در سه روش معمول، یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه و یادگیری مبتنی بر نرم‌افزارهای ریاضیات پویا در سطح معنی‌داری پنج درصد رد می‌شود که نتیجه می‌گیریم گروه‌های مورد بررسی از نظر مهارت حل‌مسأله ریاضی، تفاوت معناداری با یکدیگر دارند. برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها و مقایسه دو به دوی آنها از آزمون‌های تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۵ قابل مشاهده است.

با توجه به نتایج تحلیل (جدول شماره ۵ و ۶)، گروه یادگیری به روش سنتی در زیرگروه اول (a)، گروه یادگیری مبتنی بر نرم‌افزارهای ریاضیات پویا در زیرگروه دوم (b) و گروه یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه که بیشترین میزان میانگین نمره امتحان ریاضی (۱۶/۳۳) را دارا می‌باشد، به تنهایی در زیرگروه سوم قرار می‌گیرد. به طور کلی نتیجه

می‌گیریم که گروه یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه از لحاظ میزان مهارت دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی اختلاف معناداری با دو گروه دیگر دارد و همچنین اختلاف نمره ریاضی گروه‌های گواه و یادگیری مبتنی بر نرم‌افزارهای ریاضیات پویا با یکدیگر معنی‌دار است. به عبارت دیگر هر دو روش یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه و یادگیری مبتنی بر نرم‌افزارهای ریاضیات پویا بر بهبود مهارت حل مسائل ریاضی دانش‌آموزان مؤثر می‌باشند؛ اما تأثیر روش یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه بیشتر از روش دیگر است.

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر طراحی محیط یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه (CSCL) و نرم‌افزار ریاضی پویا (جئوجبرا) بر مهارت حل مسائل مثلثاتی دانش‌آموزان دوره متوسطه انجام شد. یافته‌های پژوهش نشان دادند که (الف) روش یادگیری مبتنی بر نرم‌افزار ریاضی پویا بر بهبود مهارت حل مسائل ریاضی دانش‌آموزان مؤثر است. پژوهش های متعددی [۱۵]؛ [۱۶] ؛ [۱۲]؛ [۱۷] با یافته‌های این پژوهش همسو هستند. از جمله دلایل اثربخشی این روش می‌توان به کاهش قابل توجه عملیات سنگین و پیچیده ذهنی، تقویت بازنمایی‌ها، رویکرد سازنده‌گرا و یادگیری اکتشافی، تقویت ساخت حدس‌های منطقی، محیط یادگیری جذاب و صرفه جویی در زمان اشاره کرد [۱۸] [۲].

جدول ۳: نتیجه تحلیل واریانس
Table 3: Results of ANOVA

| Source | df | SS | MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 2 | 184.797 | 92.398 | 25.751 | .0001 |
| Within Groups | 93 | 333.703 | 3.588 | | |
| Total | 95 | 518.500 | 95.986 | | |

جدول ۴: مقایسه‌های زوجی نمرات یادگیری در سه گروه
Table 4: Multiple Comparison of learning scores in the three groups

| Multiple Comparison | Mean Difference | Pvalue |
|---|---|---|
| Dynamic math software group - CSCL group | 16.33 -14.2 = 2.13 | .001 |
| Dynamic math software group – control group | 12.97= 1.23<br>14.2- | .0028 |
| CSCL group -Control group | 16.33- 12.97= 3.36 | .001 |

(ب) روش یادگیری همیارانه بر بهبود مهارت حل مسائل ریاضی دانش آموزان مؤثر است. استفاده مؤثر از زبان و گفتمان، به‌کارگیری تکیه گاه سازی‌های مناسب، دریافت بازخوردهای متعدد، تحریک فراشناخت، ارتقای سطح رشد شناختی، استفاده از خرد جمعی، یادگیری گروهی و به طور خلاصه یادگیری از راه یاددهی، از دلایل تأثیرگذاری این شیوه یادگیری هستند [۱۳، ۱۹، ۲۰].

جدول ۵: رده‌بندی گروه‌های پژوهش با استفاده از آزمون تعقیبی توکی
Table 4: Ranking of research groups by Tukey's test

| Group | N | The subgroups sample size per α = 0.05 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| control group | 32 | 12.97 | | |
| Dynamic math software group | 32 | | 14.2 | |
| CSCL group | 32 | | | 16.33 |
| Pvalue | | 1 | 1 | 1 |

(پ) تأثیر روش یادگیری همیارانه مبتنی بر رایانه (CSCL) از دو روش دیگر (الف) و (ب) بیشتر است. علت این برتری به سبب تلفیق مزیت‌های دو روش مزبور می‌باشد.

شونفلد [۱۹] چهار مؤلفه را در موفقیت یا شکست در حل مسأله‌های ریاضی سهیم می‌داند که عبارتند از:

منابع: اطلاعات و دانش فرد در رابطه با مسأله داده شده؛ راهبردها: روش‌ها و فنون کارآمد برای حل‌مسأله مانند رسم شکل، تبدیل مسأله به مسأله ساده‌تر، بهره‌گیری از یک مسأله مرتبط.کنترل: تصمیم‌گیری نسبت به گزینش و به‌کارگیری منابع و راهبردها که بخش عمده آن مربوط به فراشناخت است؛ و باورها: جهان‌بینی شخص نسبت به خود، محیط، موضوع و ریاضی.

محیط همیارانه مبتنی بر فناوری با کمک نرم‌افزار پویا در این پژوهش به سبب امکان رسم شکل و ارایه بازنمایی‌هایی چندگانه به ساده سازی مسائل کمک می‌کرد. ارایه بازخورد و مربی‌گری در طرح این پژوهش با حمایت از شناخت یادگیرنده می‌تواند دلیل دیگری برای برتری دو گروه آزمایش به نسبت گروه گواه باشد. همچنان که نتیجه تحقیقات اولسون و گرنبرگ [۲۱] در استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی پویا حاکی از نقش مثبت هدایتگری در زمان یادگیری با نرم‌افزار جئوجبرا داشت.

اصل حضور اجتماعی در محیط‌های همیارانه برخط که اشاره به احساس پیوستگی یادگیرندگان با آموزشگر و با دیگر یادگیرندگان دارد، نیز دلیل دیگری برای درگیری بیشتر یادگیرندگان با موضوع درسی و برتری روش آزمایشی دوم می‌باشد. ایجاد محیطی باز برای ابراز عقاید و ارایه بازخورد سازنده [۲۲] از سوی همتایان و مربی، عاملی اثرگذار در یادگیری محسوب می‌گردد که ویژگی نامبرده نقش بسیار فعال‌تری برای دانش‌آموزان در یادگیری نسبت به آنچه که در بسیاری از کلاس‌های درس معمول است، پیشنهاد می‌دهد [۲۳] و در انتها محیط طراحی شده برای این پژوهش به سبب بهره‌گیری از اصل طراحی سازنده‌گرا و در رأس آن گنجاندن یادگیری در زمینه‌های واقعی و اصل؛ گنجاندن یادگیری در تجارب اجتماعی به همراه مزیت بازنمایی‌های چندگانه نرم‌افزار پویا، محیطی را خلق کرد که به افزایش یادگیری دو گروه آزمایش به نسب گروه کنترل گردید.

در روند پژوهش‌های این حوزه تحلیل داده‌های ضبط شده از محیط‌های همیارانه (مانند تحلیل محتوای پیام‌ها، نویسندگان و خوانندگان پیام، حتی اطلاعات ورود به این محیط‌ها) [۲۴] می تواند خط پژوهشی خوبی در این حوزه باشد.

## مشارکت نویسندگان

طرح و اجرای پژوهش حاضر توسط نویسنده اول ارایه و اجرا شده است، بررسی متون، تحلیل داده‌ها و نگارش با مشارکت دو نویسنده انجام شده است.

## تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است که در دانشگاه خوارزمی انجام گرفته است. نویسندگان مقاله از تمامی دانش‌آموزانی که در جریان پژوهش مشارکت داشتند و همچنین معلمان آنها کمال قدردانی و سپاسگزاری را دارند.

## تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

## منابع و مآخذ

[1] Yang JR. Technology-Enhanced mathematics instruction: A Second-Order Meta-Analysis of 30 years of research. *Educational Research Review*. 2017; 22 (2): 19-33.

[2] Reigeluth M, Beatty BJ, Mayers, RD. *Instructional-design theories and models.* New York: Routledge; 2016.

[3] *National Curriculum of the Islamic Republic of Iran*. Tehran: Ministry of Education; 2012. Persian.

[4] Reihani E, Ahmadi GA, Karami Z. [A Comparative Study of Problem Solving Education in the Middle School Mathematics Curriculum of the United States, Australia, Japan, Singapore and Iran]. *Journal of Education*. 2011; 1(105): 141-115. Persian.

[5] Hirono N, Takahashi T. *On the Effective Use of GeoGebra in Mathematics Education.* Paper presented in the 6th Asian Technology Conference on Mathematics. Bolu, Turkey; 2011.

[6] Asadi S. *The effect of designing Computer supported collaborative learning (CSCL) environment and Dynamic mathematics software on problem-solving skill in high school math* [master's thesis]. Karaj: Kharazmi University; 2018. Persian.

[7] Hohenwarter M, Hohenwarter J, Kreis Y, Lavicza Z. *Teaching and Learning Calculus with Free Dynamic Mathematics Software GeoGebra*. Paper presented in the 11th International Congress on Mathematical Education. Mexico City, Mexico; 2008.

[8] Stahl G, Koschmann T, Suthers D. Computer-supported collaborative learning. In: sawyer SR. (ed), *Cambridge handbook of the learning sciences*. Uk: Cambridge university press; 2014. pp. 479-500.

[9] Reiser BJ. *Why scaffolding should sometimes make tasks more difficult for learners*. Paper presented in the Conference on computer support for collaborative learning: Foundations for a CSCL community. International Society of the Learning Sciences; 2002.

[10] Chen J, Wang M, Krischner PA, Tsai C. The Role of Collaboration, Computer Use, Learning Environments, and Supporting Strategies in CSCL: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*. 2018; 88(6): 799-843.

[11] Noroozi O, Weinberger A, Biemans HJ, Mulder M, Chizari M. Argumentation-based computer supported collaborative learning (ABCSCL): A synthesis of 15 years of research. *Educational Research Review*. 2012; 7(2): 79-106.

[12] Takači D, Stankov G, Milanovic I. Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups. *Computers & Education*. 2015; 82: 421-431.

[13] Slavin RE. *Educational Psychology*. Boston: Pearson; 2018.

[14] Jonassen DH. Designing constructivist learning environments. In: Reigeluth CM. (ed) *Instructional design theories and models. Vol 2: A new paradigm of instructional theory*. New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates; 1999. pp. 215-239.

[15] Mosese NM. Evaluating the effectiveness of the use of information and communication technology in the teaching and learning of trigonometry functions in grade 12 [doctoral dissertation]. Pretoria: university of South Africa; 2017.

[16] Murni V, Sariyasa S, Ardana IM. GeoGebra assists discovery learning model for problem solving ability and attitude toward mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*. 2017; 895: 1-6.

[17] Kepceoğlu I, Yavuz I. Teaching a concept with GeoGebra: Periodicity of trigonometric functions. *Educational Research and Reviews*. 2016; 11(8): 573-581.

[18] Narboux, J. A graphical user interface for formal proofs in geometry. *Journal of Automated Reasoning*. 2007; 39(2): 161-180.

[19] Schoenfeld AH. *Mathematical problem solving.* London: Academic Press; 2016.

[20] Ormrod JE. *Human Learning*. London: Pearson Education Limited; 2015.

[21] Olsson J, Granberg C. Dynamic Software, Task Solving with or without Guidelines, and Learning Outcomes. *Technology, Knowledge and Learning*. 2019; 24 (3): 419-436.

[22] Sung E, Mayer RE. Five facets of social presence in online distance education. *Computers in Human Behavior*. 2012; 28(5): 1738-1747.

[23] Woolfolk A. *Educational Psychology*. Boston: Pearson; 2017.

[24] Adanir GA. Detecting Topics of Chat Discussions In A Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*. 2019; 20(1): 96-114.

## معرفی نویسندگان

## AUTHOR(S) BIOSKETHES

**سینا اسدی** دبیر آموزش و پرورش، دانش آموخته دبیری ریاضی از دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی در سال ۱۳۷۹ و کارشناسی‌ارشد تکنولوژی آموزشی از دانشگاه خوارزمی در سال ۱۳۹۷ می‌باشند. حوزه پژوهشی ایشان مسائل آموزش و پرورش به ویژه آموزش ریاضی، حل مسأله و طراحی محیط‌های یادگیری است.

**Asadi, S. MS., Educational Technology, Kharazmi University, Tehran, Iran**

*std_sina.asadi@khu.ac.ir*

**نسرین محمدحسنی** عضو هیات علمی دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه خوارزمی می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی تکنولوژی آموزشی را در سال ۱۳۸۹ از دانشگاه علامه طباطبایی و مدرک کارشناسی‌ارشد تکنولوژی آموزشی را در سال ۱۳۹۱ از دانشگاه علامه طباطبایی دریافت نمودند. در مهر ۱۳۹۱ به عنوان دانشجوی اولین دوره دکتری تکنولوژی آموزشی دانشگاه تربیت مدرس تحصیل نمودند و در سال ۱۳۹۵ موفق به اخذ مدرک دکتری تخصصی گردیدند. ایشان به عنوان پژوهشگر از زمان فرصت مطالعاتی‌شان در سال ۲۰۱۵ تاکنون با دانشگاه مسینای ایتالیا (Messina University) همکاری دارند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: عامل‌های هوشمند آموزشی، طراحی محیط‌های یادگیری، بازی‌وارسازی محیط یادگیری.

**Mohammadhasani, N. Assistant Professor, Educational Technology, Kharazmi University, Tehran, Iran**

*n.mohammadhasani@khu.ac.ir*

**Citation (Vancoure):** Asadi S, Mohammadhasani N. [The investigation of the effect of computer supported collaborative learning (CSCL) environment and dynamic mathematics software on trigonometric problem solving skill]. *Tech. Edu. J.* 2020; 14(4): 867-875

http://dx.doi.org/10.22061/tej.2020.5964.2312

**COPYRIGHTS**

©2020 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.