



## RESEARCH PAPER

## The effect of brain-based electronic courseware on problem solving performance and motivation of students in computer programming courses

E. Badiee, M. R. Nili\*, Y. Abedini, B. E. Zamani

Department of Education, Faculty of Education and Psychology, Isfahan University, Isfahan, Iran

### ABSTRACT

Received: 25 May 2019  
Reviewed: 5 July 2019  
Revised: 6 September 2019  
Accepted: 15 September 2019

#### KEYWORDS:

Brain Based Learning  
Electronic Courseware  
E-Learning  
Problem Solving  
Motivation

\* Corresponding author

[m.nili.a@edu.ui.ac.ir](mailto:m.nili.a@edu.ui.ac.ir)

☎ (+98913) 3152940

**Background and Objectives:** The rapid growth of science and technology and the subsequent emergence of e-learning have revolutionized education. Also in this period, becoming aware of how the brain functions during the learning process has had important effects on training and learning. Educators are looking for ways for the most advantageous usage of technology-based facilities and new findings in educational neuroscience to obtain the optimal learning, especially in difficult subject matters such as computer programming courses, which are associated with the problem-solving process. The aim of this study was to investigate the effect of electronic courseware designed based on brain-based learning principles on problem-solving performance and motivation of the students in computer programming courses.

**Methods:** This research is a quasi-experimental study, and was conducted with a pretest-posttest control group design. In this study, cluster sampling method was used and thus 60 female students of the eleventh grade of computer fields of vocational schools in Isfahan were selected to participate in the study. Participants were randomly divided into 3 groups of 20 (experimental, control 1 and control 2). A literature review was conducted to identify the brain-based learning strategies. Based on the lesson objectives and the strategies derived from the principles of brain based learning, an electronic courseware was designed and developed by the researcher and an expert team. The validity of this courseware was confirmed by specialists of the field. The intrinsic and extrinsic motivation subscales of Pintrich et al.'s questionnaire as well as a teacher-made computer programming problem-solving test were used as data collection instruments, that were used as a pre-test and post-test, before and after the training, in all 3 groups. The same content from the computer programming course was taught in all three groups. In the experimental group, in addition to the conventional method, an electronic courseware based on brain based learning strategies was used. In the first control group, in addition to conventional method, a non-brain based electronic courseware was used. The second control group was trained only in the conventional method.

**Findings:** The research data were analyzed using univariate analysis of covariance on problem-solving performance test scores and multivariate analysis of covariance on intrinsic and extrinsic motivation scores. The results of the study showed that the problem solving performance of experimental group was significantly better than the control 1 and control 2 groups ( $p < 0.05$ ) in computer programming courses. Also, the extrinsic motivation of the experimental group was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than the first control group. Based on these findings, the use of non-brain based courseware significantly ( $p < 0.05$ ) reduced the extrinsic motivation of control group 2 students compared to control group 1.

**Conclusion:** The use of electronic courseware designed and developed based on brain-based learning principles has a significant impact on increasing students' computer problem solving performance. Also, the application of brain based learning principles in designing and developing the electronic courseware makes more external motivation in the users of this courseware than the users of typical courseware while learning.



NUMBER OF REFERENCES

53



NUMBER OF FIGURES

0



NUMBER OF TABLES

8

## مقاله پژوهشی

## تأثیر درس افزار الکترونیکی مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله و انگیزش دانش آموزان در درس برنامه نویسی کامپیوتر

الهه بدیعی، محمد رضا نیلی\*، یاسمین عابدینی، بی بی عشرت زمانی

گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** رشد سریع علم و فناوری و به دنبال آن ظهور یادگیری الکترونیکی آموزش را متحول ساخته است. همچنین در این دوران آگاهی از چگونگی عملکرد مغز در حین یادگیری، تأثیرات مهمی در آموزش و پرورش به دنبال داشته است. آموزشگران به دنبال یافتن روش هایی برای بهره گیری هرچه بیشتر از امکانات مبتنی بر فناوری و یافته های جدید علوم اعصاب تربیتی در جهت یادگیری بهینه به ویژه در درس دشواری چون برنامه نویسی کامپیوتر هستند که با فرایند حل مسأله همراه است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله و انگیزش دانش آموزان در درس برنامه نویسی کامپیوتر انجام گرفت.

**روش ها:** این پژوهش از نوع نیمه آزمایشی بوده و با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل انجام شد. در این پژوهش نمونه گیری به روش خوشه ای انجام شد و به این ترتیب ۶۰ نفر از دانش آموزان دختر پایه یازدهم رشته های کامپیوتر هنرستان های کار دانش شهر اصفهان برای شرکت در پژوهش انتخاب شدند. شرکت کنندگان به طور تصادفی در ۳ گروه ۲۰ نفره آزمایش، کنترل ۱ و کنترل ۲ قرار گرفتند. یک مطالعه کتابخانه ای به منظور گردآوری راهبردهای یادگیری مبتنی بر مغز صورت گرفت. بر اساس اهداف درس و راهبردهای حاصل از اصول یادگیری مبتنی بر مغز یک درس افزار الکترونیکی توسط محقق و تیم متخصص طراحی و ساخته شد. روایی این درس افزار توسط متخصصان مورد تأیید قرار گرفت. از خرده مقیاس های انگیزش درونی و بیرونی پرسشنامه پینتریچ و همکاران و همچنین یک آزمون حل مسأله برنامه نویسی معلم ساخته به عنوان ابزار گردآوری داده ها استفاده شد. این ابزارها قبل و بعد از آموزش در هر سه گروه به عنوان پیش آزمون و پس آزمون مورد استفاده قرار گرفتند. محتوای یکسان از درس برنامه نویسی کامپیوتر در هر سه گروه آموزش داده شد. در گروه آزمایشی علاوه بر روش مرسوم، از درس افزار الکترونیکی ساخته شده بر اساس راهبردهای یادگیری مبتنی بر مغز استفاده گردید. در گروه کنترل اول در کنار آموزش مرسوم، یک درس افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر مغز به کار رفت. گروه کنترل دوم هم فقط به روش مرسوم آموزش دیدند.

**یافته ها:** داده های تحقیق با استفاده از تحلیل کوواریانس یک متغیری بر روی نمرات آزمون عملکرد حل مسأله و تحلیل کوواریانس چند متغیری بر روی نمرات انگیزش درونی و بیرونی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد دانش آموزان گروه آزمایش در حل مسائل برنامه نویسی کامپیوتر نسبت به گروه کنترل ۱ و گروه کنترل ۲ به طور معناداری ( $P < 0/05$ ) بهتر بوده است. همچنین انگیزش بیرونی گروه آزمایش به طور معناداری ( $P < 0/05$ ) نسبت به گروه کنترل اول بیشتر بوده است. بر اساس این یافته ها استفاده از درس افزار غیر مبتنی بر مغز به طور معناداری ( $P < 0/05$ ) باعث کاهش انگیزش بیرونی دانش آموزان گروه کنترل ۲، نسبت به گروه کنترل ۱ شده است.

**نتیجه گیری:** استفاده از درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، تأثیر قابل توجهی در افزایش توانایی دانش آموزان در حل مسأله برنامه نویسی کامپیوتر دارد. همچنین به کارگیری اصول یادگیری مبتنی بر مغز در طراحی درس افزارهای الکترونیکی باعث می شود در حین یادگیری، کاربران این درس افزارها، انگیزش بیرونی بیشتری نسبت به کاربران درس افزارهای معمولی داشته باشند.

تاریخ دریافت: ۵ خرداد ۱۳۹۸  
تاریخ داوری: ۱۵ تیر ۱۳۹۸  
تاریخ اصلاح: ۱۴ شهریور ۱۳۹۸  
تاریخ پذیرش: ۲۴ شهریور ۱۳۹۸

## واژگان کلیدی:

یادگیری مبتنی بر مغز  
درس افزار الکترونیکی  
یادگیری الکترونیکی  
حل مسأله  
انگیزش

\*نویسنده مسئول

✉ [m.nili.a@edu.ui.ac.ir](mailto:m.nili.a@edu.ui.ac.ir)

① ۰۹۱۳-۳۱۵۲۹۴۰

## مقدمه

دانش آموزانی با طیف گسترده از توانایی ها به کلاس درس وارد می شوند؛ البته دانش آموزان در کلاس درس بیش از هر زمان دیگر نیازمند توجه و راهنمایی برای شکوفایی استعدادهايشان هستند. این وفور تفاوت ها، چنان پویایی فراهم ساخته است که تاکنون در تاریخ آموزش و پرورش بی سابقه بوده است [۱]. در جهان معاصر آماده سازی فراگیران برای تبدیل شدن به حل کنندگان مسائل زندگی واقعی از اهداف اصلی آموزش و پرورش به شمار می رود [۲]. مسائل بخش

رشد سریع علم و فناوری که چهره جهان معاصر را دگرگون ساخته، اهمیت آموزش و یادگیری، همچنین سرعت و کیفیت آن را به طور چشمگیری افزایش داده است. از این رو صاحب نظران و دانشمندان حیطة تعلیم و تربیت به دنبال روش هایی برای بهره گیری هرچه بیشتر از امکانات محیطی، فناوری و استعداد های فردی برای یادگیری و یادسپاری حداکثری در کوتاه ترین مدت زمان ممکن هستند.

یکی از متغیرهای تأثیرگذار بر کلیه مراحل فرآیند یادگیری انگیزش است. در دیدگاه شناختی، انگیزش فرآیند برانگیختن و نگهداری رفتار هدف‌گرا بوده و بنابراین فرض بر این است که فراگیران هدف‌گذاری نموده و فرآیندهای شناختی را به کار می‌گیرند تا به هدف خود دست یابند. دانش‌آموزانی که برای یادگیری انگیزش دارند؛ توجه بیشتری به آموزش داشته و در فعالیت‌هایی مانند مرور ذهنی اطلاعات، ربط دادن به دانش پیشین و پرسیدن سؤال، درگیر می‌شوند و در مواجهه با مطالب دشوار، انگیزش بیشتری برای تلاش دارند [۱۲]. نظریه‌های مختلف انگیزش به توضیح این مطلب می‌پردازند که چرا برخی افراد در موقعیتی خاص در مقایسه با دیگران اشتیاق بیشتری به یادگیری دارند [۱۳]. رایان و دسی مهم‌ترین تفاوت را میان دو نوع انگیزش درونی و بیرونی دانسته‌اند. انگیزش درونی به انجام کاری به علت جذابیت یا لذت بخشی ذاتی آن عمل اشاره دارد؛ در حالی که انگیزش بیرونی به انجام کاری به قصد دست‌یابی به پیاوردی مجزا از آن عمل مربوط می‌شود [۱۴].

آگاهی از چگونگی عملکرد مغز در حین یادگیری، تأثیرات مهمی در آموزش و پرورش به دنبال دارد. با درک چگونگی کارکرد مغز، ماهیت یادگیری و نحوه ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات و مهارت‌ها در ذهن و به دنبال آن استفاده از این دانش در طراحی برنامه‌های درسی می‌توان یادگیری را برای همه افراد، با ویژگی‌های متفاوت فردی، به بیشترین حد ممکن رساند. تحقیقات انجام شده در زمینه علوم اعصاب، چگونگی یادگیری مغز و نحوه استفاده از این آموخته‌ها در طول زندگی فرد را تا حدود زیادی دریافته‌اند [۱۵]. تربیت پذیری مغز، پردازش فعال تجارب و تعامل مغز با محیط و رشد شبکه‌های عصبی می‌تواند مبنای مناسبی برای طراحی آموزش سازگار با مغز، برمحور آموزش‌های چندرسانه‌ای برای تحریک حواس چندگانه، محیط یادگیری عاری از فشار روانی همراه با چالش خوشایند و ایجاد انگیزه یادگیری در فراگیران باشد [۱۶]. بر اساس تحقیقات وسیعی که در زمینه‌هایی چون روانشناسی، زیست‌شناسی و علوم اعصاب صورت گرفت، کین و کین مجموعه‌ای از اصول یادگیری مغز را ارائه نمودند. آنها معتقدند که آموزش و پرورش باید چگونگی عملکرد مغز در فرآیند یادگیری را در کانون آموزش و تدریس قرار دهد [۱۷]. تعلیم و تربیت مبتنی بر مغز در واقع عبارت است از یادگیری با روش‌هایی که مغز انسان به طور ذاتی برای آن طراحی شده است [۱۸]. روش یادگیری مبتنی بر مغز سه مؤلفه اساسی را در تدریس پیشنهاد می‌کند که هر یک از آنها تأثیر عمیقی بر اجزای دیگر دارد [۱۷، ۱۹]:

۱) هوشیاری آرمیده (Relaxed alertness): ایجاد جو عاطفی بهینه برای یادگیری با به چالش کشیدن فراگیران در یک زمینه امن معلمان باید به دانش‌آموزان کمک کنند تا احساس شایستگی و اطمینان نموده و مفاهیم و مقاصد را برای مدت زمان طولانی تجربه کنند [۱۷]. نکته مهم اغلب به چالش کشیدن و بسط دادن فراگیران به طور طبیعی است تا فرآیند الگو سازی در مغز به صورت خودکار صورت

مرکزی زندگی بشر را تشکیل می‌دهند و تقریباً هر چیز در زندگی یک مسأله است؛ از این رو برای فهم طبیعت هستی، حل مسأله و آنچه آن را دشوار می‌سازد دارای اهمیت است.

برخی مسأله را تفاوت میان یک وضعیت فعلی و وضعیت هدف تعریف کرده‌اند. حل مسأله، تحلیل چنین تفاوتی است که همه جا در زندگی ما به اشکال مختلف حضور دارد، از انجام تکالیف ساده تا پروژه‌های پیچیده و دراز مدت [۳]. در واقع حل مسأله، درگیر شدن در جستجو برای یافتن راه خود به سوی هدفی است که گاهی به وضوح تعریف شده و گاهی تنها با رسیدن به آن، آن را در می‌یابیم [۴]. برای حل مسأله فرایندی چهار مرحله‌ای طی می‌شود که شامل شکل دادن به مسأله (چه مسأله‌ای باید حل شود؟)، شناسایی مسأله (چرا با این مسأله روبرو هستیم؟)، یافتن راه حل‌های بالقوه (چگونه می‌توان آن را حل کرد؟) و به کارگیری راه حل است [۳].

یکی از حیطه‌هایی که در آن عملکرد حافظه در فرایند حل مسأله اهمیت بسیار دارد، برنامه‌نویسی کامپیوتر است [۵]. آموزش برنامه‌نویسی که زیر مجموعه علوم کامپیوتر است، از مباحث جدید و دشوار یادگیری به‌شمار می‌رود [۶]. در حقیقت حل مسأله اساس برنامه نویسی است؛ لذا هر برنامه‌سودمند، سعی در حل و برطرف سازی یکی از مشکلات جامعه دارد. بدین ترتیب با آموزش برنامه‌نویسی به دانش‌آموزان می‌توان مهارت حل مسأله را که در زندگی واقعی اهمیت فراوان دارد، در آنها افزایش داد [۷]. در حل مسائل برنامه‌نویسی کامپیوتر با به کارگیری حجم وسیعی از دانش پیشین و مهارت حل مسأله، قطعه‌های کد نوشته می‌شود. با اجرای این کد و مشاهده خروجی می‌توان دریافت که هدف مطلوب حاصل شده است یا خیر [۴].

یادگیری برنامه‌نویسی، توأم با فرایند حل مسأله بوده و فرایند ساخت دانش در این حیطه بسیار پیچیده است. از این رو فراگیران مبتدی متحمل سختی‌های بسیاری می‌شوند و معمولاً این نوع دروس، بیشترین نرخ عدم موفقیت را نسبت به سایر دروس دارند [۸]. بسیاری از دانش‌آموزان به طور کلی در حل مسأله مشکل دارند. آنها به خاطر مشکلاتی که در مرحله درک مسأله دارند، قادر به حل آن نیستند [۹]. یکی از دلایل ناتوانی فراگیران در یادگیری مهارت برنامه‌نویسی کامپیوتر، این است که آنها به خوبی از ماهیت این درس آگاهی ندارند و برای آنها درسی کاملاً متفاوت است [۱۰]. زمانی در پژوهشی پیرامون آموزش علوم کامپیوتر در ایران، به مشکلات این دروس از دیدگاه معلمان اشاره نموده و بیان داشته است که از نظر معلمان کامپیوتر، دانش‌آموزان انگیزه کافی برای یادگیری این دروس را ندارند. به اعتقاد آنها فقدان انگیزش کافی در فراگیران، راهبردهای تدریس سنتی، انفعال دانش‌آموزان و عدم درگیر شدن آنها در چالش حل مسأله، ضعف یادگیری دانش‌آموزان را در این دروس در پی داشته است [۱۱]. به کارگیری راهبردهایی برای بهبود یادگیری در این درس که اغلب برای دانش‌آموزان جذابیت چندانی ندارد، از دغدغه‌های بزرگ معلمان این رشته است [۶].

تا ۱۲ به پردازش فعال تجربیات مربوط می‌گردد [۱۷]. صاحب نظران و پژوهشگران حوزه ذهن، مغز و تربیت کاربردهایی را برای این اصول یادگیری مبتنی بر مغز، در آموزش و کلاس درس به صورت زیر ارائه نموده‌اند:

○ ارائه درس در ساختاری کلی و به هم پیوسته [۱۹، ۲۴] و ارائه شبکه‌ای از عناوین درس [۲۵] که کلیت درس را به تصویر می‌کشد مطابق با اصل (۵) برای یادگیری بهتر توصیه شده است. ارائه تصویری کلی قبل از تدریس مطابق اصل (۸) مناسب است [۲۳، ۲۵-۲۸]. بر اساس اصل (۳) اطلاع رسانی در مورد کاربرد درس قبل از تدریس مطالب به معنادار شدن آن کمک می‌کند [۲۸].

○ کاربرد نمودارهای سازمانی و گرافیکی [۲۳، ۲۴، ۲۶] استفاده از نقشه‌های مفهومی و شبکه‌ها [۲۴] در یادگیری مبتنی بر مغز بنا بر اصل (۵) توصیه شده است. بر اساس اصل (۸) ارائه سازمانی از اطلاعات درس می‌تواند ارتباط میان مبحث درسی جدید و قبلی را نشان داده و به بهبود یادگیری کمک کند [۲۹].

○ داستان گویی و ایفای نقش با درگیر نمودن عواطف، یادگیری را تسهیل می‌کنند [۱۸، ۲۳، ۲۶] که با اصل (۴) مطابقت دارد. بر اساس اصل (۲) داستان گویی، محتوای آموزشی را با زندگی واقعی دانش‌آموزان ارتباط داده [۱۹، ۲۶، ۲۹] بدین ترتیب با فراهم سازی جو طبیعی و اجتماعی در افزایش یادگیری نقش دارد. همچنین این روش با بهبود جو عاطفی و ایجاد آرامش در کلاس مطابق اصل (۱) یادگیری بهتری را به دنبال دارد [۲۹، ۳۰]. علاوه بر این مسائل ذهنی و تجربیات مرتبط با زندگی واقعی برای فراگیران معنی‌دار بوده و بنا بر اصل (۳) به یادگیری بیشتر آنها کمک می‌کند [۱۷، ۱۹، ۳۰].

○ پخش موسیقی در حین فعالیت‌های یادگیری بر اساس اصل (۴) توصیه شده است [۱۸، ۲۷، ۲۸]. همچنین موسیقی با ویژگی آرامش بخشی به فراگیری بهتر مطالب درسی کمک می‌کند [۱۸، ۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۹، ۳۰] که با اصل (۱) مطابقت دارد. استفاده از موسیقی در زمینه تدریس [۱۹] یا پخش گهگاه موسیقی [۲۴] با فراهم سازی بستری مطلوب مطابق اصل (۱۰) موجب تقویت پردازش فعال تجربیات شده و یادگیری را بهبود می‌بخشد.

○ در نظر گرفتن زمان تأمل و استراحت در خلال آموزش به صورت متناوب با افزایش حس آرامش بر اساس اصل (۱) باعث بهبود یادگیری است [۱۸، ۲۳]. تأمل مداوم و تفکر روی احساسات در حین یادگیری نیز توصیه شده [۱۷، ۱۸، ۲۴، ۲۶] که بنا بر اصل (۱۱) به صورت ناخودآگاه بر یادگیری مؤثر است. همچنین بر اساس اصل (۹) با توجه به ساختار و عملکرد حافظه، در نظرگیری زمان تأمل در فواصل یادگیری [۲۶، ۲۹] و زمان استراحت بعد از یادگیری [۲۶] برای یادداری بیشتر و تحکیم یادگیری مفید است.

○ آرامش و وانهادگی در ضمن یادگیری مؤثر است [۱۹]. مطابق اصل (۶) تنفس آرام و عمیق با ایجاد حالت وانهادگی باعث بهبود عملکرد مغز می‌گردد [۱۸، ۲۵، ۳۱]. تمرینات تنش زدایی و پخش

گیرد. ایجاد محیطی امن و به دور از تهدید برای یادگیری بسیار مهم است. در این اصل استفاده از مسائل ذهنی چالش برانگیز مرتبط با زندگی و دنیای واقعی و همچنین تنظیم روابط اجتماعی فراگیران پیشنهاد می‌شود [۱۹].

(۲) غوطه‌ورسازی هماهنگ شده (Orchestrated immersion): ایجاد فرصت‌های بهینه برای یادگیری فراگیران

مغز ابتدا از طریق حواس به جهان متصل می‌شود. بنابراین یادگیری باید حواس مختلف را درگیر سازد. مغز با ایجاد ارتباط میان آنچه قبلاً تجربه کرده و تجربیات معنی‌دار کنونی، یاد می‌گیرد. بنابراین تدریس نیازمند الزام و دعوت فراگیران به ایجاد اتصالات با اطلاعات سازماندهی شده قبلی در مغز است. از آنجا که مغز از طریق تجربه می‌آموزد؛ کار معلم فراهم ساختن فرصت‌ها و تجربیات یادگیری بوده و سخنرانی تنها در صورت نیاز مناسب است [۱۷].

(۳) پردازش فعال تجربیات (Active processing): خلق بهینه روش‌هایی برای تقویت یادگیری

پردازش فعال عبارت است از تقویت و درونی سازی اطلاعات، توسط فرد یادگیرنده، به روشی که هم به خودی خود معنی‌دار باشد و هم از نظر مفهومی منطقی و منسجم باشد. در پردازش فعال یادگیرنده به هر روش ممکن به سؤال کردن از خود می‌پردازد. سؤالاتی از قبیل اینکه: من چه کردم؟ چرا این کار را انجام دادم؟ و چه آموختم [۱۷]؟ مغز در به یاد آوردن آنچه برای فرد معنی‌دار است بهتر عمل می‌کند. برای بهره‌گیری کامل از تجربیات، باید بازخوردهای مداوم فوری وجود داشته باشد. همچنین تأمل مداوم، دانش را یکپارچه و مستحکم نموده و آن را توسعه می‌دهد [۱۷].

اصول یادگیری مبتنی بر مغز با توجه به این سه جزء اصلی، به صورت زیر ارائه شده‌اند [۱۷، ۱۹، ۲۰-۲۳]:

- (۱) یادگیری پیچیده با چالش افزایش یافته و با تهدید کاهش می‌یابد.
- (۲) مغز/ذهن اجتماعی است.
- (۳) جستجو برای معنا ذاتی است.
- (۴) عواطف در الگویابی نقش اساسی دارند.
- (۵) مغز اجزا و کل را همزمان پردازش می‌کند.
- (۶) یادگیری کل ساختار فیزیکی بدن را درگیر می‌سازد.
- (۷) جستجو برای معنا در خلال الگویابی رخ می‌دهد.
- (۸) یادگیری، تحولی و رشدی است.
- (۹) حد اقل دو رویکرد در حافظه وجود دارد: سیستم حافظه فضایی و سیستم‌های یادگیری تقلیدی.
- (۱۰) یادگیری هم توجه کانونی و هم ادراک جانبی را درگیر می‌سازد.
- (۱۱) یادگیری هم آگاهانه و هم ناخود آگاه است.
- (۱۲) هر مغز به طور منحصر به فرد سازماندهی شده است.

هر یک از سه مؤلفه اساسی یادگیری مبتنی بر مغز، ۴ اصل از اصول ۱۲ گلنه بالا را شامل می‌شود. به این ترتیب که اصول ۱ تا ۴ به هوشیاری آرمیده، اصول ۵ تا ۸ به غوطه‌ور سازی همخوان و اصول ۹

لغات [۲۶] و بازی‌های حافظه [۲۳] از روش‌های مناسب تکرار و تمرین [۳۰] هستند که بنابر اصل (۹) به تثبیت آموخته‌ها می‌انجامند. به علاوه یادگیری همراه با حرکات بدنی که متناسب با هوش جنبشی-حرکتی است [۲۵] مطابق اصل (۱۲) آموزش مناسب‌تر و یادگیری بهتری برای افراد با این سبک یادگیری [۲۴] فراهم می‌سازد.

○ شعر و موسیقی آرامش بخش بوده [۲۴] و مطابق اصل (۱) به یادگیری بیشتر کمک می‌کنند. ارائه آهنگین نکات کلیدی، شعر و آواز را [۲۶، ۲۳] بر اساس اصل (۹) با توجه به ساختار حافظه برای تقویت یادداری توصیه نموده‌اند. همچنین از آنجا که گروهی از دانش‌آموزان از طریق هوش موسیقایی و متن آهنگین بهتر می‌آموزند [۲۵] بر اساس اصل (۱۲) این روش می‌تواند یادگیری بیشتری به دنبال داشته باشد. از سوی دیگر مشخص کردن ویژگی‌های کلیدی درون مطالب جدید [۳۱، ۱۸] موجب بهبود یادگیری شده و جلب توجه با تأکیدات کلامی و نوشتاری [۲۹] مطابق اصل (۱۰) شرایط مطلوب‌تری را برای یادگیری فراهم می‌سازد.

○ خلاصه و مرور درس در پایان هر بخش با ارائه مجدد تصویری کلی از درس، بر اساس اصل (۵) یادگیری را بهبود می‌بخشد [۲۳]. استفاده از راهبردهای مرور برای اتصال به دانش پیشین [۲۵] مرور مطالب قبلی و خلاصه سازی آنها [۲۴] قبل از شروع آموزش مطالب جدید، بر طبق اصل (۸) باعث عملکرد بهتر مغز در فرایند یادگیری به صورت رشدی و تحولی است. با خلاصه سازی مطالب [۲۳] الگوها آشکار می‌شوند و بر اساس اصل (۷) یادگیری بهتری حاصل می‌شود. مرور و جمع بندی مطلب درس [۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۱] بر اساس اصل (۹) در تثبیت آموخته‌ها نیز بسیار مؤثر است.

○ ارائه تمرینات متنوع و مرتبط [۲۶] به‌عنوان فعالیت‌های چالش برانگیز با اختصاص زمان مناسب به آن و ساز و کارهای خود ارزشیابی [۱۸] که اضطراب کمتری دارند، بنابر اصل (۱) به بهبود یادگیری کمک می‌کند. خود ارزیابی به عنوان مرور [۲۴] با فعال سازی مهارت‌های فراشناختی بر اساس اصل (۱۱) به یادگیری بهتر منجر می‌شود. آزمون همراه با بازخورد آموزشی [۲۸] و یادگیری در خلال تمرینات به صورت تدریجی و در طول زمان [۳۰] نیز مطابق اصل (۹) برای تثبیت آموخته‌ها توصیه شده است.

○ درس گرفتن از بازخوردهای منفی و مثبت در طی زمان راهبردی مناسب برای یادگیری به صورت رشدی و تحولی است [۲۳] که با اصل (۸) مطابقت دارد. بازخوردهای فوری و مداوم [۱۷]، تصحیح خطا همراه با بازخورد آبی و تشویق دانش‌آموز [۲۶]، بازخورد مناسب به موارد نادرست و تصحیح آن و ارائه آموزش مناسب به عنوان بازخورد [۲۸] به یادداری بهتر آموخته‌ها کمک می‌کند. همچنین پاداش و انگیزش فوری [۲۳] به ویژه پاداش‌های انتزاعی مثل کف زدن و جشن گرفتن [۱۸] و ارائه ترکیبی از بازخوردهای منفی و مثبت ساده و متمرکز در کنار هر خطا به جای بازخورد کلی [۳۱] نیز بنابر اصل (۹) با توجه به ساختار حافظه در تقویت و تثبیت یادگیری مؤثرند.

صدای پرندگان و حیوانات و آب، با ایجاد حس آرامش و کاهش اضطراب [۱۸] بر اساس اصل (۱) به ارتقاء سطح یادگیری می‌انجامد.

○ استفاده از انواع رسلنه‌های مرتبط با حواس مختلف فیزیکی در آموزش و یادگیری با توجه به اهمیت حرکت از مطالب عینی به انتزاعی [۲۵، ۲۳] توصیه شده است که با اصل (۸) مطابقت دارد. بر این اساس وان نیکرک و وب نمایش تصویری اجرای خط به خط کدهای برنامه را که آن‌را از حالت صرفاً انتزاعی خارج می‌سازد؛ را برای یادگیری بهتر برنامه‌نویسی کامپیوتر توصیه نموده‌اند. آنها همچنین استفاده از فلوجارت که قبلاً دانش‌آموزان با آن آشنا شده‌اند را در کنار کدهای برنامه که دانش جدید محسوب می‌شود، مناسب می‌دانند [۳۲].

همچنین از آنجا که در اصل (۱۰) محیط یادگیری برای پردازش فعال تجربیات اهمیت زیادی دارد؛ استفاده از رنگ‌ها، برجسته‌سازی و انیمیشن [۳۲] استفاده از موسیقی، تصاویر و کارهای هنری در زمینه تدریس [۱۹]، تأکید بر نکات کلیدی و جلب توجه با تأکید کلامی و یا نوشتاری [۲۹]، استفاده از رنگ‌های مناسب برای تحریک و یا آرامش بخشی [۲۶]، به کارگیری منابع چند رسانه‌ای، تغییر متناوب رسانه مورد استفاده در تدریس، غنی سازی محیط دیداری با تصاویر و اشیای برانگیزاننده [۱۸] استفاده از انیمیشن با رنگ‌های متنوع [۲۳] و به کارگیری جلوه‌های رنگین دیداری [۲۴] برای یادگیری بهتر مفید هستند. همچنین مطابق با اصل (۱۲) تدریس چند وجهی (دیداری، شنیداری، لمسی و...)، توجه به تفاوت‌های فردی [۱۹] و سبک‌های متفاوت یادگیری دانش‌آموزان، بهره‌گیری از همه انواع هوش‌های چندگانه در آموزش [۱۸، ۲۳-۲۵، ۲۹] و استفاده از نمایش برای تبدیل به انواع مختلف ورودی‌های حسی [۲۵] اهمیت ویژه‌ای دارد.

○ استفاده از عناصر زیبایی شناختی، حس عاطفی مثبتی را در کلاس تقویت نموده بر اساس اصل (۴) با بهبود فرایند الگوسازی مغز موجب ارتقاء یادگیری می‌گردد. همچنین استفاده از عناصر زیبایی شناختی و هنری آرامش بیشتری را به ارمان آورده و با کاهش اضطراب مطابق اصل (۱) موجب یادگیری بهتر می‌شود [۲۶، ۱۸]. استفاده از گل و گیاه در کلاس [۳۱، ۱۸] با ایجاد محیطی دلپذیر، مطابق اصل (۱۰) بر یادگیری تأثیر مثبت دارد. همچنین با توجه به اصل (۱۲) بهره‌گیری از گل و گیاه می‌توان آموزش مناسب‌تری برای افرادی که هوش طبیعت گرای قوی‌تری دارند فراهم نمود.

○ در نظر گرفتن سرگرمی، فعالیت‌های فیزیکی و بازی در خلال یادگیری [۲۶، ۱۸] به ویژه بازی‌های آموزشی [۲۳] و آزمون‌های بازی گونه [۲۴] به علت ایجاد احساسات مثبت بر اساس اصل (۴) برای یادگیری بهتر مفید هستند. فعالیت‌های جنبشی، انجام بازی یا فعالیت پر انرژی [۲۶، ۱۸] و تلفیق فعالیت‌های حرکتی در یادگیری [۲۴] با فعال نمودن اعضای بدن مطابق اصل (۶) باعث یادگیری بهتر می‌شوند. انجام بازی هدفمند [۲۳، ۱۸] چالش برانگیز و کم اضطراب بوده، عواطف و هیجانات مثبتی تولید می‌کند و بنابر اصل (۱) تأثیر مطلوبی بر یادگیری دارد. فعالیت‌هایی چون بازی‌های کلامی، حل جدول

درس افزار می‌نامد [۳۹]. به زبان ساده، قابل تشخیص‌ترین و قابل فهم‌ترین جزء یادگیری الکترونیکی، درس افزار است که ممکن است به شکلی ساده مثل یک فایل متنی یا یک صفحه وب و یا به صورتی پیچیده، تعاملی و چندرسانه‌ای غنی باشد [۳۵]. در حالت کلی هر نوع آموزش یا تدریس ارائه شده از طریق یک نرم افزار یا اینترنت را درس افزار می‌گویند [۴۰]. نرم افزارهای چندرسانه‌ای به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا در جریان یادگیری فعالانه عمل کنند و دریافت کننده منفعل دانش نباشند. این فناوری همچنین به فراگیران اجازه توسعه راهبردهای خودآموز مورد حمایت نظریه یادگیری مبتنی بر مغز را می‌دهد. چندرسانه‌ای با سبک‌های مختلف یادگیری نیز قابل انطباق است و انواع راهبردهای دیداری، شنیداری و لمسی را ممکن می‌سازد. بدین ترتیب ابزارهای چندرسانه‌ای می‌توانند به خوبی از نظریه یادگیری مبتنی بر مغز پشتیبانی کنند [۴۱]. بنابر آنچه گفته شد، انتظار می‌رود بهره‌گیری از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات برای پیاده‌سازی اصول یادگیری مبتنی بر مغز، در قالب درس افزار الکترونیکی، تأثیر مطلوبی در آموزش و یادگیری داشته باشد. پژوهش وان نیکرک و وب [۳۲] نیز این مطلب را تأیید می‌کند.

در پی پژوهش‌های انجام شده پیرامون مغز و عملکرد آن در حین یادگیری، در دهه‌های اخیر تحقیقات گسترده‌ای پیرامون آن در بسیاری از کشورها انجام شده است. اما مرور پژوهش‌های انجام شده توسط پژوهشگر نشان داد که در ایران تحقیقات اندکی در زمینه آموزش و یادگیری مبتنی بر مغز صورت گرفته است. همچنین در ایران و دیگر کشورها تحقیقات اندکی به بررسی تأثیرات مواد یادگیری الکترونیکی مبتنی بر مغز پرداخته‌اند. برخی از تحقیقات اقدام به بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله نموده‌اند:

شکری بلا و ال حسن در پژوهشی دریافتند که استفاده از راهبردهای مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله ریاضی دانش‌آموزان تأثیر مثبت معناداری داشته است [۲]. نتایج تحقیق سیفی و همکاران نیز نشان داد که یادگیری سازگار با مغز مؤلفه‌های برنامه‌ریزی و حل مسأله دانش‌آموزان را بهبود بخشیده است [۴۲]. مطابق تحقیقات بیرامی، واحدی و باقری، مدل آموزشی مک‌کارتی که در آن از روش‌های نوین سازگار با مغز در آموزش ریاضی استفاده می‌شود؛ به طور معناداری باعث بهبود عملکرد حل مسأله و خودکارآمدی ریاضی دانش‌آموزان شده است [۴۲].

شماری از تحقیقات نیز اقدام به بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر متغیرهای مرتبط با یادگیری از جمله انگیزش در دروس مختلف نموده‌اند:

نتایج تحقیقات اوززی و جناح، حاکی از آن است که آموزش درس الکترو شیمی با استفاده از راهبردهای یادگیری مبتنی بر مغز در افزایش انگیزش و نگرش دانشجویان مؤثر بوده است [۴۶]. در تحقیق مکارینا و نینگسی، نتایج بیانگر آن است که کاربرد رویکرد یادگیری

علاوه بر این، تشویق واقعی همراه با شور و هیجان در حین فرایند آموزش [۱۸، ۲۶، ۲۹] بر اساس اصل (۴) با ایجاد عواطف مثبت موجب یادگیری بهتر می‌گردد.

○ شبیه‌سازی [۲۸] با قراردادن دانش‌آموز در موقعیتی شبیه به موقعیت واقعی، بنابر اصل (۳) به یادگیری بیشتر آنها کمک می‌کند.

○ الگو برداری از عملکرد معلم در حین انجام فعالیت [۲۸] با توجه به اصل (۷) باعث بهبود یادگیری است. از آنجا که یادگیری از طریق مشاهده دیگران فرایندی اجتماعی است [۳۳] مطابق اصل (۲) ایفای نقش معلم [۲۳] در حل مسأله یادگیری بیشتری را به دنبال خواهد داشت.

○ دادن حق انتخاب به دانش‌آموزان [۲۶] و وجود انتخاب‌های فراوان [۱۹] به جای روندی خطی و اجباری در آموزش، روندی طبیعی‌تر فراهم ساخته و مطابق اصل (۳) می‌تواند یادگیری را بهبود بخشد. توجه به تفاوت‌های فردی از طریق فراهم سازی انتخاب‌ها [۱۹] نیز بر اساس اصل (۱۲) به یادگیری بهتر می‌انجامد.

○ جلب توجه دانش‌آموزان به نکات درس در زمینه کلی آن، از نکات حائز اهمیت در یادگیری است که بنابر اصل (۱۰) توجه کانونی و ادراک شبکه‌های جانبی را به طور همزمان در مغز درگیر می‌سازد. در همین راستا استفاده از رنگ‌های زرد و قرمز را برای تحریک توجه مناسب دانسته‌اند [۲۶]. در آموزش درس برنامه‌نویسی هم به نمایش محتوای متغیرها در حین اجرای برنامه اشاره شده که توجه دانش‌آموز را همزمان به اجرای برنامه و تغییرات متغیرها در هر خط برنامه جلب می‌کند [۳۲].

از سوی دیگر، جهان امروزی با پذیرفتن فناوری‌های جدید به عرصه یادگیری الکترونیکی و کامپیوتری پا نهاده و فناوری اطلاعات شرایط یادگیری را دگرگون ساخته است. در چنین شرایطی تکنولوژی یادگیری، با ترکیب چندین رسانه به صورت یک دستگاه چند رسانه‌ای، در فضای یادگیری ایفای نقش می‌کند [۳۴]. یادگیری الکترونیکی، اصطلاحی نسبتاً جدید در عرصه آموزش کامپیوتری است و تعاریف متفاوتی از آن ارائه شده است. فالن و براون هر نوع آموزش را که به وسیله استفاده از فناوری‌های شناخته شده و اثبات شده کامپیوتری، به ویژه شبکه‌های مبتنی بر فناوری اینترنت، تسهیل شود آموزش الکترونیکی می‌دانند [۳۵]. کلارک و مایر یادگیری الکترونیکی را به صورت آموزش ارائه شده از طریق یک وسیله الکترونیکی مانند کامپیوتر، تبلت و یا تلفن هوشمند با هدف پشتیبانی از یادگیری تعریف نموده‌اند [۳۶]. یادگیری الکترونیکی به صورت یادگیری از طریق شبکه و یا بدون اتصال به شبکه صورت می‌گیرد [۳۷]. این نوع یادگیری، از عناصر چندرسانه‌ای مانند کلمات، صدا و تصویر و انیمیشن برای ارائه محتوا، بهره می‌برد. محیط یادگیری چند رسانه‌ای مبتنی بر کامپیوتر، امکانات بالقوه قدرتمندی برای یادگیری دانش‌آموزان فراهم می‌سازد [۳۸]. یکی از محصولات یادگیری الکترونیکی، درس افزار (Courseware) است. کاندویت مواد آموزشی مبتنی بر کامپیوتر را

همتا سازی برای کنترل متغیرهای مداخله گر مناسب است. یکی از روش های همتا سازی، کنترل توزیع فراوانی متغیرهای مداخله گر در گروه های شرکت کننده است. بدین معنا که پس از انتخاب گروه های آزمودنی، با حذف تعدادی از شرکت کنندگان، میانگین و انحراف معیار متغیر مداخله گر در گروه های آزمودنی مشابه می گردد [۳۲]. در این پژوهش نیز گروه ها از نظر نمره معدل سال قبل همتا سازی شدند. پس از آن به صورت تصادفی گروه های آزمایشی و کنترل تعیین گردید. به این ترتیب به طور کلی ۲۰ دانش آموز در گروه آزمایش، ۲۰ دانش آموز در گروه کنترل اول و ۲۰ دانش آموز در گروه کنترل دوم جای گرفتند. با توجه به استفاده از درس افزار الکترونیکی در اجرای این پژوهش آزمایشی، لازم بود که کارگاه کامپیوتر صورت گیرد تا دانش آموزان جهت کار با درس افزار الکترونیکی به کامپیوتر دسترسی داشته باشند و علاوه بر این ضرورت داشت که شرکت کنندگان در تحقیق، به کار با کامپیوتر و نحوه استفاده از نرم افزارهای آموزشی آشنا باشند. در این تحقیق رشته شرکت کنندگان کامپیوتر بود و کلاس ها در کارگاه کامپیوتر برگزار می شد، به همین دلیل شرایط برای اجرا مناسب بود.

ابزارهای به کار رفته در این تحقیق عبارتند از:

- ۱) آزمون حل مسئله محقق ساخته از درس برنامه نویسی کامپیوتر پایه یازدهم رشته های کامپیوتر هنرستان های کار دانش: این آزمون شامل ۴ مسئله بود و به هر مسئله ۵ نمره اختصاص داشت که در کل نمره ای از ۰ تا ۲۰ به هر دانش آموز تعلق می گرفت. روایی این آزمون از نظر آموزشگران متخصص برنامه نویسی کامپیوتر و اعضای گروه آموزشی کامپیوتر کار دانش در مرکز تحقیقات معلمان استان اصفهان تأیید گردید.
- ۲) خرده مقیاس های انگیزش درونی و بیرونی از پرسش نامه پینترچ و همکاران (MSLQ): هر خرده مقیاس شامل ۴ گویه در مقیاس ۷ درجه ای لیکرت است. روایی و اعتبار آن توسط گارسیا و پینترچ بررسی شده و پایایی آن به روش آلفای کرونباخ مطابق جدول ۱ گزارش شده است [۴۹]:

جدول ۱: پایایی به روش آلفای کرونباخ به گزارش گارسیا و پینترچ

Table 1: Cronbach alpha reliability reported by Garcia and Pintrich

Scale	Sentences	$\alpha$
Intrinsic motivation	1,16,22,24	0.74
Extrinsic motivation	7,11,13,30	0.62

روایی و پایایی نسخه ترجمه شده این پرسش نامه به فارسی نیز در مقطع متوسطه مورد بررسی قرار گرفته و روایی آن به روش آلفای کرونباخ برای خرده مقیاس انگیزش بیرونی برابر ۰/۹۰ و برای انگیزش بیرونی برابر ۰/۸۷ گزارش شده است که بیانگر پایایی بالای آن است [۵۰].

مبتنی بر مغز، پیشرفت تحصیلی و انگیزش بیشتر دانش آموزان را در درس ریاضی به دنبال داشته است [۴۴]. آکیورک و افکان، در پژوهش خود، تأثیر معنی دار رویکرد یادگیری مبتنی بر مغز را بر افزایش سطح انگیزش و نگرش دانش آموزان در یادگیری درس علوم، گزارش نموده اند [۴۵]. طبق نتایج تحقیق صالح، نیز رویکرد آموزش مبتنی بر مغز باعث افزایش درک مفهومی و انگیزش تحصیلی شده است [۲۷]. اما در بررسی انجام شده توسط پژوهشگر، تحقیقی که به بررسی تأثیر درس افزار مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسئله پرداخته باشد، یافت نشد. همچنین در این بررسی تحقیقات بسیار کمی پیرامون تأثیر مواد آموزشی چند رسانه ای مبتنی بر مغز و یا درس افزار مبتنی بر مغز بر پیشرفت تحصیلی و انگیزش در یادگیری، یافت شد. در پژوهش وان نیکرک و وب که به بررسی تأثیر مواد درسی آموزش ترکیبی سازگار با مغز در تدریس منطق برنامه نویسی صورت گرفت؛ محققان گزارش نموده اند که مواد درسی ساخته شده بر اساس اصول آموزش سازگار با مغز به طور معنی داری میانگین نمرات پیشرفت تحصیلی را افزایش داده است. نتایج بخش کیفی این پژوهش در بررسی انگیزش دانشجو یان، حاکی از آن بود که بیش از ۹۰ درصد آنها از این نوع آموزش لذت می برند [۳۲].

پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به سؤالات زیر بوده است:

- سؤال اول: آیا استفاده از درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، بر توانایی حل مسئله دانش آموزان دختر پایه یازدهم رشته کامپیوتر هنرستان های کار دانش شهر اصفهان، در درس برنامه نویسی کامپیوتر تأثیر دارد؟
- سؤال دوم: آیا استفاده از درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، بر انگیزش دانش آموزان دختر پایه یازدهم رشته کامپیوتر هنرستان های کار دانش شهر اصفهان، در یادگیری درس برنامه نویسی کامپیوتر تأثیر دارد؟

## روش تحقیق

این پژوهش از نوع شبه آزمایشی و با طرح پیش آزمون- پس آزمون با گروه کنترل انجام شد. در این تحقیق، جامعه آماری عبارت است از کلیه دانش آموزان دختر پایه یازدهم رشته های کامپیوتر هنرستان های کار دانش شهر اصفهان در سال تحصیلی ۲۰۱۸-۲۰۱۷.

در طرح های شبه آزمایشی انتساب تصادفی صورت نمی گیرد [۴۸]. در پژوهش حاضر نمونه گیری به روش خوشه ای و هدفمند انجام شد. با توجه به طرح پژوهش، برای نمونه گیری ابتدا لیستی از هنرستان های شهر اصفهان که رشته کامپیوتر داشتند و درس برنامه نویسی در آنها تدریس می شد تهیه گردید. پس از تماس با این مدارس کلاس هایی که مدرس آنها تمایل به همکاری داشتند انتخاب شدند. به این ترتیب تعداد ۶ کلاس از ۲ منطقه مختلف از مناطق شش گانه شهر اصفهان انتخاب شدند. در هر گروه ۲ کلاس به طور تصادفی جای گرفتند. در طرح های نیمه آزمایشی که آرایش تصادفی صورت نمی گیرد؛ روش

ارائه بازخورد فوری به صورت کوتاه مثل تشویق متنی، کلامی و دست زدن (مطابق اصل ۴)

- بازی‌های آموزشی و هدفمند برای ایجاد هیجانات و جو مثبت (مطابق اصول ۱ و ۴)

در راستای پیاده سازی مؤلفه «غوطه ورسازی همخوان»:

- ایجاد تصویر کلی از درس، پیش نمایش عناوین در قالب منوهای سازمان یافته و همچنین ارائه بخش مقدمه در آغاز هر مبحث (مطابق اصول ۵ و ۸)

- ارائه نقشه‌های مفهومی از مطالب (مطابق اصول ۵ و ۸)

- وجود بخش‌های بازی و سرگرمی متناوب (مطابق اصل ۶)

- تمرینات تنفسی (مطابق اصل ۶)

- ارائه گام به گام روش صحیح حل مسأله (مطابق اصل ۸)

- نمایش فلوجارت در هنگام نوشتن کدهای برنامه‌نویسی (مطابق اصل ۸)

- ارائه توضیحات معلم به عنوان الگو در حین حل مسائل نمونه (مطابق اصل ۷)

- بخش مرور مطالب در پایان هر مبحث (مطابق اصول ۵ و ۷)

در راستای پیاده سازی مؤلفه «پردازش فعال تجربیات»:

- در نظر گرفتن زمان تأمل و استراحت متناوب (مطابق اصول ۹ و ۱۱)

- استفاده از عناصر زیبایی شناختی در طراحی اجزای مختلف محیط (مطابق اصول ۱۰ و ۱۲)

- استفاده حداکثری از تصویر، انیمیشن، متن و صدا، مناسب سبک‌های مختلف یادگیری (مطابق اصول ۱۰ و ۱۲)

- ارائه مطالب به صورت آهنگین و شعرگونه همراه با تصاویر متحرک برای تأکید بر نکات کلیدی (مطابق اصول ۹، ۱۰ و ۱۲)

- ارائه تمرینات متنوع پس از هر نکته به عنوان ارزشیابی تکوینی و در پایان هر مبحث به عنوان ارزشیابی پایانی (مطابق اصول ۹ و ۱۱)

- مرور مجدد درس به عنوان بازخورد فوری و مفصل (مطابق اصل ۹)

- نمایش روند اجرای گام به گام کدهای برنامه‌نویسی با تأکید بر مرحله جاری و همراه با نمایش همزمان محتوای متغیرها و خروجی برنامه همراه با نمایش همزمان فلوجارت آن (مطابق اصل ۱۰)

- ارائه انتخاب‌های متعدد و در دسترس در هر بخش (مطابق اصل ۱۲)

مراحل اجرای پژوهش: قبل از عمل آزمایشی هر سه گروه در پیش آزمون انگیزش و حل مسأله شرکت کردند. پس از آن آموزش در گروه آزمایشی و دو گروه کنترل در موضوعات و بخش‌های مشترک از درس برنامه‌نویسی کامپیوتر، در ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای، انجام شد. آموزش در هر سه گروه در کارگاه کامپیوتر انجام گرفت. در گروه کنترل دوم آموزش به روش معمول انجام گرفت به این صورت که معلم به روش سخنرانی درس را به دانش‌آموزان که در گروه‌های دو نفره قرار داشتند، ارائه نمود و سپس از طریق شبکه کامپیوتری و با استفاده از نرم‌افزار برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک و محتوای کتاب به آموزش پرداخت. در گروه کنترل اول علاوه بر روش معمول، از یک درس‌افزار الکترونیکی

۳) یک درس‌افزار الکترونیکی معمولی موجود در بازار مربوط به آموزش درس برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک ۶: از آنجا که آموزش و پرورش درس‌افزاری برای آموزش این درس ارائه نکرده است، برای یافتن درس‌افزار الکترونیکی مناسب جستجو در گروه‌های آموزشی معلمان، بانک‌های نرم افزار مرکز تحقیقات معلمان و دانشگاه اصفهان، فروشگاه‌های عرضه کننده نرم افزار و همچنین جستجوی اینترنتی صورت گرفت. بسیاری از آموزش‌های موجود به صورت ویدیوهای آموزشی مجزا بود. اکثر درس‌افزارهای موجود نیز نسخه‌های بالاتر از ۶ ویژوال بیسیک را آموزش می‌داد و تنها ۲ مورد برای آموزش ویژوال بیسیک ۶ یافت شد. از میان این دو درس‌افزار، نزدیک‌ترین آنها به سرفصل و اهداف آموزشی مورد نظر انتخاب گردید که محصول بخش آموزشی یک گروه مهندسی بود. روایی این نرم افزار از نظر جمعی از آموزشگران برنامه‌نویسی کامپیوتر و اعضای گروه آموزشی کامپیوتر کار دانش در مرکز تحقیقات معلمان استان اصفهان تأیید شد. در این درس‌افزار به اصول یادگیری مبتنی بر مغز توجه نشده بود.

۴) یک درس‌افزار الکترونیکی مربوط به درس برنامه‌نویسی کامپیوتر: برای ساخت این درس‌افزار ابتدا تیم طراحی درس‌افزار متشکل از متخصص موضوعی (دبیر برنامه‌نویسی کامپیوتر)، متخصص روانشناسی تربیتی، متخصص تکنولوژی آموزشی، برنامه‌نویس چندرسانه‌ای و متخصص برنامه‌ریزی درسی تشکیل گردید. طرح درس‌افزار توسط محقق و این تیم متخصص بر اساس اهداف درس و راهبردهای آموزشی مبتنی بر مغز، تهیه شده و درس‌افزار با استفاده از نرم افزار تألیف ادوب کپتویوت ۷ (Adobe Captivate 7) به صورت چندرسانه‌ای الکترونیکی ساخته شد. نسخه اولیه درس‌افزار توسط چند تن از مدرسان این درس، متخصصان علوم تربیتی، روانشناسی تربیتی و متخصصان تکنولوژی آموزشی بررسی و پس از اعمال نظرات آنها نسخه نهایی تهیه گردید. روایی این درس‌افزار از نظر متخصصان علوم تربیتی، روانشناسی تربیتی، متخصصان تکنولوژی آموزشی و همچنین آموزشگران برنامه‌نویسی کامپیوتر مورد تأیید قرار گرفت. در طراحی و تدوین این درس‌افزار اصول یادگیری مبتنی بر مغز، بر اساس کاربردهای به دست آمده از ادبیات تحقیق که در مقدمه به آن پرداخته شد، به صورت زیر استفاده گردید:

در راستای پیاده سازی مؤلفه «هوشیاری آرمیده»:

- تدارک مثال‌ها، تمرینات و ارائه داستان گونه (مطابق اصول ۱، ۲، ۳ و ۴)

- زیبا سازی محیط صفحات با استفاده از عناصر زیبایی شناختی مانند گل و گیاه (مطابق اصول ۱ و ۴)

- شبیه‌سازی و نمایش حل مسائل نمونه به صورت مرحله به مرحله همراه با توضیحات گفتاری، تصویر، انیمیشن و متن (مطابق اصول ۲ و ۳)

- پخش موسیقی و صداهای آرامش بخش (مطابق اصول ۱ و ۴)



نتایج آمار توصیفی در جدول ۲ نشان می‌دهد که میانگین نمرات حل مسأله در همه گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون بیشتر از پیش‌آزمون بوده و گروه آزمایش پیشرفت بیشتری داشته است. این نتایج بیانگر آن است که در مرحله پس‌آزمون میانگین نمرات انگیزش بیرونی و انگیزش کلی، در گروه آزمایش و گروه کنترل ۲ افزایش و در گروه کنترل ۱ کاهش داشته و افزایش میانگین در گروه آزمایش بیشتر بوده است. همچنین در مرحله پس‌آزمون میانگین نمرات انگیزش درونی گروه آزمایش و گروه کنترل ۱ کاهش یافته در حالی که در گروه کنترل ۲ اندکی افزایش یافته است.

سؤال اول: آیا استفاده از درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، بر توانایی حل مسأله دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم رشته کامپیوتر هنرستان‌های کار دانش شهر اصفهان، در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر تأثیر دارد؟

برای یافتن پاسخ این سؤال از تحلیل کوواریانس یک متغیری بر روی نمرات آزمون عملکرد حل مسأله استفاده شد تا اثر پیش‌آزمون کنترل شود. همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد پس از تعدیل پیش‌آزمون بین گروه‌ها در نمرات پس‌آزمون حل مسأله، در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

مقایسه زوجی میانگین‌های تعدیل شده نمرات حل مسأله سه گروه، مطابق جدول ۴ بیانگر آن است که میانگین نمرات عملکرد حل مسأله دانش‌آموزان گروه آزمایش که درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، را در آموزش خود به کار برده‌اند، به طور معنی‌داری در سطح  $P < 0.05$  از گروه کنترل ۱ که از درس‌افزار معمولی غیر مغز محور استفاده کرده‌اند و همچنین از گروه کنترل ۲ که بدون درس‌افزار آموزش دیده‌اند بیشتر است. بر این اساس درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، توانایی حل مسأله دانش‌آموزان را به طور معناداری افزایش داده است. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات شگری بلا و ال‌حسن [۲]، بیرامی و همکاران [۴۳] در درس ریاضی و همچنین تحقیق سیفی و همکاران [۴۲] دروس ابتدایی همخوانی دارد. در پژوهش‌های ذکر شده آموزش مبتنی بر مغز بدون استفاده از محتوای الکترونیکی و درس‌افزار صورت گرفته بود و از این نظر پژوهش حاضر نتایج تحقیقات قبلی را به آموزش به کمک کامپیوتر و درس‌افزار مبتنی بر مغز تعمیم داده است.

بر اساس نتایج جدول ۴، مقایسه دو گروه کنترل نشان می‌دهد که اگر چه میانگین نمرات حل مسأله در گروه کنترل ۲ که بدون استفاده از درس‌افزار آموزش دیده‌اند بیشتر از گروه کنترل ۱ است که درس‌افزار غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور را به کار برده‌اند؛ اما این تفاوت در سطح  $P < 0.05$  معنی‌دار نیست. به عبارتی درس‌افزار غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور بر توانایی حل مسأله تأثیر معناداری نداشته است. همان‌طور که اندرسون و الومی اشاره نموده‌اند، فناوری در آموزش و یادگیری نقش تسهیل‌کننده دارد اما تضمین‌کننده موفقیت آن نیست. محتوای یادگیری الکترونیکی باید فراگیر را فعالانه درگیر سازد و مطابق با اصول یادگیری طراحی گردد تا در افزایش یادگیری مؤثر واقع شود [۵۳]. پژوهش حاضر نیز مؤید این مطلب است.

معمولی موجود در بازار استفاده شد که در جلسه اول نحوه استفاده از آن را دانش‌آموزان آموخته و در ادامه پس از تدریس هر بخش به روش معمول، دانش‌آموزان با مدیریت معلم در گروه‌های دو نفره با آن کار کردند. در گروه آزمایش، در جلسه اول نحوه استفاده از درس‌افزار مبتنی بر مغز به دانش‌آموزان آموزش داده شد. پس از تدریس هر مبحث به روش متداول در گروه آزمایش، درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز در اختیار دانش‌آموزان قرار داده می‌شد تا در گروه‌های دو نفره با مدیریت معلم از آن استفاده کنند.

بخش مشترکی از درس برنامه‌نویسی کامپیوتر در طول آزمایش، به هر سه گروه به شرح زیر تدریس شد:

- جلسه اول و دوم: مقدمات کلی در مورد دستورات شرطی، کاربرد و انواع آنها و همچنین ساختار دستور شرطی دو حالتی (If) در دو نوع چند دستوری و تک دستوری
- جلسه سوم: اصول ترکیب عبارات شرطی با استفاده از انواع عملگرهای منطقی و کاربرد آنها در دستورات شرطی
- جلسه چهارم: ساختار دستور شرطی برای شرط‌های چند حالتی (Select Case)
- جلسه پنجم: مقدمات کلی در مورد دستورات تکرار، انواع حلقه‌های تکرار معین و نامعین و کاربرد آنها و همچنین ساختار حلقه تکرار معین (For)
- جلسه ششم و هفتم: ساختار حلقه‌های تکرار نامعین (DoWhile Loop, While Wend و Do...LoopWhile)
- جلسه هشتم: دستورات خروج اضطراری از انواع حلقه‌های معین و نامعین (Exit For و Exit Do)

پس از پایان آموزش، مجدداً همان پرسشنامه انگیزش و آزمون حل مسأله، به‌عنوان پس‌آزمون مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار اسپ‌اس‌اس (SPSS) انجام گرفت.

برای بررسی تأثیر کاربرد درس‌افزار طراحی شده بر اساس نظریه یادگیری مبتنی بر مغز، بر عملکرد حل مسأله دانش‌آموزان، آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیری (ANCOVA) به کار رفت. برای بررسی تأثیر کاربرد درس‌افزار طراحی شده بر اساس نظریه یادگیری مبتنی بر مغز، بر ابعاد انگیزش درونی و بیرونی دانش‌آموزان، از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیری (MANCOVA) استفاده شد.

## نتایج و بحث

مناسب‌ترین ابزار برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل، تحلیل کوواریانس است [۴۷، ۵۱]. تحلیل کوواریانس به طور آماری در پس‌آزمون، اثر تفاوت‌های قبلی گروه‌ها را تعدیل می‌کند [۵۱]. با توجه به نرمال بودن داده‌ها و یکسان بودن حجم نمونه در گروه‌های مطالعه می‌توان از آزمون تحلیل کوواریانس بر روی داده‌ها استفاده نمود [۵۲].

جدول ۲: آمار توصیفی گروه‌های آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 2: Descriptive statistics of the experimental and control groups on the pre-test and post-test

Group	Variables	Pretest		Post-test	
		Mean	SD	Mean	SD
Experimental	Problem solving	7.14	3.45	11.10	3.99
	Intrinsic motivation	22.95	3.20	22.80	3.67
	Extrinsic motivation	24.30	4.02	25.80	2.06
Control 1	Problem solving	4.53	2.73	5.42	3.36
	Intrinsic motivation	21.05	4.03	20.45	3.98
	Extrinsic motivation	24.15	4.40	22.00	5.10
Control 2	Problem solving	7.07	3.65	8.54	4.01
	Intrinsic motivation	21.80	3.73	22.15	3.58
	Extrinsic motivation	25.40	2.11	25.95	1.73

جدول ۳: نتایج تحلیل کوواریانس یک متغیری برای مقایسه نمرات حل مسئله در گروه‌ها

Table 3: Results of single-variable covariance analysis to compare the problem solving scores in the groups

Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.	Eta squared	Observed power
Pretest problem solving	217.203	1	217.203	20.028	0.000	0.263	0.993
Group	159.656	2	79.828	7.361	0.001	0.208	0.927
Error	607.317	56	10.845				
Total	5334.880	60					

جدول ۵: نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری

Table 5: The results of multivariate analysis of covariance

Test	Value	F	df	df of error	Sig.
Pillai's trace	0.226	3.511	4	110	0.010
Wilks' lambda	0.774	3.695 <sup>b</sup>	4	108	0.007
Hotelling's trace	0.292	3.872	4	106	0.006
Roy's largest root	0.292	8.016 <sup>c</sup>	2	55	0.001

نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری در جدول ۶ بیانگر آن است که بین گروه‌ها در میانگین نمرات پس‌آزمون تعدیل شده انگیزش بیرونی در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

مقایسه زوجی نمرات انگیزش بیرونی تعدیل شده در جدول ۷ نشان می‌دهد که پس از تعدیل پیش‌آزمون، میانگین نمرات انگیزش بیرونی در گروه آزمایش به طور معنی‌داری در سطح  $P < 0.05$  از نمرات انگیزش بیرونی گروه کنترل ۱ که درس‌افزار غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور را به کار برده‌اند، بیشتر بوده است. میانگین نمرات انگیزش بیرونی گروه آزمایش از گروه کنترل ۲ که از هیچ درس‌افزاری در آموزش استفاده نکرده بودند نیز بیشتر بوده اما این تفاوت در سطح  $P < 0.05$  معنی‌دار نیست.

جدول ۴: مقایسه زوجی نمرات حل مسئله در گروه‌ها

Table 4: Pairwise comparisons of problem solving scores in groups

Group(i)	Group(j)	Mean difference (i-j)	Sig.
Experimental	Control 1	4.138*	0.000
	Control 2	2.519*	0.019
Control 1	Control 2	-1.619	0.145

سؤال دوم: آیا استفاده از درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، بر انگیزش دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم رشته کامپیوتر هنرستان‌های کار دانش شهر اصفهان، در یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر تأثیر دارد؟

برای بررسی تفاوت میانگین متغیرهایی که ابعاد یک متغیر وابسته هستند، ابتدا باید تحلیل واریانس چند متغیری انجام شود [۵۲]. از آنجا که انگیزش درونی و بیرونی ابعاد متغیر وابسته انگیزش هستند؛ برای کنترل اثر پیش‌آزمون و به منظور بررسی تأثیر درس‌افزار طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز بر انگیزش بیرونی و درونی از تحلیل کوواریانس چند متغیری بر روی نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون انگیزش درونی و بیرونی استفاده شد.

همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد سطح معنی‌داری هر چهار آماره چند متغیری مربوطه یعنی اثر پیلایی، لامبدای ویلکز، اثر هتلینگ و بزرگترین ریشه روی، کوچکتر از  $0.05$  است. بدین ترتیب مشخص می‌شود که بین نمرات مؤلفه‌های انگیزش در سه گروه تفاوت معناداری وجود دارد.

جدول ۶: نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری برای مقایسه ابعاد انگیزش در گروه‌ها

Table 6: Results of multivariate analysis of covariance (MANCOVA) to compare motivation elements in groups

Source	Dependent variable	Sum of squares	Df	Mean square	F	Sig.	Observed power
Pre_test intrinsic	Post_test intrinsic	67.565	1	67.565	5.069	0.028	0.600
Pre_test extrinsic	Post_test extrinsic	36.659	1	36.659	3.500	0.067	0.452
Group	Post_test intrinsic	35.394	2	17.697	1.328	0.273	0.275
	Post_test extrinsic	167.020	2	83.510	7.974	0.001	0.945
Error	Post_test intrinsic	733.070	55	13.329			
	Post_test extrinsic	575.988	55	10.473			

مقایسه زوجی میانگین نمرات انگیزش درونی گروه‌ها طبق جدول ۸ بیانگر آن است که در گروه آزمایش که درس افزار الکترونیکی با رویکرد مبتنی بر مغز را در آموزش به کار برده‌اند، اگر چه میانگین نمرات تعدیل شده بیشتر از دو گروه کنترل است؛ ولی این تفاوت در سطح  $P < 0.05$  معنی دار نیست. به عبارت دیگر کاربرد درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، تأثیری بر نمرات انگیزش درونی دانش آموزان دختر هنرستانی نداشته است. بر خلاف این یافته‌ها، نتایج تحقیقات قبلی که به آنها اشاره شد تأثیر مثبت آموزش مبتنی بر مغز را بر انگیزش گزارش نموده‌اند. اگر چه تحقیقات قبلی انجام شده در این زمینه از جمله اوززی و جناح [۴۴]، مکارینا و نینگسی [۴۵]، آکیورک و افکان [۴۶]، صالح [۲۷] و وب [۳۲] انگیزش را به طور کلی بررسی نموده‌اند و انگیزش درونی و بیرونی را به صورت مجزا مورد بررسی قرار نداده‌اند.

### نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله و انگیزش دانش آموزان در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر انجام گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، باعث افزایش توانایی حل مسأله برنامه‌نویسی کامپیوتر در دانش آموزان شده است. در حالی که درس افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور تفاوتی را در نتایج عملکرد حل مسأله برنامه‌نویسی کامپیوتر ایجاد نکرد.

همان‌طور که در بخش‌های قبل ذکر شد؛ از پرسش‌نامه پینتریچ و همکاران، دو بعد انگیزش درونی و انگیزش بیرونی در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند. طبق نتایج این پژوهش استفاده از درس افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، نسبت به درس افزار غیر مبتنی بر اصول مغز محور باعث افزایش انگیزش بیرونی دانش آموزان در یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر شد. اگر چه نتوانست انگیزش بیرونی را نسبت به دانش‌آموزانی که بدون درس افزار آموزش دیده بودند، افزایش دهد. به عبارتی استفاده از درس افزار الکترونیکی که بر اساس اصول مبتنی بر مغز طراحی نشده بود؛ باعث کاهش انگیزش بیرونی دانش آموزان در یادگیری درس

جدول ۷: مقایسه زوجی نمرات انگیزش بیرونی در گروه‌ها

Table 7: Pairwise comparisons of extrinsic motivation scores in groups

Group(i)	Group(j)	Mean difference (i-j)	Sig.
Experimental	Control 1	3.597*	0.001
	Control 2	0.005	0.996
Control 1	Control 2	-3.592*	0.001

این یافته‌ها در مورد انگیزش بیرونی، با نتایج تحقیقات اوززی و جناح [۴۴]، مکارینا و نینگسی [۴۵]، آکیورک و افکان [۴۶]، صالح [۲۷] که تأثیر مثبت آموزش مبتنی بر مغز را بر انگیزش دانش آموزان به یادگیری در کلاس درس بدون استفاده از محتوای الکترونیکی گزارش نموده‌اند، همخوانی دارد. نتایج مذکور تأیید کننده تحقیق وان نیکرک و وب [۳۲] است که از محتوای الکترونیکی سازگار با مغز در آموزش منطق برنامه‌نویسی استفاده کرده‌اند و انگیزش بالای دانش‌آموزان را در یادگیری گزارش نموده‌اند.

همچنین بین نمرات انگیزش بیرونی گروه کنترل ۱ و گروه کنترل ۲ هم در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی دار وجود دارد و نمرات انگیزش بیرونی گروه کنترل ۱ که از درس افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور استفاده کرده بودند، نسبت به گروه کنترل ۲ که بدون درس افزار آموزش دیده بودند کمتر است. بدین مفهوم که آموزش همراه با درس افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور باعث کاهش انگیزش بیرونی برای یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر در دانش‌آموزان شده است.

مطابق جدول ۶ در تحلیل کوواریانس چند متغیری نمرات انگیزش، پس از تعدیل پیش‌آزمون، در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی داری در میانگین نمرات پس‌آزمون انگیزش درونی گروه‌ها مشاهده نشد.

جدول ۸: مقایسه زوجی انگیزش درونی در گروه‌ها

Table 8: Pairwise comparisons of intrinsic motivation scores in groups

Group(i)	Group(j)	Mean difference (i-j)	Sig.
Experimental	Control 1	1.760	0.143
	Control 2	0.227	0.849
Control 1	Control 2	-1.533	0.195

- [7] Siegle D. Developing student programming and problem-solving skills with visual basic. *Gifted Child Today*. 2009; 32(4): 24-29.
- [8] Robins A, Rountree J, Rountree N. Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*. 2003; 13(2): 137-172.
- [9] Gunbas N. Students' mathematics word problem-solving achievement in a computer-based story. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2015; 31(1): 78-95.
- [10] El-Zakhem IH. Socratic programming: An innovative programming learning method. *International Journal of Information and Education Technology*. 2016; 6(3): 247-250.
- [11] Zamani BE. *Implementation Issues in the Introduction of Computers into the Iranian Education System* [doctoral dissertation], National Library of Canada= Bibliothèque nationale du Canada; 1997.
- [12] Karimi Y. [Translation of learning theories]. Shank DH (Author). Tehran: Virayesh; 2014. Persian.
- [13] Kadivar P. *Psychology of learning*. Tehran: Samt; 2014. Persian.
- [14] Ryan RM, Deci EL. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*. 2000; 25(1): 54-67.
- [15] Kharrazi SK. [Translation of The learning brain: Lessons for education]. Blakemore SJ, Frith U (Authors) Tehran: Samt; 2009. Persian.
- [16] Torabi Nami M, Kharrazi SK. [Neuroscience, Cognitive Studies and New Methods of Medical Education. *Journal of Electronic Learning (Media)*]. 2012; 3(2): 24-34. Persian.
- [17] Caine RN, Caine G, McClintic C, Klimek kj. *12 Brain/mind learning principles in action: Developing executive functions of the human brain*. US: Corwin Press; 2009.
- [18] Abedini Y. [Translation of Brain-based learning: The new paradigm of teaching]. Jensen E (Author). Isfahan: Jahad Daneshgahi; 2017. Persian.
- [19] Caine RN, Caine G. *Making Connections: Teaching and the Human Brain*. Virginia: ASCD; 1991.
- [20] Lombardi J. Beyond learning styles: Brain-based research and English language learners. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies. Issues and Ideas*. 2008; 81(5): 219-222.
- [21] Clemons SA. Brain-based learning: Possible implications for online instruction. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. 2005; 2(9): 25-34.
- [22] Aghazadeh MA. Guide for New Teaching Methods Based on Brain, Constructivist, Cooperative Learning and Metacognition Researches. Tehran: Ayizh; 2017. Persian.
- [23] Faramarzi S, Zaim N, Khonyagar M. [Translation of brain-based teaching in the digital age]. Sprenger M (Author). Isfahan: Isfahan University; 2014. Persian.

برنامه‌نویسی کامپیوتر گردید. همچنین نتایج بررسی انجام شده حاکی از آن بود که استفاده از درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، بر انگیزش درونی دانش‌آموزان در یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر اثری نداشته است و البته درس‌افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور نیز تفاوتی را در انگیزش درونی دانش‌آموزان در یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر ایجاد نکرد.

### مشارکت نویسندگان

الهه بدیعی جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل داده‌ها، گزارش یافته‌ها و نگارش مقاله را بر عهده داشت. دکتر محمد رضا نیلی و دکتر یاسمین عابدینی تدوین چارچوب نظری و هدایت روند کلی پژوهش را برعهده داشتند. دکتر بی‌بی‌عشرت زمانی روند تهیه درس‌افزار و کاربست آنرا راهنمایی نمودند. این مقاله به واسطه مشارکت تمام نویسندگان نوشته شده است. همه نویسندگان نتایج را مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند، و نسخه نهایی مقاله را ارزیابی و تایید کرده‌اند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه دکتری تخصصی رشته برنامه‌ریزی درسی در دانشگاه اصفهان است. از آموزش و پرورش استان اصفهان و معلمانی که در این تحقیق مشارکت و همکاری نموده‌اند؛ بسیار سپاسگزارم.

### تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

### منابع و مأخذ

- [1] Tokuhama-Espinosa T. Why Mind, Brain, and Education Science is the New Brain-Based Education. *New Horizons for Learning*. 2011; 9(1).
- [2] Shukry-Balaa R, El-Hassan K. The Effect of Brain-Compatible Strategies on Problem Solving Performance of Grade 4 and 5 Lebanese Students. *European Scientific Journal, ESJ*. 2018; 14(19): 149-166.
- [3] Chevallier A. *Strategic thinking in complex problem solving*. Oxford: Oxford University Press; 2016.
- [4] Robertson SI. *Problem solving: perspectives from cognition and neuroscience*. Psychology Press; 2016.
- [5] Davidson JE, Sternberg RJ, Sternberg RJ, editors. *The psychology of problem solving*. Cambridge: Cambridge University Press; 2003.
- [6] Mather R. A mixed-methods exploration of an environment for learning computer programming. *Research in Learning Technology*. 2015; 23(1): 1-19.

- [42] Seyfi S, Ebrahimi Ghavam S, Ashayeri H, Farrokhi, NA, Dortaj F. [The effectiveness of brain-compatible learning on the components of planning and problem solving of executive functions of primary students]. *Educational Psychology*. 2017; 13(1): 99-116. Persian.
- [43] Bayrami M, Vahedi Sh, Bagheri S. [The effect of McCarthy's educational model on mathematical problem-solving and mathematical self-efficacy in eighth grade female students]. *Educational Science*. 2017; 6(2): 89-108. Persian.
- [44] Uzezi JG, Jonah KJ. Effectiveness of brain-based learning strategy on students' academic achievement, attitude, motivation and knowledge retention in electrochemistry. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*. 2017; 21(3): 1-13.
- [45] Mekarina M, Ningsih YP. The Effects of Brain Based Learning Approach on Motivation and Students Achievement in Mathematics Learning. In *Journal of Physics: Conference Series*. UK: IOP Publishing; 2017. Vol. 895(1), p. 012057.
- [46] Akyurek E, Afacan O. Effects of Brain-Based Learning Approach on Students' Motivation and Attitudes Levels in Science Class. *Mevlana International Journal of Education*. 2013; 3(1): 104-119.
- [47] Nasr AR. *Educational research: An introduction*. Gall MD, Borg WR, Gall JP. Tehran: Samt; 2013. Persian.
- [48] Delavar A. *Experimental methodology*. Christensen LB (Author). Tehran: Roshd; 2014. Persian.
- [49] Garcia T, Pintrich PR. Assessing students' motivation and learning strategies in the classroom context: The Motivated Strategies for Learning Questionnaire. In: Birenbaum M, Dochy F (eds) *Alternatives in assessment of achievements, learning processes and prior knowledge*; 1996. pp. 319-339.
- [50] Dortaj F, Afsharian N. [Evaluation of factor structure of motivational strategies questionnaire for learning in Iranian students]. *Educational Measurement*. 2016; 6(3): 23-43. Persian.
- [51] Delavar A. *Research Methods in Psychology and Educational Sciences*, Tehran: Payame Noor University; 2009. Persian.
- [52] Pasha-Sharifi H, Najafi-Zand J, Mir-Hashemi m, Manavipour D, Sharifi N, Ahghar G, Doganehyi Fard F. [Translation of Introduction to SPSS in psychology and Other Behavioral Science]. Howitt D, Cramer D (Authors). Tehran: Sokhan; 2010. Persian.
- [53] Zamani BE, Azimi A. [Translation of the theory and practice of online Learning]. Anderson T, Elloumi F (Authors). Tehran: The Institute of Information Technology Development in Smart schools; 2006. Persian.
- [24] Sousa DA, editor. *The best of Corwin: Educational neuroscience*. Corwin Press; 2011.
- [25] Smith a. *Accelerated Learning in Practice*. London: Network Educational Press; 2007.
- [26] Jensen E. *Teaching with the brain in mind*. US: ASCD; 2005.
- [27] Saleh S. The Effectiveness of Brain-Based Teaching Approach in Dealing with the Problems of Students' Conceptual Understanding and Learning Motivation Towards Physics. *Educational Studies*. 2012; 38(1): 19-29.
- [28] Sousa DA. *How the brain learns*. US: Corwin Press; 2017.
- [29] Connell DJ. *Brain-based strategies to reach every learner*. Recording for the Blind & Dyslexic; 2005.
- [30] Wolfe P. *Brain matters: Translating research into classroom practice*. US: ASCD; 2010.
- [31] Jensen E (Ed). *Super teaching: Over 1000 practical strategies*. US: Corwin Press; 2009.
- [32] Van Niekerk J, Webb P. The Effectiveness of Brain-Compatible Blended Learning Material in the Teaching of Programming Logic. *Computers & Education*. 2016; 103: 16-27.
- [33] Sousa DA, Tomlinson CA. *Differentiation and the brain: How neuroscience supports the learner-friendly classroom*. US: Solution Tree Press; 2011.
- [34] Afzalnya MR. *Learning Technology*. Tehran: Samt; 2014. Persian.
- [35] Fallon C, Brown S. *E-Learning Standards: A Guide to Purchasing, Developing, and Deploying Standards-Conformant E. Learning*. US: ST. Lucie Press; 2003.
- [36] Clark RC, Mayer RE. *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. US: John Wiley & Sons; 2016.
- [37] Sompong N, Kheerajitt C. Development of Online Courseware on Thai Food Good Health. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2012; 11(4): 390-393.
- [38] Mayer RE, Moreno R. Aids to Computer-Based Multimedia Learning. *Learning and instruction*. 2002; 12(1): 107-119.
- [39] Magel K. Software Engineering Principles for Courseware Development. *Association for Educational Data Systems (AEDS Journal)*. 1980; 13(2): 144-155.
- [40] Ghirardini B. *e-Learning Methodologies: A Guide for Designing and Developing E-Learning Courses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2011.
- [41] Laflamme DM. The brain-based theory of learning and multimedia, *Theses Digitization Project*. 1002; 1994.

## معرفی نویسندگان



**یاسمین عابدینی** دارای مدرک دکتری روانشناسی تربیتی از دانشگاه تهران بوده و حوزه‌های تحقیق مورد علاقه ایشان شامل انگیزش، یادگیری، پیشرفت تحصیلی، خود تنظیمی، خلاقیت و یادگیری مبتنی بر مغز است. از سال ۱۳۸۳ تاکنون مشغول به تدریس در دانشگاه اصفهان و عضو هیأت علمی و دانشیار این دانشگاه هستند. مقالات و کتاب‌های چاپ شده ایشان در دو حوزه روانشناسی تربیتی و روانشناسی بالینی است.

**Abedini, Y. Associate Professor, Educational Psychology, University of Isfahan, Isfahan, Iran**

[y.abedini@edu.ui.ac.ir](mailto:y.abedini@edu.ui.ac.ir)



**بی بی عشرت زمانی** استاد گروه تکنولوژی آموزشی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه اصفهان هستند. تألیف و ترجمه چندین کتاب و تألیف حدود ۸۰ مقاله علمی- پژوهشی در مجلات داخلی و خارجی و ارائه مقالات متعدد در بیش از یکصد کنفرانس داخلی و خارجی از جمله آثار ایشان است.

**Zamani, B.E. Professor, Educational Technology, University of Isfahan, Isfahan, Iran**

[bzamani@edu.ui.ac.ir](mailto:bzamani@edu.ui.ac.ir)

## AUTHOR(S) BIOSKETCHES



**الهه بدیعی** دارای مدرک کارشناسی مهندسی کامپیوتر- نرم افزار و کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی درسی بوده و در حال حاضر مشغول به تحصیل در دوره دکتری برنامه‌ریزی درسی دانشگاه اصفهان است. مقالات ایشان در زمینه کاربرد نظریه‌های جدید روانشناسی تربیتی در آموزش الکترونیکی و آموزش ترکیبی است.

**Badiee, E. PhD Student, Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran**

[el.badiee@edu.ui.ac.ir](mailto:el.badiee@edu.ui.ac.ir)



**محمد رضا نیلی** دانشیار دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه اصفهان می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی علوم تربیتی، کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی آموزشی و دکتری برنامه‌ریزی درسی را از دانشگاه اصفهان کسب نموده و در همین دانشگاه مشغول به تدریس هستند. حدود ۷۰ مقاله داخلی و خارجی و همچنین ۳ کتاب در حیطه علوم تربیتی و برنامه‌ریزی درسی از آثار ایشان است.

**Nili, M.R. Associate Professor, Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran**

[m.nili.a@edu.ui.ac.ir](mailto:m.nili.a@edu.ui.ac.ir)

**Citation (Vancouver):** Badiee E, Nili M.R, Abedini Y, Zamani B.E. [The effect of brain-based electronic courseware on problem solving performance and motivation of students in computer programming course]. *Tech. Edu. J.* 2020; 14(4): 877-890

<http://dx.doi.org/10.22061/jte.2019.4661.2106>



## 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.