View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to you by CORE

provided by Directory of Open Access Journals

Tech. Edu. J. 14(4): 877-890, Autumn 2020

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

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

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
(+98913) 3152940

ABSTRACT

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 filed. 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 covariane 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	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF TABLES
53	0	8

مقاله پژوهشی

تأثیر درس‌افزار الکترونیکی مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله و انگیزش دانش‌آموزان در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر

الهه بدیعی، محمدرضا نیلی*، یاسمین عابدینی، بی‌بی‌عشرت 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 روش‌هایی برای بهره‌گیری هرچه بیشتر از امکانات مبتنی بر فناوری و یافته‌های جدید علوم اعصاب تربیتی در جهت یادگیری بهینه به ویژه در دروس دشواری چون برنامه‌نویسی کامپیوتر هستند که با فرایند حل مسأله همراه است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله و انگیزش دانش‌آموزان در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر انجام گرفت.

روش‌ها: این پژوهش از نوع نیمه آزمایشی بوده و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. در این پژوهش نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای انجام شد و به این ترتیب ۶۰ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم رشته‌های کامپیوتر هنرستان‌های کاردانش شهر اصفهان برای شرکت در پژوهش انتخاب شدند. شرکت کنندگان به طور تصادفی در ۳ گروه ۲۰ نفره آزمایش ، کنترل۱ و کنترل۲ قرار گرفتند. یک مطالعه کتابخانه‌ای 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 درس‌افزار توسط متخصصان مورد تأیید قرار گرفت. از خرده مقیاس‌های انگیزش درونی و بیرونی پرسشنامه پینتریچ و همکاران و همچنین یک آزمون حل مسأله برنامه‌نویسی معلم ساخته به عنوان ابزار گردآوری داده‌ها استفاده شد. این ابزارها قبل و بعد از آموزش در هر سه گروه به عنوان پیش‌آزمون و پس‌آزمون 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 درس‌افزار الکترونیکی ساخته شده بر اساس راهبردهای یادگیری مبتنی بر مغز استفاده گردید. در گروه کنترل اول در کنار آموزش مرسوم، یک درس‌افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر مغز به کار رفت. گروه کنترل دوم هم فقط به روش مرسوم آموزش دیدند.

یافته‌ها: داده‌های تحقیق با استفاده از تحلیل کوواریانس یک متغیری بر روی نمرات آزمون عملکرد حل مسأله و تحلیل کوواریانس چند متغیری برروی نمرات انگیزش درونی و بیرونی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد دانش‌آموزان گروه آزمایش درحل مسائل برنامه‌نویسی کامپیوتر نسبت به گروه کنترل۱ و گروه کنترل۲ به طور معنا داری ($P<۰/۰۵$) بهتر بوده است. همچنین انگیزش بیرونی گروه آزمایش به طور معنا داری ($P<۰/۰۵$) نسبت به گروه کنترل اول بیشتر بوده است. بر اساس این یافته‌ها استفاده از درس‌افزار غیر مبتنی بر مغز به طور معنا داری ($P<۰/۰۵$) باعث کاهش انگیزش بیرونی دانش آموزان گروه کنترل۲، نسبت به گروه کنترل۱ شده است.

نتیجه‌گیری: استفاده از درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، تأثیر قابل توجهی در افزایش توانایی دانش‌آموزان در حل مسأله برنامه‌نویسی کامپیوتر دارد. همچنین به‌کارگیری اصول یادگیری مبتنی بر مغز در طراحی درس‌افزارهای الکترونیکی باعث می‌شود در حین یادگیری، کاربران این درس‌افزارها، انگیزش بیرونی بیشتری نسبت به کاربران درس‌افزارهای 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
درس‌افزار الکترونیکی
یادگیری الکترونیکی
حل مسأله
انگیزش

*نویسنده مسئول
m.nili.a@edu.ui.ac.ir
۰۹۱۳-۳۱۵۲۹۴۰

مقدّمه

رشد سریع علم و فناوری که چهره جهان معاصر را دگرگون ساخته، اهمیت آموزش و یادگیری، همچنین سرعت و کیفیت آن‌را به طور چشمگیری افزایش داده است. از این‌رو صاحبنظران و دانشمندان حیطه تعلیم و تربیت به دنبال روش‌هایی برای بهره‌گیری هرچه بیشتر از امکانات محیطی، فناوری و استعدادهای فردی برای یادگیری و یادسپاری حداکثری در کوتاه‌ترین مدت زمان ممکن هستند. دانش‌آموزانی با طیف گسترده از توانایی‌ها به کلاس درس وارد می‌شوند؛ البته دانش‌آموزان در کلاس درس بیش از هر زمان دیگر نیازمند توجه و راهنمایی برای شکوفایی استعدادهایشان هستند. این وفور تفاوت‌ها، چنان پویایی فراهم ساخته است که تاکنون در تاریخ آموزش و پرورش بی‌سابقه بوده است [۱]. در جهان معاصر آماده‌سازی فراگیران برای تبدیل شدن به حل‌کنندگان مسائل زندگی واقعی از اهداف اصلی آموزش و پرورش به‌شمار می‌رود [۲]. مسائل بخش

مرکزی زندگی بشر را تشکیل می‌دهند و تقریباً هر چیز در زندگی یک مسأله است؛ از این‌رو برای فهم طبیعت هستی، حل مسأله و آنچه آن‌را 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، آن‌را 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 برنامه سودمند، 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 به‌کارگیری حجم وسیعی از دانش پیشین و مهارت حل مسأله، قطعه‌ای 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 این‌رو 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]. به‌کارگیری راهبردهایی برای بهبود یادگیری در این درس که اغلب برای دانش‌آموزان جذابیت چندانی ندارد، از دغدغه‌های بزرگ معلمان این رشته است [۶].

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 به‌کار 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 حالی‌که انگیزش بیرونی به انجام کاری به قصد دست‌یابی به پیامدی 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، زیست شناسی 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 فرایند 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 فرایند الگو سازی در مغز به صورت خودکار صورت

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 این‌کار 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 آن‌را 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 گانه بالا را شامل می‌شود. به این ترتیب که اصول ۱ تا ۴ به هوشیاری آرمیده، اصول ۵ تا ۸ به غوطه ور سازی همخوان و اصول ۹ 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 بنابر 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 بنابر 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 بنابر 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

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

○ اســـتفاده از انواع رســـانه‌های مرتبط با حواس مختلف فیزیکی در آموزش و یادگیری با توجه به اهمیت حرکت از مطالب عینی به انتزاعی[۲۳، ۲۵] توصیه شده است که با اصل(۸) مطابقت دارد. بر این اســاس وان نیکرک و وب نمایش تصـویری اجرای خط به خط کدهای برنامه را که آن‌را از حالت صـــرفاً انتزاعی خارج می‌ســـازد؛ را برای یادگیری بهتر برنامه‌نویســـی کامپیوتر توصـــیه نموده‌اند. آنها همچنین استفاده از فلوچارت 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 اصـــل(۱۰) محیط یادگیری برای پردازش فعال تجربیات اهمیت زیادی دارد؛ اســـتفاده از رنگ‌ها، برجســـته‌ســـازی و انیمیشن[۳۲] استفاده از موسیقی، تصاویر و کارهای هنری در زمینه تدریس[۱۹]، تأکید بر نکات کلیدی و جلب توجه با تاکید کلامی و یا نوشـتاری[۲۹]، اسـتفاده از رنگ‌های مناسـب برای تحریک و یا آرامش بخشـی[۲۶]، به کارگیری منابع چند رسـانه‌ای، تغییر متناوب رسـانه مورد استفاده در تدریس، غنی‌سازی محیط دیداری با تصاویر و اشیای برانگیزاننده[۱۸] اســـتفاده از انیمیشـــن با رنگ‌های متنوع[۲۳] و به کـارگیری جلوه‌هـای رنگین دیـداری[۲۴] برای یـادگیری بهتر مفیـد هســـتند. همچنین مطابق با اصـــل(۱۲) تدریس چند وجهی(دیداری، شـــنیداری، لمســـی و..)، توجه به تفاوت‌های فردی[۱۹] و ســـبک‌های متفـاوت یـادگیری دانش‌آموزان، بهره‌گیری از همـه انواع هوش‌هـای چندگانه در آموزش[۱۸، ۲۳-۲۵، ۲۹] و اســـتفاده 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 بیشـتری را به ارمغان آورده و با کاهش اضـطراب مطابق اصل(۱) موجب یادگیری بهتر می‌شود[۱۸، ۲۶]. استفاده از گل و گیاه در کلاس[۱۸، ۳۱] با ایجاد محیطی دلپذیر، مطابق اصـــل(۱۰) بر یادگیری تأثیر مثبت دارد. همچنین با توجه به اصـــل(۱۲) با بهره‌گیری از گـل و گیـاه می‌توان آموزش مناســـب‌تری برای افرادی کـه هوش طبیعت گرای قوی‌تری دارند فراهم نمود.

○ در نظر گرفتن ســـرگرمی، فعالیت‌هـای فیزیکی و بـازی در خلال یادگیری[۱۸، ۲۶] به ویژه بازی‌های آموزشـــی[۲۳] و آزمون‌های بازی گونه[۲۴] به علت ایجاد احســـاســـات مثبت بر اســـاس اصـــل(۴) برای یادگیری بهتر مفید هستند. فعالیت‌های جنبشی، انجام بازی یا فعالیت پر انرژی[۱۸، ۲۶] و تلفیق فعالیت‌های حرکتی در یادگیری[۲۴] با فعال نمودن اعضای بدن مطابق اصل(۶) باعث یادگیری بهتر می‌شوند. انجام بازی هدفمنـد[۱۸، ۲۳] چالش برانگیز و کم اضـــطراب بوده، عواطف و هیجانات مثبتی تولید می‌کند و بنابر اصـــل(۱) تأثیر مطلوبی بر یـادگیری دارد. فعـالیـت‌هـایی چون بـازی‌هـای کلامی، حـل جـدول لغات[۲۶] و بـازی‌هـای حـافظه[۲۳] از روشـــهـای مناســـب تکرار و تمرین[۳۰] هســـتند که بنابر اصـــل(۹) به تثبیت آموخته‌ها می‌انجامند. به علاوه یادگیری همراه با حرکات بدنی که متناسب با هوش جنبشی-حرکتی اســـت[۲۵] مطابق اصـــل(۱۲) آموزش مناســـب‌تر و یادگیری بهتری برای افراد با این سبک یادگیری[۲۴] فراهم می‌سازد.

○ شـــعر و موســـیقی آرامش بخش بوده[۲۴] و مطابق اصـــل(۱) به یادگیری بیشـتر کمک می‌کنند. ارائه آهنگین نکات کلیدی، شعر و آواز را[۲۳، ۲۶] بر اسـاس اصـل(۹) با توجه به سـاختار حافظه برای تقویت یادداری توصیه نموده‌اند. همچنین از آنجا که گروهی از دانش‌آموزان از طریق هوش موسـیقایی و متن آهنگین بهتر می‌آموزند[۲۵] بر اسـاس اصل (۱۲) این روش می‌تواند یادگیری بیشـتری به دنبال داشـته باشد. از ســـوی دیگر مشـــخص کردن ویژگی‌های کلیـدی درون مطـالب جدید[۱۸، ۳۱] موجب بهبود یادگیری شـــده و جلب توجه با تأکیدات کلامی و نوشـتاری[۲۹] مطابق اصـل(۱۰) شـرایط مطلوب‌تری را برای یادگیری فراهم می‌سازد.

○ خلاصـه و مرور درس در پایان هر بخش با ارائه مجدد تصـویری کلی از درس، بر اسـاس اصـل(۵) یادگیری را بهبود می‌بخشـد[۲۳]. اسـتفاده از راهبردهای مرور برای اتصال به دانش پیشین[۲۵] مرور مطالب قبلی و خلاصـه سـازی آنها[۲۴] قبل از شـروع آموزش مطالب جدید، بر طبق اصل(۸) باعث عملکرد بهتر مغز در فرایند یادگیری به صورت رشـدی و تحولی است. با خلاصـه سـازی مطالب[۲۳] الگوها آشـکار می‌شوند و بر اسـاس اصـل (۷) یادگیری بهتری حاصـل می‌شـود. مرور و جمع بندی مطالب درس[۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۱] بر اســـاس اصـــل(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 فعال‌سازی 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 مناسـب برای یادگیری به صـورت رشـدی و تحولی اسـت[۲۳] که با اصـل(۸) مطابقت دارد. بازخوردهای فوری و مداوم[۱۷]، تصـحیح خطا همراه با بازخورد آنی و تشـــویق دانش‌آموز[۲۶]، بازخورد مناســـب به موارد نـادرســـت و تصـــحیح آن و ارائه آموزش مناســـب به عنوان بـازخورد[۲۸] بـه یـادداری بهتر آموختـه‌هـا کمـک می‌کنـد. همچنین پاداش و انگیزش فوری[۲۳] به ویژه پاداش‌های انتزاعی مثل کف زدن و جشـــن گرفتن[۱۸] و ارائه ترکیبی از بازخوردهای منفی و مثبت ســـاده 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.

علاوه بر این، تشـــویق واقعی همراه با شـــور 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 اصـــل (۷) باعث بهبود یادگیری اســـت. از آنجا که یادگیری از طریق مشـاهده دیگران فرایندی اجتماعی اسـت[۳۳] مطابق اصـل(۲) ایفای نقش معلم[۲۳] در حل مســـأله یادگیری بیشـــتری را به دنبال خواهد داشت.

○ دادن حق انتخـاب بـه دانش‌آموزان[۲۶] و وجود انتخـاب‌هـای فراوان[۱۹] بـه جـای رونـدی خطی و اجبـاری در آموزش، رونـدی طبیعی‌تر فراهم سـاخته و مطابق اصـل(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 شـبکه‌های جانبی را به طور همزمان در مغز درگیر می‌سـازد. در همین راسـتا اسـتفاده از رنگ‌های زرد و قرمز را برای تحریک توجه متاسـب دانسـته‌اند[۲۶]. در آموزش درس برنامه‌نویسـی هم به نمایش محتوای متغیرها در حین اجرای برنامه اشـــاره شـــده که توجه دانش‌آموز را همزمان به اجرای برنامه و تغییرات متغیرها در هر خط برنامه جلب می‌کند[۳۲].

از ســوی دیگر، جهان امروزی با پذیرفتن فناوری‌های جدید به عرصــه یادگیری الکترونیکی و کامپیوتری پا نهاده و فناوری اطلاعات شـــرایط یادگیری را دگرگون ســـاخته اســـت. در چنین شـــرایطی تکنولوژی یادگیری، با ترکیب چندین رسانه به صورت یک دستگاه چند رسانه‌ای، در فضـــای یادگیری ایفای نقش می‌کند[۳۴]. یادگیری الکترونیکی، اصـطلاحی نسـبتاً جدید در عرصـه آموزش کامپیوتری اسـت و تعاریف متفاوتی از آن ارائه شـــده اســـت. فالن و براون هر نوع آموزش را که به وسیله استفاده از فناوری‌های شناخته شده و اثبات شده کامپیوتری، به ویژه شـــبکه‌های مبتنی بر فناوری اینترنت، تســـهیل شـــود آموزش الکترونیکی می‌دانند[۳۵]. کلارک و مـایر یـادگیری الکترونیکی را بـه صـــورت آموزش ارائه شـــده از طریق یک وســـیله الکترونیکی مانند کامپیوتر، تبلت و یا تلفن هوشـــمند با هدف پشـــتیبانی از یادگیری تعریف نموده‌اند[۳۶]. یادگیری الکترونیکی به صورت یادگیری از طریق شـــبکه و یا بدون اتصـــال به شـــبکه صـــورت می‌گیرد[۳۷]. این نوع یادگیری، از عناصر چندرسانه‌ای مانند کلمات، صدا و تصویر و انیمیشن برای ارائه محتوا، بهره می‌برد. محیط یادگیری چند رسـانه‌ای مبتنی بر کامپیوتر، امکانات بالقوه قدرتمندی برای یادگیری دانش‌آموزان فراهم می‌ســـازد[۳۸]. یکی از محصـــولات یـادگیری للکترونیکی، درس افزار(Courseware) است. کاندویت مواد آموزشی مبتنی بر کامپیوتر را درس‌افزار می‌نامد[۳۹]. به زبان ســـاده، قابل تشـــخیص‌ترین و قابل فهم‌ترین جزء یادگیری الکترونیکی، درس‌افزار است که ممکن است به شـکلی سـاده مثل یک فایل متنی یا یک صـفحه وب و یا به صـورتی پیچیده، تعاملی و چندرسـانه‌ای غنی باشـد[۳۵]. در حالت کلی هر نوع آموزش یا تدریس ارائه شـده از طریق یک نرم افزار یا اینترنت را درس افزار می‌گویند[۴۰]. نرم افزارهای چندرســـانه‌ای به دانش‌آموزان کمک می‌کنـد تـا در جریـان یـادگیری فعـالانه عمـل کننـد و دریـافت کننـده منفعل دانش نباشـند. این فناوری همچنین به فراگیران اجازه توسـعه راهبردهـای خودآموز مورد حمـایت نظریـه یـادگیری مبتنی بر مغز را می‌دهد. چندرســـانه‌ای با ســـبک‌های مختلف یادگیری نیز قابل انطباق است و انواع راهبردهای دیداری، شنیداری و لمسی را ممکن می‌سازد. بـدین ترتیـب ابزارهـای چنـدرســـانـه‌ای می‌تواننـد بـه خوبی از نظریـه یادگیری مبتنی بر مغز پشـــتیبانی کنند[۴۱]. بنابر آنچه گفته شـــد، لنتظـار می‌رود بهره‌گیری از فن‌آوری اطلاعـات و ارتبـاطـات برای پیـاده‌ســـازی اصـــول یـادگیری مبتنی بر مغز، در قـالـب درس‌افزار الکترونیکی، تأثیر مطلوبی در آموزش و یادگیری داشـته باشـد. پژوهش وان نیکرک و وب[۳۲] نیز این مطلب را تأیید می‌کند.

درپی پژوهش‌هـای انجـام شـــده پیرامون مغز و عملکرد آن در حین یـادگیری، در دهـه‌هـای اخیر تحقیقـات گســـترده‌ای پیرامون آن در بسـیاری ازکشـورها انجام شـده اسـت. اما مرور پژوهش‌های انجام شـده توســط پژوهشـــگر نشـــان داد که در ایران تحقیقات اندکی در زمینه آموزش و یادگیری مبتنی بر مغز صـــورت گرفته اســـت. همچنین در ایران و دیگر کشورها تحقیقات اندکی به بررسی تأثیرات مواد یادگیری الکترونیکی مبتنی بر مغز پرداخته‌اند.

برخی از تحقیقـات اقـدام بـه بررســـی تـأثیر 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].

شـماری از تحقیقات نیز اقدام به بررسـی تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر متغیرهـای مرتبط بـا یـادگیری از جملـه انگیزش در دروس مختلف نموده‌اند:

نتایج تحقیقات اوزی و جناح، حاکی از آن اســـت که آموزش درس الکترو شـــیمی با اســـتفاده از راهبردهای یادگیری مبتنی بر مغز در افزایش انگیزش و نگرش دانشـجویان مؤثر بوده اسـت[۴۶]. در تحقیق مکارینا و نینگســـی، نتایج بیانگر آن اســـت که کاربرد رویکرد یادگیری

مبتنی بر مغز، پیشرفت تحصیلی و انگیزش بیشتر دانش‌آموزان را در درس ریاضی به دنبال داشته است[۴۴]. آکیورک و افکان، در پژوهش خود، تأثیر معنی‌دار رویکرد یادگیری مبتنی بر مغز را بر افزایش سطح انگیزش و نگرش دانش‌آموزان در یادگیری درس علوم، گزارش نموده‌اند[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 درس‌افزار مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله پرداخته باشد، یافت نشد. همچنین در این بررسی تحقیقات بسیار کمی پیرامون تأثیر مواد آموزشی چندرسانه‌ای مبتنی بر مغز و یا درس‌افزار 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 برنامه‌نویسی صورت گرفت؛ محققان گزارش نموده‌اند که مواد درسی ساخته شده بر اساس اصول آموزش سازگار با مغز به طور معنی‌داری میانگین نمرات پیشرفت تحصیلی را افزایش داده است. نتایج بخش کیفی این پژوهش در بررسی انگیزش دانشجویان، حاکی از آن بود که بیش از ۹۰ درصد آنها از این نوع آموزش لذت می‌برند[۳۲].

پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به سؤالات زیر بوده 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 کاردانش شهر اصفهان، در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر تأثیر دارد؟

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 کاردانش شهر اصفهان، در یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر تأثیر دارد؟

روش تحقیق

این پژوهش از نوع شبه آزمایشی و با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. در این تحقیق، جامعه آماری عبارت است از کلیه دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم رشته‌های کامپیوتر هنرستان‌های کاردانش شهر اصفهان در سال تحصیلی ۲۰۱۸-۲۰۱۷.

در طرح‌های شبه آزمایشی انتساب تصادفی صورت نمی‌گیرد[۴۸]. در پژوهش حاضر نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای و هدفمند انجام شد. با توجه به طرح پژوهش، برای نمونه گیری ابتدا لیستی از هنرستان‌های شهر اصفهان که رشته کامپیوتر داشتند و درس برنامه‌نویسی در آنها تدریس می‌شد تهیه گردید. پس از تماس با این مدارس کلاس‌هایی که مدرس آنها تمایل به همکاری داشتند انتخاب شدند. به این ترتیب تعداد ۶ کلاس از ۲ منطقه مختلف از مناطق شش‌گانه شهر اصفهان انتخاب شدند. در هر گروه ۲ کلاس به طور تصادفی جای گرفتند. در طرح‌های نیمه آزمایشی که آرایش تصادفی صورت نمی‌گیرد؛ روش همتا سازی برای کنترل متغیرهای مداخله‌گر مناسب است. یکی از روش‌های همتا سازی، کنترل توزیع فراوانی متغیرهای مداخله‌گر در گروه‌های شرکت کننده است. بدین معنا که پس از انتخاب گروه‌های آزمودنی، با حذف تعدادی از شرکت کنندگان، میانگین و انحراف معیار متغیر مداخله‌گر در گروه‌های آزمودنی مشابه می‌گردد[۳۲]. در این پژوهش نیز گروه‌ها از نظر نمره معدل سال قبل همتاسازی شدند. پس از آن به صور تصادفی گروه‌های آزمایشی و کنترل تعیین گردید. به این ترتیب به طور کلی ۲۰ دانش‌آموز در گروه آزمایش، ۲۰ دانش‌آموز در گروه کنترل اول و ۲۰ دانش‌آموز در گروه کنترل دوم جای گرفتند. با توجه به استفاده از درس‌افزار الکترونیکی در اجرای این پژوهش آزمایشی، لازم بود که آموزش در کارگاه کامپیوتر صورت گیرد تا دانش‌آموزان جهت‌کار با درس‌افزار 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 نرم‌افزارهای آموزشی آشنا باشند. در این تحقیق رشته شرکت کنندگان کامپیوتر بود و کلاس‌ها در کارگاه کامپیوتر برگزار می‌شد، به همین دلیل شرایط برای اجرا مناسب بود.

ابزارهای به کار رفته در این تحقیق عبارتند از:

۱) آزمون حل مسأله محقق ساخته از درس برنامه‌نویسی کامپیوتر پایه یازدهم رشته‌های کامپیوتر هنرستان‌های کاردانش: این آزمون شامل ۴ مسأله بود و به هر مسأله ۵ نمره اختصاص داشت که در کل نمره‌ای از ۰ تا ۲۰ به هر دانش‌آموز تعلق می‌گرفت. روایی این آزمون از نظر آموزشگران متخصص برنامه‌نویسی کامپیوتر و اعضای گروه آموزشی کامپیوتر کاردانش در مرکز تحقیقات معلمان استان اصفهان تأیید گردید.

۲) خرده مقیاس‌های انگیزش درونی و بیرونی از پرسش‌نامه پینتریچ و همکاران(MSLQ): هر خرده مقیاس شامل ۴ گویه در مقیاس ۷ درجه‌ای لیکرت است. روایی و اعتبار آن توسط گارسیا و پینتریچ بررسی شده و پایایی آن به روش آلفای کرونباخ مطابق جدول ۱ گزارش شده است[۴۹]:

جدول ۱: پایایی به روش آلفای‌کرونباخ به گزارش گارسیا و پینتریچ
Table 1: Cronbach alpha reliability reported by Garcia and Pintrich

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

روایی و پایایی نسخه ترجمه شده این پرسش‌نامه 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].

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 کاردانش 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 کپتیویت۷(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 اصول۱، ۲، ۳ و ۴)
- زیبا سازی محیط صفحات با استفاده از عناصر زیبایی شناختی مانند گل و گیاه (مطابق اصول۱ و ۴)
- شبیه‌سازی و نمایش حل مسائل نمونه به‌صورت مرحله به مرحله همراه با توضیحات گفتاری، تصویر، انیمشن و متن (مطابق اصول ۲ و ۳)
- پخش موسیقی و صداهای آرامش بخش (مطابق اصول۱ و۴)
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 اصول۱ 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 اصول۵ و ۸)
- ارائه نقشه‌های مفهومی از مطالب (مطابق اصول۵ 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 فلوچارت 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 اصول۵ و ۷)

در راستای پیاده سازی مؤلفه « پردازش فعال تجربیات»:
- در نظر گرفتن زمان‌تأمل و استراحت متناوب (مطابق اصول ۹ و ۱۱)
- استفاده از عناصر زیبایی شناختی در طراحی اجزای مختلف محیط (مطابق اصول۱۰ و ۱۲)
- استفاده حداکثری از تصویر، انیمیشن، متن و صدا، مناسب سبک‌های مختلف یادگیری (مطابق اصول۱۰ و ۱۲)
- ارائه مطالب به صورت آهنگین و شعرگونه همراه با تصاویر متحرک برای تأکید بر نکات کلیدی (مطابق اصول۹، 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 فلوچارت 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

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 حالته(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 حالته(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, WhileWend و Do...LoopWhile)
- جلسه هشتم: دستورات خروج اضطراری از انواع حلقه‌های معین و نامعین(Exit Do و Exit For)

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

مناسب ترین ابزار برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از طرح پیش آزمون- 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].

نتایج آمار توصیفی در جدول۲ 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 کنترل۲ افزایش و در گروه کنترل۱ کاهش داشته و افزایش میانگین در گروه آزمایش بیشتر بوده است. همچنین در مرحله پس‌آزمون میانگین نمرات انگیزش درونی گروه آزمایش و گروه کنترل۱ کاهش یافته در حالی که در گروه کنترل۲ 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 کاردانش 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 جدول۳ نشان می‌دهد پس از تعدیل پیش آزمون 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 جدول۴ 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 $P<۰/۰۵$ از گروه کنترل۱ که از درس‌افزار معمولی غیر مغز محور استفاده کرده‌اند و همچنین از گروه کنترل۲ که بدون درس‌افزار آموزش دیده‌اند بیشتر است. بر این اساس درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده براساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، توانایی حل مسأله دانش‌آموزان را به طور معناداری افزایش داده است. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات شکری 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.

براساس نتایج جدول۴، مقایسه دو گروه کنترل نشان می‌دهد که اگر چه میانگین نمرات حل مسأله در گروه کنترل۲ که بدون استفاده از درس‌افزار آموزش دیده‌اند بیشتر از گروه کنترل۱ است که درس‌افزار غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور را به کار برده‌اند؛ اما این تفاوت در سطح $P<۰/۰۵$ 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 تسهیل کننده دارد اما تضمین کننده 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.

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 مسأله 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 ۴: مقایسه زوجی نمرات حل مسأله 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 کاردانش 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 برروی نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون انگیزش درونی و بیرونی استفاده شد.

همان‌طور که جدول۵ نشان می‌دهد سطح معنی‌داری هر چهار آمارهٔ چند متغیری مربوطه یعنی اثر پیلایی، لامبدای ویلکز، اثر هتلینگ و بزرگترین ریشه روی، کوچکتر از ۰/۰۵ است. بدین ترتیب مشخص می‌شود که بین نمرات مؤلفه‌های انگیزش در سه گروه تفاوت معناداری وجود دارد.

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[b]	4	108	0.007
Hotelling's trace	0.292	3.872	4	106	0.006
Roy's largest root	0.292	8.016[c]	2	55	0.001

نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری در جدول۶ بیانگر آن است که بین گروه‌ها در میانگین نمرات پس‌آزمون تعدیل شده انگیزش بیرونی در سطح P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

مقایسه زوجی نمرات انگیزش بیرونی تعدیل شده در جدول۷ نشان می‌دهد که پس از تعدیل پیش‌آزمون، میانگین نمرات انگیزش بیرونی در گروه آزمایش به طور معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵ از نمرات انگیزش بیرونی گروه کنترل۱ که درس‌افزار غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور را به کار برده‌اند، بیشتر بوده است. میانگین نمرات انگیزش بیرونی گروه آزمایش از گروه کنترل۲ که از هیچ درس‌افزاری در آموزش استفاده نکرده بودند نیز بیشتر بوده اما این تفاوت در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار نیست.

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			

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 اوزی و جناح[۴۴]، مکارینا و نینگسی[۴۵]، آکیورک و افکان[۴۶] صالح[۲۷] که تأثیر مثبت آموزش مبتنی بر مغز را بر انگیزش دانش‌آموزان 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 کنترل۱ و گروه کنترل۲ هم در سطح P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار وجود دارد و نمرات انگیزش بیرونی گروه کنترل۱ که از درس‌افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور استفاده کرده بودند، نسبت به گروه کنترل۲ که بدون درس‌افزار آموزش دیده بودند کمتر است. بدین مفهوم که آموزش همراه با درس‌افزار الکترونیکی غیر مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور باعث کاهش انگیزش بیرونی برای یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر در دانش‌آموزان شده است.

مطابق جدول۶ در تحلیل کوواریانس چند متغیری نمرات انگیزش، پس از تعدیل پیش‌آزمون، در سطح P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری 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

مقایسه زوجی میانگین نمرات انگیزش درونی گروه‌ها طبق جدول۸ بیانگر آن است که در گروه آزمایش که درس‌افزار 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<۰/۰۵ معنی‌دار نیست. به عبارت دیگر کاربرد درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، تأثیری بر نمرات انگیزش درونی دانش‌آموزان 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 اوزی و جناح[۴۴]، مکارینا و نینگسی[۴۵]، آکیورک و افکان[۴۶]، صالح[۲۷] همچنین وان نیکرک 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 درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسأله و انگیزش دانش‌آموزان در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر انجام گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، باعث افزایش توانایی حل مسأله برنامه‌نویسی کامپیوتر در دانش‌آموزان شده است. در حالی که درس‌افزار 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 درس‌افزار الکترونیکی طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، نسبت به درس‌افزار غیر مبتنی بر اصول مغز محور باعث افزایش انگیزش بیرونی دانش‌آموزان در یادگیری درس برنامه‌نویسی کامپیوتر شد. اگرچه نتوانست انگیزش بیرونی را نسبت به دانش‌آموزانی که بدون درس‌افزار آموزش دیده بودند، افزایش دهد. به عبارتی استفاده از درس‌افزار الکترونیکی که بر اساس اصول مبتنی بر مغز طراحی نشده بود؛ باعث کاهش انگیزش بیرونی دانش‌آموزان در یادگیری درس

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 محمدرضا 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 مآخذ

[1] Tokuhama-Espinosa T. Why Mind, Brain, and Education Scienceis 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.

[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.

[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

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

الهه بدیعی دارای مدرک کارشناسی مهندسی کامپیوتر-نرم افزار و کارشناسی‌ارشد 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

محمدرضا 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

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

بی‌بی 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

Citation (Vancoure): 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.