

The Impact of Courseware with Brain-Based Learning Approach on Students' Cognitive Learning Levels

Elaheh Badiee*
Mohammad Reza Nili**
Yasamin Abedini***
Bibieshrat Zamani****

Introduction

With the advent of information technology in the modern era, the use of e-learning has facilitated the education. But in many courses there is a problem with a lack of efficient courseware. Brain-based learning theory has provided effective strategies for increasing efficiency in education that can be well applied in courseware development. One of the most difficult lessons is computer programming. Teachers look for ways to improve student learning in this lesson. The purpose of this study is to investigate the effect of courseware with brain-based learning approach on students' cognitive learning levels in computer programming course compared to conventional courseware.

Method

This research is a quasi-experimental study with pre-test and post-test design with unequal control group. This study aimed to investigate the effect of courseware designed based on brain-based learning principles on the learning of eleventh grade female students in computer field in Isfahan work-knowledge vocational schools in computer programming course at each of Bloom's cognitive levels. Six 11th grade computer field classes were selected from work-knowledge vocational schools of Isfahan through cluster sampling method. Two classes were randomly assigned to each group, and 20 students were assigned to each of the Experimental 1, Experimental 2, and Control groups. In control group, training was performed in the conventional method. In Experimental1 group, in addition to the

* Ph.D. Student, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

** Associate Professor, University of Isfahan, Isfahan, Iran. *Corresponding Author*:

m.nili.a@edu.ui.ac.ir

*** Associate Professor, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

**** Professor, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

conventional method, a brain-compatible researcher-made courseware was used to learning. In Experiment2 group, in addition to the conventional method, a conventional courseware was applied that was available on the market. A researcher-made test containing the objectives of computer programming course at different levels of cognitive learning was conducted as pre-test and post-test for the three groups. The validity of this test was confirmed by a group of computer educators and the Isfahan Computer Training Department, and its reliability was calculated 0.746 by the Kuder-Richardson method. The multivariate analysis of covariance was used to analyze the data.

Results

The results of data analysis showed that brain-compatible courseware significantly increased students' cognitive learning in knowledge and Comprehension levels ($P < 0.05$). Also, the non-brain-compatible courseware significantly reduced students' cognitive learning at the synthesis level ($P < 0.05$), and has not been able to enhance learning at other levels. In addition, brain-compatible software was significantly ($P < 0.05$) more effective than non-brain-compatible courseware at knowledge, Comprehension, application and Synthesis levels of learning.

Discussion

The courseware designed based on Brain-based learning strategies has been able to significantly enhance learner learning at cognitive levels of knowledge, comprehension, application, and synthesis compare to non-brain-based courseware. These findings indicate the remarkable superiority of brain-compatible courseware over non-brain-based courseware.

Keywords: Cognitive Learning, Brain-Based Learning, Courseware, Computer Programming

Author Contributions: Elaheh Badiie collated the data, and analyzed the empirical results and drafted the article; Dr. Nili and Dr. Abedini provided the theatrical framework of this study, and directed the overall research process. Dr. Zamani directed the process of developing the tool and its application. The manuscript was written through the contribution of all authors. All authors discussed the results, reviewed and approved the final version of the manuscript.

Acknowledgments: The authors thank all those who contributed to the completion of this study through critique and consultation.

Conflicts of Interest: The authors declare there is no conflict of interest in this article. This article extracted from the PhD thesis.

Funding: The authors received no financial support for the research.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۲۲

مجله‌ی علوم تربیتی دانشگاه شهید چمران اهواز
بهار و تابستان ۱۳۹۹، دوره‌ی ششم، سال ۲۷
شماره‌ی ۱، صص: ۱۶۰-۱۳۹

تأثیر درس افزار با رویکرد یادگیری مبتنی بر مغز بر سطوح یادگیری شناختی دانش آموزان

الهه بدیعی *

محمد رضا نیلی **

یاسمین عابدینی ***

بی بی عشرت زمانی ****

چکیده

این پژوهش با هدف تأثیر درس افزار طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، بر یادگیری دانش آموزان دختر هنرستانی، در هر یک از سطوح شناختی بلوم، در درس برنامه نویسی کامپیوتر، انجام گرفت. این پژوهش از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل نابرابر بود. تعداد ۶ کلاس پایه یازدهم رشته کامپیوتر از هنرستان های دخترانه شهر اصفهان به روش خوشه ای انتخاب شدند. هر ۲ کلاس به صورت تصادفی به هر یک از گروه های آزمایش ۱، آزمایش ۲ و کنترل انتصاب یافت. در گروه کنترل، آموزش به روش معمول انجام گرفت. در گروه آزمایش ۱، علاوه بر روش متداول، از درس افزار محقق ساخته سازگار با مغز استفاده شد. در گروه آزمایش ۲ علاوه بر روش متداول، یک درس افزار معمولی به کار رفت. یک آزمون محقق ساخته برنامه نویسی شامل اهدافی در سطوح مختلف یادگیری شناختی تهیه و روایی آن توسط گروهی از آموزشگران کامپیوتر و گروه آموزشی کامپیوتر استان اصفهان تأیید و پایایی آن به روش کودر-ریچاردسون برابر ۰/۷۶۶ محاسبه گردید. این آزمون به عنوان پیش آزمون و پس آزمون برای سه گروه اجرا شد. نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری نشان داد که درس افزار سازگار با مغز باعث افزایش معنادار ($P < 0.05$) یادگیری دانش آموزان در سطوح دانش و فهم شده است. درس افزار غیر سازگار با مغز یادگیری شناختی را در سطح

* دانشجوی دکتری برنامه ریزی درسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

m.nili.a@edu.ui.ac.ir

** دانشیار، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)

*** دانشیار، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

**** استاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

ترکیب به‌طور معنادار ($P < 0.05$) کاهش داده و در سطوح دیگر هم نتوانسته است یادگیری را افزایش دهد. همچنین درس‌افزار سازگار با مغز در سطوح دانش، فهم، کاربست و ترکیب به‌طور معناداری ($P < 0.05$) نسبت به درس‌افزار معمولی تأثیر بهتری داشته است.

واژه‌های کلیدی: یادگیری شناختی، یادگیری مبتنی بر مغز، درس‌افزار، برنامه نویسی کامپیوتر

مقدمه

در عصر حاضر، گسترش فناوری‌های نوین اطلاعاتی، ساختار و روابط تعلیم و تربیت را دگرگون ساخته است. در ساختار جدید معلم به‌جای انتقال دهنده صرف اطلاعات، بیشتر راهنما و مشاور بوده و یادگیرندگان به‌جای حالت انفعالی، نقش فعال و مؤثرتری در یادگیری خود ایفا می‌کنند (Afzalnya, 2014). به دنبال این پیشرفت‌ها در سال‌های اخیر علاقه روز افزون به یادگیری الکترونیکی در همه جای دنیا دیده می‌شود. ویژگی‌هایی چون دسترسی جهانی، در دسترس بودن مداوم و قابلیت صرفه جویی بالا در هزینه‌ها، مدیران و متخصصان آموزش را بر آن داشته تا از این فرصت استفاده نموده و به دنبال ارائه امکانات و مواد آموزشی به سرتاسر جهان با استفاده از این روش باشند (Fallon & Brown, 2016).

Clark and Mayer (2016)، یادگیری الکترونیکی را به‌صورت آموزش ارائه شده از طریق یک وسیله‌ی الکترونیکی با هدف پشتیبانی از یادگیری تعریف نموده‌اند. در این نوع یادگیری، یک نرم افزار تعاملی کامپیوتری به عنوان ابزار تقویتی درون کلاس درس و یا به عنوان یک ابزار خود آموزش در بیرون کلاس درس استفاده می‌گردد (Algahtani, 2011). این نرم افزارهای آموزشی که به منظور تدریس و یادگیری مورد استفاده قرار می‌گیرند را درس‌افزار می‌گویند (Seel, 2012). در دسترس نبودن درس‌افزارهای با کیفیت یکی از مشکلات آموزشی است (Wang, 2018; Lu, 2018; Ghasemi, Fardanesh, Hatami & Ahmadi, 2018). بسیاری از درس‌افزارهای موجود بسیار ساده، کسالت آور و فاقد خلاقیت بوده، از چندرسانه‌ای‌های متنوع به خوبی استفاده نکرده و به اندازه کافی جذابیت ندارند (Li, 2012; Ghasemi, Fardanesh, Hatami & Ahmadi, 2018). شماری دیگر از درس‌افزارها نیز برای جلب توجه دانش‌آموزان از مواد چندرسانه‌ای جذاب در زمینه کار استفاده می‌کنند که تمرکز یادگیرندگان را از نکات اصلی درس منحرف می‌سازند (Lu, 2018; Wang, 2017).

یادگیری الکترونیکی، تولید محتوا را دیجیتالی کردن کتاب درسی می‌دانند (Mirzabeygi, 2018). بسیاری از درس افزارهای موجود، به علت بی‌توجهی به جذابیت‌های چندرسانه‌ای، اصول روان‌شناسی و نظریه‌های یادگیری فاقد تأثیر مطلوب بر یادگیری هستند (Lu, 2018). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که توجه به انواع سبک‌های یادگیری و طراحی فعالیت‌های یادگیری مناسب برای آنها عاملی اساسی در موفقیت یادگیری الکترونیکی محسوب می‌شود (Zarabian, 2019; Abbasi, 2018; Kasani & Shams Mourkani, 2018). در واقع چالش اصلی در یادگیری الکترونیکی، ایجاد سازگاری با فرایند یادگیری در مغز انسان است (Clark & Mayer, 2016).

پژوهش‌های انجام شده در زمینه علوم اعصاب در نیمه دوم قرن نوزدهم تا حد زیادی نحوه شکل گرفتن یادگیری در مغز را آشکار نمود (Martinez & Kesner, 2007). این تحقیقات علوم تربیتی، روان‌شناسی و علوم اعصاب را متحول ساخت به طوری که قلمروهای جدیدی مانند رویکرد عصب زیست‌شناسی یادگیری^۱ با هدف مطالعه تغییرات مغز در پی هر یادگیری ماندگار ظهور پیدا کرد (Talkhabi, 2012). با سرعت گرفتن این پژوهش‌ها در دهه‌های اخیر، حوزه مطالعاتی بین رشته‌ای جدیدی با عنوان ذهن، مغز و تربیت^۲ یا علوم اعصاب تربیتی^۳، پدید آمد که هدف آن بهسازی عمل و سیاست آموزشی با بهره‌گیری از همکاری‌های مؤثر میان متخصصان علوم اعصاب، روان‌شناسان و آموزشگران است (Hobbiss et al., 2019). (Caine and Caine (1991) بر اساس تحقیقات این حیطه، نظریه یادگیری مبتنی بر مغز^۴ را ارائه نمودند. یادگیری مبتنی بر مغز در واقع یادگیری بر اساس روشی است که مغز انسان به‌طور فطری برای آن طراحی شده است. به‌طور خلاصه می‌توان آنرا درگیری فعال، در راهبردهای هدفمند، بر اساس اصول برگرفته از علوم عصب شناختی دانست (Jensen, 2017). یادگیری مبتنی بر مغز شامل سه اصل اساسی مرتبط با هم است (Caine & Caine, 1991; Caine, Caine, McClintic & Klimek, 2015):

۱. هوشیاری آرمیده^۵: با ایجاد جو عاطفی بهینه و امن که در آن یادگیرندگان احساس

-
- 1- Neurobiology
 - 2- Mind, Brain and Education
 - 3- Educational Neuroscience (Neuroeducation)
 - 4- Brain-Based Learning
 - 5- Relaxed alertness

شایستگی و اطمینان نموده و همچنین فراهم ساختن تجربیات چالش بر انگیز متعدد مرتبط با زندگی واقعی، فرآیند الگوسازی به‌طور خودکار رخ داده و به‌صورت طبیعی یادگیری را گسترش می‌دهد. در این زمینه تنظیم روابط اجتماعی یادگیرندگان نیز دارای اهمیت ویژه است. ۲. غوطه‌ورسازی هماهنگ شده^۱: با درگیر سازی انواع حواس یادگیرندگان تجربیات جدید معنی‌دار ایجاد شده و با مرتبط ساختن آنها با تجربه‌های پیشین و اطلاعات سازماندهی شده قبلی در مغز فرصت‌های بهینه برای یادگیری بهتر یادگیرندگان فراهم می‌گردد.

۳. پردازش فعال تجربیات^۲: با فراهم نمودن بهترین روش‌ها برای تقویت و درونی‌سازی اطلاعات، توسط یادگیرنده، یادگیری به‌صورت معنی‌دار، منطقی و منسجم در او شکل گرفته و مغز او در به یاد آوردن این آموخته‌های معنی‌دار عملکرد بهتری دارد.

صاحب نظران و پژوهشگران حوزه ذهن، مغز و تربیت موارد متعددی از کاربردهای نظریه یادگیری مبتنی بر مغز را ارائه نموده‌اند. گازیسیل و دیکیکی در یک پژوهش فراتحلیل نشان داده‌اند که ۸۳٪ تحقیقات، تأثیر مطلوب آموزش و یادگیری سازگار با مغز را بیان داشته‌اند (Gozuyesil & Dikici, 2014).

برنامه نویسی کامپیوتر، از جمله مهارت‌هایی است که یادگیری آن بسیار دشوار و پیچیده بوده، لزوم استفاده از روش‌های منعطف آموزشی در آن احساس می‌شود (Robins, Rountree & Rountree, 2003; Mather, 2015; El-Zakhem, 2016). در سال‌های اخیر بسیاری از کشورها این مبحث را در برنامه درسی مدارس متوسطه و گاهی ابتدایی وارد نموده‌اند اما با نرخ بالای عدم موفقیت در این درس مواجه شده‌اند (Dagiene & Hellas, 2017). در ایران هم زبان برنامه نویسی و ویژوال بیسیک^۳ در مقطع متوسطه در برخی از رشته‌ها از جمله رشته‌های کامپیوتر در هنرستان‌ها تدریس می‌شود. روش‌های تدریس سنتی، فعال نبودن یادگیرندگان در جریان یادگیری و عدم درگیر شدن آنها در چالش حل مسئله، از جمله عوامل عدم موفقیت دانش‌آموزان در یادگیری علوم کامپیوتر است (Zamani, 1997). معلمان این رشته در پی یافتن روش‌هایی جهت بهبود نتایج یادگیری در این درس هستند (Mather, 2015). با توجه به آنچه پیشتر به آن اشاره گردید، استفاده از درس‌افزارهایی که بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز

1- Orchestrated immersion

2- Active processing

3- Visual Basic

در این زمینه طراحی و تدوین شده باشند، می‌تواند شرایط مناسبی را جهت بهبود آموزش و یادگیری برنامه نویسی کامپیوتر فراهم سازد.

در دهه‌های اخیر تحقیقات گوناگونی پیرامون مغز و عملکرد آن در حین یادگیری انجام شده است که بسیاری از آنها پیشرفت تحصیلی و یادگیری بالاتر یادگیرندگان آموزش دیده به روش مغز محور را نسبت به روش آموزش سنتی گزارش نموده‌اند (Duman, 2010; Seyfi, 2010; Ebrahimi Ghavam & Farrokhi, 2010; Awolola, 2011; Malik, Hussain, Iqbal & Rauf, 2012; Haghghi, 2013; shabatat & Al-Tarawneh, 2016; Uzezi & Jonah, 2017; Varghese & Pandya, 2016; Mekarina & Ningsih, 2017; Ebadi, 2018). اما در بررسی انجام شده توسط پژوهشگر، تحقیقات بسیار کمی پیرامون تأثیر مواد یادگیری الکترونیکی مبتنی بر مغز بر یادگیری و همچنین بررسی تأثیر آموزش مغز محور بر سطوح یادگیری شناختی، یافت شد: نتایج پژوهش (Van Niekerk and Webb (2016)، بیانگر آن است که کاربرد مواد درسی چندرسانه‌ای سازگار با مغز، یادگیری دانشجویان را در درس منطق برنامه نویسی در اولین پس آزمون تغییر نداده ولی در دومین پس آزمون (چهار هفته بعد) به‌طور معنادار یادداری آنها را افزایش داده است. همچنین نتایج تحقیق (Al-Balushi and Al-Balushi (2018)، نشان داد که ارائه آموزش مبتنی بر مغز از طریق ابزارهای فناوری، یادگیری کلی و یادگیری در سطح کاربست یادگیری شناختی را در درس علوم به دنبال داشته است. اما مطابق این بررسی، پژوهشی که به مقایسه مواد یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز و مواد یادگیری الکترونیکی غیر سازگار با مغز پرداخته باشد، یافت نشد. پژوهش حاضر در پی بررسی این فرضیه بوده است: بین میزان یادگیری دانش آموزان دختر هنرستانی در روش درس افزار سازگار با مغز، روش درس افزار معمولی و روش متداول، در هر یک از سطوح شناختی بلوم، در درس برنامه نویسی کامپیوتر، تفاوت وجود دارد.

روش

این پژوهش از نوع نیمه آزمایشی و با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل نابرابر انجام شد. در طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل نابرابر، که پر کاربردترین طرح در پژوهش‌های تربیتی است دسته بندی شرکت کنندگان در گروه‌های آزمایش و گواه، تصادفی نیست و همه‌ی گروه‌ها دارای پیش آزمون و پس آزمون خواهند بود. طرح گروه کنترل نامعادل

برای بیش از دو گروه هم به کار می‌رود (Gall, Borg & Gall, 2016). از آنجایی که تفکیک دانش‌آموزان به منظور نمونه‌گیری و تخصیص کاملاً تصادفی در کلاس‌ها امکان‌پذیر نیست، از کلاس‌ها به همان شکل طبیعی استفاده شد. در این پژوهش، ۳ گروه ۲۰ نفره آزمودنی شامل دو گروه آزمایشی و یک گروه کنترل شرکت داشتند.

جامعه و نمونه‌گیری

جامعه‌ی آماری این پژوهش عبارت است از کلیه‌ی دانش‌آموزان دختر پایه یازدهم رشته‌های کامپیوتر هنرستانهای کاردانش شهر اصفهان در سال تحصیلی ۹۶-۹۷. نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای انجام شد. برای نمونه‌گیری ابتدا لیستی از هنرستان‌های کاردانش دخترانه 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 در این پژوهش شرکت نمودند. در هر گروه، ۲ کلاس به‌طور 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 (Christensen, 2017). در این پژوهش نیز گروه‌ها از نظر نمره معدل سال قبل همتا سازی شدند. با توجه به اینکه معدل گروه کنترل از دو گروه دیگر به طور معنی‌دار در سطح $P < 0/05$ بالاتر بود، از گروه کنترل، دو نفر که بالاترین معدل سال قبل را داشتند و از گروه آزمایش ۲، یک نفر که کمترین معدل را داشت حذف شدند. پس از همتا سازی اگرچه هنوز معدل گروه کنترل از دو گروه دیگر بیشتر بود ولی این تفاوت در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار نبود. به این ترتیب ۲۰ دانش‌آموز در گروه آزمایش ۱، ۲۰ دانش‌آموز در گروه آزمایش ۲ و ۲۰ دانش‌آموز در گروه کنترل جای گرفتند. در منابع معتبر، حجم نمونه در پژوهش‌های آزمایشی ۱۵ نفر یا بیشتر در هر گروه ذکر شده است (Gall, Borg & Gall, 2016). بنابراین در این مطالعه تعداد نمونه که ۲۰ دانش‌آموز در هر گروه است کافی است.

ابزار اندازه‌گیری تحقیق

ابزار اندازه‌گیری به کار رفته در این تحقیق یک آزمون پیشرفت تحصیلی برنامه‌نویسی محقق ساخته از درس برنامه‌نویسی کامپیوتر پایه یازدهم رشته‌های کامپیوتر هنرستان‌های کاردانش است که به عنوان پیش آزمون و پس آزمون مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اهداف آموزشی درس و با نظر متخصصان علوم تربیتی برای این آزمون جدول مشخصات تهیه و سؤالات مربوط به هر یک از سطوح یادگیری تعیین شد. اگرچه تصحیح آزمون‌های بسته پاسخ دقت و عینیت بیشتری دارند اما از آنجا که سطح ترکیب شامل توانایی آفرینندگی و خلاقیت است تنها با استفاده از آزمون‌های باز پاسخ و در بهترین حالت آزمون تشریحی می‌توان آنرا سنجش نمود (Saif, 2015). به همین دلیل، در این آزمون دو بخش در نظر گرفته شد که بخش تشریحی شامل اهداف سطح ترکیب و بخش چهارگزینه‌ای شامل اهداف دیگر سطوح یادگیری بود. در آزمون چهارگزینه‌ای ۲۵ سؤال و در آزمون تشریحی ۴ سؤال قرار داشت و به هر سؤال ۱ نمره تعلق گرفت که در کل نمره‌ای از ۰ تا ۲۹ به هر دانش‌آموز تعلق می‌گرفت. از ۲۵ سؤال چهارگزینه‌ای مشخص شده، تعداد ۷ سؤال به سطح دانش، ۳ سؤال به سطح فهم، ۸ سؤال به سطح کاربرد، ۵ سؤال به سطح تحلیل و ۲ سؤال به سطح ارزشیابی مربوط می‌شد. برای سؤالات تشریحی، کلیدی شامل نمونه کدهای صحیح برنامه‌نویسی تهیه شد تا بر اساس آن نمره‌دهی همه برگه‌های آزمون توسط یک معلم واحد انجام شود. روایی محتوایی این آزمون توسط ۳ نفر از آموزشگران متخصص برنامه‌نویسی کامپیوتر و اعضای گروه آموزشی کامپیوتر کاردانش در مرکز تحقیقات معلمان استان اصفهان تأیید شد. پایایی این ابزار به روش کودر ریچاردسون^۱ برابر ۰/۷۴۶ محاسبه گردید.

مراحل اجرای پژوهش

قبل از عمل آزمایشی هر سه گروه در پیش آزمون پیشرفت تحصیلی برنامه‌نویسی شرکت کردند. پس از آن آموزش در گروه‌های آزمایشی و کنترل در ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای، انجام شد. در طول این دوره مباحث ساختارهای کنترلی، ترکیب عبارات شرطی، کاربرد عملگرهای منطقی، شرط‌های چند حالتی و انواع حلقه‌های تکرار معین و نامعین از درس برنامه‌نویسی کامپیوتر، به هر

1- Kuder-Richardson (K-R 20)

سه گروه تدریس گردید.

در گروه کنترل 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 با استفاده از نرم افزار برنامه نویسی و ویژوال بیسیک و محتوای کتاب به آموزش پرداخت.

در گروه آزمایش ۱، پس از تدریس هر مبحث به روش متداول، دانش‌آموزان از درس‌افزار طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز استفاده کردند. این درس‌افزار مربوط به درس برنامه نویسی کامپیوتر بود که توسط محقق و تیم متخصص، بر اساس روش‌های یادگیری مبتنی بر مغز طراحی و با استفاده از نرم افزار تألیف ادوب کپیویت^{۱۷} ساخته شد. این درس‌افزار توسط اساتید متخصص در حوزه‌های علوم تربیتی، روانشناسی تربیتی و تکنولوژی آموزشی دانشگاه اصفهان و همچنین ۵ نفر از آموزشگران درس برنامه نویسی کامپیوتر بررسی و تایید گردید. با بررسی منابع مرتبط در حیطه ذهن، مغز و تربیت (Jensen, 2005, 2009, 2017; Sprenger, 2014, Sousa, 2011, 2017; Sousa & Tomlinson, 2011; Caine & Caine, 1991; Connell, 2015; Wolfe, 2010; Caine, Caine, McClintic & Klimek, 2015; Saleh, 2012; Smith, 2007; Van Niekerk & Webb, 2016)، راهبردهای برآمده از اصول اساسی یادگیری مبتنی بر مغز استخراج و به صورت زیر در ساخت این درس‌افزار استفاده شده بود:

در گروه آزمایش ۲ علاوه بر روش معمول، از یک درس‌افزار معمولی موجود در بازار استفاده شد. به این منظور از میان درس‌افزارهای موجود مرتبط با آموزش درس برنامه نویسی، نزدیک‌ترین آنها به سرفصل و اهداف آموزشی مورد نظر انتخاب گردید. این نرم افزار توسط جمعی از آموزشگران برنامه نویسی 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.

یک هفته پس از پایان آموزش، مجدداً همان آزمون پیشرفت تحصیلی، به عنوان پس‌آزمون برای هر سه گروه مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها به دو صورت توصیفی و تحلیلی انجام شد. نتایج آمار توصیفی در

جدول ۱. راهبردهای برآمده از اصول اساسی یادگیری مبتنی بر مغز مورد استفاده در درس‌افزار
 Table 1. Strategies derived from the basic principles of brain-based learning used in the courseware

اصل اساسی Basic Principle	راهبرده Strategies
هوشیاری آرمیده	ارائه داستان گونه، زیبا سازی محیط صفحات با استفاده از عناصر زیبایی شناختی مانند گل و گیاه، شبیه سازی و نمایش حل مسائل نمونه به صورت مرحله به مرحله همراه با توضیحات گفتاری، تصویر، انیمیشن و متن، پخش موسیقی و صداهای آرامش بخش، ارائه بازخورد فوری به صورت کوتاه مثل تشویق متنی، کلامی و دست زدن، بازی‌های آموزشی و هدفمند برای ایجاد هیجانانگیز و جو مثبت
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، ارائه نقشه‌ای مفهومی از مطالب در رنگ‌های متنوع، در نظر گرفتن بخش‌های بازی و سرگرمی متناوب، تمرینات تنفسی، ارائه گام به گام روش صحیح حل مسئله، نمایش فلوجارت در هنگام نوشتن کدهای برنامه نویسی، توضیحات معلم به عنوان الگو در حین حل مسائل نمونه و بخش مرور مطالب در پایان هر مبحث
پردازش فعال تجریبات	در نظر گرفتن زمان تأمل و استراحت متناوب، استفاده از عناصر زیبایی شناختی مانند گل و موسیقی، استفاده حداکثری از تصویر، انیمیشن، متن و صدا، ارائه مطالب به صورت آهنگین و شعرگونه همراه با تصاویر متحرک برای تأکید بر نکات کلیدی، ارائه تمرینات متنوع پس از هر نکته به عنوان ارزشیابی تکوینی و در پایان هر مبحث به عنوان ارزشیابی پایانی، مرور مجدد درس به عنوان بازخورد فوری و مفصل، نمایش روند اجرای گام به گام کدهای برنامه نویسی با تأکید بر مرحله جاری و همراه با نمایش همزمان محتوای متغیرها و خروجی برنامه همراه با نمایش همزمان فلوجارت آن و ارائه انتخاب‌های متعدد و در دسترس در هر بخش

جدول ۲ نشان می‌دهد که در سطح دانش، فهم، کاربردی و تحلیل، با وجود اینکه میانگین نمره‌های پیش آزمون گروه آزمایش ۱ از گروه‌های آزمایش ۲ و کنترل کمتر بوده ولی در مرحله پس آزمون، میانگین نمره‌ها در گروه آزمایش ۱ از دو گروه دیگر بیشتر بوده است. همچنین مطابق جدول ۲، اختلاف میانگین نمره‌های پس آزمون و پیش آزمون در همه سطوح یادگیری به جز سطح ارزشیابی، در گروه آزمایش ۱ از گروه‌های آزمایش ۲ و کنترل بیشتر بوده است.

فرضیه پژوهش: بین میزان یادگیری دانش‌آموزان دختر هنرستانی در روش درس‌افزار سازگار با مغز، روش درس‌افزار معمولی و روش متداول، در هر یک از سطوح شناختی بلوم، در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر، تفاوت وجود دارد.

جدول ۲. مقایسه میانگین و انحراف معیار نمره‌های گروه‌ها در هر یک از سطوح یادگیری شناختی بلوم
Table 2. Comparison of mean and standard deviation of group scores at each of Bloom's cognitive learning levels

متغیرها Variables	مرحله Level	گروه آزمایش ۱ Examination Group1		گروه آزمایش ۲ Examination Group2		گروه کنترل Control Group	
		میانگین Average	انحراف معیار Standard Deviation	میانگین Average	انحراف معیار Standard Deviation	میانگین Average	انحراف معیار Standard Deviation
دانش	پیش آزمون	1.900	1.372	2.300	1.080	2.550	1.356
	پس آزمون	4.700	1.342	2.900	1.294	3.800	1.508
فهم	پیش آزمون	0.900	0.718	1.550	0.887	1.100	1.020
	پس آزمون	2.150	0.671	1.400	0.883	1.350	0.988
کاربست	پیش آزمون	1.450	1.432	1.500	1.469	2.150	1.226
	پس آزمون	3.400	1.818	2.000	1.556	2.900	1.334
تحلیل	پیش آزمون	0.900	0.912	0.950	0.836	1.600	0.995
	پس آزمون	1.650	0.998	1.400	0.821	1.550	0.995
ترکیب	پیش آزمون	1.428	0.690	0.906	0.548	1.414	0.730
	پس آزمون	2.220	0.798	1.084	0.673	1.708	0.803
ارزشیابی	پیش آزمون	0.650	0.750	0.400	0.681	0.650	0.490
	پس آزمون	1.000	0.795	0.800	0.768	0.550	0.759

برای بررسی فرضیه پژوهش با توجه به نرمال بودن نمره‌های حاصل و برقرار بودن پیش فرض‌های همگنی شیب‌های رگرسیون، همگونی واریانس‌های خطا و همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس، از تحلیل کوواریانس چند متغیری بر روی داده‌ها استفاده گردید. بر اساس نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیری، سطح معنی‌داری هر چهار آماره چند متغیری مربوطه یعنی اثر پیلایی، لامبدای ویلکز، اثر هتلینگ و بزرگترین ریشه روی، برابر ۰/۰۰۰ و کوچکتر از ۰/۰۵ است. بدین ترتیب مشخص می‌گردد که بین نمره‌های یادگیری در سطوح شناختی بلوم میان سه گروه تفاوت معناداری در سطح $P < 0/05$ وجود دارد.

همان طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد بین گروه‌ها در سطوح دانش، فهم، کاربرد و

ترکیب، در نمره‌های پس‌آزمون دانش‌آموزان دختر هنرستانی در سطح $P < 0/05$ تفاوت معنی‌دار وجود دارد و بنابر این فرضیه صفر رد می‌گردد ولی در سطوح تحلیل و ارزشیابی تفاوت معنی‌دار میان گروه‌ها در سطح $P < 0/05$ وجود ندارد و فرضیه صفر تأیید می‌گردد.

جدول ۳. تحلیل کوواریانس چند متغیری نمره‌های یادگیری گروه‌ها در سطوح شناختی بلوم

Table 3. Multivariate analysis of covariance of learning scores groups at Bloom's cognitive levels

منبع	Source	سطح یادگیری	Learning Level	مجموع مجذورات	Sum of Squares	درجه آزادی	Degrees of Freedom	میانگین مجذور	Mean Square	F	سطح معنی‌داری	Significance Level	مجذور اتا	Eta Squared	توان آماری	Statistical Power
دانش	دانش			34.717	34.717	2	2	17.358	17.358	9.588	0.000	0.000	0.255	0.255	0.976	0.976
فهم	فهم			6.782	6.782	2	2	3.391	3.391	4.599	0.014	0.014	0.141	0.141	0.756	0.756
کار بست	کار بست			20.217	20.217	2	2	10.108	10.108	3.995	0.024	0.024	0.125	0.125	0.692	0.692
تحلیل	تحلیل			0.698	0.698	2	2	0.349	0.349	0.409	0.67	0.67	0.014	0.014	0.113	0.113
ارزشیابی	ارزشیابی			0.283	0.283	2	2	0.642	0.642	1.068	0.350	0.350	0.037	0.037	0.228	0.228
ترکیب	ترکیب			12.886	12.886	2	2	6.443	6.443	10.957	0.000	0.000	0.281	0.281	0.988	0.988

مقایسه زوجی میانگین‌های تعدیل شده نمره‌های پس‌آزمون در ۳ گروه، مطابق جدول ۴، بیانگر آن است که در سطوح دانش و فهم، میانگین نمره‌های پس‌آزمون دانش‌آموزان گروه آزمایش ۱ به‌طور معنی‌داری در سطح $P < 0/05$ از دو گروه دیگر بیشتر است. مقایسه گروه آزمایش ۲ و گروه کنترل نشان می‌دهد که در این سطح میانگین نمره‌های آنها در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار نیست. بدین معنا که درس‌افزار طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز باعث افزایش یادگیری در سطح دانش و فهم شده ولی درس‌افزار غیر مبتنی بر اصول مغز محور نتوانسته است یادگیری را در این سطح از یادگیری شناختی افزایش دهد.

همانطور که جدول ۴ نشان می‌دهد در سطوح کار بست و ترکیب، میانگین نمره‌های پس‌آزمون دانش‌آموزان گروه آزمایش ۱، به‌طور معنی‌داری در سطح $P < 0/05$ از گروه آزمایش ۲

بیشتر است. بدین معنا که درس افزار طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز توانسته است به‌طور معنی‌داری یادگیری یادگیرندگان را در سطوح کاربست و ترکیب، نسبت به درس افزار غیر مبتنی بر اصول مغز محور افزایش دهد.

جدول ۴. مقایسه زوجی نمرات در گروه‌های آزمایش و کنترل

Table 4. Paired comparisons of scores in the experimental and control groups

سطح یادگیری Learning Level	گروه Group	آزمون Test	تفاوت میانگین Difference in Averages	سطح معنی‌داری Significance Level
دانش	گروه آزمایش ۱	گروه آزمایش ۲	1.849	0.000
	گروه آزمایش ۲	گروه کنترل	1.187	0.010
		گروه کنترل	-0.661	0.139
فهم	گروه آزمایش ۱	گروه آزمایش ۲	1.736	0.009
	گروه آزمایش ۲	گروه کنترل	0.720	0.015
		گروه کنترل	0.017	0.953
کاربست	گروه آزمایش ۱	گروه آزمایش ۲	1.416	0.007
	گروه آزمایش ۲	گروه کنترل	0.597	0.264
		گروه کنترل	-0.819	0.121
ترکیب	گروه آزمایش ۱	گروه آزمایش ۲	1.132	0.000
	گروه آزمایش ۲	گروه کنترل	0.489	0.060
		گروه کنترل	-0.643	0.013

مطابق نتایج جدول ۴، مقایسه گروه آزمایش ۲ و گروه کنترل نشان می‌دهد که در سطح ترکیب، میانگین نمرات گروه کنترل به‌طور معنی‌داری در سطح $P < 0.05$ بیشتر از گروه آزمایش ۲ است. بدین معنا که درس افزار غیر مبتنی بر اصول مغز محور باعث کاهش یادگیری دانش‌آموزان در این سطح شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از درس افزار طراحی شده بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر مغز، در سطوح دانش، فهم، کاربست و ترکیب مؤثر بوده است. بر طبق این نتایج درس افزار سازگار با مغز باعث افزایش معنادار یادگیری دانش‌آموزان در سطح دانش و فهم شده است. این یافته‌ها با نتایج بسیاری از پژوهش‌های قبلی (Duman,

2010; Seyfi, Ebrahimi Ghavam & Farrokhi, 2010; Awolola, 2011; Malik, Hussain, Iqbal & Rauf, 2012; Haghghi, 2013; shabatat & Al-Tarawneh, 2016; Uzezi & (Varghese & Pandya, 2016; Mekarina & Ningsih, 2017; Ebadi, 2018; Jonah, 2017;

مبنی بر تأثیر مثبت آموزش مبتنی بر مغز بر یادگیری کلی دانش‌آموزان در دروس مختلف، همسو است. در پژوهش‌های مذکور از کامپیوتر و درس‌افزار استفاده نشده، یادگیری به صورت کلی مورد بررسی قرار گرفته و سطوح مختلف یادگیری مد نظر نبوده است. بنابراین می‌توان گفت که پژوهش حاضر نتایج تحقیقات قبلی را مبنی بر تأثیر مثبت آموزش سنتی سازگار با مغز بر یادگیری، به آموزش مبتنی بر کامپیوتر تعمیم داده است. از آنجا که در بسیاری از دروس آموزش مدرسه‌ای بخش عمده‌ای از اهداف یادگیری، در سطوح شناختی دانش و فهم قرار دارند، تأثیر مثبت آموزش مبتنی بر مغز در این سطوح می‌تواند به افزایش قابل توجه یادگیری کلی دانش‌آموزان منجر شود.

تکنیک‌هایی چون تمرین و تکرار، بازی‌های حافظه و پازل و پرسش و پاسخ (McConnel, Hoover & Miller, 2008) پیوند زدن اطلاعات جدید به دانش قبلی فرد، تصویرسازی ذهنی، قافیه سازی و ارائه داستان‌گونه (Kendall & Marzano, 2007)، روش‌هایی هستند که برای یادگیری بهتر در سطح دانش مطرح شده‌اند. همچنین مثال زدن، نمایش همراه با توضیح، تمرینات پیش‌بینی و تفسیر (McConnel, Hoover & Miller, 2008)، سازماندهی اطلاعات، ارائه نقشه‌های مفهومی و الگوریتم مراحل کار (Gawande & Gawande, 2014; Kendall & Marzano, 2007) به عنوان تکنیک‌های مؤثر برای بهبود یادگیری در سطح فهم شناخته شده‌اند. در یادگیری مبتنی بر مغز علاوه بر اینکه استفاده از همه این روش‌ها به عنوان فنون حافظه مورد تأکید است، توجه همزمان به سیستم‌های مختلف حافظه، جلب توجه و همچنین غنی‌سازی محیط و زمینه یادگیری را مد نظر قرار داده و اصولاً یادگیری از مسیرهای متعدد را با توجه به ویژگی‌های فرد و احساسات و عواطف او در نظر دارد (Blakemore & Frith, 2009; Tokuhama-Espinosa, 2016; Jensen, 2017). در اینجا نیز چنین برمی‌آید که استفاده از راهبردهای برآمده از اصول اساسی یادگیری مبتنی بر مغز، در ساخت درس‌افزار (مطابق جدول ۱)، از جمله تکنیک‌های حافظه که در اصل پردازش فعال تجربیات بر آن تأکید شده است، سبب یادگیری معنی‌دار و به طبع آن یاد آوری و فهم بهتر اطلاعات شده است، که در سطح

دانش و فهم مورد نظر است. ابزارهای منعطف و کارآمد یادگیری الکترونیکی پیاده سازی همزمان همه این راهبردها را در این درس افزار تسهیل نموده است.

تحقیق حاضر تا حدودی با نتایج پژوهش وان نیکرک و وب، که عدم تأثیر کاربرد مواد آموزش چندرسانه‌ای سازگار با مغز را در اولین پس آزمون در درس منطق برنامه نویسی و مؤثر بودن آن را در دومین پس آزمون گزارش نموده‌اند متفاوت است (Van Niekerk & Webb, 2016). در پژوهش مذکور دو تمرین به صورت ارائه‌های تعاملی مجزا در اختیار دانش-آموزان قرار گرفته بود و اصول یادگیری مبتنی بر مغز به طور محدود در آنها استفاده شده بود. به نظر می‌رسد استفاده گسترده‌تر از اصول یادگیری مبتنی بر مغز در قالب درس افزار سازگار با مغز که در پژوهش حاضر به کار رفت باعث این تفاوت و حصول موفقیت در یادگیری دانش-آموزان در اولین پس آزمون بوده است. همچنین نتایج حاضر با یافته‌های پژوهش البلوشی و البلوشی، مبنی بر تأثیر مثبت ارائه آموزش مغز محور با استفاده از فناوری در درس علوم، بر یادگیری شناختی در سطح کاربست و عدم تأثیر آن بر یادگیری در سطح دانش متفاوت است (Al-Balushi & Al-Balushi, 2018). این تفاوت می‌تواند به علت ماهیت متفاوت دو درس علوم و برنامه نویسی کامپیوتر باشد. اما نتایج حاضر با پژوهش مذکور در مورد عدم تأثیر این نوع آموزش بر یادگیری در سطح تحلیل همسو است.

همچنین نتایج پژوهش حاضر، بیانگر برتری قابل توجه درس افزار سازگار با مغز در سطوح دانش، فهم، کاربست و ترکیب بر درس افزار غیر مغز محور است. عوامل برتری این روش در سطوح یادگیری دانش و فهم که پیشتر اشاره شد، در اینجا نیز صدق می‌کند. پژوهش‌های موجود برای بهبود یادگیری در سطح کاربست، تکنیک‌هایی چون شبیه سازی، ایفای نقش (McConnel, Hoover & Miller, 2008)، حل مسائل نمونه و شبیه‌سازی تجربیات یادگیری (Barari, Rezaeizadeh, Khorasani & Alami, 2020) و در سطح ترکیب، تمرینات حل مسئله، تمرینات سازماندهی مجدد (McConnel, Hoover & Miller, 2008)، ایفای نقش و بازی (Barari, Rezaeizadeh, Khorasani & Alami, 2020) را مناسب می‌دانند. استفاده از این فنون در محیطی امن، دلپذیر، زیبا، امن و پر چالش و همراه با هیجان‌ات مثبت (مطابق جدول ۱) که بخشی از راهبردهای برآمده از اصول اساسی یادگیری مبتنی بر مغز هستند را می‌توان عواملی برای برتری درس افزار سازگار با مغز دانست. با توجه به ضرورت توسعه و کاربرد

مواد یادگیری الکترونیکی کارآمد، به ویژه در دروس دشواری که بخش قابل توجهی از اهداف یادگیری در سطح ترکیب قرار دارند، بهره‌گیری از درس افزارهای سازگار با مغز می‌تواند در این زمینه بسیار مؤثر و کلیدی باشد.

علاوه بر این درس افزار غیر مغز محور در سطح ترکیب باعث کاهش یادگیری دانش آموزان شده و در سطوح دیگر مؤثر نبوده است. از نظر متخصصان این حیطه، یک درس افزار موفق باید بتواند با بهره‌گیری از چندرسانه‌ای‌های متنوع توجه دانش آموز را به خود جلب نموده (Li, 2012; Ghasemi, Fardanesh, Hatami & Ahmadi, 2018)، او را فعالانه درگیر سازد (Laflamme, 1994) و آموزش و فعالیت‌های یادگیری متناسب با انواع سبک‌های یادگیری را فراهم نماید (Zarabian, 2019; Abbasi Kasani, Shams Mourkani, 2018). بی‌توجهی به این موارد که در بطن یادگیری مبتنی بر مغز نهفته است، در سطوح بالای یادگیری مانند سطح ترکیب که نیازمند فرایندهای عالی ذهنی است، اثرات بیشتری از خود بروز داده و می‌تواند به افت یادگیری منجر شود. در مورد درس افزار غیر مغز محور پژوهش حاضر، می‌توان گفت عدم توجه به اصول یادگیری مبتنی بر مغز و به طبع آن فقدان یادگیری فعال و معنادار، عدم بهره‌گیری کامل از حواس مختلف و فراهم نبودن آموزش‌های مناسب برای انواع سبک‌های یادگیری، فقدان جذابیت بصری و بی‌توجهی به اصول زیبایی شناختی، این تأثیر منفی در سطح ترکیب را به دنبال داشته است.

این نتایج می‌تواند رهنمودهایی برای برنامه‌ریزان، آموزشگران و دست اندرکاران تولید محتوا در آموزش و پرورش رسمی و غیر رسمی فراهم سازد. با توجه به این نتایج، پیشنهاد می‌شود در دروسی که بخش عمده‌ای از اهداف در سطح دانش و فهم قرار دارند از درس- افزارهای سازگار با مغز استفاده شود. همچنین در مواردی که آموزش به صورت الکترونیکی ارائه می‌گردد، استفاده از درس افزارهایی که با اصول یادگیری مبتنی بر مغز سازگار هستند به جای درس افزارهای معمولی اکیداً توصیه می‌شود.

سهم 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 ابزار و کاربست آن را 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.

سپاسگزاری: نویسندگان مراتب تشکر خود را از همه کسانی که با نقد و مشورت در تکمیل این پژوهش موثر بوده‌اند اعلام می‌دارند.

تضاد منافع: نویسندگان اذعان می‌کنند که در این مقاله هیچ نوع تعارض منافی وجود ندارد. این مقاله مستخرج از رساله دکتری است.

منابع مالی: نویسندگان برای انجام این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده‌اند.

References

- Abbasi Kasani, H., & Shams Mourkani, G. (2018). A Research Synthesis of Critical Success Factors of E-Learning: A Model Development, *Journal of Technology of Education (JTE)*, 13(2), 133-146. [Persian]
- Afzalnia MR. (2014). *Learning Technology*. Tehran: Samt. [Persian]
- Al-Balushi, K. A., & Al-Balushi, S. M. (2018). Effectiveness of Brain-Based Learning for Grade Eight Students' Direct and Postponed Retention in Science. *International Journal of Instruction*, 11(3), 525-538.
- Algahtani, A. (2011). *Evaluating the Effectiveness of the E-learning Experience in Some Universities in Saudi Arabia from Male Students' Perceptions*, Durham theses, Durham University. Available at Durham E-Theses Online: <http://etheses.dur.ac.uk/3215/>
- Awolola, S. A. (2011). Effect of Brain-Based Learning Strategy on Students' Achievement in Senior Secondary School Mathematics in Oyo State, Nigeria. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 6(2)91- 106.
- Barari, N., RezaeiZadeh, M., Khorasani, A., & Alami, F. (2020). Designing and validating educational standards for E-teaching in virtual learning environments (VLEs), based on revised Bloom's taxonomy. *Interactive Learning Environments*, 1-13.
- Blakemore, S. J., & Frith, U. (2009). *The learning brain: Lessons for education*. (S. K. Kharrazi, Trans.). Tehran: Samt. [Persian]
- Caine, R. N. & Caine, G. (1991). *Making Connections: Teaching and the Human Brain*, Virginia: ASCD.

- Caine, R. N., Caine, G., McClintic, C., & Klimek, K. J. (2015). *12 Brain/mind Learning Principles in Action: Teach for the Development of Higher-order Thinking and Executive Function*. Corwin Press.
- Christensen, L. B. (2017). *Experimental methodology*. (A. Delavar Trans.). Tehran: Roshd. [Persian]
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. John Wiley & Sons.
- Connell, D. J. (2015). *Brain-based strategies to reach every learner*. Recording for the Blind & Dyslexic.
- Dagiene, V., & Hellas, A. (Eds.). (2017). *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming: 10th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2017, Helsinki, Finland, November 13-15, 2017, Proceedings (Vol. 10696)*. Springer.
- Duman, B. (2010). The Effects of Brain-Based Learning on the Academic Achievement of Students with Different Learning Styles. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 10(4), 2077-2103.
- Ebadi, T. (2018). The Effectiveness of Composition Training with Brain-Based Learning Approach On Self-Efficacy and Writing Skills in Students, *Quarterly Journal of Sociology of Education*, 8, 80-93. [Persian]
- El-Zakhem, I. H. (2016). Socratic programming: An innovative programming learning method. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(3), 247.
- Fallon, C., & Brown, S. (2016). *E-Learning Standards: A Guide to Purchasing, Developing, and Deploying Standards-Conformant E-Learning*. ST. Lucie press.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (2016). *Educational research: An introduction* (A.R. Nasr, Trans.). Tehran: Samt. [Persian]
- Gawande, V., & Gawande, S. V. (2014). A Cognitive Model to Design a Real World Curriculum in Computer Science. *International Journal of Computing*, 3(2), 27-38.
- Ghasemi, M., Fardanesh, H., Hatami, J., & Ahmady, S. (2018). Instructional Design: Missing Loop in E-Learning Educational Software for Medical Education. *Future of Medical Education Journal*, 8(4), 31-38.
- Gozuyesil, E., & Dikici, A. (2014). The Effect of Brain Based Learning on Academic Achievement: A Meta-Analytical Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(2), 642-648.
- Haghighi, M. (2013). The Effect of Brain-Based Learning on Iranian EFL Learners' Achievement and Retention. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 70, 508-516.
- Hobbiss, M. H., Massonnié, J., Tokuhama-Espinosa, T., Gittner, A., de Sousa Lemos, M. A., Tovazzi, A., ... & Gous, I. (2019). "UNIFIED": bridging

- the researcher–practitioner divide in mind, brain, and education. *Mind, Brain, and Education*, 13(4), 298-312.
- Jensen, E. (2005). *Teaching with the brain in mind*. ASCD.
- Jensen, E. (2017). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching*. (Y. Abedini, Trans.). Isfahan: jahad Daneshgahi. [Persian]
- Jensen, E. (Ed.). (2009). *Super teaching: Over 1000 practical strategies*. Corwin Press.
- Kendall, R. J. M. J. S., & Marzano, R. (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. CORWIN PRESS A SAGE Publications Company Thousand Oaks. CA, 9139, 209.
- Laflamme, DM. (1994). The brain-based theory of learning and multimedia, *Theses Digitization Project*. 1002;
- Li, Z. (2012). Application of online multimedia courseware in college English teaching based on constructivism theory. *English Language Teaching*, 5(3), 197-201.
- Lu, J. (2018, May). The Current Problems of Multimedia-aided college English Teaching and its Countermeasures. In *2018 8th International Conference on Social science and Education Research (SSER 2018)*. Atlantis Press.
- Malik, M. A., Hussain, S., Iqbal, Z., & Rauf, M. (2012). Effectiveness of Brain-Based Learning Theory on Secondary Level Students of Urban Areas. *Journal of Managerial Sciences*, 6(1), 113-122.
- Martinez Jr, J. L., & Kesner, R. P. (Eds.). (2014). *Learning and memory: A biological view*. Elsevier.
- Mather, R. (2015). A mixed-methods exploration of an environment for learning computer programming. *Research in Learning Technology*, 23(1), 1-19.
- McConnell, C., Hoover, G., & Miller, G. (2008). Course embedded assessment and assurance of learning: Examples in business disciplines. *Academy of Educational Leadership Journal*, 12(3), 19.
- Mekarina, M., & Ningsih, Y. P. (2017, September). The Effects of Brain Based Learning Approach on Motivation and Students Achievement in Mathematics Learning. In *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 012057. IOP Publishing.
- Mirzabeygi, M.A., Kharrazi, K., & Mousavi, A. (2009). Designing an Electronic Content Developing Model Based on the Cognitive Approach to Theoretical Courses with Emphasis on the Humanities in Higher Education, *Curriculum Studies Journal*, 12, 71-99. [Persian]
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.

- Saif, A. A. (2015). *Educational Measurement, Assessment, and Evaluation*. Tehran: Doran. [Persian]
- Saleh, S. (2012). The Effectiveness of Brain-Based Teaching Approach in Dealing with the Problems of Students' Conceptual Understanding and Learning Motivation Towards Physics. *Educational Studies*, 38(1), 19-29.
- Seel, N. M. (Ed.). (2012). *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer Science & Business Media.
- Seyfi, S., ebrahimigavam, S. & Farokhi, N. (2010). Effect of brain - based learning on comprehension and pace of learning of Grade 3 primary school students. *Educational Innovation*, 9(2), 45-60. [Persian]
- Shabatat, K., & Al-Tarawneh, M. (2016). The Impact of a Teaching-Learning Program Based on a Brain-Based Learning on the Achievement of the Female Students of 9th Grade in Chemistry. *Higher Education Studies*, 6(2), 162-173.
- Smith, A. (2007) *Accelerated Learning in Practice*. London: Network Educational Press.
- Sousa, D. A. (2017). *How the brain learns*. Corwin Press.
- Sousa, D. A. (Ed.). (2011). *The best of Corwin: Educational neuroscience*. Corwin Press.
- Sousa, D. A., & Tomlinson, C. A. (2011). *Differentiation and the brain: How neuroscience supports the learner-friendly classroom*. Solution Tree Press.
- Sprenger, M. (2014). *Brain-Based Teaching in the Digital Age*. (S. Faramarzi, N. Zaim, M. Khonyagar Trans.). Isfahan: Isfahan University. [Persian]
- Talkhabi, M. (2012). The Connection between Neuroscience and Education: Challenges and Hopes. *Advances in Cognitive Science*, 14(2), 2012. [Persian]
- Tokuhama-Espinosa, T. (2016). *Making classrooms better: 50 practical applications of mind, brain, and education science*. (M. Talkhabi, A. Bozorgi & L. Sahafi Trans.). Tehran: Farhangian University. [Persian]
- Uzezi, J. G., & Jonah, K. J. (2017). Effectiveness of brain-based learning strategy on students' academic achievement, attitude, motivation and knowledge retention in electrochemistry. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 21(3), 1-13.
- Van Niekerk, J., & Webb, P. (2016). The Effectiveness of Brain-Compatible Blended Learning Material in the Teaching of Programming Logic. *Computers & Education*, 103, 16-27.
- Varghese, M. G., & Pandya, S. (2016). A study on the effectiveness of brain-based-learning of students of secondary level on their academic achievement in biology, study habits and stress. *International Journal of Humanities*, 5(2), 103-122.

- Wang, X. (2017). Analysis of advantages and disadvantages of multimedia teaching. In *7th International Conference on Management, Education, Information and Control (MEICI 2017)*. Atlantis Press.
- Wolfe, P. (2010). *Brain matters: Translating research into classroom practice*. ASCD.
- Zamani, B. E. (1997). *Implementation Issues in the Introduction of Computers into the Iranian Education System* (Doctoral dissertation, National Library of Canada= Bibliothèque nationale du Canada).
- Zarabian, F. (2019). The Comparative Study of Learning Styles Among Students in The Electronic and Traditional Courses in Payame Noor University and Its Relationship with the Satisfaction of the Quality of Learning Courses. *Quarterly Journal of Iranian Distance Education*, 1(4), 49-60.

