

**"Research article"****doi: 10.71767/jinev.2024.4013011****Meta-Analysis of the Brain-Based Teaching Effectiveness on the Educational Cognitive Indicators¹****Zhila Kardan halvae^{2*}, Negar Ostovar³****(Received: 2024.01.14 - Accepted: 2024.04.27)**

1- This article is based on independent research conducted by the authors.

2- Department of Educational Sciences, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran.

*- Corresponding Author: Zh.kardan@cfu.ac.ir

3- Negar ostovar Assistant Professor, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University (PNU), P. O. Box 19395-4697, Tehran, Iran. negarostovar@pnu.ac.ir

Abstract

Today's brain-based education methods according to the wide scientific research on how the brain learns, has been mostly considered by many researchers. The numerous and contradictory studies in this subject emphasize the need to conduct meta-analysis. The present study has been conducted by the meta-analysis method with the aim of combining the conducted research in the field of the brain-based education's impact on the educational cognitive indicators. The population's research includes the studies that done in Iran from 1387 to the summer of 1402 years and published full text in the databases. Based on the inclusion and exclusion criteria, 25 studies and 85 effect size selected that finally after sensitivity analysis and removal of extreme effect sizes, 80 effect sizes entered in the meta-analysis. The results showed that the combined effect size is 1.08 for the fixed effects model and 1.21 for the random effects model which both were statistically significant. In this research, different types of brain-based teaching methods, multiple outcomes, type of lessons and types of subjects were investigated as qualitative and quantitative moderating variables. The results showed that the summary effect size affected by all of the moderating variables. The results of the meta-regression also showed that the effect size is a function of the intervention sessions number, and the subjects' age and the brain-based teaching is more effective in more sessions and at an early age (primary school). According to the results of the present meta-analysis, providing programs in line with the implementation of brain-based education in the educational system is a necessity that should be considered more.

Keywords: Brain based teaching, Educational cognitive indicators, Meta-analysis, Effect size



فرا تحلیل اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی^۱

ژیلا کاردان حلوائی^{۲*}، نگار استوار^۳

(دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۴ - پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸)

چکیده

امروزه روش‌های آموزش مبتنی بر مغز براساس تحقیقات علمی گسترده در مورد نحوه یادگیری مغز، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. وجود پژوهش‌های متعدد و متناقض در این حوزه لزوم انجام یک فراتحلیل در این حوزه را مورد تأکید قرار می‌دهد. پژوهش حاضر به روش فراتحلیل و با هدف ترکیب پژوهش‌های انجام شده در زمینه تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی انجام شده است. جامعه آماری پژوهش شامل مطالعاتی است که در سال‌های ۱۳۸۷ تا تابستان ۱۴۰۲ در ایران صورت گرفته و به صورت تمام متن در پایگاه‌های اطلاعاتی منتشر شده است. براساس ملاک‌های ورود و خروج ۲۵ پژوهش و ۸۵ اندازه اثر انتخاب شد که در نهایت پس از تحلیل حساسیت و حذف اندازه اثرهای افراطی ۸۰ اندازه اثر وارد فراتحلیل شد. نتایج نشان داد اندازه اثر ترکیبی برای مدل اثرات تثبیت شده برابر با ۱/۰۸ و برای مدل اثرات تصادفی برابر ۱/۲۱ است که هر دو معنادار بودند. در این پژوهش، انواع روش‌های آموزش مبتنی بر مغز، پیامدهای چندگانه، نوع درس و انواع آزمودنی‌ها به عنوان متغیرهای تعدیل کننده کیفی و کمی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اندازه اثر خلاصه از همه متغیرهای تعدیل کننده تأثیر می‌پذیرد. نتایج فرارگرسیون نیز نشان داد که اندازه اثر تابع تعداد جلسات مداخله و سن آزمودنی‌ها است و آموزش مبتنی بر مغز در تعداد جلسات بیشتر و در سنین کم (دوره ابتدایی) مؤثرتر است. با توجه به نتایج فراتحلیل حاضر، ارائه برنامه‌هایی در راستای پیاده‌سازی آموزش مبتنی بر مغز در نظام آموزشی ضرورتی است که باید بیش از پیش مورد ملاحظه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آموزش مبتنی بر مغز، شاخص‌های شناختی تربیتی، فراتحلیل، اندازه اثر

۱- مقاله حاضر حاصل پژوهش مستقل نویسندگان است.

۲- گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵ تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: zh.kardan@cfu.ac.ir

۳- استادیار گروه روانشناسی، دانشگاه پیام نور، ص. پ. ۱۹۳۹۵-۰۴۶۹۷ تهران، ایران. negarostovar@pnu.ac.ir

مقدمه

برای ارزیابی اثربخشی نظام آموزش مدرسه‌ای، شاخص‌های مختلفی وجود دارد که یکی از شاخص‌های مهم مورد توجه در پژوهش‌های تربیتی، پیشرفت تحصیلی است. پیشرفت تحصیلی به جلوه‌ای از جایگاه تحصیلی اشاره دارد که بیانگر بهبود و ارتقای کیفیت یادگیری فراگیران است (جانگ و همکاران^۱، ۲۰۱۹). عوامل مختلف فردی و محیطی چون آمادگی، انگیزه و هدف، تجارب گذشته، محیط یادگیری، روش‌های تدریس، تمرین و تکرار (شعبانی، ۱۴۰۰)، انتخاب تکالیف مناسب، سازماندهی مناسب فعالیت‌ها و مشارکت دادن دانش‌آموزان از جمله عواملی هستند که تأثیر آشکاری بر روند یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دارند.

یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در فعالیت‌های آموزشی و پرورشی، روش‌های تدریس است. روش‌های تدریس در نظریه‌های تربیتی به شکل‌های مختلف طبقه‌بندی شده است. روش‌های تدریس بر مبنای نوع فعالیت به معلم محوری و دانش‌آموز محوری، بر مبنای منطق و نحوه ارائه به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم طبقه‌بندی می‌شوند. درواقع می‌توان تدریس یک طرفه را تدریس خطی و تدریس دوطرفه را تدریس غیرخطی نامید (فتحی‌آذر، ۱۳۹۶). روش آموزش مبتنی بر مغز^۲ یکی از شیوه‌های فعال و نوین تدریس است که در زمره‌ی الگوهای غیرخطی قرار می‌گیرد.

روش‌های آموزش مبتنی بر مغز در سال‌های اخیر در پژوهش‌های روانشناسی تربیتی مورد توجه جدی پژوهشگران قرار گرفته است. قدمت تلاش‌ها برای درک مبانی عصب‌شناسی یادگیری و تربیت به حدود پنج هزار سال پیش از میلاد بر می‌گردد، اما ترجمه این مبانی به سیاست‌ها و اقدامات قابل کاربرد در موقعیت‌های تربیتی از دهه‌های هشتاد و نود میلادی آغاز گردید (نوری، ۱۳۹۳؛ تاکاهاما اسپینوزا^۳، ۲۰۰۸). آموزش مبتنی بر مغز، با پیروی از چگونگی ساختار فیزیکی مغز از یادگیری حمایت می‌کند. یادگیری ساختاری منطقی و علمی دارد و اینکه مغز چگونه اطلاعات را پردازش می‌کند با عنوان یادگیری مبتنی بر مغز شناخته می‌شود (تریانا^۴ و همکاران، ۲۰۱۹). تأکید رویکرد یادگیری مبتنی بر مغز بر این است که مغز چگونه یاد می‌گیرد و چگونه در یک محیط آموزشی رشد می‌کند (دویدسکو^۵ و همکاران، ۲۰۲۱). بهره‌گیری از بینش‌های برخاسته از یافته‌های علوم اعصاب در قالب مجموعه‌ای از رهنمودهای تربیتی مبتنی بر اصول یادگیری مغز محور می‌تواند در شرایط تصمیم‌گیری و اجرا، راهنمای کار برنامه‌ریزان تربیتی و بالاختص معلمان قرار گیرد.

1 Jiang

2 brain based education

3 Tokuhamma-Espinosa

4 Triana

5 Davidesco

اصول متعددی برای یادگیری سازگار با مغز توسط صاحب نظران مختلف ارائه گردیده است که در ادامه به چندین مورد اشاره شده است (کاین و کاین^۱، ۱۹۹۱؛ راشتون^۲، ۲۰۱۱): ۱- سامانه شناختی در انزوا عمل نمی کند، بلکه در تعامل با سایر سامانه ها (انگیزش و هیجان) کار می کند (استرنبرگ^۳، ۱۳۹۹). ۲- یادگیری مؤثر تنها از طریق پرداختن به تجربیات زندگی واقعی صورت می پذیرد (راشتون، ۲۰۱۱؛ اوزدن و گولتکین^۴، ۲۰۰۸ و بابایی و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین ساختار فیزیکی مغز افراد بر اثر تجربه تغییر می کنند. تجارب محیطی تأثیر شگفت انگیزی در یادگیری مغز دارد (نوری، ۱۳۹۰؛ کاین و کاین، ۱۹۹۰؛ لاریسون^۵، ۲۰۱۳؛ تاکاهاما اسپینوزا، ۲۰۰۸). ۳- بازخورد دقیق و سر وقت باعث تقویت یادگیری می شود (دبی^۶، ۲۰۰۳). ۴- یادگیری از طریق چالش تقویت می شود (کاین و کاین، ۱۹۹۱؛ هاردیمان^۷، ۲۰۱۲؛ لاریسون، ۲۰۱۳). ۵- محیط های یادگیری پراسترس تأثیر مخرب در رشد مهارت های شناختی، عاطفی و اجتماعی دارد (کاین و کاین، ۱۹۹۰؛ نوری، ۱۳۹۰؛ تاکاهاما اسپینوزا، ۲۰۰۸؛ هاردیمان، ۲۰۱۲). ۶- هنرهای بصری و نمایشی می تواند توجه و حافظه را افزایش دهد. هنرهای بصری و نمایشی می تواند توجه و حافظه را افزایش دهد (اینوچین^۸، ۲۰۱۵). ۷- تمرین و تکرار موجب تقویت پیوندها و شبکه های عصبی می شود (تاکاهاما اسپینوزا، ۱۳۹۵). ۸- به منظور ایجاد روابط قوی و ماندگار بین شبکه های عصبی باید دانش جدید به دانش قبلی یادگیرندگان پیوند داده شود (تاکاهاما اسپینوزا، ۲۰۰۸). ۹- مغز زمانی اطلاعات پیچیده را بهتر یاد می گیرد که آن ها را از طریق حواس چندگانه تجربه کند (نوری، ۱۳۹۳).

تحقیقات متعددی درباره اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص های شناختی تربیتی در مقایسه با آموزش سنتی انجام شده است. برخی از نتایج این تحقیقات تفاوت معنی داری به نفع آموزش مبتنی بر مغز نشان می دهند (مطالعات یاتیم^۹ و همکاران، ۲۰۲۲؛ آل تارونه^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۱؛ رشمای و ردی^{۱۱}، ۲۰۲۱).

1 Caine & Caine

2 Rushton

3 Sternberg

4 Ozden & Gultekin

5 Larrison

6 Debbie

7 Hardiman

8 Inocian

9 Yatim

10 Al-Tarawaneh

11 Reshma & Reddy

صالح و سابرامانیام^۱، ۲۰۱۸؛ گولتن و حسن^۲، ۲۰۱۸؛ مورفی^۳، ۲۰۱۷؛ دیادین^۴، ۲۰۱۷؛ والکر^۵، ۲۰۱۶؛ وان آنتونی جی و زناده^۶، ۲۰۱۶). نتایج تحقیقات دیگری چون پردل و همکاران (۱۳۹۸) (بهبود اهمال کاری تحصیلی)، جلالی و همکاران (۱۳۹۸) (اضطراب ریاضی)، داداش‌ازاده و همکاران (۱۴۰۰) (سطح دانش)، کوثر و بدیر^۷ (۲۰۱۸) (بهبود توجه)، اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر برخی شاخص‌های شناختی تربیتی در مقایسه با آموزش سنتی را نشان نمی‌دهند. بنابراین میان نتایج تحقیقات صورت گرفته درباره مؤثر بودن آموزش مبتنی بر مغز نسبت به رویکرد سنتی اتفاق نظر وجود ندارد. همچنین ممکن است اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز تحت تأثیر برخی متغیرهای تعدیل‌کننده چون جنسیت دانش‌آموز، نوع محتوای آموزشی، دانش قبلی فراگیر و غیره باشد.

ذکر این نکته ضرورت دارد که نظام پژوهشی کشور و به تبع آن نظام پژوهشی آموزش و پرورش هزینه‌های هنگفتی جهت انجام پژوهش‌ها پرداخت می‌نمایند و با توجه به پژوهش‌های متنوع و گسترده در این خصوص و دستیابی به اهداف شایسته مورد نظر نظریه‌پردازان و پژوهشگران، هنوز تلاش‌ها در عرصه‌ی اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز چندان موفقیت‌آمیز نبوده است و اجرای گسترده‌تر و مؤثرتر این رویکرد آموزشی در مدارس با مشکلاتی همراه است. پشتوانه این ادعا، کمبود معلمانی است که نسبت به اثربخشی روش‌های آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی و استفاده از آن در موقعیت مناسب، آن طور که شایسته است راهنمایی نشده‌اند. همین مسئله منجر به شیوع افسانه‌های عصبی در میان معلمان در کشورهای مختلف دنیا گردید که در پژوهش‌های متعدد (دکر^۸ و همکاران، ۲۰۱۲؛ گراسپیچ و مایر^۹، ۲۰۲۰) گزارش شده است. این گزارش‌ها بیانگر آن است که هنوز بسیاری از معلمان در ترجمه دانش مغز به فعالیت‌های تربیتی ناتوان هستند و به ادعاهای نامعتبری متوسل می‌شوند که پیامدهای منفی برای رشد و تربیت دانش‌آموزان به بار می‌آورد.

بنابراین به منظور ترکیب و یکپارچه کردن مطالعات انجام شده در حوزه تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی و با توجه به اینکه تحقیقات آزمایشی محدودیت‌هایی همچون محدودیت زمانی و محدودیت در نمونه و بافت و معنی‌داری آماری دارند، روش فراتحلیل راه‌حل مناسبی برای ترکیب

1 Saleh & Subramaniam

2 Gulten & Hasan

3 Murphy

4 Diyaddin

5 Walker

6 Von Anthony & Zenaida

7 Kosar & Bedir

8 Dekker

9 Grospletsch & Mayer

نظام‌مند نتایج تحقیقات متعدد در حوزه‌ای مشخص و به دست آوردن یافته‌های قابل اعتماد است (کوهن^۱، نقل از صاحب‌یار و مصرآبادی، ۱۴۰۰). با بررسی مطالعات فراتحلیل مشخص شد که مطالعات فراتحلیل انگشت شماری درباره اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز در مقایسه با رویکرد سنتی صورت گرفته است. فونا^۲ و همکاران (۲۰۲۴) در فراتحلیلی با تحلیل ۱۴ مطالعه اندازه اثری برابر با ۳/۱۳۵ را به دست آوردند که یک اندازه اثر بزرگ است و نشان می‌دهد آموزش مبتنی بر مغز، تأثیر مثبت بزرگی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دارد. اکمن و بیهان^۳ (۲۰۲۰) در فراتحلیل خود با تمرکز بر ۴۰ مطالعه در زمینه پیشرفت تحصیلی و ۲۵ مطالعه در زمینه نگرش دانش‌آموزان در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵، اندازه اثر به دست آمده برای متغیر پیشرفت تحصیلی برابر ۱/۰۹ بود که یک اندازه اثر بزرگ است و نشان می‌دهد آموزش مبتنی بر مغز، تأثیر مثبت بزرگی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دارد. همچنین اندازه اثر به دست آمده برای متغیر نگرش برابر ۰/۵۸ است که یک اندازه اثر متوسط است و نشان می‌دهد آموزش مبتنی بر مغز، تأثیر مثبت متوسطی بر نگرش دانش‌آموزان دارد. در فراتحلیل گوزویسیل و دیکیکی^۴ (۲۰۱۴)، با تحلیل ۳۱ مطالعه بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۱، اندازه اثر به دست آمده برابر با ۰/۶۴ بود.

علی‌رغم جستجوی گسترده، فراتحلیلی که بتواند پژوهش‌های اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز را پوشش دهد، در پژوهش‌های ایرانی یافت نشد. بنابراین پژوهش حاضر که جزو اولین تحقیقات در حیطه فراتحلیل آموزش مبتنی بر مغز در ایران است، با بهره‌گیری از پژوهش‌های انجام شده و یکدست کردن آن‌ها با هدف تعیین اندازه اثر خلاصه در ارتباط با اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های پیشرفت تحصیلی و نقش متغیرهای پیشایند و پیامدهای چندگانه بر اندازه اثر انجام می‌گیرد. یافته‌های این فراتحلیل می‌تواند ارزیابی عمیق و معتبری با در نظر گرفتن اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی و گروه‌های مختلف همراه با شناسایی متغیرهای تعدیل‌کننده کمی و کیفی و رفع تناقضات پژوهش‌های اولیه، در اختیار پژوهشگران، متخصصان و معلمان قرار دهد و به جهت‌گیری پژوهشی آن‌ها در آینده کمک کند. بنابراین پژوهش حاضر با کاربرد روش فراتحلیل، به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال پژوهشی است که روش آموزش مبتنی بر مغز چه تأثیری بر شاخص‌های شناختی تربیتی دارد؟

روش تحقیق

فرضیه اصلی این پژوهش، ترکیب و مقایسه یافته‌های مجزای پژوهش‌های انجام شده در زمینه تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی و به دست آوردن یک نتیجه منسجم و یکپارچه از

1 Cohen

2 Funa

3 Ekemen & Beyhan

4 Gozuyesil & Dikici

میان نتایج پراکنده و متنوع تحقیقات با استفاده از روش‌های آماری نیرومند بود. همچنین آگاهی از میزان سوگیری انتشار و ناهمگنی در تحقیقات اولیه از دیگر اهداف پژوهش حاضر بود. بنابراین با توجه به ماهیت این پژوهش از روش فراتحلیل استفاده شد. پرکاربردترین روش ترکیب نتایج عددی پژوهش‌ها در فراتحلیل، اندازه اثر است. با توجه به اینکه فراتحلیل حاضر دربرگیرنده پژوهش‌های اولیه‌ای از نوع آزمایشی و نیمه آزمایشی بود، از بین انواع شاخص‌های d ، g هجرز استفاده شد.

جامعه آماری این فراتحلیل شامل کلیه پژوهش‌های چاپ شده و در دسترس مرتبط با اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر انواع شاخص‌های شناختی تربیتی بود که در داخل کشور و در محدوده سال‌های ۱۳۸۷ تا تابستان ۱۴۰۲ در مجلات علمی پژوهشی معتبر داخلی به صورت تمام متن و در یکی از بانک‌های اطلاعاتی به زبان فارسی منتشر شده بودند. این بانک‌های اطلاعاتی شامل پایگاه جهاد دانشگاهی کشور (SID)، سایت خصوصی بانک مجلات ایران (Magiran) و پایگاه مجلات تخصصی نور (Noormags) بود.

در پژوهش حاضر از دو روش مختلف نمونه‌گیری (نمونه‌گیری هدفمند و گلوله برفی) استفاده شد. در نمونه‌گیری هدفمند پژوهشگر ابتدا به بررسی نمونه‌هایی می‌پردازد که براساس ملاک‌های ورود معتبر باشد یعنی تا حد امکان معرف جامعه مورد مطالعه باشد. سپس با توجه به قضاوت پژوهشگر و براساس هدف پژوهش از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. با مراجعه به منابع پژوهش‌های به دست آمده، از روش نمونه‌گیری گلوله برفی برای شناسایی پژوهش‌های مورد بررسی، استفاده شد.

برای انتخاب پژوهش‌های اولیه با استفاده از چارچوب نمونه‌گیری بالا، ابتدا با مرور پیشینه پژوهشی، کلید واژه‌های معتبری به منظور استفاده در جستجوی پژوهش‌های اولیه تعیین شدند. برای این فراتحلیل از عبارت «یادگیری مبتنی بر مغز، آموزش سازگار با مغز، یادگیری سازگار با مغز، یادگیری مغزمحور، آموزش مبتنی بر مغز»، به عنوان کلیدواژه استفاده شد. پس از استخراج عنوان تحقیقات براساس این کلیدواژه‌ها در صورتی که متغیر وابسته به انواع شاخص‌های شناختی تربیتی مربوط می‌شد، شرط ورود به فراتحلیل را کسب می‌کرد. در گام بعدی، براساس ملاک‌های ورود، پژوهش‌های مورد نظر شناسایی و انتخاب شدند. ملاک‌های ورود پژوهش‌های اولیه به فراتحلیل حاضر عبارت‌اند از: ۱- پژوهش‌ها و مقالات داخلی که در سال‌های ۱۳۸۷ تا تابستان ۱۴۰۲ چاپ شده باشند. ۲- مقالاتی که با روش آزمایش و نیمه‌آزمایشی به تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی پرداخته‌اند. ۳- تحقیقات باید داده‌های کافی برای محاسبه اندازه اثر را گزارش کرده باشند. ۴- تحقیقات بایستی به صورت مقاله تمام متن قابل دسترسی باشد. جستجوی مقاله‌ها و پژوهش‌ها طبق ملاک‌های ورود بالا براساس کلیدواژه‌های ذکر شده از دو چارچوب نمونه‌گیری منجر به شناسایی ۲۵ مطالعه گردید که به اشکال مختلف دارای عناوینی بودند که به بررسی اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی پرداخته بودند.

چون تعدادی از این مطالعات برای ورود به تحلیل نهایی مناسب نبودند، با توجه به ملاک‌های خروج از فرایند تحلیل خارج شدند: ۱- پژوهش‌هایی که یکی از اطلاعات لازم برای محاسبه اندازه اثر را گزارش نکرده باشند. ۲- پژوهش‌هایی که از کفایت لازم برخوردار نبودند یا دارای ضعف‌های روش شناختی جدی بودند. ۳- پژوهش‌های مشابه که با عناوین مختلف در مجلات مختلف چاپ شده باشند. ۴- مقالاتی که با استفاده از ابزارها و روش‌های معتبر انجام نشده بودند.

براساس ملاک‌های خروج بالا تعداد ۲۵ مطالعه که دارای شرایط روش شناختی مناسب بودند، برای ورود به فراتحلیل انتخاب شدند. از آنجا که بعضی پژوهش‌ها دو یا چند متغیر مستقل یا وابسته و یا مداخله‌کننده دارند، در بعضی موارد چند اندازه اثر متفاوت از یک مطالعه در فراتحلیل وارد شد که ۸۵ اندازه اثر از ۲۵ مطالعه به دست آمد که این پژوهش‌ها به روش آزمایشی و نیمه آزمایشی انجام شده‌اند. در مطالعات فراتحلیل از آنجا که چارچوب و نحوه استخراج مطالب از قبل کاملاً طراحی می‌شود، بنابراین فیش‌برداری به منظور استخراج اطلاعات از پژوهش‌های اولیه انجام می‌شود. در پژوهش حاضر نیز براساس معیارهای مورد نظر فراتحلیل و نیز اهداف تحقیق از فرم جمع‌آوری اطلاعات تحقیقات اولیه مصرآبادی (۱۳۹۵) استفاده شد که امکان جمع‌آوری اطلاعات کتاب شناختی، روش شناختی و داده‌های مورد نیاز در محاسبه اندازه اثر را فراهم می‌کند.

جهت بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌ها، با استفاده از اندازه اثر پژوهش‌های اولیه، اندازه اثر ترکیبی با دو مدل اثرات ثابت و تصادفی، نمودار کیفی به منظور انجام تحلیل حساسیت، شاخص‌های Q کوکران، آزمون همگنی، آماره مجذور I مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش از بین انواع شاخص‌های d از شاخص g هجز استفاده شد. همچنین برای محاسبه اندازه اثر از نرم افزار CMA ویرایش ۲ استفاده گردید.

یافته‌ها

جدول ۱ اطلاعات توصیفی مربوط به تحقیقات داخلی انجام شده در سال‌های ۱۳۸۷ تا تابستان ۱۴۰۲ را نشان می‌دهد.

جدول ۱: اطلاعات توصیفی پژوهش‌های اولیه

Table 1

Descriptive information of primary research

کد	اسامی پژوهشگران	سال انتشار	متغیر وابسته	اندازه اثر	تعداد نمونه
Code	Names of researchers	Year of publication	Dependent variable	Effect size	Number of sample
1	خلیلی، ابراهیمی و رادمنش Khalili, Ebrahimi & Radmanesh	1393	یادگیری خودتنظیمی Self-Regulated Learning	1.776	40
2	سیفی، ابراهیمی، عشایری، فرخی و درتاج	1396	انعطاف‌پذیری شناختی Cognitive Flexibility	1.658	76

	1.209	توجه انتخابی Selective Attention		Saifi, Ebrahimi, Ashaeri, Farrokhi & Dortaj	
	1.06	زمان تأخیر Delay time			
76	1.06	تعداد خطا Number of errors	1396	سیفی، ابراهیمی، عشایری، فرخی و درتاج Saifi, Ebrahimi, Ashaeri, Farrokhi & Dortaj	3
	1.051	حل مسئله Problem solving			
	0.498	یادگیری خودتنظیمی Self-Regulated Learning			
30	1.494	درگیری تحصیلی Academic Engagement	1400	ابراهیمی و سرداری Ebrahimi & Sardari	4
	0.996	درک مطلب Comprehension			
40	0.387	سرعت یادگیری Learning speed	1389	سیفی، ابراهیمی و فرخی Saifi, Ebrahimi & Farrokhi	5
	0.604	اهمال کاری تحصیلی Academic procrastination			
30	1.169	اضطراب امتحان Test Anxiety	1398	پردل، زارع مقدم، موسوی و قربانی Pardel, Zaremoghaddam, Mousavi & Ghorbani	6
	2.394	بهبود عملکرد Improve performance			
	2.705	دقت خواندن Read carefully			
50	1.153	سرعت خواندن Reading speed	1398	سلیمانی، خرمایی، جوکار و حسین چاری Soleimani, Khormaye, Jokar & Hossein Chari	7
	0.934	درک مطلب Comprehension			
	0.242	اضطراب Anxiety			
50	1.654	عملکرد تحصیلی Academic performance	1398	جلالی، پورشافعی و دانشمند Jalali, Poorshafeei & Daneshmand	8
	0.302	دانش Knowledge			
112	0.182	درک Comprehension	1400	داداشزاده، ملکی، فتحی آذر و خدیوی Dadashzadeh, Maleki, Fathiazar & Khadivi	9
	0.95	نگرش Attitude			
52	1.543	پیشرفت تحصیلی Academic achievement	1394	حسینی، دستجردی و پاکدامن Hasani, Dastjerdi & Pakdaman	10
	1.998	میزان یادگیری level of learning			
40	3.023	* آمادگی زبانی linguistic preparedness	1398	نوظهوری، فتحی آذر، ادیب و بافنده Nozohouri, Fathiazar, Adib, & Bafandeh Gharamaleki	11

30	1.038	یادگیری Learning	1401	طلیمی، باقری و یاسبلاغی Talimi, Bagheri & Yasbolaghi Sharahi	12
	1.166	یادداری Retention			
46	1.224	پیشرفت تحصیلی Academic achievement	1400	جهانشاهی، کرامتی و فتحی Jahanshahi Amjazi, Keramati & Fathi	13
	1.207	ماندگاری مطالب Retention			
52	1.025	یادگیری شناختی Cognitive Learning	1401	زارع، بلاش و شیرعلی زاده Zare, Balash & Shiralizadeh	14
	1.616	مهارتی Skill Learning			
44	4.369	* یادگیری ریاضی Mathematical Learning	1400	شاهسونی، براتعلی و کشتی آرای Shahsavani, Baratali & Keshtiaray	15
	0.448	خودپنداره Self-Concept			
	0.756	اضطراب امتحان Test Anxiety			
	2.141	خودمختاری Independent			
30	3.378	* راهبرد شناختی Cognitive strategy	1400	پژمانفرد، واحدی، هاشمی و بیرامی Pezhmanfard, Vahedi, Hashemi & Beyrami	16
	2.512	راهبرد فراشناختی Metacognitive strategy			
	2.01	جهت گیری هدف Goal orientation			
	2.489	حمایت معلم Teacher support			
	1.338	دانش (E1E2) Knowledge			
	0.618	دانش (E1C) Knowledge			
	0.937	درک (E1E2) Comprehension			
	0.928	درک (E1C) Comprehension			
40	0.811	کار بست (E1E2) Application	1399	بدیعی، نیلی، عابدینی و زمانی Badiie, Nili, Abedini & Zamani	17
	0.307	کار بست (E1C) Application			
	0.27	تحلیل (E1E2) Analysis			
	0.099	تحلیل (E1C) Analysis			
	1.508	ترکیب (E1E2)			

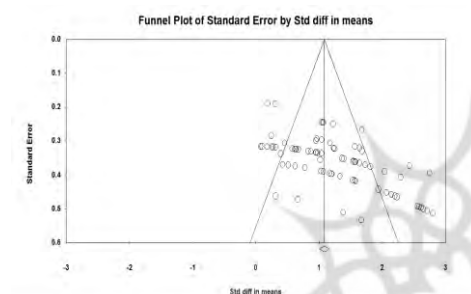
	0.627	Combine ترکیب (E1C)				
	0.251	Combine ارزشیابی (E1E2)				
	0.567	Evaluation ارزشیابی (E1C)				
	0.3	Evaluation فراگیری (E1C)				
	0.638	Learning فراگیری (E2C)				
30	1.321	Learning به یادآوری (E1C)	1398	مشکین مهر، پورمحمد، نوشی و تلخابی Meshkin Mehr, Purmohammad, Nushi & Talkhabi	18	
	1.593	Retention به یادآوری (E2C)				
	1.509	Retention عملکرد حل مسئله (EC1)				
	0.627	Problem solving performance عملکرد حل مسئله (EC2)				
60	0.602	Problem solving performance انگیزش درونی (EC1)	1399	بدیعی، نیلی، عابدینی و زمانی Badiee, Nili, Abedini & Zamani	19	
	0.176	Intrinsic motivation انگیزش درونی (EC2)				
	0.958	Intrinsic motivation انگیزش بیرونی (EC1)				
	0.077	Extrinsic motivation انگیزش بیرونی (EC2)				
	2.173	Extrinsic motivation اهمال کاری تحصیلی				
30	1.521	Academic procrastination درک مطلب	1400	دوستی، عباسیان و کاظمی پور Doosti Deilami, Abbasian & Kazemipour	20	
	1.54	Comprehension سرعت یادگیری				
	2.637	learning rate قضاوت های مربوط به یادگیری				
	2.082	Judgments about learning قضاوت های حس دانستن	1399	شیوندی و خلیلی Sheivandi & khalili	21	
30	2.54	Judgments of the sense of knowing قضاوت های خوداطمینان بخشی				
		Self-reassuring judgments				

		قضاوت‌های آسان بودن			
	2.011	یادگیری			
		Judgments of easy of learning			
	1.135	یادگیری هدفمند			
		Purposeful learning			
	1.295	سازماندهی و کشف			
		Organize and discover			
	0.999	حافظه کاری			
30		Working memory	1399	یاوری و جلیلی شیشوانی	22
	2.576	یادگیری خودکار		Yavari & Jalili Shishavan	
		Automatic learning			
	5.533	* اجتناب از کمک‌طلبی			
		Avoid of helping			
	3.22	* پذیرش کمک‌طلبی			
		Accepting help			
		حافظه کاری			
30	2.724	Working Memory	1402	زیبایی، محمدی‌پور، شکبیا	23
				Zibaei Sani Mohammadipoor & Shakiba	
	1.885	مهارت حل مسئله			
		Problem solving Skill			
		حافظه فعال دیداری -			
30			1400	مشهدی‌زاده، هاشمی و محمدی	24
	0.414	فضایی		Mashhadizadeh, hashemi & Mohammadi	
		Visual-Spatial Active Memory			
	1.533	مهارت‌های تحصیلی			
		Academic skills			
	0.664	توانمندی‌های تحصیلی			
		Academic abilities			
	1.544	حافظه			
		Memory			
	0.855	کنترل مهارتی			
		Skill control			
		تصمیم‌گیری			
40	1.607	Decision making	1401	خاورزمینی، حبیبی و مصرآبادی	25
				Khavarzamini & habibi kalebar & mesrabadi	
	1.022	برنامه‌ریزی			
		Planning			
	1.36	توجه پایدار			
		Sustained attention			
	1.691	شناخت اجتماعی			
		Social cognition			
	2.245	انعطاف‌پذیری شناختی			
		Cognitive flexibility			

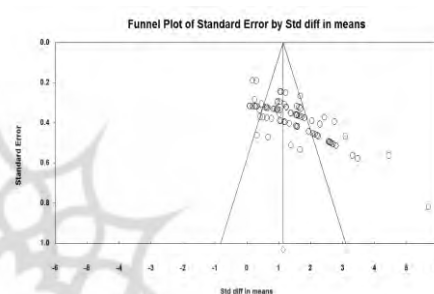
* پژوهش‌های حذف شده در تحلیل نهایی

با در نظر گرفتن ملاک‌های ورود و خروج ۲۵ پژوهش و ۸۵ اندازه اثر شناسایی شد. پیش از تحلیل داده‌ها، پیش‌فرض‌های آماری مورد بررسی قرار گرفت. یکی از پیش‌فرض‌های اصلی فراتحلیل نبود سوگیری انتشار است. در این فراتحلیل برای بررسی تورش انتشار از شیوه گرافیکی (نمودار قیفی) و از شاخص آماری تعداد امن از تخریب استفاده شد.

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، برخی از پژوهش‌ها اندازه اثر نامتعرف و پرت دارند که موجب نامتقارن شدن نمودار قیفی شده‌اند؛ شکل ۲ نمودار قیفی سوگیری انتشار داده‌های وارد شده به فراتحلیل را بعد از تحلیل حساسیت نشان می‌دهد. این نمودار بعد از حذف ۵ اندازه اثر نامتعرف و پرت به دست آمده است که نسبت به شکل ۱ متقارن‌تر است.



شکل ۲: نمودار قیفی بعد از تحلیل حساسیت
Figure 2: Funnel plot after sensitivity analysis



شکل ۱: نمودار قیفی قبل از تحلیل حساسیت
Figure 1: Funnel plot before sensitivity analysis

همچنین براساس شاخص تعداد امن از تخریب پس از ورود ۸۶۲۵ اندازه اثر غیرمعنی‌دار به فراتحلیل، اندازه اثر ترکیبی محاسبه شده غیرمعنی‌دار می‌شود؛ بنابراین با حذف ۵ اندازه اثر افراطی از ۸۵ اندازه اثر اولیه تعداد ۸۰ اندازه اثر باقی ماند و در تحلیل‌های بعدی فقط از این اندازه اثر استفاده شد. با توجه به اینکه هدف اصلی هر فراتحلیل ترکیب شاخص‌های عددی تحقیقات اولیه در قالب یک شاخص کلی است در جدول ۲ اندازه اثر ترکیبی یا خلاصه براساس دو مدل تثبیت شده و تصادفی برای ۸۰ اندازه اثر باقی مانده پس از تحلیل حساسیت ارائه شده است. در ادامه به بررسی سوالات پژوهش پرداخته شده است. سؤال ۱: اندازه اثر کلی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی چقدر است؟

جدول ۲: اندازه اثر ترکیبی اثرات ثابت و تصادفی مربوط به اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی

Table 1

fixed and random mixed effect sizes related to the effectiveness of brain-based teaching on the indicators of educational cognitive

مدل	تعداد اندازه اثر	اندازه اثر ترکیبی	خطای معیار	فاصله اطمینان ۰/۹۵	مقدار Z	مقدار P
Model	Number of effect size	Combined effect size	Standard error	95% confidence interval	Z value	P value
				حد پایین حد بالا		

		Upper limit	Lower limit				
ثابت	80	1.08	0.038	1.005	1.154	28.328	0.001
Fixed تصادفی	80	1.21	0.076	1.061	1.359	15.95	0.001
Random							

در جدول ۲ اندازه اثرهای ترکیبی دو مدل ثابت و تصادفی اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی ارائه شده است. در این فراتحلیل برای مدل‌های ثابت و تصادفی مقادیر اندازه‌های اثر به ترتیب برابر ۱/۰۸ و ۱/۲۱ است. هر دو این اندازه‌های اثر از لحاظ آماری معنادار هستند ($P \leq 0/001$). غالباً فراتحلیل‌ها، مبتنی بر دو مدل ثابت و تصادفی هستند. مدل ثابت بر این فرض استوار است که یک اندازه اثر واقعی وجود دارد که زیربنای تمامی تحلیل‌ها است و تفاوت‌های موجود در اندازه‌های اثر مشاهده شده تحقیقات اولیه ناشی از خطای نمونه‌گیری است؛ اما در مدل اثرات تصادفی فرض بر این است که پژوهش‌های موجود در فراتحلیل یک نمونه تصادفی از اندازه اثرهای ممکن هستند و اندازه اثر هر تحقیق، صرفاً برآوردی از اندازه اثرهای واقعی جامعه است. اندازه اثر واقعی از پژوهشی به پژوهش دیگر متفاوت است (مصرآبادی، ۱۳۹۵). از سوی دیگر به منظور تعیین مدل نهایی فراتحلیل بایستی مجموعه‌ای از تحلیل‌های ناهمگنی برای اطمینان از وجود متغیرهای تعدیل‌کننده انجام گیرد. در صورت وجود ناهمگنی در اندازه اثرهای پژوهش‌های اولیه، مدل تصادفی انتخاب خواهد شد و فرض می‌شود که در جامعه آماری ماهیت روابط متغیر پیش‌بین و ملاک تحت تأثیر متغیرهای تعدیل‌کننده است.

جدول ۳: شاخص‌های ناهمگنی اندازه‌های اثر پژوهش‌های مربوط به اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی

Table 3

Effect sizes heterogeneity Indices of studies related to the effectiveness of brain-based teaching on the indicators of educational cognitive

شاخص Q	درجه آزادی Q	سطح معناداری Q	مجذور I
Q indices	Q degree of freedom	Q meaningful level	I-squared
301.271	79	0.001	73.778

جدول ۳ شاخص‌های ناهمگنی اندازه اثر در بین پژوهش‌های اولیه براساس دو شاخص Q و مجذور I نشان می‌دهد. مقدار شاخص Q برای ۲۵ مطالعه با درجه آزادی ۷۹ برابر ۳۰۱/۲۷۱ محاسبه شد که از لحاظ آماری معنادار است ($P \leq 0/001$) که نشانگر تفاوت واقعی بین اندازه‌های اثر تحقیقات اولیه است. با توجه به تأثیرپذیری شاخص Q از حجم نمونه، بایستی از شاخصی استفاده کرد که مقدار ناهمگنی را بدون تأثیر از حجم نمونه نشان دهد. این آماره، مجذور I است. بر این اساس مجذور I نیز در این پژوهش محاسبه شد که مقدار آن ۷۳/۷۷۸ به دست آمد. از تفسیر مجذور I نتیجه گرفته می‌شود که ناهمگنی بالا در اندازه‌های اثر تحقیقات اولیه وجود دارد. بر اساس هر دو این شاخص‌ها می‌توان از وجود متغیرهای تعدیل‌کننده مطلع شد که بر متغیر وابسته اثر گذاشته‌اند و پراکندگی بین اندازه اثر مطالعات فقط ناشی از

خطای نمونه‌گیری نیست. از این رو مدل تصادفی با اندازه اثر ترکیبی ۱/۲۱ به عنوان مدل فرا تحلیل انتخاب شد.

با مشخص شدن نقش متغیرهای تعدیل‌کننده در ادامه به تحلیل‌های بیشتر در مورد نقش و شدت تعامل متغیرهای تعدیل‌کننده پرداخته شد.

سؤال ۲: اندازه اثر تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی براساس انواع روش‌های آموزش مبتنی بر مغز چقدر است؟

جدول ۴: اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی براساس انواع روش‌های آموزش

مبتنی بر مغز

Table 4

Combined effect sizes of random model of brain-based teaching on the indicators of educational cognitive based on types of brain-based teaching methods

مدل Model	تعداد اندازه اثر Number of effect size	اندازه اثر ترکیبی Combined effect size	خطای معیار Standard error	فاصله اطمینان ۹۵٪ 95% confidence interval	مقدار Z Z value	مقدار P P value
				حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit	
ترکیبی combined	13	0.888	0.085	0.722	1.054	0.001
مؤلفه محیطی و ساختار مغز Environmental component and brain structure	2	1.237	0.228	0.791	1.683	0.001
جنسن Jensen	3	1.763	0.249	1.274	2.251	0.001
کاین و کاین Caine & Caine	55	1.115	0.046	1.024	1.206	0.001
۲ اصل از اصول کاین 2 principles of Caine's principles	4	0/946	0.246	0.464	1.428	0.001
خاص special	1	0.456	0.306	-0.143	1.055	0.001
ندهرمان Ned Herrmann	2	1.316	0.217	0.89	1.742	0.001

براساس یافته‌های جدول ۴ در بین انواع روش‌های آموزش مبتنی بر مغز، آموزش با الگوی جنسن با اندازه اثر ترکیبی ۱/۷۶۳ بیشترین تأثیرگذاری را دارد. براساس مقادیر Z و سطح احتمال می‌توان نتیجه گرفت که اندازه‌های اثر خلاصه همه الگوهای آموزش مبتنی بر مغز معنادار است.

سؤال ۳: اندازه اثر تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی براساس پیامدهای چندگانه چقدر است؟

جدول ۵ شاخص‌های شناختی تربیتی براساس متغیر پیامدهای چندگانه را براساس شاخصه‌های پیامدهای کارکردی، راهبردی و عاطفی نشان می‌دهد.

جدول ۵: انواع شاخص‌های شناختی تربیتی براساس متغیر پیامدهای چندگانه

Table 5: Types of educational cognitive indicators based on multiple outcome variables

عاطفی Emotional	راهبردی Strategic	کارکردی Functional
درگیری تحصیلی، اهمال‌کاری تحصیلی، اضطراب امتحان، اضطراب ریاضی، نگرش به درس ریاضی، خودپنداره ریاضی، خودمختاری، جهت‌گیری هدف، حمایت معلم، عاطفی، انگیزش درونی و بیرونی، قضاوت‌های مربوط به یادگیری، قضاوت‌های حس دانستن، قضاوت‌های خوداطمینان بخشی، قضاوت‌های آسان بودن یادگیری، اجتناب از کمک‌طلبی، پذیرش کمک‌طلبی. academic conflict, Academic procrastination, exam stress, math anxiety, Attitude towards mathematics, math self-concept, autonomy, goal orientation, teacher support, Emotional, intrinsic and extrinsic motivation, Judgments about learning, judgments of sense of knowing, judgments of self-assurance, judgments of ease of learning, avoid asking for help, Accepting help.	یادگیری خودتنظیم، انعطاف‌پذیری شناختی، توجه انتخابی، راهبرد شناختی، راهبرد فراشناختی، یادگیری هدفمند، سازمان‌دهی و کشف کردن، یادگیری خودکار. Self-Regulated Learning, cognitive flexibility, selective attention, cognitive strategy, metacognitive strategy, purposeful learning and discovering Automatic learning	زمان تأخیر، تعداد خطا، حل مسئله، بهبود عملکرد خواندن، دقت خواندن، سرعت خواندن، درک مطلب، عملکرد تحصیلی، سطح دانش، سطح درک و فهم، آمادگی زبانی، دانش، درک، کاربرد، تجزیه و تحلیل، ترکیب، ارزشیابی، یادداری، یادگیری شناختی، مهارتی، ماندگاری، به‌یادآوری، درک مطلب، سرعت یادگیری، حافظه کاری، حل مسئله، حافظه فعال دیداری فضایی. Delay time, Number of errors, Problem Solving, Improve reading performance, Reading accuracy, Reading speed, Comprehension, Academic Performance, Level of knowledge, level of understanding language preparation, Knowledge, understanding Application, analyze, composition, assessment, reminder, cognitive learning, skilled, durability, to remind Comprehension, speed of learning working memory Problem Solving, Visuospatial working memory

جدول ۶: اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی آموزش مبتنی بر مغز بر انواع شاخص‌های شناختی تربیتی طبق متغیر پیامدهای چندگانه (وابسته)

Table 6

Combined effect sizes of random model of brain-based teaching on the indicators of educational cognitive according to the variable of multiple (dependent) outcomes

مدل	فاصله اطمینان ۰/۹۵	مقدار Z	مقدار P	مجذور I
-----	--------------------	---------	---------	---------

فرا تحلیل اثر بخشی ...

کاردان حلوائی و همکاران

I-squared	P value	Z value	95% confidence interval		خطای معیار Standard error	اندازه اثر ترکیبی Combined effect size	تعداد اندازه اثر Number of effect size	Model
			حد بالا Upper limit	حد پایین Lower limit				
70.32	0.001	20.432	1.064	0.878	0.048	0.971	47	کارکردی functional
59.34	0.001	14.757	1.635	1.251	0.098	1.443	13	راهبردی strategic
83.86	0.001	11.56	1.314	0.933	0.097	1.123	15	عاطفی مثبت Positive emotional
59.46	0.001	7.33	1.569	0.907	0.169	1.238	5	عاطفی منفی negative emotional

براساس یافته‌های جدول ۶ اندازه اثرهای ترکیبی با مدل تصادفی در پژوهش‌هایی که شاخص شناختی تربیتی، راهبردی بود برابر ۱/۴۴۳، عاطفی منفی ۱/۲۳۸، عاطفی مثبت ۱/۱۲۳ و کارکردی ۰/۹۷۱ می‌باشد. براساس مقادیر Z و سطح احتمال می‌توان نتیجه گرفت که اندازه‌های اثر خلاصه همه متغیرهای پیامد چندگانه معنادار است.

سؤال ۴: اندازه اثر تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی براساس نوع درس چقدر است؟

جدول ۷: اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی آموزش مبتنی بر مغز بر انواع شاخص‌های شناختی تربیتی براساس نوع درس

Table 7

Combined effect sizes of random model of brain-based teaching on the indicators of educational cognitive based on the type of lesson

مقدار P P value	مقدار Z Z value	فاصله اطمینان ۰/۹۵ 95% confidence interval		خطای معیار Standard error	اندازه اثر ترکیبی Combined effect size	تعداد اندازه اثر Number of effect size	مدل Model
		حد بالا Upper limit	حد پایین Lower limit				
0.001	5.229	2.802	1.274	0.39	2.038	1	آمادگی زبانی Language preparation
0.001	8.498	0.809	0.506	0.077	0.658	18	کامپیوتر Computer
0.001	9.784	1.971	1.313	0.168	1.642	4	خواندن Reading
0.001	3.401	0.648	0.174	0.121	0.411	4	علوم Science
0.001	10.552	1.327	0.911	0.106	1.119	6	سه درس ریاضی فارسی علوم

							Math, Science, Persian
0.001	10.84	1.37	0.95	0.107	1.16	11	ریاضی Math
0.001	9.735	1.821	0.21	0.156	1.515	9	زبان انگلیسی English Language
0.001	8.134	1.586	0.97	0.157	1.278	4	زیست شناسی Biology

جدول ۷ اندازه اثرهای ترکیبی مدل تصادفی را به تفکیک نوع درس تحقیقات اولیه نشان می‌دهد. پژوهشی که در آن از آموزش مبتنی بر مغز در کسب آمادگی زبانی استفاده شده است، با اندازه اثر $2/038$ دارای بیشترین اثر است. پس از آن، توانایی خواندن با اندازه اثر $1/642$ دارای بیشترین اندازه اثر است. پژوهش‌هایی هم که در آن‌ها از آموزش مبتنی بر مغز برای ارائه درس زبان استفاده شده است با اندازه اثر $1/515$ در رتبه بعدی قرار دارد. همچنین پژوهش‌هایی که در آن‌ها از آموزش مبتنی بر مغز برای ارائه درس علوم استفاده شده است با اندازه اثر $0/411$ دارای کمترین اندازه اثر است. براساس مقادیر Z و سطح احتمال می‌توان نتیجه گرفت که اندازه‌های اثر خلاصه الگوهای آموزش مبتنی بر مغز در همه دروس معنادار است. سؤال ۵: اندازه اثر تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی براساس انواع آزمودنی‌ها چقدر است؟

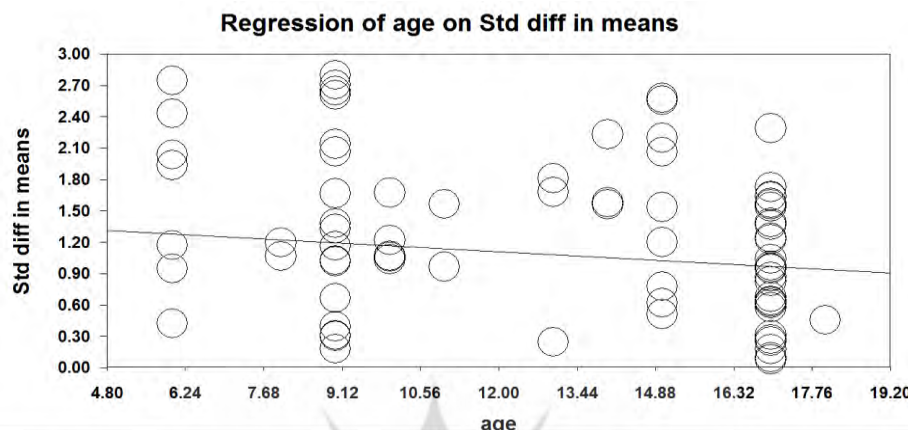
جدول ۸: اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی براساس انواع آزمودنی‌ها

Table 8: Combined effect sizes of random model of brain-based teaching on the indicators of educational cognitive based on the Types of subjects

مدل Model	تعداد اندازه اثر Number of effect size	اندازه اثر ترکیبی Combined effect size	خطای معیار Standard error	فاصله اطمینان ۰/۹۵ 95% confidence interval	مقدار Z Z value	مقدار P P value
				حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit	
عادی Normal	66	1.002	0.04	0.923	1.081	0.001
LD	11	1.721	0.132	1.462	1.981	0.001
ADHD	3	1.763	0.249	1.274	2.251	0.001

براساس یافته‌های جدول ۸ اندازه اثرهای ترکیبی با مدل تصادفی در دانش‌آموزان ADHD، $1/763$ دارای بیشترین اندازه اثر می‌باشد که نشان می‌دهد آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی دانش‌آموزان دارای اختلال ADHD دارای بیشترین تأثیر است. پس از آن دانش‌آموزان LD دارای اندازه اثر $1/721$ بوده و دانش‌آموزان عادی با اندازه اثر $1/002$ دارای کمترین اندازه اثر می‌باشند. براساس مقادیر Z و سطح احتمال می‌توان نتیجه گرفت که اندازه‌های اثر خلاصه الگوهای آموزش مبتنی بر مغز در انواع آزمودنی‌ها معنادار است.

سؤال ۶: آیا بین آموزش مبتنی بر مغز و شاخص‌های شناختی تربیتی با سن آزمودنی‌ها تعامل وجود دارد؟ برای بررسی نقش سن آزمودنی‌ها بر اندازه‌های اثر در پژوهش‌های اولیه از فرارگرسیون استفاده شد.



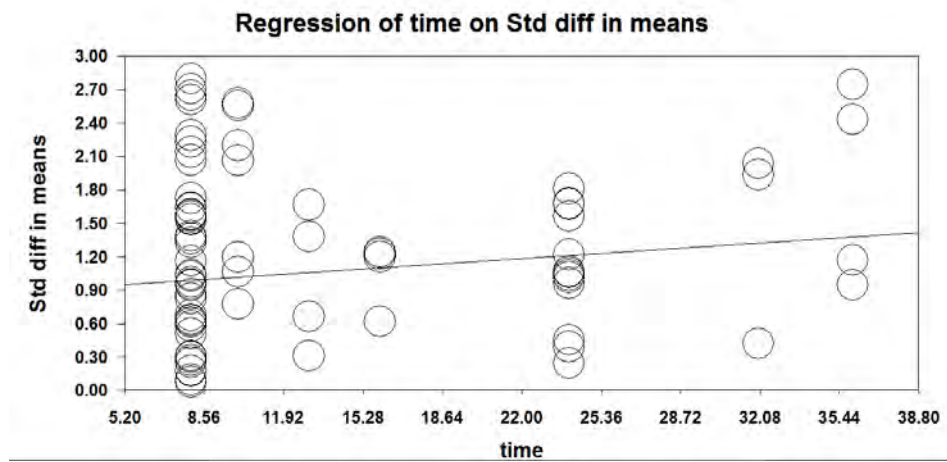
شکل ۳: خط رگرسیون برای پیش‌بینی اندازه‌های اثر g هجس براساس سن آزمودنی‌ها

Figure 3

Regression line to predict effect sizes of Hedges' g based on subjects' age

همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود خط رگرسیون نشان‌دهنده رابطه‌ی معکوس بین سن و اندازه‌های اثر است؛ به این مفهوم که هر چقدر سن آزمودنی‌ها افزایش پیدا می‌کند، اندازه اثرها کاهش پیدا می‌کند. مقدار ضریب رگرسیون برای این پیش‌بینی برابر -0.028 و معنی‌دار است ($P \leq 0.01$). با توجه به نتیجه این فرارگرسیون می‌توان استنباط کرد که سن آزمودنی‌ها، به منزله متغیر تعدیل‌کننده تأثیر معنی‌داری بر اندازه‌های اثر در تحقیقات اولیه دارد و آموزش مبتنی بر مغز بر فراگیران سنین کمتر مؤثر است. هر چند این رابطه معنادار است اما مقدار ضریب رگرسیون بسیار کوچک است. همچنین با توجه به مقادیر Q مدل رگرسیون و باقی‌مانده که به ترتیب برابر $8/61$ و $292/65$ می‌باشد، می‌توان گفت که بخش کوچکی از ناهمگنی کل ($301/27$) توسط سن آزمودنی‌ها در تحقیقات اولیه تبیین می‌شود.

سؤال ۷: آیا بین آموزش مبتنی بر مغز و شاخص‌های شناختی تربیتی با تعداد جلسات تعامل وجود دارد؟



شکل ۴: خط رگرسیون برای پیش‌بینی اندازه‌های اثر g هجز براساس تعداد جلسات

Figure 4

Regression line to predict effect sizes of Hedges' g based on Number of sessions

شکل ۴ خط رگرسیون برای پیش‌بینی اندازه‌های اثر g هجز براساس تعداد جلسات در پژوهش‌های اولیه را نشان می‌دهد. شیب خط رگرسیون برابر ۰/۰۱۳ است که این مقدار معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۰۱$). با توجه به ضریب رگرسیون می‌توان استنباط کرد که به ازای یک واحد افزایش جلسات آموزشی در تحقیقات اولیه، اندازه اثر ۰/۰۱۳ افزایش می‌یابد. با توجه به نتیجه این فرارگرسیون می‌توان استنباط کرد که تعداد جلسات، به منزله متغیر تعدیل‌کننده تأثیر معنی‌داری بر اندازه‌های اثر در تحقیقات اولیه دارد و آموزش مبتنی بر مغز زمانی که در تعداد جلسات بالا ارائه می‌شود، مؤثر است. همچنین با توجه به مقادیر Q مدل رگرسیون و باقی مانده که به ترتیب برابر ۱۰/۱۵ و ۲۹۱/۱۱ می‌باشد، می‌توان گفت که بخش کوچکی از ناهمگنی کل (۳۰۱/۲۷) توسط تعداد جلسات آموزشی در تحقیقات اولیه تبیین می‌شود.

جدول ۹: اندازه اثر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های مثبت و منفی پیشرفت تحصیلی

Table 9

The effect size of brain-based education on positive and negative indicators of academic achievement

مدل Model	تعداد اندازه اثر Number of effect size	اندازه اثر ترکیبی Combined effect size	خطای معیار Standard error	فاصله اطمینان ۹۵٪ 95% confidence interval	مقدار Z Z value	مقدار P P value	مجذور I- squared
				حد بالا Upper limit	حد پایین Lower limit		
منفی Negative	8	1.136	0.117	1.366	0.907	0.001	73.234
مثبت Positive	72	1.073	0.04	1.152	0.994	0.001	74.168

جدول ۹ اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی براساس اندازه اثرهای مثبت و منفی را نشان می‌دهد. آموزش مبتنی بر مغز طبق اندازه اثر ترکیبی بر شاخص‌های منفی که برابر ۱/۷۲ است، بیشتر از شاخص‌های مثبت که برابر ۱/۰۰۲ است، تأثیرگذار است.

بحث و نتیجه‌گیری

فرا تحلیل حاضر با هدف ترکیب مطالعات انجام شده در حوزه اثربخشی روش‌های آموزش مبتنی بر مغز بر بازده‌های شناختی تربیتی انجام شده است. پس از بررسی ملاک‌های ورود و خروج مطالعات اولیه، در نهایت ۲۵ مطالعه که شرایط انجام فراتحلیل روی آن‌ها وجود داشت، انتخاب شد. نتایج حاصل از ترکیب اندازه اثرهای محاسبه شده نشان داد که روش آموزش مبتنی بر مغز دارای تأثیر مثبت و معناداری بر بازده‌های شناختی تربیتی می‌باشند، به طوری که حتی پس از حذف ۵ اندازه اثر پرت از ۸۵ اندازه اثر نیز، اندازه اثر ترکیبی ۱/۲۱ و معنی‌دار بود. یکی دیگر از نتایج این پژوهش که از بررسی اندازه اثر مطالعات براساس زیرگروه‌ها و متغیرهای تعدیل‌کننده به دست آمده است، تفاوت اندازه اثر خلاصه برحسب انواع روش‌های آموزش مبتنی بر مغز، نوع درس، متغیرهای پیامد چندگانه و انواع آزمودنی‌ها است. همچنین نتایج فرارگرسیون نشان می‌دهد که سن آزمودنی‌ها به منزله متغیر تعدیل‌کننده، تأثیر معنی‌داری بر اندازه‌های اثر در تحقیقات اولیه دارد و آموزش مبتنی بر مغز بر فراگیران سنین کمتر مؤثرتر است. تعداد جلسات آموزشی نیز به عنوان یکی دیگر از متغیرهای تعدیل‌کننده این پژوهش، تأثیر معنی‌داری بر اندازه‌های اثر در تحقیقات اولیه دارد و آموزش مبتنی بر مغز، زمانی که در تعداد جلسات آموزشی بالا ارائه می‌شود، مؤثرتر است.

نتایج حاصل از این فراتحلیل با بیشتر مبانی نظری و تجربی بیان شده درباره تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی همسو است. آموزش مبتنی بر مغز فرایندی یادگیرنده‌محور است که دانش‌آموزان در زمینه‌ها و موقعیت‌های گوناگون یادگیری، خود به خلق دانش می‌پردازند. چرا که یادگیرنده زمانی به بهترین صورت یاد می‌گیرد که فرصت‌ها و تجارب یادگیری با نیازها و علایق‌شان سازگار باشد. نتایج این فراتحلیل به واسطه نظریه یادگیری سازنده‌گرایی و نظریه ارتباط‌گرایی قابل تبیین است. در نظریه سازنده‌گرایی، یادگیرنده در درک و فهم و معنی بخشیدن به اطلاعات نقش فعال دارد. فعالیت یادگیرنده یا کنش متقابل او با موضوع یادگیری از عوامل مهم سازنده‌گرایی به حساب می‌آید (سیف، ۱۳۹۵). کاربردهای نظریه سازنده‌گرایی در آموزش مبتنی بر مغز را می‌توان اینگونه خلاصه کرد. انگیزش جزء اساسی یادگیری است. نه تنها انگیزش به یادگیری کمک می‌کند بلکه می‌تواند بر نحوه و میزان یادگیری نیز تأثیر بگذارد. بافت و زمینه بر یادگیری تأثیر می‌گذارد. نمی‌توان حقایق و نظرات را در خلاء یاد گرفت. یادگیری فعالیتی اجتماعی است و در ارتباط با دیگران شکل می‌گیرد لذا یادگیری مشارکتی برای طراحی روش‌های تدریس توصیه می‌شود. ارزشیابی به عنوان بازخورد یادگیری و به صورت مداوم و در تمام فرایند آموزش جاری

است. دانش واقعی توسط دانش‌آموزان ساخته می‌شود بنابراین معلمان نیاز به تغییر تفکرات و باورهایشان پیرامون نقش یادگیرنده دارند. معلم در کلاس درس مبتنی بر این رویکرد راهنما و تسهیل‌گر یادگیری است و خود در کنار فراگیران نقش محقق را دارد. از دیگر مبانی نظری پشتیبان آموزش مبتنی بر مغز، نظریه ارتباط‌گرایی است. نظریه ارتباط‌گرایی نهضتی در علوم شناختی است که در تلاش است توانایی‌های فکری انسان را با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی تبیین کند. از نظر ارتباط‌گرایی، یادگیری عبارت است از: فرایند خلق گره‌ها و ارتباطات جدید. زیمنس^۱ (۲۰۰۵) نیز یادگیری را فرایند می‌داند نه محصول. او معتقد است که پیوندها نقطه شروع یادگیری را تشکیل می‌دهند نه محتوا، محتوا فقط محصول فرعی یادگیری است. محیط یادگیری بر مبنای نظریه ارتباط‌گرایی، شرایط زندگی واقعی را بهبود بخشیده و مهارت‌های مربوط به خلق نوآوری در فراگیران را فراهم می‌کند (جیراساتجانوکول و جیرونکسوان^۲، ۲۰۱۸). علاوه بر مبانی نظری، نتایج این فراتحلیل همسو با پژوهش‌هایی است که تأثیر معنی‌دار آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی را نشان می‌دهند (زارع و همکاران، ۱۴۰۱؛ طلیمی و همکاران، ۱۴۰۱؛ ابراهیمی و سرداری، ۱۴۰۰؛ داداش‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ پژمان‌فرد و همکاران، ۱۴۰۰؛ شاهسونی و همکاران، ۱۴۰۰؛ جهان‌شاهی و همکاران، ۱۴۰۰؛ بدیعی و همکاران، ۱۳۹۹؛ مشکین‌مهر و همکاران، ۱۳۹۸؛ نوظه‌وری و همکاران، ۱۳۹۸؛ جلالی و همکاران، ۱۳۹۸؛ سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۸؛ امجد و همکاران، ۲۰۲۳؛ یاتیم و همکاران، ۲۰۲۲؛ امجد^۳ و همکاران، ۲۰۲۲؛ لاگوداکیس^۴ و همکاران، ۲۰۲۲؛ اکمان و همکاران، ۲۰۲۰؛ اورنگو اوکاتاهی^۵ و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین نتایج این فراتحلیل با نتایج فراتحلیل فونا و همکاران (۲۰۲۴) همسو است. آنان با تحلیل ۱۴ مطالعه اندازه اثری برابر با ۳/۱۳۵ را به دست آوردند. از سوی دیگر اندازه اثر فراتحلیل اکمن و بیهان (۲۰۲۰) با مقدار ۱/۰۹۵ و اندازه اثر فراتحلیل گوزویشیل و دیکجی (۲۰۱۴) با مقدار ۰/۶۴۹ گزارش شده است. با وجود تفاوت در اندازه اثرهای به دست آمده، همگی مؤثر بودن آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی را تأیید می‌کنند. به عبارت دیگر، با اینکه اندازه اثرهای به دست آمده از فراتحلیل‌های ذکر شده متفاوت از یکدیگر هستند، اما درباره اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز در مقایسه با آموزش سنتی اتفاق نظر وجود دارد.

یکی دیگر از یافته‌های فراتحلیل تفاوت اندازه اثر خلاصه برحسب انواع روش‌های آموزش مبتنی بر مغز، متغیرهای پیامد چندگانه، نوع درس و انواع آزمودنی‌ها است. بیشترین اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی انواع روش‌های آموزش مبتنی بر مغز با شاخص‌های شناختی تربیتی، مربوط به روش آموزش با الگوی جنسن

1 Siemens

2 Jirasatjanukul & Jeerungsuan

3 Amjad

4 Lagoudakis

5 Oregwu Okatahi

می‌باشد. در تبیین یافته پژوهش حاضر می‌توان گفت توجه به روش‌های آموزش مبتنی بر مغز براساس الگوی آموزش جنسن می‌تواند در پیشرفت تحصیلی فراگیران مؤثر باشد. جنسن^۱ (۱۹۹۸) به پنج اصل مغز محور برای درک فرایند یادگیری مغز اشاره می‌کند که هر معلم باید در کلاس درس مورد توجه قرار دهد: پیشینه عصبی، زمینه یادگیری، کسب، بسط و رمزگذاری. پیشینه عصبی بر چگونگی یادگیری براساس یادگیری قبلی، شخصیت، محیط، همسالان و تجربه زندگی دانش آموز تأثیر می‌گذارد. زمینه یادگیری شامل عوامل عاطفی موجود در کلاس درس است. احساسات ابراز نشده می‌تواند مانعی برای یادگیری باشد. بنابراین معلمان باید دانش آموزان را به فعالیت‌هایی چون نمایش، بحث کردن و جشن گرفتن تشویق کنند تا دانش آموزان بتوانند احساسات خود را در کلاس درس تخلیه کنند. فراگیران باید زمانی را برای فعالیت صرف کنند به این صورت که زمان‌شان را صرف انجام پروژه‌ها، بحث، کار گروهی، نوشتن و بازخورد بگذرانند. آموزش مستقیم در هر کلاس بایستی تنها به ۱۵ الی ۲۰ دقیقه محدود شود. فعالیت‌های شرح و بسط به دانش آموزانی نیاز دارد که بتوانند ارتباطات عصبی‌شان را با مواد جدید که برای درک عمیق‌تر لازم است تقویت کنند. بالاخره، معلمان نیاز دارند تا دائماً یادگیری کلاسی در مغزهای دانش آموزان را رمزگذاری و بررسی نماید.

بخش دیگر یافته‌ها به اندازه اثر ترکیبی مدل تصادفی آموزش مبتنی بر مغز بر انواع شاخص‌های شناختی تربیتی طبق متغیر پیامدهای چندگانه اختصاص دارد. اندازه اثرهای ترکیبی با مدل تصادفی در پژوهش‌هایی که شاخص شناختی تربیتی راهبردی بود، دارای بیشترین اندازه اثر می‌باشد. در تبیین یافته فوق می‌توان گفت استفاده از راهبردهای آموزش مبتنی بر مغز می‌تواند به بهبود مهارت‌های راهبردی در فراگیران منجر شود. پرورش مهارت‌های راهبردی نیازمند فراهم کردن محیطی است که فراگیران در آن نقش فعالی داشته باشند و برای رسیدن به یادگیری اثربخش برانگیخته شوند. محیط آموزش مبتنی بر مغز می‌تواند چنین محیطی برای آموزش و یادگیری فراهم کند.

همچنین با بررسی اندازه اثرهای ترکیبی مدل تصادفی به تفکیک نوع درس مشخص شد، پژوهش‌هایی که در آن‌ها از آموزش مبتنی بر مغز در کسب آمادگی زبانی و خواندن استفاده شده است، به ترتیب دارای بیشترین اندازه اثر می‌باشند. آموزش خواندن و کسب آمادگی زبانی از مهم‌ترین مباحث شروع آموزش دانش آموزان است و موفقیت در آن می‌تواند زمینه موفقیت دانش آموزان را فراهم کند. یکی از دلایل مهم ضعف دانش آموزان در مهارت زبانی و خواندن، روش‌های نادرست آموزش است؛ بنابراین اصلاح روش‌های آموزش باید مورد توجه جدی قرار گیرد. این یافته با فراتحلیل رسول‌زاده (۱۳۹۷) همسو است که نشان می‌دهد از بین متغیرهای آموزشی، روش تدریس معلم بالاترین اندازه اثر را نسبت به عملکرد دانش آموزان در مهارت خواندن دارد. در تبیین این یافته می‌توان گفت روش‌های آموزش مبتنی بر مغز جز روش‌های

1 Jensen

تدریس یادگیرنده محور محسوب می‌شود. در این روش دانش‌آموزان نقش فعالی در فرایند یادگیری-یاددهی دارند و علایق، نیازها و توانایی‌های دانش‌آموزان باید مورد توجه قرار گیرد. نکته برجسته رویکرد آموزش مبتنی بر مغز نسبت به رویکردهای آموزش قبلی توجه به موضوع تفاوت‌های فردی مغز افراد یا همان منحصر به فرد بودن هر یادگیرنده است. منحصر به فرد بودن هر یادگیرنده در جستجو، اکتشاف و ساخت دانش و پردازش چندگانه اطلاعات در مغز ایجاب می‌کند که تفاوت‌های فردی فراگیران در فرایند تدریس و سنجش عملکرد آنان مورد توجه جدی قرار گیرد و از روش‌های چندگانه ارائه و بازنمایی دانش و تفکر بهره گرفته شود.

آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی دانش‌آموزان دارای اختلال ADHD و LD دارای بیشترین تأثیر است. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های ایدل و ساد^۱ (۲۰۱۹)، زیبایی‌ثانی و همکاران (۱۴۰۲)، مشهدی‌زاده و همکاران (۱۴۰۰)، شیوندی و خلیلی (۱۳۹۹) و یآوری و جلیلی شیشوانی (۱۳۹۹) همسو است. یافته‌ها نشان داد که آموزش مبتنی بر مغز به دلیل توجه به ظرفیت یادگیرندگان با اختلال یادگیری، باعث بهبود فریند یاددهی-یادگیری شده و به مشارکت فعال دانش‌آموزان منجر می‌شود. به طور کلی بسته‌های اصلاحی بر روی کودکانی مؤثر هستند که دارای اختلال مشخصی هستند و احتمالاً این بسته‌ها مؤلفه‌هایی را تقویت و اصلاح می‌کنند که در این کودکان این مؤلفه‌ها دارای کمبودهایی است.

علی‌رغم نتایج حاصل، این فراتحلیل دارای محدودیت‌هایی نیز بوده است که می‌توان به عدم پوشش تحقیقات خارجی، عدم دسترسی به مطالعات با یافته‌های غیرمعنی‌دار، در نظر نگرفتن متغیرهای مداخله‌گر در تحقیقات اولیه، نبود اطمینان کامل از صحت و دقت داده‌ها، ناکافی بودن اطلاعات روش‌شناسی در برخی از تحقیقات که روند شناسایی دقیق‌تر متغیرهای تعدیل‌کننده را با مشکل مواجه می‌کند و همچنین نمونه‌گیری به روش گلوله‌برفی که ممکن است پژوهش‌های دیگر در سایه استفاده از این روش نمونه‌گیری مورد توجه واقع نشده‌اند، اشاره کرد. با وجود محدودیت‌های ذکر شده، یافته‌های این فراتحلیل پیشنهادهایی برای پژوهشگران علاقه‌مند به پژوهش در حوزه آموزش مبتنی بر مغز دارد. با توجه به اثربخشی آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی به مسئولان و متخصصان آموزشی پیشنهاد می‌شود زمینه آموزش و کسب مهارت‌های لازم برای اجرای آموزش مبتنی بر مغز برای معلمان و دانشجومعلمان فراهم کنند. برگزاری دوره‌های آموزش ضمن خدمت یا کارگاه‌های آموزشی به همراه برخی همایش‌های علمی و آموزشی برای آشنا ساختن مسئولان آموزش و پرورش بالاخص معلمان و دانشجومعلمان با آموزش مبتنی بر مغز می‌تواند کمک‌کننده باشد. همچنین با توجه به اینکه روش آموزش مبتنی بر مغز در دانش‌آموزان دوره ابتدایی مؤثرتر از بقیه دوره‌ها است، پیشنهاد می‌شود معلمان از روش آموزش مبتنی بر مغز در راستای تحقق اهداف نظام آموزشی دوره ابتدایی بهره ببرند که این امر نیازمند اهتمام به فعالیت‌های مشارکتی با

1 Eiadl & Saad

دعوت از متخصصان حوزه‌های مختلف یادگیری از قبیل پژوهشگران علوم اعصاب، معلمان، برنامه‌ریزان درسی و حتی مدیران می‌باشد. با توجه به اندازه اثر بالای آموزش با الگوی جنسن، پیشنهاد می‌گردد معلمان در طراحی آموزشی از الگوی جنسن بهره‌مند شوند. در این پژوهش آموزش مبتنی بر مغز در کسب آمادگی زبانی و خواندن دارای بیشترین اندازه اثر بود و از آنجایی که آموزش خواندن و کسب آمادگی زبانی از مهم‌ترین مباحث شروع آموزش دانش‌آموزان است استفاده از روش‌های آموزش مبتنی بر مغز به معلمان و دست اندرکاران نظام آموزشی در زمینه مهارت‌های خواندن و آمادگی زبانی توصیه می‌شود. به منظور جمع‌آوری اطلاعات جامع‌تر، پژوهش‌های بیشتری در جوامع و مقاطع مختلف تحصیلی با لحاظ نمودن متغیرهای تعدیل‌کننده مختلف انجام گیرد تا امکان بررسی دقیق‌تر تأثیر آموزش مبتنی بر مغز بر شاخص‌های شناختی تربیتی فراهم گردد. همچنین ترکیب نتایج پژوهش‌هایی که درباره مقایسه آموزش مبتنی بر مغز با سایر روش‌ها انجام شده است، پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

- ابراهیمی، امین و سرداری، باقر (۱۴۰۰). اثربخشی یادگیری سازگار با مغز بر یادگیری خودتنظیمی و درگیری تحصیلی دانش‌آموزان متوسطه اول. *راهنمای شناختی در یادگیری*، ۹(۱۶)، ۱۳۹-۱۵۸.
- استرنبرگ، رابرت و استرنبرگ، کارین (۱۳۹۹). *روان‌شناسی شناختی*. ترجمه سید کمال خرازی و الهه حجازی. انتشارات سمت.
- بابایی، بیژن؛ شعبانی ورکی، بختیار؛ جاویدی کلاته جعفرآبادی، طاهره و مقیمی، علی (۱۳۹۶). یادگیری بدنمند: نقد رویکرد عصب‌پژوهی فلسفی به شناخت و یادگیری. *فلسفه تربیت*، ۳(۳)، ۹۰-۶۱.
- بدیعی، الهه؛ نیلی، محمدرضا؛ عابدینی، یاسمین و زمانی، بی‌بی عشرت (۱۳۹۹). تأثیر درس‌افزار با رویکرد یادگیری مبتنی بر مغز بر سطوح یادگیری شناختی دانش‌آموزان. *علوم تربیتی*، ۲۷(۱)، ۱۶۰-۱۳۹.
- بدیعی، الهه؛ نیلی، محمدرضا؛ عابدینی، یاسمین و زمانی، بی‌بی عشرت (۱۳۹۹). تأثیر درس‌افزار الکترونیکی مبتنی بر مغز بر عملکرد حل مسئله و انگیزش دانش‌آموزان در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر. *فناوری آموزش*، ۱۴(۴)، ۸۷۷-۸۹۰.
- پردل، فاطمه؛ زارع مقدم، علی؛ موسوی، سید عماد و قربانی، مریم (۱۳۹۸). بررسی اثربخشی آموزش‌های مغزمحور بر احوال کاری تحصیلی و اضطراب امتحان دانش‌آموزان. *رویش روانشناسی*، ۸(۶)، ۵۸-۵۱.
- پژمان‌فرد، مینا؛ واحدی، شهرام؛ هاشمی، تورج و بیرامی، منصور (۱۴۰۰). اثربخشی روش‌های یاددهی-یادگیری مبتنی بر مغز بر بهبود شرایط زمینه‌ای و انگیزشی یادگیری زبان انگلیسی. *چشم‌انداز برنامه درسی و آموزش*، ۱(۳)، ۱-۱۶.

- تاکاهاما اسپینوزا، تریسی (۱۳۹۵). بهسازی کلاس درس، کاربرد اصول علم ذهن، مغز و تربیت. ترجمه محمود تلخابی، آزاده بزرگی و لاله صحافی. انتشارات دانشگاه فرهنگیان.
- جلالی، صغری؛ پورشافعی، هادی و دانشمند، بدرالسادات (۹۸). تأثیر آموزش یادگیری مغز محور بر اضطراب و عملکرد تحصیلی درس ریاضی دانش آموزان دختر پایه هفتم. *روانشناسی مدرسه*، ۸(۴)، ۵۹-۴۱.
- جهانشاهی امجری، محمد؛ کرامتی نوجه ده سادات، مرضیه و فتحی، محمدرضا (۱۴۰۰). تأثیر یادگیری مبتنی بر مغز بر پیشرفت تحصیلی و ماندگاری مطالب درس زیست شناسی. *پژوهش های آموزش و یادگیری*، ۱۸(۳۳)، ۱۶-۱.
- حسینی، مهدی؛ دستجردی، رضا و پاکدامن، مجید (۱۳۹۴). تأثیر یادگیری مغز محور (B.B.L) بر نگرش و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی. *پژوهش در برنامه ریزی درسی*، ۱۲(۲۰)، ۷۳-۶۱.
- خاورزمینی، پروش؛ حبیبی کلپیر، رامین و مصرآبادی، جواد (۱۴۰۱). اثربخشی یادگیری سازگار با مغز بر شایستگی تحصیلی و توانایی های شناختی دانش آموزان. *پژوهش های تربیتی*، ۴۵، ۲۱-۱.
- خلیلی صدرآباد، افسر؛ ابراهیمی قوام، صغری و رادمنش، حمیده (۱۳۹۳). بررسی اثربخشی یادگیری مغز محور بر یادگیری خودتنظیم دانش آموزان دختر پایه اول دبیرستان شهر یزد. *مطالعات آموزشی و آموزشگاهی*، ۳(۹)، ۹۴-۷۷.
- داداش زاده، سعید؛ ملکی آوارسین، صادق؛ فتحی آذر، اسکندر و خدیوی، اسداله (۱۴۰۰). تأثیر راهبرد مبتنی بر زمینه براساس اصول یادگیری مغز محور بر سطوح یادگیری درس علوم تجربی دانش آموزان پایه سوم ابتدایی. *راهنمای آموزش در علوم پزشکی*، ۱۴(۴)، ۲۲۸-۲۲۰.
- دوستی دیلمی، محمد جعفر؛ عباسیان، حسین و کاظمی پور، سیدعلی (۱۴۰۰). اثربخشی آموزش ریاضی به روش مغز محور بر اهمال کاری تحصیلی، درک مطلب و سرعت یادگیری دانش آموزان مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش فعالی. *روانشناسی و روان پزشکی شناخت*، ۸(۶)، ۱۳۷-۱۲۵.
- رسول زاده، بهزاد (۱۳۹۷). فراتحلیل مطالعات مرتبط با مهارت خواندن در دانش آموزان دوره ابتدایی. *تدریس پژوهی*، ۶(۲)، ۳۳-۴۸.
- زارع، زهرا؛ بلاش، فرهاد و شیرعلی زاده، بتول (۱۴۰۱). تأثیر آموزش سازگار با مغز بر یادگیری شناختی، مهارتی و عاطفی دانش آموزان در درس زیست شناسی. *روانشناسی شناختی*، ۱۰(۲)، ۱۰۰-۸۸.
- زیبایی ثانی، مرتضی؛ محمدی پور، محمد و شکبیا، ابوالقاسم (۱۴۰۲). مقایسه اثربخشی آموزش یادگیری مغز محور و روش چندحسی بر حافظه کاری دانش آموزان پایه سوم با اختلال ریاضی. *روانشناسی افراد استثنایی*، ۱۳(۵۰)، ۱۵۸-۱۲۹.
- سلیمانی داودلی، غلامعلی؛ خرمایی، فرهاد؛ جوکار، بهرام و حسین چاری، مسعود (۱۳۹۸). بررسی اثربخشی روش آموزش خواندن براساس نظریه یادگیری مغز محور. *تدریس پژوهی*، ۷(۴)، ۱۴۹-۱۳۲.

سیف، علی اکبر (۱۳۹۵). روانشناسی پرورشی نوین. تهران: دوران.
سیفی، سمیه؛ ابراهیمی قوام، صغری؛ عشایری، حسن؛ فرخی، نورعلی و درتاج، فریبرز (۱۳۹۶). اثر یادگیری سازگار با مغز بر انعطاف پذیری شناختی و توجه انتخابی دانش آموزان. تازه های علوم شناختی، ۱۹(۳)، ۵۱-۶۱.

سیفی، سمیه؛ ابراهیمی قوام، صغری؛ عشایری، حسن؛ فرخی، نورعلی و درتاج، فریبرز (۱۳۹۶). اثربخشی یادگیری سازگار با مغز بر مولفه های برنامه ریزی و حل مسئله ی کارکردهای اجرایی دانش آموزان دبستان. روانشناسی تربیتی، ۱۳(۴۳)، ۹۹-۱۱۶.

سیفی، سمیه؛ ابراهیمی قوام، صغری؛ فرخی، نورعلی (۱۳۸۹). بررسی تأثیر آموزش یادگیری مغز محور بر درک مطلب و سرعت یادگیری دانش آموزان سوم ابتدایی. نوآوری های آموزشی، ۹(۳۴)، ۴۵-۶۰.
شاهسونی، سعیده، براتعلی، مریم و کشتی آرای، نرگس (۱۴۰۰). بررسی اثربخشی الگوی توسعه حرفه ای مداوم معلمان ریاضی مبتنی بر رویکرد تربیت مغز بر یادگیری و خودپنداره ریاضی دانش آموزان دختر دوره متوسطه دوم شهر اصفهان. پژوهش در برنامه ریزی درسی، ۱۸(۴۲)، ۱۵۲-۱۳۵.

شعبانی، حسن (۱۴۰۰). مهارت های آموزشی و پرورشی (روش ها و فنون تدریس). تهران: سمت.
شیوندی، کامران و خلیلی، فروغ (۱۳۹۹). مقایسه اثربخشی آموزش یادگیری مغز محور و آموزش کارکردهای اجرایی بر عملکرد فرا حافظه کودکان مبتلا به اختلالات یادگیری خاص. روانشناسی تربیتی، ۱۶(۵۶)، ۲۸۰-۲۵۷.

صاحب یار، حافظ و مصرآبادی، جواد (۱۴۰۰). اثربخشی یادگیری معکوس بر شاخص های تربیتی: مطالعه فرا تحلیل. نوآوری های آموزشی، ۲۰(۳)، ۷-۳۰.

طلیمی، رضا؛ باقری، محسن و یاسبلاغی شراهی، بهمن (۱۴۰۱). تأثیر اپلیکیشن آموزشی مبتنی بر مغز بر یادگیری و یادداری درس علوم تجربی دانش آموزان پایه دوم ابتدایی. پژوهش در یادگیری/آموزشگاهی و مجازی، ۱۰(۳۷)، ۳۴-۲۱.

فتحی آذر، اسکندر (۱۳۹۶). روش ها و فنون تدریس. تبریز: دانشگاه تبریز.
مشکین مهر، علیرضا؛ پورمحمد، مهدی؛ نوشی، موسی و تلخایی، محمود (۱۳۹۸). بررسی اثر به کارگیری اصول آموزش مغز محور بر فراگیری و به یادآوری لغات توسط زبان آموزان انگلیسی به عنوان زبان خارجی. نقد زبان و ادبیات خارجی، ۱۶(۲۲)، ۲۶۹-۲۳۹.

مشهدی زاده، شهرام؛ هاشمی، بیتا و محمدی، لایلا (۱۴۰۰). اثربخشی یادگیری مبتنی بر آموزش مغز بر مهارت حل مسئله و حافظه فعال دیداری-فضایی پسران پیش دبستانی با نارسایی ویژه در یادگیری. کودکان استثنایی، ۲۱(۳)، ۳۰-۱۷.

مصرآبادی، جواد (۱۳۹۵). *فراتحلیل (مفاهیم، نرم افزار و گزارش نویسی)*. انتشارات دانشگاه شهید مدنی آذربایجان.

نوری، علی (۱۳۹۰). *تدوین چارچوب مفهومی برنامه درسی سازگار با مغز*. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

نوری، علی (۱۳۹۳). *مبانی و اصول عصب شناختی یادگیری و تربیت*. تهران: سمت.

نوظهوری پهرآباد، رامین؛ فتحی آذر، اسکندر و ادیب، یوسف (۱۳۹۸). تأثیر آموزش مبتنی بر مغز در میزان یادگیری و آمادگی زبانی نوآموزان دوره پیش دبستانی. *پژوهش در برنامه ریزی درسی*، ۱۶ (۳۵)، ۵۳-۶۳

یاوری، هانیه و جلیلی شیشوانی، علی (۱۳۹۹). اثربخشی یادگیری سازگار با مغز بر کارکردهای روزانه حافظه و کمک طلبی تحصیلی دانش آموزان مبتلا به ناتوانی های یادگیری. *پژوهش در نظام های آموزشی*، ۱۴ (۵۱)، ۱۹۰-۱۷۵.

Akman, P., Yapici, A., Kutlu, M. O., Tuncel, F., & Deiroglari, G. (2020). The effect of english teaching on academic achievement based on brain based learning theory (BBL). *African Educational Research Journal*, 8(2), 158-163.

Al-Tarawaneh, A., Altarawaneh, A. F., & Karaki, W. (2021). Effect of brain-based learning in developing spatial ability of ninth grade students with low achievement in mathematics. *Journal of educational and social research*, 11(5), 141-150.

Amjad, A. I., Habib, M., & Saeed, M. (2022). Effect of brain-based learning on students' mathematics performance at Elementary level. *Pakistan Journal of Social Research*, 4(3), 38-51.

Amjad, A. I., Habib, M., Tabassu, U., Alvi, G. F., Taseer, N. A., & Noreen, I., (2023). The impact of brain-based learning on students' intrinsic motivation to learn and perform in Mathematics: A neuroscientific study in school psychology, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 16(1), 111-122.

Babayee, B., Shaabani Varaki, B., Javidi Kalateh Jaafarabadi, T., & Moghimi, A. (2018). Embodiment learning: A critique of neurophilosophy approach to cognition and learning. *Philosophy of Education*. 2(2), 61-90. [In Persian].

Badiee, E., Nili, M, R., Abedini, Y., & Zamani, B, E. (2020). The impact of courseware with brain-based learning approach on students' cognitive learning levels. *Journal of Educational Sciences*, 27(1), 139-160. [In Persian].

Badiee, E., Nili, M, R., Abedini, Y., & Zamani, B, E. (2020). The effect of brain-based electronic courseware on problem solving performance and motivation of students in computer programming course. *Technology of Education Journal*, 14(4), 877-890. [In Persian].

Caine, R. N., & Caine, G. (1990). Understanding a brain-based approach to learning and teaching. *Educational Leadership*, 48(2): 66-70.

- Caine, R. N., Caine, G. (1991). *Making connections: Teaching and the human brain*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dadashzadeh, S., Malekiavarsin, S., Fathiazar, E., & Khadivi, A. (2021). The effect of the context-based approach in terms of the brain-based learning principles at the levels of learning experimental science among third grade elementary students. *Education Strategies in Medical Sciences*, 14 (4), 220-228. [In Persian].
- Davidesco, I., Matuk, C., Bevilacqua, D., Poeppel, D., & Dikker, S. (2021). Neuroscience research in the classroom: Portable brain technologies in education research. *Educational Researcher*, 50(9), 649-656.
- Debbie, I. C. (2003). Brain-compatible learning: Principles and applications. *Journal of Athletic Training*, 38(4).342-349.
- Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P., & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-8.
- Diyaddin, Y. M. (2017). Brain-based learning in science education in Turkey: Descriptive content and Meta-analysis of dissertations. *Journal of education and practice*, 8(9): 161-168.
- Doosti Deilami, M. J., Abbasian, H., & Kazemipour, S. A. (2022). The effectiveness of brain-based mathematics teaching on academic procrastination, comprehension, and learning rate of students with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry*, 8 (6), 125-137. [In Persian].
- Ebrahimi, A & Sardari, B. (2021). The effectiveness of brain-compatible learning on self-regulated learning and academic engagement in secondary school students. *Biquarterly Journal of Cognitive Strategies in Learning*, 9(16), 139-158. [In Persian].
- ElAdl, A. M., & Saad, M. A. E. (2019). Effect of a brain-based learning program on working memory and academic motivation among tenth grade omanis students. *Online Submission*, 8(1), 42-50.
- Ekemen, H & Beyhan, O. (2020). The effect of brain-based learning on academic achievement and students attitude in Turkey: A meta analytical study. *Research on education and psychology*, 4, 18-33.
- Fathi Azar, E. (2017). *Teaching methods*. Tabriz University Press. [In Persian].
- Funa, A. A., Ricafort, J. D., Jetomo, F. G. J., & Lasala Jr, N. (2024). Effectiveness of brain based learning toward improving student's conceptual understanding: A Meta-analysis, *International Journal of Instruction*, 17(1), 361-380.
- Gozuyesil, E., & Dikici, A. (2014). The effect of brain based learning on academic achievement: A Meta-analytical study. *Educational sciences*, 14(2), 642-648.
- Grospietsch, Finja & Mayer, Jurgan. (2020). Misconceptions about neuroscience – prevalence and persistence of neuromyths in education. *Neuroforum*, 26(2), 63-71.

- Gulten, K., & Hasan, B. (2018). Improving knowledge retention via establishing brain-based learning environment. *Journal of education studies*, 4(9): 208-218.
- Hardiman, M. (2012). Informing pedagogy through the brain-targeted teaching model. *Journal of microbiology & biology education*, 13(1): 11-16.
- Inocian R. B. (2015). Integrated arts-based teaching (IAT) model for brain-based learning. *Journal of Curriculum and Teaching*, 4(2): 130-143.
- Jahanshahi Amjazi, M., Keramati Nojedehsadat, M., & Fathi, M., R. (2021). The brain-based learning effect on academic progress and retention of biology course materials. *Training & Learning Researches*, 18(1), 1-16. [In Persian].
- Jalali, S., Pourshafei, H., & Daneshmand, B. (2020). Investigating the effect of brain-based learning on anxiety and academic performance in math in the 7th grade female students. *Journal of School Psychology and Institutions*, 8(4), 41-59. [In Persian].
- Jensen E. (1998). *Teaching with the brain in mind*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jiang W, Xiao Z, Liu Y, Guo K, Jiang J, Du X. (2019). Reciprocal relations between grit and academic achievement: A longitudinal study. *Learning and Individual Differences*, 71, 13-22.
- Jirasatjanukul, K., & Jeerungsuwan, N. (2018). The Design of an instructional model based on Connectivism and Constructivism to create innovation in real world experience. *International Education Studies*, 11(3): 12-17.
- Hasani, M., Dastjerdi, R., & Pakdaman, M. (2015). The effect of brain-based learning (B.B.L) on attitude & academic achievement of students in mathematic. *Research in Curriculum Planning*, 12(20), 61-73. [In Persian].
- Khalili Sadrabad, A., Ebrahimi Ghavam, S., & Radmanesh, H. (2014). Effect of brain-based learning on self-regulation learning among first-year girl students in high school in Yazd. *Journal of Educational and Scholastic Studies*, 3(2), 77-94. [In Persian].
- Khavarzamini, P., & habibi kaleybar, R., & mesrabadi, J. (2022). The effectiveness of brain-compatible learning on student's academic competence and cognitive abilities. *Journal of Educational Research*, 11 (45), 203-218. [In Persian].
- Kosar, G., & Bedir, H. (2018). Improving knowledge retention via establishing brain-based learning environment. *European journal of education studies*, 4(9), 208-218.
- Lagoudakis, N., Viachos, F., Christidou, V., & Vavougios, D. (2022). The effectiveness of a teaching approach using brain-based learning elements on students' performance in a biology course. *Cogent Education*, 9, 1-13.
- Larrison, A. L. (2013). *Mind, Brain and Education as a framework for curricular reform*. A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirement for the degree Doctor of Education in Educational Leadership. California State University, San Marcos.

- Mashhadizadeh, S., hashemi, B., & Mohammadi L. (2021). Effectiveness of brain-based learning on problem-solving skills and visual-spatial active memory of preschool boys with specific learning disabilities. *Journal of Exceptional Children*, 21(3), 17-30. [In Persian].
- Meshkin Mehr, A. R., Purmohammad, M., Nushi, M., & Talkhabi, M. (2019). Investigating the effect of applying brain-based learning principles on the learning and retention of vocabulary by EFL learners. *Critical Language and Literary studies*, 16(22), 239-270. [In Persian].
- Mesrabadi, J. (2016). *Meta-Analysis. Concept, software & reporting*. Azarbaijan Shahid Madani University. [In Persian].
- Murphy, S. C. (2017). *The Promise and Pitfalls of neuroeducation as a grounding for instructional practices: An exploration of K-12 application and assessment*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Education in Learning and Leading University of Portland School of Education.
- Nouri, A. (2011). *Developing a brain-based curriculum conceptual framework*. PhD thesis, Tarbiat Modares University. [In Persian].
- Nouri, A. (2014). *Neuroscience bases of learning and education*. Tehran: Samt. [In Persian].
- Nozohouri, R., Fathiazar, E., Adib, Y., & Bafandeh Gharamaleki, H. (2019). The effect of brain-based education on level of learning of preschoolers and their linguistic preparedness. *Research in Curriculum Planning*, 16(35), 53-63. [In Persian].
- Orengwu Okatahi, A., Apeh, H. A., & Iyiegbuniwe, O. A. (2020). Effect of brain-based learning strategies on secondary school students' academic achievement in Federal Capital Territory, Abuja, Nigeria. *East African Journal of Education and Social Sciences*, 1(3), 145-156.
- Ozden, M., & Gultekin, M. (2008). The effects of brain-based learning on academic achievement and retention of knowledge in science course. *Electronic Journal of science education*, 12(1), 1-17.
- Pezhmanfard, M., Vahedi, Sh., Hashemi, T., & Beyrami, M. (2022). The effectiveness of brain-based learning teaching methods on improving the context and motivation of English learning. *Learner-based Curriculum and Instruction Journal*, 1(3), 1-16. [In Persian].
- Pordel, F., Zare-Moghaddam, A., Mousavi, S., & Ghorbani, M. (2019). Investigating the effectivity of brain-centered trainings on academic procrastination and students' test anxiety. *Rooyesh-e-Ravanshenasi*, 8 (6) :51-58. [In Persian].
- Rasoulzadeh, B. (2018). Meta-Analysis of variables related to the performance of elementary students in reading skills. *Journal of Research in Teaching*, 6(2), 33-48. [In Persian].

- Reshma, HS., & Reddy, S. M. (2021). Influence of brain-based learning strategies on academic motivation, stress and self-Esteem of high school students in North Bangalore. *Psychology and education journal*, 58(2): 6329-6332.
- Rushton, S. (2011). Neuroscience, early childhood education and play: We are Doing It Right! *Early Childhood Education Journal*, 39, 89-94.
- Sahebyar, H., & Mesrabadi, J. (2021). The effectiveness of flipped learning on educational indicators: A meta-analysis study. *Journal of Educational Innovations*, 20(3), 7-30. [In Persian].
- Saif, A. A. (2016). *Modern education psychology, psychology of learning and instruction*. Tehran: Dowran. [In Persian].
- Saifi, S., Ebrahimi gavam, S., Ashaeri, H., Farrokhi, N., & Dortaj, F. (2017). The Effectiveness of a brain compatible learning on cognitive flexibility and selective attention of students. *Advances in Cognitive Sciences*, 19(3), 51-61. [In Persian].
- Saifi, S., Ebrahimi gavam, S., Ashaeri, H., Farrokhi, N., & Dortaj, F. (2017). The effectiveness of brain compatible learning on the components of planning and problem solving of executive functions in elementary school students. *Educational Psychology*, 13(43), 101-118. [In Persian].
- Saifi, S., Ebrahimi gavam, S., Farrokhi, N. (2010). Effect of brain-based learning on comprehension and pace of learning of grade 3 primary school students. *Journal of Educational Innovations*, 9(2), 45-60. [In Persian].
- Saleh, S., & Subramaniam, L. (2018). Effects of brain-based teaching method on physics achievement among ordinary school students, *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 17: 1-5.
- Shaabani, H. (2021). *Educational and educational skills (teaching methods and techniques)*. Tehran: Samt. [In Persian].
- Shahsavani, S., Baratali, M., & Keshtiaray, N. (2021). Innovating the impact continuous professional development model of mathematics teachers based on brain education approach on mathematical learning and self-concept in high school female students of the City of Isfahan. *Research in Curriculum Planning*, 18(2), 135-152. [In Persian].
- Sheivandi, K., & khalili, F. (2020). The comparison of the effectiveness of brain-based learning and executive functions training on meta-memory in children with special learning disabilities. *Educational Psychology*, 16(56), 257-280. [In Persian].
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 2(1): 3-10.
- Soleimani Davodly, GH., Khormaye, F., Jokar, B., & Hosienchsry, M. (2019). The present study aims to provide a brain-based Reading Teaching method in the primary schools and to compare its effectiveness with the current teaching method. *Journal of Teaching and Research*, 7(4), 132-149. [In Persian].

- Sternberg, R. J., & Sternberg, K. (2020). Cognitive psychology. Translated by Seyed Kamal Kharrazi and Elahe Hejazi. Samt Publications. [In Persian].
- Talimi, R., Bagheri, M., & Yasbolaghi Sharahi, B. (2022). The Effect of instructional application according to brain-based Learning on learning and retention in science course of second grade elementary students. *Research in School and Virtual Learning*, 10(1), 21-34. [In Persian].
- Tokuhamma-Espinosa, T. (2008). *The scientifically substantiated art of teaching: A study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science)*. Doctoral dissertation, Capella University.
- Tokuhamma-Espinosa, T. (2014). *Making classroom better: practical applications of mind, brain and education science*. Translated by Mahmood Talkhabi, Azadeh Bozorgi & Laleh Sahafi. Farhangian University press. [In Persian].
- Triana, M., Zubainur, C. M & Bahrur, B. (2019). Students' mathematical communication ability through the brain-based learning approach using autograph. *Journal of research and advances in mathematics education*, 4(1), 1-10.
- Von Anthony G, T., & Zenaida, C. (2016). Whole brain teaching in the Philippines: Teaching strategy for addressing motivation and academic performance. *International Journal of Research Studies in Education*, 5(3): 59-70.
- Walker, J. (2016). *Brain-targeted early childhood beginnings: a case study in India*. A dissertation submitted to Johns Hopkins University in conformity with the requirements for the degree of Doctor of Education.
- Yatim, S. S. K. M., Saleh, S., Zulnaidi, H., Yew, W. Th., & Yatim, S. A. M. (2022). Effects of brain-based teaching approach integrated with geogebra (BGeo Module) on students' conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 15(1), 327-346.
- Yavari, H., & Jalili Shishavan, A. (2021). The effectiveness of a brain based learning on everyday memory functioning and academic help seeking of students with learning disability. *Journal of Research in Educational Systems*, 14(51), 175-190. [In Persian].
- Zare, Z., Balash, F., & Shiralizadeh, B. (2022). The effect of "brain-based learning" education on student's cognitive, skill and emotional learning in biology. *Journal of Cognitive Psychology*, 10 (2), 88-100. [In Persian].
- Zibaei Sani, M., Mohammadipoor, M., & Shakiba, A. (2023). Comparison of the effectiveness of brain-based learning education and multisensory method on working memory of third grade students with dyscalculia. *Psychology of Exceptional Individuals*, 13(50), 129-158. [In Persian].

