



اثر مولفه‌های عصب شناختی محیط‌محور بر یادگیری ریاضی دانش‌آموزان ناموفق دختر

فرزانه میکائیلی منیع*^۱ میترا تاراج^۲ شلر آب‌خیز^۳

۱. دانشیار، روان‌شناسی تربیتی، گروه روانشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
f.michaeli.manee@gmail.com
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، روانشناسی تربیتی، گروه روانشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
mitra_t2011@yahoo.com
۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، روانشناسی تربیتی، گروه روانشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
abkhizsh@gmail.com

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر آموزش یادگیری مغز محور بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان ناموفق دختر با تأکید بر مولفه‌های محیطی بود. در این مطالعه از روش نیمه تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شد. برای دستیابی به این مهم تعداد ۳۰ دانش‌آموز دختر با توجه به نمرات ریاضی در پایه دوم و سوم ابتدایی و نیز آزمون معلم ساخته از بین جامعه آماری دانش‌آموزان پایه دوم و سوم مدارس دولتی ابتدایی ارومیه انتخاب شدند. با توجه به توصیفی بودن سیستم ارزشیابی، که به جای نمره دادن به دانش‌آموزان از عبارات کیفی [مانند نیاز به تلاش بیشتر، قابل قبول، خوب، خیلی خوب، عالی] استفاده می‌شد، ۳۰ نفر از دانش‌آموزانی که در سطح نیاز به تلاش بیشتر قرار داشتند بصورت تصادفی انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل گمارده شدند. به اولیاء گروه آزمایش طی یک جلسه دو ساعته آموزش یادگیری مغز محور داده شد. محیط یادگیری بر اساس مؤلفه‌های محیطی تأثیرگذار بر مغز (نور، تغذیه، اکسیژن، رنگ، موسیقی، آب) تغییر یافت. سپس معلم دروس خود را بر اساس اصول یادگیری مغز محور طی ۱۰ جلسه آموزش داد. برای هر دو گروه (آزمایش و گواه) پیش‌آزمون و پس‌آزمون ریاضیات ایران کی کت اجرا شد. نتایج حاکی از آن بود که آموزش یادگیری مغز محور بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان تأثیر قابل توجهی گذاشته است.

واژه‌های کلیدی: آموزش یادگیری مغز محور، مولفه‌های عصب شناختی محیط‌محور، یادگیری ریاضی

^۱ نویسنده مسئول؛ دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. f.michaeli.manee@gmail.com



The Effect of Environmental Neurological Components on Math Learning of Unsuccessful Female Students

Farzaneh Mikaeili Manee*¹ Mitra Taraj² Sheler Ab khiz³

1. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Literature & Humanities, Urmia University, Urmia, Iran. f.michaeli.manee@gmail.com

2. Master graduated of Educational Psychology, Department of Psychology, Faculty of Literature & Humanities, Urmia University, Urmia, Iran. mitra_t2011@yahoo.com

3. Master graduated of Educational Psychology, Department of Psychology, Faculty of Literature & Humanities, Urmia University, Urmia, Iran. abkhizsh@gmail.com

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of brain-based learning training on improving the math performance of unsuccessful female students with emphasis on environmental components. In this study, quasi-experimental methods with pre-test and post-test with control group were used. To achieve this important goal, 30 female students were selected from the statistical population of second and third grade students of Urmia public primary schools according to the mathematics scores in the second and third grade of elementary school and also the teacher-made test. Due to the descriptive nature of the assessment system, which uses qualitative terms [such as need for more effort, acceptable, good, very good, excellent] instead of grading students, 30 students who are at the level of need for effort Most of them were randomly selected and randomly assigned to experimental and control groups. The parents of the experimental group were trained in brain-based learning during a two-hour session. The learning environment was changed based on the environmental components affecting the brain (light, nutrition, oxygen, color, music, water). The teacher then taught his lessons based on the principles of brain-based learning in 10 sessions. For both groups (experimental and control), pre-test and post-test of Iran Kikat mathematics were performed. The results showed that brain-based learning training had a significant effect on improving students' mathematical performance.

Key words: Brain-based learning training, environment-oriented neurological components, Learning of mathematics

*Corresponding Author, Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Literature & Humanities, Urmia University, Urmia, Iran. f.michaeli.manee@gmail.com



مقدمه

آموزش ریاضی شاخه‌ای از علوم بشری است که در سال‌های اخیر جایگاه مهمی در محافل علمی جهان و به طور خاص در کشورهای توسعه‌یافته پیدا کرده است. رویکردهای آموزشی فراوانی در جهت بهبود درس ریاضی دانش‌آموزان طراحی شده است که یکی از آن‌ها الگوی آموزش یادگیری مغزمحور^۱ یا BBL است. با وجود روش‌های تدریس متنوع در سیستم آموزشی کمتر روش تدریسی بر ساختار و کارکرد مغز اشاره داشته است (هایلند^۲، ۲۰۰۵). در این راستا، شمشیری (۱۳۸۶) در کتاب خویش بیان کرده که؛ گیکه^۳ (۲۰۰۵) معتقد است که رابطه علم اعصاب و تعلیم و تربیت باید دو طرفه باشد و مربیان نیز برای پروژه‌های علوم اعصاب سؤال‌هایی مطرح کنند و به موازات آن از آزمایش‌های علوم اعصاب داده‌های تربیتی بیرون بکشند. به نظر کوایزومی^۴ (۲۰۰۴) نیز یادگیری و تعلیم و تربیت می‌تواند یک رشته جدید از علوم طبیعی در نظر گرفته شود که قلمرو آن کل حیطه زندگی انسان است. این قلمروی نوین را با عناوین مختلفی نظیر «ذهن، مغز و تعلیم و تربیت» (به نقل از شمشیری، ۱۳۸۶) و تعلیم و تربیت مغز محور یا سازگار با مغز (جنسن^۵، ۲۰۰۰) معرفی کرده‌اند. یادگیری مغزمحور به‌عنوان رویکردی جدید در آموزش و شناخت مسیری که مغز به‌طور طبیعی برای یادگیری طراحی می‌نماید، از سال ۱۹۸۰ مطرح شده است و پژوهش‌های آن رو به گسترش است (جنسن، ۲۰۱۱، ترجمه سیفی و نصرتی). مغز انسان سیستم پیچیده‌ای است که هنوز در مدارس به عنوان یک وسیله ساده برای ذخیره و بازیابی اطلاعات نگریسته و استفاده می‌شود (هایلند، ۲۰۰۵). به نظر می‌رسد عبور سریع از ساخت کیفی مسائل به شکل کمی، موجب پیشرفت نامطلوب فراگیران در درس ریاضی می‌گردد و راهبرد یادگیری مغزمحور توانسته است به عنوان شیوه آموزشی واسطه‌ای در پردازش محتوای ریاضی موثر باشد (حسنی، دستجردی و پاکدامن، ۱۳۹۴).

یادگیری مغزمحور عبارت است از شناخت قواعد و مقررات مغز برای یادگیری معنادار و سازماندهی آموزش‌ها براساس آن تمسکی^۶ (۲۰۰۷). یادگیری مغزمحور بر مفاهیمی متمرکز است که فرصتی برای انتقال دانش، اکتساب و نگهداری اطلاعات خلق می‌کند (عبدی و احمدیان، ۱۳۹۰). یادگیری مغزمحور با در نظر گرفتن نحوه کارکرد مغز و با کشف راههایی که کارکرد مغز را به حداکثر می‌رساند، به فرایند یادگیری کمک کرده و در تسهیل‌سازی آن نقش دارد و نشاندهنده این است که تقویت

¹ Brain Based Learning(BBL)

² Hoiland

³Gike

⁴Koizumi

⁵Jensen

⁶ Tompkins



ویژگی‌های مغزی موجب بهبود عملکرد مغز و در نتیجه آثار مثبتی بر یادگیری می‌گردد (دیکیزی و گوزوسیل، ۲۰۱۴). به نظر آقازاده (۱۴۰۰) آموزش ریاضی به شیوه مغزمحور نیازمند توجه به ساخت‌ها در مدارس است. انطباق متقابل محیط، تجارب، پردازش اطلاعات و ساخت‌های منطقی طبیعی مربوط به مغز، با برنامه‌ها و روش‌های آموزشی ریاضیات ضرورتی است که باید مورد توجه قرار گیرد. مهم‌ترین مولفه‌های اثرگذار در یادگیری مغزمحور که هرکدام خود دارای زیرمولفه‌هایی است عبارتند از: هوشیاری توأم با آرامش، غوطه‌ورسازی هماهنگ در تجارب پیچیده و پردازش فعال اطلاعات (آقازاده، ۱۴۰۰). راهبرد یادگیری مغزمحور یک راهبرد فراگیر-محور است که توسط معلمانی که توانایی‌های شناختی فراگیران را (که برای معنادار کردن هرچه بیشتر یادگیری اهمیت دارد) به کار می‌گیرند، به راحتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (باتلونا و همکاران، ۲۰۱۸).

مغز جایگاه انواع یادگیری، چه سطحی و چه معنادار، است و همه یادگیری‌ها بر محور این عضو می‌چرخد. هدف از هر روش تدریس بهبود یادگیری فراگیران و پیشرفت تحصیلی آنها است. در آموزش و یادگیری مغز محور با تأکید بر ساختار و کارکرد مغز برای مهم‌ترین فعالیت آن (یادگیری) یکسری اقدامات آموزشی مبنی بر اصول سازگار با یادگیری مغز اجرا گردیده، محیط یادگیری به لحاظ نور، اکسیژن، آب، تغذیه، موسیقی، رنگ و خواب آماده گردیده و تأثیرات این عوامل بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پژوهش‌های مرتبط با آموزش و یادگیری مغزمحور نشان داده که کاربرد اصولی یادگیری مغزمحور در تدریس و یادگیری، بر نمرات درس ریاضی و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان افزوده است. به عنوان مثال حسنی، دستجردی و پاکدامن (۱۳۹۴) در یک پژوهش نیمه‌آزمایشی و طرح کنترل نابرابر تاثیر یادگیری مغزمحور را بر نگرش و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی دانش‌آموزان پنجم ابتدایی بررسی کردند. این پژوهشگران ۵ جلسه آموزش برای آموزگار کلاس و ۳ جلسه آموزش برای اولیا و سایر عوامل مدرسه در رابطه با یادگیری مغزمحور برگزار کردند. در مولفه‌های تاثیرگذار محیط یادگیری شامل رنگ کلاس، تغذیه، آب، رایحه طبیعی و موسیقی، تغییراتی دادند. در ادامه، تدریس درس ریاضی به گروه آزمایش به شیوه یادگیری مغزمحور سه ماه اجرا شد. تحلیل داده‌ها حاکی از این بود که یادگیری مغزمحور تاثیر قابل توجه و معناداری بر نگرش و

¹ Dikici & Gozuyesil

² Batlolona



پیشرفت تحصیلی درس ریاضی دانش‌آموزان داشته است. آدیانشا^۱ و همکاران (۲۰۱۷) نیز در بررسی اثر یادگیری مغزمحور و

تفکر خلاقانه بر توانایی یادگیری مفاهیم ریاضی در دانش‌آموزان ابتدایی دریافتند که سطح نمرات در گروهی که به روش

یادگیری مغزمحور درس را فرا گرفته بودند بالاتر از سطح نمرات گروهی است که به روش مدل یادگیری بحث درس را

آموخته بودند.

یک پژوهش نیمه تجربی اثرات تدریس به روش یادگیری مغزمحور بر پیشرفت درس فیزیک در دانش‌آموزان مدرسه

عادی در مالزی را نشان داده است (صالح و سوبرامانیان،^۲ ۲۰۱۹). ماینارد^۳ (۲۰۱۶) در طی پژوهشی بر دانش‌آموزان مدرسه

خصوصی که مشکلات یادگیری زبان داشتند اثرات آموزش راهبردهای دفاع از خود را به روش یادگیری مغزمحور بر ادراک

دانش‌آموزان از خوددفاعی و مهارت‌های مرتبط با آن بررسی کرد. نتایج حاکی از این بود که ۶۱ درصد از کل دانش‌آموزان که

پیش از آموزش تعریف درستی از خوددفاعی نداشتند، به درک درستی از آن رسیدند. علاوه بر این شیوه آموزش بر یادگیری

راهبردهای بهبود و تقویت مهارت‌های زندگی دانش‌آموزان ابتدایی موثر بود و آنانی که مرکز کنترل درونی داشتند نسبت به

کسانی که مرکز کنترل بیرونی داشتند بهتر عمل کردند (کاور،^۴ ۲۰۱۳). جازولی^۵، سولیهاتین و سیاهریال^۶ (۲۰۱۹) در یک

پژوهش آزمایشی با طرح پس‌آزمون، اثر یادگیری مغزمحور و یادگیری پروژه‌محور را بر بازده و نتایج یادگیری ریاضی در

دانشجویان با سبک یادگیری دیداری در رشته تحصیلی مقدماتی بر ریاضیات پایه در دانشکده تدریس و آموزش دانشگاه هالو

اولئو اندونزی بررسی کردند. بازده دانشجویان در درس ریاضی از طریق آزمون‌ها و داده‌های مربوط به سبک یادگیری از

پرسشنامه‌ها جمع‌آوری شد. نتایج حاکی از این بود که دانشجویان با سبک یادگیری دیداری در گروهی که در تدریس به آن‌ها

راهبرد یادگیری مغزمحور به کار گرفته شده بود، نسبت به گروه دیگر که با راهبرد یادگیری پروژه‌محور به آن‌ها تدریس شده

بود، نمرات بالاتر و نتایج بهتری را نشان دادند. بنابراین این پژوهشگران نتیجه گرفتند که فراگیرانی که سبک یادگیری دیداری

را در اولویت قرار می‌دهند، با راهبردهای یادگیری مغزمحور تناسب و سازگاری بهتری را نشان می‌دهند. جلالی، پورشافعی و

دانشمند (۱۳۹۸) هدف بررسی تأثیر آموزش یادگیری مغز محور بر اضطراب و عملکرد تحصیلی درس ریاضی دانش‌آموزان

پژوهشی نیمه آزمایشی با پیش‌آزمون - پس‌آزمون با کنترل را در نمونه دانش‌آموزان پایه هفتم انجام دادند. نتایج نشان داد

¹ Adiansha

² Saleh & Subramaniam

³ Maynard

⁴ Kaur

⁵ Jazuli

⁶ Solihatin, & Syahrial



که گرچه این راهبرد تأثیری بر کاهش اضطراب دانش‌آموزان نداشته است اما در بهبود سطح نمرات درس ریاضی این دانش‌آموزان و عملکرد تحصیلی در این درس موفق بوده است.

یادگیری مغز محور عبارت است از شناخت قواعد و مقررات مغز برای یادگیری معنادار و سازمان‌دهی آموزش‌ها بر اساس آن‌ها. اساس یادگیری مغز محور این است که مغز به طور طبیعی برای یادگیری معنادار برنامه‌ریزی شده است و درست همانطور که هر متخصصی برای عملکرد بهتر خود نیازمند شناخت مجموعه درگیر با آن تخصص می‌باشد (به عنوان مثال پزشک برای درمان بیماری نیازمند شناخت کامل بدن می‌باشد)، معلمان نیز به عنوان متخصصان یادگیری لازم است که از نحوه یادگیری در مغز آگاه باشند و اصول سازگار با مغز را به کار ببندند تا یادگیری پایدار و اساسی در ذهن دانش‌آموزان شکل بگیرد (ولف، ۲۰۰۱). براین اساس در پژوهش حاضر به دلیل اهمیت درس ریاضی در مدارس ابتدایی، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر آموزش یادگیری مغز محور بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان ناموفق سوم ابتدایی پرداخت.

روش

طرح پژوهش جاری یک طرح نیمه آزمایشی است. بر همین اساس یک گروه آزمایشی و یک گروه کنترل (گواه) از بین آزمودنی‌ها انتخاب شدند. جهت کنترل متغیر جنسیت فقط از آزمودنی‌های مؤنث استفاده شد. بر روی گروه آزمایشی، متغیر مستقل راهبرد یادگیری مغز محور و بر روی گروه کنترل هیچ مداخله‌ای صورت نگرفت و در نهایت تغییرات متغیر وابسته در هر دو گروه اندازه‌گیری و به عنوان معیاری برای مقایسه‌های لازم مورد استفاده قرار گرفت. به طور کلی طرح این پژوهش یک طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری مورد استفاده در این پژوهش، کلیه دانش‌آموزان دختر پایه دوم و سوم ابتدایی مدارس دولتی ناحیه ۲ آموزش و پرورش شهر ارومیه بود. با توجه به توصیفی بودن سیستم ارزشیابی فعلی در مدارس ابتدایی جهت تعیین دانش‌آموزان ناموفق در درس ریاضی از مشاهدات، پوشه کار و آزمون در پایه دوم و همچنین در پایه سوم، و آزمون معلم ساخته استفاده شد. در ارزشیابی توصیفی به جای نمره دادن به دانش‌آموز از عبارتهای کیفی [مانند نیاز به تلاش بیشتر، قابل قبول، خوب، خیلی خوب و عالی] استفاده می‌شود و در اینجا ۳۰ نفر از دانش‌آموزانی که در پایه دوم و سوم در درس ریاضی در سطح نیاز به تلاش بیشتر قرار داشتند به صورت تصادفی انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه قرار گرفتند.



ابزار

برای گردآوری داده ها، از «آزمون ریاضیات ایران کی مت» به کار گرفته شد. این مقیاس به منظور تعیین توانایی‌ها و ضعف‌های دانش‌آموزان در حوزه‌های مختلف ریاضی و همچنین تعیین توانایی‌ها و ضعف‌های دانش‌آموزان در حوزه‌های مختلف ریاضی مورد توجه قرار گرفته است. در این آزمون عملکرد کلی فرد به سه حوزه تقسیم می‌شود که عبارتند از:

- ۱- حوزه مفاهیم اساسی که از ۳ آزمون فرعی شمارشی، اعداد گویا و هندسه تشکیل می‌شود.
- ۲- حوزه عملیات که از ۵ آزمون فرعی، جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و محاسبه ذهنی تشکیل می‌شود.
- ۳- حوزه کاربرد که از آزمون فرعی اندازه‌گیری، زمان و پول، تخمین، تحلیل داده‌ها و حل مسأله تشکیل می‌شود.

شیوه اجرا

به منظور رعایت بعد اخلاقی پژوهش، برای والدین دانش‌آموزان جلسات توجیهی برگزار شد. معلم با شناخت مقدماتی مغز و نیز اصول یادگیری مبتنی بر مغز و مؤلفه‌های تأثیرگذار بر مغز و یادگیری، در دوره آموزشی مغز محور، طرح درس‌ها و روش‌های آموزش خود را طراحی کرد و والدین دانش‌آموزان هم با شناخت موارد بالا و نیز کنترل برخی مؤلفه‌ها مثل خواب کافی دانش‌آموزان و نیز تغذیه سازگار با مغز (که در کنترل محقق نبود) در فراهم‌سازی محیط یادگیری مبتنی بر مغز همکاری کردند.

متغیر مستقل، آموزش یادگیری مغز محور بود که اجرای آن سه قسمت داشت: در قسمت اول، پژوهشگر در مدت دو هفته مباحث یادگیری مغز محور را که عناوین آن عبارت بود از ساختار فیزیولوژیکی مغز، تأثیر فشار روانی بر مغز و یادگیری، مؤلفه‌ها و اصول یادگیری مغز محور و تأثیر مؤلفه‌های محیطی تأثیرگذار بر مغز و یادگیری، به معلم، والدین دانش‌آموزان و دانش‌آموزان آموزش داد. مؤلفه‌های اساسی آموزش یادگیری مغز محور عبارت بودند:

سه مؤلفه یادگیری مغز محور در تدریس (هوشیاری توأم با آرامش، غوطه‌ورسازی هماهنگ در تجارب پیچیده و پردازش

فعال اطلاعات)

در قسمت دوم، پژوهشگر محیط یادگیری مغز محور را بر اساس مؤلفه‌های تأثیرگذار بر مغز آماده کرد. این مؤلفه‌ها

عبارت بودند از (نور، آب، تغذیه، اکسیژن، رنگ و موسیقی).



در قسمت سوم: معلم با نظارت پژوهشگر در مدت ۱۰ جلسه آموزش‌ها را به صورت کاربردی در کلاس اجرا کرد. طرح تحقیق پژوهش حاضر « طرح گروه کنترل نابرابر» بود که مشخصات نمودار آن بر اساس شکل (۱) به شرح زیر است:

۱. گروه آزمایش و گواه همزمان با آزمون ریاضی ایران کی مت (T) ارزیابی شدند.

۲. با طراحی محیط یادگیری سازگار با آموزش مغز محور به عنوان متغیر مستقل (X)، به گروه آزمایش، یادگیری مغز محور آموزش داده شد و گروه کنترل در این زمینه آموزشی ندید.

۳. هر دو گروه پس از اجرای همزمان آزمون در شرایط یکسان، با آزمون ریاضی ایران کی مت (T) ارزیابی شدند.

E	T_1	X	T_2	گروه آزمایش ۱
C_1	T_1		T_2	گروه کنترل

شکل ۱. طرح گروه کنترل نابرابر

یافته ها

در جدول ۱ شاخص‌های توصیفی برای گروه‌های مورد مطالعه در مولفه‌های مربوط به عملکرد ریاضی در پیش‌آزمون ارائه شده است. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که بین نمرات پیش‌آزمون در دو گروه آزمایشی (مغز محور) و کنترل در هیچ یک از مولفه‌های عملکرد ریاضی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵).

جدول ۱. آماره‌های توصیفی مربوط به نمرات پیش‌آزمون مولفه‌های عملکرد ریاضی در گروه آزمایشی و کنترل

مولفه	گروه	میانگین	انحراف معیار	تعداد
مفاهیم	آزمایش	۱۶/۳۳	۲/۹۰	۱۵
	گواه	۱۵/۳۳	۲/۰۲	۱۵
عملیات	آزمایش	۲۷/۲۷	۳/۵۱	۱۵
	گواه	۲۸/۶۷	۳/۲۶	۱۵
کاربرد	آزمایش	۲۶/۶۰	۳/۵۶	۱۵
	گواه	۲۷/۰۰	۳/۷۲	۱۵

در جدول شماره ۲ آماره‌های توصیفی برای گروه‌های مورد مطالعه در مؤلفه‌های مربوط به عملکرد ریاضی در پس‌آزمون آورده می‌شود. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که میانگین نمرات پس‌آزمون گروه آزمایشی یا مداخله به روش مغز محور نسبت به میانگین نمرات پس‌آزمون گروه کنترل بعد از مداخله افزایش محسوسی داشته است.



اولین کنفرانس ملی مطالعات خانواده و مدرسه

بندرعباس-دانشگاه هرمزگان- بهمن ماه ۱۴۰۰



جدول ۲. آماره‌های توصیفی مربوط به نمرات پس‌آزمون مولفه‌های عملکرد ریاضی در گروه آزمایشی و کنترل

مؤلفه	گروه	میانگین	انحراف معیار	تعداد
مفاهیم	آزمایش	۲۳/۸۰	۲/۲۱	۱۵
	گواه	۱۶/۷۳	۲/۰۵	۱۵
عملیات	آزمایش	۴۸/۰۷	۴/۸۳	۱۵
	گواه	۳۱/۰۰	۳/۰۵	۱۵
کاربرد	آزمایش	۵۰/۱۳	۵/۸۲	۱۵
	گواه	۲۸/۸۷	۴/۴۷	۱۵

جدول ۳. نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه میانگین نمرات تفاوت دو گروه در عملکرد ریاضی

مؤلفه	گروه	میانگین تفاضل	انحراف معیار تفاضل	خطای استاندارد میانگین تفاضل	DF	T	سطح معنی‌داری
مفاهیم	پیش‌آزمون با	-۷/۴۷	۲/۹۵	۰/۷۶	۱۴	-۹/۸۱	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون						
عملیات	پیش‌آزمون	-۲۰/۸۰	۵/۹۷	۱/۵۴	۱۴	-۱۳/۵۰	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون						
کاربرد	پیش‌آزمون	-۲۳/۵۳	۶/۶۵	۱/۷۱	۱۴	-۱۳/۷۰	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون						

میانگین تفاضل نمرات پیش‌آزمون با پس‌آزمون در مؤلفه مفاهیم، عملیات و کاربرد از ابعاد مربوط به عملکرد ریاضی در گروه آزمایشی در سطح ($p < ۰/۰۰۱$) معنی‌دار می‌باشد، معنی‌داری این آزمون نشان‌دهنده تأثیر روش آموزش مغزمحور بر افزایش میانگین نمرات دانش‌آموزان پس از دوره مداخله می‌باشد. از این رو می‌توان گفت که روش آموزش مغزمحور، روش مناسبی برای افزایش مهارت در انجام عملیات ریاضی دانش‌آموزان و یادگیرندگان می‌باشد.



بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش تلاش شده تا تأثیر یادگیری مغز محور بر بهبود عملکرد ریاضی بررسی شود. نتایج این بررسی که با یافته اولولولا^۱ (۲۰۱۱) و ایرول و کارادومان^۲ (۲۰۱۸) همخوانی دارد، نشان می‌دهد که آموزش یادگیری مغز محور بر بهبود عملکرد ریاضی دانش آموزان تأثیر مثبت داشته است. در پژوهش حاضر با توجه به فعالیت‌های انجام گرفته براساس سه مؤلفه محیطی یادگیری مغز محور در تدریس (هوشیاری توأم با آرامش، غوطه‌ورسازی هماهنگ در تجارب پیچیده و پردازش فعال اطلاعات) کیفیت یادگیری و نیز میزان عملکرد ریاضی دانش‌آموزان افزایش یافته است. نورین^۳ و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند که روش یادگیری مغز محور بر نمرات درس ریاضی دانش‌آموزان ابتدایی به ویژه دانش‌آموزانی که نمره پیش‌آزمون آن‌ها بالاتر از میانگین شده بود، اثر مثبت معنی داری داشته است.

در پژوهش حاضر؛ آگاهی معلم از ساختار و کارکرد مغز و نیز نحوه عمل آن و در نظر داشتن مؤلفه‌های محیطی تأثیرگذار مثبت و منفی بر آن، به طراحی روش تدریس مناسب و نیز ارائه طرح درس‌های مبتنی بر این روش کمک شایانی کرده است. همچنین آگاهی معلم و دانش‌آموزان از تأثیر فشار روانی بر مغز و یادگیری به ایجاد محیط یادگیری خوشایند و بدون استرس و نیز حذف عواملی که ایجاد استرس و فشار روانی می‌گردند (پاداش بیرونی، رقابت شدید، و غیره) موثر بوده است.

تغییر نور کلاس از نور فلوروسنت سفید به نور زرد (لامپ رشته‌ای) موجب کاهش فشار روانی و استرس بر مغز گردیده و بر انگیزش و علاقه دانش‌آموزان به یادگیری و فعالیت‌های گروهی، تأثیر مثبت داشته است.

یکی دیگر از عواملی که موجب کاهش آرامش در دانش‌آموزان گردیده و حالت آرمیدگی هوشیار ذهن آنان را کمتر نموده است و در نتیجه بر کیفیت یادگیری آنان تأثیر منفی داشته، عدم دسترسی آسان به آب آشامیدنی در محیط کلاس بوده است. با تمهیدات به کار رفته و در دسترس بودن بطری‌های آب و دفع حالت تشنگی، به ایجاد آرامش فکری در یادگیرندگان کمک کرده و نیاز اساسی مغز به آب را حدود ۷۸ درصد وزن مغز را تشکیل داده، مرتفع ساخته است و بر کیفیت یادگیری و عملکرد ریاضی تأثیر مثبت داشته است. ضمناً آگاهی دانش‌آموزان از تأثیر آب بر مغز و یادگیری در کیفیت پاسخ‌گویی آنان در نیاز مغز به آب، تأثیر داشته است و دقت و تمرکز آنان را در یادگیری افزایش داده است.

یکی از دیگر عوامل محیطی در این پژوهش که تأثیر مثبتی بر ایجاد آرامش در یادگیرندگان داشته است و نیز در ایجاد محیط غنی یادگیری تأثیرگذار بوده است، استفاده از موسیقی در زمان‌های انجام تکلیف و استراحت بوده است. همان طور که

¹ Awolola

² Erol & Karaduman

³ Noureen



مارتین (۲۰۰۶) بیان داشته که موسیقی به وسیله آرام کردن سیستم عصبی، یادگیری، حافظه و خلاقیت افزایش می‌دهد، در این پژوهش موسیقی علاوه بر موارد گفته شده، انرژی و انگیزش دانش‌آموزان را به یادگیری افزایش داده و حل مسائل ریاضی را تقویت نموده است و با فعال نمودن اکثر مناطق مغزی دانش‌آموزان، بر نحوه یادگیری بهتر آنان کمک نموده است. عوامل دیگر محیطی مثل تغذیه مناسب و سازگار با مغز، خواب کافی و نیز اکسیژن رسانی بهتر به مغز با توجه به نیاز اساسی آن، به ایجاد بستر مناسب برای یادگیری بهینه در مغز کمک کرده است. در این راستا، استکی و همکاران (۱۳۸۶) پژوهشی انجام دادند که در طی آن به روش آزمایشی پیش‌آزمون- پس‌آزمون سه گروهی، از میان دانش‌آموزان حساب نارسای پایه دوم و سوم دبستان به مقایسه دو روش آموزش دو نیمکره مغز و آموزش موسیقی با توجه به سازماندهی مجدد مدارهای عصبی مغز در کاهش علائم حساب نارسایی دانش‌آموزان دختر پرداختند. تحلیل نتایج پژوهش آنان نشان داد که بین کاهش علائم حساب نارسایی گروه‌های آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنادار وجود دارد. همچنین نقشه برداری مغزی با دستگاه بایومد نشان داد که آموزش موسیقی و آموزش دو نیمکره سبب تغییرات فعالیت‌های بیوالکتریک و فعال شدن مناطق پیشانی، آهیانه و برخی دیگر مراکز مغزی درگیر با ریاضیات شده و آموزش دو نیمکره مغز سبب کاهش علائم حساب نارسایی دانش‌آموزان گشت و در همه حیطه‌های مربوط به حساب نارسایی (مفاهیم، کاربرد و عملیات) تأثیر داشت. به گفته این پژوهشگران گروه‌های آزمایشی عملکرد بالاتری نسبت به گروه کنترل در ریاضی نشان دادند لذا با استفاده از روش‌های یاد شده می‌توان سازمان‌دهی مجدد مدارهای نورونی در مغز به وجود آورد و علائم مربوط به حساب نارسایی را کاهش داد.

در نظر داشتن زمان مفید و مناسب برای تدریس و استراحت، امکان انتقال اطلاعات از حافظه کوتاه مدت به حافظه دراز مدت و نیز زمان لازم برای پردازش اطلاعات و مفاهیم را فراهم ساخته است. با ذخیره‌سازی بهتر موارد یادگیری در مغز و ارتباط دروس با همدیگر (یادگیری موضوعی یا مضمونی) برای معناداری بهتر، یادآوری و یادگیری مطالب افزایش یافته است. تدارک تجارب غنی برای دانش‌آموزان (روش متنوع تدریس و استفاده بیشتر از حواس آنان، یادگیری مشارکتی و فعال یادگیرندگان) و نیز آشنایی دانش‌آموزان با نحوه یادگیری سیستم مغزشان، به عملکرد ریاضی آنان تأثیر مثبت داشته است. به طور کلی با در نظر داشتن مجموعه فعالیت‌هایی که بر اساس سه مؤلفه‌ی یادگیری مغز محور (آرمیدگی هشیار، غوطه‌ورسازی در تجارب پیچیده و پردازش فعال اطلاعات) انجام گرفته، قشر مخ (نئوکورتکس) فعال شده و بنابراین عملکرد ریاضی بهبود یافته است. مقابلی، قلابی و مقدم (۱۳۹۶) به هدف بررسی مقایسه موسیقی درمانی و آموزش حافظه فعال بر بهبود عملکرد تحصیلی



دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی پژوهشی شبه آزمایشی پیش‌آزمون - پس‌آزمون انجام دادند. نتایج نشان دادند که هر دو فرضیه پژوهش که در مورد پیش‌بینی بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان با ناتوانی ریاضی از روی درمانی و حافظه فعال بودند، تایید شده و متغیرهای موسیقی و حافظه فعال از همبستگی معتبری برای تبیین بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری برخوردار بودند.

پژوهش‌هایی از آثار مثبت یادگیری مغز‌محور بر مهارت‌ها، توانایی‌ها و نگرش‌های فراگیران در زمینه درس ریاضی حمایت کرده‌اند. که براساس یافته‌های آنان می‌توان فهمید که چرا این راهبرد در بهبود عملکرد تحصیلی موفق عمل می‌کند. به عنوان مثال، در مقایسه با یادگیری معلم‌محور یادگیری مغز‌محور آثار مثبتی بر تحصیل، پیشرفت، نگرش، انگیزش و دانش فراگیران دارد (بیوزی و جونا، ۲۰۱۷). بنابراین این راهبرد به طور بالقوه توانایی این را دارد که نگرش مثبتی در فراگیران نسبت به درس ریاضی ایجاد کند و انگیزش یادگیری را در آن‌ها افزایش دهد. این راهبرد در بهبود و تقویت مهارت‌های ارتباطی مرتبط با ریاضی نقش دارد (ساکوکو، ۲۰۱۶؛ تریانا و زوباینور، ۲۰۱۹) و بر بهبود پیشرفت تحصیلی و تقویت انگیزش در یادگیری ریاضی تاثیر دارد (مکارینا و نپنگسی، ۲۰۱۷).

از طرفی این راهبرد احتمالاً در کاهش اضطراب نسبت به درس ریاضی نقش داشته باشد؛ زیرا پردل، زارع مقدم، موسوی و قربانی (۱۳۹۸) اثربخشی آموزش‌های مغز‌محور بر اهمال‌کاری تحصیلی و اضطراب دانش‌آموزان پسر پایه نهم را در پژوهشی نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل نشان داده‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که آموزش‌های مغز‌محور بر کاهش اضطراب امتحان مؤثر است ولی بر اهمال‌کاری تاثیری نداشته است. علاوه بر این، یادگیری سازگار با مغز بر افزایش مؤلفه‌های برنامه‌ریزی و حل مساله کارکردهای اجرایی (سیفی و همکاران، الف ۱۳۹۶) و بر انعطاف‌پذیری شناختی و توجه انتخابی دانش‌آموزان (سیفی و همکاران، ب ۱۳۹۶) اثر دارد. این راهبرد بر یادگیری خودتنظیمی و درگیری تحصیلی دانش‌آموزان اثر داشته است. به طوری که دو گروه آزمایش و کنترل ۴۷ درصد در یادگیری خودتنظیمی و ۵۳ درصد در درگیری تحصیلی تفاوت معنادار وجود داشت (ابراهیمی و سرداری، ۱۴۰۰). خلیلی صدرآباد، ابراهیمی قوام و رادمنش (۱۳۹۶) و عبدالمالکی (۱۳۹۷) در پژوهشی نشان داد که آموزش مغز‌محور تأثیر معناداری بر بهبود یادگیری خودتنظیمی و باورهای فراشناختی دانش‌آموزان دارد. ویسوانتام و سولومون^۵ (۲۰۱۶) که استفاده از رویکرد آموزش مبتنی بر مغز به طور معناداری منجر به بهبود درگیری تحصیلی دانش‌آموزان شده است. به این ترتیب مشاهده می‌شود که به کارگیری راهبردهای مغز‌محور

¹ Uzezi and Jonah

² Sukoco

³ Triana, & Zubainur

⁴ Mekarina, & Ningsih

⁵ Viswanathan & Solomon



در فرایند تدریس قادر است مهارت‌هایی مانند به کارگیری توانایی‌های فرشناختی، خودتنظیمی، انعطاف‌پذیری شناختی، توجه انتخابی، برنامه‌ریزی و حل مساله را بهبود دهد، در کاهش اضطراب درس ریاضی موثر باشد، نگرش مثبتی نسبت به درس ریاضی ایجاد کند، انگیزش یادگیری و به تبع آن درگیری در درس ریاضی را افزایش دهد. براساس نتایج پژوهش‌های مطرح شده می‌توان انتظار داشت که یادگیری به روش مغزمحور سطح یادگیری معنادار را در دانش‌آموزان ناموفق بهبود بخشد و عملکرد تحصیلی را تقویت کند. علاوه براین مطابق با پیشینه پژوهشی چنان که بیان شد، تاثیر موسیقی و راهبردهای مرتبط با حافظه، شناختی و فراشناختی و نیم‌کره‌های مغز یا وجه عصب‌شناختی یادگیری، بر یادگیری و بهبود عملکرد درس ریاضی در دانش‌آموزان با مشکلات یادگیری درس ریاضی نشان داده شده است.

به نظر جلالی، پورشافعی و دانشمند (۱۳۹۸) نیز به طور کلی طراحی محیط براساس مولفه‌های موکد در راهبرد یادگیری مغزمحور به گونه‌ای است که موجب می‌شود از یکسو معلم در روش پردازش فعالانه اطلاعات هدفمند کار کند و از سوی دیگر فراگیران نیز اطلاعات را به طور فعالانه پردازش کنند. دانش جدید را به دانش پیشین پیوند داده و آن‌ها را درونی سازی کرده و یادگیری معناداری را تجربه کنند. در این شیوه یادگیری احساس آسودگی خاطر دارد و چالش ایجاد شده درسی را نیز فرصتی برای افزایش یادگیری در نظر می‌گیرد. به طور کلی فعالیت‌های طراحی شده بر اساس سه مولفه یادگیری مغزمحور، سازماندهی کلاس و طراحی طرح درس‌هایی در راستای راهبرد مذکور موجب بهبود عملکرد درسی درس ریاضی دانش‌آموزان می‌گردد. استفاده از موسیقی برای آرام کردن سیستم عصبی شرایط افزایش یادگیری و بهبود عملکرد را فراهم آورد. به طور کلی تاکید بر تغذیه مناسب، خواب کافی، اکسیژن رسانی مناسب به مغز در این پیشرفت تحصیلی نقش دارند.

محدودیت‌ها و پیشنهادها

یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر اجرای پژوهش در نمونه دانش‌آموزان دختر است بنابراین در تعمیم‌دهی نتایج بهتر است احتیاط شود. تکرار پژوهش در مقاطع و پایه‌های تحصیلی دیگر پیشنهاد می‌شود.

منابع

- ابراهیمی، امین و سرداری، باقر. (۱۴۰۰). اثربخشی یادگیری سازگار با مغز بر یادگیری خودتنظیمی و درگیری تحصیلی دانش‌آموزان متوسطه اول، فصلنامه راهبردهای شناختی در یادگیری، ۹(۱۶)، ۱۳۹-۱۵۸.
- آقازاده، محرم (۱۴۰۰). راهنمای روش‌های نوین تدریس (برپایه پژوهش‌های مغزمحوری، ساخت‌گرایی و ...). چاپ ۱۳، تهران: آبیژ. استکی، مهناز؛ عشایری، حسن؛ برجعلی، احمد؛ تبریزی، مصطفی و دلاور، علی. (۱۳۸۶). مقایسه اثربخشی دو روش آموزش دو نیمکره مغز و آموزش موسیقی در بهبود عملکرد حساب نارسایی دانش‌آموزان دختر. فصلنامه کودکان استثنایی، ۷(۴)، ۴۴۸-۴۲۵.
- پردل، فاطمه؛ زارع مقدم، علی؛ موسوی، سیدعماد و قربانی، مریم. (۱۳۹۸). بررسی اثربخشی آموزش‌های مغزمحور بر اهمال کاری تحصیلی و اضطراب امتحان دانش‌آموزان، رویش روان‌شناسی، ۸(۶)، ۵۸-۵۱.



جنسن، اریک. (۲۰۱۱). یادگیری مغزمحور (پارادایم جدید آموزش)، ترجمه سمیه سیفی و نرگس نصرتی (۱۳۹۰). تهران: رشد فرهنگ.

جلالی، صغری؛ پورشافعی، هادی و دانشمند، بدرالسادات. (۱۳۹۸). تاثیر آموزش یادگیری مغز محور بر اضطراب و عملکرد تحصیلی درس ریاضی دانش آموزان دختر پایه هفتم. روانشناسی مدرسه، ۸(۴)، ۴۱-۵۹.

حسینی، مهدی؛ دستجردی، رضا و پاکدامن، مجید. (۱۳۹۴). تاثیر یادگیری مغز محور (B.B.L) بر نگرش و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی. پژوهش در برنامه ریزی درسی (دانش و پژوهش در علوم تربیتی-برنامه ریزی درسی)، ۱۲(۲۰)، ۶۱-۷۳.

خلیلی صدرآباد، افسر؛ ابراهیمی قوام، صغری و رادمنش، حمیده. (۱۳۹۶). بررسی اثربخشی آموزش یادگیری مغزمحور بر یادگیری خودتنظیم دانش آموزان دختر پایه اول دبیرستان شهر یزد. فصلنامه مطالعات آموزشی و آموزشگاهی، ۳(۹)، ۷۸-۹۴.

سیفی، سمیه؛ ابراهیمی قوام، صغری؛ عشایری، حسن؛ فرخی، نورعلی و درتاج، فریبرز. (۱۳۹۶الف). اثربخشی یادگیری سازگار با مغز بر مولفه‌های برنامه ریزی و حل مساله کارکردهای اجرایی دانش آموزان دبستان. روان شناسی تربیتی (روانشناسی و علوم تربیتی)، ۱۳(۴۳)، ۹۹-۱۱۶.

سیفی، سمیه؛ ابراهیمی قوام، صغری؛ عشایری، حسن؛ فرخی، نورعلی و درتاج، فریبرز. (۱۳۹۶ب). اثر یادگیری سازگار با مغز بر انعطاف پذیری شناختی و توجه انتخابی دانش آموزان. تازه های علوم شناختی، ۱۹(۳)، ۵۱-۶۱.

شمشیری، مرجان. (۱۳۸۶). تعلیم و تربیت مغز محور «راهی به سوی بازاندیشی، بازنگری و بازسازی فرآیند یاددهی- یادگیری». خلاصه مقالات سومین کنگره نوروپسیکولوژی ایران. جهاد دانشگاهی دانشگاه تربیت معلم.

عبدی، علی و احمدیان، حمزه. (۱۳۹۰). بررسی اثربخشی آموزش سازگار با مغز بر پیشرفت تحصیلی دانش آموزان پایه پنجم ابتدایی در درس علوم تجربی. اولین همایش ملی یافته‌های علوم شناختی در تعلیم و تربیت. دانشگاه فردوسی مشهد.

عبدالمالکی، سمیه. (۱۳۹۷). اثربخشی آموزش مغزمحور بر یادگیری خودتنظیم و باورهای فراشناختی. دومین کنفرانس بین‌المللی نوآوری و تحقیق در علوم تربیتی، مدیریت و روانشناسی. تهران: مرکز مطالعات و تحقیقات اسالمی سروش حکمت مرتضوی.

ولف، پاتریشیا. (۲۰۰۱). مغز و فرآیند یادگیری؛ ترجمه داوود قاسمی. (۱۳۸۳)، تهران: مدرسه.

مقابلی، انسیه؛ قلائی، بهروز و مقدم، فریبا (۱۳۹۶). مقایسه اثربخشی دو روش موسیقی درمانی و حافظه فعال در بهبود عملکرد تحصیلی دانش آموزان با ناتوانایی یادگیری ریاضی، دومین کنفرانس ملی روانشناسی و مشاوره، اصفهان.

- Adiansha, A. A., Sumantri, M. S., & Asriyadin, A. (2017). The Effect of Brain Based Learning Model and Creative Thinking on the Ability of Mathematics Concept of Elementary Students. *American Journal of Educational Research*, 5(12), 1195-1199.
- Batlolona, F. A., Batlolona, J. R., Wairisal, P. L. and Leasa, M. (2018). Can the MM learning model improve results of students' mathematical cognitive learning? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), 609-616.
- Awolola, S. A. (2011). *Effect of brain-based learning strategy on student's achievement in senior secondary school mathematics in Oyo State Nigeria*. *Journal of Educational Sciences*. 2: 91-106
- Dikici, A., & Gozuyesil, E. (2014). The effects of Brain-based learning on academic achievement: A meta-analytical study. *Educational sciences: Theory & practice*, 14 (2): 642-648.
- Erol, M., & Batdal Karaduman, G. (2018). The effect of activities congruent with brain based learning model on students' mathematical achievement. *NeuroQuantology*, 16(5), 13-22
- Jensen, E. (2000). *Brain-based learning*. San Diego, Brain store Incorporated.
- Jazuli, L. O. A., Solihatun, E. and Syahrial, Z. (2019). The Effects of Brain-Based Learning and Project-Based Learning Strategies on Student Group Mathematics Learning Outcomes Student Visual Learning Styles. *Pedagogical Research*, 4(4), em0047.
- Hoiland, E.E. (2005). Perceptions of reading instruction and use of brain research finding in reading instruction and in teacher preparation. Doctoral Dissertation. Seattle University.



اولین کنفرانس ملی مطالعات خانواده و مدرسه

بندرعباس-دانشگاه هرمزگان- بهمن ماه ۱۴۰۰



- Kaur, J. (2013). Effectiveness of Brain Based learning Strategies on Enhancement of Life Skills among primary school students with internal and external Locus of Control. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2(6), 128–143.
- Martin, K. L. (2006). *Perceptions of brain based learning from principles in the Bulloch country school system, Georgia*. Doctoral Dissertation, Union Institute & university cincinati, Ohio.
- Maynard, M. (2016). Effect of a Brain Based Learning Program on Students ' Use and Recognition of Self-Advocacy Skills.
- 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* (Vol. 895, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.
- Noureen, G., Awan, R. N., & Fatima, H. (2017). Effect of Brain-Based learning on achievement of VII graders in Mathematics. *Journal of Elementary Education*, 27(2), 85– 97.
- Saleh, S., & Subramaniam, L. (2019). Effects of brain-based teaching method on physics achievement among ordinary school students. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 40(3), 580–584.
- Sukoco, H., & Mahmudi, A. (2016). Pengaruh Pendekatan Brain-Based Learning terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dan Self-Efficacy Siswa SMA. *Journal Pythagoras*, 11(1), 11-24
- Triana, M., & Zubainur, C. M. (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.
- Uzezi, J. G. and 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*, 1-13.
- Viswanathan, V. K., Solomon, J. T. (2016). Improving student engagement in engineering classrooms: The first step toward a course delivery framework using brain-based learning techniques. Paper presented at the ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.