مجله علمی پژوهشی «پژوهش‌های برنامه درسی»
انجمن مطالعات برنامه درسی ایران
دوره چهاردهم، شماره اول، پیاپی ۲۷، بهار و تابستان ۱۴۰۳
صفحه‌های ۵۸- ۲۹

تاثیر الگوی طراحی محیط یادگیری الکترونیکی مبتنی بر یادگیری سازگار با مغز بر مولفه‌های کارکردهای اجرایی دانش آموزان

مریم رجبیان ده زیره[۱]، حمیدرضا مقامی[۲]*، محمود تلخابی[۳]، اسماعیل زارعی زوارکی[۴]، جلیل یونسی[۵]

چکیده

هدف از پژوهش حاضر تاثیر الگوی طراحی محیط یادگیری الکترونیکی مبتنی بر علوم اعصاب تربیتی (دانش ذهن، مغز و تربیت) بر مولفه‌های کارکردهای اجرایی دانش آموزان در برنامه درسی ریاضی بود. روش پژوهش نیمه آزمایشی از نوع طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل تمامی دانش آموزان پایه پنجم ابتدایی بودند که از بین آن ها ۳۰ نفر (۱۵ نفر گروه آزمایش و ۱۵ نفر گروه کنترل) با روش تمونه‌گیری خوشه ای به عنوان نمونه انتخاب شدند. گروه آزمایش با استفاده از الگوی شش مولفه‌ای یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز (توجه، ارتباط، هیجان، یادگیری فاصله ای، عوامل محیطی و عوامل اجتماعی) در مدت هفت جلسه در محیط تعاملی الکترونیکی Nearpod آموزش دیدند. ابزار گردآوری داده ها شامل پرسش‌نامه کارکردهای اجرایی بریف (۲۰۰۰) بود. مولفه‌های این پرسش‌نامه شامل مهارت‌های تنظیم رفتار: بازداری پاسخ، انعطاف پذیری شناختی، کنترلی هیجان و مهارت‌های فراشناخت: برنامه ریزی، سازمان دهی مواد، نظارت، حافظه کاری، آغازگری بود. داده ها با روش کوواریانس تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌های پژوهش نشان داد الگوی محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بر مولفه‌های کارکردهای اجرایی (انعطاف پذیری شناختی، بازداری پاسخ و حافظه کاری) تاثیر دارد ($p<0/001$). بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت معلمان می‌توانند از الگوی محیط یادگیری الکترونیکی در طراحی دروس گوناگون تحصیلی استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: یادگیری الکترونیکی، یادگیری سازگار با مغز، کارکردهای اجرائی، دانش آموزان.

---

[۱] دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
[۲] دانشیار گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
[۳] استادیار گروه مدیریت آموزشی، پردیس شهید چمران، تهران، ایران.
[۴] استاد گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
[۵] دانشیار گروه سنجش و اندازه گیری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول مقاله: hmaghami@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۲۷ تاریخ دریافت مقاله نهایی: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۱

مقدمه

تأخیر و اختلالات در کارکردهای اجرایی، در بسیاری اختلالات ناشی از نقص سیستم عصبی مرکزی یا آسیب دیدگی هایی مانند فلج مغزی، صرع، اسپینا بفیندا[1] (مهره شکاف دار، شکاف مادرزاد مهره‌ها به‌صورت آشکار یا پنهان، کمر باز یا بیرون زدگی نخاع)،آسیب ترماتیک مغز و سرطان نقش دارند (Krawszyk Et al, 2019; Stadskleiv, 2020). از سوی دیگر، کارکرد اجرایی ضعیف یک مسئله مهم کلینیکی و سلامتی است که بر اختلالات و آسیب های عصبی و اختلالات، حافظه، موفقیت تحصیلی (Barkley, 2012) و ناتوانی های یادگیری (Akyürek & Bumin, 2019) تاثیر دارد. کارکردهای اجرایی مجموعه‌ای از مهارت‌ها هستند که برنامه‌ریزی، سازماندهی و ساختاردهی فعالیت‌های زندگی روزمره و اهداف بلندمدت زندگی را تسهیل می‌کنند (Blair, 2017; Doebel, 2020). کارکرد اجرایی (EF) اغلب به عنوان "سیستم مدیریت مغز" توصیف می‌شود (Murphy, 2021). زیرا مهارت‌های موجود به ما اجازه می‌دهد تا اهداف تعیین کنیم، برنامه ریزی کنیم، سازماندهی کنیم و وظایف را نحو احسن به پایان برسانیم. مهارت‌های کارکرد اجرایی هر روز به منظور عملکرد در جامعه و معنا بخشیدن به جهان مورد استفاده قرار می گیرد. به بیان دیگر، عملکرد اجرایی یک جزء ضروری برای یادگیری است و نقص در عملکرد اجرایی هدفمند ممکن است از موفقیت تحصیلی جلوگیری کند (Sibley Et al, 2019). عملکرد اجرایی یک سازه بسیار مهم در بهبود عملکرد تحصیلی است (Strait Et al, 2019). مولفه‌های بنیادی کارکردهای اجرایی شامل بازداری، حافظه کاری، تغییر و انعطاف پذیری شناختی هستند (Fogel Et al, 2020; Miyake Et al, 2000; Zelazo, 2020 Blair & Ursache, 2011; McCloskey & Perkins, 2012). حافظه کاری به عنوان توانایی حفظ و تغییر یا به روز رسانی اطلاعات در مدت زمان نسبتاً کوتاه تعریف شده است (Alloway Et al, 2006; Huizinga Et al, 2006). این اطلاعات به طور مستقل (یعنی بدون کمک) و «در انتظار» برای استفاده موقت (مثلاً به خاطر سپردن شماره تلفن برای برقراری تماس)، یا برای حل مشکلات یا تصمیم‌گیری استفاده می‌شوند (Christophel Et al, 2017; Cowan, 2017). کنترل بازدارنده به عنوان توانایی کنترل توجه، رفتار، افکار و احساسات فرد تعریف می‌شود (Welch, 2023) و شامل نادیده گرفتن پاسخ غالب و خودکارتر به منظور انجام کارهایی است که بهینه تر یا مناسب تر است (مانند بررسی نکردن اعلان تلفن در هنگام رانندگی، سرکوب خنده در زمانی که موقعیت مناسب نیست) می‌باشد (Blair & Ursache, 2012; Miyake & Friedman, 2012). انعطاف پذیری شناختی به عنوان توانایی جابجایی بین حالات ذهنی، مجموعه قوانین یا وظایف تعریف می‌شود (Miyake Et al, 2000) و شامل دور کردن توجه از

[1] Spina Bifida

اطلاعات نامربوط و انطباق تفکر و رفتار فرد در پاسخ به تغییر اهداف یا تغییرات در محیط است (Bernadro & Presbitero, 2018; Blair & Ursache, 2012; Buttelmann &Karbach, 2017).

یادگیری سازگار با مغز بر روی کارکردهای اجرائی تاثیر دارد (Arsad&Kasefi, 2021; Yavari& Jalili Shishavan, 2020; Saifi Et al 2018). با توجه به انقلاب اطلاعاتی و توسعه فناوری، استفاده از راهبردهای آموزشی، ذهنی و شناختی و فناوری‌های مدرن در محیط‌های یادگیری الکترونیکی تطبیقی ضروری شده است. افزون بر این، نیاز به سرمایه گذاری بر روی تحقیقات در مورد چگونگی عملکرد مغز جهت معرفی استراتژی هایی برای یادگیری و آموزش وجود دارد. در این راستا، نیازها، انگیزه ها، علایق و گرایش های دانش آموزان باید مورد توجه قرار گیرد تا آنها به نحوی بهتر به نتایج یادگیری دست یابند و به موفقیت در فرآیند آموزشی بر سند. نوآوری‌ها و پیشرفت در فناوری‌های تصویربرداری عصبی، مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی(fMRI) و پتانسیل‌های وابسته به رخداد(ERP)، به ما این امکان را می‌دهند که فعالیت‌های عصبی مرتبط با فرآیندهای شناختی خاص را از راه تغییرات در جریان خون مانند (fMRI) و تغییرات الکتریکی پتانسیل های وابسته به رخداد مانند (ERP) در سیستم مغزی تجسم کنیم (Brown, 2018). در ارتباط با این پیشرفت‌ها، چارچوب علوم اعصاب تربیتی پدید آمد و فرصت‌هایی را برای تحقیقات بین‌رشته‌ای مرتبط با سطوح گوناگون تحلیل از جمله ساختارهای مغز، عملکرد های شناختی، رفتار، و مداخلات آموزشی ایجاد است (Brown & Bjorklund, 1998; Brown & Chiu, 2006; Coch Et al, 2009; Goswami, 2006; Hille, 2011; Johnson Et al, 2002; MagilEvans Et al, 2002; Mareschal Et al, 2020; Varma Et al, 2008). یافته‌های حوزه علوم اعصاب ثابت کرده‌اند که وقتی افراد با یکدیگر همکاری می‌کنند، قشر میانی اوربیتوفرونتال و شبکه فرونتوپاریتال فعال می شوند و در نتیجه، رشد کارکردهای اجرایی ارتقا پیدا می‌کند (Lu Et al, 2019; Decety Et al, 2004). آموزش و یادگیری مبتنی بر مغز، یک رویکرد «یادگیرنده محور» است که توانایی‌های شناختی فراگیران را به کار می‌گیرد و بر یادگیری معنادار و نه صرفاً به خاطر سپاری تاکید می‌کند (Sani Et al, 2019). به طور کلی، روش یادگیری سازگار با مغز می‌تواند به معلمان در بهبود توانایی شناختی دانش آموزان کمک کند (Morgan, 2019; Yasar, 2017). پژوهشگران خاطرنشان کردند که اگر معلمان بیش‌تر در مورد مغز یادگیرندگان بدانند، بیش‌تر می‌توانند تفاوت ها را در بسیاری از روش های تدریس و یادگیری تشخیص دهند (Amiel & Tan, 2019; Doukakis & Alexopoulos, 2020). نظریه یادگیری سازگار با مغز تاکید کرده است که هر فردی در صورتی قادر به یادگیری است که محیط یادگیری فعالی داشته باشد که یادگیرندگان را تحریک کند. هر فردی با مغزی متولد می‌شود که اطلاعات و ایده ها را پردازش می‌کند، اما یادگیری سنتی اغلب با بازداری، تنبیه، نادیده گرفتن و ارعاب، توانایی مغز را کاهش

می‌دهد. در یادگیری مبتنی بر مغز با تاکید بر ساختار و عملکرد مغز برای مهمترین فعالیت آن (یادگیری) مجموعه ای از اقدامات آموز شی بر ا ساس ا صول سازگار با یادگیری مغز انجام شده است. محیط یادگیری از نظر نور، اکسیژن، آب، غذا، موسیقی، رنگ و خواب آماده شده و تأثیر این عوامل بر یادگیری دانش آموزان بررسی شده است. Hart (2002) اشاره می‌کند که یادگیری مبتنی بر مغز بر اساس ساختار و عملکرد مغز ساخته می‌شود، اما آموزش سنتی اغلب از روند طبیعی مغز جلوگیری می‌کند و از آن غفلت می‌کند. رویکرد یادگیری سازگار با مغز مبتنی بر اصول یادگیری مبتنی بر مغز است که توسط (Caine & Caine, 1991; Sousa, 1995) توسعه یافته است. معلمان باید بتوانند ماهیت فرآیندهای آموز شی را درک کنند و داده های علوم اعصاب تربیتی را در محیط های آموزشی به کار ببرند (Schrag, 2013) زیرا آنها مهم‌ترین عامل در انتقال داده های مربوط به مطالعات علوم اعصاب به محیط های یادگیری هستند. بنابراین، لازم است آگاهی معلمان از رویکرد علوم اعصاب تربیتی افزایش یابد. در این زمینه، برنامه‌های آموزش معلمان باید آگاهی آن ها را از علوم اعصاب افزایش دهد و معلمان باید آموزش‌هایی ببینند که بین علوم اعصاب و آموزش ارتباط برقرار کند، چه قبل و چه در طول زندگی حرفه‌ای‌شان.

به بیان دیگر، علوم اعصاب تربیتی می‌تواند به معلمان کمک کند تا درک کنند مکانیسم عملکرد مغز، معلمان را تشویق می‌کند تا استراتژی های تدریس را تغییر دهند و طراحی تدریس را برای اجرای بهتر فعالیت های آموزشی بهینه سازند (Sigman Et al, 2014). به گفته Jensen (2008)، در یادگیری سازگار با مغز، کاربرد این روش‌ها منجر به افزایش یادگیری معنادار برای دانش آموزان می‌شود. اساتید در آموزش‌های مجازی که از روش‌های یادگیری مبتنی بر مغز استفاده می‌کنند، این فرصت را دارند که شیوه‌های آکادمیک را در محیط یادگیری مجازی بهبود بخشند. بر اساس نظر Braidic (2009)، اساتید در محیط مجازی باید یک محیط یادگیری ناهمزمان امن، راحت، انعطاف‌پذیر، تعاملی و حمایتی را فراهم کنند و با این حال، یادگیری معنادار را ارتقا دهند. ابرینا تامپکینز، پیشنهاد کرد که طراحی دوره مجازی مبتنی بر مغز شامل «استراتژی‌های آموزشی طراحی شده برای سازگاری با تمایلات مغز برای جستجو، پردازش و سازمان‌دهی اطلاعات» است (Kelly, 2013). بر اساس گفته Caine & Geoffre (2010)، یادگیری در محیط مجازی زمانی می‌تواند به طور قابل توجهی بهبود یابد که با رو شی که افراد به طور طبیعی یاد می‌گیرند، سازگار باشد. مربیان باید کاری کنند که دانش‌آموزان از اضطراب رها شوند و به دانش‌آموزان کمک کنند تا ارتباط عاطفی مثبتی با یادگیری ایجاد کنند (Cercone, 2006). معلمانی که از روش‌های یادگیری مبتنی بر مغز استفاده می‌کنند، فرصت‌هایی را برای تعامل از راه بررسی عملکرد، بازخورد و حمایت اصلاحی برای کاهش استرس و ارتقای یادگیری معنادار فراهم می‌کنند (Jensen, 2008). به بیان دیگر، هدف از روش‌های یادگیری مبتنی بر مغز، استفاده از شیوه‌های آکادمیک مجازی معلمان

برای کمک به کاربرد اطلاعات و بهبود یادگیری دانش آموزان ا ست. ا ساتید در محیط مجازی باید ضمن ایجاد محیطی یادگیرنده محور با استفاده از یادگیری مبتنی بر مغز، یادگیری مرتبط با شغل و حرفه دانش آموزان را در نظر بگیرند. عنا صر کلیدی مدل‌های آموز شی برای کلاس‌های مجازی که از روش‌های یادگیری سازگار با مغز استفاده می‌کنند عبارتند از حافظه/بازیابی، سبک‌های یادگیری، افزایش توجه و نقش احساسات در یادگیری (Clemons, 2005). ارتقای کیفیت آموزش از راه یادگیری معنادار و استفاده محدود از آموزش سنتی، از جمله شیوه هایی مانند سخنرانی ها و کاربرگ ها، امکان تحریک مغز و افزایش یادگیری دانش آموزان را فراهم می‌کند.

حافظه کاری با مشارکت مثبت کلاس درس (Fitzpatrick & Pagani, 2012)، آمادگی تحصیلی برای کودکان پیش دب ستانی (Swayze & Dexter, 2018)، مهارت‌های اولیه ریا ضی (Bull Et al, 2008; Harvey & Miller, 2016) و مهارت‌های زبان مرتبط است (Roman Et al, 2014). مشخص شده است که انعطاف‌پذیری شناختی با مهارت‌های گوناگون مرتبط با موفقیت مدرسه، مانند مهارت های ریاضی مفهومی یا انتزاعی (Purpura Et al, 2017)، درک مطلب (Cantin Et al, 2016)، پیشر فت تحصیلی (Anthony & Ogg, 2020)، مشکلات رفتار برونی سازی (Schoemaker Et al, 2013) و رفتارهای تنظیم کننده با رضایت تاخیری (Jahromi & Stifter, 2008) مرتبط ا ست. م شخص شد که نقص در کنترل بازدارنده با افزایش خطر م شکلات بیرونی مانند رفتارهای پرخاشگرانه، مخرب و تکانشی از همان اوایل سال های پیش دبستانی مرتبط است و این رابطه تا سال های بعد مدرسه ادامه دارد (Utendale et al, 2011; Kim, 2022). هم‌چنین، مشخص شد که بازداری با سرکوب استراتژی‌های کمتر پیچیده و با این حال، آشنا و اتخاذ استراتژی‌های سازگارتر و بهبود یافته به مهارت‌های ریاضی کودکان کمک می‌کند (Ren et al, 2019).

Saadatmand & Afsharinejad (2022) پژوهشی با عنوان مدل معادلات ساختاری کارکرد اجرایی مغز و یادگیری الکترونیکی دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان انجام دادند. خودسازماندهی، خودانگیزشی، خودتنظیمی هیجانی بر یادگیری الکترونیکی رابطه معنادار نشان داد. Sharbar (2022) پژوهشی با عنوان مطالعه اثر یادگیری سازگار با مغز در آموزش رایانه‌ای، بر کنترل بازداری و حافظه کاری دانش‌آموزان با سطوح استرس بالا انجام دادند. یافته‌های پژوهش نشان داد که رویکرد یادگیری سازگار با مغز به روش رایانه‌ای منجر به تفاوت معنی‌دار بین گروهها از نظر کنترل بازداری و حافظه کاری شد. Arsad & Kasefi (2021) پژوهشی با عنوان اثربخشی توانمند سازی مغزمحور بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان مبتلا به ناتوانی یادگیری ریا ضی انجام دادند. بین میانگین نمره های پیش-آزمون و پس-آزمون گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی داری وجود داشت. توانمندسازی مغزمحور باعث بهبود توجه و حل مسئله در افراد مبتلا به ناتوانی

یادگیری ریاضـــی شـــد. با توجه به تأثیرات مثبت این روش بر توجه و حل مســـئله افراد مبتلا به ناتوانی یادگیری ریاضـی، این مطالعه نشـان داد که توانمندسـازی مغزمحور می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر برای دسـتیابی به عملکرد بهینه کارکردهای اجرایی در افرادی که اختلال یادگیری ریاضی دارند، استفاده شود. Nasiri (2021) پژوهشی با عنوان اثر بخشی به کارگیری راهبردهای یادگیری ســـازگار با مغز بر انعطاف پذیری شـــناختی، درگیری تحصـــیلی‌وتفکر محاســـباتی دردانش‌آموزان پایه‌دوم ابتدایی در درس‌ریاضـــی انجام داد. تحلیل داده ها نشـــان داد که یادگیری سازگار با مغز باعث افزایش انعطاف پذیری شناختی و درگیری تحصیلی در دانش آموزان پسر پایه دوم شد اما نتوانست در نمره تفکر محاسباتی ، تفاوت معناداری در دو گروه آزمایش و کنترل ایجاد کند. Bagheri & Latifi (2021) پژوهشـــی با عنوان اثربخشـــی مداخله بســـتهٔ مغز برتر بر تمرکز، حافظه و خلاقیت دانش-آموزان مقطع دبستان شهر اصفهان انجام دادند. این پژوهش نشان داد که آموزش بســتهٔ مغز برتر با اســتفاده از تکنیک‌های محاســبات ســریع ریاضــی و تصــویر ذهنی به روش‌های جذاب و خاص با استفاده از طنز و داستان سازی، موجب استفاده همزمان دانش‌آموزان از دو نیمکره مغز شـــده و قدرت تمرکز و خلاقیت آنان را افزایش داده‌اســـت. بنابراین می‌توان به منظهور تسـهیل یادگیری و ایجاد اشـتیاق تحصـیلی، از این روش بعنوان یک روش جدید با اثرات نسبتا پایدار برای افزایش تمرکز و خلاقیت دانش آموزان دبستانی استفاده کرد. Mashhadizadeh Et al (2021) پژوهشی با عنوان اثربخشی یادگیری مبتنی بر آموزش مغز بر مهارت حل مسئله و حافظه فعال دیداری _ فضایی پسران پیش‌دبستانی با نارسایی ویژه در یادگیری انجام دادند. نتایج نشان داد که یادگیری مبتنی بر آموزش مغز بر مهارت حل مسئله و حافظه فعال دیداری - فضایی به‌ترتیب ۲۷ درصد و ۳۱ درصد واریانس تغییرات را تبیین می‌کند. یادگیری براساس فعالیت مغز به دلیل تأکید بر فعالیت مشترک نیمکره‌های مغزی، رویکردی مثبت و مؤثر در بهبود عملکرد نوآموزان مبتلابه نارســایی ویژه در یادگیری بوده اســت. بنابراین می‌تواند به‌عنوان روشــی غالب در آموزش پیش‌دبستانی استفاده شود. Sridamn & Sangkharam (2023) پژوهشی با عنوان برنامه آموزش الکترونیکی برای توسعه عملکردهای اجرایی کودکان برای ۵-۷ سال انجام دادند. نتایج نشان داد که برنامه آموزش الکترونیکی برای رشد کارکردهای اجرایی کودکان ۵ تا ۷ ساله مؤثر بوده است. Cherrier Et al (2023) پژوهشی با عنوان NeuroStratE: یک مداخله علوم اعصاب آموزشی برای کاهش رفتار اهمال کاری و بهبود عملکرد برنامه ریزی اجرایی در دانش آموزان انجام دادند. کاهش رفتار اهمال‌کاری و توانایی برنامه‌ریزی در دانش‌آموزانی که مداخله را دنبال کردند نسـبت به گروه کنترل بهبود یافت. Al-Murshidi Et al (2021) پژوهشـــی با عنوان اثربخشـــی طراحی درس الکترونیکی درس فیزیک عمومی‌بر اســاس نظریه یادگیری مبتنی بر مغز بر پیشــرفت دانش‌آموزان دانشـــکده‌های آموزش پایه انجام دادند. نتایج نشـــان داد که دانش آموزان گروه آزمایش در آزمون

دانش فیزیکی از دانش آموزان گروه کنترل بهتر عمل کردند. Damayanti Et al (2018) پژوهشی با عنوان بهبود کارکرد اجرایی دانش آموزان از راه یادگیری تربیت بدنی مبتنی بر مغز انجام دادند. نتایج نشان داد یادگیری تربیت بدنی مبتنی بر مغز بر کارکرد اجرایی دانش آموزان تاثیر دارد. Jena Et al (2018) پژوهشی با عنوان عملکرد یادگیری الکترونیکی همزمان در ارتباط با مهارت‌های تفکر، کارکردهای اجرایی و مزایای توجه دانش آموزان انجام دادند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که مهارت تفکر سلسله مراتبی بوده و به طور معناداری با عملکرد یادگیری الکترونیکی همزمان دانشجویان مرتبط است. کارکردهای اجرایی و توجه نیز با عملکرد یادگیری الکترونیکی همزمان ارتباط دارد.

مطالعات علوم اعصاب با توجه به توسعه فناوری‌های آموزشی به علوم تربیتی کمک می‌کند و مناسب‌ترین زمینه برای همکاری بین رشته‌ای بین علوم اعصاب و آموزش، توسعه فناوری‌های آموزشی است. تمام محرک های محیطی که در سیستم حسی درک و پردازش می شوند باعث فعالیت های الکتروشیمیایی و تغییرات عصبی فیزیولوژیکی در مغز می‌شوند. بنابراین، طراحی محیط های آموزشی عاملی است که بر تجربیات و نتایج یادگیری تأثیر می‌گذارد. لذا، افراد باید محیط های آموزشی را با در نظر گرفتن اصول عملکرد مغز طراحی کنند تا به مزایای بهینه دست یابند (Vaninsky, 2017). بررسی سه کارکرد اجرایی در دانش آموزان به علل گوناگونی برمی‌گردد. یکی از علت‌ها می‌تواند شناخت و ارزیابی نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان باشد. با بررسی کارکردهای اجرایی، می‌توانیم ببینیم که دانش آموزان در بخش‌های گوناگونی از هوش و توانایی کارکردهای اجرایی چقدر قدرتمنداند و کدام بخش‌ها نیاز به تقویت دارند. علت دیگر می‌تواند مشخص کردن استراتژی‌ها و راهبردهای بهینه برای یادگیری باشد. با بررسی کارکردهای اجرایی، می‌توانیم بررسی کنیم که کدام کارکرد اجرایی در فرایند یادگیری تاثیرگذارتر است و با توجه به این اطلاعات، استراتژی‌های بهینه‌تری برای یادگیری تعیین کنیم. هم‌چنین، بررسی کارکردهای اجرایی می‌تواند ما را در تشخیص مشکلات یادگیری کمک کند. اگر دانش آموزی در رشد کارکردهای اجرایی عقب بماند، ممکن است با مشکلاتی همچون نقص توجه، نقص کنترل حرکتی و مشکلات حافظه مواجه شود. با شناخت این مشکلات، می‌توان راهکارهای مناسب برای کمک به دانش آموزان با این مشکلات پیدا کرد. از طرفی، بررسی کارکردهای اجرایی اطلاعاتی نیز درباره عملکرد تحصیلی فرد می‌دهد. با شناخت میزان توانایی اجرایی دانش آموز، می‌توان استراتژی‌ها و روش‌های مناسبی برای بهبود عملکرد تحصیلی او پیشنهاد داد. از آنجایی که فرآیند یادگیری یک فرآیند پیچیده و گسترده است که تحت تأثیر محیط و شرایط خاص گوناگون قرار می‌گیرد، طراحی الگوی محیط یادگیری الکترونیکی مبتنی بر اصول علوم اعصاب تربیتی به فراهم آوردن عملکردهای اجرایی مؤثر برای دانش‌آموزان کمک می‌کند. آشنایی مدرس و یادگیرنده از

عملکرد مغز در فرآیند یادگیری و شـــناخت مولفه‌های ســـازگار با مغز، زمینه را برای ایجاد نگرش یادگیرنده بودن مدرس و فراگیر فراهم می ســـازد. این نگرش، فرد را از حالت تک بعدی به حالت چند بعدی ارتقا داده و در فرآیند آموزش و یادگیری، به ا ستفاده از روش های متنوع سوق می‌دهد و در هنگام برخورد با موانع، توانایی بازنگری برنامه ها را با حفظ توجه به هرکدام دارا بوده که همان انعطاف پذیری شناختی ا ست. د ستاوردهای پژوهش حا ضر عبارت ا ست از: کاربردی کردن یادگیری ســـازگار با مغز در فرآیند آموزش دانش آموزان، افزایش فعالیت های آگاهانه ی معلمان و دانش آموزان، کمک به پیشرفت تحصیلی و افزایش انگیزه ی دانش آموزان، ایجاد چالش در محیط یادگیری، توانمندســـازی دانش آموزان در حذف تهدیدها و مدیریت آن ها. طراحی محیط های یادگیری الکترونیکی مبتنی بر اصـــول یادگیری ســـازگار با مغز به طراحان، برنامه ریزان درســـی و معلمان کمک می‌کند تا بتوانند در فرایند یادگیری به یکپارچگی عملکرد مغز توجه دا شته با شند و از منابع و ابزار یادگیری ا ستفاده کنند که بین سه شبکه ا سا سی مغز یعنی شناختی، ا ستراتژیک و عاطفی ارتباط برقرار شود. بر این ا ساس، سوال پژوهش این ا ست که آیا الگوی محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بر مولفه‌های کارکردهای اجرایی تاثیر دارد؟

روش پژوهش

روش پژوهش نیمه آزمایشی از نوع طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری تمامی دانش آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی شهر تهران که ۳۰ نفر (۱۵ نفر گروه ازمایش و ۱۵ نفر گروه کنترل) به عنوان نمونه یا روش نمونه گیری خوشه ای انتخاب شدند. گروه آزمایش با استفاده از الگوی شـــش مولفه ای یادگیری الکترونیکی ســـازگار با مغز (توجه، ارتباط، هیجان، یادگیری فاصله ای، عوامل محیطی و عوامل اجتماعی) در مدت هفت جلسه مباحث ریاضی پایه پنجم را در محیط تعاملی الکترونیکی نیرپاد[1] آموزش دیدند. در این محیط، از اپلیکیشـــن های دیگری نظیر فت[2]، طراحی سوالات و آزمون سازی، بازی های آموزشی و ... استفاده شد.

نیرپاد را می‌توان به عنوان یک برنامه تعامل توضـــیح داد که معلمان و دانش آموزان را در یک پلتفرم گرد هم می آورد. این یک برنامه متمرکز بر آموزش اســـت. در نیرپاد معلم می‌تواند بازی آموز شی ب سازد، از شبیه سازی های فت ا ستفاده کند. امکان ساخت آزمون و بازخورد دادن به فراگیران در این محیط وجود دارد. فراگیران میتوانند از عملکرد خود آگاه شـــوند و حتی در محیط آموزش ببینند و نظرات‌شان را مطرح کنند. شبیه سازی فت در محیط نیرپاد تعبیه شده است. شبیه ســـازی فت شـــبیه ســـازی هایی ســـرگرم‌کننده، تعاملی و مبتنی بر آموزش و پژوهش در دروس

[1] Nearpod
[2] Phet

گوناگون تحصیلی (فیزیک، زیست‌شناسی، علوم، شیمی، علوم زمین، ریاضیات) را ارائه می‌کند. این شبیه‌سازی توسط دانشگاه کلرادو ایالات‌متحده آمریکا ابداع‌شده است. آن‌ها در جاوا و فلش طراحی‌شده و با مرورگری که فلش و جاوا روی آن نصب‌شده قابل‌اجرا هستند شبیه‌سازی‌های فت ویژگی‌های منحصربه‌فردی دارند که در بیش‌تر ابزارهای کمک‌آموزشی وجود ندارند (تعامل، انیمیشن، بازخورد دینامیکی، کشف مفاهیم). این پلتفرم به معلمان اجازه می‌دهد تا درس‌هایی را از ابتدا ایجاد کنند و هم‌چنین، درس های ایجاد شده خود را آپلود کنند. افزون بر این، معلمان می‌توانند از کتابخانه گسترده دوره های از پیش بسته بندی شده به صورت رایگان استفاده کنند. نیرپاد به مربیان کمک می‌کند تا با استفاده از مفاهیمی مانند نظرسنجی، آزمون‌ها، تصاویر سه‌بعدی و موارد دیگر، یادگیری بهتری داشته باشند.

جدول ۱. جلسات آموزشی و شرح آن

جلسات	عنوان	هدف	محتوا
جلسه اول	آشنایی و معارفه و گرفتن پیش ازمون	معرفی اعضاء، آشنایی با فرایند جلسات، معرفی پلتفرم نیرپاد.	پلتفرم نیرپاد
جلسه دوم	آموزش کسر بزرگتر از واحد	آشنایی دانش آموزان با کسر بزرگتر از واحد، حاصل ضرب کسرها، حاصل تقسیم کسرها، تبدیل کسرها، مقایسه کسرها	افزایش توجه، تولید، هیجان، یادگیری فاصله ای، عوامل محیطی و عوامل اجتماعی با در نظر گرفتن راهبردهای آموزشی شرح مفاهیم کسر بزرگتر از واحد: در محیط نیرپاد با استفاده از داستان‌ها یا مثال‌های واقعی و قابل ارتباط با زندگی روزمره. ایجاد ویدئوهای آموزشی با ارائه مفاهیم کلیدی به شیوه جذاب و تعاملی. استفاده از تکنیک‌های ویرایش و انیمیشن برای جلب توجه و توضیح بهتر مفاهیم. ارائه چالش‌ها و مسائل عملی که به دانش آموزان امکان حل مسائل با مفاهیم کسر بزرگتر از واحد را بدهد. ایجاد بازی‌ها و مسابقات ریاضی با جوایز جذاب.تشویق به رقابت و ارتقاء درجه‌ها و امتیازات.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

			تشویق به استفاده از مفاهیم یادگرفته شده در حل مسائل عملی، ارائه سوالاتی که نیازمند استنتاج و تحلیل اطلاعات باشند، ایجاد تابلوی گروهی، استفاده از فونت و رنگ مناسب در هنگام آموزش مفاهیم.
جلسه سوم	آموزش نسبت و تناسب	آشنایی دانش آموزان با نسبت بین دو مقدار با توجه به کسر، آموزش نسبت های مساوی	افزایش توجه، تولید، هیجان، یادگیری فاصله ای، عوامل محیطی و عوامل اجتماعی با در نظر گرفتن راهبردهای آموزشی
		آشنایی دانش آموزان با تناسب بین دو مقدار با توجه به کسر	شرح مفاهیم نسبت و تناسب: در محیط نیرپاد با استفاده از داستان‌ها یا مثال‌های واقعی و قابل ارتباط با زندگی روزمره. ایجاد ویدئوهای آموزشی با ارائه مفاهیم کلیدی به شیوه جذاب و تعاملی. استفاده از تکنیک‌های ویرایش و انیمیشن برای جلب توجه و توضیح بهتر مفاهیم. ارائه چالش‌ها و مسائل عملی که به دانش‌آموزان امکان حل مسائل با مفاهیم کسر بزرگتر از واحد را بدهد. ایجاد بازی ها و مسابقات ریاضی با جوایز جذاب.تشویق به رقابت و ارتقاء درجه‌ها و امتیازات. تشویق به استفاده از مفاهیم یادگرفته شده در حل مسائل عملی، ارائه سوالاتی که نیازمند استنتاج و تحلیل اطلاعات باشند، ایجاد تابلوی گروهی، استفاده از فونت و رنگ مناسب در هنگام آموزش مفاهیم.
جلسه چهارم	آموزش درصد	آشنایی دانش آموزان با مفهوم درصد	افزایش توجه، تولید، هیجان، یادگیری فاصله ای، عوامل محیطی و عوامل اجتماعی با در نظر گرفتن راهبردهای آموزشی
		آشنایی دانش آموزان با ارتباط مفهوم درصد با مفاهیم مرتبط نسبت و ...	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

			شرح مفاهیم درصد: در محیط نیرپاد با استفاده از داستان‌ها یا مثال‌های واقعی و قابل ارتباط با زندگی روزمره. ایجاد ویدئوهای آموزشی با ارائه مفاهیم کلیدی به شیوه جذاب و تعاملی .استفاده از تکنیک‌های ویرایش و انیمیشن برای جلب توجه و توضیح بهتر مفاهیم. ارائه چالش‌ها و مسائل عملی که به دانش‌آموزان امکان حل مسائل با مفاهیم کسر بزرگتر از واحد را بدهد. ایجاد بازی‌ها و مسابقات ریاضی با جوایز جذاب.تشویق به رقابت و ارتقاء درجه‌ها و امتیازات. تشویق به استفاده از مفاهیم یادگرفته شده در حل مسائل عملی، ارائه سوالاتی که نیازمند استنتاج و تحلیل اطلاعات باشند، ایجاد تابلوی گروهی، استفاده از فونت و رنگ مناسب در هنگام آموزش مفاهیم.
جلسه پنجم	آموزش تقارن	آشنایی دانش آموزان با مفهوم تقارن محوری	افزایش توجه، تولید، هیجان، یادگیری فاصله ای، عوامل محیطی و عوامل اجتماعی با در نظر گرفتن راهبردهای آموزشی شرح مفاهیم تقارن محوری: در محیط نیرپاد با استفاده از داستان‌ها یا مثال‌های واقعی و قابل ارتباط با زندگی روزمره. ایجاد ویدئوهای آموزشی با ارائه مفاهیم کلیدی به شیوه جذاب و تعاملی .استفاده از تکنیک‌های ویرایش و انیمیشن برای جلب توجه و توضیح بهتر مفاهیم. ارائه چالش‌ها و مسائل عملی که به دانش‌آموزان امکان حل مسائل با مفاهیم کسر بزرگتر از واحد را بدهد. ایجاد

			بازی‌ها و مسابقات ریاضی با جوایز جذاب.تشویق به رقابت و ارتقاء درجه‌ها و امتیازات. تشویق به استفاده از مفاهیم یادگرفته شده در حل مسائل عملی، ارائه سوالاتی که نیازمند استنتاج و تحلیل اطلاعات باشند، ایجاد تابلوی گروهی، استفاده از فونت و رنگ مناسب در هنگام آموزش مفاهیم.
جلسه ششم	آموزش چندضلعی	آشنایی دانش آموزان با شکل های متقارن و غیر متقارن، رسم محور تقارن شکل های هندسی، به دست آوردن قرینه هر شکل نسبت به محور تقارن داده شده	افزایش توجه، تولید، هیجان، یادگیری فاصله ای، عوامل محیطی و عوامل اجتماعی با در نظر گرفتن راهبردهای آموزشی شرح مفاهیم چندضلعی: در محیط نیرپاد با استفاده از داستان‌ها یا مثال‌های واقعی و قابل ارتباط با زندگی روزمره. ایجاد ویدئوهای آموزشی با ارائه مفاهیم کلیدی به شیوه جذاب و تعاملی. استفاده از تکنیک‌های ویرایش و انیمیشن برای جلب توجه و توضیح بهتر مفاهیم. ارائه چالش‌ها و مسائل عملی که به دانش‌آموزان امکان حل مسائل با مفاهیم کسر بزرگتر از واحد را بدهد. ایجاد بازی ها و مسابقات ریاضی با جوایز جذاب.تشویق به رقابت و ارتقاء درجه‌ها و امتیازات. تشویق به استفاده از مفاهیم یادگرفته شده در حل مسائل عملی، ارائه سوالاتی که نیازمند استنتاج و تحلیل اطلاعات باشند، ایجاد تابلوی گروهی، استفاده از فونت و رنگ مناسب در هنگام آموزش مفاهیم.
جلسه هفتم	گرفتن پس آزمون	انجام تکالیف به صورت گروهی و گرفتن پس آزمون	اجرای پس آزمون و پایان دوره با استفاده از پرسش‌نامه، تشکر و قدردانی از همکاری اعضا

ابزارگرداوری داده ها شامل پرسش‌نامه کارکردهای اجرایی بریف (۲۰۰۰) می‌باشد.

پر سش‌نامه کارکردهای اجرایی: پر سش‌نامه کارکردهای اجرایی تو سط Brief (2000) ساخته شد. این ارزیابی دارای دو فرم والدین و معلمان و دارای ۸۶ سوال می‌با شد که با توجه به شرایط حادث شدن وضعیت برای کودک به عنوان هیچ وقت و گاهی اوقات و همیشه به ترتیب از ۱ تا ۳ تو سط والدین نمره گذاری می شود و رفتارهای کودک را در مدر سه و یا منزل مورد برر سی قرار می‌دهد و به منظور تفسیر رفتاری عملکرد اجرایی ۵ تا ۱۸ ساله طراحی شده ا ست (Guy Et al, 2000). زمان تکمیلی این فرم بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه اســـت. این پرســـش‌نامه با مقیاس لیکرت نمره گذاری می شود. هرکدام از سوالات مربوط به یکی از زیر مجموعه های پر سش‌نامه می‌باشد و این زیر مجموعه ها به دو قســمت اصــلی مهارت‌های تنظیم رفتار و مهارت‌های فراشــناخت تقســیم می‌شود: الف) مهارت‌های تنظیم رفتار: بازداری، انتقالی، کنترلی هیجان، ب)مهارت‌های فراشناخت: برنامه ریزی، سازماندهی مواد، نظارت، حافظه کاری، آغازگری. ضریب اعتبار این پرسش‌نامه برای نمونه های بالینی در فرم والدین آن ۰/۹۸-۰/۸۲ می‌با شد و زمانی که برای ارزیابی جامعه هنجار از آن استفاده شود، این میزان به ۰/۹۷ -۰/۸۰ می‌رسد، روایی و پایایی نسخه فارسی پرسش‌نامه درجه بندی رفتاری کارکردهای اجرایی (فرم والدین) توســط میرزاخانی (۱۳۹۴) در جامعه درخودمانده انجام شده است (Mirzakhani Et al, 2015). نسخه اصلی آزمون از ویژگی های روانسنجی خوب، روش اجرای ســاده و روشــن برخوردار اســت و ابزاری قابل اعتماد و کاربردی برای درمانگران معرفی شده ا ست. در پژوهش شهابی (۱۳۹۰) روایی و اعتبارپر سش‌نامه سنجیده شد که ضریب پایایی آزمون-بازآزمون خرده مقیاس های آزمون رتبه بندی رفتاری کارکردهای اجرایی در کارکرد بازداری ۰/۹۰، جهت دهی ۰/۸۱، کنترل هیجانی ۰/۹۱، آغاز به کار ۰/۸۰، حافظه فعال ۰/۷۱، برنامه ریزی ۰/۸۱، سازماندهی اجزا ۰/۷۹، نظارت ۰/۷۸، شاخص تنظیم رفتار ۰/۹۰، شاخص فراشناخت ۰/۸۷ و نمره کلی کارکردهای اجرایی ۰/۸۹ به دســت آمد. ضــریب همســانی درونی برای این پر سش‌نامه از ۰/۸۷ تا ۰/۹۴ می‌با شد که نشان دهنده بالابودن همسانی درونی تمامی خرده مقیاس های پرســش‌نامه اســت (Nodehii Et al, 2016). در این پژوهش، پایایی با ضــریب آلفای کرونباخ ۰/۹۴ به دست آمد که نشان از پایایی مطلوب می‌باشد.

یافته‌های پژوهش

از آمار توصیفی(میانگین، انحراف معیار) و آمار استنباطی (تحلیل کوواریانس) استفاده شد.

شرکت کنندگان این پژوهش ۳۰ نفر بودند که در دو گروه ۱۵ نفره آزمایش و کنترل جایدهی شدند. میانگین و انحراف معیار سنی شرکت کنندگان گروه آزمایش به ترتیب برابر با ۱۰/۳۳ و ۱/۵۲ و میانگین و انحراف معیار سنی شرکت کنندگان گروه کنترل به ترتیب برابر با ۱۰/۰۱ و ۱/۳۸ بود.

در جدول ۲، شاخص‌های توصیفی نمرات شرکت کنندگان پژوهش در مولفه‌های کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان در مراحل گوناگون ارزیابی و به تفکیک گروههای پژوهش ارائه شده است.

جدول ۲- شاخص‌های توصیفی نمرات شرکت کنندگان در متغیرهای پژوهش

متغیر	مرحله	گروه آزمایش		کنترل	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
انعطاف پذیری شناختی	پیش آزمون	۱۸/۶۶	۲/۴۹	۱۸/۴۶	۲/۹۴
	پس آزمون	۲۱/۸۰	۲/۱۴	۱۸/۸۴	۲/۶۰
بازداری پاسخ	پیش آزمون	۱۸/۹۳	۲/۱۲	۱۸/۳۳	۲/۸۹
	پس آزمون	۲۲/۸۰	۲/۳۳	۱۸/۵۳	۲/۹۴
حافظه کاری	پیش آزمون	۱۶/۹۳	۲/۷۳	۱۶/۲۰	۲/۹۵
	پس آزمون	۲۰/۱۳	۲/۶۴	۱۵/۵۳	۲/۴۷

در جدول ۲، میانگین و انحراف معیار نمرات شرکت کنندگان در متغیرهای پژوهش براساس مراحل ارزیابی و عضویت گروهی ارائه شده است؛ همانگونه که از نتایج جدول مشخص است در مرحله پس آزمون شرکت‌کنندگان افزایش نمره‌ای را در هر سه متغیر تجربه کرده‌اند؛ با این حال، برای بررسی تفاوت های میانگین های گروه های پژوهش از تحلیل کوواریانس چند متغیری (مانکووا) استفاده شد، اما پیش از تحلیل، مفروضه‌های تحلیل کوواریانس تحت بررسی قرار گرفت. نتایج اجرای آزمون شاپیرو- ویلک دال بر نرمال بودن داده‌ها بود ($p>۰/۰۵$). نتایج اجرای آزمون ام باکس حاکی از همگنی کوواریانس های متغیر های وابسته (همگنی ماتریس های واریانس/کوواریانس) بود ($p>۰/۰۵$). نتایج اجرای آزمون لوین نشان دهنده برابری واریانس بین متغیرهای وابسته پژوهش در گروههای آزمایش و کنترل (همگنی واریانس‌های بین‌گروهی) بود ($p >۰/۰۵$). نتایج آزمون اثر های بین آزمودنی (متقابل و بین آزمودنی) بیانگر رعایت همگنی شیب‌های رگرسیونی در دو گروه آزمایش و کنترل بود ($p>۰/۰۵$) و نتایج آزمون لامبدای ویلکس نشان دهنده تفاوت معنادار در حداقل یکی از متغیرهای وابسته بین گروههای آزمایش و کنترل بود (۳۷/ ۰=لامبدای ویکلز، ۰۰۱/ ۰>p ,۴۰/ ۱۴= $F_{(۲۳,۳)}$). در جدول ۲ نتایج مربوط به اثرات بین آزمودنی تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکوا) ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون اثرات بین گروهی برای دو گروه آزمایش و کنترل در کارکردهای اجرایی

شاخص آماری / متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی‌داری	مجذور اتا
انعطاف پذیری شناختی	۱۳۹/۶۰	۱	۱۳۹/۶۰	۱۷/۹۷	۰/۰۰۱	۰/۴۲
بازداری پاسخ	۱۵۸/۴۲	۱	۱۵۸/۴۲	۳۴/۰۵	۰/۰۰۱	۰/۵۸
حافظه کاری	۹۸/۴۳	۱	۹۸/۴۳	۲۷/۳۰	۰/۰۰۱	۰/۵۲

جدول ۳ نتایج آزمون اثرات بین گروهی برای دو گروه آزمایش و کنترل را در متغیر های پژوهش نشان می‌دهد. چنانچه در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، بین دو گروه آزمایش و کنترل در هر سه مولفه انعطاف پذیری شناختی، بازداری پاسخ و حافظه کاری در مرحله پس آزمون تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود دارد (p<۰/۰۰۱). با توجه به نتایج مندرج در جدول ۲ که نشان دهنده میانگین های بیش‌تر گروه آزمایش در مرحله پس آزمون در مقایسه با گروه کنترل در متغیرهای فوق است، می‌توان نتیجه گرفت تفاوت معنادار در مولفه‌های بالا در بین گروه آزمایش و کنترل به نفع گروه آزمایش است و افرادی که در گروه آزمایش قرار داشتند و الگوی محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز دریافت کرده بودند در مقایسه با گروه کنترل که این مداخله را دریافت نکرده بودند از کارکردهای اجرایی بهتری برخوردار شدند. بر این اساس فرضیه پژوهش تائید می شود و الگوی محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بر مولفه‌های کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان اثرگذار است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج فرضیه اول پژوهش نشان داد محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بر انعطاف پذیری شناختی دانش آموزان تاثیر دارد. نتایج این فرضیه با پژوهش Saadatmand & Afsharinejad (2022)، Sharbar (2022)، Nasiri (2021)، Arsad & Kasefi (2021)، Bagheri & Latifi (2021)، Mashhadizadeh Et al (2021)، Sridamn & Sangkharam (2023)، Cherrier Et al (2023)، Al-Murshidi Et al (2021)، Damayanti Et al (2018)، Jena Et al (2018) همسو می‌باشد. در تبیین این فرضیه می‌توان گفت برای رسیدن به اهداف آموزشی گوناگون لازم است ابزار و منابع آنلاین متعددی به کلاس معرفی شود. هر چند تعدد این موارد ممکن است یادگیرنده ها را سردرگم کند، اما تنوع این ابزارها با صرف زمان مناسب برای تسلط بر هر کدام از آن ها می‌تواند فرصتی برای تقویت انعطاف پذیری شناختی خلق کند. برای استفاده مناسب از این فرصت

با دانش آموزان دربارهی این مهارت شـــناختی گفتگو کنید به آنها یادآوری کنید که تســـلط بر ابزارهای آموزشی بخش ارزشمندی از فرایند یادگیری است و مهارت‌های شناختی هنگام این کار توســعه می یابد. مطالعات بســیاری نشــان داده اند که آگاهی از مهارت‌های شــناختی، افراد را در استفاده ی موثر از آنها توانمند می‌کند. بنابراین با آشنا کردن یادگیرنده ها با مهارت انعطاف پذیری شــناختی و ارزیابی این مهارت در طول زمان می توان امکانی برای بهبود آن فراهم کرد. مطالعات قبلی ارتباط قوی بین انعطاف پذیری در یادگیری الکترونیکی و نتایج یادگیری را نشـــان داده اند (Soffer Et al, 2019; McGarry Et al, 2015; Austerschmidt & Bebermeier, 2019). مشابه این نتیجه، مطالعه مرور سیستماتیک جامع آنها به این نتیجه رسید که نتایج یادگیری را می‌توان از راه طراحی یادگیری انعطاف پذیر افزایش داد (McGarry Et al, 2015). Soffer Et al (2019) نیز گزارش دادند که بین عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان و الگوهای انعطاف‌پذیری بر اساس رفتارهای یادگیری آنلاین آنها رابطه معناداری وجود دارد. انعطاف پذیری در آموزش الکترونیکی برای دانش آموزان آنلاین حیاتی اســت تا فرآیند یادگیری خود را بهبود بخشــند. عناصــر و مکانیســم‌های گوناگونی در مغز وجود دارد که بر انعطاف پذیری تفکر، یادگیری و پردازش اطلاعات تأثیر می‌گذارد. توسـعه انعطاف‌پذیری ذهنی با بهینه‌سـازی انعطاف‌پذیری طراحی عصـبی افراد شـروع می‌شـود. عناصـر مغز-ذهن که بر نحوه یادگیری، تفکر و پردازش اطلاعات افراد تأثیر می‌گذارد. انعطاف پذیری عصبی به این معنی است که یک فرد دارای یکپارچگی نیمکره جانبی برای تحلیل و خلاق بودن، رمزگذاری و رمزگشایی اطلاعات به طور همزمان، داشتن رویکردی به همان اندازه کلامی و غیرکلامی در طول ارتباط است. انعطاف پذیری هم‌چنین، مستلزم تعادل بین نواحی بیانگر مغز در لوب های فرونتال و نواحی پذیرنده مغز در قشر حسی است و افراد را قادر می سازد تا افکار، کلمات و احســاســات خود را بیان کنند. متعاقباً، تعادل در تمام لوب‌ها و نیمکره‌های نئوکورتکس، انعطاف‌پذیری را برای افراد فراهم می‌کند. Karami (2023) پژوهشـــی با عنوان ارائه چارچوبی برای طراحی محیط های یادگیری الکترونیکی و مجازی براســاس اصــول و معیارهای انعطاف پذیری شناختی انجام دادند. با توجه به معیارهای مطرح شده در بعد شکل‌های گوناگون یادگیری، می توان گفت برای افزایش انعطاف پذیری شناختی یادگیرندگان در محیط های یادگیری الکترونیکی، تنوع محتوا، تنوع روش ها و فعالیت ها، تنوع تعاملات و تنوع ابزارهای ارزیابی، اهمیتی خاص دارند. هم‌چنین، با توجه به معیارهای مطرح شـــده در بعد دیدگاههای گوناگون یادگیری نیز می‌توان نتیجه گرفت برای افزایش انعطاف پذیری شناختی یادگیرندگان در محیط های یادگیری الکترونیکی، تنوع نمونه‌ها، تمرین ها و مثال ها، تنوع در روابط متقابل بین مفاهیم، تنوع در نقطه نظرات افراد، بررسی، تحلیل و ترکیب نقطه‌نظرات متنوع، تنوع بخشیدن به نظرات گوناگون در مورد موضوع بحث شده، و تنوع روش‌ها و راه حل‌ها در فرایند حل مسأله، بسیار اهمیت دارند.

این محیط ها، باید به گونه‌ای تدارک دیده شـــوند که زمینه درگیری و فعالیت یادگیرنده را فراهم نمایند تا یادگیرنده بتواند درگیری فعالانه ای در جریان یادگیری دا شته با شد و به ساخت دان شی بپردازد که پاسخگوی نیازهای موقعیتی گوناگون و قابل کاربرد در حل مسائل واقعی است.

نتایج فر ضیه دوم پژوهش نشان داد محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بر حافظه کاری دانش آموزان تاثیر دارد. نتایج این فرضـــیه با پژوهش Saadatmand & Afsharinejad (2022)، Sharbar (2022)، Arsad & Kasefi (2021)، Nasiri (2021)، Bagheri & Latifi (2021)، Al-Mashhadizadeh Et al (2021)، Sridamn & Sangkharam (2023)، Cherrier Et al (2023)، Murshidi Et al (2021)، Damayanti Et al (2018)، Jena Et al (2018) همسو می‌باشد. در تبیین این فرضیه می‌توان گفت حافظه نقش اساسی در فعالیت های پیچیده شناختی نظیر یادگیری، برنامه ریزی، ا ستدلال، حل م سئله و ... در مغز ان سان دارد (Samiei, 2021). حافظه یک فرآیند شناختی چندوجهی اســـت که شـــامل مراحل گوناگونی اســـت: رمزگذاری، تثبیت، بازیابی و تثبیت مجدد. رمزگذاری شامل ک سب و پردازش اطلاعاتی ا ست که به یک نمایش ع صبی منا سب برای ذخیره ســازی تبدیل می‌شــود (Liu et al, 2021; Panzeri Et al, 2023). اطلاعات را می‌توان از راه کانال های گوناگونی مانند ورودی های دیداری، شنیداری، بویایی یا لم سی به د ست آورد. محرک های حســـی اکتســـابی به قالبی تبدیل می‌شـــوند که مغز می‌تواند آن را پردازش و حفظ کند. عوامل گوناگونی مانند توجه، اهمیت عاطفی و تکرار می‌توانند بر فرآیند رمزگذاری تأثیر بگذارند و قدرت و دوام حافظه را تعیین کنند (Squire et al, 2004; Lee Et al, 2016; Serences, 2016). نظریه علوم اع صاب مدرن در مورد حافظه شامل سه حوزه عمده مغز ا ست: تالاموس، پیش پی شانی و کورتکس و هیپوکامپ. تالاموس را می‌توان به عنوان یک مسیریاب تصور کرد که اطلاعات حواسی (بینایی، لامســـه، صـــحبت کردن) را پردازش کرده و این اطلاعات را جهت ارزیابی به لوب‌های حواسی مغز ارسال می‌کند. اطلاعات ارزیابی شده در نهایت به قشر پیش پیشانی می‌رسند. در آنجا اطلاعات به شکل حافظه‌های کوتاه‌مدت وارد هوشیاری ما می‌شوند. این اطلاعات به هیپوکامپ نیز ارســـال می‌شـــوند. در آنجا اطلاعات به بخش‌های گوناگون تقســـیم می‌شـــوند تا در کورتکس‌های گوناگون به صورت حافظه‌های بلندمدت ذخیره شوند. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های علوم اعصاب امروزه آن اســـت که درک کنند چگونه بخش‌های پراکنده حافظه می‌توانند به صـــورت یک تجربه منسجم از حافظه گرد هم آیند. این مسئله در علوم اعصاب به نام «مسئله اتصال» نامیده می شوند. نظریه حافظه در علوم اع صاب پایه‌ای برای درک اجزای ا صلی یک معماری حافظه هو شمند را به ما ارائه می‌کند. با این حال، حافظه انســـان تنها یک محصـــول فرعی از اجزای مغز نیســـت؛ بلکه به طور عمیقی تحت تأثیر شرایط زمینه‌ای نیز قرار دارد. حافظه فعال یک سی ستم فعال ذخیره سازی اطلاعات و پردازش اطلاعات اســـت و برای عملکرد صـــحیح ســـایر عملکردهای پیچیده شـــناختی

ضـــروری اســـت (Sanchez Et al, 2015). فرآیند کدگذاری دوگانه در ذهن دانش‌آموزان از راه کانال‌های پردازش بصری و کلامی را می‌توان با استفاده از تصاویر، گرافیک ها، نقشه‌های مفهومی و نمودارها فعال کرد (Paivio, 1988). شکستن محتوا به قطعات کوچکتر و قابل هضم (تکه کردن) راهی برای افزایش ظرفیت حافظه کاری دانش آموزان جهت تســهیل یادآوری طولامدت دانش است (Norris Et al, 2020). رویه‌های عاطفی بر فرآیندهای شناختی یادگیری تأثیر می‌گذارند زیرا احساسات تجربیات را در حافظه بلندمدت انسان ثبت می‌کنند (Jimenez Et al, 2021). تجزیه و تحلیل کمی یافته های مطالعه Mohammed & Daif-Allah (2023) تأثیر متقابل بین متغیرهای اســتراتژی‌های یادگیری مبتنی بر مغز (تکرار فاصــله‌ای و تمرین توزیع شــده – مدل‌های ذهنی) و الگوهای اینفوگرافیک (ایستا/متحرک) در محیط‌های یادگیری الکترونیکی را در نمرات آزمون نشان می‌دهد. یافته‌ها هم‌چنین، نشـــان داد که تکرار اطلاعات در فواصـــل زمانی فزاینده با اســـتفاده از اینفوگرافیک برای یادگیری مفاهیم به صورت سازمان یافته و بهبود حافظه کوتاه موثر است. افزون بر این، استراتژی مدل ذهنی نیز به حفظ اطلاعات کمک کرد.

راهبردهای آموزشی مبتنی بر یادگیری مبتنی بر مغز، استراتژی‌های جدیدی هستند که توسط معلمان و مربیان برای تقویت و بهبود یادگیری و حافظه در کلاس درس و در محیط‌های آموزش الکترونیکی برای کیفیت یادگیری و بهبود حافظه استفاده می‌شوند (Lubis, 2017; Yustitia Et al, 2019). یادگیری مبتنی بر مغز به یک ضـــرورت برای آموزش یادگیرنده تبدیل شـــده اســـت، زیرا الگوها و اشـــکال متعددی از تفکر را ارائه می‌دهد و امکان وجود بســـیاری از اســـتراتژی ها و کاربردهای آموزشـــی متنوع، حمایتی و موثر در زمینه تفکر و روش های بهبود حافظه را فراهم می‌کند. نظریه یادگیری مبتنی بر مغز، نظریه ای است که علوم مغز، علوم اعصاب، علوم رفتاری و علوم شـناختی را به هم مرتبط می‌کند. راهبردهای یادگیری مبتنی بر مغز با تمرکز بر توجه، حافظه، انگیزه، نحوه ارائه اطلاعات و راه های کســـب دانش مفهومی‌به غنی ســـازی فرآیندهای تدریس و یادگیری کمک می‌کند و یک محیط یادگیری ســـازگار را فراهم می‌کند. محیط‌های آموزشـــی و اســـتراتژی‌های مبتنی بر یادگیری مبتنی بر مغز نیز با تنوع منابع یادگیری دیجیتال، اشـــتراک‌گذاری اطلاعات، کسب بازخورد فوری مورد نیاز فراگیران و هم‌چنین، توسعه مهارت‌های تفکر و خلاقیت مشخص می شوند (Sesmiarni, 2015). Amit-Danhi (2020) کشف کرد که دانش‌آموزان بیش‌تر از آنچه می‌خواندند زمانی که با تصـــاویر یا نمودارها همراه بود، به یاد می‌آورند. بنابراین، اینفوگرافیک حفظ دانش را افزایش می‌دهد و به بهبود نتایج یادگیری کمک می‌کند. مطالعات تحقیقاتی که با یادگیری مبتنی بر مغز سروکار دارند، اثربخشی یادگیری مبتنی بر مغز را بر توسعه محیط‌های یادگیری الکترونیکی و بهبود یادآوری حافظه و حفظ حقایق و جزئیات ثابت کرده اند (Jensen & Mcconchie, 2020). افزون بر این، ادغام اســـتراتژی های یادگیری مبتنی بر مغز و

روش‌های ارائه محتوا با استفاده از نمودارها و مدل‌ها برای بهبود عملکرد سیستم آموزش الکترونیکی مبتنی بر محیط‌های یادگیری قابل توجه است (Erol& Karaduman, 2018). ElAdl & Saad (2018) پژوهشی با عنوان تأثیر یک برنامه یادگیری مبتنی بر مغز بر حافظه کاری و انگیزه تحصیلی دانش‌آموزان عمانی پایه دهم انجام دادند. مطالعه نشان می‌دهد که دانش‌آموزان گروه آزمایش، در مقایسه با گروه کنترل، به دلیل آموزش یادگیری مبتنی بر مغز، حافظه کاری قوی و انگیزه تحصیلی دارند.

نتایج فرضیه سوم پژوهش نشان داد محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بر بازداری پاسخ دانش آموزان تاثیر دارد. نتایج این فرضیه با پژوهش Saadatmand & Afsharinejad (2022)، Sharbar (2022)، Arsad & Kasefi (2021)، Nasiri (2021)، Bagheri & Latifi (2021)، Mashhadizadeh Et al (2021)، Sridamn & Sangkharam (2023)، Cherrier Et al (2023)، Al-Murshidi Et al (2021)، Damayanti Et al (2018)، Jena Et al (2018) همسو می‌باشد. در تبیین این فرضیه می‌توان گفت در علوم اعصاب شناختی، بازداری و یا کنترل بازداری به توقف روند روانی با و یا بدون عمد گفته می‌شود. کنترل بازداری، نقش اساسی را در طول پردازش مراحل عملیات روانی شامل ادراک، توجه، هیجان، حافظه، یادگیری، عمل، تفکر و زبان بازی می‌کند (Moghadam, 2021). Sharifi Et al (2022) پژوهشی با عنوان اثربخشی تمرین رایانه‌ای شناختی بر عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی انجام دادند. نتایج آزمون استروپ نشان می‌دهد تفاوت معناداری در نمرات پس‌آزمون دانش‌آموزان گروه آزمایش و گواه در زیر مؤلفهٔ خطای ارتکاب وجود داشت. هم‌چنین، در آزمون عملکرد پیوسته، تفاوت گروه گواه و آزمایش پس از حذف اثر پیش‌آزمون در مرحله پس‌آزمون، در زیرمؤلفهٔ خطای ارتکاب و خطای حذف معنادار بود. برنامه تمرین رایانه‌ای شناختی می‌تواند سبب بهبود عملکرد بازداری پاسخ و توجه پایدار در دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی شود. بر اساس مطالعات گوناگون، بهبود کنترل بازدارندگی نیز به وسیله برنامه آموزشی با رایانه امکان‌پذیر است. Lee Et al (2021) دریافتند آموزش رایانه‌ای ردیابی چشم بر بهبود کنترل بازدارندگی کودکان مبتلا به اختلال بیش فعالی و نقش توجه موثر است. Liu Et al (2015) نشان دادند که آموزش بازداری به وسیله بازی کودکان با تبلت، توانایی استدلال در آنان را بهبود می‌بخشد. Maraver Et al (2016) نیز با استفاده از برنامه های کامپیوتری توانستند شرکت کنندگان مورد آموزش را به سمت یک حالت کنترل شناختی فعال تر سوق می‌دهد. Abdolrahimi (2015) در پژوهشی با عنوان تاثیر آماده سازی زیر آستانه ای به روش علامت توقف، برو/نرو و تحریک الکتریکی مغز بر بازداری پاسخ و امواج مغزی(EEG) به این نتیجه رسیدند در بررسی اول و دوم نتایج پژوهش برای تحریک الکتریکی در پارامترهای تکلیف علامت–توقف در موقعیت های قشر بینایی و شکنج تحتانی راست معنی دار بود. اما در

تکلیف برو/نرو تفاوت معناداری بین پارامترهای تکلیف بر اثر تحریک الکتریکی مشاهده نشد. در رابطه با مطالعه سوم برای ثبت امواج مغزی حین تکلیف، تفاوت فعال سازی این امواج درد و تکلیف معنی دار بود. بر اساس این پژوهش، دانش آموزان در کلاس درس در هنگام آموزش، سوالات را بدون مکث و بی درنگ پاسخ می دادند و برخز از جواب ها درست بود و برخی از جواب ها نادرست.

نتایج نشان داد محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بر مولفه‌های کارکردهای اجرایی (بازداری پاسخ، انعطاف پذیری شناختی و حافظه کاری تاثیر دارد. بر اساس نتیجه می‌توان گفت محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز باعث بهبود قدرت تمرکز و توجه، تقویت حافظه کوتاه مدت، افزایش توانایی پردازش اطلاعات و بهبود مهارت های تنظیم اجرایی می‌شود. این نوع محیط های یادگیری با استفاده از تکنیک‌های متنوعی از جمله بازی‌های آموزشی، ویدیوها و تمرینات تعاملی، به طور سیستماتیک بر توانایی‌های اجرایی مغز تأثیر می‌گذارند و به مرور زمان باعث بهبود کارکردهای اجرایی می‌شوند. حوزه علوم اعصاب تربیتی، رویکردها و ابزارهای مفیدی را برای آموزش آنلاین فراهم می‌کند. یکی از عناصر کلیدی در تسهیل یادگیری، انعطاف پذیری مغز و توانایی آن برای رشد از راه سیناپس ها و مدارهای عصبی است. در این زمینه، مشارکت فراگیران در فرآیند یادگیری نقش تعیین کننده ای دارد. به منظور افزایش مشارکت، معلم می‌تواند از چت متنی خصوصی، چت گروهی، تخته دیجیتال خصوصی برای حمایت از یادگیری استفاده کند تا فراگیران فعالانه شرکت کنند و فرصت‌های متعددی برای مشارکت در فرآیند یادگیری داشته باشند. برای دستیابی به تثبیت، ذخیره و یادآوری دانش جدید، فراگیران می‌توانند از ارزشیابی تشخیصی، تکوینی و تراکمی‌که به صورت دیجیتالی ارائه می شود بهره مند شوند. از راه این نوع ارزشیابی، معلم این فرصت را دارد که یادگیری را ارزیابی کند. استفاده از نظرسنجی با سوالات از نوع درست یا غلط، ایجاد سوالات چند گزینه ای یا جملات کوتاه هم در طول درس و هم به عنوان تکلیف خانگی (زمینه ناهمزمان)، فرصت هایی را در اختیار یادگیرندگان قرار می‌دهد تا حافظه خود را تقویت کنند، در مورد آنچه می دانند و آنچه را که فهمیده اند فکر کنند و هم‌چنین، نیازهای شخصی آنها را شناسایی می‌کند.

با توجه به نتیجه پژوهش می‌توان از فناوری های شناختی هوش مصنوعی، واقعیت افزوده، ربات ها، پردازش زبان طبیعی خودکار و ... در محیط یادگیری الکترونیکی برای افزایش کارکاردهای اجرایی دانش آموزان استفاده کرد. پیشنهاد می شود برای افزایش کارکردهای اجرایی دانش آموزان از الگوی طراحی محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز این پژوهش استفاده گردد. مشارکت و تعامل فراگیران، مدرسان و دیگر عناصر محیط آموزشی در یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز بسیار اهمیت دارد. در این راستا پیشنهاد می‌شود دوره آموزشی به گونه ای طراحی

شود تا تعاملات بین یادگیرندگان را افزایش دهد. پیشنهاد می‌شود که مدارس، دانشگاهها و طراحان نرم‌افزارهای آموزشی در نظر داشته باشند که در طراحی محتوا و ابزارهای یادگیری الکترونیکی، عوامل مؤثر بر کارکردهای اجرایی را در نظر بگیرند. از جمله محدودیت های پژوهش عدم تعمیم نتایج بر روی دانش آموزان مقاطع گوناگون تحصیلی و مدارس استان ها و شهر ستان های دیگر، کمبود پژوهش در زمینه محیط یادگیری الکترونیکی مبتنی بر علوم اعصاب تربیتی؛ علوم اعصاب آموزشی و دانش ذهن، مغز و تربیت بود. در پژوهش‌های بعدی بهتر است بر روی تاثیر محیط یادگیری الکترونیکی سازگار با مغز در دانش آموزان با نیازهای ویژه کار شود. در پژوهش‌های بعدی می‌توان از محیط های یادگیری الکترونیکی دیگر مثل مودل، موک و ... استفاده کرد. در پژوهش‌های بعدی این الگو بر روی دانش آموزان مقاطع گوناگون تحصیلی و دروس متفاوت با نمونه بیش‌تر اجرا شود.

منابع

Akyurek, G., & Bumin, G. (2019). An investigation of executive function in children with dyslexia. *Psychiatry and Behavioral Sciences*, *9*(1-2), 10-17.

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short term and working memory in children: Are they separable?. *Child development*, *77*(6), 1698-1716.

Almarashdeh, I. A., Sahari, N., Zin, N. A. M., & Alsmadi, M. (2011). Acceptance of learning management system: A comparison between distance learners and instructors. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, *3*(5).

Amiel, J. J., & Tan, Y. S. M. (2019). Using collaborative action research to resolve practical and philosophical challenges in educational neuroscience. *Trends in neuroscience and education*, *16*, 100116.

Amit-Danhi, E. (2020). TMI: Information Rhetoric Types in Digital Political Infographics. *AoIR Selected Papers of Internet Research*.

Anthony, C. J., & Ogg, J. (2020). Executive function, learning-related behaviors, and science growth from kindergarten to fourth grade. *Journal of Educational Psychology*, 112(8), 1563

Arsad, M., & Kasefi, S. (2021). The Effect of Brain-Centered Empowerment on the Executive Functions of Students with Mathematical Learning Disabilities. Community Health Journal, 15(2), 12-20. [Persian].

Austerschmidt, K. L., & Bebermeier, S. (2019). Flexible unterstützungsangebote in statistik: Implementation und effekte auf studienerfolg. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, *14*(3), 137-155.

Bagheri, N., & Latifi, Z. (2021). The Effectiveness of Maghz e bartar Package Intervention on Concentration, Memory and Creativity in Primary School Students in Isfahan city. Journal of Innovation and Creativity in Human Science, 10(4), 63-86 . [Persian].

Barkley, R. A. (2012). *Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved*. New York: The Guilford Press.

Bernardo, A. B., & Presbitero, A. (2018). Cognitive flexibility and cultural intelligence: Exploring the cognitive aspects of effective functioning in

culturally diverse contexts. *International Journal of Intercultural Relations*, *66*, 12-21.

Blair, C. (2017). Educating executive function. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *8*(1-2), e1403.

Blair, C., & Ursache, A. (2011). A bidirectional model of executive functions and self-regulation. *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications*, *2*, 300-320.

Braidic, S. (2009). Fostering successful learning communities to meet the diverse needs of university students by creating brain-based online learning environments. *International Journal of Information and Communication Technology Education, 5*(4). 18-25.

Brown, R. D., & Bjorklund, D. F. (1998). The biologizing of cognition, development, and education: Approach with cautious enthusiasm. *Educational Psychology Review*, 10(3), 355–373

Brown, R. D., & Brown, R. D. (2018). Brain development and cognitive neuroscience research methods. *Neuroscience of mathematical cognitive development: From infancy through emerging adulthood*, 21-42.

Brown, R. D., & Chiu, C. P. (2006). Neural correlates of memory development and learning: Combining neuroimaging and behavioral measures to understand cognitive and developmental processes. *Developmental Neuropsychology*, 29(2), 279–291

Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205–228.

Buttelmann, F., & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in Psychology*, 8, 1040

Caine, G. (2018). Making connections between e-learning and natural learning. In *Handbook of research on student-centered strategies in online adult learning environments* (pp. 1-15). IGI Global.

Caine, R. N. & Caine, G. (1995). Reinventing schools through brain-based learning.
Educational Leadership, 52(7), 43-47.

Caine, R. N., & Caine, G. (1991). Making connections: Teaching and the human brain

Cantin, R. H., Gnaedinger, E. K., Gallaway, K. C., Hesson-McInnis, M. S., & Hund, A. M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of experimental child psychology*, *146*, 66-78.

Cercone, K. (2006). Brain-based learning. In *Enhancing learning through technology* (pp. 292-322). IGI Global.

Cherrier, S., Wattelez, G., Ferrière, S., & Borst, G. (2023, April). NeuroStratE: An educational neuroscience intervention to reduce procrastination behavior and improve executive planning function in higher students. In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1149817). Frontiers.

Cherrier, S., Wattelez, G., Ferrière, S., & Borst, G. (2023, April). NeuroStratE: An educational neuroscience intervention to reduce procrastination behavior

and improve executive planning function in higher students. In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1149817). Frontiers.

Clemons, S. A. (2005). Brain-based learning: Possible implications for online instruction. *International Journal of Instructional Technology and distance learning*, 2(9), 25-34.

Coch, D., Michlovitz, S. A., Ansari, D., & Baird, A. (2009). Building mind, brain, and education connections: The view from the upper valley. *Mind, Brain, and Education*, 3(1), 27–33.

Cowan, N. (2017). The many faces of working memory and short-term storage. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(4), 1158-1170

Crow JT. (2011). Learning to write for readers using brain-based strategies. National Council of Teachers of English.

Damayanti, I., Suherman, A., Nurikhsan, J., & Anam, A. (2018). Improving Students Executive Function through Brain-Based Physical Education Learning. *In Proceedings of the 2nd International Conference on Sports Science, Health and Physical Education* (ICSSHPE 2017) - Volume 2, 489-495.

Decety, J., Jackson, P. L., Sommerville, J. A., Chaminade, T., & Meltzoff, A. N. (2004). The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. *Neuroimage*, *23*(2), 744-751.

Doebel, S. (2020). Rethinking Executive Function and Its Development. *Perspectives on Psychological Science*, 15(4), 942-956.

Doukakis, S., and Alexopoulos, E. C. (2020). Knowledge transformation and distance learning for secondary education students. The role of educational neuroscience, in *Proceedings of the 2020 5th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM)*, Corfu, 1–5.

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.

Erol, M., & Karaduman, G. B. (2018). The effect of activities congruent with brain based learning model on students' mathematical achievement. *NeuroQuantology*, 16(5).

Fitzpatrick, C., & Pagani, L. S. (2012). Toddler working memory skills predict kindergarten school readiness. *Intelligence*, 40(2), 205-212.

Fogel, Y., Rosenblum, S., Hirsh, R., Chevignard, M., & Josman, N. (2020). Daily Performance of Adolescents with Executive Function Deficits: An Empirical Study Using a Complex-Cooking Task. *Occupational Therapy International*. 2020(3*)*, 1–11.

Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, *7*(5), 2–7

Hart, L. (2002). *Human brain, human learning. OR: Books forEducators*, p. 24-25.

Harvey, H. A., & Miller, G. E. (2016). Executive function skills, early mathematics, and vocabulary in head start preschool children. *Early Education and Development*, 27, 1–18

Hille, K. (2011). Bringing research into educational practice: Lessons learned. *Mind, Brain, and Education*, 5(2), 63–70.

Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036.

Jahromi, L. B., & Stifter, C. A. (2008). Individual differences in preschoolers' self-regulation and theory of mind. *Merrill-Palmer Quarterly (*1982-*)*, 125-150.

Jena, A. K., Barman, M., & Scholar, M. P. (2018). Synchronous e-learning performance in relations to thinking skills, executive functions and attention benefits of students. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 6(3), 52-76.

Jensen E, Mcconchie L: Brain-based learning: the new paradigm of teaching. Corwin Press; 2020.

Jensen, E. (2008). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press

Jensen, E.P.; McConchie, L. (2020). *Brain-Based Learning* (p. 1). SAGE Publications. Kindle Edition.

Jiménez, Y., Vivanco, O., Castillo, D., Torres, P., & Jiménez, M. (2020, June). Artificial intelligence in neuroeducation: the influence of emotions in the learning science. In *International Conference on Innovation and Research* (pp. 67-77). Cham: Springer International Publishing.

Johnson, M. H., Halit, H., Grice, S. J., & Karmiloff-Smith, A. (2002). Neuroimaging of typical and atypical development: A perspective from multiple levels of analysis. *Development and Psychopathology*, 14(3), 521–536.

Karami, Z. (2023). Providing a framework for designing electronic and virtual learning environments based on the principles and criteria of cognitive flexibility. *Technology of Education Journal (TEJ)*, *17*(4), 783-796 [Persian]

Kelly, R. (2013). Brain-based online learning design. *Faculty Focus*.

Kim, S. A. (2022). *Executive Functioning for School-Aged Children with Autism: Longitudinal Trajectories and Predictors for Growth*. University of California, Los Angeles.

Krawczyk, D. C., Han, K., Martinez, D., Rakic, J., Kmiecik, M. J., Chang, Z., ... & Didehbani, N. (2019). Executive function training in chronic traumatic brain injury patients: study protocol. *Trials*, 20(1), 435-446.

Lect, A., & Al-Murshidi, I. H. U. (2021). Effectiveness of Designing an Electronic Course for the Subject of General Physics According to the Brain-based Learning Theory on the Achievement of Basic Education Colleges Students. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, *12*(13), 3589-3596.

Lee, H., Chun, M. M., & Kuhl, B. A. (2017). Lower parietal encoding activation is associated with sharper information and better memory. *Cerebral cortex*, *27*(4), 2486-2499.

Lee, T. L., Yeung, M. K., Sze, S. L., & Chan, A. S. (2021). Eye-tracking training improves inhibitory control in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Brain Sciences*, 11(3), 314.

Liu, J., Zhang, H., Yu, T., Ren, L., Ni, D., Yang, Q., ... & Xue, G. (2021). Transformative neural representations support long-term episodic memory. *Science advances*, *7*(41), eabg9715.

Lubis, R. H. (2017). The effect of cooperative learning model group investigation against student learning outcomes physics viewed from the adversity quotient. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 44-49.

Magill-Evans, J., Hodge, M., & Darrah, J. (2002). Establishing a transdisciplinary research team in academia. *Journal of allied health*, *31*(4), 222-226.

Maraver, M. J., Bajo, M. T., & Gomez-Ariza, C. J. (2016). Training on working memory and inhibitory control in young adults. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 588.

Marshall, H. W. & Kostka, I. (2020). Fostering teaching presence through the synchronous online flipped learning approach. *The Electronic Journal for English as a Second Language*, 24(2), 1-15

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. JOEC, 21 (3), 2. [Persian].

McCloskey, G., & Perkins, L. A. (2012). *Essentials of executive functions assessment* (Vol. 68). John Wiley & Sons.

McGarry, B. J., Theobald, K., Lewis, P. A., & Coyer, F. (2015). Flexible learning design in curriculum delivery promotes student engagement and develops metacognitive learners: An integrated review. *Nurse education today*, 35(9), 966-973.

Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, *21*(1), 8-14.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.

Moghadam, H. (2020). Examining the relationship between the level of obsessive-compulsive symptoms and response inhibition with the characteristics of brain waves, Master's thesis. Faculty of Educational Sciences and Psychology, Ferdowsi University of Mashhad. [Persian].

Mohammed, Y. S. A., & Daif-Allah, A. S. (2023). The interaction between brain-based learning strategies and patterns of infographics and its influence on the development of information concepts among Saudi undergraduate cybersecurity students. *F1000Research*, 12, 441.

Morgan, W. W. (2019). *Elementary Teachers' Experiences Using Brain-Based Learning Strategies to Teach Reading to Minority Students* (Doctoral dissertation, Northcentral University).

Murphy, R. (2021). *Understanding Executive Functions: Professional Development to Support Students with Developing Executive Functions Skills in the Inclusive K-6 Environment* (Doctoral dissertation, California State University, Sacramento).

Nasiri, F. (2021). *The effectiveness of using brain-compatible learning strategies on cognitive flexibility, academic engagement and computational thinking in*

second grade elementary students in mathematics, Master's thesis. Payam Noor University of Isfahan Province. [Persian].

Norris, D., Kalm, K., & Hall, J. (2020). Chunking and redintegration in verbal short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *46*(5), 872.

Paivio, A., Clark, J. M., & Lambert, W. E. (1988). Bilingual dual-coding theory and semantic repetition effects on recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(1), 163.

Panzeri, S., Janotte, E., Pequeño-Zurro, A., Bonato, J., & Bartolozzi, C. (2023). Constraints on the design of neuromorphic circuits set by the properties of neural population codes. *Neuromorphic Computing and Engineering*.. 3:012001.

Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, 153, 15-34.

Ren, K., Lin, Y., & Gunderson, E. A. (2019). The role of inhibitory control in strategy change: The case of linear measurement. *Developmental Psychology*, 55(7), 1389-1399.

Roman, A. S., Pisoni, D. B., & Kronenberger, W. G. (2014). Assessment of working memory capacity in preschool children using the Missing Scan Task: The Missing Scan Task with Preschool Children. *Infant and Child Development*, 23(6), 575-587.

Saadatmand, N & Afsharinejad, M. (2022). Structural equation model of brain executive function and electronic learning of student teachers of Farhangian University. the second international conference on research findings in psychology, counseling and educational sciences. [Persian].

Samiei, S. (2021). *Evaluating the effect of increased working memory load on brain cortical connections using EEG-fNIRS data.* Master's thesis, electrical engineering, Faculty of Electrical Engineering, Khwaja Nasiruddin Tusi University of Technology. [Persian].

Sani, A., Rochintaniawati, D., & Winarno, N. (2019, February). Enhancing students' motivation through brain-based learning. In Journal of physics: conference series (Vol. 1157, No. 2, p. 022059). IOP Publishing.

Schoemaker, K., Mulder, H., Deković, M., & Matthys, W. (2013). Executive functions in preschool children with externalizing behavior problems: A meta-analysis. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 41(3), 457-471.

Schrag, F. (2013). Can This Marriage be Saved? The Future of 'Neuro-Education'. *Journal of Philosophy of Education*, 47(1), 20-30

Serences, J. T. (2016). Neural mechanisms of information storage in visual short-term memory. *Vision research*, 128, 53-67.

Sesmiarni, Z. (2015). Brain based teaching model as transformation of learning paradigm in higher education. *Al-Ta lim Journal*, 22(3), 266-275.

Sharbar, H. (2022). *Studying the effect of brain-adaptive learning in computer education on inhibitory control and working memory of students with high stress levels*. Master's thesis, Payam Noor University of Kermanshah Province. [Persian].

Sharifi, A., kamari, S., Sheikhmohammadi, A., & Khayati, G. (2022). The Effectiveness of Computerized Cognitive Training on the Performance of

Response Inhibition and Sustain Attention of Students with Mathematical Problems. Journal of Applied Psychological Research, 13(2), 33-54. [Persian].

Sibley, M. H., Graziano, P. A., Ortiz, M., Rodriguez, L., & Coxe, S. (2019). Academic impairment among high school students with ADHD: The role of motivation and goal-directed executive functions. *Journal of school psychology*, 77, 67-76.

Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. (2016). Do "brain-training" programs work?. *Psychological science in the public interest*, *17*(3), 103-186.

Soffer, T., Kahan, T., & Nachmias, R. (2019). Patterns of students' utilization of flexibility in online academic courses and their relation to course achievement. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *20*(3).

Sousa, D. A. (1995). How the brain learns: A classroom teacher's guide. In *National Association of Secondary School Principals.*

Squire, L. R., Genzel, L., Wixted, J. T., & Morris, R. G. (2015). Memory consolidation. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, *7*(8), a021766.

Sridam, I., & Sangkharam, P. (2023). Elearning program for childrens executive functions development for 5-7 years old, *Journal of Industrial Education*, 22(1), 37-48.

Stadskleiv, K. (2020). Cognitive functioning in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 62(3), 283–289.

Stein, M., Auerswald, M., & Ebersbach, M. (2017). Relationships between motor and executive functions and the effect of an acute coordinative intervention on executive functions in kindergartners. *Frontiers in psychology*, 30(8), 859-866.

Strait, J. E., Dawson, P., Walther, C. A., Strait, G. G., Barton, A. K., & Brunson McClain, M. (2020). Refinement and psychometric evaluation of the executive skills questionnaire-revised. *Contemporary School Psychology*, *24*, 378-388.

Swayze, M., & Dexter, C. (2018). Working memory and school readiness in preschoolers. *Contemporary School Psychology*, 22(3), 313-323.

Utendale, W. T., Hubert, M., Saint Pierre, A. B., & Hastings, P. D. (2011). Neurocognitive development and externalizing problems: The role of inhibitory control deficits from 4 to 6 years. *Aggressive Behavior*, 37(5), 476-488.

Vaninsky, A. (2017). Educational Neuroscience, Educational Psychology, and Classroom
Pedagogy as a System. *American Journal of Educational Research*, 5(4), 384-391.

Varma, S., McCandliss, B. D., & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, 37(3), 140–152

Welch, L. M. (2023). *The Association Between Adverse Childhood Experiences and Executive Functioning: An Adaptation-Based Perspective* (Doctoral dissertation, State University of New York at Albany).

Yasar, M. D. (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.

Yavari, H., & Jalili Shishavan, A. (2020). 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. [Persian].

Yustitia, V., Wardani, I. S., & Juniarso, T. (2019). The effect of brain based learning model on student's high order thinking skills. *EduHumaniora| Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, *11*(1), 71.

Zelazo, P. D. (2020). Executive function and psychopathology: A neurodevelopmental perspective. *Annual review of clinical psychology*, *16*, 431-454.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Journal of Curriculum Research
Vol.14, No.1, 2024, Ser 27

The effect of brain-compatible electronic learning environment design pattern on the components of executive functions

Maryam Rajabiyan Dehzireh[1], Hamidreza Maghami[2*], Mahmoud Talkhabi[3], Ismail Zarei Zawarki[4], Jalil Younesy[5]

Introduction: In recent decades, in the field of education, various approaches related to educational processes have emerged. Brain-based learning is one of these theories that has attracted the attention of many education experts. By emphasizing the brain and how it works and linking it with learning processes, this theory has brought new topics into the educational field. Paying attention to the various dimensions of this theory and its connection with educational processes and, accordingly, progress in the field of education seems essential. The use of educational technologies cannot be effective without considering educational design patterns and educational approaches. Based on this, educational principles have always been considered in the design of the electronic learning environment. The training process should be designed and planned in such a way that it seeks to create changes in the brain and its scientific results can be observed in behavior. The purpose of this research was the effect of brain-compatible electronic learning environment design pattern on the components of executive functions (cognitive flexibility, working memory and response inhibition) of students.

Research questions: The research questions are:
Does the design pattern of electronic learning environment compatible with the brain have an effect on cognitive flexibility?
Does the design pattern of electronic learning environment compatible with the brain have an effect on working memory?
Does the design pattern of electronic learning environment compatible with the brain have an effect on response inhibition?
Methods: The research method was a semi-experimental pre-test-post-test design with a control group. The statistical population included all 5th grade

[1] Ph.D. student of educational technology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
[2] Associate Professor of Educational Technology Department, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
[3] Assistant Professor of the Department of Educational Management, Shahid Chamran Campus, Tehran, Iran.
[4] Professor of Educational Technology Department, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
[5] Associate Professor of Measurement and Measurement Department, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
* Corresponding author: Hmaghami1353@gmail.com

students, 30 of them (15 in the experimental group and 15 in the control group) were selected as samples by cluster sampling. The experimental group was trained using the six-component model of electronic learning adapted to the brain (attention, Genrate, emotion, spacing learning, environmental factors and social factors) during six sessions in the Nearpod electronic interactive environment. Data were analyzed by covariance method. The data collection tool included Brief Executive Functions Questionnaire (2000). The components of this questionnaire included behavior regulation skills: response inhibition, cognitive flexibility, emotion control and metacognitive skills: planning, organizing materials, monitoring, working memory, initiation.

Results: The findings of the research showed that the model of electronic learning environment compatible with the brain has an effect on the components of executive functions (cognitive flexibility, response inhibition and working memory) ($p<0.001$).

Discussion: Based on this, it can be concluded that teachers can use the model of electronic learning environment in the design of different academic courses.

Keywords: Electronic learning, brain adaptive learning, executive functions, students.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی