

دسترسی در سایت <http://jnrm.srbiau.ac.ir>

سال نهم، شماره چهل و سوم، مرداد و شهریور ۱۴۰۲

شماره شایا: ۲۵۸۸-۵۸۸X



پژوهش‌های نوین در ریاضی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

بررسی اثر تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی (SQRQCQ) در رفع خطاهای محاسباتی دانش آموزان پایه سوم در حل مسائل کلامی

مریم السادات وزیری هامانه^۱، فرهاد حسین زاده لطفی^{۱*}، علی ایرانمنش^۲، احمد شاهورانی^۱، مهدی آژینی^۱

^(۱) گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^(۲) گروه ریاضی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۱۴

چکیده

هدف پژوهش مطالعه بررسی اثر تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی در رفع خطاهای محاسباتی دانش آموزان پایه سوم در حل مسائل کلامی می‌باشد. در این مطالعه روش تحقیق نیمه آزمایشی استفاده شده است. ابزار گردآوری آزمون سوالات کلامی بود. حجم نمونه دو گروه کنترل و آزمایش ۶۵ نفر از دانش آموزان مدارس غیردولتی دختر پایه سوم در منطقه سه شهر تهران است. جهت بررسی دو گروه از آزمون ناپارامتریک یومن-ویتنی استفاده شد. یافته‌ها نشان داد تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی بر رفع خطاهای محاسباتی دانش آموزان پایه سوم در حل مسائل کلامی اثرگذار است. در نتیجه در نظر گرفتن فعالیت‌ها بر اساس و با روش یادگیری سازگار با مغز، می‌تواند موفقیت دانش آموزان را ارتقا دهد و به آن‌ها برای یادگیری ریاضیات انگیزه دهد و موفقیت بیشتری در دروس مختلف حاصل شود.

واژه‌های کلیدی: ریاضیات، تدریس سازگار با مغز، راهبرد درک خواندن ریاضی، حل مسائل کلامی.

Email: farhad@hosseinzadeh.ir

*عهده‌دار مکاتبات:

Email:

۱- مقدمه

روش‌های یادگیری ریاضی که مختص تمریناتی با حل مسایل مکرر و محاسباتی است، به چالش کشیده شده- اند [۴]. علاوه بر این، علم ریاضیات مانند یک تحقیق انتزاعی است که مسائل ریاضی را به عنوان مسائل ذهنی تفسیر می‌کند. یادگیری که علایق انگیزشی دانش‌آموزان را ارتقا دهد به طوری که استرس‌زا نباشد، و برای دانش‌آموزان شرایطی آرام و مطلوب فراهم کند می‌تواند نمونه‌ای از استراتژی‌های یادگیری باشد. مداخلات آموزشی به طور فشرده شکل گرفته تا برای دانش‌آموزان نقشی فعال در کلاس ایجاد کند که به عنوان یک مدرس در دستیابی به هدف بهبود نتایج یادگیری حق انتخاب داشته باشند. در نظر گرفتن ویژگی‌های مربوط به توانایی‌های دانش‌آموزان، یک ضرورت برای یادگیری به حساب می‌آید که بر عملکرد بهینه مغز دانش‌آموزان اثر دارد تا بتوانند خود را با پیشرفت علم و فناوری و ارزش تمدن پایدار ملی تطبیق دهند [۵].

یادگیری دقیق از طریق آموزش سازگار با مغز، دانش-آموزان و معلمان را تشویق می‌کند تا به گونه‌ای موفقیت‌آمیز راه‌حل مسائل خود را کشف کنند در حالی که در چالش‌های جدید نیز با هم رقابت دارند. تنبیه و جریمه‌های مربوط به یادگیری ریاضیات بر پایه طرح-های بلندمدت یادگیری است که بر مغز اثر می‌گذارد تا منجر به یادگیری مسائلی پیچیده ریاضی شود [۶]. به نظر می‌رسد، با توجه به چالش‌های مطرح شده، برای تدریس ریاضی یک روش مناسب برای ارتقای حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان نیاز است تا در کلاس‌های ریاضی از راهنمایی‌های خواندن و یادگیری سازگار با مغز بیش‌تر بهره ببرند، چرا که بین توانایی خواندن و ریاضی رابطه برقرار است [۷]. از این رو استفاده از روش آموزش سازگار با مغز می‌تواند موفقیت دانش‌آموزان را ارتقا دهد و به آن‌ها برای یادگیری ریاضیات انگیزه دهد [۵].

لذا با استفاده از مواردی که در بالا گفته شد، یادگیری مغز محور، سه تأثیر مهم بر فراگیران و روند یادگیری

اهمیت درس ریاضیات در جامعه امروز رو به افزایش است. در واقع، دانش‌آموزان به یک تماشاگر منفعل تا یک شرکت‌کننده فعال در دنیای مدرن تبدیل شدند. همه دانش‌آموزان با مشکلات مربوط به درس ریاضیات نیاز به توجه ویژه دارند. این دانش‌آموزان نیازمند آموزش ویژه هستند. طبق گفته انجمن ملی معلمان ریاضیات، "حل مسئله" در یادگیری ریاضیات بسیار مهم است. در زندگی روزمره و در توانایی حل مشکلات می‌تواند منجر به کسب مزایای زیادی شود. از این رو دانش‌آموزان علاوه بر تسلط بر اقدامات پایه؛ بخصوص در شرایط دشوار یادگیری که خود دانش‌آموز عنوان می‌کند مانند ویژگی‌های عملکرد فکری، انگیزه، مهارت حل مسئله، مهارت‌های حافظه، یادگیری استراتژی و کاربرد آن و واژگان؛ باید مهارت‌های حل مسئله کلامی را نیز کسب کنند [۱].

در واقع یکی از دلایل مهم مشکلات در یادگیری درس ریاضی ممکن است تناسب ضعیف میان ویژگی‌های مسائل کلامی دانش‌آموزان و آموزش باشد. دانش‌آموزان ممکن است پایه‌ی خواندن و توانایی محاسبه را داشته باشند، ولی به نظر می‌رسد که قادر نیستند مهارت‌های گوناگون خود را ترکیب کنند و برای مسئله‌ی ریاضی راه‌حلی تعیین کنند [۲]. از این رو در مسائل کلامی، مانند یافتن کلمه مربوط میان عبارات ترکیبی، پیدا کردن راه‌حل مناسب از جنبه مفهومی بعید است و هیچ مسیر از پیش تعیین شده‌ای برای راه‌حل وجود ندارد. بنابراین، دانش‌آموزان ابتدا در محدوده راه‌حل‌های ممکن به جستجوی جواب می‌پردازند و سپس مفاهیم معنادار صحیح را از طریق گسترش فضای جستجو بازیابی می‌کنند. لذا فرض می‌شود که این جستجو و راه‌حل هر دو بخشی از یک فرایند کنترل معنایی هستند که مغز را درگیر می‌کند. [۳]

با گذراندن روال و روش‌های سخت یادگیری ریاضیات از طریق تکمیل سوالات و تکالیف عملی، این درس برای دانش‌آموزان جذاب و چالش برانگیز نمی‌باشد.

اعصاب روش یادگیری طبیعی مغز را پیشنهاد می‌کنند. آموزش مغزمحور روشی را بهینه می‌سازد که مغز یادگیری دانش‌آموزان را با به حداکثر رساندن یادگیری عاطفی، اجتماعی، شناختی، جسمی و تأملی، تسهیل بخشد. استراتژی یادگیری مغزمحور یک استراتژی دانش‌آموز-محور است و با کمک معلمانی که توانایی-های شناختی دانش‌آموزان را بکار می‌گیرند تسهیل می‌یابد. همچنین برای معلمان مهم است تا توانایی‌های شناختی دانش‌آموزان را تقویت کنند تا در نتیجه یادگیری را همدندتر کنند [۸ و ۹]

یادگیری مغز محور، همچنین به عنوان علوم اعصاب آموزشی در نظر گرفته می‌شود که یادگیری را به عنوان یک فرایند بیولوژیکی بررسی می‌کند، که نیازمند ترکیبی از دانش علوم اعصاب و اقدامات آموزشی برای افزایش توانایی طبیعی مغز جهت یادگیری است که با استفاده از سه عنصر اصلی یعنی قرار گرفتن در محیط-هایی با شرایط پیچیده، آرامش داشتن در حین هوشیاری و پردازش فعال اتفاق می‌افتد [۱۰]. مراحل برنامه‌ریزی یادگیری مغزمحور؛ مرحله ۱: قبل از ارائه: این مرحله، مروری از اطلاعات جدید را برای یادگیری در اختیار مغز قرار می‌دهد، قبل از این که مغز بخواهد واقعاً این اطلاعات را بررسی کند. مرحله ۲. آمادگی: ارائه‌دهندگان (مدرسان) حس کنجکاوی و شرایط مطلوبی را ایجاد می‌کنند و دانش-آموزان را برای یادگیری آماده می‌کنند. مرحله ۳. شروع و فراگیری، مرحله ایجاد درک (استنتاج) یا هنگامی که سلول‌های عصبی با یکدیگر "ارتباط" برقرار می‌کنند. مرحله ۴. جزئیات: مرحله پردازش است، نیاز به تفکر دارد، به مغز فرصت می‌دهد تا مراحل یادگیری را طبقه‌بندی، بررسی، تجزیه و تحلیل، آزمایش کند و به عمق آن بپردازد. مرحله ۵. حافظه پنهان و دخالت دادن آن: این مرحله بر اهمیت زمانی که مغز بدون فعالیت (توقف) یا در حال استراحت

دارد. اول از همه، فراگیران خلاصه‌ای از چگونگی (روش) یادگیری خود را دریافت می‌کنند زیرا آن‌ها به طور فعال درگیر روند یادگیری می‌شوند، ثانیاً، آن‌ها پی می‌برند که یادگیری به توانایی‌های آن‌ها بستگی دارد تا دانش خود را به محیط بیرون انتقال دهند به جای آن که فقط بر نمره‌هایی که در امتحانات خود کسب می‌کنند تمرکز کنند. سرانجام، آن‌ها در می‌یابند که اگر روش فکر کردن را یاد بگیرند کمک بزرگی به مطالعات و یادگیری آن‌ها می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت این موضوع هدف پژوهش حاضر بررسی اثر تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی^۲ در رفع خطاهای محاسباتی دانش-آموزان پایه سوم در حل مسائل کلامی می‌باشد. این پژوهش به دنبال پاسخگویی به این سوال می‌باشد که آیا تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی در رفع خطاهای محاسباتی دانش‌آموزان پایه سوم در حل مسائل کلامی اثرگذار است؟

در ادامه روش تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی در رفع خطاهای محاسباتی دانش-آموزان در حل مسائل کلامی بررسی و روش‌شناسی تحقیق بیان می‌شود و سپس یافته‌های تحقیق و در نهایت براساس آن نتیجه‌گیری لازم صورت می‌گیرد.

۲- روش تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی در رفع خطاهای محاسباتی دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی

یادگیری مغزمحور یادگیری است که با روشی که مغز به طور طبیعی برای یادگیری طراحی کرده هماهنگ است. آموزش مغز محور، یادگیری عاطفی، یادگیری اجتماعی، یادگیری شناختی، یادگیری فیزیکی و یادگیری ذهنی است. در همین حال، طبق گفته اسپیرز و ویلسون، یادگیری مغزمحور یک رویکرد جامع برای آموزش است، که بر اساس آن، تحقیقات فعلی در علوم

^۲ Survey, Question, Read, Question, Compute & Question (SQRQCQ)

و سبک‌های یادگیری بصری دانش‌آموز پرداختند. نتایج نشان داد که عملکرد یادگیری دانش‌آموزان در گروه سبک یادگیری بصری که استراتژی یادگیری مغزمحور به آن‌ها تدریس شده بوده بالاتر از یادگیری مبتنی بر پروژه بود. گروه‌های دانش‌آموزی که سبک یادگیری بصری را ترجیح می‌دهند بهتر می‌توانند از استراتژی یادگیری مغزمحور استفاده کنند [۵].

آرون و همکاران (۲۰۱۸) به تحقیقی تحت عنوان رویکرد آموزش مغزمحور در علوم - یک الگوی جدید آموزشی پرداختند. آموزش مغزمحور با ارائه روش و تصویرسازی می‌تواند به درک بهتر ایده‌ها کمک کند و در عین حال برای اجرای دستورالعمل‌های آموزشی مناسب است مانند: تفکر انتقادی، تفکر و ایجاد ارتباط. آموزش وابسته به مغز به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا به بخش حیاتی و مهم شرایط یادگیری خود توجه کنند. آن‌ها باید مسائل را به روشی مناسب بررسی و کشف کنند؛ فرضیه بسازند و آن را آزمایش کنند؛ مدل‌ها، تصاویر و نوآوری‌هایی ایجاد کنند و از تفکر استقرایی و قیاسی استفاده کنند و درباره نتایج آن‌ها بحث کنند [۱۳].

کینگسدراف و همکاران (۲۰۱۴) به تحقیقی تحت عنوان تجزیه و تحلیل خطا در حل مسئله ریاضی بصورت کلمه‌ای میان دانش‌آموزان عادی و دانش‌آموزان دارای اختلالات یادگیری (نیاز ویژه ذهنی) پرداختند. تجزیه و تحلیل خطا ثابت شده است که ابزاری موثر در زمینه‌های دیگر مربوط به درس ریاضیات است اما کاربرد کمی در خطاهای مسائل کلمه‌ای داشته است. این مطالعه با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خطا، به بررسی عمیق فراوانی و انواع مختلف خطاهای ایجاد شده توسط دانش‌آموزان مبتلا به LD و دانش‌آموزان AA (معمولی) در طول حل مسئله ریاضی پرداخته است. شباهت‌ها و اختلافات حاصل از این دو گروه از دانش‌آموزان با دیدگاهی تحت عنوان فرآیندهای شناختی اساسی و پیامدهای آن در تحقیقات آینده مورد بحث قرار می‌گیرند [۱۲].

است تأکید می‌کند. مرحله ۶. تأیید و بررسی صحت: در این مرحله مدرس مراحل آموزش و یادگیری را بررسی می‌کند و دانش‌آموزان متوجه می‌شوند که آیا مطالب را یاد گرفتند یا خیر. مرحله ۷. تجلیل (حس رضایت از یادگیری) و تلفیق: این مرحله تمام مفاهیم و احساسات مهم مربوط به علاقه به یادگیری را القا می‌کند [۱۱].

مفهوم حل مسئله به خودی خود ثابت شده که مبهم است. با این که تعاریف زیادی وجود دارد، اتفاق نظر کلی این است که مسائل کلامی ریاضی: هم به تفسیر و هم به تجزیه و تحلیل نیاز دارد، می‌تواند شامل یک یا چند مرحله باشد، نیاز به شناسایی عملیات (های) محاسباتی لازم دارند و ممکن است حاوی اطلاعات بی-ربط یا گیج‌کننده باشد. با توجه به مدل روند حل مسئله مایر (۱۹۸۵)، حل مسئله شامل چهار فاز اصلی ترجمه مسئله، ادغام مسئله، طراحی راه‌حل، و اجرای راه‌حل است. در مرحله ترجمه مسئله، دانش‌آموز عبارات مسئله را بصورت کلمه‌ای بیان می‌کند و آن‌ها را به صورت ارائه‌ای از مدل مسئله تغییر می‌دهد. مرحله ادغام مسئله شامل ترکیب مدل‌های ایجاد شده توسط دانش‌آموز بصورت منطقی است که برای فرایند حل مسئله آماده می‌شود. مرحله طراحی راه‌حل شامل ایجاد یک طرح برای حل مسئله، از جمله ترسیم مراحل حل جداگانه است. مرحله نهایی، اجرای راه‌حل، نقطه اوج این روند است و شامل اجرای طرح توسعه‌یافته بر اساس سه مرحله قبلی است. با توجه به این واقعیت که مراحل این فرآیند بر روی یکدیگر بنا شده‌اند، برای یادگیرنده بسیار حیاتی است که درک کاملی از اجزا در هر فاز داشته تا با موفقیت به نقطه نهایی مورد نظر برسد: راه-حل صحیح [۱۲].

در ادامه به بررسی تعدادی از تحقیقات صورت گرفته می‌پردازیم:

جازولی و همکاران (۲۰۱۹) به تحقیقی تحت عنوان تأثیرات یادگیری مغزمحور و استراتژی‌های یادگیری پروژه‌محور بر نتایج یادگیری دانش‌آموزان در ریاضیات

دختر پایه سوم می‌باشد. با روش نمونه‌گیری تصادفی شبه خوشه‌ای، به تعداد ۶۵ نفر نمونه به کمک جدول کرجسی و مورگان در نظر گرفته شد. ابزارهای جمع-آوری اطلاعات آزمون مسائل کلامی می‌باشد. بدین صورت که دانش‌آموزان در یک جلسه ۵۰ دقیقه‌ای با ۲۰ سوال مورد آزمون قرار گرفت. روایی محتوای آزمون ریاضی توسط کارشناسان خبره در زمینه آموزش ریاضی مورد تایید واقع شد. همچنین، پایایی متغیر خطای محاسباتی (۰,۸۱) تایید شد.

در روش اجرای تحقیق ابتدا دو گروه کنترل و آزمایش انتخاب شدند. رویکرد آموزش یادگیری سازگار با مغز و راهبرد درک خواندن ریاضی به صورت توام در گروه آزمایش برای تدریس مباحث؛ جمع، ضرب و تقسیم به مدت سه ماه، سه جلسه در هفته طراحی و پیاده‌سازی شد. قبل از شروع مداخله جدید و سنتی از هر دو گروه، پیش‌آزمون حل مسائل کلامی به عمل آمد. نمونه‌ای از پیش‌آزمون مسائل کلامی در تصویر (۱) آمده است.

باباخانی (۲۰۱۱) به تحقیقی تحت عنوان تأثیر آموزش استراتژی‌های شناختی و فراشناختی (روش خودآموزی) حل مسئله ریاضی بصورت کلامی بر عملکرد دانش‌آموزان دبستان که دارای مشکلات حل مسائل بصورت کلامی هستند پرداختند. نتایج تجزیه و تحلیل ارزیابی‌های مکرر نشان می‌دهد که آموزش استراتژی‌های شناختی و فراشناختی (روش خودآموزی) به طور قابل توجهی باعث پیشرفت عملکرد گروه آزمایشی در هر دو جنس شده است. همچنین هیچ تفاوت معناداری میان دختران و پسران در استفاده از استراتژی‌ها یا اثربخشی آموزش وجود ندارد [۱].

۳- روش شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات نیمه‌آزمایشی (پیش-پس‌آزمون با گروه کنترل) است. جامعه آماری این پژوهش، شامل تمام دانش‌آموزان مدارس غیردولتی

۱- در یک باغ ۲ نوع درخت کاشته شده است. ۱۱۴۲ درخت پرتقال و ۱۱۸۵ درخت نارنگی. این باغ چند درخت دارد؟
 تعداد کلمات: ۱۵
 سنجش خوانایی REAP: ...

۲- باستان داخل کیف پول خود را نگاه کرد. ۲ اسکناس ۱۰۰۰ تومانی، یک اسکناس ۲۰۰۰ تومانی و ۲ اسکناس ۵۰۰ تومانی داشت.
 اسکناس چقدر پول داشت؟
 تعداد کلمات: ۱۵
 سنجش خوانایی REAP: ...

۳- روز ۱۲ فروردین ماه مردم در ایران به جمهوری اسلامی رأی دادند. تعداد رأی‌های سه تا از صندوق‌ها به ترتیب ۷۸۹۵، ۴۸۲۴، ۶۵۳۹ بود. چند رأی به این سه صندوق ریخته شده است؟
 تعداد کلمات: ۱۵
 سنجش خوانایی REAP: ...

۴- هاجر ۱۷۰۰ تومان و سارا ۴۳۵۰ تومان پول دارد. پول این دو نفر روی هم چقدر است؟
 تعداد کلمات: ۱۵
 سنجش خوانایی REAP: ...

شکل (۱) نمونه‌ای از سوالات پیش‌آزمون مسائل کلامی

اصل پنجم: مغز یک پردازشگر همزمان و موازی است و پردازش‌های مغزی هم جزئی‌اند و هم کلی.
اصل ششم: یادگیری مستلزم درگیر شدن فیزیولوژیک مغز است.

اصل هفتم: جست و جو برای مفهوم سازی (معناداری) از طریق الگوگیری در مغز اتفاق می‌افتد.

اصل هشتم: یادگیری تحولی و رشدی است.
اصل نهم: درک و فهم و یادسپاری مطلوب زمانی اتفاق می‌افتد که دانسته‌ها و مهارت‌ها به حافظه‌ی طبیعی یا فضای راه یابد.

اصل دهم: یادگیری مستلزم توجه تأکیدی و ادراک پیرامونی است.

اصل یازدهم: یادگیری شامل فرآیندهای آگاهانه و ناآگاهانه است.

اصل دوازدهم: مغز هر انسانی منحصر به فرد است.
در قسمت دوم، معلم با نظارت پژوهشگر در مدت دو ماه این آموزش‌ها را به صورت کاربردی در کلاس اجرا کرد.

آموزش مباحث تدریس مباحث؛ جمع، ضرب و تقسیم در طی شش مرحله آموزشی تلفیقی از سازگار با مغز و راهبرد درک خواندن ریاضی پیاده‌سازی شد که شرح آن بدین صورت است:

مرحله اول: در این مرحله، به دانش‌آموزان کمک می‌شود تا روی مسئله متمرکز شوند و آن را حل کنند. در این روش، معلم با مطالعه و عناوین و یادآوری اطلاعات گذشته دانش‌آموزان، سعی در ایجاد مهارت در مطالعه دارد. این مرحله شامل خواندن سطحی مسئله، نگاهی گذرا به تصاویر، و مثال‌ها است. این مرحله شامل اصل اول و دوم سازگار با مغز و گام اول روش زمینه‌یابی در راهبرد درک خواندن ریاضی می‌باشد.

روش اجرای آموزش عبارتند از:
رویکرد آموزش سازگار با مغز و راهبرد درک خواندن ریاضی در چندین مرحله تدوین و پیاده‌سازی گردید:
در قسمت اول، پژوهشگر در مدت ۷ جلسه راهبرد درک خواندن ریاضی که بر شش مرحله تأکید می‌شود و شامل؛ زمینه‌یابی، سوال، خواندن، سوال، محاسبه، سوال می‌باشد و مباحث سازگار با مغز 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 دو گروه معلم (طی پنج جلسه)، والدین دانش‌آموزان (در یک جلسه) و دانش‌آموزان (در یک جلسه) آموزش داد. در ارتباط با ساختار فیزیولوژیکی مغز، بر قسمت‌های سازنده‌ی مغز و وظایف هر یک، نیمکره‌های مغز و کارکردهای آن و مناطق قشری مغز و نیز نظریه‌ی مغز سه گانه (مک لین، ۱۹۶۰؛ نقل از اتکینسون و همکاران، ۱۴۰۰) [۱۴] تأکید شد.

مؤلفه‌های اساسی آموزش سازگار با مغز عبارت بودند:
۱ هوشیاری توأم با آرامش^۳ (ایجاد محیط هیجانی خوشایند برای مغز و یادگیری)؛

۲ غوطه‌ورسازی هماهنگ در تجارب پیچیده^۴ (ایجاد فرصت‌های خوشایند، بهینه و غنی برای یادگیری)؛
۳ پردازش فعال اطلاعات^۵ (ایجاد فرصت‌های بهینه و غنی برای یادگیری).

بر اساس این مؤلفه‌ها کاین و کاین (۲۰۰۵) ۱۲ اصل یادگیری سازگار با مغز را طراحی کردند:

اصل اول: یادگیری بر اثر چالش افزایش می‌یابد و با تهدید بی‌ثمر می‌ماند.

اصل دوم: مغز و ذهن اجتماعی‌اند.

اصل سوم: جست و جو برای معنا ذاتی است.

اصل چهارم: هیجان‌ها در الگوسازی نقش تعیین کننده دارند.

^۵ Active Processing of Experience

^۳ Relaxed Alertness

^۴ Orchestrated Immersion in Complex Experience

با مغز و گام پنجم روش مرور کردن در راهبرد درک خواندن ریاضی می‌باشد.

مرحله ششم: در این مرحله، دانش‌آموزان بتوانند به مرور یادداشت‌ها و به یاد آوردن نکات مهم تلاش نمایند. درج سوال‌ها، تمرین‌ها و خودآزمایی‌ها در پایان هر مبحث از کتاب درسی به منظور انجام این مرحله است. در این مرحله بدون مراجعه به متن کتاب به سوال‌های مهم پاسخ می‌دهد در صورت پاسخ صحیح به سوالات معلم دانش‌آموزان را تشویق نماید و قسمت‌هایی را که نتوانسته است پاسخ دهد دوباره مطالعه نماید. رفع نواقص مطالعه در این مرحله انجام می‌شود. این مرحله شامل اصل یازدهم و دوازدهم سازگار با مغز و گام ششم روش محاسبه‌ی مسائل در کلاس ریاضی در راهبرد درک خواندن ریاضی می‌باشد.

در قسمت سوم، پژوهشگر محیط سازگار با مغز را بر اساس مؤلفه‌های تأثیرگذار بر مغز آماده کرد. این مؤلفه‌ها عبارت بودند از:

۱ نور: به دلیل تأثیرات منفی نور فلئورسنت بر مغز (ایجاد فشار روانی)، در کلاس از نور زرد (لامپ رشته-ای) استفاده شد.

۲ آب: به دلیل نیاز اساسی مغز به آب و تأثیرات منفی کمبود آب بر مغز و یادگیری، برای دسترسی آسان دانش‌آموزان به آب بطری‌های آب در اختیارشان قرار داده شد.

۳ تغذیه: به دلیل تأثیر تغذیه بر مغز و یادگیری، به عنوان غذای میان وعده‌ی دانش‌آموزان، مواد غذایی مفید نظیر چهار مغز (گردو، بادام، پسته و فندق)، میوه و شیر در نظر گرفته شد.

۴ اکسیژن: از آنجا که مغز مصرف‌کننده‌ی یک پنجم اکسیژن بدن است، برای بهتر شدن عملکرد مغز و یادگیری، چهار عدد گل‌دندان گل طبیعی در کلاس گذاشته شد.

۵ رنگ: به دلیل تأثیر رنگ‌ها بر ایجاد محیط هیجانی مثبت و آرامش، رنگ‌های تأثیرگذار مثبت بر مغز (زرد

مرحله دوم: در این مرحله، معلم با ایجاد سؤال‌هایی در ذهن فراگیران، یعنی معلم برای هر قسمتی که می‌خواند و در رابطه با هدفی که دارد سوال یا سوال‌هایی طرح می‌کند. طرح سوال و جواب دادن به سوالات اطلاعات را عمیق‌تر و گسترده‌تر می‌نماید و این امر باعث افزایش تمرکز و تفکر و موجب تحریک حس کنجکاوی می‌شود. با این امر مطلب مورد نظر به خوبی فهمیده می‌شود. این مرحله شامل اصل سوم و چهارم سازگار با مغز و گام دوم روش سوال پرسیدن در راهبرد درک خواندن ریاضی می‌باشد.

مرحله سوم: دانش‌آموزان بتوانند در این مرحله مطالب را بفهمند و قسمت‌هایی که به خوبی نمی‌فهمند با گذاشتن علامت مشخص، موقتا از کنار آن می‌گذرند تا در مراحل بعد سراغ آن بیایند و مطالب خوانده شده را بسط و گسترش دهند. این مرحله شامل اصل پنجم و ششم سازگار با مغز و گام سوم روش خواندن در راهبرد درک خواندن ریاضی می‌باشد.

مرحله چهارم: دانش‌آموزان بتوانند در این مرحله تصویرسازی ذهنی و توضیح دادن بیشتر متن را انجام دهند. این مرحله شامل اصل هفتم و هشتم سازگار با مغز و گام چهارم روش از بر خواندن در راهبرد درک خواندن ریاضی می‌باشد.

مرحله پنجم: لذا در این مرحله، دانش‌آموزان بتوانند برای یافتن پاسخ‌های دقیق‌تر سوال‌ها، بدون استفاده از کتاب تلاش نمایند. به طوری که در این مرحله مطالب را برای خود از حفظ بگویند و به زبان ساده برای خود بازگو نمایند. برای این کار می‌توان مطالب را با صدای آهسته یا بلند برای خود درس پس دهند. یا محل و مکانی که مطالعه در آنجا انجام می‌شود آرام، ساکت با نور کافی و دور از عوامل مزاحم محیطی باشد. مرحله پاسخ دادن به خود، مرور و تکرار فعالانه مطالب درسی است. اگر آن را انجام ندهد، یادگیری ناقص و مطالب آموخته شده فرآر خواهند بود. در این مرحله کاملا مشخص می‌شود دانش‌آموزان چه قسمت‌هایی را خوب یاد گرفته‌اند. این مرحله شامل اصل نهم و دهم سازگار

و نارنجی) و نیز رنگ آبی (برای سقف کلاس) به کار رفت.

۶ موسیقی: چون موسیقی بر بسیاری از بخش‌های مختلف مغز تأثیر می‌گذارد، در زمان حل مسئله و استراحت بچه‌ها موسیقی کلاسیک (که با دو ساز پیانو و ویلون نواخته می‌شد) پخش شد.

پس از آموزش با استفاده از مداخله جدید و آموزش سنتی در گروه کنترل، پس از آزمون ریاضی گرفته شد. نمونه‌ای از پس آزمون مسائل کلامی در تصویر (۲) نشان داده شده است.

۴- یافته‌ها

بخش اول: تحلیل خطاهای محاسباتی

تعداد کل عملیات‌های ریاضی که دانش‌آموزان ملزم به انجام آن‌ها بودند ۳۲۸ مورد بود که از میان آن ۱۲۳ مورد مربوط به جمع، ۱۴۴ مورد مربوط به ضرب و ۶۱ مورد مربوط به تقسیم بود. تعداد کل اشتباهات محاسباتی ۶۸ مورد (۲۰/۷٪) بود که از میان آن، بالاترین میزان خطاها به ترتیب در عملیات‌های تقسیم (۲۷ مورد یا ۴۴/۳٪)، ضرب (۳۸ مورد یا ۲۶،۴٪) و جمع (۳ مورد یا ۲،۴٪) رخ دادند. در ادامه، بررسی دقیق‌تری بر روی نوع خطاهای صورت گرفته در هر عملیات انجام پذیرفت.

در بخش اول، به گزارش خطاهای دانش‌آموزان و فراوانی آن‌ها پرداخته شد. در بخش دوم، جهت بررسی

۱- در تقارنات روز قدس از دبستان آزادی قسطنطنیه ۷۵۰ نفر و از دبستان ایثار ۴۵۰ نفر و از دبستان شهید مطهری ۶۰۰ نفر دانش‌آموز شرکت کردند. از این سه مدرسه روی هم چند نفر در این راهپیمایی شرکت کردند؟ (۱۸۰۰)

تعداد کلمات: ۲۰
سنجش خوانایی REAP: ...

۲- قطار تهران مشهد در ایستگاه تهران ۴۱۲ نفر سوار کرد. در ایستگاه گرمسار ۲۱ نفر مسافر و در ایستگاه سبزوار ۷۸ نفر مسافر سوار کرد. این قطار در این سه ایستگاه چند مسافر سوار کرده است؟ (۵۱۱)

تعداد کلمات: ۳
سنجش خوانایی REAP: ...

۳- در یک شهر ۳۸۴۵ دانش‌آموز پسر و ۳۷۵۱ دانش‌آموز دختر درس می‌خوانند. این شهر چند دانش‌آموز دارد؟ (۷۵۹۶)

تعداد کلمات: ۳
سنجش خوانایی REAP: ...

۴- شماره داخل کیف پولش را نگاه کرد. نو یک اسکناس ۵۰۰۰ تومانی، یک اسکناس ۲۰۰۰ تومانی و ۲ اسکناس ۱۰۰۰ تومانی، یک اسکناس ۵۰۰ تومانی و ۲ اسکناس ۱۰۰ تومانی داشت. پول شماره چقدر است؟ (۹۷۰۰)

تعداد کلمات: ۲۷
سنجش خوانایی REAP: ...

شکل (۲) نمونه‌ای از سوالات پس آزمون مسائل کلامی

- خطاهای مربوط به عمل جمع

اشتباه پرتکرار در عمل ضرب هنگامی رخ می‌دهد که عمل ضرب مربوط به ضرب اعداد دو رقمی یا چند رقمی چه با اعشار و چه بدون اعشار باشد. خطای بعدی مربوط به ستون‌بندی اشتباه با خطاهای مربوط به جاگذاری اشتباه ممیز اعشار همراه بود.

ج. خطای ضرب عدد تک رقمی هنگام انجام ضرب اعداد دو یا چند رقمی (۵ خطا یا ۱۳٪). شامل اشتباهاتی است که در زمان ضرب یک عدد چند رقمی در یک عدد تک رقمی رخ می‌دهند از این رو، ضرب دو عدد به درستی انجام شد، اما پس از آن دانش‌آموز هنگام انجام ضرب اعداد دو یا چند رقمی آن را به اشتباه انجام داد. همان‌طور که در مثال شکل ۳ دیده می‌شود. د. خطای جمع نهایی (۱ خطا یا ۲٫۶٪). این خطا هنگام ضرب ۲ عدد ۲ رقمی یا چند رقمی رخ داد. هر کدام از ضرب‌های تک رقمی به درستی انجام شد، اما جمع نهایی عدد به دست آمده اشتباه بود، همان‌طور که در مثال شکل ۴ آمده است.

۲ اشتباه صورت گرفته در عمل جمع شامل جمع یک عدد تک رقمی با یک عدد دو رقمی (۳+۱۱) بود و در تمامی موارد جواب اشتباه ۱۳ (به جای ۱۴) بود. یک اشتباه مربوط به جمع اعداد چند رقمی (۳۷۵۱+۳۸۴۵) بود که دانش‌آموز جواب اشتباه ۶۵۹۶ (به جای ۷۵۹۶) بود. هنگامی که از دانش‌آموزان خواسته شد تا محاسبات خود را بازبینی کنند، هر ۳ نفر آن‌ها اشتباه خود را اصلاح کردند، که نشان می‌دهد این خطا ناشی از عدم توجه بود.

- خطاهای مربوط به عمل ضرب

الف. جاگذاری اشتباه ممیز اعشار (۱۹ خطا یا ۵۰٪). این خطاها پرتکرارترین اشتباه بودند و مواردی از جمله قراردادی نادرست جای علامت اعشار و مواردی که دانش‌آموزان صرفاً فراموش کرده بودند که یک رقم اعشار اضافه کنند را شامل می‌شد. ب. ستون‌بندی اشتباه (۱۱ خطا یا ۲۹٪). دومین

۱۲- نهنگ‌ها میگوی کوچک می‌خورند. نهنگ دارای دندان‌های خاصی است که با آن میگو را در آب دریا می‌گیرد. نهنگ‌ها نیاز دارند تا روزانه ۲/۶۲۵ کیلوگرم میگو بخورند. یک نهنگ در ۷ روز چند کیلوگرم میگو می‌خورد؟

$$\begin{array}{r} 2625 \\ \times 7 \\ \hline \end{array}$$

$$2625 \times 7$$

تعداد کلمات: ۳۵

سنجش خوانایی REAP:

۱۳- رژیم غذایی نهنگ بزرگ سر، عمدتاً شامل پلانکتون کوچک است که توسط استخوان‌های فک بالای نهنگ از آب دریا پالوده می‌شوند. یک نهنگ باید روزانه ۲/۶۲۵ کیلوگرم پلانکتون مصرف کند. نهنگ در طول ۷ روز مجموعاً چند کیلوگرم پلانکتون مصرف می‌کند؟

$$\begin{array}{r} 2625 \\ \times 7 \\ \hline 18375 \end{array}$$

شکل (۳) نمونه‌ای از خطای ضرب عدد تک رقمی هنگام انجام ضرب اعداد چند رقمی

۱۲- نهنگ‌ها میگوی کوچک می‌خورند. نهنگ دارای دندان‌های خاصی است که با آن میگو را در آب دریا می‌گیرد. نهنگ‌ها نیاز دارند تا روزانه ۲/۶۲۵ کیلوگرم میگو بخورند. یک نهنگ در ۷ روز چند کیلوگرم میگو می‌خورد؟ $2000 + 2000 + 2000 + 2000 + 2000 + 2000 + 2000$

$$\begin{array}{r} 2925 \\ \times 7 \\ \hline 14550 \\ 19635 \\ \hline 20475 \end{array}$$

تعداد کلمات: ۳
سنجش خوانایی REAP:

شکل (۴) نمونه‌ای از خطاهای مربوط به عمل جمع نهایی

ع. خطای کامل در ضرب (۱ خط یا ۲،۶٪)، زمانی که دانش‌آموز اساساً هیچ راهکاری برای ضرب کردن یک عدد چند رقمی در یک عدد تک رقمی نداشت. همان‌طور که در مثال شکل ۵ آمده است.

ب. ضرب اشتباه عدد تک رقمی (۳ خط یا ۱۱،۱٪). شامل ضرب نادرست خارج قسمت با تک رقم تعیین شده در پاسخ نهایی است، همان‌طور که در مثال شکل ۶ آمده است.

خطاهای مربوط به عمل تقسیم

الف. خطاهای مربوط به ممیز اعشار (۶ خط یا

$$\begin{array}{r} 9 \\ \times 12 \\ \hline 18 \\ + 90 \\ \hline 108 \end{array}$$

۱۰- در یک کارتن ۹ بسته ی ۱۲ تایی مداد رنگی هست. این کارتن چند مداد رنگی دارد؟
تعداد کلمات: ۴
سنجش خوانایی REAP:

شکل (۵) نمونه‌ای از خطاهای کامل در ضرب

سنجش خوانایی REAP:
۱۸- شیرهای کوهستان، شکارچیان خوبی هستند. آنها به اندازه ی کافی برای کشتن یک گوزن، بزرگ هستند. یک شیر کوهی هر هشت روز یک گوزن را برای غذا می‌کشد. ۳۶۵ روز در یک سال وجود دارد. یک شیر کوهی در یک سال چند گوزن را می‌کشد؟

$$\begin{array}{r} 45 \\ \div 365 \\ \hline 12 \end{array}$$

تعداد کلمات: ۴
سنجش خوانایی REAP:

۱۹- شیرهای کوهستان، شکارچیان قدرتمندی هستند که قادر به کشتن گوزن هستند. دانشمندان تخمین می‌زنند که یک شیر کوهی هر ۸ روز یک گوزن را کشته و مصرف می‌کند. ۳۶۵ روز در یک سال وجود دارد. یک شیر کوهی در یک سال چند گوزن را می‌کشد؟

شکل (۶) نمونه‌ای از خطاهای مربوط به عمل تقسیم

تقسیم اعداد ۲ رقمی یا ۳ رقمی را انجام دهد. این وضعیت نمایانگر بیش از نیمی از موارد اشتباه در تقسیم بود و دانش‌آموزان حتی با کمک مصاحبه‌کننده به درستی قادر به انجام محاسبات نبودند. همانطور که در مثال شکل ۸ دیده می‌شود:

ج. تفریق اشتباه (۳ خطا یا ۱۱,۱٪). خطا زمانی انجام شد که عدد جدید از باقی مانده حذف شد، همانطور که در مثال شکل ۷ دیده می‌شود:
د. خطای کامل در تقسیم (۱۵ خطا یا ۵۵,۶٪) زمانی اتفاق افتاد که اساساً دانش‌آموز نمی‌دانست چطور

۲۰- دانشمندان یک کوسه ی سفید را که کل مسیر کالیفرنیا تا هاوانی با فاصله ی کل ۵۱۸۵ کیلومتر شنا کرده بود، شناسایی کردند. دانشمندان ثبت کردند که کوسه هر روز ۸۰ کیلومتر را شنا کرد. چند روز طول کشید تا کوسه سفر خود را به اتمام برساند؟
تعداد کلمات: ۳۶۰
سنجش خوانایی REAP:

$$\begin{array}{r}
 5185 \div 80 \\
 \underline{4000} \\
 1185 \\
 \underline{960} \\
 225 \\
 \underline{160} \\
 65
 \end{array}$$

شکل (۷) نمونه‌ای از خطاهای مربوط به عمل تفریق

۲۰- دیگر هیچ اسب وحشی ای که در حیات وحش زندگی کند، وجود ندارد. اما ۲۱۰۰ اسب وحشی وجود دارد که در باغ وحش ها زندگی می کنند. ۱۷۵ باغ وحش دارای اسب وحشی در سراسر جهان وجود دارد. به طور متوسط هر باغ وحش چه تعداد اسب دارد؟
تعداد کلمات: ۳۶۰
سنجش خوانایی REAP:

$$2100 \div 175 =$$

میزان دانش‌آموزی که در تقسیم اشتباه است

شکل (۸) نمونه‌ای از خطای کامل در تقسیم

بخش دوم: بررسی متغیرهای پژوهش

جدول (۱) مقایسه میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر خطای محاسباتی در دو گروه

متغیر	گروه	تعداد	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
			میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
خطای محاسباتی	آزمایش	۳۰	۸/۶۳	۱/۹۵۶	۶/۹۷	۱/۲۹۹
	کنترل	۳۰	۸/۷۷	۲/۱۱۲	۸/۴۷	۱/۷۵۶
آزمون U من-ویتی			$p=۰/۱۹۸$ و $Z=-۰/۱۹۸$	$p=۰/۸۴۳$ و $Z=۰/۸۴۳$	$p=۰/۰۰۲$ و $Z=-۲/۱۶۷$	$p=۰/۰۰۱$ و $Z=-۳/۳۹۵$

ریاضی است بنابراین بروز خطا در طی فرایند آن، نه تنها دور از انتظار نمی‌باشد که به دلیل ماهیت این مسائل، محتمل‌تر نیز می‌باشد. از این رو آموزش سازگار با مغز روشی جدیدی است که از یک سو به معلمان کمک می‌کند تا روند یادگیری و آموزش را تسهیل بخشند، آموزش‌های خود را ارزیابی کنند، بررسی کنند، اصلاح کنند، و خودشان نیز از روش تدریس خود مطالبی بیاموزند و آن اطلاعات را بازتاب دهند که منجر به یک روند طبیعی ارزیابی می‌شود. از سوی دیگر باعث می‌گردد دانش‌آموزان مسئولیت بیشتری برای یادگیری خودشان داشته باشند و آنها را تشویق شوند تا میان موضوعاتی که قبلاً آموخته شده و دانش جدید ارتباط ایجاد کنند تا یادگیری شکل بگیرد.

همچنین مهارت‌های گوناگونی برای حل مسائل کلامی ریاضی از جمله خواندن و درک متن ریاضی لازم است. همانگونه که کلمنتس (۱۹۸۰) بررسی کرد که نسبت بزرگی از اشتباهات دانش‌آموزان روی مسایل کلامی، ناشی از کمبود در فهم، ترجمه و مهارت‌های پردازشی صورت گرفته است [۱۵].

در این پژوهش شرایط یادگیری سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی در رفع خطاهای محاسباتی دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی فراهم گردید. از این رو نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات جازولی و همکاران (۲۰۱۹)، آرون و همکاران (۲۰۱۸)، کینگسدراف و همکاران (۲۰۱۴)، باباخانی

با توجه به جدول (۱) مشاهده می‌شود با استفاده از آزمون یومن-ویتی نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون خطای محاسباتی در دو گروه با هم مقایسه شده است که نتیجه می‌شود نمرات پیش‌آزمون در دو گروه تقریباً با هم برابر بوده ($p > ۰/۰۵$) و نمرات پس‌آزمون با هم تفاوت معنی‌داری دارند ($p = ۰/۰۰۲$). همچنین ملاحظه می‌شود که در گروه آزمایش میانگین نمرات خطای محاسباتی در موقعیت پیش‌آزمون و پس-آزمون نسبت به هم تفاوت معنی‌دار ($p = ۰/۰۰۱$) داشته است. بنابراین نتیجه می‌شود که روش تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی بر میانگین خطای محاسباتی در گروه آزمایش موثر بوده است. لذا فرض پژوهش مبنی بر اثرگذاری تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی بر رفع خطاهای محاسباتی دانش‌آموزان پایه سوم در حل مسائل کلامی پذیرفته می‌شود.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱- بحث

از آنجایی که درک مسائل کلامی به عنوان بخشی از توانایی حل مسئله در یادگیری ریاضیات از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، لزوم شناخت روش‌های جدید آموزش در حل این دسته از مسائل آشکار می‌گردد. از این رو بررسی توانایی حل مسائل کلامی، راه‌گشای رفع خطاهای محاسباتی خواهد بود. حال با توجه به این که حل مسئله‌ی کلامی بخشی از حل مسئله‌ی

جمله رفع خطاهای محاسباتی دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی فراهم شد. ایجاد محیط یادگیری غنی، بر اساس محرک‌های متنوع و مرتبط و محتوای پربار، بر پایه‌ی اصول یادگیری سازگار با مغز، بر کاهش خطاهای محاسباتی دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی موثر است.

بنابراین بر اساس یافته‌های پژوهش، به معلمان پیشنهاد می‌شود که به منظور ایجاد سهولت در فرایند یادگیری و آموزش در محیط یادگیری، استعاره‌ها، آموزش موضوعی، آموزش تلفیقی و سوالات پایان باز استفاده شود. به معلمان پیشنهاد می‌شود فضای کلاسی امن را برای دانش‌آموزان فراهم کنند تا این محیط، آن‌ها را برای یادگیری به چالش بکشد. برای این منظور، کلاس‌ها باید دارای یک تابلوی اعلانات، یک آکوارיום، مدل‌های مختلف و شبیه‌سازی شده و مجهز به فناوری رایانه باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود برنامه‌های درسی باید انعطاف‌پذیر باشد و به نیازهای عاطفی فراگیران پاسخ دهد. بنابراین معلمان باید بتوانند دوره‌های آموزشی ریاضی را با زیر شاخه‌های آن و همچنین سایر رشته‌ها مانند فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی پیوند دهند. این تلفیق دوره‌های آموزشی، یادگیری را برای دانش‌آموزان معنادارتر و جالب‌تر می‌کند و همچنین یادگیری را برای دانش‌آموزانی که استراتژی‌های یادگیری متفاوتی دارند تسهیل می‌کند. همچنین به محققان و دانشجویان دکترا در رشته‌ی آموزش ریاضی پیشنهاد می‌شود با اجرای این روش آموزش در مباحث مختلف در سال‌های بالاتر تحصیلی از چهارم تا ششم دبستان تغییرات خطاهای دانش‌آموزان را بررسی نمایند.

(۲۰۱۱) همخوانی دارد. نتایج تحقیقات ذکر شده و یافته‌های به دست آمده نشان می‌دهد که آموزش سازگار با مغز یک رویکرد موثر برای پیشرفت محاسباتی دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی است. از این رو می‌توان انتظار داشت که اجرای آموزش سازگار با مغز در داخل و خارج از کلاس، مهارت‌های آموزشی معلمان و همچنین یادگیری دانش‌آموزان را ارتقا می‌بخشد.

۵-۲- نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر بیانگر این هستند که اغلب خطاهای دانش‌آموزان، مربوط به اشتباهات محاسباتی ضرب می‌باشند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بیشتر خطاهای دانش‌آموزان ناشی از جاگذاری اشتباه ممیز اعشار است. این خطاها پرتکرارترین اشتباه بود و مواردی از جمله قراردعی نادرست جای علامت اعشار و مواردی که دانش‌آموزان صرفاً فراموش کرده بودند که یک رقم اعشار اضافه کنند را شامل می‌شد. دومین اشتباه پرتکرار در عمل ضرب هنگامی رخ می‌دهد که عمل ضرب مربوط به ضرب اعداد دو رقمی یا چند رقمی چه با اعشار و چه بدون اعشار باشد. خطای بعدی مربوط به ستون‌بندی اشتباه با خطاهای مربوط به جاگذاری اشتباه ممیز اعشار همراه بود. همچنین نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی بر میانگین خطای محاسباتی در گروه آزمایش موثر بوده است. لذا تدریس سازگار با مغز توام با راهبرد درک خواندن ریاضی بر رفع خطاهای محاسباتی دانش‌آموزان پایه سوم در حل مسائل کلامی اثرگذار است.

در این پژوهش یکی از برآیندهای یادگیری سازگار

با مغز، ایجاد محیط هیجانی خوشایند برای یادگیری است که در این پژوهش با فراهم ساختن شرایط آن، زمینه‌ی فعال‌سازی فعالیت‌های شناختی سطح بالا از

Nyberg, L. (۲۰۱۵). Learning mathematics without a suggested solution method: Durable effects on performance and brain activity. *Trends in Neuroscience and Education*, ۴(۱-۲), ۶-۱۴.

<https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.03.002>

[۷] Niekerka, J., & Webbb, P. (۲۰۱۶). The effectiveness of brain-compatible blended learning material in the teaching of programming logic. *Computers & Education*, ۱۰۳, ۱۶-۲۷

[۸] Batlolona, F. A., Batlolona, J. R., Wairisal, P. L., Leasa, M. (۲۰۱۸). Can the MM learning model improve results of students' mathematical cognitive learning?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, ۱۴(۲), ۶۰۹-۶۱۶.

<https://doi.org/10.112973/ejmste/80625>

[۹] Uzezi, J. G. & Jonah, K. J. (۲۰۱۷). Effectiveness of Brain-based Learning Strategy on Students' Academic Achievement, Attitude, Motivation and Knowledge Retention in Electrochemistry. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, ۱-۱۳.

[۱۰] Rodgers, D. L. (۲۰۱۵). The Biological Basis of Learning: Neuroeducation through Simulation. *Simulation and Gaming*.

<https://doi.org/10.1177/1046878115590585>

[۱۱] Jensen, E. (۲۰۰۹). *Super Teaching*. California: A SAGE Company

[۱۲] Kingsdorf, S., & Krawec, J. (۲۰۱۴). Error Analysis of Mathematical Word Problem Solving Across Students with and without Learning Disabilities. *Learning*

منابع و مأخذ

[۱] Babakhani, N. (۲۰۱۱). The effect of teaching the cognitive and meta-cognitive strategies (self-instruction procedure) on verbal math problem-solving performance of primary school students with verbal problem-solving difficulties. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, ۱۵, ۵۶۳-۵۷۰.

[۲] Peng, P., J. Namkung, M. Barnes, C. Sun, A. (۲۰۱۶). meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, ۱۰۸, ۴۵۵-۴۷۳

[۳] Becker, M., Sommer, T., Kühn, S. (۲۰۲۰). Inferior frontal gyrus involvement during search and solution in verbal creative problem solving: A parametric fMRI study. *NeuroImage*, ۲۰۶.

[۴] Bergqvist, T., & Lithner, J. (۲۰۱۲). Mathematical reasoning in teachers' presentations. *Journal of Mathematical Behavior*, ۳۱ (۲), ۲۵۲-۲۶۹.

<https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2011.12.002>

[۵] Jazuli, L., Ode, A., Solihatin, E., Syahrial, Z. (۲۰۱۹). The Effects of Brain-Based Learning and Project-Based Learning Strategies on Student Group Mathematics Learning Outcomes Student Visual Learning Styles. *Pedagogical Research*, ۴ (۴).

[۶] Karlsson Wirebring, L., Lithner, J., Jonsson, B., Liljekvist, Y., Norqvist, M., &

Disabilities Research & Practice, ۲۹ (۲),
۶۶-۷۴

[۱۳] Arun A., & Singaravelu, P. G. (۲۰۱۸).
Brain Based Teaching Approach in
Science a new Paradigm of Teaching.
Review Of ReseaRch, ۷ (۱۱).

[۱۴] Atkinson, Rita L. and Atkinson;
Richard; Nolen Hooksma, Susan; Bam,
Daryl; Smith, Edward (۱۴۰۰) The field of
Hilgard psychology, translated by Reza
Zamani, Mehrdad Beyk, Behrouz Birshak,
Mohammad Naghi Barahani and Mehrnaz
Shahrarai, Tehran: Roshd.

[۱۵] Clements, M. A. (۱۹۸۰). Analyzing
children's errors on written mathematical
tasks. Educational studies in mathematics,
۱۱, ۱-۲۱.

