

تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ریاضی دانش آموزان

حسین اکبری احمدسرایبی^{۱*}، حمیدرضا مقامی^۲، یوسف مهدوی نسب^۳

فناوری آموزش و یادگیری

سال چهارم، شماره ۱۴، بهار ۹۷، ص ۲۳ تا ۵۱

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۱۵

چکیده

هدف این پژوهش تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم بود. روش مورد استفاده از نوع شبه آزمایشی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دو گروه آزمایش و کنترل بود. جامعه پژوهش دانش‌آموزان پسر پایه پنجم شهرستان قرچک که در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ مشغول به تحصیل بوده‌اند و نمونه‌های انتخاب شده به تعداد ۶۰ نفر از دانش‌آموزان به صورت تصادفی در دو گروه کنترل (۳۰) نفر و آزمایش (۳۰) نفر قرار داده شدند. ابزار پژوهش برای آموزش چندرسانه‌ای از نرم‌افزار کیف الکترونیک آریا و برای درک مفهوم (فضایی، مکانی و زمانی) و حل مسئله ریاضی که سؤالات محقق ساخته بود، مورد استفاده قرار گرفت. اعتبار این آزمون از طریق آلفای کرونباخ ۰/۷۳۴ بود و روایی آن با توجه به دیدگاه متخصصان مورد تأیید قرار گرفت. نمره این آزمون بین صفر تا بیست بود. تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده در پژوهش با استفاده از روش‌های آمار توصیفی از شاخص‌های میانگین، انحراف معیار و در بخش آمار استنباطی از روش تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتیجه‌ی پژوهش نشان می‌دهد بین میانگین نمرات پس‌آزمون دو گروه کنترل و آزمایش در متغیر وابسته درک مفهوم و حل مسئله ریاضی تفاوت معناداری وجود دارد و هم‌چنین اثر متغیر مستقل بر متغیر وابسته درک مفهوم و حل مسئله ریاضی مؤثر بوده است. این مطلب مؤید نقش مؤثر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک بهتر مفاهیم ریاضی (درک فضایی، درک مکانی و درک زمانی) و حل مسائل ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم بوده است.

واژه‌های کلیدی: چندرسانه‌ای آموزشی، حل مسئله، درک مفهوم، ریاضی

۱. *کارشناسی ارشد، تکنولوژی آموزشی / آموزگار آموزش و پرورش شهرستان‌های استان تهران، شهرستان

قرچک، ایران. hakbari.135554@gmail.com

۲. استادیار، گروه علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.

۳. استادیار، گروه علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران.

مقدمه

امروزه در نحوه فراگیری دروس مختلف دانش آموزان تحولات زیادی به وجود آمده است، به طوری که آن‌ها در پی آن هستند تا برای یادگیری سریع‌تر و بهتر مطالب درسی، آموزشی و حفظ اطلاعات به دست آمده روش‌های جدید و کارآمدتری را برگزینند. البته عده‌ای بر این باورند که این تحول بنیادی در چگونگی یادگیری دانش آموزان به مدد وجود رسانه‌های آموزشی شکل گرفت که باعث شد، دانش آموزان به جای استفاده صرف از طریق معلمان و کتب درسی به برخی نرم‌افزارهای آموزشی روی آورند. استفاده از این نوع وسایل آموزشی چندرسانه‌ای قدمی است، روبه جلو البته به شرط این که این نوع مجموعه‌ها بر اساس یک آموزش استاندارد طراحی شده باشند. ضمن این که محتوای درسی که عرضه می‌شوند توسط کارشناسان خبره تهیه و آماده شوند (اردن و اکگیو، ۲۰۱۵). به کارگیری آموزش‌های چندرسانه‌ای در سطح مدارس باعث شده است تا علاقه و انگیزه دانش آموزان به یادگیری بیشتر شده و آن‌ها خود را در درک و مفهوم مسئله درگیر کنند که این امر یادگیری سریع و بهتر را در بردارد. یکی از مزایای نرم‌افزارها؛ افزایش تعامل بین دانش آموزان و همچنین بین مربی و یادگیرنده است. این همان هدفی است که سال‌های اخیر به شدت مورد توجه دست‌اندرکاران آموزش و پرورش با عناوینی چون روش‌های درک و مفهوم مسئله‌های درسی بوده است. رشد تکنولوژی در چند دهه اخیر از دو بعد فنی و امکان دسترسی، از جمله دلایلی هستند که باعث شده‌اند با وجود شک و تردیدهای اولیه در مورد نقش کامپیوتر در تدریس و یادگیری ریاضی، هر چه زمان به جلو تر می‌رود و تکنولوژی فراگیرتر می‌شود، جهان شاهد کم‌رنگ شدن این تردیدها باشد (حیدری قزلجه و گویا، ۱۳۹۴).

اهمیت استفاده از فناوری برای تقویت یادگیری ریاضی در حال حاضر به طور وسیعی شناخته شده است. در سیاست برنامه‌ی درسی ریاضی (۱۹۹۰) در استرالیا، ترویج استفاده از تکنولوژی برای تقویت یادگیری دانش آموزان و گسترش فهم آنان از مفاهیم ریاضی شروع گردید. معنی این اسناد سیاست ملی، در بیانیه برنامه درسی دولت و ایالت‌های مختلف و خلاصه در مطالبی بازتاب می‌کند که در حال حاضر این دستور، تشویق به استفاده از

فناوری‌های دیجیتال را در ریاضیات دوره متوسطه مجاز می‌کند (بننسون و گاس، ۲۰۱۶). استفاده از ظهور رایانه‌ها، تحولی عظیم در عرصه‌های گوناگون و از آن جمله در آموزش پدید آورده‌اند، به گونه‌ای که آموزش را وارد مرحله‌ی نوینی کرده است.

عملکرد ضعیف در درس ریاضی یکی از دغدغه‌های دست‌اندرکاران آموزش و پرورش است. نتایج به‌دست آمده از سومین مطالعه‌ی بین‌المللی ریاضی و علوم تیمز نشان می‌دهد که بروندهای آموزشی کشور حتی در مقایسه با کشورهای در حال توسعه تفاوت چشمگیری دارد. نمرات دانش‌آموزان ایرانی در آزمون ریاضی از میانگین کشورهای شرکت‌کننده در مطالعه بسیار پایین‌تر (۱۰۶) بوده است. به گونه‌ای که در مطالعه‌ی تیمز متوسط نمره‌ی کشورهای شرکت‌کننده ۴۹۵ بود. در بسیاری از سطوح تحصیلی، دانش‌آموزان در درک مفاهیم ریاضی راهبردی عملی‌آموزان علاوه بر داشتن اطلاعات کافی راجع به موضوع مربوطه، باید به راهبردهای خودتنظیمی مجهز باشند. محمود (۲۰۱۱) دریافت که مهم‌ترین مشکلات دانش‌آموزان در مسائل ریاضی، ناتوانی آن‌ها در درک و فهم مسئله است. او بیان می‌کند که تقریباً ۹۸٪ دانش‌آموزان تصدیق کرده‌اند که در درک و فهم آنچه سؤال از آن‌ها می‌خواهد، مشکل دارند. دانش‌آموزان به راهبردهای لازم برای پاسخ دادن به سؤال چندان توجهی نمی‌کنند (حسنی و همکاران، ۱۳۹۲).

یکی از اهداف مهم درس ریاضی ایجاد توانایی‌های ذهنی و نظم فکری دانش‌آموزان است. پس منظور اصلی آموزش ریاضی عبارت است از توسعه‌ی قدرت درک و فهم استدلال، پرورش تفکر عقلی و به وجود آوردن روش استدلال و تفکر منطقی و ایجاد آفرینش‌های فکری و خلاقیت‌پروری از دیگر اهداف آموزش ریاضی در فراگیران به حساب می‌آید. ریاضی به دلیل ماهیت و ساختار خاص آن، حوزه‌ای مناسب برای تقویت مهارت‌هایی چون تعمیم دادن، حدسیه سازی، حل مسئله و طرح مسئله است که از ملزومات بروز خلاقیت و پرورش آن است؛ بنابراین پرورش خلاقیت باید از اهداف طراحی فعالیت‌های این حوزه باشد. درک مفهوم در ریاضی باید یکی از مؤلفه‌های اصلی آموزش

ریاضی در نظر گرفته شود. درک مفهوم در ریاضی که با عبارت یادگیری ریاضی بیان می‌شود، یکی از موضوعات پیچیده و چالش‌برانگیز در آموزش ریاضی است. عده‌ای از صاحب‌نظران (اروینک^۱، ۲۰۱۴؛ بدن^۲، ۲۰۱۷)، خلق ایده‌ها و مفاهیم ریاضی را ناشی از ترکیب ایده‌ها می‌دانند و ترکیب کردن ایده‌های شناخته‌شده به شیوه‌های جدید را حل مسئله در نظر می‌گیرند. اروینک (۲۰۱۱) معتقد است حل مسئله نقشی حیاتی در تفکر ریاضی پیشرفته دارد و زمینه را برای حد سیه‌سازی برای توسعه، پیشبرد و خلق نظریه‌های ریاضی فراهم می‌کند. او شکل‌گیری تعریف یک مفهوم جدید ارزشمند ریاضی با استفاده از مفاهیم قبلی را مثالی از فعالیت‌های حل مسئله می‌داند.

بعضی از مطالعات درباره حل مسئله، برای بهبود سیستم‌های آموزشی در جهت تقویت توانایی خلاق یادگیرندگان و افزایش توانایی آنان در ارائه راه‌حل‌های خلاقانه در حل مسائل ریاضی، بر آموزش معلمان تأکید دارند و نیز توجه به مسائل فرهنگی را ضروری می‌داند و در پژوهش خود به این نتیجه می‌رسد که بهترین شرایط برای بهبود و توسعه حل مسئله، ایجاد فرهنگ توسعه‌یافته‌ای است که با تعامل و تبادل ایده‌های افراد ضمانت می‌شود. پژوهش‌های متعددی در زمینه حل مسئله در سطوح مدرسه‌ای و دانشگاهی انجام یافته است؛ اما باوجود پژوهش‌های انجام‌گرفته، بررسی‌ها نشان می‌دهد که هنوز بسیاری از ابعاد و وجوه آن در محیط‌های آموزشی برای صاحب‌نظران ناشناخته است. سهم کشور ما در این پژوهش‌ها، کم‌رنگ بوده است و اکثر این پژوهش‌ها ابعادی از طرح مسئله در ریاضی را اساس کار قرار داده است؛ ولی ارتباط و تحلیل آن با درک و مفهوم و حل مسئله ریاضی کمتر مدنظر بوده است؛ بنابراین انجام پژوهش‌های متعدد در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. باید توجه داشت که حل مسئله مقوله‌ای مستقل در ذهن افراد نیست که بتوان آن را بدون توجه به عوامل مختلف از جمله بافت فرهنگی که فعالیت‌های خلاقانه ریاضی افراد در آن شکل گرفته، بررسی کرد. درواقع، باید در شرایط مختلف و در جوامع و بافت‌های مختلف بررسی شود.

1. Ervink
2. Biden

این پژوهش بر آن است که تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی را بر درک مفاهیم ریاضی که شامل درک فضایی، درک مکانی و درک زمانی بوده و حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی بسنجد و از نرم‌افزار کیف الکترونیک آریا که در آن از متن، تصاویر ثابت و متحرک (انیمیشن)، کتاب ورق زن، فیلم آموزشی و انواع آزمون‌های دوره‌ای و خودسنجی و غیره استفاده شده است.

منظور از چند رسانه‌های آموزشی، هرگونه تلفیق متن، گرافیک، صدا، پویانمایی و ویدیو است که با رایانه و یا سایر ابزار الکترونیک منتقل می‌شود (رضوی، ۱۳۸۶).
مطالعاتی وجود دارد که برنامه‌های چندرسانه‌ای را ابزاری اثربخش در فرایند تدریس-یادگیری می‌دانند و اثبات کرده‌اند که چندرسانه‌ای‌ها دارای اثربخشی آموزشی قابل توجهی هستند. چندرسانه‌ای‌ها توجه و علاقه یادگیرندگان را جلب می‌کنند، یادگیری را سریع‌تر، مؤثرتر و پایدارتر می‌کنند، تجارب واقعی، عینی و حقیقی‌ای را در اختیار یادگیرندگان قرار می‌دهند که کسب آن‌ها از راه‌های دیگر امکان‌پذیر نیست. همچنین پژوهش‌های دیگر نشان داده‌اند که آموزش مبتنی بر چندرسانه‌ای‌ها می‌تواند به درک مطلب و یادداری دانش‌آموزان کمک کند (موسی رضوانی، ۱۳۹۰).

ویژگی‌های لازم برای رسانه‌های آموزشی مورداستفاده در دوره ابتدایی هاشمیان نژاد (۱۳۸۳) ویژگی‌های زیر را برای رسانه‌های آموزشی در مقطع ابتدایی برشمرده است: ایجاد گرایش در دانش‌آموزان نسبت به رسانه‌ی موردنظر: یکی از ویژگی‌های بارز کودکان این دوره، فعالیت جویی است. لذا طالب رسانه‌هایی‌اند که خودشان بتوانند با آن کار کنند. بدین جهت باید ساده‌ترین آن‌ها را انتخاب کرد تا از این طریق فرآیند ارتباط را از حالت یک‌طرفه خارج کرده، به جریانی دوسویه تبدیل نماید.

درک ریاضی از جنبه‌های مهم و اساسی برای درک شمارش، ارتباط بین اعداد و عملیات ریاضی ساده است. این مهارت پیش‌زمینه‌ای مهم برای مهارت‌های ریاضی دیگر است (حسینی، ۱۳۸۵).

نیومن^۱ (۱۹۷۷)، نیفونگ و هولتن^۲ (۱۹۷۶) بر این باورند که آشنا شدن با انواع اشتباهات دانش آموزان در حل مسائل کلامی و پیدا کردن دلایل این اشتباهات، می تواند فرآیند حل مسائل کلامی را در آن ها تسهیل بخشد. کلمنتس^۳ (۲۰۰۹) در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافت که معمولاً دانش آموزان، دو نوع خطای نحوی و معنایی در حل مسائل کلامی مرتکب می شوند؛ خطای نحوی، خطایی است که به دلیل ترجمه مستقیم مسئله اتفاق می افتد و خطای معنایی نتیجه کافی نبودن درک دانش آموز از متن و زبان مسئله است.

خطاهای انجام شده توسط دانش آموزان در سنین مختلف، فرق می کند. سالمن (۲۰۰۲) با مطالعه بر روی انواع خطاهای دانش آموزان سال اول و دوم دبیرستان و فاجمیدآگبا^۴ (۲۰۱۱) در مطالعات خود بر روی دانشجویان به این نتیجهی مشترک دست یافتند که بیشتر خطاهای این دو گروه، به دودستهی خطاهای نحوی و معنایی تقسیم بندی می شوند.

همچنین نیومن (۱۹۷۷) اشتباهات دانش آموزان را به دودستهی مهم اشتباهات اساسی و اشتباهات سهوی تقسیم بندی کرد. او اشتباهاتی از جمله بی دقتی، حواس پرتی و گیج شدن در مسئله را از جمله اشتباهات سهوی می داند و اشتباهات مربوط به نداشتن دانش ریاضی لازم برای حل مسئله را اشتباه اساسی معرفی می کند.

جی تندرا و کامی نو (۲۰۱۴) در تحقیقات خود به نقل از اشلاک^۵ (۲۰۱۶) بیان می کنند که خطاهای محاسباتی انواع زیادی دارند؛ از جمله این خطاها عملیات اشتباهی در محاسبات عددی، جایگزینی های نامناسب، تشخیص های نابجا، پاسخ های شانسی و خطاهای ناشی از بی دقتی و عدم توجه کافی به مسئله هستند. می توان گفت که آموزش استراتژی های نامناسب توسط معلمان در دوره های آموزشی قبلی باعث می شود که دانش آموزان در حل مسائل کلامی، فقط دنبال یافتن اعداد و کلمات کلیدی درون مسئله باشند و چون آموزش صحیحی درباره ی فهمیدن و شناختن مسائل کلامی ریاضی ندیده اند، عملگرهای ریاضی را بدون

1. Newman
2. Nifong & Holten
3. Clements
4. Fajmidagba
5. Ashlock

شناخت بر روی اعداد درون مسئله به کار می‌برند؛ یعنی نداشتن شناخت کافی در به کار بردن نوع عملگر، یکی دیگر از علل اساسی خطاهای دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی است. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی توسط آموزشگران و محققان در مورد انواع خطاهای دانش‌آموزان و چگونگی کم کردن این خطاها در مقاطع مختلف تحصیلی انجام شده که از جمله می‌توان به تحقیقات (رادتز^۱، ۲۰۱۴) اشاره کرد.

رادتز بیان داشت اشتباهاتی که از پردازش اطلاعات نشئت می‌گیرند، شامل این موارد می‌باشند: مشکلات زبانی، عدم داشتن دانش کافی در مفهوم، مهارت‌های کاربردی، ارتباط‌های نادرست و در نتیجه استفاده از روش نامناسب برای حل مسئله.

همچنین جدیدترین تحقیقات حقوردی (۲۰۱۲) در مورد داشتن دانش موردنیاز برای حل مسئله، نشان می‌دهد که بین انواع خطاهای انجام شده در دانش‌آموزان پایه‌ی هفتم و دانش‌های (زبانی، ادراکی، ارتباطی و محاسباتی) موردنیاز برای حل مسائل کلامی رابطه‌ای وجود دارد.

تحقیقات و مطالعات وی نشان می‌دهد که کمبود هر یک از دانش‌های فوق دلیلی بر رخ دادن اشتباهات در حل مسائل کلامی است.

تحقیقات دیگر نشان داد که دانش‌آموزان دبیرستانی یا دانشجویان نیز مشکلات زیادی در حل مسائل کلامی دارند و چنین مشکلاتی بیشتر مربوط به عملکرد ضعیف آنان در محاسبات ریاضی است، به عبارت بهتر ضعف دانش محاسباتی در دانش‌آموزان و دانشجویان، یکی از دلایل اصلی اشتباهات آنها در حل مسائل کلامی است (فاجمیدانگبا، ۲۰۱۱).

در تحقیق رفیع‌پور و کریمیانزاده (۱۳۹۱) به مطالعه‌ی هاوسون^۲ (۲۰۱۳) درباره‌ی این مورد که دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی عقل سلیم را نادیده می‌گیرند اشاره شده است؛ و مشخص شده به کار نبردن عقل سلیم در حل مسائل کلامی یکی از عوامل رخداد اشتباهات دانش‌آموزان در حل این‌گونه مسائل است. همچنین جی تندر و کامی‌نو (۱۳۹۳) اعلام کردند که یک چارچوب نظری مناسب برای فهم و طبقه‌بندی خطاها در حل مسائل کلامی ممکن

1. Radatz
2. Hawson

است اطلاعات ما را از چگونگی حل آن مسائل افزایش دهد. آن‌ها معتقدند که مشخص کردن و تجزیه و تحلیل خطاها می‌تواند به انتخاب و به‌کارگیری و ارزیابی فرآیند آموزشی صحیح منجر شود. شیوه حل مسئله راهبردی مفید و مؤثری است برای رویارویی با مشکلات موقعیتی که به‌صورت فرایندی رفتاری تعریف شده است و به شکل واضح یا شناختی انواع پاسخ‌های بالقوه مؤثر به موقعیت مشکل‌آفرین را نشان می‌دهد و احتمال انتخاب مؤثرترین و بهترین پاسخ را از میان راه‌حل‌های مختلف افزایش دهد (دروزیلا و گلد فرید، ۱۹۷۱).

حسینی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان «شرایط و راهبردهای مؤثر برای ارائه راه‌حل‌های خلاقانه در حل مسائل ریاضی از دیدگاه دانشجویان خلاق دوره کارشناسی رشته ریاضی» پرداختند. هدف اصلی پژوهش، شناسایی شرایط و راهبردهای مؤثر بر ارائه راه‌حل‌های خلاقانه در حل مسائل ریاضی در محیط‌های آموزشی از دیدگاه دانشجویان خلاق دوره کارشناسی رشته ریاضی است. نتایج نشان می‌دهد که برای مقوله‌های شرایط و راهبردهای مؤثر، زیر مقوله‌هایی حاصل شده است که چگونگی تأثیر آن‌ها را در ارائه راه‌حل‌های خلاقانه در حل مسائل ریاضی تبیین می‌کنند.

سعادت و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی تحت عنوان «نقش نرم‌افزار آموزشی ریاضی دنیای تاتی در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان کم‌توان ذهنی پایه اول مجتمع دخترانه شهید صیاد شیرازی تهران» پرداختند. پژوهش شبه آزمایشی با اجرای پیش‌آزمون و پس‌آزمون و جامعه آماری ۶۳ دانش‌آموز پایه اول مجتمع آموزشی دخترانه شهید صیاد شیرازی شهر تهران بود. نتایج نشان داد نمرات ریاضیات پس‌آزمون هر سه گروه آزمایشی، از دانش‌آموزان هر سه گروه گواه بیشتر است.

براتی (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «روند طراحی چندرسانه‌ای‌های آموزشی و ارائه یک الگوی پیشنهادی بر اساس رویکرد ساخت‌گرایی» با بیان اهمیت موضوع چندرسانه‌ای‌ها، توجه صرف به مبانی فنی را در این چندرسانه‌ای‌ها مورد انتقاد قرار داده و سعی نموده است تا مراحل طراحی آموزشی تولید چندرسانه‌ای‌ها را مورد بررسی و برای آن الگویی ارائه دهد. در الگوی پیشنهادی وی توجه به زیرساخت‌های انسانی طراحی محیط‌های چندرسانه‌ای مانند

ساخت مناسب، تکنیک‌ها و فعالیت‌های یادگیری، نقش معلم، خلاقیت فراگیران، تعامل، انگیزش و یادگیری مشارکتی مورد نظر قرار گرفته است.

کتونگ^۱ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود با عنوان «مطالعه‌ای در استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش ریاضیات» دلایل عدم استفاده‌ی معلمان از فناوری‌هایی نظیر لپ‌تاپ را در آموزش ریاضی مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها برای این موضوع ۶ دلیل ارائه کرده‌اند: ۱) کمبود زمان کافی در برنامه مدارس برای استفاده از پروژه‌های فناورانه؛ ۲) فرصت‌های آموزشی ناکافی معلمان برای پروژه‌های فناورانه؛ ۳) پشتیبانی فنی ناکافی برای این پروژه‌ها؛ ۴) کمبود دانش درباره‌ی راه‌هایی به کارگیری فناوری در ارتقاء برنامه‌ها؛ ۵) مشکل در یکپارچه‌سازی استفاده‌ی مختلف ابزار فناورانه در یک درس واحد و ۶) عدم دسترسی به منابع در منزل برای دانش‌آموزان به منظور دستیابی به مواد آموزشی لازم. سالومونیدو^۲ (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان طراحی ساخت‌گرا و ارزیابی نرم‌افزارهای آموزشی تعاملی: رویکردی مبتنی بر حل مسئله، به ارائه و بررسی دیدگاه یادگیری سازنده گرا برای طراحی، اجرا و ارزشیابی نرم‌افزارهای آموزشی تعاملی خوب پرداخته است. او در بخش دوم به عنوان طراحی و توسعه ویژگی‌هایی را برای نرم‌افزارهای مبتنی بر نظریه ساختن‌گرایی ارائه داده است. به اعتقاد او به‌طور خاص، نرم‌افزار مبتنی بر نظریه ساختارگرا باید دارای شرایطی خاص باشد. الیوت (۲۰۱۷) در پژوهشی تحت عنوان چندرسانه‌ای در مدارس، به تأثیر آموزش مبتنی بر وب-انیمیشن با یادگیری علوم، زبان، خواندن در دانش‌آموزان کلاس سوم و پنجم و هشتم دبیرستان پرداخت. دانش‌آموزان گروه آزمایش با استفاده از انیمیشن و گروه گواه به روش سنتی آموزش دیدند. یافت‌ها حاکی از آن بود که عملکرد گروه آزمایشی بیش از حد متوسط و بهتر از عملکرد گروه گواه بود.

شانان^۳ (۲۰۱۶)، در پژوهش خود به مطالعه و بررسی اثر سی دی چندرسانه‌ای در مقابل کتاب‌های درسی سنتی در آموزش کودکان کلاس چهارم پرداخت و میزان اثربخشی

1. Keong
2. Solomonidou
3. Shana

تکنولوژی را در آموزش‌های چندرسانه‌ای در مقایسه با روش تدریس سنتی مبتنی بر کتاب‌های چاپی مورد بررسی قرار داده بود. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها نتایج نشان داده است که در واحد علوم بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت اما بین دو گروه از دانش‌آموزان مطالعات اسلامی تفاوت معناداری وجود داشت. همچنین یافته‌ها نشان داده است که دانش‌آموزان نسبت به معلمان از تجربه‌ی یادگیری لذت بیشتری می‌برند.

هر دانش‌آموزی منحصر به فرد است. به همین خاطر ویژگی‌های کودکانی که مشکلات ریاضی دارند، با هم متفاوت است. با این همه این کودکان ویژگی‌های مشترکی نیز دارند و آن، ابتلا به اختلال اضطراب ریاضی است. بیشتر کودکان در حل مسائل ریاضی با دشواری‌های شناختی زیادی روبه‌رو هستند. انتزاعی بودن مسائل و عدم عینیت لازم برای کودکان در درس ریاضی است. لذا نمی‌توانند برای حل مسائل به تحلیل و استدلال بپردازند. راهبردهای حل مسئله با ارائه راه‌حل و عینی کردن مسائل ریاضی و راهبردهایی نظیر اقدام کردن، شکل کشیدن، تدوین جدول و روشن کردن اینکه مسئله چیست، چه داده‌هایی برای ما دارد و چه مجهولاتی را باید به دست آوریم، این مسائل را از دشواری و انتزاعی بودن اولیه درمی‌آورد.

در همین راستا هدف اصلی این تحقیق تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پسر پایه پنجم ابتدایی در شهرستان قرچک است که برای رسیدن به این هدف فرضیه‌های زیر مطرح شدند:

- ۱- چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر درک مفهوم فضایی دانش‌آموزان تأثیر معنادار دارد.
- ۲- چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر درک مفهوم مکانی دانش‌آموزان تأثیر معنادار دارد.
- ۳- چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر درک مفهوم زمانی دانش‌آموزان تأثیر معنادار دارد.
- ۴- چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر حل مسئله دانش‌آموزان تأثیر معنادار دارد.

روش

پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، شبه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است. در مرحله پیش‌آزمون هر دو گروه متغیر وابسته (درک مفهوم و حل

تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ...

مسئله) را دریافت می‌کنند، سپس گروه آزمایش متغیر مستقل (چندرسانه‌ای آموزشی) را دریافت می‌کند. در مرحله پس‌آزمون مجدداً متغیر وابسته (درک مفهوم و حل مسئله) در هر دو گروه اجرا می‌شود.

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پسر پایه پنجم شهرستان قرچک در سال تحصیلی ۹۸-۹۹ است. حجم نمونه شامل ۶۰ دانش‌آموز پسر در پایه پنجم ابتدایی است که ۳۰ نفر آن‌ها در گروه آزمایش و ۳۰ نفر آن‌ها در گروه کنترل قرار دارند. برای انتخاب نمونه از بین مدارس ابتدایی شهرستان قرچک، یک مدرسه و از آن دو کلاس به تصادف انتخاب گردید. ۶۰ دانش‌آموز پایه پنجم که واجد ملاک‌های ورود بودند، مشخص شدند و به تصادف در دو گروه (آزمایش و کنترل) جایگزین شدند. ملاک‌های ورود با توجه به بررسی پرونده دانش‌آموزان عبارت بودند از نداشتن اختلال روانی و عدم دریافت هم‌زمان مداخلات دیگر بود و ملاک خروج نیز شامل عدم رضایت شرکت‌کنندگان برای شرکت در پژوهش بود.

در ابتدا، پرسش‌نامه (آزمون) درک مفهوم و حل مسئله ریاضی توسط هر دو گروه آزمایش و کنترل تکمیل گردید (پیش‌آزمون). بعد از آن گروه آزمایش به مدت ۱۲ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای تحت آموزش چندرسانه‌ای آموزشی (نرم‌افزار چندرسانه‌ای کیف الکترونیک آریا) قرار گرفتند و گروه کنترل هم با استفاده از روش سنتی توسط معلم مربوطه آموزش دیدند. پس از پایان جلسات، پرسش‌نامه مذکور (آزمون درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) برای بار دوم توسط هر دو گروه آزمایش و کنترل تکمیل گردید (پس‌آزمون).

جدول ۱. برنامه آموزش چندرسانه‌ای کیف الکترونیک آریا

جلسه	توضیحات
جلسه اول	معارفه و آشنایی با اعضای گروه و ارائه توضیحاتی در خصوص نرم‌افزار چندرسانه‌ای. تدریس فصل اول: عددنویسی و الگوها، یادآوری عددنویسی و محاسبات عددی: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم‌افزار چندرسانه‌ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می‌گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).

جلسه	توضیحات
جلسه دوم	تدریس مبحث معرفی میلیارد: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه سوم	تدریس مبحث جمع و تفریق عددهای مرکب: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه چهارم	تدریس مبحث الگوها: دانش آموزان، مسئله هایی را روی تخته کلاسی یا در دفتر خود بدون نمایش فیلم حل کردند. اگر معلم متوجه می شد که دانش آموزان در حل یک یا چند مسئله اشکال داشتند و یا آن ها را اشتباه حل کرده بودند، زمینه ای را فراهم می کرد تا دانش آموزان، آن مسئله ها را از طریق فیلم آموزشی مجسم و به شکل صحیح حل کنند. (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه پنجم	تدریس فصل دوم: کسر، کسره های بزرگ تر از واحد: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه ششم	تدریس مبحث جمع و تفریق عددهای مخلوط: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه هفتم	تدریس مبحث ضرب کسرها: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه هشتم	تدریس مبحث تقسیم کسرها: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه نهم	تدریس فصل سوم: مبحث نسبت: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه دهم	تدریس مبحث نسبت های مساوی: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).
جلسه یازدهم	تدریس مبحث تناسب: (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم افزار چندرسانه ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه).

جلسه	توضیحات
جلسه دوازدهم	تدریس مبحث درصد: در خصوص موارد آموزش داده شده از گروه آزمایش، آزمون تعاملی به عمل آمد که یکی از ویژگی‌های چندرسانه‌ای حاضر استفاده از آزمون تعاملی است. (در گروه آزمایش تدریس با استفاده از نرم‌افزار چندرسانه‌ای کیف الکترونیک آریا توسط محقق صورت می‌گیرد و در گروه کنترل تدریس به روش سنتی توسط معلم مربوطه)؛ و در پایان جلسه از هر دو گروه پس آزمون محقق ساخته به عمل می‌آید.

در پژوهش فوق جهت نگارش تئوری و ادبیات پژوهش علاوه بر کتب از مقالات و پایان‌نامه‌های داخلی و خارجی نیز استفاده شده است. همچنین جهت غنی‌سازی ادبیات پژوهش و افزایش اعتبار آن از مجلات و سایت‌های اینترنتی و منابع معتبر داخلی و خارجی بهره گرفته شده است.

پرسش‌نامه (آزمون) درک مفهوم و حل مسئله ریاضی: این آزمون معلم ساخته است (شامل ۲۵ سؤال) که به‌عنوان پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورداستفاده قرار گرفت. آزمون دارای تعدادی مسئله ریاضی (شامل درک مفاهیم فضایی - ۵ نمره، مکانی - ۵ نمره، زمانی - ۵ نمره و حل مسئله - ۵ نمره) مطابق با محتوای کتاب ریاضی پایه پنجم ابتدایی سال ۱۳۹۸ بود. اعتبار این آزمون از طریق آلفای کرونباخ ۰/۷۳۴ بود و روایی آن با توجه به دیدگاه متخصصان مورد تأیید قرار گرفت. نمره این آزمون بین صفر تا بیست بود.

در این تحقیق برای تحلیل داده‌ها از روش آمار توصیفی، استنباطی و جهت آزمون فرضیه‌های پژوهش از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره، به‌وسیله نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.

یافته‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر، ابتدا اطلاعات حاصل در دو بخش توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در بخش آمار توصیفی، ابتدا شاخص‌های آماری مربوط به متغیرهای اساسی تحقیق محاسبه شد. در بخش آمار استنباطی به‌منظور آزمون فرضیه‌های تحقیق از تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد که نتایج در جداول جداگانه آورده شده است.

ویژگی‌های جمعیت شناختی دانش‌آموزان (جدول ۲ ویژگی‌های جمعیت شناختی گروه نمونه را نشان می‌دهد).

جدول ۲. ویژگی‌های دانش‌آموزان به تفکیک گروه

متغیر	آزمایش		کنترل	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
جنسیت	۳۰	۵۰	۳۰	۵۰
پسر	۸	۲۶	۱۱	۳۶
سن	۲۲	۷۴	۱۹	۶۴
۱۱ سال	۲۱	۷۰	۲۲	۷۳
دپلم و زیر دپلم	۶	۲۰	۵	۱۶
تحصیلات پدر	۳	۱۰	۳	۱۱
لیسانس به بالا	۲۷	۹۰	۲۵	۸۳
دپلم و زیر دپلم	۲	۶	۳	۱۰
تحصیلات مادر	۱	۴	۲	۷
لیسانس به بالا				

بر اساس نتایج مندرج، در مجموع ۶۰ نفر در این تحقیق مشارکت داشته‌اند و به‌طور مساوی در دو گروه جای داده شده‌اند. تعداد ۳۰ نفر (۵۰ درصد) به‌عنوان گروه آزمایش و تعداد ۳۰ نفر (۵۰ درصد) هم به‌عنوان گروه کنترل بوده‌اند.

در این بخش نتایج توصیفی مربوط به میانگین و انحراف معیار هر یک از متغیرها در دو گروه آزمایش و کنترل، در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارائه شده است.

جدول ۳. آمار توصیفی درک مفهوم و حل مسئله ریاضی

آزمودنی‌ها	مؤلفه‌های	پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
		تعداد	میانگین	انحراف معیار	تعداد	میانگین	انحراف معیار
آزمایش	درک مفهوم فضایی	۳۰	۳/۰۰	۰/۶۴۸۸	۳۰	۳/۷۲	۰/۳۰۲۴
کنترل		۳۰	۲/۸۷	۰/۶۰۲۴	۳۰	۳/۰۲	۰/۴۹۹۳
آزمایش	درک مفهوم مکانی	۳۰	۲/۴۵	۰/۴۵۵۹	۳۰	۳/۹۲	۰/۳۳۵۴
کنترل		۳۰	۲/۸۰	۰/۳۷۶۹	۳۰	۲/۹۵	۰/۴۲۶۱
آزمایش	درک مفهوم زمانی	۳۰	۲/۹۷	۰/۶۷۸۱	۳۰	۳/۹۲	۰/۵۶۸۳
کنترل		۳۰	۳/۰۲	۰/۶۹۷۲	۳۰	۲/۸۵	۰/۶۰۹۱

تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ...

آزمودنی‌ها	مؤلفه‌های	پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
		تعداد	میانگین	انحراف معیار	تعداد	میانگین	انحراف معیار
آزمایش کنترل	حل مسئله	۳۰	۲/۵۲	۰/۴۱۲۵	۳۰	۴/۰۷	۰/۲۹۳۵
		۳۰	۲/۶۲	۰/۴۵۵۲	۳۰	۲/۵۲	۰/۴۱۲۷
آزمایش کنترل	کل	۳۰	۱۰/۹۵	۱/۲۵۵۵	۳۰	۱۵/۶۵	۰/۹۳۳۳
		۳۰	۱۱/۳۰	۱/۳۵۱۴	۳۰	۱۱/۳۰	۰/۸۳۳۵

همان‌گونه که مندرجات جدول ۳ نشان می‌دهد، گروه‌های مورد مطالعه در مرحله پیش‌آزمون تفاوت‌های چشم‌گیری با یکدیگر نداشته‌اند. چرا که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها، تقریباً به هم نزدیک بوده است، ولی در مرحله پس‌آزمون گروه‌های آزمایشی، این کمیت‌ها با واریانس بیشتری مواجه شده‌اند به نحوی که میانگین و انحراف استاندارد گروه‌ها تغییر پیدا کرده است.

آمار استنباطی (آزمون فرضیه‌های تحقیق): برای تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش، از روش تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شده است. از این آزمون به منظور کنترل اثر پیش‌آزمون استفاده می‌شود؛ برای استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره باید، حداقل سه پیش‌فرض محقق شود؛ از آنجا که مهم‌ترین پیش‌فرض‌ها، پیش‌فرض همگنی ماتریس کوواریانس، پیش‌فرض همگنی واریانس خطا و پیش‌فرض همبستگی متعارف یا کرویت بارتلت است، در ادامه به بررسی این پیش‌فرض پرداخته شده و جداول مربوط به هر پیش‌فرض ارائه می‌شود.

فرضیه اصلی: چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر درک مفهوم و حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان مؤثر است.

جدول ۴. آزمون ام‌باکس برای پیش‌فرض همگنی ماتریس کوواریانس - درک مفهوم و حل مسئله

متغیر	ام‌باکس	درجه آزادی اول	درجه آزادی دوم	آماره F	سطح معنی‌داری (P)
درک مفهوم و حل مسئله	۱۷/۲۸۸	۱۰	۶۹۰۳/۵۸۶	۱/۵۳۱	۰/۱۲۲

از آزمون ام باکس برای بررسی همگنی ماتریس کوواریانس استفاده شد؛ همان گونه که مندرجات جدول ۴ نشان می‌دهد، همبستگی موجود بین متغیر مورد مطالعه همگن است؛ چراکه F مشاهده شده مربوط به این آزمون در سطح $p < 0/05$ از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین پیش فرض همگنی ماتریس کوواریانس محقق شده است.

جدول ۵. آزمون لوین برای همگنی واریانس خطا - درک مفهوم و حل مسئله

متغیر	آماره F	درجه آزادی اول	درجه آزادی دوم	سطح معنی داری (P)
درک مفهوم فضایی	۲/۰۲۰	۱	۳۸	۰/۱۶۳
درک مفهوم مکانی	۰/۴۴۸	۱	۳۸	۰/۵۰۷
درک مفهوم زمانی	۰/۰۴۸	۱	۳۸	۰/۸۲۸
حل مسئله	۳/۱۰۸	۱	۳۸	۰/۰۸۶

از آزمون لوین جهت بررسی مفروضه یکسانی واریانس خطا استفاده شد. مندرجات جدول ۵ نشان می‌دهد که واریانس درک مفهوم و حل مسئله ریاضی در گروه‌های مورد مطالعه همگن است، چراکه F مشاهده شده مربوط به این آزمون، در متغیر مورد مطالعه، در سطح $p < 0/05$ از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین پیش فرض همگنی واریانس خطا نیز محقق شده است.

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیری برای اثر اصلی متغیر گروه بر درک مفهوم و حل مسئله

نام آزمون	ارزش	آماره F	سطح معنی داری (P)
اثر پیلاپی	۰/۸۹۰	۷۰/۴۸۷	۰/۰۰۰
لامبدای ویلکز	۰/۱۱۰	۷۰/۴۸۷	۰/۰۰۰
اثر هتلینگ	۸/۰۵۶	۷۰/۴۸۷	۰/۰۰۰
بزرگ‌ترین ریشه روی	۸/۰۵۶	۷۰/۴۸۷	۰/۰۰۰

همان‌طور که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود سطوح معنی‌داری همه آزمون‌ها قابلیت استفاده از تحلیل و کوواریانس چند متغیری (مانکوا) را مجاز می‌شمارند. این نتایج نشان می‌دهد که بین دو گروه از نظر متغیر وابسته تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($p < 0/001$).

تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ...

به‌نحوی که نمره F گزارش شده برای اثر پیلایی (۰/۸۹۰)، لامبدای ویلکز (۰/۱۱۰)، اثر هتلینک (۸/۰۵۶) و بزرگ‌ترین ریشه روی (۸/۰۵۶) است.

جدول ۷. نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیره با هدف تعیین تفاوت بین دو گروه

منبع پراکندگی	متغیر وابسته	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	آماره F	سطح معنی‌داری (P)	اتا
گروه	درک مفهوم فضایی	۴/۹۰۰	۱	۴/۹۰۰	۲۸/۵۷۵	۰/۰۰۰	۰/۴۳۱
	درک مفهوم مکانی	۹/۵۰۶	۱	۹/۵۰۶	۶۴/۶۵۱	۰/۰۰۰	۰/۶۳۰
	درک مفهوم زمانی	۱۱/۵۵۶	۱	۱۱/۵۵۶	۳۳/۳۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۶۷
	حل مسئله	۲۴/۰۲۵	۱	۲۴/۰۲۵	۱۸۷/۲۷۲	۰/۰۰۰	۰/۸۳۱

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون بر درک مفهوم و حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پسر پایه پنجم اثر معنی‌داری دارد، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون باعث بهبود درک مفهوم (مکانی، فضایی و زمانی) و حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پسر پایه پنجم (گروه آزمایش) نسبت به گروه کنترل شده است. بنابراین فرضیه اصلی تأیید گردید. فرضیه فرعی (۱) چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر درک مفهوم فضایی دانش‌آموزان مؤثر است.

جدول ۸. آزمون لوین برای همگنی واریانس خطا - مفهوم فضایی

متغیر	F آماره	درجه آزادی اول	درجه آزادی دوم	P سطح معنی‌داری
درک مفهوم فضایی	۲/۰۲۰	۱	۳۸	۰/۱۶۳

از آزمون لوین جهت بررسی مفروضه یکسانی واریانس خطا استفاده شد. مندرجات جدول ۸ نشان می‌دهد که واریانس مفهوم فضایی مناسب در گروه‌های مورد مطالعه همگن است، چرا که F مشاهده شده مربوط به این آزمون، در متغیر مورد مطالعه، در سطح $p < ۰/۰۵$ از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین پیش‌فرض همگنی واریانس خطا نیز محقق شده است.

جدول ۹. نتایج تحلیل کوواریانس با هدف تعیین تفاوت بین دو گروه - مفهوم فضایی

منبع پراکندگی	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معنی داری (P)	اتا
گروه	درک مفهوم فضایی	۴/۹۰۰	۱	۴/۹۰۰	۲۸/۵۷۵	۰/۰۰۰	۰/۴۳۱

همان طور که در جدول ۹ مشاهده می شود، چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس از آزمون بر مفهوم فضایی (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش آموزان پسر پایه پنجم اثر معنی داری دارد، بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس از آزمون باعث بهبود مفهوم فضایی (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش آموزان پسر پایه پنجم (گروه آزمایش) نسبت به گروه کنترل شده است. بنابراین فرضیه فرعی ۱ تأیید گردید.

فرضیه فرعی ۲) چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر درک مفهوم مکانی دانش آموزان مؤثر است.

جدول ۱۰. آزمون لوین برای همگنی واریانس خطا - مفهوم مکانی

متغیر	آماره F	درجه آزادی اول	درجه آزادی دوم	سطح معنی داری (P)
درک مفهوم مکانی	۰/۴۴۸	۱	۳۸	۰/۵۰۷

از آزمون لوین جهت بررسی مفروضه یکسانی واریانس خطا استفاده شد. مندرجات جدول ۱۰ نشان می دهد که واریانس مفهوم مکانی مناسب در گروه‌های مورد مطالعه همگن است، چراکه F مشاهده شده مربوط به این آزمون، در متغیر مورد مطالعه، در سطح $p < 0/05$ از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین پیش فرض همگنی واریانس خطا نیز محقق شده است.

جدول ۱۱. نتایج تحلیل کوواریانس با هدف تعیین تفاوت بین دو گروه - مفهوم مکانی

منبع پراکندگی	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معنی داری (P)	اتا
گروه	درک مفهوم مکانی	۹/۵۰۶	۱	۹/۵۰۶	۶۴/۶۵۱	۰/۰۰۰	۰/۶۳۰

تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ...

همان‌طور که در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود، چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون بر مفهوم مکانی (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش‌آموزان پسر پایه پنجم اثر معنی‌داری دارد، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون باعث بهبود مفهوم مکانی (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش‌آموزان پسر پایه پنجم (گروه آزمایش) نسبت به گروه کنترل شده است. بنابراین فرضیه فرعی ۲ تأیید گردید. فرضیه فرعی ۳) چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر درک مفهوم زمانی دانش‌آموزان مؤثر است.

جدول ۱۲. آزمون لوین برای همگنی واریانس خطا - مفهوم مکانی

متغیر	آماره F	درجه آزادی اول	درجه آزادی دوم	سطح معنی‌داری (P)
درک مفهوم زمانی	۰/۰۴۸	۱	۳۸	۰/۸۲۸

از آزمون لوین جهت بررسی مفروضه یکسانی واریانس خطا استفاده شد. مندرجات جدول ۱۲ نشان می‌دهد که واریانس مفهوم زمانی مناسب در گروه‌های مورد مطالعه همگن است، چراکه F مشاهده شده مربوط به این آزمون، در متغیر مورد مطالعه، در سطح $p < 0/05$ از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین پیش‌فرض همگنی واریانس خطا نیز محقق شده است.

جدول ۱۳. نتایج تحلیل کوواریانس با هدف تعیین تفاوت بین دو گروه - مفهوم زمانی

منبع پراکندگی	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معنی‌داری (P)	اتا
گروه	درک مفهوم زمانی	۱۱/۵۵۶	۱	۱۱/۵۵۶	۳۳/۳۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۶۷

همان‌طور که در جدول ۱۳ مشاهده می‌شود، چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون بر مفهوم زمانی (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش‌آموزان پسر پایه پنجم اثر معنی‌داری دارد، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون باعث بهبود مفهوم زمانی (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش‌آموزان پسر پایه پنجم (گروه آزمایش) نسبت به گروه کنترل شده است. بنابراین فرضیه فرعی ۳ تأیید گردید.

فرضیه فرعی (۴) چندرسانه‌ای آموزشی ریاضی بر حل مسئله ریاضی دانش آموزان مؤثر است.

جدول ۱۴. آزمون لوین برای همگنی واریانس خطا - حل مسئله

متغیر	آماره F	درجه آزادی اول	درجه آزادی دوم	سطح معنی‌داری (P)
حل مسئله	۳/۱۰۸	۱	۳۸	۰/۰۸۶

از آزمون لوین جهت بررسی مفروضه یکسانی واریانس خطا استفاده شد. مندرجات جدول ۱۴ نشان می‌دهد که واریانس حل مسئله مناسب در گروه‌های مورد مطالعه همگن است، چراکه F مشاهده شده مربوط به این آزمون، در متغیر مورد مطالعه، در سطح $p < 0/05$ از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین پیش فرض همگنی واریانس خطا نیز محقق شده است.

جدول ۱۵. نتایج تحلیل کوواریانس با هدف تعیین تفاوت بین دو گروه - حل مسئله

منبع	متغیر	مجموع	درجه	میانگین	آماره F	سطح معنی‌داری	منبع
پراکندگی	وابسته	مجذورات	آزادی	مجذورات	(P)	اتا	گروه
حل مسئله	۲۴/۰۲۵	۱	۲۴/۰۲۵	۱۸۷/۲۷۲	۰/۰۰۰	۰/۸۳۱	

همان‌طور که در جدول ۱۵ مشاهده می‌شود، چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون بر حل مسئله (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش آموزان پسر پایه پنجم اثر معنی‌داری دارد، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که چندرسانه‌ای آموزشی در مرحله پس‌آزمون باعث بهبود حل مسئله (مؤلفه درک مفهوم و حل مسئله ریاضی) دانش آموزان پسر پایه پنجم (گروه آزمایش) نسبت به گروه کنترل شده است. بنابراین فرضیه فرعی ۴ تأیید گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

از میان مواد آموزشی، آموزش ریاضیات به خاطر ماهیت انتزاعی و ذهنی که دارد، مؤثرترین ابزار در گسترش و پرورش ساختارهای منطقی و فرایندهای ذهنی است. آماده‌سازی ذهنی دانش آموزان برای درک برخی از مفاهیم ساده و اساسی ریاضی مقدماتی، ایجاد پرورش نظم فکری و درست اندیشیدن از طریق آشنایی با مفاهیم منطقی ریاضی، زمینه‌سازی برای استفاده از مفاهیم ریاضی در زندگی روزانه، منظم کردن دانسته‌های مختلف و متفرق و

بازسازی آن‌ها، بالا بردن توان دانش‌آموزان در انجام دادن فعالیت‌ها و محاسبات ساده و شفاهی ریاضی، پرورش قوای ذهنی و هماهنگی بین این قوا از طریق بالا بردن توانایی‌ها و دانسته‌های قبلی، گسترش مفاهیم زبانی و خزانه لغات و فرهنگ لغات ریاضی کودکان و کاربرد این فرهنگ در زندگی روزانه، فراهم آوردن پیش‌نیازهای لازم و مفید به‌منظور سرعت بخشیدن به آموزش ریاضی در آینده تحصیلی کودکان از اصیل‌ترین اهداف آموزش ریاضی محسوب می‌شود.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آموزش مبتنی بر چندرسانه‌ای می‌تواند به درک مطلب و یادداری دانش‌آموزان کمک کند. امروزه بسیاری از برنامه‌های آموزش رایانه‌ای در قالبی مرسوم به چند رسانه‌ای‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. آموزش با کمک رایانه با قابلیت چندرسانه‌ای که چند حس را هم‌زمان در فرایند تجربه به کار می‌گیرد. از این شیوه می‌توان برای افراد متفاوت با ویژگی‌های مختلف، محیط مطلوب یادگیری را ایجاد کرد. محیط چندرسانه‌ای اگر به‌خوبی طراحی شده باشد، می‌تواند از طریق رمزگذاری دوگانه، فرایند بازخوانی را تسهیل و تقویت کند، در فراخوانی دانش به‌موقع عمل نموده و در سرعت عمل و ارائه راه‌حل مناسب با استفاده از دانش موجود کمک کند.

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ریاضی دانش‌آموزان پسر پایه پنجم انجام گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش، از روش تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده گردید. یافته‌های حاصل از فرضیه اصلی و فرعی آن، بیانگر این است که بین گروه‌های آزمایش و کنترل در مرحله پس‌آزمون متغیر وابسته درک مفهوم و حل مسئله تفاوت معنی‌داری وجود دارد. این مطلب مؤید نقش مؤثر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک بهتر مفاهیم ریاضی (درک فضایی، درک مکانی و درک زمانی) و حل مسائل ریاضی فراگیران در مدرسه بوده است.

در تبیین این یافته می‌توان چنین بیان کرد، برخی از دلایلی که باعث بروز این تأثیر شده عبارت‌اند از: تجربیات یادگیری چندحسی در امر آموزش، بازیابی فعالیت آموزشی و خطاها توسط دانش‌آموز، تنظیم محتوای آموزشی از ساده به مشکل، فعالیت دانش‌آموز در امر یادگیری، قابل پیش‌بینی بودن محیط یادگیری، کاهش اضطراب در حین آموزش و افزایش

توانایی تصمیم‌گیری و حس اعتماد به نفس در دانش‌آموز، دریافت بازخورد مناسب و فوری، قابلیت تکرار برنامه در هر زمان، افزایش تمرکز و توجه، رهایی از شرمندگی ناشی از انجام گرفتن اشتباه در محیط یادگیری و ایجاد محیط امن و انفرادی. نتایج این پژوهش با یافته‌های کئونگ^۱ و همکاران (۲۰۱۹)، سالومونیدو^۲ (۲۰۱۸)، الیوت (۲۰۱۷)، چانگ و همکاران (۲۰۱۶)، شانان^۳ (۲۰۱۶)، مک کوی و هرمانسن (۲۰۰۷)؛ سیگافوس و همکاران (۲۰۰۷) و راینر و همکاران (۲۰۰۹) و چنگ و یی (۲۰۱۰) و خان (۲۰۱۰)، هادیان و همکاران (۱۳۹۳)، حسینی و همکاران (۱۳۹۶)، سعادت و همکاران (۱۳۹۵) همسو است.

در آموزش سنتی، معلمان نقش فعالی را در فرآیند آموزش دارا می‌باشند و دانش‌آموزان به‌عنوان شنونده و منفعل در کلاس درس حاضر می‌شوند. با توجه به نظریه‌های جدید یادگیری مانند سازنده‌گرایی، یادگیرندگان خود به ساختن دانش می‌پردازند. آموزش به شیوه چندرسانه‌ای برخلاف آموزش سنتی، یادگیرنده محور است. در تولید چندرسانه‌ای از تصاویر متحرک استفاده شده که باعث افزایش یادگیری در دانش‌آموزان می‌شود. حال آنکه در روش سنتی معلم انتقال‌دهنده اطلاعات و دانش‌آموزان ذخیره‌کننده آن در حافظه هستند و این همان یادگیری طوطی‌وار می‌باشند؛ در صورتی که چندرسانه‌ای به‌واسطه فعال نگه داشتن دانش‌آموزان در فرآیند یادگیری معنی‌دار کمک می‌کنند.

دانش‌آموز، در استفاده از چندرسانه‌ای‌های آموزشی، با قدرت مانورهای متفاوت و زیادی روبرو است که قدرت انتخاب او را بالا می‌برد و همین مسئله سطح یادگیری او را افزایش می‌دهد. چندرسانه‌ای، با فراهم آوردن محیط غنی و سرشار از محرک‌های متنوع و گوناگون و برقراری تعامل با کاربر، می‌تواند به یادگیری مؤثرتر و عمیق‌تر مفاهیم ریاضی و حل مسائل بینجامد. امروزه بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در نظام آموزشی باید به‌صورت یک جریان نظام‌مند درآید تا تمامی دانش‌آموزان، اعم از دانش‌آموزان عادی و ویژه، بتوانند در کنار یکدیگر به یادگیری بپردازند. نکته‌ای که در ساخت چندرسانه‌ای‌ها برای

1. Keong
2. Solomonidou
3. Shana

دانش‌آموزان باید توجه شود، این است که توجه به ویژگی‌های دانش‌آموزان در یادگیری لحاظ گردد.

با توجه به یافته‌های پژوهش مشخص گردید که چندرسانه‌ای آموزشی در آموزش ریاضی به دانش‌آموزان مؤثر بوده است. لذا با گسترش فناوری‌های نوین آموزش و آموزشی بر پایه نرم‌افزارهای آموزشی برای دانش‌آموزان بسیار مفید و جذاب است. زیرا این دانش‌آموزان برای بهبود توانایی‌های بالقوه خویش نیاز ضروری به ارائه محرک‌های آماده و فوری دارند. نرم‌افزارهای آموزشی، با به وجود آوردن این محرک‌ها و ارائه بازخوردهای سریع نقش اساسی در بهبود توانایی‌های دانش‌آموزان دارد. لذا به منظور بهره‌گیری دانش‌آموزان از این امکانات، پیشنهاد می‌شود آموزش‌های لازم در زمینه چگونگی کاربرد این فناوری‌ها در امر آموزش به مربیان و معلمان و والدین این دانش‌آموزان داده شود. همچنین مسئولان آموزش و پرورش زمینه کاربرد فناوری‌های نوین آموزش را در آموزش و پرورش فراهم سازند.

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، سازمان آموزش و پرورش ایران، طراحی و تولید دروس ریاضی به صورت نرم‌افزار چندرسانه‌ای را در اولویت قرار دهد و شرایط و بسترهای لازم را در این زمینه فراهم سازد.

منابع

- احمد پور مبارکه، فاطمه و فدایی، محمدرضا. (۱۳۹۱). باورها سنگ زیربنای تدریس. *مجله رشد آموزش ریاضی*، ۲۹(۳)، ۲۱-۱۶.
- احمدعلی، امیر و موسوی پور، سعید. (۱۳۹۳). تولید چندرسانه‌ای آموزشی حساب آموز و اثربخشی آن بر پیشرفت تحصیلی عملیات جمع و ضرب دانش‌آموزان دختر با ناتوانی یادگیری ریاضی. *مطالعات تربیتی روانشناسی*، ۱۰(۱۸)، ۶۷-۸۲.
- احمدی، غلامعلی و نخستین روحی، ندا. (۱۳۹۳). بررسی تمایز یادگیری با یادگیری الکترونیکی و یادگیری سنتی (چهره به چهره) در آموزش ریاضی. *مجله‌ی روانشناسی مدرسه*، ۳(۲)، ۷-۲۶.

باوی، علی. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر آموزش از طریق نرم افزار چندرسانه‌ای بر عملکرد ریاضی دانش آموزان پسر حساب پریش شهرستان تهران. یافته‌های نو در روانشناسی، ۸(۲۵)، ۶۹-۵۵.

براتی، سید عباس. (۱۳۹۵). روند طراحی چندرسانه‌ای‌های آموزشی و ارائه یک الگوی پیشنهادی بر اساس رویکرد ساخت‌گرایی. اهواز: انتشارات دانشگاه شهید چمران. جهرمی، میترا. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر آموزشی به کمک چندرسانه‌ای‌های تعاملی (CD) در مقایسه با رسانه‌ی غیرتعاملی (فیلم) بر افزایش سرعت، دقت یادگیری و یادداری درس علوم پایه اول دبیرستان. پایان‌نامه چاپ‌نشده دانشگاه علامه طباطبایی.

حسینی غنچه، سید سالار. (۱۳۹۱). اصول سیستم‌های چندرسانه‌ای. تهران: ناقوس. حسینی، احمد و اورنگی، عبدالمجید. (۱۳۹۶). شرایط و راهبردهای مؤثر برای ارائه راه‌حل‌های خلاقانه در حل مسائل ریاضی از دیدگاه دانشجویان خلاق دوره کارشناسی رشته ریاضی. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۳(۹).

حیدری قزله، رضا و گویا، زهرا. (۱۳۹۱). تلفیق نرم‌افزارهای ریاضیات پویا با برنامه درسی ریاضی حسابان دبیرستان جهت بهبود توانمندی‌های حل مسئله دانش آموزان. فصلنامه مطالعات برنامه درسی، ۶(۲۴)، ۸۳.

رضوی، عباس. (۱۳۸۶). مباحث نوین در فناوری آموزشی. اهواز: دانشگاه شهید چمران. زارعی زوارکی، اسماعیل، غریبی، فرزانه. (۱۳۹۱). تأثیر آموزش چندرسانه‌ای بر میزان یادگیری و یادداری ریاضی دانش آموزان دختر کم‌توان ذهنی پایه چهارم شهر اراک، فصلنامه روان‌شناسی افراد استثنایی، ۲(۵)، ۱۹-۱.

سعادت، روح‌الله و اطرشی، محمدحسین. (۱۳۹۵). نقش نرم‌افزار آموزشی ریاضی دنیای تاتی در پیشرفت ریاضی دانش آموزان کم‌توان ذهنی. فصلنامه پژوهش در زبان‌های خارجی، ۵۱.

شاه جعفری، طاهره. (۱۳۸۵). تدوین استانداردهایی برای ارزشیابی چندرسانه‌ای آموزشی. پایان‌نامه چاپ‌نشده: دانشگاه تربیت معلم تهران.

تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی بر درک مفهوم و حل مسئله ...

شهابی، م. (۱۳۸۶). بررسی اثربخشی آموزش تفکر انتقادی بر حل مسئله و عزت‌نفس دانش‌آموزان دختر مقطع متوسطه شهرستان کلاله. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، دانشکده علوم انسانی.

عبادی، رحیم. (۱۳۸۹). یادگیری الکترونیکی در آموزش و پرورش. تهران: آفتاب مهر.
عمادی، محمد. (۱۳۹۰). اصول ساخت نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای. تهران: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران.

غلام آزاد، سهیلا. (۱۳۸۶). موضوعات مطالعاتی در آموزش ریاضی ایران، مجله‌ی رشد آموزش ریاضی، ۸۹، ۳۳-۲۸. دفتر انتشارات کمک‌آموزشی، وزارت آموزش و پرورش. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی.

غلامعلی لواسانی، مسعود؛ حجازی، الهه و حضری، آذر. (۱۳۹۰). الگوی پیش‌بینی پیشرفت ریاضی: نقش اهداف پیشرفت، رویکردهای یادگیری و تلاش، مجله روانشناسی، ۱۵، ۱۶۳-۱۷۴.

کفاشی، زهره. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر ساخت چندرسانه‌ای توسط دانش‌آموزان در میزان یادگیری آن‌ها در درس علوم پایه‌ی پنجم دبستان مدارس دخترانه منطقه ۱۶ شهر تهران. پایان‌نامه چاپ‌نشده: دانشگاه تربیت معلم تهران.

کی نژاد، حسین. (۱۳۹۴). سیستم‌های چندرسانه‌ای. تهران: موسسه فرهنگی هنری دیباگران. محبوبی، طاهر، زارع، حسین، سرمدی، محمدرضا، فردانش، هاشم و فیضی، آوات. (۱۳۹۱). تأثیر رعایت اصول طراحی آموزشی بر بار شناختی موضوعات یادگیری در محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای. فصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش عالی، ۳(۶)، ۴۶-۲۹.

محسنی، الهه، صالح صدق پور، بهرام؛ زاده دباغ، حسین. (۱۳۹۴). تأثیر بازی رایانه‌ای بر انگیزه و پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان. فناوری آموزشی، ۶(۳)، ۱۷۷-۱۸۴.

مرسلی، غلام‌حسین؛ مدانلو، یاسمن؛ نیاز آذری، مرضیه؛ جعفری گلوچه، عبدالله. (۱۳۹۶). یک شیوه الگوریتمی برای ایجاد فهم عمیق از ریاضیات با استفاده از روش مباحثه درسی. فصلنامه فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، ۷(۱)، ۴۱-۵۰.

مشعل پور، فریده. (۱۳۸۹). بررسی میزان اثربخشی آموزش مهارت‌های حل مسئله بر دختران نوجوان مناطق محروم کشور در اردوهای تابستانی. *مجله مطالعات زنان*، ۳(۷)، ۱۴۷-۱۲۹.

ملکیان، فرامرز، آخوندی، آذر. (۱۳۹۲). تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی در درمان اختلال املاء دانش‌آموزان ویژه یادگیری شهر کرمانشاه در سال تحصیلی ۸۶-۸۷. *فصلنامه اندیشه‌های تازه در علوم تربیتی*، ۶(۱)، ۱۶۲-۱۴۵.

موسی رضانی، سونیا. (۱۳۹۰). تأثیر آموزش چندرسانه‌ای و سخنرانی بر انگیزش پیشرفت تحصیلی و خودتنظیمی دانش‌آموزان از راه دور. *نشریه علمی پژوهشی فناوری آموزشی*، ۶(۱)، ۴۵-۵۷.

مؤمنی مهموئی، حسین؛ پاکدامن، محبوبه و لاری، مجتبی. (۱۳۹۱). تأثیر نرم افزار آموزشی «ویکی و نیکی» بر میزان خلاقیت و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی. *فصلنامه فن آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیت*، ۳(۲)، ۱۲۷-۱۴۳.

میزرایی، رحیم. (۱۳۸۹). *استفاده از فناوری اطلاعات بر آموزش ریاضی و مقایسه آن با روش سنتی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، کرمان، دانشکده ریاضی و کامپیوتر نصرتی، فاطمه؛ غباری بناب، باقر؛ و کیلی نژاد، مریم و کشاورز افشار، حسین. (۱۳۹۵). اثربخشی آموزش مستقیم بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خاص. *مجله ناتوانی‌های یادگیری*، ۵(۴)، ۱۰۸-۱۲۲.

نوروزی، داریوش، احمدزاده بیانی، احمد، آقا براتی، نجمی. (۱۳۹۰). تأثیر آموزش چندرسانه‌ای بر میزان یادگیری و یادداری درس ریاضی دانش‌آموزان پسر در خودمانده، *فصلنامه روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۴(۱)، ۲۳-۵۲.

هادیان، رضا؛ نصر، احمدرضا؛ میرشاه جعفری، سید ابراهیم. (۱۳۹۳). ارزیابی درک دانشجویان ریاضی از مفهوم حد به کمک نقشه مفهومی. *فصلنامه فناوری آموزش*، ۸(۴)، ۲۵۹-۲۶۸.

References

- Ashlock, M. H., & Wells, B. (2016). Personal Andsituational Variables That Describe Coping Withacute Stress In Competitive Sport. *The Journal Ofsocial Psychology*, 140, 434-450.
- Asthnan, A. (2009). Multimedia education –introduction,the elements of,educational requirements, classroom architecture and resources, concerns[Electronic version] rotrieved january 12,2013 from <http://tsime.uz.ac.zw/claroline/backends/download.php/>
- Atkinson, R. (2002). Optimizing Learning From Examples Using Animated Pedagogical Agents [Electronic version] *Journal of Educational Psychology Copyright*, 94(2), 416–427.
- Atkinson, R., Mayer, R., & Merrill, M. (2005). Fostering social agency in multimedia learning: Examining the impact of an agent’s voice[Electronic version]. *Contemporary Educational Psychology*, 30, 117-139, Retrievd january 4, 2012 from www.elsevier.com/locate/cedpsych
- Barak, M., & Dori, Y. (2011). Science Education in Primary Schools: Is an Animation Worth a Thousand Pictures? *Sci Educ Technol*, 20(3), 608-620.
- Baylor, A. L. (2009). Designing nonverbal communication for pedagogical agent: When less is moreComputers in Human Behavior. *Journal of Computers in Human Behavior*, 25(3), 450–457.
- Baylor, A., & Ebbers, S. (2003). The pedagogical agent split-persona effect: When Two Agents are better than one. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia. 459-462., Research laboratoriy <http://pals.fsu.edu>. rotrieved 13,2013, from <http://www.editlib.org>
- Baylor, A., & Kim, S. (2009). Designing nonverbal communication for pedagogical agent: When less is moreComputers in Human Behavior. *Computers in Human Behavior*, 25 (2), 450-457.
- Baylor, A., & Kim, Y. (2004). Pedagogical Agent Design: The Impact of Agent Realism, Gender, Ethnicity, and Instructional Role. *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. Retrievd 13, 2013, from <http://link.springer.com/chapter/>
- Belanger, A. K., Cunningham, D., Duffy, T. M., & Perry, J. D. (2014). Theory into practice: How do we link? In T. M. Duffy & d. H. Jonassen (Eds), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (pp. 17-34). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, publishers.
- Bennison, D. L. & Goos, S. (2016). Using textbooks and teachers’ guides: A dilemma for beginning teachers and teacher educators. *Curriculum Inquiry*, 18, 401-423.
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2004). Assessment of cognitive load in multimedia learning with dual-task methodology: Auditory load and modality effects. *Instructional Science*, 32, 115-132.

- Chang, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., & Carey, D. A. (2016). Evaluating the content of e-learning physics lessons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 385-401.
- Chen, M. T. H., de Leeuw, N., Chiu, M.-H., & LaVancher, C. (2015). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, 439-477.
- Cheng, E. W., & HO, D. (2001). The influence of job and career attitudes on learning motivation and transfer. *Career Development International*, 6(1), 20-28.
- Chery, p., & sweller, J. (2000). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied cognitive psychology*, 10, 1-20.
- Dooley, K. A., & Charness, N. (1994). Expert performance: Its structure and acquisition. *The American Psychologist*, 49, 725-747.
- Elliott, P. T. (2017). *The impact of web-based training, learning science animation (ICME-11)*, Monterrey, Mexico; July 6-13.
- Ervinc, K. (2011). The Beliefs/Practice Connection in Broadly Defined Contexts, *Mathematics Education Research Journal*, 17(2), 39-68.
- Fetterly, M. (2010). *An exploratory study of the use of a problem-posing approach on pre-service elementary education teachers' mathematical creativity, beliefs, and anxiety*. The Florida State University.
- Hofstetter, F.T. (2001), *Multimedia literacy*, McGraw- Hill.
- Keong, C. A., & Cooney, T. J. (2019). Study on the use of information and communication technology in mathematics education. *Journal of Research and Development in Education*, 15(4), 13-18.
- Kintsch, J., & White, P. (2014). *Problem Solving In Learning And Teaching Mathematics*. Flaxton, Qld: Merga, 127-150.
- Shana, F. M. (2016). The effect of multimedia CD versus traditional textbooks on children's education. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 487-500.
- Shimizu, D. L., Thames, M. H., & Phelps G. (2016). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education, American Association of Colleges for Teacher Education (AACTE)*.
- Solomonidou, S.A. (2018). *Construction-oriented design and evaluation of interactive educational software: an approach based on problem solving*. Doctoral dissertation, University of Georgia
- Wang, M. C. (2000). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24, 345-376.
- Wolfgeram, V., & Abraham, M. (2009). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Res Sci Teach*, 32, 521-534.