

تأثیر آموزش مفاهیم محیط زیست با رسانه کمیک استریپ دیجیتال

بر بار شناختی و یادگیری دانش آموزان دوره ابتدایی^۱

یاسمن سیفی‌مصلح‌آبادی^۲؛ بهمن یاسبلاغی^۳؛ رحیم مرادی^۴

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۴

چکیده

با توجه به اهمیت فزاینده حفظ محیط‌زیست و مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی، آموزش مفاهیم محیط‌زیست از طریق روش‌های نوین و جذاب امری ضروری است. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر آموزش مفاهیم محیط‌زیست مبتنی بر کمیک‌استریپ دیجیتال، بر بار شناختی و یادگیری دانش‌آموزان دوره ابتدایی شهر اراک است. این پژوهش با روش شبه‌تجربی، همراه با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شده است. جامعه آماری را همه دانش‌آموزان دختر پایه چهارم دوره ابتدایی در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ شهر اراک تشکیل می‌دهند. روش نمونه‌گیری پژوهش، در دسترس بود که ۳۲ نفر از دانش‌آموزان پایه چهارم به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۶ نفر) و کنترل (۱۶ نفر) جایگزین شده‌اند. ابزار جمع‌آوری داده‌های این پژوهش، پرسشنامه سنجش بار شناختی پاس (۱۹۹۴) و آزمون محقق‌ساخته درس علوم تجربی است. گروه آزمایش به مدت ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای (هفته‌ای دو جلسه) از طریق کمیک‌استریپ دیجیتال مفاهیم محیط‌زیست درس علوم را آموزش دیده‌اند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی (شاخص‌های مرکزی و پراکندگی) و آمار استنباطی (تحلیل کوواریانس) استفاده شده است. براساس یافته‌های پژوهش، پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و کنترل در متغیر بار شناختی ($P < 0.016$, $F = 12.24$) و یادگیری ($P < 0.016$, $F = 17/69$) وجود دارد. طبق یافته‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال برای آموزش مفاهیم محیط‌زیست درس علوم بر کاهش بار شناختی و افزایش یادگیری دانش‌آموزان ابتدایی تأثیرگذار است.

واژه‌های کلیدی

آموزش مفاهیم محیط‌زیست، رسانه، کمیک‌استریپ دیجیتال، بارشناختی، یادگیری.

۱. این مقاله براساس نظر گروه دبیران و سردبیر فصلنامه، پژوهشی است.

۲. کارشناسی‌ارشد آموزش ابتدایی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

yasmnsyfy@gmail.com

۳. استادیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. (نویسنده مسئول).

b-yasbolaghi@araku.ac.ir

۴. استادیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

r-moradi@araku.ac.ir

مقدمه

افزایش جمعیت و نیازهای انسان به توسعه در حیطه‌های اجتماعی و اقتصادی روز به روز دست‌اندازی وی بر حوزه‌های محیط‌زیست را وسعت بخشیده است و در اثر برداشت‌های بی‌قاعده، بهره‌برداری و استفاده نادرست از منابع طبیعی آسیب‌ها و زیان‌های غیر قابل جبرانی را بر شالوده و بدنه محیط‌زیست وارد نموده است (ماسون و تریپلت^۱، ۲۰۱۶).

یکی از مهم‌ترین محورهای توسعه پایدار^۲، حفاظت از محیط‌زیست است که وضع آن در ایران هر ساله نابسامان‌تر شده و رضایت بخش به نظر نمی‌رسد (سبزه‌ای، ۱۳۹۵)؛ به گونه‌ای که براساس EPI^۳ (شاخص جهانی عملکرد زیست محیطی) که در بازه‌های زمانی مشخص کشورها را براساس عملکرد زیست محیطی‌شان با استفاده از داده‌های موجود امتیازدهی و رتبه‌بندی می‌کند، در سال ۲۰۲۲ کشور ایران، از بین ۱۸۰ کشور جهان، در رتبه ۱۳۳ جهان قرار گرفته است. این رتبه در حالی است که در اصل پنجاه قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، حفاظت از محیط‌زیست و وظیفه ای عمومی دانسته شده است و برنامه چهارم توسعه اجتماعی-اقتصادی دولت جمهوری اسلامی ایران، مواد ۶۰ و ۶۴، به موضوع محیط‌زیست پرداخته و مشخصاً بند الف از ماده ۶۴ نیز مسئله بهبود آگاهی عمومی نسبت به دستیابی به توسعه پایدار زیست محیطی را مطرح کرده است (مرزبان و همکاران، ۱۳۹۸).

آموزش می‌تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود فرهنگ زیست محیطی و دستیابی به اهداف توسعه پایدار داشته باشد. آشنایی افراد با علوم پایه زیست محیطی در مقاطع تحصیلی مختلف- به خصوص در مقطع ابتدایی- باعث تقویت حس مسئولیت‌پذیری در حفاظت از منابع طبیعی می‌شود (نیکوکار، ۱۴۰۱). آموزش محیط‌زیست بخش جدایی‌ناپذیر در زندگی افراد هر کشور است (مظلومیان و ایران‌پور، ۱۴۰۰). آموزش مفاهیم و مسائل مرتبط با محیط‌زیست و حفاظت از آن به فرزندان و کودکان اهمیت بسیار زیادی دارد، چراکه کودکان آینده‌سازان این

1. Mason & Triplett.
2. Sustainable development.
3. Environmental Performance Index.

مرز و بوم هستند و حفاظت از زیستگاه‌ها، منابع طبیعی، محیط‌زیست، جنگل‌ها و مراتع از سنین کودکی بسیار بهتر است. کودکان آنچه را که امروز می‌آموزند برای آینده خود به‌عنوان یک ره‌آورد به ارمغان برده و از آن استفاده می‌کنند؛ پس چه خوب است که مفاهیم مربوط به محیط‌زیست را از کودکی به آنان بیاموزیم (فولادی، ۱۴۰۰).

با پیشرفت فناوری، فعالیت‌های یادگیری را می‌توان با استفاده از رسانه‌های آموزشی مناسب بهینه‌سازی یا توسعه داد (عارف^۱ و همکاران، ۲۰۲۲). دانش و مهارت معلمان در انتخاب رسانه‌ها و روش‌های تدریس، به‌طور قابل‌توجهی بر کیفیت یادگیری تأثیر می‌گذارد، چراکه یادگیری در قرن بیست‌ویکم با یادگیری در گذشته متفاوت است و پیشرفت‌های تکنولوژیک به‌سرعت در جنبه‌های مختلف زندگی، از جمله آموزش، تأثیر گذاشته است (لوبیس و ریتونگا^۲، ۲۰۲۳). رسانه آموزشی، هر چیزی است که بتواند پیام‌ها را از منابعی مانند افراد، مواد، تجهیزات یا فعالیت‌ها به گیرندگان (دانش‌آموزان) منتقل و هدایت کند تا شرایطی را برای آنها فراهم آورد که بتوانند با موفقیت فرایند یادگیری را کامل کنند (لوبیس^۳ و همکاران، ۲۰۲۳). این رسانه‌ها و فناوری‌ها مانند یک واسطه بین فرستنده پیام (معلم) و گیرنده پیام (یادگیرنده) عمل می‌کنند و رسانه‌های آموزشی جدید نیاز به تقویت روش‌های تدریس سنتی برای هم‌سویی با پیشرفت‌های سریع تکنولوژیکی و ترویج یک رویکرد یکپارچه‌تر در آموزش را ترویج می‌کنند (لیو و ژانگ^۴، ۲۰۲۴). استفاده از آنها به عنوان راهکاری برای تسهیل و ارتقای کیفیت یادگیری می‌تواند راه‌حلی برای رفع موانع موجود در مدارس باشد (عباسی^۵ و همکاران، ۲۰۲۲).

یکی از رسانه‌های نوین آموزشی که با ویژگی‌های چندوجهی خود، درحوزه چندرسانه‌ای‌ها قرار دارد، کمیک‌استریپ دیجیتال^۶ (داستان مصور یا پینما) است که داستانی را با استفاده از مجموعه‌ای از تصاویر و کلمات ارائه می‌دهد (آپوستلو

1. Arief.
2. Lubis & Ritonga.
3. Lubis.
4. Liu & Zhang.
5. Abasa.
6. Digital Comic Strip.

و لینارداتوس^۱، ۲۰۲۳، ص ۴). کمیک استریپ دیجیتال نوعی روایت بصری است که در قالب فایل‌های الکترونیکی ارائه می‌شود و به جای صفحات کاغذی از توالی تصاویر دیجیتال بهره می‌برد. یکی از ویژگی‌های برجسته کمیک‌های دیجیتال، امکان صداگذاری و استفاده از تصاویر متحرک است که به این آثار عمق و جذابیت بیشتری می‌بخشد (سانجایا و آمیناتون^۲، ۲۰۲۴). کمیک استریپ‌های دیجیتال با ماهیت چندرسانه ای خود، با ترکیب متن، تصاویر و گاهی انیمیشن یا صدا مشخص می‌شوند. تصاویر متحرک برای نمایش حرکت، تغییر حالت و ایجاد جلوه‌های بصری جذاب به کار گرفته می‌شوند و کمیک‌های دیجیتال قادرند صداها، محیطی، موسیقی متن، افکت‌های صوتی و حتی دیالوگ‌های شخصیت‌ها را به صورت همزمان با تصاویر پخش کنند (بوسی ریزی^۳، ۲۰۲۵).

وقتی به توسعه تاریخی کمیک‌ها نگاه می‌کنیم، دیده می‌شود که ابتدا در روزنامه‌ها و مجلات منتشر می‌شدند. بعدها، عناصر آموزشی و اطلاعاتی به محتویات کمیک‌ها اضافه شد که در نتیجه آن در عرصه آموزش مورد استفاده قرار گرفتند؛ این ژانر جدید «کمیک‌های آموزشی» نام‌گذاری شد (کاراگوز^۴، ۲۰۱۸). کمیک دیجیتال نسخه دیجیتالی شده‌ی کمیک‌های سنتی است. این کمیک‌ها می‌توانند به صورت استاتیک (تصاویر ثابت) یا دینامیک (با استفاده از عناصر متحرک ساده) باشند (کیرشوف و کوک^۵، ۲۰۱۹). کمیک استریپ‌های دیجیتال می‌توانند برای آموزش مطالب و مفاهیم متعدد از جمله آموزش مفاهیم محیط‌زیست به کار روند؛ علاقه دانش‌آموزان به یادگیری را افزایش داده، بر بار شناختی تأثیر گذاشته و به دانش‌آموزان کمک کنند تا مطالب درسی را بهتر به خاطر بسپارند (بوسی ریزی، ۲۰۲۵).

به کارگیری فناوری‌ها و رسانه‌های مختلف از جمله کمیک استریپ دیجیتال در امر آموزش می‌تواند بر بار شناختی دانش‌آموزان تأثیرگذار باشد. نظریه بار

1. Apostolou & Linardatos.
2. Sanjaya & Aminatun.
3. Busi Rizzi.
4. Karagöz.
5. Kirchoff and Cook.

شناختی (CLT) در اواخر دهه ۱۹۸۰ پدیدار شد و نظریه‌ای است که بیان می‌کند بهترین یادگیری زمانی رخ می‌دهد که شرایط یادگیری با معماری شناختی انسان سازگار باشد (سوئلر^۱، ۲۰۱۰، به نقل از اسکولموفسکی و زو^۳، ۲۰۲۲). بار شناختی شامل سه نوع است: بار شناختی درونی که به پیچیدگی ذاتی مطالب بستگی دارد؛ بار شناختی بیرونی که ناشی از طراحی نامناسب فعالیت‌های آموزش است؛ و بار شناختی مطلوب که به فرایندهای شناختی ساخت طرح‌واره‌ها و یادگیری عمیق مربوط می‌شود. از دهه ۱۹۸۰، نظریه بار شناختی به طور گسترده‌ای در تلاش برای طراحی موقعیت‌ها و فعالیت‌های یادگیری و آموزشی بهینه، مورد استفاده قرار گرفته است (پاس و سوئلر^۴، ۲۰۱۴). هدف نظریه بار شناختی این است که «توضیح دهد چگونه بار پردازش اطلاعات ناشی از وظایف یادگیری می‌تواند بر توانایی دانش‌آموزان در پردازش اطلاعات جدید و ساخت دانش در حافظه بلندمدت تأثیر بگذارد» (سوئلر و همکاران، ۲۰۱۹: ۲۶۱-۲۶۲).

بنابراین در حال حاضر با گسترش آگاهی در جامعه درباره اهمیت حفاظت از محیط‌زیست و توجه به مسائل زیست‌محیطی، آموزش مفاهیم محیط‌زیست به دانش‌آموزان ابتدایی به عنوان یکی از اولویت‌های آموزشی مطرح شده است و در این راستا، استفاده از رسانه‌های جذاب و مؤثر و فناوری‌ها و ابزارهای نوین مانند کمیک استریپ‌های دیجیتال در آموزش این مفاهیم می‌تواند تأثیرات قابل‌توجهی را بر دانش‌آموزان داشته باشد؛ چرا که این رسانه با استفاده از متن، صوت و تصاویر و دیالوگ‌ها، موضوعات پیچیده را به شکل ساده و قابل فهم برای کودکان ارائه می‌دهد. این روش ارتباط مستقیمی بین مفاهیم آموزشی و تجربیات واقعی کودکان فراهم می‌کند که می‌تواند درک آنها از موضوع را افزایش دهد. کمیک‌ها قابلیت انتقال فرهنگ و دانش درباره تمام جنبه‌های زندگی انسان را دارند. به عنوان یک کانال برای مسائل اجتماعی و ایدئولوژیک مهم، توانایی پاسخ دادن به زمان‌بندی فوری را دارند؛ همچنین این موضوع اتفاقی نیست که سازمان‌های

1. Cognitive Load Theory (CLT).
2. Sweller.
3. Skulmowski & Xu.
4. Paas & Sweller.

بین‌المللی مانند یونیسف و شورای اتحادیه اروپا، کمیک‌ها را برای بیان مسائل فوری و حساس مانند مواد مخدر، آزار کودکان، نژادپرستی و ایدز انتخاب کرده‌اند (ماریانا و استفوس، ۲۰۱۲).

آنچه پژوهش حاضر را مهم و قابل‌توجه جلوه می‌دهد، پرداختن به مؤلفه‌هایی است که در حفظ و نگهداری محیط‌زیست نقش دارند. بنابراین با توجه به اهمیت و ضرورت آموزش مفاهیم محیط‌زیست به فراگیران، به‌خصوص به دانش‌آموزان مقطع ابتدایی، پژوهشگر قصد دارد تأثیر آموزش مفاهیم محیط‌زیست با استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال بر بار شناختی و یادگیری دانش‌آموزان ابتدایی را مورد بررسی قرار دهد؛ لذا سؤال اصلی پژوهش و فرضیه‌های پژوهش به شرح زیر است:

- ❖ آیا استفاده از کمیک‌استریپ‌های دیجیتالی برای آموزش مفاهیم محیط‌زیست بر بار شناختی و یادگیری دانش‌آموزان پایه چهارم دوره ابتدایی شهر اراک تأثیرگذار است؟
- ❖ فرضیه اول: استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال برای آموزش مفاهیم محیط‌زیست درس علوم بر کاهش بار شناختی بیرونی دانش‌آموزان دوره ابتدایی شهر اراک تأثیر معناداری دارد.
- ❖ فرضیه دوم: استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال برای آموزش مفاهیم محیط‌زیست درس علوم بر افزایش یادگیری دانش‌آموزان پایه چهارم دوره ابتدایی شهر اراک تأثیر معناداری دارد.

پیشینه پژوهش

مرادی و آزاد (۱۴۰۳) پژوهشی با عنوان تأثیر راهبرد کمیک‌استریپ دیجیتال بر رشد مهارت‌های سواد شکوفایی دانش‌آموزان پایه اول ابتدایی انجام دادند. پژوهش از نوع کاربردی و نیمه‌تجربی با گروه آزمایش و کنترل بود. یافته‌های به‌دست‌آمده نشان دادند که راهبرد کمیک‌استریپ باعث افزایش مهارت‌های سواد شکوفایی از جمله مهارت‌های نوشتاری، آوا شناختی، واج شناختی، درک

دیداری، دانش واژگان و رشد مهارت روایی در دانش‌آموزان شده است. در پژوهش پورسجادی و سوزنگر (۱۴۰۲) با عنوان اثر بخشی آموزش فلسفه توسط رسانه کمیک‌استریپ بر کیفیت ذهن‌آگاهی دانش‌آموزان پایه پنجم که از نوع کاربردی و نیمه‌تجربی با گروه آزمایش و کنترل بود، یافته‌های به‌دست‌آمده نشان دادند که برنامه فیک با استفاده از رسانه کمیک‌استریپ بر میزان رشد ذهن‌آگاهی دانش‌آموزان تأثیر معناداری به جای گذاشته است. همچنین سوزنگر (۱۴۰۲) پژوهشی با عنوان تأثیر آموزش بهداشت فردی توسط رسانه کمیک‌استریپ بر مهارت‌های اجتماعی دانش‌آموزان با روش نیمه‌تجربی انجام داد. یافته‌ها نشان دادند مهارت‌های اجتماعی دانش‌آموزانی که با استفاده از رسانه کمیک‌استریپ بهداشت فردی را یاد گرفته اند (گروه آزمایش) نسبت به دانش‌آموزان گروه کنترل بالاتر بود، لذا آموزش به وسیله رسانه کمیک‌استریپ بهداشت بر مهارت‌های اجتماعی مؤثر بوده است.

منصوری، آخشیک و عربزاده (۱۳۹۹) پژوهشی را با عنوان فرهنگ عامه در قاب تصویر؛ واکاوی تأثیر کتاب‌های کمیک (پینما) ضرب‌المثل بر انگیزش تحصیلی و خودکارآمدی خواندن انجام دادند. این مطالعه توصیفی از نوع علی-مقایسه‌ای با طرح پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. نتایج نشان داد کتاب‌های کمیک ضرب‌المثل باعث ایجاد انگیزش و علاقه به خواندن در دانش‌آموزان مورد مطالعه شده است. با توجه به این که کتاب‌های کمیک به ندرت در آموزش کودکان در داخل کشور مورد استفاده قرار گرفته است، استفاده از این نوع منابع در ترکیب با فرهنگ عامه می‌تواند انگیزه آنها را برای تحصیل افزایش دهد. معتمدی نیا (۱۳۹۵) نیز در پژوهشی با عنوان بررسی قابلیت‌های رسانه کمیک‌استریپ در انتقال آموزه‌های فرهنگی داستان‌های کهن فارسی به کودکان با تأکید بر داستان‌های هفت‌پیکر نظامی با روش توصیفی-تحلیلی به بررسی قابلیت‌های رسانه کمیک‌استریپ در انتقال آموزه‌های فرهنگی داستان‌های کهن فارسی به کودکان با تأکید بر داستان‌های هفت‌پیکر نظامی انجام شد نشان دادند، ویژگی‌های بصری کمیک‌استریپ توانایی به تصویر کشیدن داستان‌های کهن فارسی را با توجه به عناصر سازنده داستان دارد.

در زمینه تأثیر شیوه‌های نوین در آموزش مفاهیم محیط‌زیست، پای‌وندی (۱۴۰۱) پژوهشی با عنوان تأثیر آموزش مفاهیم محیط‌زیست با استفاده از قصه‌گویی مبتنی بر جاندارپنداری بر دانش و نگرش زیست‌محیطی کودکان با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل انجام داد. براساس یافته‌های به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت، آموزش مفاهیم محیط‌زیست با استفاده از قصه‌گویی مبتنی بر جاندار پنداری بر نگرش زیست‌محیطی و دانش کودکان تأثیر معناداری دارد. رزبان، باقری و تلخابی (۱۳۹۷) پژوهشی با عنوان تأثیر داستان‌گویی از طریق چندرسانه‌ای آموزشی بر پیشرفت تحصیلی و نگرش به درس علوم در دانش‌آموزان ابتدایی انجام دادند. روش انجام پژوهش نیمه آزمایشی و طرح آن به صورت، پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه آزمایش و کنترل بود. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش نشان داد شیوه داستان‌گویی در چندرسانه‌ای در نگرش دانش‌آموزان تأثیر مثبتی داشت ولی بر پیشرفت تحصیلی آنان تأثیر معناداری نداشته است.

سیگیت، عارف، آریانتو و ساپوترو^۱ (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان رسانه‌های کمیک‌استریپ دیجیتال به عنوان یک رسانه نوآورانه برای یادگیری مفاهیم ادبی با روش نیمه‌تجربی نشان دادند که بین کلاس‌هایی که از رسانه آموزشی استفاده می‌کردند و کلاس‌هایی که از آن استفاده نمی‌کردند، تفاوت قابل توجهی در شیوه‌های یادگیری دانش‌آموزان دوره ابتدایی وجود دارد و می‌توان گفت که رسانه کمیک‌دیجیتال به عنوان یک ابزار ارتباطی مؤثر برای استفاده در یادگیری طبقه‌بندی می‌شود. پریده، حنیفه، سانانگسیه^۲ (۲۰۲۴) پژوهشی با عنوان توسعه کمیک‌استریپ دیجیتال برای افزایش علاقه و نتایج یادگیری در درس علوم اجتماعی دوره ابتدایی انجام دادند. این پژوهش با استفاده از روش تحقیق و توسعه (R&D) و مدل ADDIE (تجزیه و تحلیل، طراحی، توسعه، اجرا و ارزیابی) انجام شده است. نتایج نشان داد استفاده از کمیک الکترونیکی به عنوان رسانه آموزشی، منجر به افزایش علاقه و نتایج یادگیری در درس علوم اجتماعی دوره ابتدایی شده است.

1. Sigit & Arif & Ariyanto & Saputro.
2. Paridah & Hanifah & Sunaengsih.

یولایچه، ماریانا ویریانوتا^۱ (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان استفاده از کمیک دیجیتال مبتنی بر رویکرد ریاضی واقع‌گرایانه برای ارتقای مهارت‌های تفکر انتقادی و خلاق دانش‌آموزان دوره ابتدایی که با استفاده از مطالعات مرور ادبیات انجام شد نشان دادند کمیک الکترونیکی می‌تواند تفکر انتقادی و خلاقیت دانش‌آموزان را بهبود بخشد. پوتری و ویباوا^۲ (۲۰۲۳) پژوهشی با عنوان استفاده از کمیک دیجیتال برای آموزش شخصیت مراقبت از محیط‌زیست با تمرکز بر علوم طبیعی انجام دادند. این تحقیق با استفاده از مدل ADDIE انجام شد. روش جمع‌آوری داده‌ها مشاهده، مصاحبه، پرسشنامه و آزمون بود. نتایج نشان داد که استفاده از کمیک الکترونیکی با رویکرد آموزش شخصیت مراقبت از محیط‌زیست، روشی مؤثر برای ارتقای نگرش به حفظ محیط‌زیست در دانش‌آموزان است.

آپوستلو و لینارداتوس (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان کاربرد کمیک استریپ دیجیتال در آموزش: تحلیل رویکرد بار شناختی و یادگیری دانش‌آموز محور با روش نیمه‌تجربی به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانش‌آموزان پس از خلق کمیک دیجیتال بهبود یافته و بار شناختی تحمیل شده بر آنها در حد نرمال قرار داشت و دانش‌آموزان خلق کمیک دیجیتال را به عنوان ابزاری مفید برای ایجاد فرصت‌های یادگیری می‌دانند. سله هدین و وولندری^۳ (۲۰۲۳) پژوهشی با عنوان بررسی تطبیقی اثربخشی کمیک الکترونیکی و روش‌های سنتی در ترویج ارزش‌های اخلاقی و پرورش شخصیت در دانش‌آموزان دبستانی با روش شبه آزمایشی انجام دادند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از کمیک الکترونیکی در گروه آزمایش در افزایش درک آموزش شخصیت مؤثر بوده است، در حالی که استفاده از روش‌های سنتی در گروه کنترل در افزایش درک آموزش شخصیت مؤثر نبوده است.

سنتورک و چیچک سنتورک^۴ (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان تجربیات معلمان از کمیک‌های خلاقانه برای آموزش محیط‌زیست با مصاحبه‌های نیمه ساختاری

1. Yulaichah & Mariana & Wiryanto.
2. Putri & Wibawa.
3. Solehudin & Wulandari.
4. Senturk & Cicek Senturk.

و مشاهده دریافتند کمیک استریپ‌های دیجیتال و خلاق می‌توانند به عنوان یک ماده آموزشی جایگزین در آموزش محیطی استفاده شوند. طبق نظر معلمان، کمیک‌های خلاق محیط یادگیری را غنی می‌کنند. سنتورک و سیمشکا^۱ (۲۰۲۱) پژوهشی با عنوان کمیک‌استریپ دیجیتال و انیمیشن به عنوان ماده آموزشی در درس مطالعات اجتماعی انجام دادند. روش این پژوهش نیمه‌تجربی با گروه آزمایش و کنترل بود. نتایج نشان داد دانش‌آموزان هم کمیک‌های آموزشی و هم کارتون‌های آموزشی را به عنوان مواد مؤثر برای فعالیت‌های آموزشی در جوانب مختلف می‌بینند. بنابراین این مواد آموزشی می‌توانند توسط معلمان برای یادگیری مؤثر در درس مطالعات اجتماعی استفاده شوند. ریاندی^۲ و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان ایجاد درک و آگاهی از آلودگی محیط‌زیست از طریق کمیک‌استریپ دیجیتال با روش نیمه‌تجربی به این نتیجه رسیدند که می‌توان از رسانه‌های یادگیری جذاب مانند کمیک استریپ‌ها برای ایجاد درک و آگاهی دانش‌آموزان از آب، خاک و هوا، القای اهمیت محیط‌زیست و نقش انسان در حل مشکلات آلودگی محیط‌زیست استفاده کرد.

این مطالعات بر اثربخشی و پتانسیل کمیک‌استریپ در بهبود جنبه‌های مختلف یادگیری و رشد شناختی و اجتماعی دانش‌آموزان، از جمله سواد شکوفایی، افزایش علاقه، ذهن‌آگاهی، مهارت‌های اجتماعی، انگیزش تحصیلی و انتقال مفاهیم فرهنگی، تأکید دارند، اما با وجود مطالعات متعدد پیرامون اثربخشی کمیک‌استریپ در زمینه‌های مختلف آموزشی و همچنین پژوهش‌هایی که اهمیت آموزش محیط‌زیست با روش‌های نوین را نشان داده‌اند، خلأ روشنی در بررسی تأثیر مستقیم و توأمان کمیک‌استریپ دیجیتال بر بار شناختی و یادگیری مفاهیم محیط‌زیست در دانش‌آموزان دوره ابتدایی- به ویژه در داخل کشور- مشاهده می‌شود. به‌خصوص بار شناختی که یکی از جنبه‌های حیاتی در فرایند یادگیری است. همچنین در پژوهش‌های داخلی فقط در پژوهش مرادی و آزاد (۱۴۰۳) از نوع دیجیتال کمیک‌استریپ بهره گرفته شده است و باقی پژوهش‌ها به بررسی

1. Şentürk & Şimşek.
2. Riandi.

کمیک استریپ چاپی پرداخته اند. بنابراین این پژوهش قصد دارد این خلأ را با تمرکز بر دو متغیر بار شناختی و یادگیری پر کند.

چهارچوب نظری

در این بخش، نظریه‌هایی که زیربنای پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهند، معرفی می‌شوند. این نظریه‌ها به تبیین چگونگی تأثیر رسانه‌های چندرسانه‌ای، به‌ویژه کمیک استریپ دیجیتال، بر فرایند یادگیری و مدیریت بار شناختی کمک می‌کنند. تحلیل و تفسیر یافته‌های پژوهش بر پایه این چهارچوب نظری صورت خواهد گرفت.

نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای^۱ (CTML)

نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای که توسط ریچارد مایر (۱۹۹۸) توسعه یافته، بر نقش تصاویر ثابت و متحرک در محیط‌های یادگیری الکترونیکی تأکید دارد (نیلی و همکاران، ۱۳۹۵). این نظریه بیان می‌کند که افراد از طریق ترکیب کلمات و تصاویر، عمیق‌تر از کلمات تنها یاد می‌گیرند که به آن، اصل چندرسانه‌ای گفته می‌شود (مایر^۲، ۲۰۰۵). هدف اصلی این نظریه، تشویق یادگیرنده به ساختن یک بازنمایی ذهنی منسجم از مطالب ارائه شده است (مایر، ۲۰۲۴).

این نظریه براساس یک مدل سه‌مرحله‌ای حافظه شامل حافظه حسی، حافظه کاری (کوتاه مدت) و حافظه بلندمدت استوار است (سوئلر، ۲۰۱۱؛ مایر، ۲۰۰۵). مایر (۲۰۱۰) چند فرایند شناختی را برای یادگیری معنادار از کلمات و تصاویر ضروری می‌داند: ۱. انتخاب کلمات و تصاویر مرتبط؛ ۲. سازماندهی کلمات در مدل کلامی؛ ۳. سازماندهی تصاویر در مدل تصویری؛ و ۴. ادغام بازنمایی‌های کلامی و تصویری با یکدیگر و با دانش قبلی. این فرایندها در حافظه کاری تعیین می‌کنند که چگونه اطلاعات جدید پردازش، ادغام و به حافظه بلندمدت منتقل شوند. یادگیری معنادار زمانی رخ می‌دهد که یادگیرنده بتواند دانش را فعالانه بسازد و آن را در موقعیت‌های جدید به کار گیرد (مایر، ۲۰۰۵).

1. Cognitive Theory of Multimedia Learning.

2. Mayer.

نظریه بار شناختی

از دهه ۱۹۸۰، نظریه بار شناختی به طور گسترده‌ای در تلاش برای طراحی موقعیت‌های یادگیری و آموزشی بهینه مورد استفاده قرار گرفته است (پاس و سوئلر، ۲۰۱۴). نظریه بار شناختی بیان می‌کند که یادگیری مؤثر زمانی اتفاق می‌افتد که شرایط آموزشی با معماری شناختی انسان سازگار باشد. این نظریه براساس مفاهیمی چون طرح‌واره، حافظه کوتاه مدت (با ظرفیت و زمان نگهداری محدود) و حافظه بلندمدت (با ظرفیت نامحدود) بنا شده است (استانیسلاو^۱، ۲۰۲۲). جلوگیری از بارگذاری بیش از حد حافظه کاری برای یادگیری موفق و انتقال اطلاعات به حافظه بلندمدت حیاتی است (سوئلر و همکاران، ۲۰۱۹).

بار شناختی مقدار تلاشی است که ذهن برای پردازش اطلاعات انجام می‌دهد و شامل سه نوع بار شناختی درونی^۳ (ICL)، بار شناختی بیرونی^۴ (ECL) و بار شناختی مطلوب^۵ (GCL) است. این نوع بارهای شناختی در طراحی چند رسانه ای آموزشی بسیار مهم هستند، زیرا بر نحوه مؤثر پردازش و حفظ اطلاعات توسط یادگیرندگان تأثیر می‌گذارند. با درک و مدیریت این بارها، مربیان می‌توانند محیط‌های یادگیری چند رسانه ای مؤثرتری را طراحی کنند.

بار شناختی درونی (ذاتی) به پیچیدگی محتوای یادگیری از نظر تعداد عناصر و تعامل بین آن عناصر مربوط می‌شود و نشان‌دهنده سطح دشواری این محتوا برای یادگیری است. بار شناختی درونی به تعداد عناصر و روابط بین آنها بستگی دارد که باید به طور هم‌زمان در حافظه کاری پردازش شوند تا مطالب تدریس شده آموخته شود. هر چه تعداد عناصر مطالب موردنیاز برای یادگیری و تعامل آن عناصر بیشتر باشد، بار شناختی درونی مطالب بیشتر است. برای مثال، محاسبه جواب دو به علاوه دو، بار شناختی درونی کمتری را نسبت به محاسبه جواب یک معادله جبری، برحافظه فعال یادگیرنده وارد می‌آورد (زارعی زوارکی و مرادی، ۱۳۹۳: ۱۶۵-۱۶۴).

1. Paas & Sweller.
2. Stanislaw.
3. Intrinsic cognitive load.
4. Extraneous cognitive load.
5. Germane cognitive load.

دوم، بار شناختی بیرونی (اضافی) ناشی از خواسته‌های شناختی تحمیل شده توسط طراحی آموزشی است که برای یادگیری مساعد نیست. بار شناختی بیرونی توسط قالب ارائه مطالب یادگیری تعیین می‌شود. طراحی نامناسب مطالب یادگیری نشان دهنده یک بار غیرضروری (یا غیرمولد) بر حافظه کاری یادگیرندگان است. بنابراین، طراحان آموزشی باید توجه خود را بر کاهش بار شناختی بیرونی متمرکز کنند تا منابع شناختی کافی را برای فعالیت‌های مرتبط با یادگیری آزاد کنند (رفعت و قاسم^۱، ۲۰۱۸). در نهایت، بار شناختی مطلوب، باری است که از شرکت در فعالیت‌های یادگیری که به طور مؤثر و کارآمد اکتساب و پرورش طرحواره را تقویت می‌کند، ناشی می‌شود.

بار شناختی مطلوب به تلاش‌های ذهنی یادگیرنده گفته می‌شود که برای یادگیری محتوای آموزشی جدید و برای خودکارسازی یادگیری خود و کسب طرح‌واره‌های ذهنی^۲، متحمل می‌شود و توسط مطالب آموزشی که فرایندهای یادگیری مؤثر و کارآمد را تسهیل یا برای آنها مفید است و بنابراین برای نتیجه یادگیری مفید است، برانگیخته می‌شود (کریگلشتاین^۳ و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین بار شناختی درونی به ماهیت کار بستگی دارد (مربوط به پیچیدگی خود مفهوم) و طراح نمی‌تواند آن را تغییر دهد. بار شناختی بیرونی، مربوط به طراحی کار است و می‌تواند با قالب‌بندی مواد ارائه شده تغییر یابد (ناشی از طراحی ضعیف آموزشی یا ارائه نامناسب اطلاعات) و بار شناختی مطلوب با میزان تلاش ذهنی برای ساخت طرحواره در حافظه کاری مرتبط است (مرتبط با پردازش اطلاعات برای ساخت دانش جدید).

در صورت طراحی مناسب، کمیک‌های دیجیتال می‌توانند با ارائه روشی ساختاریافته و جذاب برای ارائه اطلاعات، بار شناختی بیرونی را کاهش دهند؛ چراکه بار شناختی بیرونی هنگام طراحی یا آرایش مواد آموزشی شکل می‌گیرد و حاصل روشی است که با آن اطلاعات به دانش‌آموزان ارائه می‌شود (سالاری و همکاران، ۱۳۹۵). کمیک‌های دیجیتالی با ترکیب عناصر مختلف مانند متن، تصاویر متحرک و صدا می‌توانند درگیری روایی را افزایش دهند و به طور بالقوه بار شناختی بیرونی را با در دسترس‌تر و جالب‌تر کردن محتوا کاهش دهند (سایلگان^۴، ۲۰۲۳).

1. Refat & Kassim.
2. Mental schema's.
3. Krieglstein.
4. Sayilgan.

نظریهٔ رمزگذاری دوگانه (DCT)

نظریه کدگذاری دوگانه توسط آلن پایویو (۱۹۷۱) مطرح شد و بیان می‌کند که اطلاعات از طریق دو کانال مجزا اما مرتبط پردازش و ذخیره می‌شوند: کانال کلامی/شنیداری برای اطلاعات کلامی و کانال بصری/تصویری برای اطلاعات دیداری و تصویری (مایر، ۲۰۱۰). این نظریه معتقد است که شناخت انسان اطلاعات را به صورت کلامی و غیرکلامی (بصری) پردازش می‌کند و یادگیری زمانی افزایش می‌یابد که اطلاعات در هر دو قالب ارائه شوند، که منجر به یادآوری و درک بهتر می‌شود (کوسوماواتی و راجماواتی^۱، ۲۰۱۷).

پایویو (۱۹۸۳) دو زیرسیستم شناختی (تصویرسازی برای رویدادهای غیرکلامی و زبان تخصصی) و دو نوع واحد بازنمایی (تصاویر و لوگوژن‌ها) را فرض می‌کند. این نظریه سه نوع پردازش (بازنمایی، ارجاعی و تداعی) را شناسایی کرده و بر اهمیت توانایی‌های فضایی در هوش تأکید دارد، ارائه‌دهنده یک چهارچوب کلی برای روان‌شناسی تربیتی است (کورنیاوان^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). چندرسانه‌ای‌ها با بهره‌گیری از هر دو کانال کلامی و بصری، نتایج یادگیری را بهبود می‌بخشند.

در سال‌های اخیر، مدل‌های نوینی برای ادغام روایت‌های چندرسانه‌ای در آموزش محیط‌زیست معرفی شده‌اند. یکی از این رویکردها، روایت‌های چندرسانه‌ای در آموزش تغییرات اقلیمی^۳ است که بر استفاده از قالب‌های گوناگون روایت مانند کمیک، ویدئو، بازی و داستان تعاملی برای ایجاد «تجربه چندوجهی یادگیری» تأکید دارد. این مدل‌ها با نظریه «یادگیری مبتنی بر چندرسانه‌ای» هم‌راستا هستند و نشان می‌دهند که انتقال مفاهیم محیط‌زیستی از طریق روایت‌های داستانی موجب درگیری شناختی، انگیزش درونی و یادگیری معنادار می‌شود (دئورتو، و تاسکیه^۴، ۲۰۲۵).

1. Dual process theory.
2. Kusumawati & Rachmawati.
3. Kurniawan.
4. Transmedial Narratives for Climate Change Education.
5. D'Orto, E., & Tasquier, G.

تأثیر آموزش مفاهیم محیط زیست با رسانه کمیک استریپ دیجیتال

همچنین هاگستروم^۱ در کتاب رویکردهای روایی در آموزش محیط‌زیستی مبتنی بر هنر، مدل «روایت هنری محیطی» را معرفی می‌کند که با ترکیب هنرهای تجسمی، روایت و تخیل زیست‌محیطی، در پی پرورش تفکر انتقادی، امید زیست‌محیطی و رفتار مسئولانه در کودکان است (هاگستروم، ۲۰۲۴).

روش پژوهش

روش این پژوهش براساس هدف، از نوع کاربردی است و از نظر چگونگی گردآوری داده‌های پژوهش، از نوع شبه تجربی می‌باشد. با توجه به اینکه هدف پژوهش بررسی تأثیر آموزش مفاهیم محیط‌زیست مبتنی بر کمیک‌استریپ دیجیتال بر بارشناختی بیرونی و یادگیری دانش‌آموزان پایه چهارم دوره ابتدایی شهر اراک در درس علوم تجربی بود، از طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل (گواه) استفاده شده است. جامعه آماری در پژوهش حاضر شامل کلیه دانش‌آموزان دختر (۹-۱۰) ساله مشغول به تحصیل در پایه چهارم دوره دوم ابتدایی در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ شهر اراک است. به منظور انتخاب حجم نمونه، از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد.

به‌دلیل ماهیت آزمایشی و مداخله‌ای پژوهش و نیاز به کنترل متغیرهای محیطی و آموزشی، انتخاب نمونه‌ای کوچک و متمرکز (۳۲ نفر از یک مدرسه) ضروری بود. اجرای آموزش با رسانه کمیک‌استریپ دیجیتال نیازمند زیرساخت‌های فناورانه، زمان آموزش و نظارت مستقیم پژوهشگر بود؛ از این‌رو، تمرکز بر یک مدرسه امکان کنترل دقیق‌تر شرایط آموزشی، همسان‌سازی متغیرهای جانبی (مانند معلم، محتوای درسی و امکانات فناوری) و اجرای منسجم مداخله را فراهم کرد.

پس از کسب مجوز رسمی از آموزش و پرورش شهر اراک، مدرسه امام خمینی(ره) به دلیل تجهیزات فناوری اطلاعات و زیرساخت‌های رایانه‌ای مناسب، که امکان پیاده‌سازی مؤثر فعالیت‌های پژوهشی مبتنی بر فناوری، از جمله کمیک‌استریپ‌های دیجیتال را فراهم می‌کرد، برای اجرای پژوهش انتخاب شد. پژوهش با انتخاب تصادفی یک کلاس از دو کلاس پایه چهارم و تقسیم تصادفی ۳۲ دانش‌آموز به دو گروه مساوی کنترل (۱۶ نفر) و آزمایش (۱۶ نفر) آغاز شد. جلسه

1. Häggström.

اول به معرفی پژوهش و پیش‌آزمون اختصاص یافت و از دانش‌آموزان خواسته شد تا پرسشنامه بارشناختی پاس و آزمون محقق ساخته مفاهیم محیط‌زیست درس علوم را کامل کنند. سپس طی شش جلسه آموزشی و دو جلسه مرور، گروه کنترل به شیوه معمول و گروه آزمایش با استفاده از کمیک‌استریپ‌های دیجیتال محتوای آموزشی مرتبط با مفاهیم محیط‌زیست را دریافت کردند.

پس از اتمام مداخلات آموزشی، پرسشنامه‌های بار شناختی پاس و آزمون محقق ساخته به عنوان پس‌آزمون تکمیل گردید. برنامه آموزشی مطابق با بودجه‌بندی کتاب درسی علوم و در قالب ده جلسه ۴۵ دقیقه‌ای طی پنج هفته اجرا شد. پروتکل جلسات آموزشی در جدول ذیل گزارش شده است:

جدول ۱- پروتکل اجرای جلسات آموزشی^۱

جلسه	حوزه زیست‌محیطی	محور داستان کمیک استریپ دیجیتال	نقش معلم	نقش دانش‌آموزان
اول	اجرای پیش‌آزمون	اجرای پیش‌آزمون	راهنمایی والدین و دانش‌آموزان و دادن اطمینان خاطر دادن به آنان به جهت محرمانه بودن اطلاعاتشان. پی بردن به میزان اطلاعات قبلی دانش‌آموزان درباره مباحث مدنظر	همکاری به جهت پر کردن پرسشنامه‌ها و پاسخ دادن به سؤالات آزمون علوم (مفاهیم محیط‌زیست)
دوم	رابطه انسان و محیط‌زیست	منابع طبیعی شامل: (گیاهان، حیوانات، سنگ، فلز، سوخت‌های فسیلی و آب)، مصرف منابع طبیعی و تولید زیاده توسط هر فرد، میزان مصرف آب توسط هر فرد، مدیریت مصرف منابع طبیعی	تایید محتوای تولید شده (کمیک استریپ‌های دیجیتال) و پخش آن در کلاس توسط دیتاپروژکتور برای دانش‌آموزان گروه آزمایش	دانش‌آموزان به صورت گروهی محتوای به نمایش گذاشته شده را مشاهده کرده و به بررسی رابطه انسان و محیط‌زیست پرداختند

۱. اقتباس از پای وندی، ۱۴۰۱.

تأثیر آموزش مفاهیم محیط زیست با رسانه کمیک استریپ دیجیتال

جلسه	حوزه زیست‌محیطی	محور داستان کمیک استریپ دیجیتال	نقش معلم	نقش دانش‌آموزان
سوم	آلودگی‌ها	آلودگی محیط‌زیست توسط زباله‌ها (گازهای سمی و شیرابه آنها) و فاضلاب‌ها، اهمیت توجه به حیوانات و رها نکردن زباله‌ها در طبیعت، راهکارهای کاهش میزان تولید زباله و مصرف آب، بیان مفهوم بازیافت، زباله‌های قابل بازیافت، اهمیت هماهنگی با محیط‌زیست	آماده کردن سیستم و دیتاپروژکتور، صحبت با دانش‌آموزان درباره حوزه زیست‌محیطی مدنظر و ارائه توضیحات بیشتر در این زمینه؛ آموزگار از دانش‌آموزان خواست به آلودگی‌های شهر خود اشاره کرده و عوامل ایجاد آن‌ها را بررسی کنند؛ همچنین تجربیات خود را در رابطه با تفکیک زباله و راهکارهای کاهش آلودگی بیان کنند.	دانش‌آموزان محتوای پخش شده را مشاهده کرده و به صورت گروهی به گفتگو با یکدیگر پرداختند. سپس نقاشی آلودگی‌های شهر خود را کشیدند.
چهارم	پیامد فعالیت‌های انسان بر محیط‌زیست	آلودگی هوا، تولید CO ₂ توسط کارخانه‌ها و ماشین‌ها، باران اسیدی، ذوب شدن یخ‌های قطبی، آلودگی آب و خاک، زیاد شدن جمعیت و افزایش آلودگی	پس از پخش کمیک استریپ دیجیتال، آموزگار از دانش‌آموزان می‌خواهد به مهمترین پیامدهای فعالیت انسان‌ها بر محیط‌زیست اشاره کنند و ارتباط بین افزایش جمعیت و افزایش آلودگی همچنین ارتباط بین افزایش CO ₂ و ذوب شدن یخ‌های قطبی را بررسی کنند.	با دقت کمیک دیجیتال را مشاهده و به مفاهیم مطرح شده توجه کردند و در رابطه با موارد خواسته شده از سوی معلم به اظهارنظر پرداختند.
پنجم	تمرین و مرور (اول)، (فعالیت تعاملی)	مرور جامع مباحث جلسات دوم، سوم و چهارم شامل: رابطه انسان و محیط‌زیست، منابع طبیعی، تولید زباله، آلودگی‌ها و راهکارهای کاهش آنها (مثل بازیافت)، و همچنین پیامدهای فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست (آلودگی هوا، باران اسیدی).	طراحی بازی کارآگاهان محیط‌زیست، هدف بازی حل پرونده‌های محیط‌زیستی با استفاده از آموخته‌های جلسات گذشته است. معلم از قبل چند «پرونده» تهیه کرده است که شامل یک تصویر از یک صحنه محیط‌زیستی و چند سؤال مرتبط است. هر گروه یک پرونده دریافت می‌کند و به سؤالات پاسخ می‌دهد.	دانش‌آموزان با مشاهده تصویر و خواندن سؤالات پرونده و با یادآوری و مرور مباحث جلسات، با اعضای گروه خود به بحث و تبادل نظر می‌پردازند. سپس یک نفر از هر گروه به نمایندگی، یافته‌ها و راه‌حل‌های پیشنهادی خود را به صورت خلاصه برای سایر هم‌کلاسی‌ها ارائه می‌دهد.

جلسه	حوزه زیست‌محیطی	محور داستان کمیک استریپ دیجیتال	نقش معلم	نقش دانش‌آموزان
ششم	مدیریت آلودگی‌ها	راهکارهای کاهش آلودگی، لوازم خانگی کم‌مصرف، مزرعه ارگانیک، منابع انرژی تجدیدناپذیر شامل: نفت، گاز و زغال سنگ و منابع انرژی تجدیدپذیر شامل: انرژی خورشید (صفحات خورشیدی)، باد (توربین) و آب (سد)، اخلاق و فرهنگ حفاظت از محیط‌زیست	ارائه توضیحاتی درباره منابع انرژی تجدید پذیر و تجدیدناپذیر بعد از به نمایش گذاشتن کمیک‌دیجیتال، کمک به دانش‌آموزان به منظور درک چگونگی بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر با بیان تبدیل انرژی‌هایی که صورت می‌گیرد. آموزگار از دانش‌آموزان می‌خواهد منابع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را با یکدیگر مقایسه کنند.	دانش‌آموزان محتوای پخش شده را مشاهده کرده و به صورت گروهی به گفتگو با یکدیگر پرداختند. در پایان، نتیجه گفتگوها و مباحث مطرح شده در گروه خود را به دیگر همکلاسی‌های‌شان ارائه دادند.
هفتم	جنگل‌زدایی	اهمیت درختان و جنگل‌ها، پیامدهای جنگل‌زدایی، میزان از بین رفتن جنگل‌ها در هر سال توسط انسان‌ها	پس از نمایش کمیک‌دیجیتال، معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد دنیایی بدون درخت را تصور کنند و انشایی با این موضوع بنویسند.	آشنایی با مفهوم جنگل‌زدایی و اظهارنظر درباره این فعالیت که توسط انسان‌ها انجام می‌شود.
هشتم	حیات وحش	شکار حیوانات به خاطر پوست، گوشت یا عاج، از بین رفتن زیستگاه حیوانات ناشی از فعالیت انسان‌ها، از بین رفتن منابع غذایی حیوانات به دلیل آلودگی یا خشکسالی، انقراض حیوانات	آموزگار از دانش‌آموزان می‌خواهد درباره سؤالاتی که در پایان کمیک‌دیجیتال توسط یکی از شخصیت‌های حیوانی داستان مطرح می‌شود فکر کنند و نظر خود را بیان کنند.	آشنایی با علل انقراض حیوانات و اظهارنظر در رابطه با سؤالات مطرح شده در پایان کمیک‌دیجیتال

تأثیر آموزش مفاهیم محیط زیست با رسانه کمیک استریپ دیجیتال

جلسه	حوزه زیست‌محیطی	محور داستان کمیک استریپ دیجیتال	نقش معلم	نقش دانش‌آموزان
نهم	تمرین و مرور (دوم)	مرور مفاهیم مهم جلسات ششم، هفتم و هشتم شامل: مدیریت آلودگی‌ها، منابع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، جنگل‌زدایی و اهمیت حیات وحش.	آموزگار از دانش‌آموزان می‌خواهد با وسایل ساده یک نمونه اولیه از توربین بادی یا پنل خورشیدی بسازند تا مفاهیم انرژی‌های تجدیدپذیر را بهتر درک کنند، همچنین با توجه به مباحث مطرح شده در کمیک استریپ‌های دیجیتال، انشای جلسه هفتم خود درباره دنیای بدون درخت را بازنویسی یا تکمیل کنند.	دانش‌آموزان به صورت گروهی در کار عملی شرکت کرده و با همکاری یکدیگر یک مدل کوچک از وسایل تولید انرژی پاک را می‌سازند. دانش‌آموزان نتیجه گفتگوهای گروهی خود در جلسات قبلی را به صورت خلاصه برای همکلاسی‌های خود ارائه می‌دهند و با در نظر گرفتن مطالب جدید، انشای خود را اصلاح کرده و در مورد حیات وحش اظهارنظر می‌کنند.
دهم	اجرای پس‌آزمون	اجرای پس‌آزمون	راهنمایی والدین و دانش‌آموزان و دادن اطمینان خاطر دادن به آنان به جهت محرمانه بودن اطلاعاتشان. آگاهی از میزان بارشناختی، نگرش زیست‌محیطی و یادگیری دانش‌آموزان با به کارگیری رسانه کمیک دیجیتال در تدریس	همکاری به جهت پر کردن پرسشنامه‌ها و پاسخ دادن به سؤالات آزمون علوم (مفاهیم محیط‌زیست)

ابزارهای مورد استفاده در پژوهش حاضر، پرسشنامه استاندارد سنجش بارشناختی پاس (۱۹۹۴)، آزمون و رسانه کمیک استریپ محقق ساخته برای درس علوم (مبحث محیط‌زیست) بودند. پرسشنامه بارشناختی پاس دارای ۴ گویه می‌باشد؛ با یک مقیاس لیکرت نه درجه‌ای (آسان آسان بود تا بیش از حد سخت بود) و هر ماده دارای ارزشی بین ۱ تا ۹ است که میزان دشواری و انرژی مصرف شده برای یادگیری را براساس مقیاس لیکرت از آسان آسان بود (۱) تا بیش از حد سخت بود (۹) نمره می‌دهد، به طوری که نمره کل تلاش ذهنی فراگیر می‌تواند بین ۴ تا ۳۶ متغیر

باشد. پایایی این پرسشنامه در پژوهش پاس و ون مرینبوئرا (۱۹۹۴) با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ، مقدار ۰/۹۰ گزارش شده است. روایی این پرسشنامه در پژوهش صالحی و همکاران (۱۳۹۶) پس از ترجمه، برای اصلاح به دو نفر از اساتید تکنولوژی آموزشی داده شد و مورد تأیید آنان قرار گرفت.

به منظور سنجش میزان یادگیری دانش آموزان، از آزمون محقق ساخته شامل ۲۰ سؤال چندگزینه‌ای برای درس علوم (مبحث محیط زیست) استفاده شد. پژوهشگر پس از طرح پرسش‌ها برای کسب نظر و بررسی روایی آنها ابتدا پرسش‌های طراحی شده را به رؤیت نه نفر از معلمان پایه چهارم شهر اراک رساند و سپس تغییرات لازم را بنابر تشخیص به عمل آورده است. به منظور ارزیابی روایی محتوایی از نظر متخصصین درباره میزان هماهنگی هدف پژوهش و محتوای ابزار اندازه گیری به صورت کمی از ضریب نسبی روایی محتوا CVR استفاده شد. براساس تعداد متخصصانی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، حداقل مقدار CVR قابل قبول براساس جدول ۲ تعیین می‌شود. سؤالاتی که مقدار CVR محاسبه شده برای آنها کمتر از میزان مورد نظر با توجه به تعداد متخصصان ارزیابی کننده سؤال باشد، باید از آزمون کنار گذاشته شوند. به علت اینکه براساس CVR بدست آمده، روایی قابل قبولی ندارند.

جدول ۲- جدول لاوشه برای تصمیم‌گیری در مورد CVR

تعداد خبرگان	مقدار CVR	تعداد خبرگان	مقدار CVR	تعداد خبرگان	مقدار CVR
۵	۰/۹۹	۱۱	۰/۵۹	۲۵	۰/۳۷
۶	۰/۹۹	۱۲	۰/۵۶	۳۰	۰/۳۳
۷	۰/۹۹	۱۳	۰/۵۴	۳۵	۰/۳۱
۸	۰/۷۸	۱۴	۰/۵۱	۴۰	۰/۲۹
۹	۰/۷۵	۱۵	۰/۴۹	-	-
۱۰	۰/۶۲	۲۰	۰/۴۲	-	-

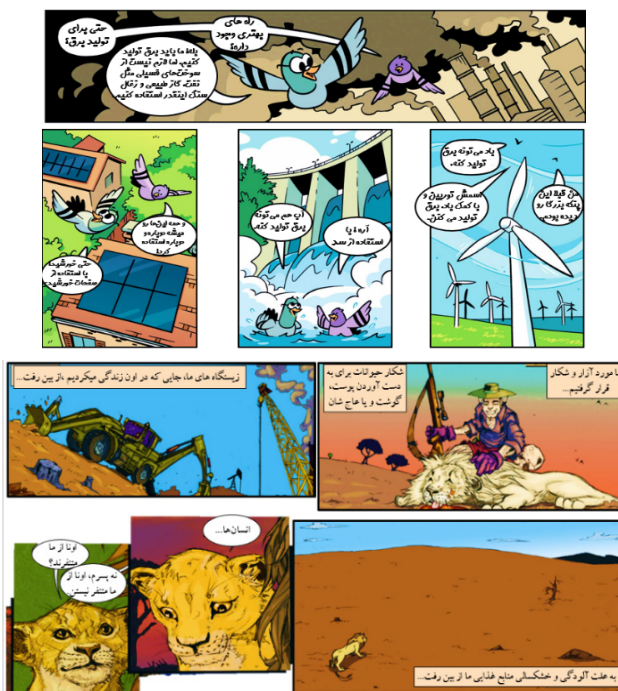
در این پژوهش از نه نفر از معلمان پایه چهارم خواسته شد تا نظر خود را مبنی بر مناسب بودن یا مناسب نبودن سؤالات آزمون بیان کنند تا میزان اعتبار محتوا برای سؤالات آزمون به دست آید؛ که با توجه به مقدار حداقل ۰/۷۵ موردنیاز، تمامی سؤالات از ضریب لاوشه مناسب برخوردار بودند.

جدول ۳- نتایج مرتبط با نسبت روایی محتوای به دست آمده برای سؤالات آزمون

شماره سؤال	نسبت اعتبار محتوا	شماره سؤال	نسبت اعتبار محتوا	شماره سؤال	نسبت اعتبار محتوا	شماره سؤال	نسبت اعتبار محتوا
۱	۰/۷۷	۶	۰/۷۷	۱۱	۱	۱۶	۰/۷۷
۲	۱	۷	۰/۷۷	۱۲	۰/۷۷	۱۷	۱
۳	۰/۷۷	۸	۰/۷۷	۱۳	۱	۱۸	۱
۴	۰/۷۷	۹	۱	۱۴	۰/۷۷	۱۹	۰/۷۷
۵	۱	۱۰	۱	۱۵	۱	۲۰	۱

همچنین در این پژوهش عناصر صوتی و بصری در زمینه مفاهیم محیط زیست برگرفته از مفاهیم درس علوم تجربی پایه چهارم ابتدایی (تبیین رابطه انسان و محیط زیست، منابع انرژی در محیط زیست، آلودگی‌های محیط زیست و مدیریت محیط زیست) و با اقتباس و بومی‌سازی محتوا از وبسایت به زمین فکر کن (think earth) توسط پژوهشگر به وسیله نرم‌افزارهای تخصصی فتوشاپ، کمتازیا، پاورپوینت و همچنین برنامه هوش مصنوعی پیکستون کنار هم طراحی و سناریو نویسی شد و پس از تأیید متخصصان واحد تکنولوژی اداره آموزش و پرورش شهر اراک و انجام اصلاحات و اطمینان از روایی بنابر پروتکل آموزشی تعیین شده بر روی گروه آزمایش اجرا شد و پس از ارائه اطلاعات، داده‌ها گردآوری و با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۶، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

1. <https://thinkearth.org/>



شکل ۱- نمونه کمیک استریپ دیجیتال طراحی شده

یافته‌های پژوهش

در جداول زیر، به بررسی و ارائه آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) مربوط به متغیرهای بار

آمار توصیفی

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار بار شناختی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

پس‌آزمون		پیش‌آزمون		گروه‌ها	متغیرها
میانگین تعدیل شده	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
۹/۹۰	۲/۵۲	۱۰/۳۷	۵/۱۸	آزمایش	بار شناختی
۱۷/۰۳	۵/۱۶	۱۶/۵۶	۴/۵۷	کنترل	

تأثیر آموزش مفاهیم محیط زیست با رسانه کمیک استریپ دیجیتال

همان‌طور که جدول شماره ۴، مشاهده می‌شود، میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون متغیر بار شناختی در گروه آزمایش به ترتیب ۱۵/۹۳ و ۵/۱۸ و در گروه کنترل به ترتیب ۱۵/۳۷ و ۴/۵۷ بوده است. میانگین و انحراف معیار پس‌آزمون متغیر بار شناختی در گروه آزمایش به ترتیب ۱۰/۳۷ و ۲/۵۲ و در گروه کنترل به ترتیب ۱۶/۵۶ و ۵/۱۶ بوده است.

جدول ۵- میانگین و انحراف معیار یادگیری درس علوم در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون			پس‌آزمون	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین تعدیل شده
یادگیری درس علوم	آزمایش	۹/۱۲	۱/۸۲	۱۶/۶۸	۱/۱۴	۱۵/۱۶
	کنترل	۶/۷۵	۱/۸۰	۱۱/۸۷	۱/۹۹	۱۲/۴۱

همان‌طور که جدول شماره ۵ نشان می‌دهد، میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون متغیر درس علوم در گروه آزمایش به ترتیب ۹/۱۲ و ۱/۸۲ و در گروه کنترل به ترتیب ۶/۷۵ و ۱/۸۰ بوده است. میانگین و انحراف معیار پس‌آزمون متغیر درس علوم در گروه آزمایش به ترتیب ۱۶/۶۸ و ۱/۱۴ و در گروه کنترل به ترتیب ۱۱/۸۷ و ۱/۹۹ بوده است.

آمار استنباطی

پیش از انجام تحلیل‌های استنباطی و آزمون فرضیه‌های پژوهش، لازم است مفروضات آماری مربوط به نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شود چراکه نرمال بودن یکی از پیش‌شرط‌های کلیدی برای استفاده از تحلیل کوواریانس است. به همین منظور، برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های مربوط به متغیرهای وابسته (بار شناختی و یادگیری درس علوم)، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۶ ارائه شده است:

جدول ۶- آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی مفروضه نرمال بودن متغیرهای وابسته

متغیر	گروه‌ها	آزمون	آماره	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
بار شناختی	آزمایش	پیش‌آزمون	۰/۱۸	۱۶	۰/۱۶
		پس‌آزمون	۰/۱۳	۱۶	۰/۲۰
	کنترل	پیش‌آزمون	۰/۱۶	۱۶	۰/۲۰
		پس‌آزمون	۰/۱۳	۱۶	۰/۲۰
یادگیری درس علوم	آزمایش	پیش‌آزمون	۰/۱۸	۱۶	۰/۲۰
		پس‌آزمون	۰/۲۳	۱۶	۰/۰۵۱
	کنترل	پیش‌آزمون	۰/۱۹	۱۶	۰/۱۱
		پس‌آزمون	۰/۱۶	۱۶	۰/۲۰

همان‌طور که جدول شماره ۶ نشان می‌دهد، مفروضه نرمال بودن در متغیرهای بار شناختی و یادگیری درس علوم در دو گروه با سطح معناداری بزرگتر از $0/05$ ($p > 0/05$) تأیید شد؛ بنابراین توزیع داده‌ها نرمال است و پیش‌فرض لازم برای تحلیل کوواریانس تأیید می‌شود.

جدول ۷- آزمون F لویین برای بررسی مفروضه یکسانی واریانس‌ها در متغیرهای وابسته دو گروه مورد مطالعه

متغیرها	شاخص‌های آماری		
	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	F
بار شناختی	۱	۳۰	۲/۷۳
یادگیری درس علوم	۱	۳۰	۱/۳۴

علاوه بر نرمال بودن داده‌ها، یکی دیگر از مفروضات مهم برای استفاده از تحلیل کوواریانس، همگنی واریانس‌ها یا یکسانی پراکندگی داده‌ها در گروه‌های مورد مطالعه است. این مفروضه به این معنی است که واریانس (پراکندگی نمرات) متغیر وابسته در گروه‌های مختلف باید تقریباً برابر باشد. برای بررسی این مفروضه، از آزمون F لویین (Levene's test) استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول زیر نمایش داده شده است:

در جدول شماره ۷ نتیجه‌ی آزمون لوین جهت بررسی مفروضه‌ی همگنی واریانس‌ها آورده شده است. براساس نتایج مندرج، مفروضهٔ برابری واریانس برای متغیرهای بار شناختی و یادگیری درس علوم با سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ تأیید شد ($p > 0/05$). این امر نشان می‌دهد که واریانس‌های گروه‌ها با یکدیگر برابر بوده و مفروضه همگنی واریانس‌ها تأیید می‌شود.

یکی دیگر از مفروضات مهم برای استفاده از تحلیل کوواریانس، همگنی شیب رگرسیون است که این مفروضه به ما کمک می‌کند تا اطمینان یابیم که رابطه بین متغیر وابسته و متغیر کمکی در گروه‌های مورد مطالعه، ثابت و یکسان است. اگر شیب رگرسیون در گروه‌ها متفاوت باشد، تأثیر متغیر مستقل به درستی قابل اندازه‌گیری نخواهد بود. برای بررسی این مفروضه، از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد.

جدول ۸- آزمون واریانس برای بررسی شیب رگرسیون در متغیرهای وابسته در دو گروه

منبع تغییرات	متغیرهای وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	F	سطح معناداری
پیش‌آزمون	بار شناختی	۲۴/۲۰	۲	۰/۹۶	۰/۴۰
	یادگیری درس علوم	۱/۵۹	۲	۰/۳۱	۰/۷۳

جدول شماره ۸ نشان می‌دهد که سطح معناداری برای متغیرهای وابسته بیشتر از ۰/۰۵ است ($p > 0/05$)، که نشان‌دهنده معنادار نبودن تفاوت در شیب رگرسیون بین گروه‌ها است. بنابراین، مفروضه همگنی شیب رگرسیون تأیید می‌شود و می‌توان با اطمینان از نتایج تحلیل کوواریانس استفاده کرد.

برای سنجش میزان همگنی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس بین گروه‌های مورد مطالعه، از آزمون ام باکس (Box's M test) استفاده کردیم. این آزمون به ما کمک می‌کند تا مطمئن شویم که ساختار پراکندگی و روابط متقابل بین متغیرهای وابسته در هر دو گروه یکسان است. به عبارت دیگر، پراکندگی نمرات و روابط متقابل بین متغیرهای وابسته (بار شناختی و یادگیری) در هر دو گروه آزمایش و کنترل باید مشابه باشد.

جدول ۹- آزمون ام باکس برای بررسی مفروضه برابری ماتریس‌های واریانس کوواریانس

شاخص‌های آماری				
سطح معناداری	F	درجه آزادی ۲	درجه آزادی ۱	ام باکس
۰/۰۰۴	۳/۱۵	۶۵۲۰/۷۵	۶	۲۱/۲۴

نتایج آزمون ام باکس که در جدول شماره ۹ آورده شده است، نشان می‌دهد که مفروضه برابری ماتریس‌های واریانس-کوواریانس بین گروه‌ها برقرار نیست. با توجه به اینکه سطح معنی‌داری $p = 0/004$ از سطح استاندارد (۰/۰۵) کمتر است، این مفروضه آماری نقض می‌شود. بنابراین، برای مقایسه میانگین متغیرهای وابسته (بار شناختی و یادگیری درس علوم)، آزمون اثر پیلایی به عنوان جایگزینی مناسب و قابل اعتمادتر انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت.

در نتیجه به دلیل نقض مفروضه همگنی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس (براساس نتایج آزمون ام باکس)، برای تحلیل داده‌ها از آزمون اثر پیلایی استفاده شد. این آزمون، که نسبت به این مفروضه حساسیت کمتری دارد، برای مقایسه میانگین نمرات دو گروه آزمودنی در متغیرهای وابسته (بار شناختی و یادگیری درس علوم) به کار رفت و نتایج آن در جدول شماره ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰- نتایج آزمون کوواریانس چند متغیری برای مقایسه میانگین نمرات دو گروه آزمودنی در متغیرهای وابسته

منابع	ارزش	F	DF فرضیه	DF خطا	Sig	ضریب اپتا
اثر پیلایی	۰/۵۴	۱۰/۰۰۳	۳	۲۵	۰/۰۰۱	۰/۵۴

نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری که در جدول شماره ۱۰ ارائه شده است، نشان می‌دهد که بین دو گروه آزمایش و کنترل در ترکیب خطی متغیرهای وابسته (بار شناختی و یادگیری درس علوم)، با سطح معنی‌داری $p < 0/01$ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P > 0/01$)؛ این یافته حاکی از آن است که تأثیر دو روش آموزشی (استفاده از کمیک استریپ دیجیتال و روش معمولی) بر متغیرهای وابسته، به صورت کلی، معنادار بوده است. برای بررسی دقیق‌تر و تعیین اینکه این تفاوت در کدام یک از

تأثیر آموزش مفاهیم محیط زیست با رسانه کمیک استریپ دیجیتال

متغیرها مشاهده شده است، نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری در جداول زیر آورده شده است.

آزمون فرضیه اول پژوهش: استفاده از کمیک استریپ دیجیتال برای آموزش مفاهیم محیط‌زیست درس علوم بر کاهش بارشناختی بیرونی دانش‌آموزان دوره ابتدایی شهر اراک تأثیر معناداری دارد.

جدول ۱۱- نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری برای متغیر بار شناختی بین دو گروه

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	F	سطح معنی داری	اندازه اثر	توان آزمون
پیش‌آزمون	۱۵۳/۴۶	۱	۱۲/۱۸	۰/۰۰۱	۰/۳۱	۰/۹۲
گروه	۱۵۴/۲۰	۱	۱۲/۲۴	۰/۰۰۲	۰/۳۱	۰/۹۲
خطا	۳۴۰/۰۵	۲۷				
کل	۶۶۰۷/۰۰	۳۲				

نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری برای مقایسه نمرات متغیر بار شناختی بین دو گروه در جدول شماره ۱۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج آماری ($P > 0/06$) پس از کنترل اثرات پیش‌آزمون، تفاوت معناداری در نمرات بار شناختی بین گروه آزمایش و کنترل مشاهده شد. همانطور که میانگین‌های تعدیل‌شده نشان می‌دهند، میانگین گروه آزمایش ۹/۹۰ به طور معناداری کمتر از میانگین گروه کنترل ۱۷/۰۳ است. این یافته حاکی از آن است که استفاده از کمیک استریپ دیجیتال، تأثیر مثبتی در کاهش بار شناختی دانش‌آموزان داشته است. علاوه بر این، با توجه به اندازه اثر ۰/۳۱، مشخص می‌شود که متغیر مستقل، ۳۱ درصد از واریانس متغیر بار شناختی را تبیین می‌کند که نشان‌دهنده اهمیت و تأثیر قابل توجه این روش آموزشی است.

آزمون فرضیه دوم پژوهش: استفاده از کمیک استریپ دیجیتال برای آموزش مفاهیم محیط‌زیست درس علوم بر افزایش یادگیری دانش‌آموزان پایه چهارم دوره ابتدایی شهر اراک تأثیر معناداری دارد.

جدول ۱۲- نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری برای متغیر یادگیری درس علوم بین دو گروه

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	F	سطح معنی‌داری	اندازه اثر	توان آزمون
پیش‌آزمون	۷/۴۸	۱	۳/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۴۰
گروه	۴۲/۳۲	۱	۱۷/۶۹	۰/۰۰۱	۰/۳۹	۰/۹۸
خطا	۶۴/۵۸	۲۷				
کل	۶۷۹/۰۰	۳۲				

با توجه به نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری که در جدول شماره ۱۲ ارائه شده است، تفاوت بین گروه آزمایش و کنترل در متغیر یادگیری درس علوم، پس از تعدیل اثرات پیش‌آزمون، معنادار بوده است ($F=17/69 P>0/01$). همان‌طور که میانگین‌های تعدیل‌شده نشان می‌دهند، میانگین گروه آزمایش ۱۶/۱۵ به طور قابل توجهی بیشتر از میانگین گروه کنترل ۱۲/۴۱ است. این یافته حاکی از آن است که استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال برای آموزش مفاهیم محیط‌زیست، تأثیر مثبتی بر افزایش یادگیری درس علوم در دانش‌آموزان داشته است. علاوه بر این، اندازه اثر ۰/۳۹ نشان می‌دهد که متغیر آزمایشی، ۳۹ درصد از واریانس متغیر یادگیری را تبیین می‌کند که یک اثر قابل توجه و از لحاظ عملی مهم تلقی می‌شود.

با اتمام تحلیل جامع داده‌های گردآوری شده در این پژوهش، و براساس نتایج آزمون کوواریانس، نشان داده شد که فرضیه اصلی تحقیق، مبنی بر تأثیر استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال در آموزش مفاهیم محیط‌زیست درس علوم بر کاهش بار شناختی و بهبود یادگیری دانش‌آموزان دوره ابتدایی، به طور معناداری مورد تأیید قرار گرفت. یافته‌ها به وضوح نشان دادند که به کارگیری این رسانه آموزشی نوین، توانسته است بار شناختی بیرونی را در دانش‌آموزان گروه آزمایش، در مقایسه با گروه کنترل، به شکل قابل توجهی کاهش دهد و سطح یادگیری مفاهیم محیط‌زیست را ارتقا بخشد. این دستاورد، نه تنها بر اهمیت طراحی آموزشی نوین تأکید می‌کند، بلکه پتانسیل بالای کمیک‌استریپ دیجیتال را به عنوان یک ابزار کارآمد برای افزایش اثربخشی فرایند یادگیری در مقطع ابتدایی آشکار می‌سازد؛ به ویژه در دروسی نظیر علوم، که غالباً شامل مفاهیم انتزاعی و نیازمند فهم روابط علت و معلولی پیچیده هستند، حائز اهمیت فراوانی است.

درک این موضوع که چگونه کمیک استریپ دیجیتال توانسته است چنین تأثیری را ایجاد کند، در گرو شناخت نظریه بار شناختی است. براساس این نظریه، ذهن انسان دارای ظرفیت محدودی برای پردازش اطلاعات جدید است. بار شناختی به سه نوع تقسیم می‌شود: بار شناختی درونی (مربوط به پیچیدگی خود مفهوم)، بار شناختی مرتبط (مرتبط با پردازش اطلاعات برای ساخت دانش جدید) و بار شناختی بیرونی (ناشی از طراحی ضعیف آموزشی یا ارائه نامناسب اطلاعات). هدف طراحی آموزشی مؤثر، به حداقل رساندن بار شناختی بیرونی است تا منابع شناختی بیشتری به بار شناختی درونی و مرتبط اختصاص یابد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که کمیک استریپ دیجیتال با ارائه محتوا در قالبی بصری، جذاب و چندرسانه‌ای، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا اطلاعات را به شکلی سازماندهی شده و قابل دسترس‌تر پردازش کنند. استفاده از صدا، تصاویر، متون، رنگ‌ها، شخصیت‌پردازی و روایت داستانی در این کمیک استریپ‌ها، پیچیدگی‌های زبانی را کاهش داده و ارتباط میان اجزای مختلف مفاهیم محیط‌زیست را به شکلی شهودی‌تر نمایان می‌سازد. همانطور که سایلگان (۲۰۲۳) نیز اشاره می‌کند، کمیک‌های دیجیتالی با ترکیب عناصر مختلف مانند متن، تصاویر متحرک و صدا می‌توانند درگیری روایی را افزایش دهند و به طور بالقوه بار شناختی بیرونی را با در دسترس‌تر و جالب‌تر کردن محتوا کاهش دهند. به عنوان مثال، به جای توضیح صرفاً متنی درباره چرخه آب یا تأثیر آلودگی بر اکوسیستم، کمیک استریپ دیجیتال با به تصویر کشیدن این فرایندها در قالب یک داستان و با حضور شخصیت‌های ملموس، نیاز دانش‌آموز به صرف انرژی شناختی برای تجسم ذهنی یا برقراری ارتباط بین عبارات خشک و انتزاعی را به حداقل می‌رساند. این «تقلیل بار» در پردازش اطلاعات، به معنای کاهش تلاش‌های غیرضروری مغز برای درک شیوه ارائه اطلاعات است. این امر دقیقاً در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد؛ دانش‌آموزان گروه آزمایش، محتوای مربوط به مفاهیم محیط‌زیست را جذاب‌تر و فهم آن را آسان‌تر یافتند. علاوه بر این، می‌توان با اضافه کردن عناصر تعاملی و چندرسانه‌ای به کمیک استریپ دیجیتال، مانند قابلیت کلیک بر روی نقاط خاص برای دریافت اطلاعات بیشتر یا پخش صدا و انیمیشن، به دانش‌آموزان این امکان را داد تا با سرعت و شیوه یادگیری خودشان پیش روند. این کنترل بر فرایند یادگیری نیز

به کاهش استرس شناختی و در نتیجه، کاهش بار شناختی بیرونی کمک می‌کند. دانش‌آموزان می‌توانند مفاهیم را بارها و بارها مرور کنند، به عقب برگردند یا بر بخش‌های دشوارتر تمرکز بیشتری کنند، بدون اینکه احساس سردرگمی یا فشار شناختی داشته باشند.

پژوهشگر احتمال می‌دهد کاهش بار شناختی بیرونی از طریق چندین مکانیزم زیر صورت گرفته باشد:

۱. کاهش پیچیدگی اطلاعات: کمیک استریپ‌ها با استفاده از تصاویر، نمودارها، و عناصر دیداری دیگر، اطلاعات پیچیده را به شکلی ساده‌تر و قابل فهم‌تر ارائه می‌دهند. به جای متن‌های طولانی و انتزاعی درباره مفاهیم محیط‌زیست مانند تأثیر گازهای گلخانه‌ای یا چرخه مواد مغذی در خاک، کمیک استریپ این مفاهیم را از طریق روایت‌های داستانی، شخصیت‌ها و تصاویر متحرک به تصویر می‌کشد. این شیوه ارائه، نیاز دانش‌آموز به صرف انرژی ذهنی برای تجسم و تفسیر اطلاعات را به حداقل می‌رساند. این یافته با پژوهش کوبایاشی^۱ (۲۰۱۱) هم‌سو است که نشان داد استفاده از کمیک استریپ‌های دیجیتال، بار شناختی بیرونی زبان‌آموزان را در حین خواندن کاهش می‌دهد.

۲. یکپارچه‌سازی اطلاعات: کمیک استریپ دیجیتال به طور طبیعی اطلاعات متنی و تصویری را یکپارچه می‌کند. در متون سنتی، دانش‌آموز باید تلاش کند تا متن را بخواند، تصاویر را درک کند و سپس ارتباط بین آن‌ها را در ذهن خود برقرار سازد. این فرایند می‌تواند بار شناختی بیرونی بالایی را تحمیل کند. اما در کمیک استریپ، تصاویر و متن در کنار هم و به صورت هماهنگ عمل می‌کنند، به طوری که مفهوم به صورت یکپارچه منتقل می‌شود و نیازی به تلاش ذهنی اضافی برای اتصال اطلاعات وجود ندارد. این امر نیز با دیدگاه متلوبار آلتان^۲ و همکارانش (۲۰۱۹) که معتقدند استفاده از محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای می‌تواند بر بار شناختی دانش‌آموزان تأثیر بگذارد، مطابقت دارد.

1. Kobayashi.

2. Mutlu-Bayraktar, Cosgun & Altan.

۳. افزایش انگیزه و درگیری: ماهیت سرگرم‌کننده و جذاب کمیک استریپ، انگیزه درونی دانش‌آموزان را برای یادگیری افزایش می‌دهد. زمانی که دانش‌آموزان از فرایند یادگیری لذت می‌برند، کمتر احساس فشار شناختی می‌کنند و تمایل بیشتری به صرف منابع شناختی خود بر روی محتوا دارند. این درگیری فعال با محتوا، به طور غیرمستقیم به کاهش بار شناختی بیرونی منجر می‌شود زیرا حواس‌پرتی‌ها به حداقل می‌رسند. این امر نیز با دیدگاه چیرکوا^۱ و همکارانش (۲۰۱۹) که معتقدند کمیک استریپ، یک روش دیداری بهتر ارائه می‌دهد که انگیزه دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد و توانایی‌های خلاقانه دانش‌آموزان را بهبود می‌بخشد، مطابقت دارد.

۴. ارائه اطلاعات در قطعات کوچک و قابل هضم (Chunking): کمیک استریپ‌ها اغلب اطلاعات را در پنل‌های کوچک و دنباله‌دار ارائه می‌دهند. این تقسیم‌بندی اطلاعات به بخش‌های کوچک‌تر و مدیریت‌پذیرتر، از سرریز شدن حافظه فعال جلوگیری می‌کند و به دانش‌آموز اجازه می‌دهد تا هر قطعه از اطلاعات را به طور کامل پردازش کند پیش از آن که به سراغ بخش بعدی برود. این روش، بار شناختی را به طور مؤثر مدیریت می‌کند.

۵. پشتیبانی از یادگیرندگان مختلف: کمیک استریپ دیجیتال با بهره‌گیری از حواس بینایی و شنیداری، به طیف گسترده‌تری از سبک‌های یادگیری پاسخ می‌دهد. دانش‌آموزان دیداری، شنیداری و حتی آن‌هایی که نیاز به روایت داستانی برای درک دارند، می‌توانند به راحتی با این فرمت ارتباط برقرار کنند. این پشتیبانی چندوجهی، به کاهش احساس سردرگمی و در نتیجه کاهش بار شناختی بیرونی کمک می‌کند. همچنین، دارجه^۲ و همکاران (۲۰۲۲) بیان می‌کنند که سیستم‌های یادگیری الکترونیکی می‌توانند از اصول بار شناختی، مانند استفاده از قیاس‌ها و مثال‌های کار شده، برای تسهیل اکتساب طرحواره و کاهش بار شناختی استفاده کنند؛ کمیک استریپ دیجیتال به طور طبیعی از این اصول بهره می‌برد.

1. Chirkova.
2. Darejeh.

نانداساری و مفتی^۱ (۲۰۲۴) بیان کرده‌اند، کمیک‌های دیجیتال به طور قابل توجهی نتایج یادگیری را بهبود می‌بخشند، همانطور که با افزایش میانگین نمرات از ۵۷/۴۳ به ۸۲/۳۵ پس از استفاده از آنها مشهود است. این بهبود چشمگیر در نمرات، شاهدی قوی بر اثربخشی کمیک‌استریپ دیجیتال در افزایش یادگیری است. نتایج پژوهش ما نیز نشان داد که دانش‌آموزانی که با استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال آموزش دیدند، عملکرد بهتری در آزمون‌های یادگیری داشتند.

پژوهشگر احتمال می‌دهد چندین عامل کلیدی در کمیک‌استریپ دیجیتال وجود دارد که به توضیح چرایی افزایش یادگیری کمک می‌کنند:

۱. افزایش جذابیت و انگیزه یادگیری: کمیک استریپ‌های دیجیتال با ترکیب تصاویر رنگارنگ، روایت داستانی، و عناصر صوتی و حرکتی، محیطی بسیار جذاب و برانگیزاننده برای یادگیری فراهم می‌کنند. این جذابیت باعث می‌شود دانش‌آموزان علاقه بیشتری به مشارکت در فرایند یادگیری داشته باشند. همان‌طور که آستوتی^۲ و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند، ترکیب تصاویر و متون در کمیک‌ها به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا با تغییر دیدگاه خود در مورد فرایندهای یادگیری، روند را جذاب‌تر ببینند. این افزایش انگیزه، به طور مستقیم بر افزایش توجه و درگیری ذهنی دانش‌آموزان با محتوا تأثیر می‌گذارد و در نتیجه، به یادگیری عمیق‌تر منجر می‌شود. همچنین سنجایا^۳ (۲۰۲۲) بیان کرد، با استفاده از رسانه‌های یادگیری کمیک الکترونیکی، علاقه دانش‌آموزان به یادگیری بهبود یافته و مطالب را بهتر درک می‌کنند؛ بنابراین کمیک می‌تواند در روند یادگیری دانش‌آموزان تأثیر گذاشته و در بهبود نتایج یادگیری مؤثر باشد. این افزایش علاقه و درک بهتر، به طور مستقیم به نتایج یادگیری بالاتر منجر می‌شود.

۲. بهبود فهم و تثبیت مفاهیم: کمیک استریپ‌ها با ارائه مفاهیم پیچیده به صورت بصری و داستانی، به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا این مفاهیم را به شیوه‌ای شهودی‌تر درک کنند. به عنوان مثال، مفاهیم انتزاعی

1. Nandasari & Mufti.

2. Astuti.

3. Senjaya.

محیط‌زیست مانند «چرخه کربن» یا «تخریب لایه ازن» که ممکن است در قالب متن دشوار باشند، در کمیک‌استریپ از طریق تصاویر متحرک، شخصیت‌پردازی و دنباله رویدادها، ملموس و قابل درک می‌شوند. این امر به‌خصوص با یافته‌های انیسا^۱ و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت دارد که نشان دادند استفاده از کمیک‌های دیجیتال با تسلط بهتر بر مفاهیم و بهبود یادگیری، به ویژه در موضوعاتی مانند علوم، مرتبط بوده است و درک و حفظ اطلاعات را برای دانش‌آموزان آسان‌تر می‌کند.

۳. تقویت مهارت‌های چندگانه: استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال نه تنها بر فهم مفاهیم تأثیر می‌گذارد، بلکه مهارت‌های دیگر یادگیری را نیز تقویت می‌کند. نورچوریفیانی و زولیانتی^۲ (۲۰۲۰) بیان می‌کنند که استفاده از کمیک‌های دیجیتال در فرایند یادگیری، با کمک به خلاصه‌سازی محتوا و تقویت مهارت‌های خواندن و نوشتن، یادگیری را افزایش می‌دهند. این جنبه چندوجهی کمیک‌استریپ دیجیتال، آن را به ابزاری قدرتمند برای ارتقای جامع یادگیری تبدیل می‌کند.

۴. اثربخشی بالا در مقایسه با روش‌های سنتی: پژوهش ما نشان داد که کمیک‌استریپ دیجیتال در مقایسه با روش‌های سنتی تدریس، به طور قابل توجهی مؤثرتر عمل می‌کند. این یافته با مطالعات سفیتری و نورهارینی^۳ (۲۰۲۴) که نشان دادند یادگیری با کمیک استریپ‌های دیجیتال در مقایسه با روش‌های سنتی، اثربخشی بالایی در عملکرد دانش‌آموزان نشان داده است، کاملاً هم‌سو است. همچنین، ریوانتو و وولندری^۴ (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که استفاده از رسانه کمیک‌دیجیتال می‌تواند اثربخشی یادگیری در درس علوم در مقطع ابتدایی را افزایش دهد و تأثیر بسزایی بر فرایند یادگیری داشته باشد؛ به گونه‌ای که نتایج یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشد.

1. Anisa.
2. Nurchurifiani & Zulianti.
3. Safitri & Nurharini.
4. Riwanto & Wulandari.

۵. مشارکت فعال در فرایند یاددهی-یادگیری: کمیک استریپ‌های دیجیتال، دانش‌آموزان را به صورت فعال درگیر فرایند یادگیری می‌کنند. این درگیری فعال، در مقابل یادگیری منفعلانه در روش‌های سنتی، به پردازش عمیق‌تر اطلاعات و تثبیت بهتر آن‌ها در حافظه کمک می‌کند. مامولا^۱ (۲۰۱۹) نیز در تحقیقات خود نشان داده است که استفاده از کمیک‌ها به عنوان یک ماده آموزشی، مشارکت‌های مثبتی در فرایند یاددهی-یادگیری خواهد داشت.

علاوه بر پژوهش‌های ذکر شده، نتایج پژوهش‌های یولاچه^۲ و همکاران (۲۰۲۴)، وو^۳ (۲۰۲۴)، بوسی ریزی (۲۰۲۵)، یانتو و امه^۴ (۲۰۲۳)، فترا^۵ و همکاران (۲۰۲۳)، اکتاویانا^۶ (۲۰۲۲)، اکمالیا^۷ و همکاران (۲۰۲۱)، روسیدا^۸ (۲۰۱۹) نیز با نتایج پژوهش حاضر هم‌سوست و هم‌خوانی دارد. این شواهد متعدد و از منابع مختلف، استحکام و قابلیت تعمیم نتایج این تحقیق را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

فواید استفاده از ابزارهای آموزشی نوشتاری مانند کتاب‌ها و مجلات در آموزش برای همه آشکار است. با این حال، امروزه این ابزارها از تأمین نیاز به انتقال جذابیت، لذت و سودمندی علم بازمانده‌اند. اگرچه علم هنوز با ابزارهای آموزشی نوشتاری مبتنی بر مدل آموزشی سنتی تدریس می‌شود، اما در واقع می‌توان امکان استفاده از رسانه‌های آموزشی جدید را برای تشویق یادگیری دانش‌آموزان فراهم می‌کند.

1. Mamolo.
2. Yulaichah.
3. Wu.
4. Yanto & Umah.
5. Fatra.
6. Oktaviana.
7. Akmalia.
8. Rosyida.

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آموزش مفاهیم محیط‌زیست از طریق کمیک‌استریپ دیجیتال بر بار شناختی و یادگیری دانش‌آموزان دوره ابتدایی انجام گرفت. یافته‌های این مطالعه به وضوح نشان دادند که به کارگیری این رسانه آموزشی نوین، توانسته است بار شناختی بیرونی را در دانش‌آموزان گروه آزمایش، در مقایسه با گروه کنترل، به شکل قابل‌توجهی کاهش دهد و سطح یادگیری مفاهیم محیط‌زیست را ارتقا بخشد. این نتایج، مؤید پتانسیل بالای کمیک‌استریپ دیجیتال به عنوان ابزاری کارآمد در زمینه آموزش مفاهیم پیچیده و انتزاعی به کودکان است.

کاهش بار شناختی بیرونی، به این معناست که دانش‌آموزان توانسته‌اند با صرف انرژی ذهنی کمتر، اطلاعات را پردازش کرده و درک عمیق‌تری از مفاهیم محیط‌زیست به دست آورند. این امر، به طور مستقیم با طراحی جذاب و بصری کمیک استریپ‌های دیجیتال و روایت داستانی گیرا بودن این فرمت آموزشی مرتبط است. ارائه اطلاعات در قالب تصاویر و دیالوگ‌های کوتاه، فرایند یادگیری را برای دانش‌آموزان ابتدایی لذت‌بخش‌تر و قابل دسترس‌تر می‌سازد و از تحمیل فشار ذهنی ناشی از متون طولانی و پیچیده جلوگیری می‌کند.

علاوه بر این، ارتقاء سطح یادگیری مفاهیم محیط‌زیست نشان می‌دهد که کمیک استریپ‌های دیجیتال نه تنها به بهبود فرایند یادگیری کمک می‌کنند، بلکه به تثبیت دانش و افزایش توانایی دانش‌آموزان در به کارگیری آموخته‌ها نیز منجر می‌شوند. جذابیت بصری و روایی کمیک استریپ، حافظه دیداری و شنیداری دانش‌آموزان را تحریک کرده و به ماندگاری بیشتر اطلاعات در ذهن آن‌ها کمک می‌کند. این رویکرد آموزشی، با فعال‌سازی بخش‌های مختلف مغز، یادگیری را به تجربه‌ای جامع‌تر و مؤثرتر تبدیل می‌کند.

یافته‌های این پژوهش، نه تنها بر کارایی کمیک‌استریپ دیجیتال در بهبود فرایندهای یادگیری تأکید دارند، بلکه به طور ضمنی بر لزوم بازنگری در روش‌های سنتی آموزش مفاهیم پیچیده در مقطع ابتدایی دلالت می‌کنند. با توجه به چالش‌های پیش روی آموزش مفاهیم محیط‌زیست در سنین پایین و نیاز به روش‌های نوین و جذاب، نتایج این پژوهش اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. کمیک

استریپ‌های دیجیتال می‌توانند پلی میان محتوای آموزشی و دنیای سرگرمی کودکان ایجاد کرده و آنها را به مشارکت فعال در فرایند یادگیری تشویق کنند. این ابزار، با توجه به قابلیت دسترسی آسان و امکان شخصی‌سازی، پتانسیل زیادی برای گسترش در محیط‌های آموزشی رسمی و غیررسمی دارد. در نهایت، این مطالعه تأکید می‌کند که سرمایه‌گذاری بر توسعه و به‌کارگیری منابع و رسانه آموزشی نوین و خلاقانه مانند کمیک استریپ‌های دیجیتال، می‌تواند گامی مؤثر در جهت افزایش سواد محیط‌زیستی نسل‌های آینده و تربیت شهروندانی مسئولیت‌پذیر در قبال کره زمین باشد.

براساس یافته‌های پژوهش حاضر، استفاده از کمیک استریپ دیجیتال به‌عنوان یک رسانه آموزشی تعاملی، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود یادگیری مفاهیم محیط‌زیستی و کاهش بار شناختی دانش‌آموزان ایفا کند. با این حال، به منظور بهره‌برداری مؤثر از این شیوه آموزشی، لازم است چند نکته کاربردی و پیشنهادی موردتوجه قرار گیرد.

در گام نخست، پیشنهاد می‌شود بسترهای لازم برای آموزش سایر مفاهیم حوزه محیط‌زیست از طریق کمیک استریپ دیجیتال فراهم گردد تا این ابزار به‌عنوان روشی پایدار و خلاق در آموزش محیط‌زیستی تثبیت شود. همچنین ارتقای کیفیت فنی و محتوایی کمیک‌های دیجیتال آموزشی، از جمله در زمینه گرافیک، صدا، روایت و تعامل‌پذیری، می‌تواند در افزایش دانش، نگرش و رفتار زیست‌محیطی دانش‌آموزان نقش بسزایی داشته باشد. از سوی دیگر، لازم است مدیران مدارس و مسئولان آموزشی با تأمین زیرساخت‌های فناوری، تجهیزات دیجیتال و محیط‌های یادگیری مناسب، زمینه استفاده عملی از این رسانه را فراهم آورند.

با وجود مزایای یادشده، باید به چالش‌های اجرایی این رویکرد نیز توجه داشت. یکی از چالش‌های مهم، آموزش ناکافی معلمان در زمینه طراحی و به‌کارگیری ابزارهای چندرسانه‌ای است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود کارگاه‌های آموزشی برای دبیران و آموزگاران جهت آشنایی با شیوه‌های نوین تدریس، به‌ویژه استفاده از کمیک استریپ دیجیتال و رسانه‌های داستانی، برگزار گردد. همچنین، در نظر گرفتن جنبه‌های فرهنگی و فنی مدارس، از جمله سطح سواد دیجیتال دانش‌آموزان و دسترسی به امکانات فناورانه، از الزامات پیاده‌سازی موفق چنین برنامه‌هایی است.

علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود برنامه‌هایی خارج از چهارچوب رسمی درسی، با حضور والدین و دانش‌آموزان، برای ترویج رفتارهای مسئولانه در قبال محیط‌زیست برگزار شود. استفاده از کمیک‌استریپ دیجیتال در این برنامه‌ها می‌تواند به تقویت پیوند میان خانواده، مدرسه و موضوعات زیست‌محیطی کمک کند. همچنین، ادغام این رسانه در آموزش رسمی دروس علوم تجربی یا سایر دروس مرتبط، به‌ویژه در قالب فعالیت‌های گروهی و گفت‌وگومحور، می‌تواند موجب افزایش مشارکت فعال و یادگیری معنادار دانش‌آموزان شود.

از منظر پژوهشی، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر کمیک‌استریپ دیجیتال بر سایر متغیرهای روان‌شناختی بپردازند. همچنین مقایسه اثربخشی این روش با سایر روش‌های نوین آموزشی همچون یادگیری پروژه‌محور، ایفای نقش و اکتشافی می‌تواند به درک عمیق‌تر کارایی این رویکرد کمک کند.

با این حال، نتایج پژوهش حاضر باید در چهارچوب محدودیت‌های موجود تفسیر شود. مطالعه حاضر بر روی دانش‌آموزان دختر پایه چهارم شهر اراک انجام شد و به همین دلیل، قابلیت تعمیم نتایج به کل دانش‌آموزان ابتدایی کشور محدود است. همچنین، پژوهش تنها در درس علوم و در قالب ده جلسه آموزشی اجرا گردید و بخش محدودی از مفاهیم محیط‌زیستی را پوشش داد. از منظر روش‌شناختی، استفاده از نمونه‌گیری در دسترس و اجرای پژوهش در یک محیط آموزشی خاص، تعمیم نتایج را با احتیاط همراه می‌کند.

از سوی دیگر، محدودیت‌های فنی و فرهنگی نیز بر فرایند اجرا تأثیر داشته‌اند؛ از جمله دسترسی محدود به تجهیزات دیجیتال در برخی مدارس، آشنایی ناکافی معلمان با فناوری‌های آموزشی، و مقاومت احتمالی در برابر استفاده از رسانه‌های نو در فرایند یاددهی-یادگیری. همچنین پاسخ‌دهی مکرر دانش‌آموزان به پرسش‌نامه‌ها (در پیش‌آزمون و پس‌آزمون) ممکن است تحت تأثیر عواملی مانند خستگی، اثر تمرین یا کاهش انگیزه قرار گرفته باشد.

با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها، می‌توان گفت یافته‌های این پژوهش گامی مقدماتی برای گسترش کاربرد رسانه‌های داستانی دیجیتال در آموزش

محیط‌زیست به شمار می‌رود. در صورت رفع موانع فنی و آموزشی و طراحی محتوای تعاملی‌تر، این شیوه می‌تواند به عنوان رویکردی کارآمد در توسعه سواد و نگرش زیست‌محیطی نسل آینده مورد استفاده قرار گیرد.

مشارکت نویسندگان:

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم یاسمن سیفی مصلح آبادی با عنوان اثربخشی آموزش مفاهیم محیط‌زیست مبتنی بر کمیک‌استریپ دیجیتال بر بار شناختی، نگرش زیست‌محیطی و یادگیری دانش آموزان دانشگاه اراک با راهنمایی دکتر رحیم مرادی و دکتر بهمن یاسبلاغی است.

تشکر و قدردانی:

از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند- خصوصاً دانش‌آموزان عزیز و کادر محترم مدرسه امام خمینی(ره) شهر اراک که با دقت و حوصله، صمیمانه و دلسوزانه همکاری لازم را مبذول داشتند- تشکر و قدردانی می‌کنیم.

فهرست منابع

پای‌وندی، نفیسه (۱۴۰۱). تأثیر آموزش مفاهیم محیط‌زیست با استفاده از قصه‌گویی مبتنی بر جاندارپنداری بر دانش و نگرش زیست‌محیطی کودکان، پایان‌نامه ارشد، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک.

پورسجادی، فاطمه؛ و سوزنگر، سروش (۱۴۰۲). «اثربخشی آموزش فلسفه توسط رسانه کمیک‌استریپ بر کیفیت ذهن آگاهی دانش‌آموزان پایه پنجم»، فصلنامه فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، ۱۴(۲)، ۱۰۱-۱۳۳.

ر زبان، **سمیه؛** باقری، محسن؛ و تلخابی، یحیی (۱۳۹۷). «تأثیر داستان‌گویی از طریق چندرسانه‌ای آموزشی بر پیشرفت تحصیلی و نگرش به درس علوم در دانش‌آموزان ابتدایی»، فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، ۸(۳)، ۵-۱۹.

تأثیر آموزش مفاهیم محیط زیست با رسانه کمیک استریپ دیجیتال

زارعی زوارکی، اسماعیل؛ و مرادی، رحیم (۱۳۹۳). *اختلالات طیف اوتیسم: مفاهیم، نظریه‌ها و راهبردهای آموزشی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات*. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.

سالاری، مصطفی؛ امیرتیموری، محمد حسن؛ و زارعی زوارکی، اسماعیل (۱۳۹۵). «تأثیر الگوی طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای بر میزان بار شناختی بیرونی و مهارت حل مسئله در درس فیزیک»، *اندیشه‌های نوین تربیتی*، ۱۲(۱)، ۱۱۷-۱۴۲.

سیزهای، محمدتقی؛ قلی‌پور، سیاووش؛ و آدینه‌وند، معصومه (۱۳۹۵). «بررسی رابطه بین آگاهی، نگرش و رفتار حامی محیط‌زیست دانشجویان دختر دانشگاه قم»، *آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار*، ۴(۴)، ۵-۱۶.

سوزنگر، سروش (۱۴۰۲). *تأثیر آموزش بهداشت فردی توسط رسانه کمیک‌استریپ بر مهارت‌های اجتماعی دانش‌آموزان*. پایان‌نامه ارشد، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک.

صالحی، وحید؛ مرادی مخلص، حسین؛ قاسم‌تبار، سیدعبدالله؛ و قراباغی، حسن (۱۳۹۶). «بررسی اثر پیش‌آموزی بر بار شناختی درونی، یادگیری و بهره‌وری آموزشی دانشجویان پرستاری»، *پژوهش در آموزش علوم پزشکی*، ۹(۳)، ۳۸-۴۶.

فولادی فاطمه (۱۴۰۰). «نقش دروس ابتدایی در حفظ محیط‌زیست و اهمیت آموزش‌های مناسب در این زمینه»، *پژوهشنامه اورمزد*، ۵۴(۲)، ۳۲۵-۳۴۵.

مرادی، رحیم؛ و آزاد، نسا (۱۴۰۳). *تأثیر راهبرد کمیک‌استریپ دیجیتال بر رشد مهارت‌های سواد شکوفایی دانش‌آموزان پایه اول ابتدایی*. پایان‌نامه ارشد، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده تعلیم و تربیت اسلامی، دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات.

مرزبان، آمنه؛ برزگران، مهران؛ حمایت‌خواه جهرمی، مجتبی؛ اباسی، مریم؛ دلاوری، سمانه؛ سیزهای، محمدتقی؛ و رحمانیان، وحید (۱۳۹۸). «ارزیابی سطح

آگاهی و رفتارهای زیست‌محیطی شهروندان (مورد مطالعه: جمعیت شهری یزد)، «سلامت و محیط‌زیست»، ۱۲(۱)، ۱۷-۳۰.

مظلومیان، سعید؛ و ایران‌پور، مهدی (۱۴۰۰). «کیفیت آموزش‌های زیست‌محیطی در مدارس»، دومین همایش ملی مدرسه آینده، برگرفته از: <https://civilica.com/doc/1404328/>

معتدنی‌نیا، فروغ (۱۳۹۵). بررسی قابلیت‌های رسانه کمیک استریپ در انتقال آموزه‌های فرهنگی داستان‌های کهن فارسی به کودکان ۱۰-۱۲ سال با تأکید بر داستان‌های هفت‌پیکر نظامی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنرهای تجسمی، دانشگاه هنر اصفهان.

منصوری، معصومه؛ آخشیک، سمیه‌سادات؛ و عرب‌زاده، مهدی (۱۳۹۹). «فرهنگ عامه در قاب تصویر: واکاوی تأثیر کتاب‌های کمیک (پینما) ضرب‌المثل بر انگیزش تحصیلی و خودکارآمدی خواندن»، کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۲۳(۴)، ۲۹-۴۷.

نیکوکار، اعظم (۱۴۰۱). «نقش آموزش در حفاظت از محیط‌زیست»، فصلنامه آموزش و پرورش متعالی، ۲(۴)، ۴۲-۵۲.

Abasa, Z., Hamdani, Z., & Husain, B. (2022). The student's responses to the use of comic strips as a learning media. *Journal of English Education and Linguistics*, 3 (1), 95-101.

Akmalia, R., Fajriana, F., Rohantizani, R., Nufus, H., & Wulandari, W. (2021). Development of powtoon animation learning media in improving understanding of mathematical concept. *Malikussaleh Journal of Mathematics Learning (MJML)*, 4 (2), 105-116.

Anisa, R. F., Sujana, A., & Julia, J. (2023). Pengaruh Komik Digital dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Daya Berpikir Kritis

Siswa Sekolah Dasar. *Muallimuna: Jurnal Madrasah Ibtidaiyah*, 9 (1), 121-135.

Apostolou, D., & Linardatos, G. (2023). Cognitive load approach to digital comics creation: A student-centered learning case. *Applied Sciences*, 13 (13), 7896.

Arief, Z. A., Mujahidin, E., & Hartono, R. H. (2022). The Effect of Digital Comic Media on East Asian Students' English Language Learning Outcomes. *International Journal of Society, Culture & Language*, 10 (3), 117-124.

Astuti, T. M. P., Kismini, E., & Prasetyo, K. B. (2014). The socialization model of national character education for students in elementary school through comic. *KOMUNITAS: International Journal of Indonesian Society and Culture*, 6 (2), 260-270.

Busi Rizzi, G. (2025). All click and no play? Game comics, comic games, and user agency. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 31 (1-2), 126-145.

Chirkova, E., Chernovets, E., & Zorina, E. (2019). Visualization method of educational information of the English language grammar communicative teaching in a non-linguistic university. In *EDULEARN19 Proceedings* (pp. 609-613). IATED.

D'Orto, E., & Tasquier, G. (2025). Narrativity and climate change education: Design of an operative approach. *Sustainability*, 17(4), 1587.

Darejeh, A., Mashayekh, S., & Marcus, N. (2022). Cognitive-based methods to facilitate learning of software applications via E-learning systems. *Cogent Education*, 9 (1), 2082085.

Fatra, M., Darmayanti, R., & Dhakal, A. (2023). A study that uses Card based learning media to help students' mathematical literacy. *Delta-Phi: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1 (2), 91-98.

Häggström, M. (2025). Narrative Approaches within Arts-based Environmental Education: Theoretical and Practical Applications for Alternative Futures. Taylor & Francis.

KARAGÖZ, B. (2018). Applicability to the Strategies of Determining and Interpreting Interdisciplinary Content of Educational Comic Novels: The Case of Adam Olmuş Çocuklar and Kahraman Kadınlarımız Series. *Erzincan University Journal of Education Faculty/ Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (3).

Kirchoff, J. S., & Cook, M. P. (Eds.). (2019). *Perspectives on Digital Comics: Theoretical, Critical and Pedagogical Essays*. McFarland.

Kobayashi, H. (2011, October). Mineralogy of Silicate Dust Particles for Comet 17P/Holmes by Subaru/COMICS. In EPSC-DPS Joint Meeting 2011 (Vol. 2011, p. 403).

Krieglstein, F., Beege, M., Rey, G. D., Ginns, P., Krell, M., & Schneider, S. (2022). A systematic meta-analysis of the reliability and validity of subjective cognitive load questionnaires in experimental multimedia learning research. *Educational Psychology Review*, 34 (4), 2485-2541.

Kurniawan, C., Kusumaningrum, S. R., Lam, K. F. T., & Surahman, E. (2022). Improving Language teaching and learning process with dual coding theory approaches. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 7 (8), 281.

Kusumawati, D., & Rachmawati, Y. (2017, November). Optimizing Storytelling through Dual Coding Theory. In *3rd International Conference on Early Childhood Education (ICECE 2016)* (pp. 131-135). Atlantis Press.

Liu, J., & Zhang, X. (2024). Enhancing environmental awareness through digital tools in environmental education in China. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 9 (28), 123-129.

Lubis, L. H., Febriani, B., Yana, R. F., Azhar, A., & Darajat, M. (2023). The use of learning media and its effect on improving the quality of student learning outcomes. *International Journal Of Education, Social Studies, And Management (IJESSM)*, 3 (2), 7-14.

Lubis, Y. W., & Ritonga, A. A. (2023). Mobilization school program: Implementation of Islamic religious education teacher preparation in elementary schools. *MOBILIZATION SCHOOL PROGRAM: IMPLEMENTATION OF ISLAMIC RELIGIOUS EDUCATION TEACHER PREPARATION IN ELEMENTARY SCHOOLS*.

Mamolo, L. A. (2019). Development of digital interactive math comics (DIMaC) for senior high school students in general mathematics. *Cogent Education*, 6 (1), 1689639.

Marianna. M. Stefos. E. (2012). Environmental education through comics and internet applications. A case study in high school. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 13(3):2013-2019.

Mason, A. M., & Triplett, J. R. (2016). Controlling environmental Crisis messages in uncontrollable media environments: the 2011 case of blue-green Algae on Grand Lake O'the Cherokees, OK. *Communicating Climate-Change and Natural Hazard Risk and Cultivating Resilience: Case Studies for a Multi-disciplinary Approach*, 189-204.

Mayer, R. E. (2010). Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics. *Learning and instruction*, 20 (2), 167-171.

Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 36 (1), 8.

Mayer, R. E. (Ed.). (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university press.

Mutlu-Bayraktar, D., Cosgun, V., & Altan, T. (2019). Cognitive load in multimedia learning environments: A systematic review. *Computers & Education*, 141, 103618.

Nandasari, P. A., & Mufti, A. Y. (2024). Meta analisis efektivitas penggunaan media komik digital di sekolah dasar. *Khazanah Pendidikan*, 18 (1), 103-109.

Nurchurifiani, E., & Zulianti, H. (2021). Use of problem-based digital comics in the era of disruption as an increasing effort crit-

ical thinking skills and learning achievement. *Journal Corner of Education, Linguistics, and Literature*, 1 (1), 1-7.

Oktaviana, V., Noor, R., & Muhfahroyin, M. (2022). Pengembangan Komik Biologi Berbasis Android sebagai Media Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian Lppm Um Metro*, 7 (1), 66-74.

Paas, F., & Sweller, J. (2014). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning (2nd ed., pp. 27-42)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.4>.

Paivio, A. (1983). Strategies in language learning. In *Cognitive strategy research: Educational applications* (pp. 189-210). New York, NY: Springer New York.

Paridah, A. N., Hanifah, N., & Sunaengsih, C. (2024). Development of E-Comics" Keragaman Budaya" to Increase Interest and Learning Outcomes in Social Sciences in Elementary. *Journal of Education Research*, 5 (1), 513-524.

Putri, I. A. M. U., & Wibawa, I. M. C. (2023). E-Comic Oriented to Environmental Care Character Education with Natural Science Content. *Jurnal Edutech Undiksha*, 11(2), 378-385.

Refat, N., & Kassim, H. (2018). Impact of extraneous cognitive load on multimedia-based grammar learning. *Advanced Science Letters*, 24 (10), 7790-7794.

Riandi, Mardiyah, D.A., & Surakusumah, W. (2016). Building Understanding and Awareness of Environmental Pollution through Comic. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(2), 198-204.

Riwanto, M. A., & Wulandari, M. P. (2019). Efektivitas Penggunaan Media Komik Digital (Cartoon Story Maker) dalam pembelajaran Tema Selalu Berhemat Energ. *JURNAL PANCAR (Pendidik Anak Cerdas dan Pintar)*, 2 (1).

Rosyida, A. (2019). Pengembangan Media Komik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama*, 11(1), 47-63.

Safitri, I., & Nurharini, A. (2024). Differentiated Learning Assisted by Digital STRIP Comic Media Improves Elementary School Student Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 57(2), 237-348.

Sanjaya, P. P., & Aminatun, D. (2024). Digital Comics: Integrating CALL in Enhancing Students' Reading Skill at the High School Level. *JIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7 (7), 6357-6363.

Sayilgan, Ö. (2023). Exploring Interactivity in Digital Comics: A Multifaceted Analysis of Sequential Storytelling. *Interactive Film & Media Journal*, 3 (1), 97-105.

Senturk, M., & Cicek Senturk, O. (2023). The Social Studies and Science Pre-Service Teachers' Experiences of Creative Comics for Environmental Education. *International Journal of Research in Education and Science*, 9 (1), 109-123.

Sentürk, M., & Simsek, U. (2021). Educational comics and educational cartoons as teaching material in the social studies course. *African Educational Research Journal*, 9(2), 515-525.

Sigit, S. D. L., Arif, Z., Ariyanto, A., & Saputro, A. D. (2024). Comic strip media as an innovative media for adab learning. *Journal of Educational Technology and Instruction*, 3 (1), 79-87.

Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding cognitive load in digital and online learning: A new perspective on extraneous cognitive load. *Educational psychology review*, 34 (1), 171-196.

Solehuddin, L., & Wulandari, M. D. (2023). The Effectiveness Of Padepokan Character E-Comic Media As An Effort To Improve Understanding Of Character Education In Elementary School Students. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 37 (1), 29-37.

Stanislaw, P. (2022). A practical new 21st century learning theory for significantly improving STEM learning outcomes at all educational levels. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, 18 (2).

Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational psychology review*, 22, 123-138.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational psychology review*, 31, 261-292.

Wu, S. (2024). Application of multimedia technology to innovative vocational education on learning satisfaction in China. *Plos one*, 19 (2), e0298861.

Yanto, E. S., & Umah, S. (2023). Vocational Students' Engagement in Digital Comic Strip Assisted Reading Comprehension. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9 (2), 133-152.

Yulaichah, S., Mariana, N., & Wiryanto, W. (2024). The Use of E-Comics Based on A Realistic Mathematical Approach to Improve Critical and Creative Thinking Skills of Elementary School Students. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 5 (1), 90-105.