نقش تکنولوژی در یادگیری ریاضی

الهه امینی فر[۱] ، بهرام صالح صدق پور[۲] و فاطمه ولی نژاد ترکمانی[۳]

چکیده: به منظور بررسی تاثیر تکنولوژی در یادگیری ریاضی از دو کلاس دانش آموزان دختر دوره پیش- دانشگاهی ریاضی و فیزیک شهر ترکمنچای، یک کلاس به عنوان گروه آزمایش و کلاس دیگر به عنوان کنترل انتخاب شدند. مبحث گراف کتاب ریاضیات گسسته به گروه آزمایش با استفاده از نرم افزار آموزشی نیوگراف که نوعی نرم افزار تعاملی پویا است، و به گروه کنترل بدون استفاده از این نرم افزار تدریس شد. در آغاز دوره آموزشی پیش آزمون و در پایان دوره پس آزمونی از هر دو گروه گرفته شد. نتایج استفاده از تحلیل کوواریانس یکطرفه نشان داد که در سطح معناداری $p<۰/۰۵$ نمرات گروه آزمایش بهتر از گروه کنترل است. این پژوهش همچنین در صدد پاسخگویی به سؤالات زیر می باشد: در تدریس ریاضیات آیا کل آموزش باید با استفاده از تکنولوژی باشد، یا تکنولوژی با سایر روش های آموزشی تلفیق شود؟، چه راهکارهایی می توان درصورت عدم تکنولوژی برای تدریس بکار برد؟

کلمات کلیدی: تکنولوژی، نرم‌افزارهای آموزشی، یادگیری ریاضی

۱- مقدمه

در آموزش ریاضی از تکنولوژی‌های متفاوتی در طول تاریخ استفاده شده‌است. اکثر تحقیقاتی که درباره نقش تکنولوژی در آموزش ریاضی صورت گرفته است، اغلب به بیان مزایای کلی از تکنولوژی پرداخته‌اند. در این مقاله برخی مزایای تلفیق تکنولوژی در آموزش ریاضی و بالاخص دو مزیت مهم تجسم و بازخورد ارائه شده در هنگام استفاد از کامپیوتر بررسی می‌شود. برخی الگوهایی که در تدریس بدون استفاده از تکنولوژی، با توجه به مزایای تلفیق تکنولوژی می‌توان اقتباس نمود، با توجه به نتایج حاصل از تحلیل کمّی و کیفی تحقیق حاضر، بیان خواهد شد.

درباره استفاده همه جانبه و کاربردهای جدید و متنوع تکنولوژی در آموزش ریاضیات کیمینس[۱] نقش تکنولوژی را به عنوان یک پشتیبان در رشد مهارت‌ها و مفاهیم ریاضی، به عنوان کمکی در حـل مسأله، در پرورش استدلال ریاضی، و برای ارتباطات ریاضی بیان کرده است [۱]. هم‌چنین امینی‌فر در ارتباط با کاربردهای متنوعی از تکنولوژی زمینه‌هایی را که تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات[۲] می‌تواند به آموزش ریاضیات کمک نماید، به صورت فراهم-کننده بازخورد سریع برای دانش‌آموزان و ابزاری برای نمایش‌های تجسمی دقیق و سریع از اشکال ریاضی بیان کرده و آن را به عنوان ابزاری برای شاگردان به منظور دست-ورزی با اشکال ریاضی و فرصتی برای نمایش تأثیرات این اشکال بیان نموده است. وی در ادامه تکنولوژی آموزشی را به عنوان کمک به محاسبات مسائلی که نمی‌توانند به صورت دستی انجام شوند، و هدف اصلی آن‌ها تمرین مهارت‌های محاسباتی نیست، معرفی کرده است [۲].

اگر چه ابعاد مختلف تأثیر تکنولوژی به طور مکرر مورد تأکید قرار گرفته است، ولی معلم باید نقش هادی و حامی در استفاده مناسب از تکنولوژی توسط دانش‌آموزان را داشته باشد.

به‌کارگیری تکنولوژی در کلاس ریاضی برای انجام ریاضیات نباید منجر به سردرگم شدن و محدود شدن به ویژگی‌های فنی شود. دانش‌آموز باید ابزار را به عنوان تسهیل کننده خلق اشیای ریاضی، امکان دادن برای فعالیت‌های ریاضی

تاریخ دریافت مقاله ۸۹/۰۶/۱۷ ، تاریخ تصویب نهایی ۸۹/۱۱/۰۴

[۱] **استادیار**، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:
elaheaminifar@srttu.edu

[۲] **استادیار**، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

[۳] **دانشجوی کارشناس ارشد**، آموزش ریاضی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

روی آن اشیا و فراهم کننده دلیل واضحی از پیامد آن اعمال مورد استفاده قرار دهد [۳].
از مهم‌ترین مزایای مطرح شده در استفاده از کامپیوتر در آموزش ریاضی، بازنمایی چندگانه و بازخورد ارائه شده توسط کامپیوتر است.

بازنمایی‌های چندگانه و تجسم با استفاده از کامپیوتر:
نقش تکنولوژی در آموزش ریاضی و بازنمای‌های چندگانه و تجسم ایجاد شده به کمک کامپیوتر مورد توجه محققان مختلفی قرار گرفته است. ولی‌نژاد و همکاران اهمیت تجسم در آموزش ریاضیات را مورد تأکید قرار دادهاند. آن‌ها با بیان این‌که: یک تصویر ارزشمندتر از هزار کلمه است، نقش آموزش مبتنی بر تجسم را در آموزش دقیق و سریع و صریح مفاهیم مورد نظر بر می‌شمارند [۴].
موضوعات ریاضیاتی تعاملی به صورت ابزارهای شناختی می‌تواند تکالیف را از طریق برعهده گرفتن برخی از عناصر کم اهمیت‌تر تکلیف کاهش دهد؛ بنابراین تفکر مرتبه بالاتر و امتحان فرضیه‌ها را تقویت نماید و درجه بالایی از دقت شناختی و ریاضیاتی را، که هنگام ایجاد بازنمایی‌ها توسط تکنولوژی ایجاد می‌شود، به وجود آورد [۳].
بازنمایی‌ها و ارائه‌های چندگانه موضوعات ریاضی، می‌تواند پیوند و اتصالات میان مفاهیم مختلف ریاضی را محکم‌تر نموده و یادگیری عمیق‌تری در دانش‌آموزان ایجاد نماید.
سرپیل[۳] و همکاران تجسم را به صورت عملی که در آن فرد اتصال و پیوند دوسویه میان یک ساختار درونی و برخی عوامل بیرونی برقرار می‌سازد، تعریف می‌کنند. یک عمل تجسم شامل هر ساخت ذهنی از شیء یا فرایندهایی است که فرد با شیء یا وقایع درک شده به وسیله یک منبع بیرونی مرتبط می‌سازد. بر همین سیاق، تجسم می‌تواند شامل ساخت، بر پایه برخی واسطه‌های بیرونی از قبیل نوشته‌ای از اشیا یا وقایع باشد. همین طور، عمل تجسم، ترجمه و انتقال از بیرون به ذهن است. تجسم روش چاره ساز و منبع نیرومندی برای دانش‌آموزان در انجام ریاضیات است. روشی مافوق روش‌های مختلف تفکر در ریاضیات که از تفکر منطق گزاره‌ای و زبان شناختی از دست‌ورزی نمادی و سنتی از جبر قدیمی نتیجه می‌شود. رویکرد استفاده از تجسم دانش‌آموزان را آماده می‌کند تا مباحث ریاضیات را، که مجموعه‌ای از ساختارها و مفاهیم مجرد از دیدگاه‌های مختلف می‌باشد مورد بررسی قرار دهد [۵].
تجسم، فرایند نمایش نموداری یا تصویری حقایق، دستورالعمل‌ها، فرایندها، داده‌ها، ساختارهای سازمانی، مکان‌ها، تسلسل‌ها، تعمیم‌ها، نظریه‌ها، احساسات و نگرش‌ها است. دامنه روش‌های تجسم از فراهم نمودن تأکید نموداری در متن از طریق پررنگ کردن تا ایجاد نمودار کامل و نمایش‌های غیرشفاهی، در نوسان است [۶].
می‌توان گفت به عنوان مثال تجسم‌های علمی در کلاس‌های درس، ارائه اطلاعات به روشی جدید برای تسریع ادراک دانش‌آموزان می‌باشد. این تجسم‌ها ممکن است شامل شبیه‌سازی یک قانون علمی، گروه‌بندی جدیدی از اطلاعات که عناصر تبیین علمی را روشن‌تر می‌سازد، یا روشی بدیع از سازمان‌دهی داده‌ها (به عنوان مثال، استفاده از رنگ‌ها به عنوان شاخص حرارت) باشد. تجسم‌ها راهنماهای نمادی نظیر رنگ، نشانه و صدا را برای کمک به تشخیص دانش-آموزان در عناصر برای ادراک نتایج ناشی از آن، مورد استفاده قرار می‌دهند. هم‌چنین اعمال مشابه با واقعیت، مثل شبیه سازی که در برخی موارد برای امتحان فرضیه ها و حل می‌توان از آن استفاده کرد، مفید است [۷].
تجسم، باعث می‌شود حتی با نگاهی کوتاه به وقایع مختلف، برداشتی از آن‌ها داشته باشیم [۸]. مفهوم یک تجسم ممکن است از مشاهده مربوطه متفاوت باشد؛ به‌عنوان مثال هنگامی است که معلم دایره‌ای را با ترسیم ناکامل آن روی تابلو نشان می‌دهد، تصویر روی تابلو دایره نیست؛ چرا که دایره به طور کامل ترسیم نشده است. البته برای فردی که می‌داند دایره مجموعه‌ای از نقاط در صفحه است که از نقطه مرکزی به یک فاصله هستند، تصویر روی تابلو برای درک اینکه معلم درباره "دایره ریاضیاتی" صحبت می‌کند کافی است. با این وجود، برای دانش‌آموزی که هرگز قبلا از مفهوم دایره اطلاعی ندارد، شکل روی تابلو ممکن است معناهای دیگری داشته باشد؛ بنابراین، تصورات دیداری به طور حتم می‌توانند برای قانع کردن خود فرد از درستی یک عبارت در ریاضیات کافی باشند، مشروط به آن‌که فرد دانش کافی از آن‌چه که آن‌ها نشان می‌دهند را داشته باشد [۹].
مزایایی که برای استفاده از تجسم و بازنمایی چندگانه در آموزش ریاضی مطرح شده است، به کمک کامپیوتر بهتر

تحقق خواهد یافت. در برخی موارد و موضوعات ریاضی حتی می‌توان گفت که بدون استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزارهای آموزشی، تجسم و شهود غیرممکن است. کامپیوتر ابزاری اصلی برای تحقیق و کاربرد ریاضیات است. نرم‌افزارهای کامپیوتری می‌توانند تجسم اشیا ریاضی را به سادگی فراهم سازند. اگر چنین تجسم و نمایشی موجود نباشد یادگیری به مراتب مشکل‌تر می‌شود [۱۰].
مطالب فوق اهمیت تجسم و تصور ذهنی ایجاد شده به کمک کامپیوتر را مورد تأکید قرار می‌دهد.

بازخورد ارائه شده توسط کامپیوتر: بازخورد ایجاد شده توسط کامپیوتر و تعامل و دست ورزی دانش‌آموزان با موضوعات ریاضی در کامپیوتر تأثیر زیادی در یادگیری دانش‌آموزان دارد. بازخورد عکس العملی به رفتار یادگیری دانش‌آموز است، و شامل عکس العمل شفاهی و غیر شفاهی، از قبیل تذکر دادن، جلب توجه کردن و پیشنهاد دادن مراحل بعدی است [۱].

کامپیوتر برای بسط توانایی ذهن انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد. کامپیوترها انعطاف پذیر بوده و متناسب با سرعت و توان یادگیرنده به او بازخورد می‌دهند، هم‌چنین قادر به اجرای روش‌های تدریس ماهرانه‌ای هستند که توسط ذهن انسانی ارائه شده است؛ مثلا از طریق بازخورد به خطاهای یادگیرنده موجب یادگیری او می‌شوند. نرم‌افزار کامپیوتری ایده‌های آموزشگران مختلف را برای یادگیرندگان گوناگون ارائه می‌کند. کامپیوترها می‌توانند سایر ابزار کمک آموزشی را نیز گسترش دهند [۱۲]. می‌توان گفت بازخورد ارائه شده به دانش‌آموز به منظور آگاهی از خطاهای وی در حل مسأله، موجب می‌شود دانش نادرستی که دانش‌آموز در ذهن خود دارد تصحیح شود. دانش‌آموزان اطلاعات درست و یا نادرستی را که برای حل مسأله به کار می‌برند به صورت دانش در ذهن خود ذخیره دارند [۱۳]. به نظر می‌رسد پالایش ذهن دانش‌آموز از دانش‌ها و باورهای نادرست از طریق بازخوردهای به موقع و صحیح، روش مناسبی برای دانش‌آموزان موفق و خلاق در آموزش ریاضی است. نوع بازخورد و تعامل دانش‌آموزان نیز اهمیت دارد. اگر چه دریافت بازخورد از سوی همسالان و یا معلم نیز می‌تواند مؤثر باشد، ولی ویژگی تعامل محیط‌های یادگیری بر اساس کامپیوتر، خودآگاهی دانش‌آموزان درباره بدفهمی‌ها، و خلأ در دانش میان یادگیرندگان همسال و نیز تصحیح دانش قبلی آنها را تسهیل می‌نماید [۱۴]. دسته‌بندی انواع بازخوردهای ارائه شده توسط کامپیوتر به صورت زیر است:

- آگاهی از نتیجه[۴] به معنای بازخوردی که بیان می‌کند آیا یک راه حل درست است، یا خیر؟ برای دانش‌آموزان قوی آگاهی از نتیجه ممکن، حداقل بازخورد است.
- آگاهی از نتیجه درست[۵] که راه حل درست را ارائه می‌دهد. این روش برای دانش‌آموزانی با دانش قبلی اندک، توانایی کم، اشتباهات زیاد، و اهداف یادگیری نسبتا ساده، پیشنهاد می‌شود.
- تمرین تا یافتن جواب صحیح[۶] از دانش‌آموزان می‌خواهد تا آن‌قدر سعی کنند تا جواب درست را به‌دست آورند. این روش برای دانش‌آموزان با توانایی کافی برای حل تمرین و برای کارهای پیچیده ارزشمند شناخته شده است.
- همکاری‌های مبتنی بر دستورالعمل[۷] شامل تفسیری از راه‌حل صحیح، تصحیح خطاها (موضعی)، یا بیان راهنمایی اصلی می‌باشد [۱۱].

محیط تکنولوژی به طور هدفمند طراحی شده است که تعامل، آزمایش، مشاهده مجدد، تصحیح، و اجرا را رشد دهد. فرضیه‌ها اجزای فعالی هستند که برای ساختن روابط و تقویت استدلال مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ بنابراین، ضروری است تکنولوژی آموزشی مناسب مطابق با اصول آموزشی درست را به کار گیریم [۳].
هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر تکنولوژی در یادگیری ریاضی برای تبیین چگونگی استفاده از آن است. رایج‌ترین نوع تکنولوژی مورد استفاده در یادگیری ریاضی، نرم-افزارهای آموزشی هستند؛ بنابراین در این تحقیق نرم‌افزار آموزشی نیوگراف[۸] که نوعی نرم‌افزار تعاملی پویا است به عنوان ابزار تکنولوژیکی مورد استفاده قرار گرفته است. مبحث گراف کتاب ریاضیات گسسته دوره پیش دانشگاهی (که تحقیقات کمتری در زمینه نقش تکنولوژی نرم‌افزارهای آموزشی در این درس، نسبت به سایر شاخه‌های ریاضیات صورت گرفته است) نیز به عنوان مبحثی از ریاضیات تدریس شد. فرضیه اصلی و سؤالات این تحقیق به صورت زیر است:

فرضیه: استفاده از نرم‌افزار آموزشی نیوگراف بر درک مفهومی دانش‌آموزان تأثیر دارد.

سؤال ۱: چه توصیه هایی می‌توان برای تدریس بدون نرم‌افزار آموزشی با استناد به این تحقیق ارائه نمود؟

سؤال ۲: در تدریس تئوری گراف با استفاده از نرم‌افزار آموزشی نیوگراف آیا کل آموزش باید با استفاده از نرم‌افزار آموزشی باشد یا تلفیق سایر روش‌های آموزشی نیز ضرورت دارد؟

۲- روش شناسی پژوهش

روش و طرح تحقیق: از جامعه آماری دانش‌آموزان دوره پیش دانشگاهی شهر ترکمن‌چای یک کلاس به عنوان گروه آزمایش و کلاس دیگر به عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. در این پژوهش از روش نمونه گیری در دسترس استفاده شده است. متغیر مستقل نیز استفاده از نرم‌افزار آموزشی است که روی گروه آزمایش اعمال شده است. طرح پژوهش، طرح پیش آزمون- پس آزمون با گروه کنترل می‌باشد (طرح گروه کنترل نابرابر) [۱۵].

در این تحقیق از روش کیفی و کمّی استفاده شده است. روش کیفی شامل مصاحبه، پرسشنامه‌های بازپاسخ، مشاهدات کلاسی، بررسی ژورنال‌های دانش‌آموزان، بررسی تطبیقی رئوس مطالب مبحث تئوری گراف کتاب ریاضیات گسسته با مباحث مطرح شده در باره این موضوع در کتاب اصول و استانداردهای ریاضیات مدرسه‌ای می‌باشد.

روش کمّی، تحلیل کوواریانس نتایج عددی حاصل از محاسبه میانگین نمرات کتبی سه امتحان هندسه (۲)، جبر و احتمال و حسابان سال سوم دبیرستان را که به صورت هماهنگ کشوری در سال سوم دبیرستان برگزار می‌شود، نشان می‌دهد. نمرات پیش آزمون مربوط به مباحث تئوری گراف است که سؤالات آن از مقطع راهنمایی و دبیرستان انتخاب شده است، و نمرات پس‌آزمون، پس از اجرای دوره آموزشی، از مطالب تدریس شده از هر دو گروه اخذ شده است.

آزمون های محقق (معلم) ساخته شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد. روایی محتوایی آزمون‌ها توسط چند دبیر ریاضی و کارشناس مورد تأیید قرار گرفت. برای بررسی پایایی سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون، این آزمون‌ها در یک کلاس غیر از گروه کنترل و آزمایش به فاصله زمانی ۲۰ روز اجرا شد. ضریب پایایی آن‌ها با استفاده از آلفای کرونباخ برای پیش‌آزمون ۰/۹۱ و برای پس‌آزمون ۰/۹۳ می‌باشد.

اجرا: هر دو گروه طی چهار هفته و هر هفته دو جلسه مبحث گراف را آموزش دیدند. مبحث گراف کتاب ریاضیات گسسته دوره پیش دانشگاهی شامل مفاهیمی مانند تعریف، مرتبه، اندازه و درجه گراف، گراف‌های منتظم، کامل و تهی، مسیر گراف و دور گراف، گراف همبند، گراف‌های اویلری و همیلتنی، درخت و ماتریس و قضایایی از قبیل «مجموع درجات رئوس زوج است»، «تعداد رئوس فرد زوج است»، «بین هر دو راس درخت دقیقاً یک مسیر وجود دارد» و سایر قضایا و تعاریف مختلف می‌باشد. در تدریس به هر دو گروه سعی شده است از روش‌های آموزشی مناسبی برای افزایش درک مفهومی استفاده شود. روش تدریس یکسانی برای هر دو گروه بر اساس نظریه‌های آموزشی اجرا شد.

۳- بحث و نتایج

نتایج بررسی فرضیه پژوهش: فرضیه تحقیق عبارت بود از «استفاده از نرم‌افزار آموزشی نیوگراف بر درک مفهومی دانش‌آموزان از تئوری گراف تأثیر دارد.»

به منظور بررسی فرضیه پژوهش از روش تحلیل کوواریانس استفاده شد. این روش اثرات یک یا چند متغیر مستقل را روی متغیر وابسته، و هم‌چنین اثرات یک متغیر همراه را که می‌تواند به عنوان یک متغیر تأثیرگذار بر متغیر وابسته باشد، بررسی می‌کند.

جدول ۱ آزمون لوین، متغیر وابسته پس‌آزمون

سطح معناداری	درجه آزادی گروه دوم	درجه آزادی گروه اول	F
۰/۷۷	۱۶	۱	۳/۵۸۴

آزمون لوین نشان‌دهنده همگنی واریانس‌ها در دو گروه آزمایش و کنترل است. ارزیابی فرض صفر توازی بین هر کدام از متغیرهای همراه با متغیر مستقل نشان داد که F مربوط به توازی پیشینه تحصیلی (F=۰/۰۷۱ و p>۰/۰۵) معنادار نمی‌باشد؛ بنابراین فرض صفر توازی درباره پیشینه

تحصیلی و متغیر مستقل پذیرفته می‌شود. همین‌طور F مربوط به نمرات پیش‌آزمون (F=۰/۰۲۱ و p>۰/۰۵) معنادار نمی‌باشد؛ بنابراین فرض صفر توازی نمرات پیش آزمون با متغیر مستقل پذیرفته می‌شود و لذا از تحلیل کوواریانس استفاده می‌گردد.

جدول ۲ خلاصه محاسبات تحلیل کوواریانس

منبع	مجموع مجذورها	درجه آزادی	میانگین مجذورها	F	سطح معناداری
نمره پیشینه تحصیلی	۲/۳۸۴	۱	۲/۳۸۴	۰/۲۷۸	۰/۶۰۶
نمره پیش‌آزمون	۱/۲۰۲	۱	۱/۲۰۲	۰/۱۴۲	۰/۷۱۲
متغیر مستقل	۶۵/۶۳۰	۱	۶۵/۶۳۰	۷/۷۵۹	۰/۰۱۵
خطا	۱۱۸/۴۱۶	۱۴	۸/۴۵۸		
مجموع	۳۶۸۵/۹۳۸	۱۸			
مجموع اصلاح شده	۲۰۶/۷۶۷	۱۷			

همان‌طور که از جدول فوق ملاحظه می‌شود، سطح معناداری متغیر مستقل برابر ۰/۰۱۵ می‌باشد (p>۰/۰۵). چون مقدار سطح معناداری برای متغیرهای نمره پیشینه تحصیلی و نمره پیش‌آزمون، به ترتیب برابر ۰/۶۰۶ و ۰/۷۱۲ و هر دو بیشتر از ۰/۰۵ است، لذا این دو متغیر اثر چندانی بر متغیر وابسته؛ یعنی نمرات پس‌آزمون ندارند. می‌توان گفت دو متغیر فوق نمره‌های پس‌آزمون را تحت تأثیر قرار نداده است و تنها عامل استفاده از نرم‌افزار آموزشی در گروه آزمایش باعث افزایش نمرات پس‌آزمون شده است.

بنابراین فرضیه پژوهش تأیید می‌شود و می‌توان گفت که استفاده از نرم‌افزار آموزشی نیوگراف بر درک مفهومی دانش‌آموزان از تئوری گراف مؤثر است.

پاسخ به سؤالات تحقیق: چه توصیه‌هایی می‌توان برای تدریس بدون نرم‌افزار آموزشی با استناد به این تحقیق ارائه نمود؟ استفاده از تکنولوژی و مزایای مربوط به آن، می‌تواند راهکارهایی برای تدریس در اختیار ما قرار دهد که در صورت عدم استفاده از آن، ایده‌هایی که از استفاده از تکنولوژی حاصل شده است را نیز می‌توانیم مورد استفاده قرار دهیم. مواردی که دانش‌آموزان به عنوان مزایای استفاده از کامپیوتر در آموزش ریاضی مطرح کرده بودند مواردی از قبیل بازخورد، سرعت و پویایی می‌باشد، که در این قسمت نحوه تلفیق چنین مزایایی در آموزش بدون استفاده از کامپیوتر مطرح می‌شود.

بازخورد: مزایایی که دانش‌آموزان در مصاحبه‌های خود به دلیل استفاده از کامپیوتر بیان کرده بودند، بازخورد سریعی بود که از کامپیوتر دریافت می‌کردند. به نظر می‌رسد اگر در کلاس‌های درس تاحدودی بتوان به دانش‌آموزان بازخورد لازم را ارائه داد، می توان از این مزیت کامپیوتر بدون استفاده از خود آن، تا حدودی در کلاس درس بهره برد. برای این کار می‌توان دانش‌آموزان را در گروه‌هایی دسته‌بندی نمود و از دانش‌آموزان خواست تا در حل مسائل، در برابر اشتباهاتی که دوستان خود انجام می‌دهند به آنها بازخورد دهند و اگر نتوانستند قضاوتی در مورد روش انجام شده توسط همدیگر داشته باشند، از کمک معلم استفاده کنند. معلم نیز بحث‌های آنها را هدایت نماید تا در مسیر اشتباه حرکت نکنند.

روش‌های حل مسأله‌ای که شونفلد و پولیا مطرح کرده‌اند اگر به طور صحیح و کامل اجرا شود درستی یا نادرستی پاسخ توسط خود دانش‌آموز نیز می تواند چک شود. مثلاً شونفلد ابعاد لازم در حل مسأله را منابع، راهبردها، کنترل و سیستم باورها بیان می‌کند و کنترل را به عنوان بررسی درستی یا نادرستی رویه در پیش گرفته شده تفسیر نموده است. مراحل حل مسأله بیان شده توسط پولیا شامل فهم مساله، طرح نقشه، اجرای نقشه و بازگشت به عقب است. پولیا علاوه بر آن‌که در هر چهار مرحله بر کنترل روش حل تأکید می‌کند، در مرحله بازگشت به عقب نیز به طور کامل بررسی درستی یا نادرستی پاسخ را بیان می‌نماید که چک کردن در هر مرحله و به خصوص مرحله آخر به نظر می‌رسد تا حدودی، و البته نه با دقت و سرعتی مثل

کامپیوتر و یا حتی همسالان و معلم، به دانش‌آموزان بازخورد ارائه دهد [۱۴و۱۶].

سرعت: با تأمل در کلاس‌های درس می‌توان بیان کرد که وقت زیادی از دانش‌آموزان به محاسباتی که در فهم و درک مسائل و مطالب مربوطه نقش چندانی ندارند صرف می‌شود. البته این روش‌ها کاملاً بی‌فایده نیستند، ولی نسبت به وقتی که صرف آن‌ها می‌شود بهره چندانی نیز نصیب دانش‌آموزان نمی‌گردد. این وضعیت توسط پژوهندگان در کلاس‌های درس تجربه شده و بحث و گفتگو با اساتید و دبیران دیگر نیز این مطالب را تأیید می‌کند. می‌توان در غیاب کامپیوتر از روش‌هایی مانند گروه‌بندی دانش‌آموزان استفاده نمود. در این روش هر گروه می‌تواند به مسأله‌ای پاسخ گفته و نتایج آن را در کلاس ارائه کند، که علاوه بر سرعت یادگیری، فعالیت و درگیری دانش‌آموزان در گروه‌ها، یادگیری نیز بیشتر خواهد شد. البته سرعت و دقت کامپیوتر عاملی است که در تمامی کاربردهای مربوط به آن در تمام زمینه‌ها سبب برتری آن بر انسان به‌شمار می‌رود، ولی با حذف محاسبات غیرضروری در کلاس نیز می‌توان اندکی از این مزیت ایده گرفته و خستگی دانش‌آموزان به خاطر صرف انرژی در رویه‌های سرراست را کاهش داد.

مثلاً در مبحث گراف که ترسیم اشکال یکی از روش‌های حل مسأله و یا حداقل ایده گرفتن برای ارائه یک راه حل می‌باشد، می‌توان شکل‌های زیادتری از آن‌چه که در حال حاضر موجود است در کتاب درسی ارائه کرد تا دانش‌آموزان وقت خود را در ترسیم اشکال صرف نکنند. یا در حل محاسبات مربوط به جایگشت و ترکیب که در مبحث گراف مورد استفاده قرار گرفته است، می‌توان فقط نمونه‌ای از راه‌حل را برای یادآوری این مباحث، که دانش‌آموز قبلاً یاد گرفته است، در کلاس ارائه کرد و در مسائل از جواب‌هایی که قبلاً آماده شده‌اند و هم چنین از ماشین حساب استفاده نمود.

پویایی: نرم‌افزار مورد استفاده به گونه‌ای بود که دانش‌آموزان به راحتی می‌توانستند رئوس و یا یال‌های ایجاد شده را حرکت داده و تغییرات آنها را مشاهده کنند. ویژگی پویایی در تحقیقات روی نرم‌افزارهای هندسه پویا، برای یادگیری مباحث هندسی، روشی مناسب در نظر گرفته شده است و گراف هم به صورت هندسه بدون اندازه توصیف شده است، از این روش آموزشی مناسب؛ یعنی ارائه آن به صورت پویا قطعاً بی‌بهره نخواهد بود. نتایج این تحقیق نیز یادگیری عمیق دانش‌آموزان به خاطر آموزش گراف به صورت مبحثی پویا را تأیید می‌کند. دانش‌آموزانی که با دست ورزی گراف‌ها را رسم می‌کردند و تغییر مکان رئوس و یال‌های مبحث گراف را آموزش دیده بودند در مقایسه با دانش‌آموزان گروه کنترل که این مبحث را به صورتی پویا آموزش ندیده بودند، علاوه بر جذابیت یادگیری، گراف را موضوعی جالب‌تر و دارای کاربردهای بیشتر توصیف می‌کردند. اگر چه تدریس پویای مبحث گراف در کلاس درس بدون استفاده از کامپیوتر مشکل است، ولی بدون کامپیوتر نیز می‌توان از مزیت پویایی مبحث گراف در تدریس آن استفاده کرد. مثلاً می‌توان از دانش‌آموزان خواست تا برای یک گراف، شکل‌های مختلفی رسم کرده و ویژگی‌های ماتریس مجاورت و برخی ویژگی-های دیگر را بیان کنند. دانش‌آموزان یاد می‌گیرند که گراف با اشکال مختلف، ولی با ویژگی‌های یکسانی از قبیل ماتریس مجاورت, تعداد رئوس و یال‌ها و درجه رئوس، یک گراف محسوب می‌شوند.

در تدریس تئوری گراف با استفاده از نرم‌افزار آموزشی نیوگراف، آیا کل آموزش باید با استفاده از نرم‌افزار آموزشی باشد یا تلفیق سایر روشهای آموزشی نیز ضرورت دارد؟

با استناد به نتایج این پژوهش، پاسخ این پرسش به این صورت می‌باشد که در استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی نباید آموزش کاملاً با استفاده از کامپیوتر صورت گیرد، بلکه باید از سایر روش‌های آموزشی از قبیل پرسش و پاسخ کلاسی، سخنرانی، حل مسائل بدون استفاده از کامپیوتر و بسیاری روش‌های مناسب دیگر نیز استفاده نمود.

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که نمرات پس‌آزمون دانش‌آموزان گروه آزمایش به طور معناداری از نمرات پس-آزمون دانش‌آموزان گروه کنترل بهتر است. مصاحبه با دانش‌آموزان و مشاهدات کلاسی آشکار نمود که دانش‌آموزان روند و چگونگی راه حل را کاملاً نمی‌توانستند درک کنند، و یا برخی از آنها انتظار داشتند تا معلم و یا

سایر همکلاسی‌ها مطالب را به طور شفاهی برای آنها توضیح دهند.

در کلاس‌های درس، دانش‌آموزان با ویژگی‌ها و سبک‌های یادگیری مختلفی وجود دارند. هنگ[9] و همکاران نوعی دسته‌بندی از دانش‌آموزان و سبک‌های مختلف یادگیری توسط دانش‌آموزان را به صورت زیر بیان می‌کنند:

- دانش‌آموزان مستقل[10]، مواد آموزشی متناسب با سرعت خود و مطالعه فردی را ترجیح می‌دهند، و به کار انفرادی بیشتر تمایل دارند، تا این‌که با سایر دانش‌آموزان روی پروژه‌های درسی کار کنند.
- یادگیرندگان وابسته[11]، به معلّم و همسالان خود به عنوان مرجع راهنما می‌نگرند و ترجیح می‌دهند که یک مرجع به آن‌ها بگوید چه‌طور مسائل را حل کنند.
- یادگیرندگان رقابت طلب[12]، تلاش می‌کنند که بهتر از همسالان خود ایفای نقش کنند و برای معلومات تحصیلی خود تصدیق دریافت کنند.
- یادگیرندگان جمعی[13]، معلومات را از طریق مشارکت و تشریک مساعی با معلم و همسالان یاد می‌گیرند.
- یادگیرندگان کناره‌گیر[14]، فعالیت‌ها و بحث‌های کلاسی را با انگیزه همراهی نمی‌کنند.
- یادگیرندگان مشارکتی[15]، به فعالیت‌ها و بحث‌های کلاسی علاقمند هستند و مشتاق هستند که تا حد امکان فعالیت کلاسی انجام دهند. آن‌ها علاقه شدیدی برای دست‌یابی به انتظارات معلم دارند و سخنرانی در بحث‌های گروهی کوچک و پروژه‌های گروهی را ترجیح می‌دهند [۱۷].

استفاده مطلق از تکنولوژی آموزشی و بدون تلفیق تکنولوژی آموزشی با سایر روش‌های تدریس و یادگیری نمی‌تواند موجب رضایت و یادگیری بهتر دانش‌آموزان با سبک‌های یادگیری مختلف شود. استفاده از روش‌های تدریس مختلف در کلاس می‌تواند کمکی به یادگیری دانش‌آموزان با توانایی‌های مختلف باشد.

تنها گذاشتن دانش‌آموزان با کامپیوتری که در آن حتّی از پیشرفته‌ترین نرم‌افزارهای آموزشی هم استفاده شده باشد، روش آموزشی عاقلانه‌ای به شمار نمی‌رود. ارتباطات انسانی و اجتماعی حاکم بر کلاس‌های درس، که در اصول و استانداردهای ریاضیات مدرسه‌ای تحت عنوان استاندارد ارتباطات بیان شده است، ویژگی مهمی است که استفاده صرف از تکنولوژی آن را در معرض نابودی قرار خواهد داد. مطالب و موضوعات آموزشی و به ویژه خصوصیات اخلاقی و اجتماعی که دانش‌آموزان از همسالان و معلم خود یاد می‌گیرند، نمی‌توان با هیچ نوع تکنولوژی جایگزین ساخت. می‌توان گفت اگر چه کامپیوتر ویژگی‌هایی دارد که استفاده از آن در آموزش ریاضیات امروزه، ضروری به نظر می‌رسد، ولی در این پژوهش استفاده مطلق و بدون تلفیق آن با سایر روش‌های آموزشی و ممانعت از بحث و تبادل نظر کلاسی مفید نخواهد بود. در استفاده از کامپیوتر نباید فقط آن را عاملی برای موفقیت در نظر داشته باشیم، بلکه باید فضای آموزشی مورد نظر و ویژگی‌های نرم-افزارهای آموزشی و مهم‌تر از همه تناسب آنها با سطح سواد و مهارت دانش‌آموزان را در نظر داشته باشیم.

بنابراین کلاس‌های با شرایط آموزشی و دانش‌آموزان با پیشینه تحصیلی مختلف، روش‌های متفاوت و مختلفی برای استفاده از تکنولوژی در آموزش را ایجاب می‌کنند و استفاده از تکنولوژی نمی‌تواند تنها رمز موفقیت باشد و اگر شرایط و عوامل دیگر را درنظر نگیریم، چه بسا مانع استفاده از سایر روش‌های آموزشی مناسب نیز شود.

۴- نتیجه‌گیری

سرعت متناسب با یادگیری هر دانش‌آموز و نیز یادگیری سریع نسبت به عدم استفاده از کامپیوتر و پویایی اشکال ریاضی که تجسم راحت‌تر و بازنمایی‌های چندگانه‌ای از موضوعات ریاضی را امکان‌پذیر می‌سازد، از مزایای تدریس با استفاده از نرم‌افزار از قبیل بازخورد و تعامل دانش‌آموزان با کامپیوتر، می‌باشد. بایستی مزایا و مشکلات استفاده از تکنولوژی را مورد توجه قرار داده و سعی در به حداقل رساندن مشکلات، تأکید و استفاده بیشتر از مزایا و تأثیرات مثبت داشته باشیم. در این پژوهش برخی مزایای استفاده از نوعی نرم‌افزار تعاملی پویا که تکنولوژی مناسبی برای استفاده در آموزش ریاضی به‌شمار می‌رود، موردتوجه قرار گرفته و پیشنهادات و راهکارهایی برای استفاده و تأکید بر این مزایا در حالات عدم استفاده از تکنولوژی ارائه شده است. تحقیقات در زمینه استفاده از دیگر تکنولوژی‌ها در

آموزش ریاضی می‌تواند ابعاد بیشتری از تأثیرات تکنولوژی را روشن‌تر سازد.

پی نوشت

[1] Kimmins
[2] Information Communication Technology
[3] Serpil
[4] Knowledge of result (KR)
[5] Knowledge of correct result (KCR)
[6] Answer until correct (AUC)
[7] Instruction-based elaboration (IBE)
[8] NEWGRAPH
[9] Huang
[10] Independent students
[11] Dependent learners
[12] Competitive learners
[13] Collaborative learners
[14] Avoidant learners
[15] Participant learners

مراجع

[1] Kimmins D., *Technology in School Mathematics: A Course for Prospective Secondary School Mathematics Teachers*, Department of Mathematical Sciences Middle Tennessee State University, **2005**, pp.1-5.

[2] Henry B., *Current use of ICT in mathematics education,* MScTL-08, **2008**, pp.1-7.

[3] Bos B., *Virtual math objects with pedagogical, mathematical, and cognitive fidelity*, Computers in Human Behavior, Vol.2009, No.25, **2009**, pp. 521–528.

[4] Valinejad F., Aminifar E. and Bakhshalizadeh S., *The impact of the NEWGRAPH educational software on the conceptual perception of graph theory*, Proceedings of International Conference on Science and Mathematics Education (CoSMEd), **2009**, pp.280-287.

[5] Serpil K., Cihan K.A., Sabri A., Ahmet I., *the Role of visualization approach on student's conceptual learning*, Education Faculty, Atatürk University, Erzurum-Turkey, **2008**, pp.1-6.

[6] Goliath Group., *Visualization for middle school students' engagement in science learning*, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, Accessed 2/05/2009,**2009**.

[7] Gilbert J.K., *Visualization: Theory and* Practice *in Science Education*, Springer Science and Business Media B.V., **2008**.

[8] Soto C.A. and Osorio V.L., *Prototypes and Learning of Geometry, A Reflection on its Pertinence and its Causes*, Center for Research and Advanced Studies (CINVESTAV) of the IPN (National Polytechnic Institute), **2008**, pp. 1-5.

[9] Brating K., *Studies in the Conceptual Development of Mathematical Analysis*, Doctoral dissertation, Department of Mathematics, Uppsala University, **2009**.

[10] Quinlan J.E., *Profiles of Software Utilization by University Mathematics Faculty*, Doctoral dissertation, The Ohio State University, 2007.

[11] Goliath Group., *Global Feedback in Active Math, (Adaptive Learning Environment for Mathematics),*Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, Accessed 2/05/2009, **2009**.

[12] Gyongyosi E., *Continuing Education for Mathematics Teachers of Secondary Education to Use Computers More Effectively and to Improve Education,* University of Debrecen, Hungary, **2008**, pp.1-5.

[13] Schoenfeld A.H., *Mathematical problem solving,* School of Education, Department of mathematics, University of California, Berkeley, California, Academic Press, INC, **1985**.

[14] Ding N., *Visualizing the Sequential Process of Knowledge Elaboration in Computer-Supported Collaborative Problem Solving*, Computers & Education, Vol.2009, No.52, **2009**, pp.509–519.

[۱۵] دلاور علی، مبانی نظری وعملی پژوهش در علوم انسانی و اجتماعی، تهران، انتشارات رشد، **۱۳۸۵**.

[۱۶] پولیا جورج، *چگونه مسأله حل کنیم*، ترجمه احمد آرام، تهران، انتشارات کیهان، **۱۳۷۷**.

[17] Huang C.J., Chen H.X. and Chen C.H., *Developing argumentation processing agents for computer-supported collaborative learning*, **2009**.