نقش نرم‌افزارهای ریاضیات پویا در ارتقای یادگیری ریاضی

پژوهشگر: رضا حیدری قزلجه
استاد راهنما: دکتر زهرا گویا (دانشگاه شهید بهشتی)
استاد مشاور: دکتر امیرحسین اصغری (دانشگاه شهید بهشتی)
داوران: دکتر سیدحسن علم‌الهدایی (دانشگاه فردوسی مشهد)
دکتر سهیلا غلام‌آزاد (پژوهشگاه مطالعات آموزش‌وپرورش)
دکتر مژگان محمودی (دانشگاه شهید بهشتی)
دکتر مرتضی منیری (دانشگاه شهید بهشتی)
تاریخ دفاع: شهریور ۱۳۹۱ دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

در قرن حاضر، زندگی بشر بیش از هر پدیده دیگری تحت تأثیر فناوری ارتباطات و اطلاعات[1] قرار گرفته است. از نظر کی‌سان[2] (۲۰۰۷)، «در دنیای امروز، استفاده از تکنولوژی منحصر به کشورهای صنعتی نیست و این ابزار در دسترس جوامع مختلف قرار دارد». هم‌چنین، پرینر[3] (۲۰۰۸) اشاره می‌کند که «در چند دهه اخیر، تکنولوژی هم از نظر فنی و هم از نظر امکان دسترسی به آن، رشد کرده است» (ص. ۱۵). این دو موضوع، از جمله دلایلی هستند که باعث شده‌اند با وجود شک و تردیدهای اولیه در مورد نقش کامپیوتر در تدریس و یادگیری ریاضی، هرچه زمان جلوتر می‌رود و تکنولوژی فراگیرتر می‌شود، جهان شاهد کم‌رنگ‌تر شدن این تردیدها می‌شود.

کلیدواژه‌ها: نرم‌افزارهای ریاضیات پویا، روش‌های قلم-کاغذی حل مسئله، حسابان، بهینه‌سازی.

پیشینه

به‌طور خاص، در مورد ریاضی و استفاده از نرم‌افزارهای گوناگون در فرایند یاددهی- یادگیری ریاضی، درایورز و همکاران[4] (۲۰۱۰) ابراز می‌کنند که از زمان توسعه کامپیوترهای بزرگ[5] در سال ۱۹۴۲، اولین ماشین‌حساب چهار عمل اصلی در ۱۹۶۷، ریزکامپیوترها در ۱۹۷۸ و ماشین‌حساب‌های گرافیکی در ۱۹۸۵، هم

ریاضی‌دانان و هم آموزشگران ریاضی شیفته امکانات ارائه شده توسط تکنولوژی بوده‌اند. اما درایورز و همکاران (۲۰۱۰)، در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از این امکانات، تا اواخر دهه ۱۹۶۰ عملاً رخ نداد و شروع جدی استفاده از تکنولوژی، تنها متکی به پشتوانه پژوهش‌هایی بود که در مورد ابعاد مختلف این امکان جدید برای آموزش ریاضی انجام شد. این یافته‌ها، جسارت استفاده از تکنولوژی‌های مختلف و تلفیق آن را با آموزش‌های مدرسه‌ای در درس‌های ریاضی ایجاد کردند و آشنایی با مزیت‌های تلفیق تکنولوژی در تدریس ریاضی، این امر را تسهیل نمود تا آن‌که به تدریج و البته به کندی، استفاده از تکنولوژی در آموزش ریاضی، مورد توجه قرار گرفت. به‌عنوان مثال، سرشتی (۱۳۸۴) در پژوهش خود به این نتایج رسید که چنین تلفیقی، باعث تسهیل تدریس مفاهیم ریاضی به یادگیرندگان، تقویت تجسم، صرفه‌جویی در وقت به‌خاطر عدم انجام محاسباتِ به اصطلاح «قلم- کاغذی[6]»، ارتقای درک و فهم، و تغییر باورهای یادگیرندگان نسبت به ریاضی می‌شود. حیدری (۱۳۸۹) نیز در پژوهش خود دریافت که جذابیت تکنولوژی برای دانش‌آموزان مدرسه‌ای زیاد است و باعث ایجاد انگیزه مثبت یادگیری در آن‌ها می‌شود، زیرا به آن‌ها بازخوردهای آنی می‌دهد. وی هم‌چنین، به این نتیجه رسید که می‌توان با استفاده از محیط تعاملی و آزمایشی- اکتشافیِ تکنولوژی، فرهنگ تکلیف دادن در کلاس‌های درس ریاضی را هم تغییر داد. علاوه بر این، پرینر (۲۰۰۸)، تجسم‌سازی، استدلال، کاوش، حل‌مسئله، تولید جدید و طرح سؤال های نو را از مزایای تلفیق تکنولوژی با آموزش ریاضی معرفی کرده است. بالاخره، «آژانس فناوری و ارتباطات آموزشی بریتانیا»[7] (۲۰۰۷b)، خصوصی‌سازیِ یادگیری را از جمله مهم‌ترین وجوه مثبت تکنولوژی در مدرسه اعلام نموده است.

در رابطه با نقش تکنولوژی در آموزش ریاضی، پیرس (۲۰۰۱) فراتحلیلی از پژوهش‌های گزارش شده در حوزه «سیستم‌های جبر کامپیوتری»[8] در دهه آخر قرن بیستم- از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰- انجام داد و نتایج فراتحلیل خود را در رابطه با ویژگی‌های این سیستم و محیط یادگیری فراهم شده توسط آن، به شرح زیر اعلام نمود (نقل به مضمون از صص ۸ تا ۱۳):

- نتایج به‌دست آمده دقیق و عاری از اشتباهات محاسباتی است؛
- دانش‌آموزان به نتایج غیرقابل انتظار و الگوها توجه می‌کنند؛
- دانش‌آموزان مشارکت بیشتری در فرایند یادگیری دارند؛
- نتایج آن به‌سرعت قابل تولید است؛
- طیف گسترده‌ای از قابلیت‌های نمادین در محیطی واحد در دسترس‌اند؛
- استفاده دانش‌آموزان از استراتژی‌های متنوع‌تر و غیرقابل انتظار، بیشتر است؛
- دانش‌آموزان به مسائل پیچیده بیشتری نسبت به آن‌چه که به‌طور دستی قادر به انجام آن‌ها هستند، می‌پردازند؛
- دانش‌آموزان دیدگاه جامع‌تری نسبت به مسائل ریاضی کسب می‌کنند.

مورنوآرملا[9] و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مورد «نرم‌افزارهای هندسه پویا[10]»، ایده «عمل مشترک[11]» را به‌عنوان مزیت قابل توجه دیگری برای این نوع نرم‌افزارها عنوان کرده‌اند. آنان معتقدند که در یک رسانه پویا، کاربر (شبیه نوزاد) می‌تواند از طریق جست‌وجو، اعمال مورد نظرش را به‌عنوان بازتابی بر محیط پیرامون خود کشف کرده و انجام دهد. رسانه پویا به صورت تعامل دو طرفه با کاربر عمل می‌کند. بنابراین، کاربر می‌تواند محیط نرم‌افزار را هدایت کند یا توسط آن، مورد هدایت واقع گردد.

بدین سبب، دوباره‌نگری در برنامه‌های درسی ریاضی مدرسه‌ای، به‌خصوص در نظام متمرکز آموزشیِ ایران و با داشتن «برنامه درسی ملی»، نیازمند دقت نظر، مطالعات امکان‌سنجی وسیع و عمیق و انجام پژوهش‌های مرتبط و راهگشاست. در غیر این‌صورت، «تغییر برای تغییر» و نادیده گرفتن تکنولوژی‌های سهل و در دسترس، مفید فایده نخواهد بود

سؤال‌های پژوهش

با توجه به اهمیت و گستردگی این فناوری، موضوع این مطالعه، امکان‌سنجی ورود تکنولوژی به کلاس‌های درس ریاضی دوره متوسطه و چگونگی تلفیق آن با فعالیت‌های مرسوم و متداول کلاس‌های درس ریاضی به منظور افزایش توانمندی‌های حل مسئله دانش‌آموزان بود. در نتیجه، یکی از اهداف این پژوهش، یافتن پاسخی مناسب برای این سؤال بود که در شرایط موجود آموزشی در ایران، استلزامات تلفیق تکنولوژی با آموزش جاری مدرسه‌ای چیست؟ موانع و مشکلات آن کدامند و چگونه می‌توان از این موانع عبور نمود؟ پس سؤال پژوهش این بود که با فرض فراهم آوردن شرایط حضور معنادار تکنولوژی در کلاس‌های درس ریاضی، ثمرات آن برای دانش‌آموزان چیست، و تلفیق تکنولوژی با تدریس ریاضی، چه نوع توانمندی‌های جدیدی را برای دانش‌آموزان به ارمغان می‌آورد و چه توانمندی‌هایی را در آنان تقویت می‌نماید؟

برای انجام این مطالعه، به دلایل زیر، مبحث «بهینه‌سازی» انتخاب شد:

۱. برای حل مسائل بهینه‌سازی، از تلفیق سه حوزه هندسه، جبر و حسابان استفاده می‌شود.

۲. تحقیقات متعددی به مشکلات فراوان دانش‌آموزان در حل مسائل کلامی اشاره کرده‌اند که اکثر مسائل بهینه‌سازی را نیز می‌توان در زمره مسائل کلامی به حساب آورد.

۳. بهینه‌سازی، کاربردی‌ترین بخش کتاب حسابان قبلی بود. در واقع، بهینه‌سازی پیوند دهنده حسابان با دنیای واقعی است و از فارغ‌التحصیلان دبیرستانی انتظار می‌رود که پس از گذراندن این درس، بتوانند بعضی مسائل دنیای واقعی را به کمک ابزارها و روش‌هایی که در این درس می‌آموزند، مدل‌سازی و حل نمایند.

۴. مسائل بهینه‌سازی دارای قابلیت مدل‌سازی بالایی هستند، و چون در برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای بر ایجاد توانایی مدل‌سازی تأکید شده است، محیط نرم‌افزار، علاوه بر ابزارها و روش‌های قلم- کاغذی، ابزار دیگری هم برای مدل‌سازی در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد.

با توجه به سؤال اصلی تحقیق که تأثیر تلفیق نرم‌افزارهای ریاضیات پویا با تدریس روزانه ریاضی، بر جریان یاددهی و یادگیری ریاضی بود، سه سؤال فرعی زیر از این سؤال نتیجه شد که هدایت‌گر مطالعه حاضر بودند:

۱. استلزامات تلفیق نرم‌افزارهای ریاضیات پویا با تدریس روزانه ریاضی در دوره متوسطه کدامند؟

۲. تلفیق نرم‌افزارهای ریاضیات پویا با تدریس روزانه ریاضی، چگونه بر توانمندی‌های مدل‌سازی دانش‌آموزان هنگام حل‌مسائل کلامی ریاضی، تأثیر می‌گذارد؟

۳. تلفیق نرم‌افزارهای ریاضیات پویا با تدریس روزانه ریاضی، چه تأثیری بر توانمندی‌های دانش‌آموزان در حل قلم- کاغذی مسائل می‌گذارد؟

در این مطالعه، به یک ویژگی از تکنولوژی در آموزش ریاضی پرداخته شد که بررسی پیشینه پژوهش نشان داد که تا کنون کمتر به آن توجه شده است و آن، چگونگی تلفیق تکنولوژی با حل‌مسئله به روش‌های قلم- کاغذی جهت ارتقای عملکرد ریاضی دانش‌آموزان بود. این پژوهش نشان داد که در محیط نرم‌افزارهای ریاضیات پویا، بازنمایی‌های چندگانه دانش‌آموزان تقویت می‌شود، یافته‌ای که در متون پژوهشی نیز، مکرراً به آن اشاره شده است. هم‌چنین، به دلیل تنوع وسیع روش‌های به‌کارگیری نرم‌افزارهای آموزش ریاضی- در این مورد جئوجبرا- دانش‌آموزان امکان بیشتری برای استفاده و ابداع روش‌های متنوع حل‌مسئله پیدا می‌کنند. همان‌طور که کری‌سانتو (۲۰۰۸، به نقل از ویلیامز و اسینگ‌وود، ۲۰۰۴) به دو کارکرد محوری تکنولوژی در آموزش ریاضی یعنی «ابزاری جهت انجام رویه‌های معمولی» و «کاوش‌گر ایده‌های نو» در ریاضی اشاره کرده است، این مطالعه نشان داد که دانش‌آموزان/ شرکت‌کنندگان در این پژوهش نیز، از نرم‌افزار جئوجبرا به هر دو شکل بالا، استفاده کردند.

تحقیقات مرتبط با کاربرد تکنولوژی در آموزش ریاضی، نمی‌تواند جدا از پیشرفت‌های جدید تکنولوژی باشد. زیرا از یک طرف، انواع تکنولوژی‌ها مانند ماشین‌حساب‌های نموداری و نمادین که به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، روزبه‌روز کوچک‌تر و قابل حمل‌تر می‌شوند و از طرف دیگر، ارتباطات مردم به‌طور مداوم و فزاینده‌ای با تکنولوژی آمیخته می‌شود

نتایج پژوهش

در اینجا، برخی از یافته‌های پژوهش به‌صورت خلاصه ذکر می‌شود که حاصل تجزیه و تحلیل پاسخ‌های دانش‌آموزان به مسائل کاربرگ‌ها، نتایج پرسش‌نامه پایان دوره و مصاحبه نیمه‌ساختاری با شرکت‌کنندگان منتخب هستند:

- در مقایسه با روش‌های قلم-کاغذی، گرایش دانش‌آموزان به روش‌های حل‌مسئله مبتنی بر نرم‌افزار بیشتر است؛
- پرداختن به تکالیف مناسب در محیط نرم‌افزارهای ریاضیات پویا می‌تواند تفکر جبری دانش‌آموزان را هنگام کار در محیط ترکیبی نرم‌افزار/قلم-کاغذی پرورش دهد؛
- تکلیف‌های مناسب می‌توانند تکنیک‌های مورد استفاده را توسط دانش‌آموزان توسعه دهند؛
- استفاده از نرم‌افزارهای ریاضیات پویا، باعث بهبود عملکرد دانش‌آموزان در حل قلم-کاغذی مسائل می‌شود، در حالی که مطالعه پیشینه پژوهش نشان داد که به این مطلب، کمتر توجه شده است و تنها در یک مقاله، کی‌یِرن و درایورز (۲۰۰۶)، به آن پرداخته‌اند؛
- سرعت حل‌مسئله در محیط نرم‌افزارهای ریاضیات پویا، موجب خرسندی دانش‌آموزان می‌شود؛
- کار در محیط نرم‌افزارهای ریاضیات پویا، موجب ارتقای فهم ریاضی می‌گردد؛
- قابلیت رسم نمودار و به‌خصوص ویژگی متحرک نمودن، از عوامل مهم ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان برای کار در محیط نرم‌افزارهای ریاضیات پویاست؛
- دانش‌آموزان، فضای راحت کارگاه را به فضای بسته کلاس، ترجیح می‌دهند؛
- نحوه آموزش پیشین دانش‌آموزان، بر انطباقشان با محیط تکنولوژیکی کارگاه تأثیر دارد؛
- دانش‌آموزان به جواب حاصل از نرم‌افزار، اعتماد بیشتری نسبت به جواب‌های قلم-کاغذی دارند؛

● کار در محیط نرم‌افزارهای ریاضیات پویا، علاقه دانش‌آموزان را به ریاضی افزایش می‌دهد؛
● دانش‌آموزان، کار کردن در گروه را به کار فردی، ترجیح می‌دهند؛
● کار در محیط نرم‌افزارهای ریاضیات پویا، قابلیت‌هایی مانند تجسم مسئله و درک و فهم و توانایی حل‌مسئله را در دانش‌آموزان افزایش می‌دهد؛
● دانش‌آموزان در محیط نرم‌افزار، در مواجهه با یک مسئله جدید، از اعتمادبه‌نفس بیشتری برخوردارند.

لازم به تأکید مجدد است که تحقیق به‌گونه‌ای طراحی شده بود تا نتایج آن، قابل کاربست در شرایط واقعی کلاس‌های نوعیِ[15] درسِ ریاضی در کشور باشد. بدین سبب، محدودیت‌هایی مشابه همان کلاس‌ها برای اجرای این پژوهش، پیش‌بینی و اِعمال شد. برای نمونه، مثل اکثر کلاس‌های معمولی، هر دانش‌آموز، یک کامپیوتر اختصاصی در اختیار نداشت؛ تکلیف‌های کارگاهی که برای پژوهش طراحی شده بود، الزاماً منطبق بر تدریس هفتگی درس حسابان آن‌ها نبود، زیرا یکی از «فوق برنامه‌های[16]» آن‌ها محسوب می‌شد؛ جلسات کارگاه در تمام سال تحصیلی استمرار نداشت؛ معلم رسمی حسابان دانش‌آموزان، در کارگاه حضور نداشت و برنامه‌ریزی و اداره کارگاه برعهده شخصی غیر از او بود؛ دانش‌آموزان احساس می‌کردند برای کسب تبحر در نرم‌افزار، باز هم نیازمند آموزش بیشتر هستند. اما با وجود تمام این موارد، نتایج مصاحبه‌ها نشان داد که اجرای این کارگاه با همین محدودیت‌ها نیز، تأثیرات چشم‌گیری بر دانش‌آموزان داشته است، به‌طوری که بعد از گذشت حدود سه ماه از جلسات کارگاه، اکثر آنان اظهار کردند که هنوز قادرند با نرم‌افزار کار کنند یا اینکه بسیاری از آنان، به‌خاطر نقش مثبتی که نرم‌افزار در یادگیری ریاضی آن‌ها ایفا کرده بود، نسخه‌ای از آن را بر روی کامپیوترهای شخصی خود نصب کرده و از آن استفاده می‌کردند و عده‌ای هم بیان کردند که در آینده، قصد دارند از جئوجبرا یا برنامه‌های مشابه در درس‌های ریاضی خود استفاده کنند. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، پیشنهادات زیر به منظور تلفیق مؤثر نرم‌افزارهای ریاضیات پویا با تدریس ریاضی خطاب به مدیران، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران آموزشی و معلمان ارائه می‌گردد:

● مشوق‌ها و انگیزه‌های لازم علمی مانند تلفیق مناسب این نرم‌افزارها با برنامه درسی ریاضی مدرسه‌ای و در ارزشیابی‌ها ایجاد شود تا دانش‌آموزان و معلمان، از تدریس ریاضیِ مبتنی بر نرم‌افزارهای ریاضیات پویا استقبال کنند و امکان چنین تلفیقی راحت‌تر فراهم گردد.

● فرایند مدل‌سازی یادگیرندگان به چالش کشیده شود و شرایطی به‌وجود آید تا آن‌ها، درگیر بحث و گفت‌وگوهای گروهی درباره فرایندهای یادگیری و روش‌های متفاوتِ تفکر ریاضی و ساخت و سازهای پویا شوند.

● با توجه به یافته‌های این پژوهش و تجربه سایر کشورها در به‌کارگیری مؤثر نرم‌افزارهای ریاضیات پویا در تدریس روزانه ریاضی، دوره‌های مناسبی برای آموزش‌های ضمن‌خدمت معلمان ریاضی در این زمینه، برنامه‌ریزی و اجرا شوند.

● استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در تدریس دروس غیرریاضی دبیرستانی نیز لحاظ شود تا سواد عمومیِ کامپیوتری دانش‌آموزان ارتقا یابد و مشکلات آن‌ها در به‌کارگیری تکنولوژی در دروس مختلف، کاهش یابد.

سخن آخر این که به گفته درایورز و همکاران (۲۰۱۰)، تحقیقات مرتبط با کاربرد تکنولوژی در آموزش ریاضی، نمی‌تواند جدا از پیشرفت‌های جدید تکنولوژی باشد. زیرا از یک طرف، انواع تکنولوژی‌ها مانند ماشین‌حساب‌های نموداری و نمادین که به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، روزبه‌روز کوچک‌تر و قابل حمل‌تر می‌شوند و از طرف دیگر، ارتباطات مردم به‌طور مداوم و فزاینده‌ای با تکنولوژی آمیخته می‌شود. مثلاً، نرم‌افزارها از طریق اینترنت توزیع می‌شوند و دانش‌آموزان می‌توانند با هم‌کلاسی‌ها یا معلم‌های خود در یک محیط یادگیری دیجیتالی به‌طور مشارکتی کار کنند. در نتیجه، تعیین محتوای ریاضی برای چنین محیط‌های یادگیری، کار ساده‌ای نیست. بدین سبب، دوباره‌نگری در برنامه‌های درسی ریاضی مدرسه‌ای، به‌خصوص در نظام متمرکز آموزشیِ ایران و با داشتن «برنامه درسی ملی»، نیازمند دقت نظر، مطالعات امکان‌سنجی وسیع و عمیق و انجام پژوهش‌های مرتبط و راهگشاست. در غیر این‌صورت، «تغییر برای تغییر» و نادیده گرفتن تکنولوژی‌های سهل و در دسترس، مفید فایده نخواهد بود. کوتاه سخن این‌که انکار تکنولوژی مانند انکار آفتاب است و حضورش مانند شمشیری دو لبه. آیندگان انتظار دارند که با تدوین برنامه‌های درسی کارآمد و منعطف، راه برای حضور معنادار تکنولوژی در عرصه‌های مختلف آموزش ریاضی مدرسه‌ای باز شود.

پی‌نوشت

1. Information and Communication Technology (ICT)
2. Barry Kissane
3. J.Preiner
4. Paul Drijvers& et al
5. Mainframes
6. Paper and Pencil
7. The British Educational Communications and Technology Agency(BECTa)
8. Computer Algebra System (CAS)
9. Luis Moreno-Armella
10. Dynamic Geometry Software (DGS)
11. Co-action

۱۲. در سالی که این پژوهش انجام شد، هنوز کتاب حسابان جدید چاپ نشده بود و ارجاعات این تحقیق، به کتاب حسابان قبلی است.

۱۳. برگه رضایت‌نامه توسط تک‌تک دانش‌آموزانی که اجازه دادند از داده‌هایشان برای این پژوهش استفاده شود، امضا شد.

14. Hillel & Kieran
15. Typical
16. Extra- curricular Activity