دو فصلنامهٔ نظریه و عمل در برنامهٔ درسی
سال دوازدهم، شمارهٔ ۲۳ بهار و تابستان ۱۴۰۳، ۳۹۴-۳۹۵

Journal of Theory & Practice in Curriculum
Vol.23 (12); 2024, 395-394

رویکرد تلفیقی اِستِم: گزینه‌ای برای رویارویی با بحران ریاضی در مدرسه و دانشگاه در ایران [1]

STEM Integrated Approach: An Option for Facing the Crisis of Low Attendance to Mathematics

زهرا گویا [2]

چکیده: در دو دهه اخیر، رشته ریاضی در آموزش عمومی و آموزش عالیِ ایران، با کاهش چشمگیر متقاضیان روبه‌رو شده است از طرف دیگر، در دوران همه‌گیری کووید-۱۹، دانش‌آموزان و دانشجویان با دسترسیِ بیشتر و بی‌واسطه به منابع، یادگیری را یاد گرفتند و به اهمیت آموزش شخصی‌سازی شده پی بردند. افزون براینها، توسعه تکنولوژی‌های دیجیتال و هوش مصنوعی نیز بازارکار را متحول نمود. دراین مقاله، نویسنده به روش خود-زیست‌نگاری و با عنایت به تغییرهای ایجادشده و تجربه زیسته خود در دوران همه‌گیری که شامل تدریس مجازی، مطالعه روزانه تحولات در سطح جهانی و به اشتراک گذاشتن آنها با جامعه آموزشی از طریق بیش از ۴۰ وبینار و چندین مصاحبه در مطبوعات و خبرگزاری‌ها بود، چارچوبی برای رویکرد اِستم به مثابه گزینه‌ای برای مواجهه واقع‌بینانه با بحران کاهشِ ورودی‌ها به رشته ریاضی در مدرسه و دانشگاه نموده است. یافته اصلی این پژوهش این است که شناخت تغییرات ایجادشده در باورها و عادت‌های ذهنی مخاطبان نظیر آموزش شخصی‌سازی شده و تحولات عظیم در حوزه ریاضی و نیازمندی‌های بازارکارِ پررقیب و ناپایدار و پرخواسته، تداوم اجرای برنامه‌هایِ درسی کلاسیک و تک‌ساحتیِ موجود، این بحران را عمیق‌تر می‌کند. این پژوهش به این نتیجه‌گیری رسید که رویکرد تلفیقی اِستم، گزینه‌ای برای رویارویی با این بحران است.

واژگان کلیدی: کاهش ورودی به رشته ریاضی، رویکرد تلفیقی، آموزش اِستم، هوش مصنوعی، بازار کار جدید.

Z. Gooya

Abstract: In the last two decades in Iran, the number of students willing to choose mathematics as their major has decreased significantly. On the other hand, during the covid-19 pandemic, students had access to learning resources without mediation from teachers and moved towards personalized learning. In addition, the fast development of digital technologies and artificial intelligence transformed the job market. In this paper, I used autobiography as my research methodology. The biography included my living experiences as researcher, teaching several courses and doing innovative assessments virtually for university students, conducting about 40 webinars for university faculties and mathematics teachers across country focusing on paradigm change and disseminate my voice using different means. Through my research, I gathered enormous research evidence regarding the implementation of STEM approach for school and university mathematics. The findings revealed that students' beliefs towards learning were changed fundamentally. As well, all aspects of new AI-based job market evolved and became extremely compatible, unstable, demanding and requires higher-order thinking skills. Thus, the traditional mathematics curricula do not capability of preparing students for the new jobs. The conclusion is that STEM education might be a suitable choice to overcome the crisis of mathematics education in public and higher education.

Key Words: Crisis of Low Attendance to Mathematics, Integrative Approach, STEM Education, Artificial Intelligence, New Job Market.

---

۱ تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۰

[2] استاد بازنشسته آموزش ریاضی دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

انتشار «برنامه درسی» توسط بوبیت[1] (۱۹۱۸)، حوزه نوینی را در آموزش عمومی و آموزش عالیِ رسمی ایجاد کرد که در شکل‌گیری و توسعه آنها نقش تعیین‌کننده‌ای پیدا نمود. در نیمه‌اول قرن بیستم، متخصصانِ موضوعی و اندیشمندان و فیلسوفان تربیتی و روان‌شناسان و عالمان‌تربیتی، در تلاش بودند تا از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های بالقوه برنامه درسی، در پرورش انسان تحصیل‌کرده استفاده کنند. برای مواجهه اصولی با این‌سؤال، مصلحان تربیتی و علاقه‌مندان به نظریه‌های انتقادیِ اجتماعی، تنها به تعریف‌های کلاسیک از برنامه درسی بسنده نکردند و به‌طور مستمر، به طرح چالش‌های جدی در این حوزه پرداختند. یکی از چالش‌های مهم این بود که ضرورت باسوادشدن افراد جامعه و پاسخگویی به نیازهای عینیِ برآمده از موقعیتی که جامعه در آن قرار دارد، چه الزاماتی را برای «عمومی» بودن آموزش، ایجاد می‌کند. همچنین هم‌زمان با ارائه آموزشِ از پیش طراحی‌شده و بادقت کنترل‌شده تا حصول به نتیجه موردنظر سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان، تکلیف پرورش ابعاد دیگر انسان و تربیت انسان آرمانی و شهروند مسئول که هدف غایی اکثر نظام‌های آموزشی جهان است، چه می‌شود.

آیزنر و والانس (۱۹۷٤)، دغدغه سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان را در سطوح بالای اجرایی، بیش از ارتقای توانایی‌های انتقادی و احترام به‌آزادی فردی و جمعی و اخلاق عملی و ایجاد بسیاری از مهارت‌های فرایندی دیگر در دانش‌آموزان و دانشجویان دانستند. ازنظر آنان، نظام‌های اجرایی تنها به توانمندشدن یادگیرندگان قانع نیستند و براین باورند که تعریف عام نظام‌های اجرایی/حاکمیتی از خروجیِ مطلوبشان، گماشتگانِ[2] تحت‌امر است. این دو وجه برجسته برنامه درسی، دهه‌هاست که چالشی عینی برای پژوهشگران از یک‌طرف

[1] Bobbitt. (1918). The Curriculum.
[2] Agents

و مسئولان اجرایی از طرف‌دیگر، ایجاد کرده‌است. دراین راستا، آیزنر و والانس (۱۹۷٤) مفاهیم متعارض و پیچیده برنامه درسی را در قالب پنج مفهوم «فرایند شناختی[1]»، «عقلانیت آکادمیک[2]»، «دوباره‌سازی اجتماعی[3]»، «خودشکوفایی[4]» و «تکنولوژی[5]»، قراردادند. به‌باور آنان، علتِ در تعارض بودن این پنج مفهوم با هم آن است که هرکدام، مبتنی بر دیدگاه فلسفی و نظری مستقلی هستند و تعریف‌هایشان از انسانِ تحصیل‌کرده[6] و خروجی مطلوب نظام آموزشی رسمی، متفاوت است. در تغییر پارادایمی که به سبب دوران همه‌گیری کووید-۱۹ در جهان رخ داد، این تعارض‌ها مشهودتر و ملموس‌تر نمایان شد.

پس از سه‌سال زندگی در فضای مجازی و برقراری مناسبات به‌شیوه جدید، مردم تجربه‌های جدیدی کسب‌کرده و عادت‌های ذهنی‌شان[7] تغییر اساسی یافته‌است. دانش‌آموزان و دانشجویان، تجربه‌های متفاوتی کسب‌کرده‌اند و برگشتن به فضای یادگیری قبل از این دوران، بعیداست. درحقیقت، اکثر سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان فرزندان زمان خویش نیستند، درصورتی که دانش‌آموزان و دانشجویان که مخاطبان واقعی نظام آموزشی هستند، فرزندان زمان خود هستند! این دوگانگی، اثربخشیِ برنامه‌ها را کم کرده و کاهش ورودی‌ها را به رشته ریاضی، تشدید می‌کند (گویا، ۲۷اردیبهشت ۱٤۰۱). با چنین تغییرات پارادایمیِ دوران پساکرونا، مأموریت علمی و مسئولیت اجتماعیِ برنامه درسی و متخصصان برنامه درسی و رشته مطالعات برنامه درسی، نیازمند تحولاتی زیربنایی است. این مقاله با تمرکز بر بحرانی که براثر کاهش ورودی‌ها

[1] The development of cognitive processes
[2] Academic rationalism
[3] Social reconstruction-relevance
[4] Self-actualization, or curriculum as consummatory experience
[5] Curriculum as technology
[6] Educated Person
[7] Habits of Minds

به رشته ریاضی دانشگاهی در ایران طی دودهه ایجاد شده، این وضعیت را بررسی نموده تا عوامل مؤثر بر این پدیده شناسایی شود و راهکارهایی برای خروج از آن، تبیین گردد.

پیشینه

از حدود سال ۱۳۹۰، ناقوس نگران‌کننده‌ای برای رشته ریاضی-فیزیک در آموزش عمومی، به صدا درآمد. هم‌زمان با آن نیز، بحث‌های کلامی و غیرکارشناسی راجع به کنکور و انواع ارزشیابی‌ها و گسترش بی‌توضیح مدارس زنجیره‌ای و غیردولتی، شدت گرفت. گویا (۱۹ خرداد ۱۴۰۱) باتوجه به این سابقه، عنوان کرد که «اگر هنوز ریاضی در مدرسه نفس می‌کشد، شکرانه دارد! در چنین آشفته‌بازاری، چرا تعجب می‌کنیم که تعداد ورودی‌ها به رشته ریاضی رو به کاهش گذاشته است». وی اضافه کرد که «به دلیل نگاه اقتصادی مسئولان، توجه به رشته‌های علوم پایه درحد حرف باقی مانده است و در سال‌های اخیر، تغییری در شرایط رشته‌های علوم پایه به وجود نیامده است. درحالی که رشته‌های ریاضی و علوم پایه، به‌دلیل بنیادی بودن، دیربازده هستند و سرمایه‌گذاری بر روی این رشته‌ها، سرمایه‌گذاری برای آینده است. حتی درسال ۲۰۰۴، «شورای ملی تحقیق[1]» که از مهم‌ترین نهادهای پژوهشی در ایالات متحده است، سندی دررابطه با نقش علوم ریاضی منتشرنمود و درآن، برنقش ریاضی به‌مثابه «امنیت داخلی[2]»، تأکید کرد. با این‌همه، گویا (۱۳۹۶) بیان نمود که از بیش از یک‌دهه تاکنون، کاهش تعداد ورودی‌ها به‌رشتهٔ ریاضی در دورهٔ متوسطه‌دوم، دروضعیت هشدار قراردارد. ازنظر وی، معضل دیگر رشته ریاضی در ایران این است که صرف‌نظر از بعضی نمونه‌ها مانند کنکور ۱۳۹۶ که از ۳۰

[1] National Research Council: NRC
[2] Homeland Security

نفر اول سه گروه آموزشیِ تجربی، ریاضی و انسانی، ۱۷ نفر شهرستانی هم شامل چندشهر کوچک از مناطق محروم مانند سیرجان و کامیاران بودند، سهم شهرستانی‌ها و مناطق غیربرخوردار از رتبه‌های برتر کنکور، ناچیز است (گویا، ۱۳۹۷الف). با همهٔ این نشانه‌ها، تصمیم به اقدامی ریشه‌ای گرفته نشد و عملاً ریاضی مدرسه‌ای و دانشگاهی در ایران، همچنان با شیب منفی وارد شرایط بحرانی شد. به باور گویا (۱۳۹۷پ)، «به‌منظور پیداکردن پاسخی مناسب برای این مسئله بغرنج، علاوه بر اعتناکردن به‌نتایج پژوهش‌های آموزشی و آکادمیک، مشارکت همه‌جانبهٔ نخبگان حوزه‌های مختلف علوم انسانی از جمله جامعه‌شناسان، انسان‌شناسان، روان‌شناسان، متخصصان علوم رسانه و تبلیغات و صاحبان ده‌ها نوع تخصص دیگر، الزامی است. درغیر این‌صورت، این بحران در ایران، تبدیل به فاجعه می‌شود». او یکی از مزایای چنین مشارکتی را شناختن مخاطبان و آشنایی با تغییر سلیقهٔ یادگیری ریاضی آنان دانسته و گفت که «نسل آشنا با تکنولوژی، انتزاعِ مشهود را دوست دارد و مفاهیم ریاضی را جور دیگری درک می‌کند». ازنظر وی، «برای نوجوانی که از جئوجبرا برای یادگیری ریاضی استفاده می‌کند، احتمالاً اثبات‌های صوریِ کلاسیک، به‌سادگی شوق آموختن ریاضی ایجاد نمی‌کند»، زیرا آن دانش‌آموز با کمک جئوجبرا، «آنقدر میانه‌های مثلث‌های متنوع را می‌کشد تا مطمئن شود که هرسه میانه، در یک‌نقطه به‌هم می‌رسند، دلیلی نمی‌بیند که به‌این یافتهٔ خویش، اعتماد نکند» (همان). او با ابراز نگرانی از دگرگون شدن موقعیت ریاضی در آموزش عمومی و دانشگاهی بیان کرد که «وقت زیادی باقی نمانده است. وقت آنقدر تنگ است که فردا دیر است و راه‌حل‌های سلیقه‌ای، تاریخ مصرف گذشته، بی‌اعتنا به واقعیت‌ها و موقعیت‌های امروزی، و ده‌ها روش تصنعی و البته بسیار سودآور، جواب نمی‌دهد» (گویا، ۱۳۹۷ب). وی با ابراز این که «ریاضی بحثی استراتژیک است و فقط مختص به‌مدرسه و دانشگاه نیست»، توضیح داد که «ریاضی به دلیل داشتن

ارتباط تنگاتنگ با مدل‌سازی، تکنولوژی و تحقیقات بین‌شته‌ای، زیربنای پیشرفت جامعه‌هاست. ما به این وجه از اهمیت ریاضی، توجه لازم را نکرده‌ایم و تبلیغات مسموم‌کننده نیز آنقدر زیاد است که اصل و ذات ریاضی، گم شده است». وی برای بررسی این معضل، تأکید نمود که «نیازمند تشکیل اتاق فکر غیرجناحی هستیم» (گویا، ۲۳ مهر ۱۳۹۷). به‌گفتهٔ او، «درمدارس، کاهش ورودی به رشته ریاضی- فیزیک را داشته‌ایم و این کاهش، به دانشگاه‌ها هم فشارآورده و باعث شده که تعداد داوطلبان گروه آموزشیِ ریاضی در کنکور سراسری، به‌شدت کاهش یابد. این کاهش از چند سال پیش، در دانشگاه‌های شهرستان‌های کوچک‌تر شروع شد و به‌تدریج، دانشگاه‌های تهران نیز شاهد وقوع این اتفاق خواهند بود. با ادامه این روند، بسیاری از رشته‌های دانشگاهی که از گروه آموزشی ریاضی وارد دانشگاه می‌شوند، به تدریج منحل شده یا کوچک و کوچک‌تر خواهند شد. دراین راستا خبرگزاری ایسنا (۲۴ آذر ۱۴۰۳) در بخش «سرویس علمی و دانشگاهی» خود ضمن اشاره به‌این بحران، خلاصه‌ای از مقاله محتشم و گویا و غلام‌آزاد (۱۴۰۲) را تحت عنوان «آموزش STEM ؛ راه نجات رشته‌های ریاضی در دانشگاه‌ها»، منتشرکرده است. در این‌خلاصه آمده است که «در سطح بین‌المللی، سیاست‌گذاران آموزشی تلاش کرده‌اند از طریق معرفی روش‌های نوین، توجه دانش‌آموزان و دانشجویان را به حوزه‌های ریاضی، علوم، مهندسی و فناوری جلب کنند. یکی از موفق‌ترین این رویکردها، آموزش STEM است که با ترکیب این چهار حوزه به‌صورت یکپارچه، مفاهیم علمی را در دنیای واقعی به دانش‌آموزان و دانشجویان آموزش می‌دهد. این روش نه تنها به‌بهبود کیفیت آموزش کمک می‌کند، بلکه دانش‌آموزان را برای بازار کار آماده‌تر می‌سازد. بحران کاهش علاقه به ریاضی در ایران نیازمند راه‌حلی مشابه است که بتواند با استفاده از تجربه‌های موفق جهانی، به توسعه رشته‌های ریاضی کمک کند». در این مقاله با تمرکز بر بحرانی که در ایران، براثر

کاهش ورودی‌ها به‌رشته ریاضی ایجاد شده، رویکرد آموزش اِستِم [1] به‌عنوان گزینه‌ای برای رویارویی با این وضعیت، معرفی و به آن پرداخته می‌شود.

آموزش اِستم

در سال ۲۰۱۸، سازمان ملل متحد در مجمع عمومی خود، روز ۲٤ ژانویه (۵ بهمن) را «روز جهانی آموزش[2]» اعلام کرد تا از نقش آموزش، برای صلح و توسعه پایدار، تجلیل کند. این سازمان به سبب شیوع همه‌گیری کووید- ۱۹ و تأثیر شوم آن بر آموزش در جهان، شعار روز جهانی آموزش را در سال ۲۰۲۱ میلادی، «بازیابی و احیای مجدد آموزش برای نسلِ درگیر با همه‌گیری کووید- ۱۹» اعلام کرد که نشان از وجود دغدغه‌ای جدی نسبت به توقف آموزش برای بسیاری از کودکان در جهان است و به این اتفاق عظیم هم توجه دارد که این بحران به‌وضوح، بر خواسته‌ها و ناخواسته‌های دانش‌آموزان تأثیر گذاشته است. پس از آن در دوم دسامبر ۲۰۲۱، مجمع عمومی سازمان ملل متحد قطع‌نامه‌ای را تصویب کرد که در آن، سال ۲۰۲۲ به‌عنوان «سال جهانی علوم پایه برای توسعهٔ پایدار[3]» اعلام شد. آموزش برای توسعهٔ پایدار یا «باسوادیِ پایدار[4]»، به‌معنای دانش و مهارت‌ها و ذهنیت‌هایی است که به‌اشخاص اجازه می‌دهد تا عمیقاً، نسبت به ساختن آینده‌ای پایدار متعهد شوند و در تصمیم‌گیری‌های آگاهانه و اثربخش برای تحقق آن، کمک کنند (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۸). صدور این قطع‌نامه و پیگیری برای اجرای آن، زمینه را برای طرح دیدگاه‌های نظری متمایز نسبت به اهمیت هر یک از این چهارحوزه، فراهم نمود و تبیین‌های متفاوتی برای نقش و نسبت آنها در برنامه‌های طراحی شده در آموزش اِستم، انجام شد.

---

[1] Science-Technology-Engineering-Mathematics: STEM Education
[2] International Day of Education
[3] The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development
[4] Sustainability Literacy

قبل از این قطع‌نامه نیز، با توجه به‌عقب‌ماندن زنان و دختران در چهارحوزه استم و به‌تبع آن حضور کم‌رنگ آنان در بازار کار مرتبط آن، یونسکو[1] در سال ۲۰۱۵، روز ۱۱ فوریه[2] را به‌عنوان «روز جهانی زنان و دختران در علم[3]» نام‌گذاری کرد تا به ترویج دسترسی و مشارکت کامل و برابر زنان و دختران در چهارحوزهٔ آموزش استم در جهان بپردازد. زیرا «حوزه استم دارای رویکردی با نقش حیاتی در اقتصادهای ملی محسوب می‌شود، ولی هنوز در بسیاری از کشورها، چه توسعه‌یافته چه درحال توسعه، برابری جنسیتی در این حوزه، وجود ندارد» (سایت سازمان ملل متحد). این درحالی است که ازنظر تحصیلی، درصد ورود دختران به چهارحوزه استم در کنکور[4]، نشان می‌دهد که ایران، مشکل شکاف جنسیتی در استم را ندارد، ولی در بازار کار، فاصله ایجاد می‌شود. برای نمونه، یکی از امن‌ترین مشاغل برای دختران فارغ‌التحصیل رشته‌های ریاضی و علوم، تدریس بود که در مدارس دخترانه، معلمان مرد اجازهٔ تدریس ندارند. با این‌حال، «به‌طور رسمی در چهل‌ویکمین جلسه کمیسیون معین شورای‌عالی آموزش و پرورش مورخ ۱۴۰۰/۵/۱۰، تغییراتی جزئی در "آیین‌نامه اجرایی مدارس" مصوب ۱۳۷۹/۵/۲۰ ایجاد شد که در ماده ۳ آن آمده است: "مدارس به‌تفکیک جنسیت (پسرانه/ دخترانه) تأسیس و راه‌اندازی می‌شوند. تطابق جنسیت کارکنان مدرسه با دانش‌آموزان، الزامی است». ولی در بخشی از تبصره این ماده بیان شده که «استفاده از نیروی متخصص غیرهمجنس در مدارس دخترانه، صرفاً در پایه دوازدهم و به‌شرط فقدان نیروی متخصص همجنس، مجاز خواهد بود» (گویا، ۲۶ اردیبهشت ۱۴۰۱). این نگاه به قابلیت زنان، «استراتژیک نیست و مشخص

[1] سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی سازمان ملل متحد

[2] ۲۲ بهمن

[3] International Day of Women and Girls in Science

[4] به سایت سازمان سنجش آموزش کشور رجوع شود.

نیست که مستندات پشتیبان برای این تصمیم‌گیری‌ها چیست» بیش از آن‌که به‌سبب شواهد و قوانین باشد، ریشه در یک باور سنتی و پالوده نشده دارد. بسترسازی برای حضور زنان در بازار کار مربوط به چهارحوزه اِستم، جزو مسئولیت‌های سیاست‌گذاران درهر کشوری است و به‌دلیل حمایت سازمان‌های بین‌المللی از توسعهٔ آموزش اِستم و پرکردن شکاف جنسیتی در بازار کار مرتبط با آن، مطالعات وسیعی انجام شده است که برای نمونه، به یک مورد اشاره می‌شود. در پیمایشی که درسال ۲۰۲۳ انجام شد، پژوهشگران نشان دادند که «در سراسر جهان، آموزش اِستم توسط دولت‌ها و به‌عنوان راهی برای طرح چالش‌های اجتماعی و اقتصادی و ایجاد شهروندانی ازنظر علمی، ریاضی و تکنولوژیکی باسواد، ترغیب می‌شود. دربسیاری کشورها، جهت‌گیریِ سیاست‌ها و گزارش‌های رسمی که به‌وسیله دولت‌ها و گروه‌های کسب‌وکار ارائه می‌شود، این است که آموزش اِستم در برنامه درسی مدرسه‌ای ادغام شود تا نوجوانان، تشویق به این نوع آموزش شوند و علاقه‌مند به مشاغل مربوط به آن گردند» (گوس، کاریرا و ناموکاسا[1]، ص. ۱۱۹۹، ۲۰۲۳). آنها همچنین به‌این نتیجه رسیدند که پژوهشگران حوزه اِستم، بیشتر بر نوع ارتباط بین ریاضی و سه‌حوزه دیگر متمرکز شده‌اند و کمتر به «چگونگی» این ارتباط پرداخته‌اند و تقریباً به «چرا»یی تلفیق ریاضی با آموزش اِستم نیز، توجهی نشده است (ص. ۱۲۰٤). «سکوی آموزش مدرسه‌ای اروپا[2]» (به‌روزشده در ۲۰۲٤)، یکی از علت‌های اصلی این نگاه محدود را دراین می‌داند که «باوجود ماهیت بین‌رشته‌ایِ راه‌حل‌های اِستم در دنیای کنونی، رویکردهای آموزشی ما اغلب دانش‌آموزان/دانشجویان را در مرزهای هر رشته/موضوع درسی، محصور می‌کند». درهرصورت، برداشت‌های متفاوت از این آموزش تلفیقی و بین‌رشته‌ای،

[1] Goos, Carreira & Namukasa
[2] European School Education Platform

به تدوین برنامه‌های متنوع برای آموزش اِستم منجر می‌شود. برای مثال، بعضی از دانشگاه‌های قوی در چهارحوزه تشکیل دهنده اِستم، برنامه‌هایی برای علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به ادامه تحصیل در این حوزه‌ها در دانشگاه، تدوین کرده‌اند. به‌گفتهٔ محتشم (۱۴۰۲)[1]، در چندین دانشگاه و مرکز پژوهشی در آمریکا و اروپا و استرالیا، برنامه‌های نوآورانه‌ای برای جذب دانش‌آموزان به اِستم طراحی و اجرا می‌شود که ازآن میان، به دو مورد اشاره می‌شود. برای مثال در اِم‌آی‌تی، یک مرکز آموزش اِستم تشکیل شده است که دارای ساختار ویژه‌ای است و باوجودی‌که بیشتر دانشجویان این دانشگاه، درحوزه‌های تشکیل‌دهنده اِستم تحصیل می‌کنند، ولی در دهه‌های اخیر دانشکده‌های قوی علوم‌انسانی، هنر و مطالعات اجتماعی نیز تأسیس شده‌اند تا به دانشجویان در «نوشتن و اقتصاد و موسیقی و بازیگری»، کمک کنند. این مرکز برنامه‌های متنوعی برای دانش‌آموزان طراحی و اجرا می‌کند تا از آن طریق، افراد علاقه‌مند به رشته‌های اِستم جذب شوند یکی از این برنامه‌ها، توسط یکی از مؤسسه‌های تابستانی آن اجرا می‌شود که یک برنامه چهارهفته‌ایِ دقیق و درسطح جهانی برای دانش‌آموزان تیزهوش سال آخر دبیرستان است که مهارت‌های اِستم را به‌صورت درس‌های پروژه‌-محور و کارگاهی، آموزش می‌دهد (محتشم، گویا و غلام‌آزاد، ۱۴۰۲). همچنین در دانشگاه هاروارد، دوره‌هایی برای دانش‌آموختگان اِستم ایجاد کرده است تا پس‌از گذرلندن یک دوره تکمیلی با عنوان «آموزش عملی اختیاری» به‌مدت ۲۴ ماه و ۱۲ماه مکمل آن دوره، بتوانند گواهی حرفه‌ای در حوزه اِستم دریافت کنند

[1] دکتر زهرا محتشم در رساله خود در رشته آموزش ریاضی، مجموعه نفیسی از اسناد مربوط به آموزش اِستم را شامل بیانیه‌ها و قطع‌نامه‌های سازمان‌های جهانی، گزارش‌های رسمی، مقاله‌ها و برنامه‌های طراحی و اجراشده در چندین کشور را همراه با تحلیل آنها، ارائه داد. تمرکز این رساله بر وضعیت رشته ریاضی دانشگاهی است و ایشان درپایان سال ۱۴۰۲ از آن، دفاع کرد.

و وارد بازار کار شـــوند. محتوای این دوره‌ها با هدف تربیت نیروی‌کارِ آگاه و آموزش‌دیده در سطح‌بالا است (همان).

برنامه درسی ریاضی متناسب با نیازمندی‌های بازار کار

اِســتین[1] (۱۹۹۰) در کتاب «ایســتادن روی شــانه‌های غول‌ها: رویکردهای نوین به‌ســواد عددی»، تأکید کرد که برنامه درسـی ریاضـی، باید نیازمندی‌های بازار کار آینده را پیش‌بینی کند و پاسـخگوی این سـؤال مهم باشـد که نوجوانان و جوانانِ امروز، چه نوع ریاضـــیاتی باید یادبگیرند تا بتوانند وارد بازار کار فردا شـــوند؟ درآن زمان، اِسـتین پنج شـاخه «تغییر، بُعد، کمیت، شـکل، عدم‌قطعیت[2]» را بنیان برنامه درسـی ریاضـی آینده و ایده ریاضـی را به‌عنوان زبان و الگوی علم مطرح کرد. هدف وی، متوجه کردن جامعهٔ ریاضـی آمریکا نسـبت به ضـرورت آموختن ریاضـــیاتی بود که ماهیتی غیرتعیّنی، کاربردی، کمّی و محاســـبه‌ای دارد و فارغ‌التحصـــیلان ریاضـــی برای رقابت در بازار کار هزاره ســـوم، به دانســـتن آن نیازمندند. به گفته گویا (۱۴۰۱)، تغییرات شـدید در بازار کار، عدم ثبات مشـاغل و ظهور نســـل‌های تعاملی تکنولوژی و هوش مصـــنوعی، برنامه‌های ســـنتی و کلاســـیک ریاضـــی را ناکارآمد کرده‌اســـت، زیرا برای اشـــتغال فارغ‌التحصـــیلان، فرصت‌آفرینی نمی‌کند. درحالی که در بازار کار جدید، بعضی از مشاغل کاملاً از بین می‌روند و مشـاغل جدیدی به‌وجود می‌آیند و افراد باید با شـتاب، خود را با تغییرات سـازگار کنند تا فرصـت اشـتغال را از دسـت ندهند. این تغییرات چنان زیربنایی است که ماهیت تغییر پارادایم[3] را دارد.

[1] Sir A. Steen
[2] Change, Dimension, Quantity, Shape, Uncertainty
[3] Paradigm Shift

تغییر پارادایم

کوهن پارادایم را مجموعه‌ای از باورهای پذیرفته شده می‌داند و معتقد است که تغییرات پارادایمی، مبتنی بر اصلاحات تدریجی نیست و ماهیت انقلابی دارد که در خارج از چارچوب‌های قابل پیش‌بینی جاری اتفاق می‌افتد. با این تعبیر، پارادایم مجموعهٔ متمایزی از مفاهیم یا الگوهای فکری است که شامل نظریه‌ها، روش‌های تحقیق، فرضیه‌ها و استانداردهایی است که به خدمات یک حوزه به جامعه بشری، مشروعیت می‌بخشد. تغییر پارادایم ایجاب می‌کند که تصویر جهانی را که در آن زندگی می‌کنیم، به معنای یک کلّ کنار بگذاریم و تصویر دیگری را برگزینیم. زیرا پارادایم، تصویر منسجمی از جهان ارائه می‌کند که تغییر و اصلاح هیچ بخش آن به منظور سازگارکردنش با گذشته، امکان‌پذیر نیست (کوهن[1]، ۱۹۶۲). مثال ملموسی از دو پارادایم متمایز، تفاوت هندسه اقلیدسی و هندسه‌های نااقلیدسی است که هرکدام، بر اصول متفاوتی بناشده‌اند. در هندسه اقلیدسی، مجموع زوایای داخلی هر مثلث، ۱۸۰ درجه است، در صورتی که درهندسه‌های نااقلیدسی چنین نیست. یا این که در هندسه اقلیدسی، از یک نقطه خارج از یک‌خط، می‌توان یک‌خط و تنها یک‌خط به موازات آن رسم کرد، درحالی که در هندسه‌های دیگر، این اصل برقرار نیست. این مثال بیانگر این است که دلیل ادعای تغییر پارادایمی برای آموزش پیش و پس از همه‌گیری، به‌معنای تغییرات همه‌جانبه در اصول است که با وصله‌کردن تکه‌هایی از گذشته به‌دنیای جدیدِ پساکرونا، به نتیجه نمی‌رسد.

[1] Thomas Samuel Kuhn

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش، با رویکرد کیفی و با استفاده از روش خودزیست‌نامه‌نویسی انتقادی[1] انجام شد. این روش، پژوهشگر را درگیر بررسی شخصی و بی‌پردهٔ لحظه‌های کلیدی می‌کند تا به او، درمورد زندگی بیاموزد به‌گفته واکِر[2] (۲۰۱۷) در این رویکرد پژوهشی، تنها ابزار جمع‌آوری، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و گزارش یافته‌ها و راویت‌گر، همان پژوهشگر است به‌کمک روش خودزیست‌نامه‌نویسی[3]، فرصت یافتم تا زمینه‌های روایی زندگی حرفه‌ای خود را طی چندسال مطالعهٔ مستمر برای پیگیری برنامه درسی ریاضی و سرنوشت آن و جستجوگری درباره آموزش اِستم درارتباط با ریاضیِ مدرسه و دانشگاه، در تمامیت آن، مورد بررسی قراردهم. تِنی، اسمیت و بوشِر[4] (۲۰۰۳) در روش خودزیست‌نامه‌نویسی، براهمیت به‌اشتراک گذاشتن برداشت‌ها و نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها را با فرد یا افرادی خبره در موضوع که شنوندگان با حوصله‌ای هستند و پژوهشگر را به چالش می‌کشند تا داده‌ها و یافته‌هایش از دقت بالا برخوردار باشد، تأکید کرده‌اند. انتخاب روش خودزیست‌نامه‌نویسی بدین‌سبب بود که از زاویه دید خود و با لحاظ‌نمودن نقدهای دیگران و بازتاب برآنها، تجربه‌هایم را درمورد بحران کاهش ورودی‌ها به رشتهٔ ریاضی و تلاش برای یافتن راهکارهایی برای بازنگری در ریاضی دانشگاهی در ایران، روایت کنم. داده‌های این مطالعه در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ و بازه زمانی[5] اسفند ۱۳۹۸ تا تابستان ۱۴۰۲، جمع‌آوری شدند.

---

[1] Critical Autobiographical Research
[2] Walker
[3] Autobiography
[4] Tenni, Smyth & Boucher
[5] شروع همه‌گیری در ۳۰ بهمن ۱۳۹۸ و ایان آن روز سه‌شنبه ۳ مرداد ۱۴۰۲ توسط مرکز روابط عمومی و اطلاع‌رسانی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، اعلام رسمی شد.

منابع داده‌ها

از شـــروع دوران همه‌گیری، به‌عنوان یک آموزشـــگر ریاضـــی برای خود یک مسئولیت و مأموریت تعریف کردم که متناسب با مقدورات و محدودیت‌ها، تأثیر آموزش مجازی را بر برنامه درسـی ریاضـی و آموزش معلمان ریاضـی در جهان، رصـــد کنم و ازطریق وبینارهای مختلف و منابع گوناگون، آنها را با مخاطبان ایرانی خود به اشـتراک بگذارم. دراین بخش، منابع داده‌ها معرفی می‌شـوند. تنوع منابع داده‌ها، در راســـتای مثلثی‌ســـازی و تأمین اعتبار یافته‌های حاصـــل از تجزیه‌وتحلیل آنها است.

وبینارهارها: در مدتی که مطالعه انجام شـــد، بیش از ۴۰ وبینار برای معلمان ریاضـی و گروه‌های ریاضـی دانشـگاهی در ایران، طراحی و ارائه کردم. داده‌هایی که برای این وبینارها جمع‌آوری شدند، مبتنی بر گزارش‌های پژوهش‌های فوری، دسـتورالعمل‌های ملی و توصـیه‌های جهانی برای معلمان، سـیاسـت‌گذاری‌های موقتی و جرح‌وتعدیل برنامه‌های درسی و روش‌های ارزشیابی بود.

کلاس‌های درس مجازی: طی دوران همه‌گیری، هشـت درس برای دانشـجویان ارشـد و دکتری ارائه دادم که همگی معلم رسـمی یا غیررسـمی ریاضـی بودند. باتوجه به تغییر محیط تدریس، درس‌ها را برای موقعیت مجازی، آماده و ارائه دادم و دانشـجویان در تمام مراحل تدریس و ارزشـیابی، مشـارکت داشـتند. این کلاس‌هـا و ابتکـاراتی کـه برای تـدریس و ارزشـــیـابی مجـازی انجـام دادم و بازتاب‌های مکتوب و شـفاهی دانشـجویان بر کلاس‌ها، بخشـی از داده‌های مطالعه بود.

تجربه‌های تعاملی با دانشجوی دکتری: موضوع پژوهش دانشجوی دکتری‌ام در آن دوران، بر آموزش اِستم برای توسعه ریاضی در دانشگاه متمرکز بود[1]. در آن پژوهش، منابع بسیار زیادی را مطالعه کردیم و با بازتاب مستمر برآنها و گفت‌وگوهای تعاملی بین ما، اسناد و منابع را به‌طور نظام‌وار مرور کردیم و با کلیدواژه‌های انتخاب‌شده، دسته‌بندی نمودیم.

بیانیه‌ها و توصیه‌های بالادستی در سطح جهان: از شروع دوران همه‌گیری، سازمان‌های بین‌المللی و در رأس آنها سازمان ملل متحد و یونسکو و یونیسف که نهادهای وابسته به آن هستند، با انتشار بیانیه‌ها و ارائه توصیه‌ها، دغدغه‌های عمیق خود را نسبت به‌خطر بازماندگان از تحصیل در جهان و تأثیر منفی آن بر توسعه پایدار جوامع بیان کردند. این اسناد، داده‌های جدیدی تولید کردند که بخشی از آن مربوط به‌آینده رشته ریاضی در دانشگاه‌ها، تغییرات پارادایمی در بازار کار و تمرکز بر آموزش اِستم برای پرکردن شکاف جنسیتی و افزایش فرصت‌های شغلی در بازار کار جدید بود.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده برای تدریس و ارائه وبینارها، ضبط شدند که از فایل صوتی یا متن مکتوب آنها، برای تحلیل استفاده کردم. سایر داده‌ها را با جستجوهای اینترنتی به‌دست آوردم، که شامل انواع اسناد و فایل‌های صوتی و تصویریِ گفت‌وگوها و آموزش‌ها و فیلم‌های مربوط به آموزش مدرسه و دانشگاه و برنامه‌های متنوع آموزش اِستم بود که برای تحلیل، همگی ذخیره شدند و بارها مورد ارجاع قرارگرفتند.

[1]: رویکردی نو برای توسعه رشته STEM آموزش «علوم – تکنولوژی- مهندسی- ریاضی» (ریاضی در دانشگاه. زهرا محتشم، ۱۴۰۲.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

ابتدا داده‌های جمع‌آوری شده از هر منبع را بازخوانی و دسته‌بندی کردم تا از آنها، مضمون‌های اصلی را استخراج کنم. سپس تمام داده‌هایی را که از منابع متعدد جمع‌آوری کرده بودم، درهم ادغام نمودم و درچندین مرحله، آنها را به‌طور نظام‌وار کاهش[1] دادم تا دسته‌بندی تسهیل شود و مقوله‌ها شکل بگیرند.

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها طی چندین مرحله و با تمرکز بر بحران‌های آموزش ریاضی در دو دهه اخیر در ایران، حاصل شد. دراین بخش، یافته‌ها در قالب پنج مقوله «کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی»، «چالش اشتغال برای فارغ‌التحصیلان رشته ریاضی»، «برنامه درسی ریاضی در پارادایم جدید»، «ضرورت بازنگری در برنامه درسی رشته ریاضی» و «رویکردهای نوظهور برای رویارویی با کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی»، ارائه می‌شود.

مقوله اول: کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی

کاهش تعداد داوطلبان ورود به رشته ریاضی از یک‌سو و میلِ رجعت به برنامه‌های درسی تک‌ساحتی و ایستای ریاضی پس از سه‌سال دوران همه‌گیری از سویی‌دیگر، شدیدتر و شفاف‌تر از گذشته، این بحران را نشان داد. برای شناختن عمیق‌تر مسئله ورود به رشته ریاضی، لازم است دوگروه متمایز و ناهمگون از افراد در رابطه با ریاضی، شناخته شوند. یک گروه شامل تعداد اندکی از دانش‌آموزان و سپس دانشجویانی است که به‌معنای واقعی عاشق ریاضی هستند و بدون هیچ مصلحت و برآوردی، ریاضی را به‌خاطر ریاضی دوست دارند و دغدغه اشتغال و ساختن آیندهٔ خود را با کمک ریاضی ندارند.

[1] Systematic Data Reduction

این افراد، شهودشان هم ماهیت انتزاعی دارد و در ذهن خود، ریاضی را می‌بینند و حس می‌کنند. اینها خودشان بدون این‌که تصمیم گرفته باشند، انگار به سمت ریاضی‌دان شدن و افق‌گشایی در ریاضی، حرکت می‌کنند و می‌آفرینند و ریاضی را با تمام وجود درک نموده و از آن لذت می‌برند. توانایی‌ها و قابلیت‌ها و علاقه‌ها و سلیقه‌های این نخبگان و عاشقان به‌گونه‌ای است که آنها را به‌سمت اقیانوس بی‌انتهای ریاضی می‌کشاند. گروه دیگر که اکثریت افراد را شامل می‌شود، کسانی هستند که توانایی لازم را برای فهمیدن ریاضی به‌عنوان یک موضوع و حوزهٔ درسی، دارند. آنها ادعایی برای خلق و کشف و نوآوری در ریاضی و پیشبرد مرزهای آن را ندارند. این افراد، ریاضی را مثل بسیاری از موضوع‌های دیگر دوست دارند و از موفقیت در آن، خوشحال می‌شوند و قادرند به‌کمک ریاضی، علاقه‌های خود را در مسیرهای مختلف پیگیری کنند. برای آنان، عشق یا نفرت از ریاضی موضوعیت ندارد و با نگاهی واقع‌بینانه، رشته تحصیلی را به‌شرطی انتخاب می‌کنند که چشم‌انداز فردی و شغلی نسبتاً روشنی برایشان ترسیم کند.

برای رویارویی اصولی با پدیده کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی، درکِ «زمینه‌های واقعی» شکل‌گیری آن و سپس، شناخت «زمان» و «مکان» و «مخاطب»، همچنین توجه به‌تفاوت ماهویِ ریاضی برای اعتلای فردی و ریاضی برای زندگیِ واقعی و بازار کار و اشتغال، ضروری است. جهت دوباره‌نگری در رشته ریاضی و مهندسی و اکثر رشته‌های علوم پایه در دانشگاه‌ها که از مسیر گروه آموزشیِ ریاضی در کنکور سراسری وارد می‌شوند، «مناسب‌سازی» برنامه‌های درسی و آموزشی ریاضی درگذشته برای سازگارشدن با شرایط تحول‌یافته بعد از دوران همه‌گیری، پاسخگوی رویارویی با بحران امروز نیست و ضروری است که بازنگری‌ها، از نوع تغییرات پارادایمی باشد.

مقوله دوم: چالش اشتغال برای فارغ‌التحصیلان رشته ریاضی

برنامه‌های سنتی و کلاسیک ریاضی در ایران، به پایان عمر خود نزدیک می‌شود، زیرا پاسخگوی نیازهای بازار کار جدید نیست و برای اشتغال فارغ‌التحصیلان، فرصت‌آفرینی نمی‌کند. تا قبل از نیم‌دهه اخیر، شواهد تجربی نشان می‌دهند که کسانی که به رشته ریاضی در دانشگاه می‌رفتند، با داشتن مدرک‌های کارشناسی یا کارشناسی ارشد ریاضی، دست برتر در بازار کار داشتند و تا زمانی که اشتغال فارغ التحصیلان رشته ریاضی به‌نوعی تأمین بود، به آینده شغلی این رشته که درحال تبدیل‌شدن به‌یک معضل بود، پرداخته نشد و زمانی که مسئله ایجادشد، برایش راه‌حل پیش‌بینی نشده‌بود. دانش‌آموختگان ریاضی که اطمینانشان برای اشتغال به‌چالش کشیده شده است، زنگ‌خطر را برای داوطلبان بالقوه و توانمند و سخت‌کوش- نه اندک عاشقان بی‌چون‌وچرای ریاضی- به‌صدا درآورد و برکاهش تعداد ورودی‌ها به‌این رشته، اثر گذاشته است.

مقوله سوم: برنامه درسی ریاضی در پارادایم جدید

شناخت تغییرات ایجادشده در باورها و عادت‌های ذهنی مخاطبان نظیر یادگیریِ فردی[1] و تحولات عظیم در حوزه ریاضی، برای مواجهه با بحران ریاضی دانشگاهی در ایران، ضروری است. برای طراحی درس‌های ریاضی در پارادایم جدید، ریاضیاتی مورد نیاز است که از دقت، تنوع و انسجام بالا برخوردار باشد و بین شهود و انتزاع، تعادل معنی‌دار ایجاد کند. هوش مصنوعی فرصت مناسبی ایجاد کرده تا به‌دلیل دسترسی وسیع یادگیرنده‌ها به منابع، بتوان تعداد مباحث را محدود کرده و ازطریق طرح و حل مسائل واقعی، پوشش آنها را گسترده‌تر کرد.

[1] Personalized Learning

علاوه براین در دوران آموزش مجازی، دانش‌آموزان و دانشجویان در مدرسه و دانشگاه، به‌دلیل تجربه یادگیریِ فردی، انتظار و آمادگی برای یادگیریِ شخصی‌سازی‌شده[1] را دارند و از منابع وسیع و متنوع با سرعت و دسترسیِ نسبتاً قابل‌قبول، بهره‌مند شده‌اند. آنان نسبت به محتوای برنامه‌های درسی و روش‌های آموزشی و ارزشیابی، نگاهی منتقدانه پیدا کردند و برای مثال، بیش از یادگرفتن حقایق موجودِ قابل دسترسی، نسبت به کسب مهارت‌های فرایندی نظیر انتخاب‌گری و تصمیم‌گیری، احساس نیازمندی کردند. درنتیجه برنامه‌های درسی جاری، نمی‌توانند پاسخگوی انتظارات دانش‌آموزان و دانشجویانی باشند که خارج از چارچوب‌های صلب آموزشی، تاحدودی استقلالِ یادگیری را تجربه کرده‌اند. به‌سبب این تغییرها، ضرورتی برای حفظ ترتیب سلسله‌مراتبی معمول ریاضی وجود ندارد و درنتیجه امکان طراحی درس‌های متنوع و تلفیقی قوی افزایش می‌یابد. درواقع دانشجو با آگاهی از نیازهای بازار کار که دائم در تغییر است، درس‌های مربوط را انتخاب می‌کند و آنچه را که به‌عنوان پیش‌نیاز برای یادگیری‌شان لازم دارد، می‌آموزد. برنامه‌های درسی نمی‌توانند همچنان به‌ارائه مجموعه‌ای از فعالیت‌های منسجم و محتوای بادقت انتخاب‌شده به‌دانش‌آموزان و دانشجویان بسنده کنند. نادیده‌گرفتنِ تغییرات ایجادشده در ذهن‌های انسان‌ها و اصرار بر استفاده از روش‌ها و محتوای پیشین و حتی تشدیدشان، قابل تداوم نیست. در مجموع، از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، گزاره‌های زیر برای بازنگری برنامه درسی ریاضی، استخراج شدند:

- ریاضی هم منعطف و نسبی و هم دقیق و قطعی است.
- ریاضی تنها در مورد اشیای مجرد نیست، بلکه ریشه در نیازهای واقعی و عملی جامعه دارد.

[1] Personalized Learning

- ریاضیِ محاسبه‌ای، امکان توسعه استراتژی‌هایی مانند حدس و آزمایش را برای حل مسائل دنیای واقعی، ایجاد می‌کند.
- دانشجویانِ ریاضی یاد می‌گیرند که در فرایند ساختن و انجام دادن ریاضی، اشتباه کردن و آموختن از اشتباه‌ها، یک راهبرد قوی است که به آنها فرصت می دهد تا به‌تدریج، روش‌های خود را دقیق‌تر کنند و ابزارهای قابل اتکاتری برای حل مسئله، ابداع کنند.
- دنیا به‌سمت علم داده، داده‌های بزرگ[1] و هوش مصنوعی و حوزه‌های مشابه درحال حرکت است که برای نوجوانان و جوانان جذاب است و برای یادگیری این نوع ریاضی، انگیزه قوی دارند.

مقوله چهارم: ضرورت بازنگری در برنامه درسی رشته ریاضی

در پارادایم جدید، افراد فضایی سرشار از نوآوری، آشفتگی، چابکی و تغییر مداوم را تجربه کرده‌لند. دراین فضا، یادگیری به‌مثابه تغییر و تحول درونی در یادگیرنده و حرکت از یادگیری یک‌طرفه و انتقالی به یادگیری دوسویه و تعاملی است. برای کسانی که از شروع آموزش رسمی، زندگی‌شان با تکنولوژی عجین شده، شبکه‌های اجتماعی را می‌فهمند و دسترسی به منابع را آموخته‌اند، دانستن یا وادارشدن به یادگیریِ مطالبی که می‌دانند کِی و کجا آنها را بازیابی کنند، یادگیری محسوب نمی‌شود. یادگیری برای آنها، مهارت‌های دسترسی به منابعی است که با جستجوگری خودشان و تسهیل‌گری معلمان و استادان، تشخیص داده‌اند که به‌دانستن آن مطالب برای حرکت به‌سوی موضوع‌های موردعلاقه خود، نیاز دارند. درنتیجه، نگاه‌های تجویزی به برنامه درسی، مشروعیت و موضوعیت و مقبولیت خود را تا میزان زیادی از دست داده است.

[1] Big Data

مقوله پنجم: رویکردهای نوظهور برای رویارویی با کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی

در بررسی‌های انجام شده، یکی از رویکردهایی که در شرایط جدید، ضرورت به‌کارگیری آن بیشتر مورد توجه قرارگرفته، رویکرد اِستم به ریاضی و علوم پایه است. آموزش اِستم، ماهیتی تلفیقی دارد و هدف آن، افزایش توانایی‌های نوجوانان و جوانان برای بازار کار تحول‌یافته توسط هوش مصنوعی است. رویکرد تلفیقی اِستِم، فرصت‌های نابی فراهم می‌کند تا دانشجویان، قابلیت‌های لازم را برای بازار کار پررقیب و ناپایدار که حل مسئله و طرح مسئله در آن ضروری است، کسب کنند. تنوع برنامه‌های آموزشی اِستم، بستگی به برداشت‌هایی دارد که نظریه‌پردازان نسبت به ماهیت چهارحوزه علوم تجربی و تکنولوژی و مهندسی و ریاضی و چگونگی تلفیق آنها با هم دارند. در این پژوهش، راوی با دیدگاه نظری خود نسبت به برنامه‌های درسی تلفیقی و با استناد به داده‌هایی که داشت و از زاویه دید و تجربه‌های زیسته خود، ماهیت چهارحوزه معرفتی تشکیل دهنده آموزش اِستم را تبیین نمود.

علوم؛ نقش تعیین‌کننده‌ای در درک عمیق‌تر دنیای اطراف، شناخت پدیده‌های طبیعی، هوشیاری نسبت به محیط زیست و ارتقای تفکر انتقادی در دانش‌آموزان و دانشجویان دارد. علوم تجربی بستر مناسبی برای آموزش استدلال استقرای تجربی است. برای مثال، قانون‌مندی‌های علوم به افراد می‌آموزد که چرا تنها با گرم‌شدن ۱/۵ درجهٔ کره زمین، اتفاق‌های مهیب محیط‌زیستی رخ می‌دهد و یخ‌های قطبی شروع به آب‌شدن می‌کنند؟

تکنولوژی؛ هم ابزاری برای کمک به یادگیری ریاضی و علوم و مهندسی و هم بستر یادگیری بوده است. علاه براین، تکنولوژی‌های دیجیتال و هوش مصنوعی

که ماهیت تعاملی دارد، در یادگیری عاملیت[1] دارد. در آموزشِ استم، لازم است که نقش‌های مختلف تکنولوژی شامل ابزار و بستر و عاملیت در یادگیری، سهم داشته باشند.

مهندسی؛ استفاده از دانشِ آموخته‌شدهٔ ریاضی برای حل مسئله‌های ملموس و عینی و واقعی است که قابلیت اجرا داشته باشند. آنگاه مبتنی بر مسئله حل شده، آموزش مهندسی زمینه طرح مسائل جدید و اجرای آنها را فراهم می‌کند. برای مثال، وقتی ساختن یک پُل مسئله‌ای باشد که قرار است حل شود، شرایط واقعی درنظر گرفته می‌شود. سازنده پل نمی‌تواند توسن خیال را به پرواز درآورد و پل را تا هر جا که خواست، بی‌توقف بکشد. در اینجا محدودیت‌های فیزیکی، چارچوب طراحی و سپس اجرا را تعیین می‌کند. در حل این مسائل، مهندس ناظر مراقبت می‌کند تا اجرا، طبق پیش‌بینی‌های دقیق، جلو برود. مهندسی کمک می‌کند تا متناسب با شرایط و موقعیت‌های جدید، راه‌حل‌های متفاوتی برای مسئله بیابیم.

ریاضی؛ تجلی قدرت ذهن و اندیشه و بستر آموزش استدلال استنتاجی است و نقش عمده در توسعهٔ تحلیل‌گری و تصمیم‌گیری‌های منسجم برای انتخاب راه‌حل‌های سنجیده و مناسب برای موقعیت‌های خاص دارد. ریاضی با انتزاع قوی، زمینه خلق و لبداع را فراهم می‌کند و با صورت‌بندیِ نتایج استنتاجی، رویّه‌های اجرایی تولید می‌کند. همچنین ریاضی، بستر و زبان تکنولوژی‌های نوین است.

این تبیین از چهارحوزه تشکیل‌دهنده استم، می‌تولند یک جهت‌گیری برای بازنگری در برنامه‌های رشته ریاضی و تدوین درس‌های نوآورانه برای دانشجویان رشته‌های ریاضی و علوم و مهندسی عرضه کند و شانس آنها را برای

[1] Learning Agency

ورود به بازار کار جدید، افزایش دهد. برنامه بازنگری شدهٔ رشته ریاضی با رویکرد اِستم، حتی می‌تواند از ساختار برنامه موجود استفاده کرده و محتوای درس‌ها با رویکردی متفاوت انتخاب و سازماندهی شود. برای مثال، علاوه بر درس فیزیک و آزمایشگاه، می‌توان درس‌های متنوع و نوآورانه‌ای از تلفیق ریاضی با سه‌حوزهٔ دیگر اِستم ارائه داد تا دانش‌آموختگان، فرصت و مهارت بیشتری برای رقابت در بازار کار جدید و ادامه تحصیل در میان‌رشته‌ای‌های نوین پیداکنند. علاوه بر این در دوران رشد فزاینده هوش مصنوعی، شاید درس‌هایی نظیر «آشنایی با نرم‌افزارهای ریاضی»، مخاطبان خود را از دست داده باشد. درحالی که با مفروض گرفتن تکنولوژی به‌عنوان بستر و ابزار و عامل یادگیری، می‌توان از تلفیق ریاضی با مهندسی، درس‌های مدل‌سازی بدیعی برای رشته ریاضی طراحی نمود.

در برنامه‌های بازنگری شده، توسعهٔ تفکر محاسباتی و الگوریتمی و ارتقای توانایی‌های اثبات و استدلال استنتاجی ضروری است. درصورتی که لازم است از حجم محتوای محاسباتی و درس‌هایی که متکی به «دانش حقایق» و «رویّه‌های محاسباتی» که توسط هوش مصنوعی قابل دسترس هستند، کاسته شود و درعوض، فضا برای تدوین درس‌ها و پروژه‌هایی که مهارت‌های استدلالی و مدل‌سازی و برنامه‌نویسی باز شود که در بازارکار جدید، برای دانش‌آموختگان ریاضی ضروری است.

جمع‌بندی یافته‌ها

رویارویی واقع‌بینانه با بحران کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی در دانشگاه، نیازمند توجه به ریشه‌های همین بحران در مدرسه است. برای بازنگری در برنامه درسی ریاضی، ضروری است که تحولات رُخ داده و قابل پیش‌بینی در تمایل دانش‌آموزان و دانشجویان به ریاضی درنظر گرفته شود. آنچه که در این پژوهش

به صـراحت مشـاهده شـد این بود که آنان با تجربه‌ای که در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ به‌دسـت آوردند، با برنامه‌های ایسـتا و بدون چالشِ گذشـته اقناع نمی‌شـوند و اگر قبلاً چاره‌ای جز ترک ریاضـی نمی‌دیدند، حالا توصـیه‌های کارسـاز برای برنامه‌ریزان درسـی دارند! دانش‌آموزان و دانشـجویانی که یادگیری مسـتقل و پرچالش را طی بیش از سـه‌سـال تجربه کرده‌اند، برنامه‌های درسـی و کتاب‌های تجویزیِ حجیم و پراکنده را نمی‌پسـندند و تمایلی ندارند که رشـته ریاضـی‌ای را برای تحصـیل در دانشـگاه انتخاب کنند که منفک از سـایر رشـته‌ها باشـد. درحال حاضـر، دانش‌آموزان و دانشـجویان بیشـتر درگیر حل «نامسـئله»ها هسـتند و در مدرسـه و دانشـگاه، از بی‌مسـئله‌گی رنج می‌برند. یادگیرنده ریاضـی، وقتی علاقه‌مند به حل مسئله می‌شود که در آن، نوعی از تعالی را برای خود ببیند و مزه موفقیتِ حل یک مسـئله را بچشـد. برنامه فعلی، پاسـخگوی نیازهای آنان نیست و چاره‌ای جز تغییر آن نمانده است. ولی پیش از هراقدامی برای بازنگری در برنامه درسی ریاضی، لازم است از اِعمال تغییرهای سلبی و دفعی پرهیز شود. فاصـله گرفتن از برنامه‌های آرمانی، کمک می‌کند تا تدوین یک هسـته اصـلی برای برنامه درسـی ریاضـی با توجه به قابلیت هوش مصـنوعی، تدوین شـود. این هسـته می‌تواند به برهم‌ریختن ترتیب سـنتیِ مباحث ریاضـیِ مدرسـه‌ای و دانشـگاهی و گسـترش پوشـش و کاهش تعداد مباحث کمک کند. علاوه براین، ضـروری اسـت که به تغییر تصـور نوجولنان و جولنان از یادگیری و امکانِ شـخصی‌سـازی شـدن آموزش برای آنان، توجه شـود و از آنها، به‌مثابه یک امکان مثبت برای تغییر بهره برده شـود. ازاینها گذشـته یادگیرندگان با سـهولت بیشـتری، منابع را بازیابی می‌کنند و به دانش موجود و موردنیاز دسـترسـی می‌یابند. تحلیل داده‌ها حاکی از این بود که نسـل جدیدِ یادگیرندگان انتظار دارند که ازطریق تحصـیل در رشـته ریاضـی در دانشـگاه، قابلیت‌های اسـتدلالی آنان افزایش یابد، تفکر محاسباتی را بیاموزند، قادر به حل مسئله‌های واقعی و غیرتصنعی شوند و

برای ورود به بازار کار، آمادگی پیدا کنند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که برای رویارویی با بحران ریاضی در دودهه اخیر، رویکرد اِستم ظرفیت‌هایی ایجاد می‌کند که با استفاده از چارچوب آن، ممکن است فرصتی ایجاد می‌شود تا بتوان از بخش‌های تجویزی/الزامی برنامه درسی کاسته و تا جایی که ظرفیت برنامه ایجاب می‌کند، بخش‌های مشترک و تلفیقی را با همکاری و هم‌اندیشی متخصصان چهارحوزه تشکیل دهنده اِستم، تدوین نمود.

بحث و نتیجه‌گیری

برنامه‌های درسی موجودِ رشته ریاضی در ایران، ظرفیت ایجاد مهارت‌های استدلالی و فرآیندی و رویّه‌ای کارآمد در دانشجویان را برای اشتغال در بازار کار متحول شده به‌سبب هوش مصنوعی، ندارد. در دوران همه‌گیری، دانش‌آموزان و دانشجویان با دنیایی وسیع آشنا شدند که در آن، با تکنولوژی های نسل نو زندگی کردند و آموختند و مهارت‌های هیجان‌انگیز کسب کردند و حوزه‌های کاری و علمی و تلفیقیِ خلاق و نوآورانه را شناختند. همچنین به‌دلیل دسترسی وسیع و سریع به منابع اصیل و متنوع، با انواع برنامه‌های درسیِ چابک و اثربخش آشنا شدند و خواسته‌ها و سلیقه‌هایشان عوض شد. آنان با شوقِ آموختن و قدم‌گذاشتن در دنیای برآمده از آن تحولات، به دانشگاه بازگشتند و با برنامه‌های حجیم و ایستا و نامطمئن برای اشتغال در بازار کار جدید، مواجه شدند. درصورتی که پذیرش تأثیر تغییر پارادایمیِ بر ماهیت برنامه درسی ریاضیِ مدرسه و دانشگاه، گریزناپذیر است. تحولات اخیر، تغییر نوع نگاه را به ماهیت ریاضی و به‌تبع آن، برنامه درسی و انتخاب محتوا و نوع ارزشیابی و مهارت‌هایی که قراراست از طریق ریاضی در دانشجویان ایجاد شود، ضروری کرده است. این تغییرات، عمیق و رویکردی است و با پیرایش برنامه‌ها و «بازنگری» هر چندوقت یک‌بار آنها، تفاوت ماهوی دارد. لازم است که از زاویهٔ دیدی متفاوت،

بحران رشته ریاضی در ایران، بررسی شود و درآن، مسئولیت و مأموریت دانشکده‌های ریاضی باعنایت به تحولات پارادایمی بعد از دوران همه‌گیری، بازنگری شود. برنامه‌های درسی موجود در بسیاری از دانشکده‌های ریاضی، قابلیت ایجاد مهارت‌های ضروری را برای اشتغال در بازار کار جدید را که به‌سبب هوش مصنوعی، متحول شده است و بسیار پررقیب، پرخواسته و ناپایدار است، ندارند. در دوران همه‌گیری، دانش‌آموزان و دانشجویان با دنیایی وسیع آشنا شدند که در آن، با تکنولوژی های نسل نو زندگی کردند و آموختند و مهارت‌های هیجان‌انگیز کسب کردند و حوزه‌های کاری و علمی و تلفیقیِ خلاق و نوآورانه را شناختند. همچنین به‌دلیل دسترسی وسیع و سریع به منابع اصیل و متنوع، با انواع برنامه‌های درسیِ چابک و اثربخش آشنا شدند و خواسته‌ها و سلیقه‌هایشان عوض شد.

براساس «نظریه موقعیت‌های آموزشی در ریاضی[1]» (بروسیو[2]، ۱۹۹۷)، یادگیری ریاضی یک «موقعیت» است که در آن، یاددهنده- یادگیرنده- محیط اجتماعی[3]، سه بازیگر آن هستند. دو بازیگر اول، همیشه در حال بستن قراردادی برای فرایند یاددهی- یادگیری مبتنی بر موقعیت‌ها هستند. در این فرایند، معلم تلاش می‌کند که محیطی ایجاد کند تا دانش‌آموز، مسئله را از آنِ خودش کند و در آن صورت، موقعیت ویژه‌ای برای یادگیری ایجاد می‌شود که در آن، دانش‌آموز و معلم، در تعامل دائم با یکدیگر هستند تا یادگیری اتفاق بیفتد. به گفته بروسیو، این موقعیت‌های آموزشی، همگی «منحصربه‌فرد» هستند و به‌این دلیل محیط اجتماعی، بخشی از فرایند یادگیری ریاضی است. اگر مسئله واقعی باشد و تحت تأثیر مداخله‌های انسانی به وجود آمده باشد، حل آن هم وابسته به متغیرهای

[1] Theory of Didactical Situations in Mathematics: 1970-1990
[2] Brousseau
[3] Milieu

متنوعی است که زاییده زمان و مکان و به تعبیر بروسیو، موقعیت است. برنامه‌های درسی ریاضیِ منسجم، کارآمد، جذاب و قابل‌اجرا اصولی دارد و نیازمند تخصص و تجربه و شناخت و واقع‌بینی نسبت به «زمان» و «مکان» و «مخاطب» است. دراین میان، مهم است که هوش مصنوعی و قدرت و نفوذ آن در تدوین برنامه موردتوجه واقع شود. نگاه راهبردی کمک می‌کند تا به چگونگی تلفیق واقعیِ ریاضی با حوزه‌های دیگر پرداخته شود که یکی از آنها، آموزش اِستم است که به‌طور چشمگیری، مورداقبال بسیاری از دانشگاه‌ها در جهان واقع‌شده است.

توصیه این پژوهش این است که در ایران، برای خروج از بحران کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی، دواقدام هم‌زمان انجام شود که اولی شناخت وضعیت رشته ریاضی–فیزیک در دبیرستان و دیگری امکان‌سنجی برای استفاده از رویکرد تلفیقیِ آموزش اِستم با مشارکت دانشکده‌های مربوط به علوم پایه و مهندسی در تدوین یک برنامه درسی ریاضیِ ابتکاری برای رشته ریاضی در دانشگاه، با درنظرگرفتن بازار کار نوین است. برای این کار، مشارکت دانشگاهیان و سیاست‌گذاران آموزش‌عالی و آموزش‌عمومی با هم و با نگاهی راهبردی به ریاضی، یک الزام است. در غیابِ چنین نگاهی، خطرِ افتادن در دام رویکردهای تمامیت‌خواهانه و تک‌ساحتی و برج‌عاجی و تکراری نسبت به شأن و جایگاه سنتی ریاضی وجود دارد که اگر به‌موقع اقدام نشود، سرمایهٔ ریاضیِ ایران به‌خطر می‌افتد. نگاه راهبردی کمک می‌کند تا به چگونگی تلفیق واقعیِ ریاضی با حوزه‌های دیگر پرداخته شود که یکی از آنها، آموزش اِستم است که تلفیقی از چهارحوزه «مهندسی، علوم‌پایه، تکنولوژی و ریاضی» است و به‌طور چشمگیری، مورداقبال گروه‌های ریاضی بسیاری از دانشگاه‌ها در جهان واقع‌شده است. این برنامه، طراحی و تدوین برنامه‌های آموزشی و پژوهشیِ بدیع است که بر این چهاررشته به‌مثابهِ چهارستون، استوار است و تلاش می‌کند دانشجویان را برای

ورود به حوزه‌های تلفیقیِ ابتکاری و خلاق و بازار کار ناپایدار و خلق شغل‌های جدید، آماده کند. نیروی پیشران این برنامه، استفاده از ظرفیت علوم-تکنولوژی-مهندسی-ریاضی برای تولید برنامه‌های نوآورانه و آینده‌نگر و جذب دانشجو به این چهاررشته است.

سخن پایانی

هدف اصلی ایجاد رشته ریاضی در ایران، تربیت معلم توانای ریاضی برای نظام تازه‌تأسیس آموزش متوسطه درسال ۱۳۰٤ بود. از بین فارغ‌التحصیلان این رشته، تعداد محدودی هم به خارج از ایران فرستاده شدند تا برای آموزش عالی که درحال شکل‌گیری بود، استاد ریاضی تأمین شود. درحقیقت، تربیت ریاضی‌دان نظری یا تولیدکننده ریاضی، هدف عمومی رشته ریاضیِ دانشگاهی در ایران نبود. ولی با جهش ناگهانیِ هوش مصنوعی و تأثیر پارادایمی آن بر اشتغال و بازار کار و تمام شئونات زندگی فردی و اجتماعی، این معادلات برهم خورد و دانشجویان نیازمند کسب تجربه‌های یادگیری سیّال و چالش‌برانگیز و درگیرکننده شدند. تغییر پارادایمی که ظرف چندسال اخیر اتفاق افتاد، کارآمدی آینده رشته ریاضی دانشگاهی را به سبک موجود و تک‌رشته‌ای، بیش از پیش زیر سؤال برده است. برای پیش‌بینی سطح و عمق و ابعاد تغییرات احتمالی، بررسی تغییر باور و سلیقه مخاطبانِ بالقوهٔ ریاضی و تأثیر هوش مصنوعی بر بازار کار جدید و مهارت‌های موردنیاز آن و چندین و چند عامل دیگر مرتبط دیگر، بازنگری در رشته ریاضیِ دانشگاهی را الزامی می‌کنند. این بازنگری، نیازمند تبیین نظریه‌های یادگیری جدید و رویکردهای متنوع به برنامه‌های درسی تلفیقی است. دراین جهت، همکاری حوزه‌های متنوع معرفتی از جمله انسان‌شناسی، روان‌شناسی، جامعه‌شناسی، عصب‌شناسی/علوم اعصاب، آموزش/تعلیم و تربیت و مطالعات برنامه درسی در حوزه‌های موضوعی گوناگون، یک ضرورت است. تلفیقی بودن

برنامه‌ها، گواهی بر این واقعیت است که آموزش‌های تک‌ساحتی، پاسخگوی شرایط جدید مخاطبان خود نیستند و لازم است که آموزش عمومی و دانشگاهی با تجربه‌های تجمّعی یادگیرندگان، عادت‌های ذهنی آنان، سطح انتظاراتشان و تغییرات عظیم بازار کار مبتنی بر تکنولوژی‌های دیجیتال و هوش مصنوعی، به‌روز شود. دراین شرایط، درس‌های آموخته شده از دوران همه‌گیری و آموزش مجازی این است که جرح و تعدیل روش‌های موجود، نتیجه رضایت‌بخشی ندارد. طراحی و اجرای برنامه‌های تلفیقی مانند اِستم در دانشگاه‌ها برای خروج از بحران رشته ریاضی در دانشگاه، یک گزینه است و تعامل سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان با نخبگان و نفع‌بران اصلی یعنی دانشجویان و استادان و گرفتن بازخورد از آنان، برای ایجاد هر نوآوری و ابتکار سازنده، الزامی است.

منابع

ایسنا. (۲٤ آذر ۱٤۰۳). آموزش STEM: راه نجات رشته‌های ریاضی در دانشگاه‌ها (خلاصه مقاله محتشم و گویا و غلام‌آزاد، چاپ شده در دوفصلنامه مطالعات برنامه درسی در آموزش عالی در سال ۱٤۰۲).

گویا، زهرا. (۱۹ خرداد ۱٤۰۱). آموزش ریاضی نیازمند اسطوره زدایی است. *روزنامه شرق*.

گویا، زهرا. (۲۷ اردیبهشت ۱٤۰۱). دانشجویان در مرتبه پایینی از انگیزه قرار دارند/هیهات که سیاست‌گذاران، فرزندان زمان خویش نیستند! *خبرگزاری ایسنا*.

گویا، زهرا. (۲٦ اردیبهشت ۱٤۰۱). پیام پنهان سیاست‌گذاری‌ها؛ ریاضی درسی مردانه است!/صنعت آموزش تیشه به ریشه ریاضی زده. *خبرگزاری ایسنا*.

گویا، زهرا. (۱۳۹۷الف). آنچه که بر سر ریاضی ایران آمده است. *مجله رشد آموزش ریاضی*. شماره ۱۲۹ (بهار ۱۳۹۷)، صص. ۲ و ۳. دفتر انتشارات کمک آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.

گویا، زهرا. (۲۳ مهر۱۳۹۷). بحران امروز ریاضیات، کمتر از بحران آب نیست! نیازمند تشکیل اتاق فکر غیرجناحی هستیم. ایسنا.

گویا، زهرا. (۱۳۹۷ب). فرازوفرود اقبال دانش‌آموزان به ریاضی: یک مسئله در دو نَما! *مجله رشد آموزش ریاضی*. شماره ۱۳۰ (پاییز ۱۳۹۷)، صص. ۲ و ۳. دفتر انتشارات کمک آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.

گویا، زهرا. (۱۳۹۷پ). بحران ریاضی مدرسه‌ای و دانشگاهی در ایران. *۴۹اُمین کنفرانس ریاضی ایران*. ۳۱ مرداد تا ۳ شهریور ۱۳۹۷، دانشگاه علم و صنعت ایران. انجمن ریاضی ایران.

گویا، زهرا. (۱۳۹٦). کاهش ورودی‌ها به رشته ریاضی در دوره متوسطه دوم، هشداردهنده است! *مجله رشد آموزش ریاضی*. شماره ۱۲۸. صص. ۲ و ۳. دفتر انتشارات کمک آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.

گویا، زهرا. (۱۳۹۵). ویژگی‌های جمعیتی کنکور سال ۱۳۹۵، یک هشدار است! *مجله رشد آموزش ریاضی*. شماره ۱۲٤. صص. ۲ و ۳. دفتر انتشارات کمک آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.

محتشم، زهرا. (۱٤۰۲). آموزش «علوم – تکنولوژی– مهندسی– ریاضی» (STEM): رویکردی نو برای توسعه رشته ریاضی در دانشگاه. رساله منتشرنشده

دکتری آموزش ریاضی. گروه ریاضیات کاربردی و صنعتی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه شهیدبهشتی.

محتشم، زهرا؛ گویا، زهرا و غلام‌آزاد، سهیلا. (۱۴۰۲). آموزش اِستم: چارچوبی برای رویارویی با بحران رشته‌های ریاضی دانشگاهی در ایران. *دو فصلنامه مطالعات برنامه درسی در آموزش عالی*. دوره ۱۴، شماره ۲۸، صص. ۲۶۷ تا ۲۹۴. انجمن مطالعات برنامه درسی ایران.

Bobbitt, J. F. (1918). *The Curriculum.* Houghton Mifflin Company.

Brousseau, G. (1997). Theory of Didactical Situations in Mathematics: Didactique des Mathématiques, 1970-1990. Edited and translated by N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland & V. Warfield. **Part of the book series:** Mathematics Education Library (MELI, volume 19). Springer.

Goos, M.; Carreira, S & Namukasa, I. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. SURVEY PAPER. *ZDM – Mathematics Education*. 55:1199–1217. Springer. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z

Eisner, E. & Vallance, E. (1974). *Conflicting Conceptions of Curriculum*. McCutchan Pub Corp; First Edition (January 1, 1974).

Kuhn, T. S. (1962, 1st Edition). The Structure of Scientific Revolution. University of Chicago Press.

National Research Council. (2004). *The Mathematical Sciences' Role in Homeland Security: Proceedings of a Workshop*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/10940.

National Research Council. (1990). *On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/1532.

Tenni, C.; Smyth, A. & Boucher, C. (2003). The Researcher as Autobiographer: Analyzing Data Written About Oneself. *The Qualitative Report.* 8 (1). 1-12. DOI: 10.46743/2160-3715/2003.1895

United Nations Official Site.

UNESCO. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization is a specialized agency of the United Nations (UN)

Walker, A. (2017). Critical Autobiography as Research. The Qualitative Report. 22 (7). 896-1908. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2017.2804