

برزخ ریاضی دانان؛

وقتی هوش مصنوعی هم‌زمان «بال» و «قفس» ریاضیات می‌شود تحلیلی بر تقابل هوش مصنوعی و جامعه ریاضی

سعید علیخانی، حسن ملکی

چیزی فراتر از یک ابزار ساده

گاه متضاد و چالشی به موضوع تقابل و تعامل هوش مصنوعی و جامعه ریاضی دانان نگاه شود و از زبان تمیثل به کرات استفاده شده است تا تصویری کامل برای درک بهتر و قضاوت دقیق‌تر پیرامون موضوع، پیش چشم مخاطب قرار گیرد.

بازی تمام شده یا تازه آغاز شده؟

هوش مصنوعی شطرنج را از نوع بشر گرفت، نه به این معنا که دیگر کسی شطرنج بازی نمی‌کند؛ بلکه منظور این است که «ابهت شکست‌ناپذیری انسان» و حضور بلامنازع او، در این بازی فرو ریخت. در ریاضیات نیز، لذت «کشف مجهول» همیشه با رنج جستجو همراه بوده است. حالا هوش مصنوعی می‌تواند لذت این «آرکا آرکا» گفتن (لحظه کشف) را با دادن پاسخ‌های فوری برآید. اگر ماشین همیشه پاسخ را در آستین داشته باشد، آیا انگیزه بشر برای سال‌ها کلنجار رفتن با یک فرضیه (مثل ریمان) باقی می‌ماند؟ یا ریاضیات تبدیل به یک «کنسرت بدون نوازنده» می‌شود که در آن فقط ماشین‌ها برای هم می‌نوازند؟

پژوهش در عصر انفجار: حل مسئله ماشینی

پژوهش‌های ریاضی وارد دورانی شده است که می‌توان آن را «تولید انبوه حقیقت بدون مصرف کننده» نامید. سرعت تولید مقالات به قدری بالاست که عملاً امکان مطالعه آن‌ها توسط انسان وجود ندارد؛ وضعیتی که مایکل هریس آن را به کنسرتی تشبیه می‌کند که در آن ماشین‌ها جایگزین مخاطبان شده‌اند. از سوی دیگر، هوش مصنوعی اکنون قضایایی را ثابت می‌کند که قرن‌ها بن‌بست فکری ما بودند. این ابزار، «بال» پرواز ماست، اما هم‌زمان با نفوذ ماشین به فرایند دآوری، ما با ریسک خروج کامل انسان از چرخه تولید علم روبه‌رو

هوش مصنوعی، این انتزاعی‌ترین ساخته ذهن بشر، در سال ۲۰۲۵ به نقطه‌ای رسید که دیگر نمی‌توان آن را با روش‌های قرن بیستمی شناخت. هوش مصنوعی دیگر یک «ماشین حساب» نیست؛ او اکنون یک «همکار» است که مسائل حل‌ناپذیر را در طرفه‌العینی به زانو درمی‌آورد. اما سؤال این‌جاست: آیا این پیشرفت، ما را به قله می‌رساند یا به کلی معنای «صعود» را از بین می‌برد؟ زنه‌ار باید داد که در سال ۲۰۲۶، ما دیگر تنها با یک «فناوری جدید قدرتمند» روبرو نیستیم؛ بلکه با یک «دگردیسی» در ساحت اندیشه مواجهیم. ریاضیات که روزگاری غایی‌ترین سنگر نبوغ و رنج انسانی بود، اکنون در مواجهه با هوش مصنوعی، دچار یک «کن‌فیکون» ساختاری شده است. اوضاع بسیار سریع‌تر از پیش‌بینی‌ها پیش رفته و سؤالات دشوار تاریخ ریاضی با سرعتی نمایی در حال حل شدن هستند. اما در این میان، یک پرسش حیاتی باقی می‌ماند: در جهانی که ماشین‌ها «می‌فهمند»، جایگاه «فهم انسانی» کجا خواهد بود؟ در این نوشتار سعی خواهیم کرد در مورد این سؤال و تقابل هوش مصنوعی و جامعه ریاضی‌دانان به بحث و بررسی بپردازیم. مرجع اصلی متن، مقاله‌ای از مایکل هریس ریاضی‌دان و فیلسوف نامدار آمریکایی است که با عنوان «اتوماسیون ریاضی‌دانان را مجبور می‌کند تا بر ارزش‌های خود تأمل کنند»^۱ در آوریل سال ۲۰۲۴ در بولتن انجمن ریاضی آمریکا به چاپ رسیده است. مایکل هریس، یکی از ریاضی‌دانان برجسته و تأثیرگذار معاصر آمریکایی است که علاوه بر دستاوردهای علمی درخشان در حوزه‌های مختلف ریاضی به‌ویژه نظریه اعداد، به دلیل نگاه فلسفی و انتقادی‌اش به جامعه ریاضیات و تکنولوژی شناخته می‌شود. او با نگاهی نقادانه وضعیت حال حاضر را به تصویر می‌کشد. هرچند حدود دو سال از انتشار این مقاله می‌گذرد، اما محتوای آن همچنان داغ و خواندنی است. سعی شده است از جوانب متفاوت و

¹Michael Harris, "Automation Compels Mathematicians to Reflect on Our Values," Bulletin of the American Mathematical Society 61, no. 2 (April 2024): 331–342, <https://doi.org/10.1090/bull/1825>.

سپاه» تبدیل شود که فقط خروجی می‌دهد، بدون اینکه کسی بداند درون آن چه می‌گذرد. در حوزه آموزش، هوش مصنوعی هم یک فرشته نجات است و هم یک رقیب سرسخت و مخرب. مغز ما یک توده ثابت نیست؛ بلکه مثل یک عضله، بر اثر تمرین یا تنبلی، شکل و قدرت اتصالاتش تغییر می‌کند. توان پلاستیسیته مغز، به معنای «انعطاف‌پذیری» یا «قابلیت تغییر شکل» است. مغز انسان این توانایی شگفت‌انگیز را دارد که وقتی با یک مسئله سخت (مثل یک قضیه ریاضی) دست‌وپنجه نرم می‌کند، سیم‌کشی‌های داخلی‌اش را تقویت کند و سلول‌های عصبی جدیدی را به هم متصل کند. وقتی پلاستیسیته تهدید می‌شود یعنی وقتی ما از هوش مصنوعی می‌خواهیم تمام کارهای سخت ذهنی را انجام دهد، عملاً به مغزمان اجازه نمی‌دهیم که «ورزش» کند. در نتیجه، آن قابلیت تغییر و رشد (پلاستیسیته) از بین می‌رود و مغز اصطلاحاً «تنبلی» یا «دچار آتروفی» یا تحلیل‌رفتگی می‌شود. خطر اینجاست که با تحلیل رفتن «عضله حل مسئله»، ما با نسلی روبرو شویم که «کاربری» عالی دارد اما «ریشه‌ها» را نمی‌شناسد. در ادامه، حل مسئله دیگر به معنای فرایندی ذهنی و مبتنی بر استدلال و قدرت خلاقیت نخواهد بود، بلکه معنای «طراحی سوال» و «مهندسی درخواست»^۲ به خود خواهد گرفت. بنابراین، در حال حاضر، خودِ «آموزش دیدن» نیاز به آموزش دارد. بحرانی که نسل جدید را تهدید می‌کند این است که تفکر الگوریتمی صرف و ماشینی جایگزین مهارت‌های محاسباتی محض و تفکر انتقادی و خلاقیت و ابتکار خواهد شد.

معلمان در برزخ: از «دانای کل» به «مربی فکری»

شغل معلمی و استادی در حال فروپاشی و بازسازی هم‌زمان است. معلم دیگر منبع پاسخ نیست؛ ماشین پاسخ‌های بهتری می‌دهد. چالش بزرگ معلم امروز، حفظ انگیزه در دانشجویی است که می‌داند ماشین از او جلوتر است. معلمان باید به «نگهبانان معنا» تبدیل شوند. آن‌ها باید به دانشجو بیاموزند که چطور در دنیای پاسخ‌های آماده، «شهود» خود را تقویت کند و چرا رسیدن به جواب، بدون درک مسیر، فاقد ارزش انسانی است. نقش استاد از «منبع دانش» به «ناظر ابزارها» تغییر یافته است. اساتید با چالشی اخلاقی روبرو هستند: چگونه می‌توان خلاقیت انسانی را در دورانی که ماشین‌ها پاسخ‌های بهینه می‌دهند، زنده نگه داشت؟

هستیم. به‌علاوه، همان‌طور که مایکل هریس هشدار می‌دهد، ما با خطر جایگزینی «تجربه ذهنی ریاضی‌دان» با «خروجی‌های بی‌روح ماشینی» مواجهیم.

درک انسانی در برابر درک ماشینی: فراتر از هوش عقلانی

اگر هوش را مجموعه‌ای از استعدادها شامل تمرکز، درک، یادگیری، حافظه، دقت، پردازش و استدلال بدانیم، باید پذیرفت که هوش مصنوعی عمدتاً بر جنبه‌ای از آن متمرکز است که ما «هوش عقلانی» یا IQ می‌نامیم؛ هوشی منطقی-زبانی که برای حل مسائل ریاضی و استدلال صوری ضروری است. اما انسان برای درک عمیق و معنادار ریاضیات، به دو نوع هوش دیگر نیز متکی است: «هوش هیجانی» (EQ) که مدیریت احساسات، پشتکار در مواجهه با شکست و اشتیاق برای کشف را ممکن می‌سازد، و «هوش معنوی» (SQ) که به جستجوی معنا، طرح پرسش‌های بنیادین و درک جایگاه انسان در شبکه دانش می‌پردازد. هوش مصنوعی، فاقد این دو بعد است. بنابراین، حتی اگر ماشین بتواند فرایند استدلال (هوش عقلانی) را شبیه‌سازی کند، تجربه زیسته، شگفتی و معنای نهفته در کشف یک حقیقت ریاضی که ریشه در EQ و SQ دارد، همچنان در قلمرو انحصاری انسان باقی خواهد ماند. خطر آنجاست که با تمرکز صرف بر کارایی ماشین، ما این ابعاد غنی هوش انسانی را به فراموشی بسپاریم.

پارادوکس آموزش؛ تقابل «سقراط دیجیتال» و «عضله تنبلی»

از یک سو، آموزش می‌تواند تحت تأثیر هوش مصنوعی شخصی‌سازی شود. برای نخستین بار در تاریخ، هر دانش‌آموز می‌تواند یک «سقراط دیجیتال» در جیب خود داشته باشد که با سرعت یادگیری او تنظیم شود، نقاط ضعفش را بشناسد و ریاضیات را نه به شکل یک غول، بلکه به شکل یک بازی جذاب ارائه دهد تا برای او به یک تجربه لذت‌بخش و منحصر به فرد تبدیل شود. هوش مصنوعی معلم را از تدریس فرمول‌های تکراری نجات داده است. از سوی دیگر، در کلاس‌های درس، مرز بین یادگیری و تولید پاسخ مخدوش شده است. برای دانش‌آموزان و دانشجویان، هوش مصنوعی صرفاً یک ماشین حساب پیشرفته نیست؛ او «فکر کردن» را از آن‌ها می‌گیرد. خطر بزرگ اینجاست که ریاضیات برای نسل جدید به یک «جعبه

²(Prompt engineering)

همکاری یا رقابت؟ نمونه‌های عینی از دیالوگ انسان و ماشین

تاریخ ریاضیات پر است از نمونه‌هایی که در آن ابزارهای محاسباتی به کشف کمک کرده‌اند. از جدول‌های لگاریتمی نپر تا استفاده گاوس و لژاندر از جدول‌های اعداد اول برای حدس قضیه اعداد اول. امروز، این همکاری به سطحی بی‌سابقه رسیده است. نمونه‌ای درخشان، کار پروفیسور ارنست ریو از دانشگاه کالیفرنیا است که با هدایت گفتگویی خلاق با مدل زبانی GPT-5، توانست یک مسئله باز ۴۰ ساله در نظریه بهینه‌سازی محدب را حل کند. در این فرایند، GPT-5 با تولید سریع ده‌ها ایده (هرچند با نرخ خطای بالا) فضای جستجو را به شدت محدود کرد و مسیرهای غیرمتعارفی پیشنهاد داد. نقش ریو به عنوان هدایت‌گر، تصحیح‌کننده و نهایتاً مترجم ایده خام ماشین به یک اثبات ریاضی دقیق بود. این تجربه نشان می‌دهد که آینده مطلوب، نه در تسلیم محض در برابر ماشین و نه در طرد آن، بلکه در **همکاری هوشمندانه** است؛ جایی که ماشین «کار سنگین» ایده‌پردازی اولیه و غربالگری را انجام می‌دهد و انسان بر هدایت، راستی‌آزمایی عمیق و معنابخشی متمرکز می‌شود.

نبرد ارزش‌ها: ریاضیات در چنگال سیلیکون‌ولی

بزرگ‌ترین چالش، انتقال قدرت از دانشگاه به صنعت است. اتوماسیون ریاضیات توسط شرکت‌هایی هدایت می‌شود که اولویت‌شان نه «کشف حقیقت»، بلکه «سودآوری» و «تجاری‌سازی هوش» است. هریس می‌گوید اگر اجازه دهیم صنعت دستور کار ریاضیات را تعیین کند، تفکر انتقادی قربانی منافع شرکت‌ها خواهد شد. ریاضیات نباید صرفاً به یک مسابقه برای حل سریع‌تر سوالات تبدیل شود. اگر ریاضی‌دانان نتوانند از «ارزش‌های انسانی» و «معنای پشت اعداد» دفاع کنند، در آینده‌ای نزدیک، ما نوازندگانی خواهیم بود که در تالاری خالی برای مخاطبانی ماشینی کنسرت می‌دهیم. وقت آن است که بیرسیم: ما واقعاً برای چه چیزی ارزش قائلیم؟ یکی از نگرانی‌های اصلی ریاضی‌دانان این است که هوش مصنوعی ریاضیات را به یک نسخه «خانگی و بی‌روح» تبدیل کند که از معنا تهی شده است. ریاضیات فقط رسیدن به جواب (مانند بردن در یک بازی کامپیوتری) نیست، بلکه درک انسانی و تجربه ذهنی ریاضی‌دان اهمیت دارد. مایکل هریس گالایه می‌کند که ریاضی‌دانان معمولاً به تاریخ و علوم اجتماعی بی‌توجه هستند. او معتقد است برای مقابله با بحران هوش مصنوعی، ریاضی‌دانان باید از همکاران خود در علوم

انسانی یاد بگیرند که چگونه درباره ارزش‌های حرفه‌ای و شرایط مادی شغل خود تامل و از آن‌ها دفاع کنند. او اشاره می‌کند که ریاضیات در حال حاضر توسط یک «نخبگان خودتکثیرشونده» اداره می‌شود و چندان دموکراتیک نیست. این ساختار سلسله‌مراتبی باعث می‌شود جامعه ریاضی در برابر قدرت مالی و نفوذ صنعت تکنولوژی آسیب‌پذیرتر باشد.

کوناتوس: در جستجوی جوهر ریاضی در عصر اتوماسیون

چالش اتوماسیون تنها یک مشکل فنی نیست، بلکه یک بحران وجودی (Existential) برای جامعه ریاضی است. مایکل هریس برای تحلیل این بحران به مفهوم «کوناتوس» (Conatus) در فلسفه اسپینوزا متوسل می‌شود. کوناتوس، تلاش ذاتی هر موجود برای حفظ هستی و شکوفایی ذات خویش است. پرسش اینجاست: «ذات» جامعه ریاضی چیست؟ آیا ذات ما در تولید انبوه اثبات‌ها و قضایای قابل شمارش خلاصه می‌شود، کاری که ماشین به زودی بهتر انجام خواهد داد یا در «تجربه زیسته کشف»، «شگفتی در مواجهه با زیبایی ریاضی» و «رشد فکری جمعی» نهفته است؟ اگر ماشین‌ها اثبات حدس ریمان را ارائه دهند، ارزش بیرونی (خروجی) حاصل شده است. اما آیا جامعه ریاضی به «درک» و «رشد» درونی دست یافته است؟ کوناتوس واقعی ریاضیات، باید معطوف به حفظ و تقویت همین جنبه‌های انسانی، زیبایی‌شناختی و ادراکی باشد که به سادگی قابل اتوماسیون نیستند. ما در خطر «اشتباه گرفتن کار ریاضی‌دان با ذات ریاضیات» هستیم. بازتعریف ارزش‌ها از «چه چیزی تولید می‌کنیم» به «چگونه می‌فهمیم و رشد می‌کنیم»، کلید بقای معنادار این جامعه در عصر هوش مصنوعی است.

اساتید و محققین در برزخ هویت

وضعیت محققین ریاضی امروز شبیه به بافندگان دستی در آستانه انقلاب صنعتی است. محققانی که ده سال روی یک جزئیات محاسباتی کار کرده، حالا می‌بینند ماشین در ده ثانیه آن را انجام می‌دهد. این موضوع منجر به یک «بحران معنا» در زندگی حرفه‌ای اساتید شده است. استاد دانشگاه دیگر «مخزن دانش» نیست. او باید از یک مدرس به یک «تسهیل‌گر فکری» تبدیل شود که به دانشجوی می‌آموزد چگونه در اقیانوس پاسخ‌های آماده، «شهود» خود را گم نکند.

ریاضیات در ترازوی سیاست؛ چه باید کرد؟

در مواجهه با این سونامی، نهادهای مدنی و حاکمیتی نباید تماشاگر باشند. نهادها و مؤسسات علمی غیرانتفاعی مرجع مانند انجمن ریاضی آمریکا باید از تمرکز صرف بر مسابقات و المپیادهای سنتی فاصله بگیرد و به تدوین «اخلاق ریاضی در عصر هوش مصنوعی» بپردازد. انجمن‌ها باید استانداردهای جدیدی برای «مقاله علمی» تعریف کنند تا ارزش «درک انسانی» فدای «تولید ماشینی» نشود. سیاستمداران و قانون‌گذاران باید بدانند که زیرساخت‌های هوش مصنوعی نباید منحصرأ در اختیار شرکت‌های بزرگ (سیلیکون‌ولی) باشد. سرمایه‌گذاری بر روی «هوش مصنوعی ملی و آکادمیک» برای حفظ استقلال علمی کشور حیاتی است. سیستم‌های پیشرو آموزشی مانند سنگاپور و فنلاند در حال حذف تکلیف‌های روتین و جایگزینی آن‌ها با «پروژه‌های تفکر انتقادی» هستند؛ جایی که هوش مصنوعی ابزار است، نه هدف. مایکل هریس ما را به «آگاهانه زندگی کردن» دعوت می‌کند. هوش مصنوعی می‌تواند تمام مجهولات عالم را برای ما معلوم کند، اما نمی‌تواند به ما بگوید که «چرا» باید به دنبال آن‌ها برویم. اگر ریاضی‌دانان، انجمن‌های علمی و سیاستمداران امروز برای حفظ «کرامت تفکر انسانی» برنامه‌ریزی نکنند، فردا ریاضیات صرفاً یک کدِ کارآمد خواهد بود، نه زبانی برای فهم جهان. ما در برزخی میان «قدرت مطلق ماشینی» و «اصالت رنج انسانی» هستیم. اگر فردا صبح بیدار شوید و ببینید هوش مصنوعی تمام رازهای هستی را حل کرده، آیا هنوز دلیلی برای بیدار شدن و اندیشیدن خواهید داشت؟

جمع‌بندی: به سوی همزیستی آگاهانه

ما در آستانه یک تغییر پارادایم تاریخی قرار داریم. هوش مصنوعی قفس محدودیت‌های محاسباتی ذهن بشر را می‌شکند و بالی برای پرواز به سوی افق‌های ناشناخته است. اما این پرواز، اگر فاقد خلبان انسانی واجد «شهود»، «قضاوت» و «معنا» باشد، به سرگردانی در فضای بی‌کران داده‌های بی‌روح منجر خواهد شد. آینده ریاضیات و به‌طور کلی، تفکر عمیق، در گرو «همزیستی آگاهانه» انسان و ماشین است. این همزیستی مستلزم آن است که در وهله اول ارزش‌های انسانی مانند کنجکاوی، شگفتی، زیبایی‌شناسی و اخلاق را در کانون کار ریاضیاتی حفظ کنیم. در مرحله بعد، نقش‌های جدیدی مانند مربی فکری، هدایت‌گر هوش مصنوعی، و نگهبان معنا را برای معلمان و پژوهشگران بپذیریم و ساختارهای نهادی و آموزشی را به گونه‌ای بازتعریف کنیم که پرورش «تفکر انتقادی» و «قضاوت» را بر تولید محض «پاسخ» ترجیح دهد. در ساحت عمومی نیز در گفت‌وگوی اجتماعی گسترده درباره آینده علم و فناوری مشارکت کنیم و اجازه ندهیم روایت این آینده تنها توسط بازار و صنعت نوشته شود. ریاضیات، در عمیق‌ترین لایه خود، یک کنش انسانی برای فهم جهان است. هوش مصنوعی می‌تواند قدرتمندترین همکار این سفر اکتشافی باشد، اما نباید اجازه دهیم کارایی و سرعت ماشین، جایگزین لذت رنج‌بردن، کشف کردن و در نهایت، فهمیدن شود. پاسخ نهایی به پرسش‌های هستی، هرچقدر هم که الگوریتم‌ها به ما نزدیک‌شان کنند، در نهایت باید توسط آگاهی انسان دریافت و احساس شود.