

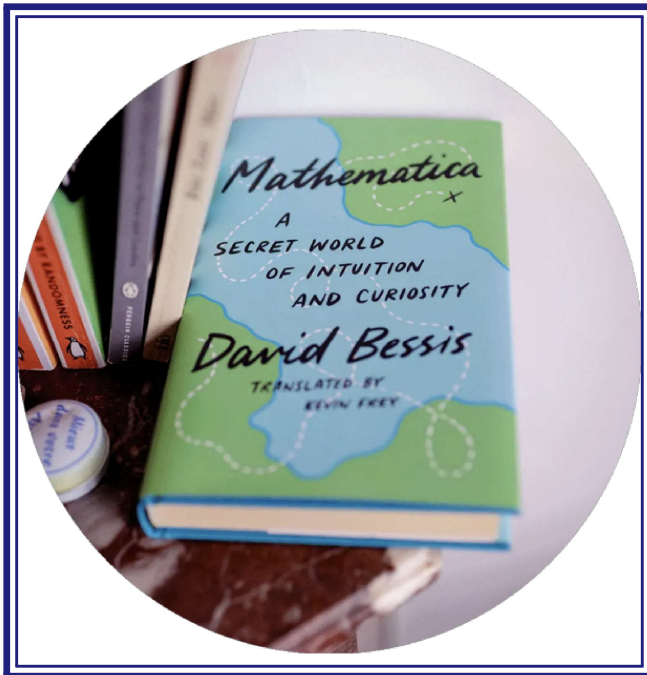
دیوید بسیس، ریاضی‌دان: تفکر ریاضی آن چیزی نیست که فکر می‌کنید*

کلیسیس هوستون ادوارد

مریم صفازاده** و سعید علیخانی***



دیوید بسیس، ریاضی‌دان ادعا می‌کند که هرکسی قادر به تفکر ریاضی است و می‌تواند از آن بهره‌مند شود.



دیوید بسیس به همان دلیلی به ریاضیات جذب شد که بسیاری از مردم از آن دور می‌شوند. او درک نمی‌کرد که نحوه عملکرد آن چگونه است. برخلاف سایر فرآیندهای خلاقانه مانند ساخت موسیقی که قابل شنیدن است یا نقاشی که قابل دیدن است، ریاضیات بیشتر یک فرآیند درونی است که از دید پنهان است. او می‌گوید: "این کمی جادویی به نظر می‌رسید. پس من در مورد آن کنجکاو شدم."

کنجکاو در نهایت او را به سمت دکترای ریاضی دانشگاه دیدرو در اواخر دهه ۱۹۹۰ سوق داد. او دهه بعد را صرف مطالعه نظریه گروه هندسی کرد، قبل از اینکه تحقیقات ریاضی را رها کند و در سال ۲۰۱۰ یک استارت‌آپ یادگیری ماشینی تأسیس کند.

در طول این مدت، او هرگز از پرسیدن این سؤال دست برنداشت که ریاضیات واقعاً به چه معناست. بسیس تنها دنبال حل مسائل ریاضی نبود. او می‌خواست بیشتر بررسی کند و به دیگران کمک کند تا درک کنند که ریاضی‌دانان چگونه در مورد کار خود فکر می‌کنند و آن را تمرین می‌کنند.

کتاب منتشر شده توسط دیوید بسیس

مجله کوانتا با بسّیس پیرامون آنچه که ریاضی‌دانان در حال عملیات ریاضی انجام می‌دهند و اینکه ریاضیات نوعی کمک به خود است، مصاحبه کرد. این مصاحبه برای شفاف سازی بیشتر، خلاصه و ویرایش شده است. چرا این کتاب را نوشتید؟ شاید ۲۰ سال بارها و بارها تلاش کردم و نتوانستم آن را بنویسم. سپس در سال ۲۰۲۰، متونی را که مدت‌ها پیش خوانده بودم، دوباره خواندم - روایت‌های رنه دکارت، الکساندر گروتندیک و ویلیام ترستن. متوجه شدم این سه نفر که ارتباطی با هم نداشتند، همه یک داستان را به شکل‌های مختلف تعریف می‌کنند. آن داستان با آنچه که من زندگی می‌کردم، طنین انداز شد. پس از درک این موضوع، کتاب در عرض چند هفته کاملاً آماده شد. آنچه می‌توانیم از دکارت، گروتندیک و ترستن بیاموزیم این است که ماهیت فرآیند ریاضی آن چیزی نیست که افراد فکر می‌کنند.



بسّیس معتقد است که در واقع ریاضیات بازی رفت و برگشتی بین شهود و منطق، غریزه و عقل است.

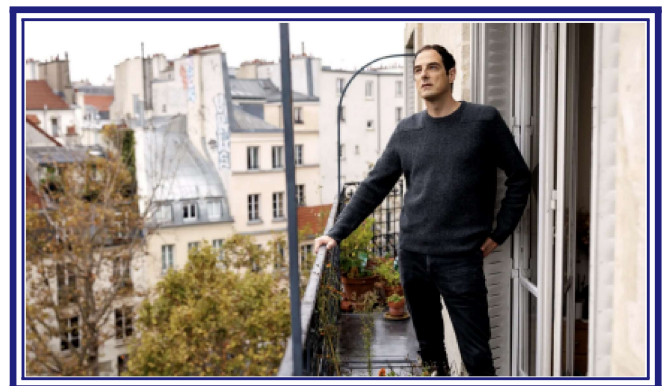
دیدگاه افراد چیست؟

ریاضی دسته‌ای از نمادهای مرموز روی یک تکه کاغذ است. این مورد هزاران سال به نام ریاضیات تبلیغ شده است، زیرا این چیزی است که مردم می‌بینند. اما کل سفر، اینکه چگونه با مسائلی در ذهن خود کار می‌کنید، چگونه ریاضی شما را متحول می‌کند، همه یک راز است. این بخشی از برنامه درسی نیست. ریاضی نوعی گفتگو بین این فرآیندهای بیرونی و درونی است. این فعالیت برای هماهنگ کردن بازنمایی درونی یا به عبارت دیگر شهود شما با برخی از بازنمایی‌های منطقی و بیرونی است. شما از یک ساز و کار بسیار

در سال ۲۰۲۲ پاسخ خود را منتشر کرد، کتابی با عنوان «ریاضی، دنیای پر رمز و راز شهود و کنجکاو». او گفت: امیدوار است بتوان در این کتاب توضیح داد که در مغز فردی که ریاضی کار می‌کند، چه می‌گذرد. علاوه بر آن عنوان کرد که «این کتابی درباره تجربه درونی انسان است». اوایل امسال این کتاب از زبان اصلی آن که فرانسه است به انگلیسی ترجمه شد. او در این کتاب ریاضی این ادعای تحریک آمیز را مطرح می‌کند که چه خودتان متوجه شوید یا نه، دائماً در حال محاسبات ریاضی هستید و می‌توانید توانایی‌های ریاضی خود را بسیار فراتر از آنچه فکر می‌کنید، توسعه دهید.

بسّیس استدلال می‌کند که ریاضیدانان برجسته‌ای مانند بیل ترستن و الکساندر گروتندیک مهارت ریاضی خود را مدیون نبوغ ذاتی نیستند. آن‌ها به ریاضیدانان قدرتمندی تبدیل شدند، زیرا مایل بودند دائماً شهود خود را زیر سؤال ببرند و اصلاح کنند. آن‌ها ایده‌های جدیدی را توسعه دادند و سپس از منطق و زبان برای آزمایش و بهبود آن‌ها استفاده کردند.

به عقیده بسّیس روش تدریس در مدرسه بر بخش منطقی این فرآیند تأکید دارد، چرا که عنصر مهم‌تر شهود است. ریاضی را باید گفتگویی بین این دو در نظر گرفت: بین عقل و غریزه، بین زبان و انتزاع. این یک نوع تمرین فیزیکی نیز هست، مانند یوگا یا هنرهای رزمی، چیزی که می‌تواند از طریق تمرین بهبود یابد که نیازمند تلنگر زدن به این حالت کودکانه و در آغوش گرفتن تخیل خود و اشتباهات ناشی از آن است. بسّیس می‌گوید که همه تجربه‌ای در این فرآیند دارند، به این معنی که همه مانند یک ریاضی‌دان تمرینات فکری دارند. علاوه بر این، همه توانایی این را دارند که تلاش کنند تا تفکر ریاضی خود را نه لزوماً برای حل مسائل ریاضی، بلکه به عنوان یک تکنیک خودیاری بهبود ببخشند.



بسّیس اظهار داشت: «پیام ریاضی‌دان برای همه این است: بنگرید که چه کارهایی می‌توان کرد اگر شهود خود را به کار گیرید.»

نابغه‌ای هستند. می‌توانید آن‌ها را ببینید؛ به نظر می‌رسد که آن‌ها با بیگانگان از فضای خارج از ماوراء ارتباط برقرار می‌کنند. اما فکر نمی‌کنم که این امر ذاتی باشد، حتی اگر اغلب اوایل کودکی ظاهر شود. نبوغ یک صفت ذاتی نیست. یک حالت است، حالتی که شما با انجام یک کار خاص می‌سازید. ریاضی یک سفر است. در مورد انعطاف‌پذیری است. نمی‌گویم که آسان است، ریاضی سخت است؛ اما زندگی و هر آنچه که انجام می‌دهید بسیار سخت‌تر است.



بسیس از تمرینات بزرگان ریاضی مانند بیل ترستن، الکساندر گروتندیک و رنه دکارت الهام گرفته است.

اگر ذاتی نیست و یک فرآیند است، آیا بدان معناست که با تمرین در نهایت می‌توانم مانند ترستن ریاضی را درک کنم؟ نه، ترستن نه. اینطور فکر نمی‌کنم، اما شاید در حدی که مرا غافلگیر کنید. ترستن شرح مفصلی از این که چگونه در سنین جوانی تصمیم گرفت هر روز این نوع خودآموزی را انجام دهد، ارائه کرد. فکر نمی‌کنم شما بتوانید به آن دست پیدا کنید. گروتندیک و دکارت نیز احتمالاً از سنین خیلی پایین شروع کردند، حتی قبل از اینکه شروع به صحبت کردن کنند. نکته‌ای که می‌خواهم بدانم این است که دانش‌آموزان دبیرستانی اغلب از ریاضی ناراضی هستند، زیرا فکر می‌کنند ریاضی به استعداد ذاتی نیاز دارد که آن‌ها ندارند. اما این درست نیست؛ در واقع متکی به همان شهودی است که ما هر روز از آن استفاده می‌کنیم. پس چطور می‌توان در ریاضی بهتر شد؟ هر زمان که گسیختگی بین آنچه درونتان به شما می‌گوید و آنچه قرار است منطقی باشد، مشاهده می‌کنید، این یک فرصت مهم برای درک چیزی جدید است و سپس می‌توانید این بازی رفت و برگشت را شروع کنید. آیا می‌توانید گزینه درونی خود را بیان کنید و آن را وارد بحث منطقی کنید؟ اگر هنوز گسیختگی وجود دارد، آیا می‌توانید دلیل آن

سفت و سخت و دیوانه‌وار برای آزمایش شهود خود، تنظیم مجدد آن، ارتقا و تقویتش استفاده می‌کنید تا زمانی که احساس کنید درک خوبی از آن مسأله دارید.

شما ادعا می‌کنید که همه نامحسوس با ریاضیات سر و کار دارند، حتی اگر خودشان متوجه نباشند. شما باید آن‌ها را مجبور کنید که از یادگیری ریاضی خود آگاه شوند. آیا می‌توانید یک دایره در ذهن خود ببینید؟ آیا می‌توانید آن را بزرگتر یا کوچکتر کنید؟ آیا می‌توانید آن را جا به جا کنید؟ شگفت‌انگیز است.



بسیس گفت: «دانش‌آموزان دبیرستانی اغلب از ریاضی ناراضی هستند، زیرا فکر می‌کنند که به استعداد ذاتی نیاز دارد که آن‌ها ندارند، اما این درست نیست؛ در واقع متکی به همان نوع شهودی است که ما هر روز از آن استفاده می‌کنیم.»

من این پرسش را مطرح می‌کنم که «یک میلیارد منهای یک چند می‌شود؟» هرگز کسی ندیده‌ام که بلافاصله پاسخ به ذهنش خطور نکند. وقتی می‌خواهم با صدای بلند بگویم باید به آن فکر کنم اما در ذهنم می‌بینم و من فکر می‌کنم اکثر مردم همین‌طور هستند، حتی اگر خودشان متوجه نباشند. این یک ادراک هنری نیست ولی همه افراد احساسی قوی در مورد نتیجه یا پاسخ دارند. این در واقع شهود ریاضی است. برای مردم واضح است، اما این مسأله تا حدودی تاریخی نیز هست؛ ۲۰۰۰ سال پیش هیچ کس نمی‌توانست به راحتی به این سؤال پاسخ دهد، زیرا از اعداد رومی استفاده می‌کردند. این استدلال می‌کند که آنچه برای شما بسیار ساده به نظر می‌رسد، در واقع ریاضی عمیقی است که شما آن را درونی کرده‌اید. شما یک سیستم بسیار انتزاعی را یاد گرفته‌اید که شهود شما را از اعداد متحول کرده است. این موجب می‌شود مسائلی برای شما بدیهی شود که ۲۰۰۰ سال پیش شما را شبیه به انیشتین می‌کرد. این ذاتی یا غریزی نیست. خودتان آن را ذاتی کرده‌اید. پس آیا به مفهوم نابغه ریاضی اعتقاد دارید؟ انکار اینکه افرادی هستند که در ریاضیات فوق‌العاده خوب هستند، صادقانه نخواهد بود. بچه‌های ۵ ساله‌ای وجود دارند که ریاضی دانان

تسلیم نشوید، کاری که می‌توانید با شهود خود انجام دهید بسیار فراتر از نهایت انتظارات شماست و این مورد جهانی است. کتاب من یک درس زندگی برای همه افراد خلاق است، نه فقط کسانی که می‌خواهند مفاهیم ریاضی را یاد بگیرند. پیام ریاضی‌دان برای همه است: «بگیرید که چه کارها می‌توان کرد اگر شهود خود را به کار گیرید.»

آیا به این کتاب به عنوان یک کتاب خودیاری نگاه می‌کنید؟

من در واقع افراطی‌تر از این هستم که بگویم این کتاب برای کمک به خود است. من می‌گویم که به نوعی ریاضیات یک تکنیک خودیاری است.

چطور ممکن است؟

ریاضی‌دانان باید در مورد آنچه که درک نمی‌کنند و آنچه که فکر می‌کنند، صادق باشند. این ممکن است به آنها کمک کند که ببینند. برای مثال چیزی به روش اشتباه تعریف شده است، یا اینکه تعریفی متفاوت یک نظریه را ساده‌تر کند. یا این تعریف مهم نیست، آن یکی مهم است.

چیزی در مورد صداقت، در مورد رک بودن، در مورد تلاش برای یافتن راه‌هایی برای بیان آنچه واقعاً احساس می‌کنید، وجود دارد. این کاری بسیار سخت است. نیاز به تمرین دارد.

وقتی ریاضی کار می‌کنید، به روشی واقعاً ناب در معرض فرآیند فکری قرار می‌گیرید. این فقط در مورد درک مسائل نیست، بلکه در مورد درک آنها به روشی بسیار کودکانه، عمیق، ساده لوحانه، فوق العاده واضح و آشکار است. آموزش بسیار خوبی برای خلاقیت است. این همچون داربستی استوار برای تخیل شماست.

وقتی به زندگی خودم و روشی که توانستم بر چالش‌های شخصی غلبه کنم نگاه می‌کنم، متوجه می‌شوم که توانایی من در تفکر ریاضی کمک کرده است. از نقطه نظر احساسی، همه ما به ریاضی نیاز داریم.

*Kelsey Houston-Edwards, [Mathematical Thinking Isn't What You Think It Is](#), Quantamagazine, November 18, 2024.

**دانشگاه ملی مهارت الزهرا بوشهر
**دانشگاه یزد

را تجسم کنید؟ همان طور که آن بازی را انجام می‌دهید، تخیل شما به تدریج دوباره تنظیم می‌شود و در پایان اگر پافشاری کنید، غریزه و عقل شما با هم هماهنگ می‌شوند و باهوش‌تر خواهید بود. این تفکر ریاضی است.



بسیس گفت: «وقتی ریاضی کار می‌کنید، به روشی در معرض فرآیند تفکر انسان قرار می‌گیرید که واقعاً خالص است. این فقط در مورد درک مسائل نیست، بلکه در مورد درک آنها به روشی بسیار کودکانه، عمیق، ساده لوحانه، فوق العاده واضح و آشکار است.»

افراد با بهبود تفکر ریاضی خود چه چیزهایی می‌توانند به دست آورند؟

شادی، شفافیت و اعتماد به نفس.

بچه‌ها همیشه این کار را انجام می‌دهند، به همین دلیل خیلی سریع یاد می‌گیرند. مجبور هستند. منظورم این است که در غیراین صورت هیچ چیز معنا نخواهد داشت. فکر کنم به همین علت است که نوزادان فوق العاده خوشحال هستند، زیرا در تمام طول روز بینش و ادراک لحظه‌ای دارند. این شگفت‌انگیز است.

برای بزرگسالان این طرز فکر می‌تواند بسیار کند باشد. اما اگر