

کاربرد ریاضیات در بهبود هوش سیال*

ولی سیادت

مترجم: منصور معتمدی

جامعه ریاضی در چند دهه گذشته شاهد بحث‌های پرشوری دربارهٔ ربط رشد مهارت‌های ریاضی و تفکرهای سطح بالا بوده است [9]. در این بحث‌ها فرآیند یادگیری و نیز آسان‌سازی یادداری آموخته‌ها مورد توجه قرار گرفته است. آزمودن، یک ابزار مهم آموزشی در پیشبرد فرآیند یادگیری است. تجربهٔ من نشان می‌دهد که برای بیشترین تأثیرگذاری، آزمودن باید تجمعی^۱ باشد و زمان‌دار، مقصود از آزمون تجمعی، آزمونی است شامل آزمون‌هایی که پرسش‌های آن از مواد مطرح شده در طول پاره سال تحصیلی انتخاب می‌شوند. در صورتی که دانشجویان بدانند آزمون تجمعی است، از آغاز دوره انگیزه‌ای قوی برای فهم، تمرین و مرور تمام مطالب تدریس شده، در آنان به وجود خواهد آمد. در مقابل آزمون‌هایی که از فصل‌ها و بخش‌ها به عمل می‌آید، آزمون تجمعی با این شناخت که یکپارچگی جان دانش است بر حقیقت پرورش تمرکز می‌یابد. به دلیل ماهیت واقعی سلسله مراتب ریاضیات، فهم مطالب نو به آن چه آموخته شده وابسته است و از این رو یادگیری مباحث جدید آشکارا به یادگیری مباحث پیشین گره می‌خورد.

با مطالعات هدایت شده در ریاضیات، کارآیی آزمون‌های تجمعی در مقابل آزمون‌هایی که به طور محدود متمرکز می‌شوند مورد تأیید قرار می‌گیرد (گروه‌های گواه یا پژوهش‌های سایر آموزشگران) [1, 5, 7]. بعضی اهل تحقیق دیگر دارای تألیفات مشابهی دربارهٔ آموزش، از طریق افزایش آزمون‌ها هستند [4, 6]. آزمون‌های زمان‌دار، در فرآیند آموزش، تأثیرگذاری دیگری را ممکن می‌سازند و آن گسترش مهارت‌های تمرکزی دانشجویان است. آنان باید به طور کامل تکالیف را در کانون توجه خود قرار دهند. این ضرورت، به ویژگی روزگار ما، یعنی زندگی با شکاف پایدار که در

*) Vali Siadat, Using Mathematics to Improve Fluid Intelligence, Notices of the AMS, March 2011, Volume 58, 432-433.

1) cumulative

فرآیند تفکر دانشجویان بازتاب داده شده و سرگشتگی و ناتوانی تمرکز را در پی دارد، برمی‌گردد. آزمون‌های مکرر و زمان‌دار در ریاضیات، دانشجویان را به گونه‌ای آموزش می‌دهد که به تکالیف، متمرکز شده و توسعه توانایی یادگیری و یادداری دانش را هدف خود قرار دهند. نتیجه پژوهش‌های دسته جمعی با هدایت من نشان می‌دهد که استفاده مکرر از آزمون‌های زمان‌دار نه تنها پی‌آمد کار دانشجویان را در ریاضیات بهبود می‌بخشد، بلکه در موضوعاتی مانند فهم خواندن که به آن ارتباط ندارد مؤثر واقع می‌شود. یکی از همکارانم به طور مشخص نتایج مشابهی را در علوم اجتماعی گزارش می‌دهد. این مثال به احتمال زیاد به دانشجویانی که مهارت‌های تمرکزی آنان بهبود یافته است نسبت داده می‌شود.

افزون بر این دریافته‌ایم که آزمون‌های زمان‌دار، بسیار بیش از روش معمول استفاده از آزمون‌های کتبی توانایی دانشجویان را در انجام ریاضیات ذهنی با آموزش تصویرسازی مسائل چند مرحله‌ای و حل فوری آنها بالا می‌برد. به عنوان مثال برای حل معادله $x - 7 = -3$ ، آنان تصویر ذهنی از مسأله آفریده، اعمال جمع و ضرب را انجام داده و به نتیجه $x = 8$ می‌رسند. در مثلثات برای ساده کردن اتحاد $1 + \tan^2 x$ به سرعت تصویر ذهنی $1 + \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}$ را به عنوان $1 + \tan^2 x$ ایجاد کرده، آن را برابر $\frac{\cos^2 x}{\cos^2 x} + \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}$ یا $\frac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x}$ یافته و در نهایت به نتیجه $\frac{1}{\cos^2 x}$ که همان $\sec^2 x$ است می‌رسند. در حسابان برای محاسبه مشتق $e^{\sin^2 x}$ ، آنان تصویر ذهنی قانون زنجیری را شکل داده، حاصل ضرب $e^{\sin^2 x} (\sin^2 x)'$ را که همان $2(\cos^2 x) e^{\sin^2 x}$ است به دست می‌آورند، همان کاری که ریاضیدانان در مواجهه با چنین مسائلی انجام می‌دهند. دانشجویان بسیار شایسته‌ای را می‌شناسم که دستیابی به این نکته را آغاز کرده‌اند.

سرانجام این که آزمون‌های زمان‌دار، خودکاری دانشجویان را در مهارت‌های اصلی ریاضیات گسترش می‌دهد. ممکن است چنین به نظر آید که این چیزی نیست مگر ایجاد فشار روحی در طول برگزاری آزمون، اما بسیاری از اهالی علم شناخت تحقیق کرده‌اند که فشار روانی در متن تجربه یادگیری سبب توجه متمرکز شده و حافظه معلومات وابسته را بهبود می‌بخشد [3]. بدین ترتیب ذهن می‌تواند در سطح تفکر مفهومی که ویژه حل مسئله است عمل کند. آسایش خاطری که با دست یافتن سیالی در مهارت‌های اصلی ریاضی تجربه می‌شود، هر فشار روانی اولیه را برطرف می‌کند، زیرا موانع آموزشی موجود در مسیر انجام دامنه‌های بالاتر اندیشه را از سر راه برمی‌دارد. پژوهش‌های اصیل و انگیزه بخش جدید نشان می‌دهد که هوش سیال می‌تواند با آموزش حافظه فعال بهبود یابد [3].

هوش سیال به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در امر آموزش شناخته شده، شامل مجموعه‌ای از توانایی‌های وابسته به استدلال مجرد و تفکرهای سطح بالاست. دیر زمانی است این باور وجود دارد که هوش دارای مؤلفه‌های قوی ارثی است و حتی با آموزش، ثابت باقی می‌ماند، اما پژوهش‌های اخیر خلاف این باور را نشان می‌دهد: آموزش در انجام تکالیف پیوسته (دوگان تکالیف n-back) که درستی آن در آزمایش‌های هوش بازتاب داده شده است فعالیت‌های مغز را تحریک کرده نتایج

بهتری را به دست خواهد داد. روانشناسان با تجربه از طریق n-back توانسته‌اند محرک‌های هم‌زمان شنیداری و دیداری در فاصله‌های زمانی محدود تهیه کنند. چنین تکالیفی به مقدار زیاد به نظارت توجهی متکی است. پژوهش‌های جدید در هوش سیال نیز مهم هستند، زیرا نشان دهنده تأثیر آموزش در تمام سطوح می‌باشند، بدین معنی که شامل تمام افراد، بابت هوشی پایین و افراد واقع در انتهای طیف می‌شود. نتایج پژوهش‌های جدید سهم مهمی در علوم یادگیری دارد، چرا که پژوهشگران نشان داده‌اند یادگیری شناخت بنیاد، هوش سیال را بهبود می‌بخشد. افزون بر آن، این یافته‌ها کاربردهای مهمی در علوم ریاضی دارند.

در ریاضیات الگویی طبیعی برای پرورش مغز وجود دارد که با خواست تکالیف به طور متمرکز عمل می‌کند، همان که از آن به نام خود کاری متمرکز در ریاضیات ذهنی نام برده می‌شود. پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که کار در ریاضیات با استفاده از آزمون‌های مکرر و زمان دار می‌تواند حافظه فعال را یاری دهد. تربیت دانشجویان در حل مسائل به طریق ذهنی در سطوح متفاوت، در فاصله زمانی محدود شباهت زیادی به تکالیف n-back دارد. در پژوهش‌های روانشناسی مربوط به حافظه فعال، خواستار کامل تمرکز، سرعت و دقت در فرآیند تحریک هستند. اگر این همبستگی متغیر و تربیت در حافظه فعال بتواند با پیشرفت هوش سیال ارتباط داشته باشد، آنگاه تربیت منظم ریاضی با استفاده از آزمون‌های تجمعی و زمان دار می‌تواند هوش سیال و توانایی دانشجویان را در حل مسائل، در هر زمینه و در تمام رشته‌های علمی بهبود بخشد.

در ضمن این که پژوهش‌های بیشتر، شامل ارزش‌های نسبی این پروتکل در سطوح گوناگون ریاضی ضروری می‌نماید، دلالت معقول آن به آموزش ریاضی برجسته است. هم چنان که به کاوش در بنیاد و اساس این بحث ادامه می‌دهیم، ناگزیریم بار دیگر بینش نافذ افلاطون را در توانگری و ارزش آموزش ریاضی یادآوری کنیم.

مراجع

- [1] F. N. DEMPSTER, Using test to promote learning: A neglected classroom resource. *Journal of Research and Development in Education* **25**(4) (1992), 213-217.
- [2] S. M. JAEGGIG, M. BUSCHKUEHL, J. JONIDES, and W.J. PERRIG, Improving fluid intelligence with training on working memory, *Proceedings of the National Academy of Sciences* **105** (19) (2008), 6829-6833.
- [3] M. JOËLS, Z. PU, O. WIEGERT, M. S. OITZL, and H. J. KRUGERS. Learning under stress: How does it work? *TRENDS in Cognitive Sciences* **10**(4) (2006), 152-158.

- [4] J. D. KARPICKE, A. C. BUTLER and H. L. ROEDIGER III, Metacognitive strategies in student learning: Do students practice retrieval when they study on their own? *memory* **17** (4) (2009), 471-479.
- [5] R. J. NUNGESTER and P.C. DUCHASTEL, Testing versus review: Effects on retention, *journal of Educational Psychology* **74**(1) (1982). 18-22.
- [6] H. L. ROEDIGER III and J. D. KARPICKE, Test-enhanced learning: Talking memory tests improves long-term retention, *Psychological Science* **17**(3) (2006), 249-255
- [7] Y. SAGHER, M. V. SIADAT, and L. HAGEDORN, Building study Skills in a college mathematics classroom, *The journal of General Education* **49** (2) (2000), 132-155.
- [8] M. V. SIADAT, P. MUSIAL, and Y. SAGHER, Keystone Method: A learning Paradigm in mathematics, *Problems, Resources and Issues in Mathematics Undergraduate Studies (PRIMUS)*, **18**(4) (2008). 337-348.
- [9] H. WU, Basic Skills Versus Conceptual Understanding: A bogus dichotomy in mathematics education, *American Educator* (fall 1999). 14-52.

مترجم: منصور معتمدی

خانه ریاضیات اصفهان

motamedi.mansoor@gmail.com