ریاضیات و شناخت

برای کمک به دانش‌آموزان در توسعه‌ی درک عمیق‌تر مفاهیم ریاضی، از راهکارهای خواندن و فکر کردن سازگار شده[1] با ریاضی استفاده نمایید.*

آرتور هاید[2]
ترجمه‌ی **نرگس مرتاضی مهربانی**
دبیر ریاضی راهنمایی و دانشجوی دکتری ریاضی با گرایش آموزش ریاضی

مقدمه

در کشورهایی که امتیاز بالایی در مسابقات بین‌المللیِ موفقیت ریاضی کسب کرده‌اند، کلاس‌های درس ریاضی یک وجه اشتراک دارند ـ [و آن] فرهنگِ تدریس و یادگیری است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند ارتباطات و اتصالات را برقرار سازند و درک مفهومی را بنا نهند. این اظهارنظر[3]، از تجزیه و تحلیل هیبرت[4] و همکاران از درس‌های ویدیویی معلمان پایه‌ی هشتم نتیجه شده است. این درس‌های ویدیویی از **سومین مطالعه‌ی بین‌المللی ریاضی و علوم**[5] در سال ۲۰۰۳ جمع‌آوری شده‌اند. محققان دریافتند که در این کشورها، معلمان، نه تنها به دانش‌آموزان مسائل ریاضی چالش‌برانگیز محول می‌کنند، بلکه از پرسش و گفتگوی[6] فعال نیز استفاده می‌کنند تا به دانش‌آموزان کمک کنند که حین حل این مسئله‌ها، ارتباطات و اتصالات بین مفاهیم بین مفاهیم ریاضی را دیده و درک نمایند.

در تقابلی شدید، هیچ یک از معلمان ریاضی ایالات متحده در مطالعه‌ی ویدیویی، از گفتگوهای مفهومی یا سؤالاتی استفاده نکردند که می‌توانستند به دانش‌آموزان کمک کند تا ارتباطات و اتصالات ریاضی را کشف نمایند. حتی زمانی که برنامه‌ی درسی شامل مسائل ریاضی بود که از نظر مفهومی غنی بودند، معلمان با این مسائل به عنوان تمرین‌های رویه‌ای[7] برخورد می‌کردند (به طور مثال، یک فرمول به دانش‌آموزان ارایه می‌دادند و از آن‌ها می‌خواستند تا اعداد را در فرمول جایگذاری کنند). طبق تجزیه و تحلیل‌های مختلف مطالعه‌ی ویدیویی، در یک سوم موارد، معلمان به راحتی جواب‌ها را به دانش‌آموزان می‌گفتند (استیگلر[8] و هیبرت، ۲۰۰۴).

متأسفانه تدریس شفاهی، تکرار و تمرینِ گام‌هایی که به جواب درست می‌انجامد ـ حتی گرفتن مداد از دست دانش‌آموزان برای نشان دادن چگونگی حل مسئله ـ روش‌هایی هستند که در فرهنگ تدریس ریاضی ایالات متحده جای دارند. چگونه می‌توانیم به معلمان ریاضی کمک کنیم تا فرای این کارهای[9] معمولی تدریس که ناکارآمد و به طور فرهنگی شرطی شده‌اند، حرکت نمایند؟

پاسخ این سؤال، در بافتن و به هم تنیدن[10] ریاضیات، زبان و

شناخت نهفته است. هنگامی که این سه رشته را با یکدیگر درهم آمیزیم، طنابی ایجاد می‌کنیم که محکم‌تر، بادوام‌تر و قدرتمندتر از هر کدام از رشته‌ها به تنهایی است و به طور فزاینده‌ای، احتمال این‌که دانش‌آموزان درک مفهومی عمیقی را توسعه خواهند داد، افزایش می‌دهیم.

کلیدواژه‌ها: علوم شناختی، یادگیری ریاضی.

تلفیق راهکارهای خواندن و فرایندهای ریاضی

بیش از دو دهه است که با معلمان پیش دبستانی تا پایه‌ی هشتم (k–۸) روی روش‌های مختلفی کار می‌کنیم که این روش‌ها می‌توانند به دانش‌آموزان آن‌ها کمک کنند مسئله حل‌کن‌های ریاضی شوند. یکی از حوزه‌هایی که مورد بررسی قرار داده‌ایم، تلفیق زبان ـ به خصوص درک مطلب خواندن ـ و ریاضی است. این دو حوزه اگرچه در ظاهر ناهمگون هستند، اما هر دو مبتنی بر شناخت می‌باشند.

خواندن، فرایند بیرون کشیدن معنا از بیان نوشتاری است. در این فرایند پویا، خواننده با متن تعامل برقرار می‌کند تا معناسازی کند و از آن‌چه که در مورد محتوای متن می‌داند استفاده نماید. او تعامل برقرار می‌کند تا چگونگی ساختاربندی این قبیل متن‌ها و کلمات درون متن را بازشناسی کند. تحقیقات، تعدادی استراتژی شناختی کارا برای دانش‌آموزان تعیین کرده است که می‌توانند در درک مطلب خواندن از آن‌ها استفاده کنند (هاروی[۱۱] و گودیس[۱۲]، ۲۰۰۷؛ کین[۱۳] و زیمرمن[۱۴]، ۲۰۰۷؛ میلر[۱۵] ۲۰۰۲). این استراتژی‌ها شامل موارد زیر است:

- ایجاد ارتباطات و اتصالات
- سؤال پرسیدن
- تجسم
- استنباط و پیش‌بینی
- تعیین اهمیت (ضرورت)
- ترکیب و تلفیق
- نظارت فراشناختی

در کشورهایی که امتیاز بالایی در مسابقات بین‌المللیِ موفقیت ریاضی کسب کرده‌اند، کلاس‌های درس ریاضی یک وجه اشتراک دارند ـ [و آن] فرهنگِ تدریس و یادگیری است که به دانش‌آموزان کمک می‌کند ارتباطات و اتصالات را برقرار سازند و درک مفهومی را بنا نهند

این استراتژی‌های شناختی برای آن‌که در ریاضیات کارا باشند، باید با ریاضی سازگار شوند. مفاهیم در ریاضیات با مفاهیم در زبان متفاوتند: معناسازی و درک مطلب در ریاضیات نیازمند درک مفهومی عمیقی از ایده‌های انتزاعی است (هاید، ۲۰۰۶). **شورای ملی معلمان ریاضی**[۱۶] (۲۰۰۸)، پنج فرایند شناختی اساس را تعیین کرده است که دانش‌آموزان برای درک مفاهیم ریاضی باید با آن‌ها درگیر شوند:

- حل مسئله
- استدلال و اثبات
- گفتمان[۱۷]
- ارتباط و اتصال
- بازنمایی‌ها

لحظه‌ی آ ... های من

گری بیتر[۱۸]، استاد تکنولوژی آموزشیِ دانشگاه ایالتی آریزونا و برنده‌ی جایزه‌ی موفقیت مادام‌العمر از شورای ملی معلمان ریاضی

وقتی در مزرعه‌ای در کانزاس بزرگ می‌شدم، ریاضی بخشی از زندگی روزمره‌ام بود. من از کار با اعداد، حل مسائل ریاضی در دنیای واقعی، و بازی‌های مرتبط با ریاضی ـ خصوصاً بازی ورق ـ لذت می‌بردم. در مزرعه، من همواره در معرض کاربردهای واقعی اندازه‌گیری، هندسه، نسبت و تناسب، کسرها، تخمین و محاسبات

خواندن، فرایند بیرون کشیدن معنا از بیان نوشتاری است. در این فرایند پویا، خواننده با متن تعامل برقرار می‌کند تا معناسازی کند و از آن‌چه که در مورد محتوای متن می‌داند استفاده نماید. او تعامل برقرار می‌کند تا چگونگی ساختاربندی این قبیل متن‌ها و کلمات درون متن را بازشناسی کند

عمومی[19] بودم.

در ابتدایی و دبیرستان، یاد گرفتم تا قدردان چالش‌های ریاضی باشم و از ریاضی بیش از سایر موضوعات درسی لذت ببرم. خصوصاً از رقابت‌های ریاضی که شامل رمزگذاری[20]، حل مسئله و تخمین بود، لذت می‌بردم. در تحصیلات عالی، شاهد امکانات نامحدود ماشین‌حساب‌ها و کامپیوترها بودم و شغلم را به کاربرد آن‌ها در تدریس، یادگیری و توسعه‌ی حرفه‌ای معلمان اختصاص دادم.

تدریس ریاضی به منظور درک و فهم، بهترین روشی است که موجب می‌شود تا دانش‌آموزان درک کنند که ریاضی می‌تواند جالب و موزون باشد. معلمان مجبور نیستند تا جواب درست ارایه دهند، اگرچه اجتناب از این امر در تدریس ریاضی بسیار مشکل است. دادن جواب خیلی آسان‌تر از صرف وقت برای هدایت دانش‌آموزان در حل مسئله‌ها و دادن اعتماد به نفس به آن‌ها در مورد درک‌شان از ریاضی است.

در بیش از ۴۰ سال تدریس ریاضی‌ام، سعی نکرده‌ام تا فقط جواب را ارایه دهم. از ماشین‌حساب‌ها و کامپیوترها برای جذاب کردن ریاضی و ارتقای توانایی‌های حل مسئله دانش‌آموزان استفاده نموده‌ام. زمان زیادی را صرف کرده‌ام تا دانش‌آموزان در مورد چگونگی به دست آوردن جواب‌هایشان توضیح دهند. بحث دانش‌آموز و معلم برای یادگیری و تدریس موفق ریاضی لازم است.

برای چندین سال، به همراه تعداد زیادی از معلمان در این مورد تحقیق کردیم که وقتی پنج فرایند ریاضی و هفت استراتژی درک مطلب خواندن را کنار هم گذاشتیم، دانش‌آموزان به چه چیزهایی دست یابند. برای هر استراتژی درک مطلب خواندن، به طور مرتب این سؤال را می‌پرسیدم که چه اصولی از علوم شناختی (برانسفورد[21]، براون[22] و کوکینگ[23]، ۲۰۰۰) را می‌توانیم برای جرح و تعدیل این استراتژی‌ها به کار گیریم تا به دانش‌آموزان کمک کند که فرایندهای ریاضی را انجام دهند؟

مثلاً K-W-L یک استراتژی خاصِ درک مطلب خواندن است که برای پرسیدن سؤال، مورد استفاده قرار می‌گیرد؟ (بلاچویز[24] و اگله[25]، ۲۰۰۱). حروف K-W-L مخفف سؤالاتی است که قبل از خواندن و بعد از خواندن پرسیده می‌شوند، سؤالات قبل از خواندن شامل این است که من چه چیزی می‌دانم؟[26] و می‌خواهم در مورد آن، چه چیز بیش‌تری یاد بگیرم؟[27] و سؤال بعد از خواندن، چه چیزی یاد گرفتم؟[28] می‌باشد. با در نظر گرفتن هم‌زمان استراتژی خواندنِ **پرسیدن سؤال** و فرایند ریاضی **حل مسئله**، روی K-W-L کار کردیم تا استراتژی ریاضی خودمان یعنی K-W-C را ابداع کنیم: چه چیزی را با اطمینان می‌دانم؟[29] می‌خواهم چه چیزی را پیدا کنم؟[30] و آیا شرایط خاصی وجود دارد که باید آن‌ها را در نظر بگیرم؟[31]

معلمان سؤال‌های K-W-C را برای کل کلاس مدل‌سازی کردند و دانش‌آموزان را ترغیب نمودند تا هنگام خواندن صورت مسئله از آن‌ها استفاده کنند تا بدین ترتیب روی صورت مسئله تمرکز نمایند. هنگامی که دانش‌آموزان در گروه‌های کوچک گرد آمدند تا در مورد مسائل ریاضیِ اضافی[32] بحث کنند، این سه سؤال ساختاری برای کار دانش‌آموزان فراهم آورد و به آن‌ها کمک کرد تا مسائل را به دانش قبلی‌شان مرتبط کنند. به طور مثال، من با یک معلم پایه‌ی دوم دبستان به نام بتی و ۲۰ دانش‌آموز او در منطقه‌ی شیکاگو کار کردم. ما یک نمودار بزرگ را روی دیوار با نوارچسب چسباندیم و روی آن را با کاغذ دیگری پوشاندیم، به طوری که تنها عنوان آن یعنی **قطار باری** مشخص بود. از کلاس چند سؤال پرسیدیم؛ قطار باری چیست؟ آیا تا به حال قطار دیده‌اید؟ چه نوع قطاری بوده است؟ بازی یعنی چه؟ کودکان با شور و شوق در مورد بعضی از تجاربشان از قطار صحبت کردند. همان‌طور که بتی پیش‌بینی کرده بود، بیش‌تر آن‌ها نمی‌دانستند **باری** یعنی چه، اما تعدادی از آن‌ها می‌دانستند و ما از آن‌ها خواستیم تا به دیگران توضیح دهند.

به پایین آوردن کاغذ ادامه دادیم، طوری که هر بار یک جمله مشخص می‌شد و بعد از آن‌که هر جمله ظاهر می‌شد، از دانش‌آموزان

می‌پرسیدیم که چه چیزی را با اطمینان می‌دانید؟ یا چه اطلاعات جدیدی را در حال حاضر می‌دانید؟ در زیر، یک مسئله‌ی کامل آورده شده است.

قطارهای باری

در ایستگاه قطار، قطارهای متفاوتی وجود دارد.

این قطارها سه نوع بار یعنی الوار، چهارپا و سبزیجات را از این طرف ایالات متحده به آن طرف حمل می‌کنند.

هر قطار،تعدادی واگن مخصوص الوار، تعدادی واگن چهارپا و تعدادی واگن سبزیجات دارد.

هر قطار، همیشه ۱۸ واگن باری دارد.

از یک نوع واگن، بیش‌تر از ۱۰ تا وجود ندارد.

واگن‌های باریِ از یک نوع، همیشه به هم متصل هستند.

به چند روش مختلف می‌توان قطارهایی با ۱۸ واگن ساخت؟

یک **سازمان‌دهنده‌ی ترسیمی**[۳۳] را که روی یک برگه‌ی کاغذ تهیه کرده بودیم پخش کردیم. این برگه به سه قسمت تقسیم شده بود تا کودکان ایده‌هایشان را تحت سه عنوان کلی K (چه چیزی را با اطمینان می‌دانم؟)؛ Ω (می‌خواهم چه چیزی را انجام دهم، حساب کنم و کشف کنم؟)؛ و X (آیا شرایط، قوانین یا راهکارهای خاصی وجود دارد که من باید به آن‌ها توجه کنم؟) توضیح دهند. دانش‌آموزان تفکراتشان را نوشتند و به سؤالات پاسخ دادند.

سپس، بتی برای بازنمایی سه نوع مختلف واگن، به هر گروه ۱۰ مکعب درسه رنگ مختلف داد (در کل ۳۰ مکعب). هر گروه، یک برگه‌ی کاغذ در ابعاد معمولی گرفت که روی آن طرح کلی چهار قطار با ۱۸ واگن رسم شده بود. این واگن‌ها با مکعب‌های داده شده هم‌اندازه بودند. ماژیک‌هایی با ۳ رنگ مختلف در اختیار دانش‌آموزان قرار گرفت و آن‌ها شروع کردند. آن‌ها را ترغیب کردیم تا قطار را با چیدن ترکیب‌های مختلف مکعب‌های رنگی بسازند و بررسی کنند تا مطمئن شوند که چیدمان آن‌ها شرایط مسئله را برآورده می‌سازد، بعد آن را روی برگه رنگ‌آمیزی کنند. با این تنوع پشتیبانی در به کارگیری راهبردهای شناختیِ پرسیدنِ سؤل و تجسم، دانش‌آموزانِ بتی توانستند تا مسئله‌ای را درک کنند که بسیاری افراد ممکن تصور کنند آن مسئله برای دانش‌آموزان پایه‌ی دوم خیلی چالش‌برانگیز است.

من و معلمان، راهبردهای درک مطلبِ خواندنِ سازگار شده را در مجموعه‌ی متنوعی از فعالیت‌های ریاضی مورد آزمایش قرار دادیم. این فعالیت‌های ریاضی از مسائل داستانی سنتی تا تکالیف باز–پاسخ[۳۴] یا پاسخ‌های گسترده[۳۵] انتخاب شده بودند. کیفیت کار اکثر دانش‌آموزان خصوصاً توضیحات آن‌ها در مورد مفاهیم، به طور چشمگیری در طی سال تحصیلی بهبود یافت.

حل مسئله‌ی غنی‌تر ریاضی

در گذشته، حل مسئله‌ی ریاضی، کاربرد چیزی بود که به دانش‌آموزان تدریس شده بود. امروزه، بیشتر آموزشگران ریاضی حل مسئله‌ی ریاضی را به عنوان *ریاضی ورزیدن*[۳۶] می‌بینند، یعنی یک ابزار قدرتمند برای ساختن درک و فهم مفاهیم ریاضی.

با توجه به تجربه‌ای که در استفاده از استراتژی‌های درک مطلب سازگار شده پیدا کردیم، من و همکارانم **مدل بافته‌های حل مسئله**[۳۷] را تولید کردیم. این رویکرد، هفت راهبرد درک مطلب خواندن را با چهار مرحله‌ی سنتی حل مسئله‌ی آشنا برای معلمان یعنی فهمیدن، طرح نقشه، اجرای نقشه و بازگشت به عقب را ادغام می‌کند. اجازه دهید تا به این‌که چگونه دو راهبرد درک مطلب خواندن می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا مسئله حل‌کن‌های خبره‌تری شوند، نگاهی اجمالی داشته باشیم.

ایجاد ارتباط و اتصال

ایجاد ارتباط و اتصال با هر جنبه از درک مطلب خواندن عجین شده است. وقتی دانش‌آموزان، مرتبطِ قبلی خود را فعال می‌سازند و آن‌چه را که در متن وجود دارد با چیزهای دیگری که خوانده‌اند را با چیزهایی که در دنیای واقعی وجود دارند و پدیده‌های اطرافشان مرتبط می‌کنند، در این موقع است که ارتباط و اتصال برقرار می‌شود.

هم‌چنین، ایجاد ارتباط و اتصال، در قلب ریاضی ورزیدن قرار دارد ـ از ارتباط و اتصال ساده (برای مثال، درک این‌که چگونه ۱

و $\frac{۱}{۱۰}$ به هم مرتبط هستند) تا پیشرفت‌های عمده در درک فهم (برای مثال، درک این‌که ضرب لزوماً به معنای «چیزی را بزرگ کردن نیست». ضرب می‌تواند به معنای داشتن قسمتی از چیزی باشد، مانند ۸۴×۰/۲۵ یا می‌تواند به معنای داشتن چند دسته از یک مقدار کوچک‌تر از یک کاغذ باشد، مانند ۸۴×۰/۲۵).

ما باید به دانش‌آموزان یاد دهیم هنگام تلاش برای درک مسئله، تنوعی از ارتباطات و اتصالات را ایجاد کنند. طبق این رویکرد، دانش‌آموزان می‌خواهیم تا ارتباطات و اتصالاتی ریاضی و دانش و تجربه‌های قبلی خواندن است، جستجو کنند و نیز ارتباطات و اتصالاتی را که از ریاضی با دنیای واقعی (اتصالات مفاهیم ریاضی با موقعیت‌های دنیای واقعی، علوم و مطالعات اجتماعی) را پیدا کنند؛ و ارتباطات و اتصالاتی که بین ریاضی و ریاضی (اتصالات مفاهیم ریاضی با شاخه‌های ریاضی پایین شاخه‌های ریاضی یا مفاهیم و رویه‌های مرتبط) است را کشف نمایند. ما به دانش‌آموزان کمک می‌کنیم تا انواع مختلف اتصالات و ارتباطات را مشخص کنند و از روی زمینه‌ها، پل‌هایی می‌سازیم که به دانش‌آموزان در تعمیم درک‌شان کمک می‌کنند.

مثلاً، ممکن است یک معلم با استفاده از زمینه‌های خاص یک دماسنج، به دانش‌آموزان کمک کند تا درک و فهم ویژه‌ای از مفهوم اعداد صحیح ـ اعداد مثبت و منفی ـ را بسازند و سپس با کار روی این مفهوم در زمینه‌های دیگر (مثل ارتفاع بالاتر و پایین‌تر از سطح دریا، طول به دست آمده و از دست داده بر حسب یارد در بازی فوتبال یا بدهکاری و بستانکاری دو حسابرسی)، درک آن‌ها را غنی سازد.

هنگامی که دانش‌آموزان با مسائل ریاضی چالش برانگیز هستند، به آن‌ها یاد می‌دهیم که بازنمایی‌هایی را تولید کنند که در دیدن و بیان ارتباطات و اتصالات و الگوهای معنادار به آن‌ها کمک نمایند. استراتژی‌های بازنمایی که دانش‌آموزان می‌توانند به کار گیرند شامل این موارد است: به بحث گذاشتن مسئله در گروه‌های کوچک (بازنمایی زبانی با استفاده از حس شنوایی)؛ استفاده از دست‌ورزی‌ها (بازنمایی‌های ملموس و فیزیکی با استفاده از حس لامسه)؛ به نمایش درآوردن (بازنمایی‌های عمل‌های متوالی با استفاده از حرکات بدنی)؛

هنگامی که دانش‌آموزان با مسائل ریاضی چالش برانگیز هستند، به آن‌ها یاد می‌دهیم که بازنمایی‌هایی را تولید کنند که در دیدن و بیان ارتباطات و اتصالات و الگوهای معنادار به آن‌ها کمک نمایند

رسم یک شکل، نمودار یا تصویر (بازنمایی‌های تصویری با استفاده از حس بصری)؛ و تهیه‌ی یک فهرست یا جدول بازنمایی‌های نمادین که اغلب به استدلال انتزاعی نیازمندند (هید، ۲۰۰۶؛ زملمن[۳۸] و دانیلس[۳۹] و هاید، ۲۰۰۵). هر کدام از این پنج استراتژی، یک وجه[۴۰] متفاوت حسی را به کار می‌گیرند و از روش‌های مختلفی که انسان اطلاعات را پردازش می‌کند استفاده می‌نمایند. بنابراین، معلمان می‌توانند به راحتی آموزش را تجزیه کنند.[۴۱]

به طور کلی، ایجاد ارتباطات و اتصالاتِ بیشتر و فراهم کردن مثال‌های بیشتر در زمینه‌های مختلف اما مرتبط، باعث خواهد شد تا شبکه‌های پیچیده‌تری از ایده‌ها و روابط شکل گیرند و از یک مفهوم، درک عمیق‌تر و تعمیم‌یافته‌تری نتیجه شود.

استنباط و پیش‌بینی

استنباطِ معنای عمیق یک متن، بخش مهم درک مطلب خواندن است. هم استنباط هم پیش‌بینی نیازمند این هستند که خواننده از اطلاعات سطحی در متن فراتر رود و قبل از آن‌ها، کلمات را با دانش قبلی خود ترکیب کند تا ارتباطات و اتصالات را ایجاد و از آن‌ها معنا بسازد. مهم است که معلمان به دانش‌آموزان خود کمک کنند تا در استنباط و پیش‌بینی‌های خودش، پیچیده‌تر و عمیق‌تر[۴۲] شوند.

در مدل بافتن و تنیدن، ما از گروه‌های دانش‌آموزی می‌خواهیم تا در فرایند K-Ω-X درگیر شوند و سپس به سؤال‌هایی که پرسیده‌اند بازگردند و ببینند چه استنباط‌هایی کرده‌اند و آیا این استنباط‌ها دقیق بوده‌اند یا خیر. برای مثال، اگر یک مسئله توضیح می‌دهد که «خودرویی فاصله‌ی ۹۰ مایلی بین فیلادلفیا تا بالتیمور را در ۲ ساعت طی می‌کند» اغلب می‌شنوم که در یک گروه، دانش‌آموزی به عنوان قسمتی از سؤال «در مورد آن چه می‌دانم؟» پافشاری

می‌کند که «ماشین در هر ساعت ۴۵ مایل حرکت کرده است.» وقتی دانش‌آموزان برمی‌گردند تا واقعی بودن یا درستی این استنباط را بررسی کنند، این گفته، بحث زیادی را برمی‌انگیزد. بعضی‌ها فکر می‌کنند که این گفته یک واقعیت است؛ دیگران می‌گویند که «۴۵ مایل در ساعت یک میانگین است؛ ممکن است که آنها هرگز با این سرعت حرکت نکرده باشند. آن‌ها ممکن است برای ناهار توقف کرده باشند و دربیش‌ترین زمان رانندگی با سرعت ۶۰ یا ۷۰ مایل در ساعت حرکت کرده باشند». این بحث به من فرصتی داد تا به این نکته برسم که استنباط سودمند است، اما دانستن این‌که چه موقع و چرا استنباط می‌کنی نیز مهم است (هاید ۲۰۰۶، ص ۱۰۸).

یک تغییر ضروری

در ایالات متحده آمریکا، برای ارتقای موفقیت ریاضی به سطوح بالاتر، ضروری است تا زبان و اندیشه را با ریاضی کنیم. این کار، آسان نیست و نیازمند این است که معلمان به دانش‌آموزان کمک کنند تا عادت‌های خلق بازنمایی‌ها، پرسیدن سؤال‌های مرتبط و جستجوی الگوها و ارتباطات و اتصالات را کسب کنند. اما من معتقدم اگر تدریس‌مان را با تمرین‌هایی از مهارت‌های خواندن و زبان با علوم شناختی هماهنگ است غنی سازیم، دراین صورت می‌توانیم به طور مؤثر به دانش‌آموزان یاد دهیم تا ریاضیات را درک کنند و آن را دوست داشته باشند.

پی‌نوشت

* این ترجمه در نشریه الکترونیکی چشم‌انداز آموزشی، شماره ۴، تابستان ۱۳۸۸، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی منتشر شده است.

1. Adapted
2. Arthur Hyde
3. Observation
4. Hiebert
5. Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)
6. Dialogue
7. Procedural
8. Stigler
9. Routines
10. Braiding
11. Harvey
12. Goudvis
13. Keene
14. Zimmermann
15. Miller
16. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)

۱۷. Communication در استانداردهای NCTM وسیله‌ای است برای در میان گذاشتن اندیشه‌ها و ایده‌ها و شفاف شدن آن‌چه می‌دانیم. این برقراری ارتباط می‌تواند کلامی، دیداری و نظایر آن باشد.

18. Garry Bitter
19. General
20. Ciphering
21. Bransford
22. Brown
23. Cocking
24. Blachowicz
25. Ogle
26. What do I know?
27. What do I want to learn more about?
28. What did I learn?
29. What do I know for Sure?
30. What do I want to Find Out?
31. Are There Any Special condition that I Have to Watch Out for
32. Additional
33. Graphic Organizer
34. Open- ended
35. Extended- response
36. Doing Mathematics
37. Braid Model of Problem Solving
38. Zemelman
39. Daniels
40. Modality
41. Differentiate
42. Sophisticated
43. Braid Model
44. Infuse