Educational and Scholastic Studies *http://pma.cfu.ac.ir/*
Vol. 10, No. 3, Autumn 2021 *Print ISSN: 2423-494X*
pp. 67-92 *Online ISSN: 2645-8098*

Experimental Study of Social Dimensions of Pedagogical Content Knowledge in Mathematics Education

Vahid Naghdi Dorbati⁎

Assistant Professor, Department of Social Science Education, Farhangian University, Member of the National Elite Foundation, Tehran, Iran

(Received: June 20, 2020; Accepted: September 30, 2020)

Abstract

This article aims to identify the impact of contextual and symbolic locations on adolescents' success in mathematics learning as a result of the teaching process. The theoretical approach of this research is the integrated and multidimensional view of "pedagogical content knowledge". In this approach, the role of contextual conditions, especially social variables in all aspects of education and learning is key; and the socio-cultural nature of this process is quite prominent. In fact, educational goals will be achieved in the light of identifying social and cultural conditions, and how they affect the educational process. The research method, according to the facilities and nature of the research, is social measurement; and most of the research report is based on survey results. The research samples, including 398 adolescents, were from six different high schools in Alborz province. The research results, with the ability to explain 57% of the changes in students' math scores, reveal how the research hypotheses have been confirmed. The results of multivariate regression analysis suggest that classroom conditions, as the most important symbolic place in mathematics and physics education, play the most reinforcing role in obtaining a mathematical score. In addition, it is clear that the moral and disciplinary conditions of the respondents are the most important contextual variables that guarantee the educational and learning conditions of the learners.

Keywords: Individual discipline, Mathematics education, Moral norm, Social discipline, Social measurement, Symbolic place.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

⁎ **Corresponding Author, Email:** va.naghdi@yahoo.com

مطالعات آموزشی و آموزشگاهی
دورهٔ ۱۰، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰
صفحات ۹۲ ـ ۶۷

http://pma.cfu.ac.ir/
شاپای چاپی: ۴۹۴X - ۲۴۲۳
شاپای الکترونیکی: ۸۰۹۸-۲۶۴۵

تحلیل ابعاد اجتماعی دانش محتوای آموزشی در آموزش ریاضی

وحید نقدی دورباطی*

استادیار، گروه آموزش علوم اجتماعی، دانشگاه فرهنگیان تهران، عضو بنیاد نخبگان، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۹)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی تأثیر شرایط زمینه‌ای و مکان‌های نمادین، مانند خانواده و مدرسه بر موفقیت نوجوانان در یادگیری ریاضی تنظیم شده است. فضای نظریِ این پژوهش، دیدگاه تلفیقی و چندبُعدی «دانش محتوای آموزشی» است. در این دیدگاه، نقش شرایط زمینه‌ای، به‌ویژه متغیرهای اجتماعی در تمام ابعاد آموزش و یادگیری بسیار کلیدی است؛ و خصلت اجتماعی- فرهنگی این فرایند کاملاً برجسته است. روش انجام تحقیق، بنا به امکانات و ماهیت تحقیق، سنجش اجتماعی است؛ و عمدهٔ گزارش تحقیق مبتنی بر نتایج پیمایش است. نمونهٔ تحقیق، شامل ۳۹۸ نوجوان، از شش دبیرستان متفاوت در سطح استان البرز بوده است. نتایج تحقیق، با توان تبیینِ ۵۷ درصد از تغییرات نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان، چگونگی تأیید فرضیه‌های تحقیق را آشکار می‌کند. نتایج تحلیل رگرسیونی چندگامه حاکی از آن است که شرایط کلاس درس به‌مثابهٔ مهم‌ترین مکان نمادین در آموزش ریاضی و فیزیک بیشترین نقشِ تقویت‌کننده را در کسب نمرهٔ ریاضی دارد. همچنین، آشکار می‌شود شرایط اخلاقی و انضباطی پاسخگویان مهمترین متغیرهای زمینه‌ای هستند که شرایط آموزشی و یادگیری فراگیران را تضمین می‌کنند.

واژگان کلیدی: انضباط فردی، آموزش ریاضی، سنجش اجتماعی، مکان نمادین، هنجار اخلاقی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: va.naghdi@yahoo.com

این پژوهش، به‌عنوان طرح پژوهشی و با حمایت مالیِ دانشگاه فرهنگیان استان تهران انجام شده است.

مقدمه

ریاضیات که یک علم تحلیلی و انتزاعی است، به‌عنوان اوج منطق همواره در صدر توجه اندیشمندان و فلاسفهٔ تعلیم و تربیت قرار داشته است (لِمینگ[1]، ۲۰۰۸، ص۱۵۰؛ کارن[2]، ۲۰۰۵؛ کیوسی‌اِی[3]، ۲۰۰۷، ص۱۳۹). امروزه با تلاش بی‌وقفهٔ متخصصان آموزش ریاضی در جامعهٔ دانشگاهی، همچنین معلمان و آموزگاران، این شاخهٔ علمی جزو مهمترین بخش‌های آموزش، چه آموزش رسمی و چه آموزش غیر رسمی محسوب می‌شود. با پیشرفت آموزش ریاضی، شناخت قالب‌های مفهومی، و ارائهٔ چارچوب‌های پژوهشی همچون «دانش مبتنی بر محتوای آموزشی» (PCK)[4]، به‌ویژه آشکارشدن نقش شرایط زمینه‌ای در آموزش، فرصت‌های فراوانی برای پژوهش‌های مختلف فراهم آمده است.

در رویکرد تلفیقی اجتماعی، پدیدهٔ آموزش و یادگیری ریاضی به‌مثابهٔ یک رویداد جامعه‌شناختی و انسان‌شناختی بررسی می‌شود. هنجارها و ارزش‌های موجود در محیط آموزشی، خاص آن محیط است و کارکردهای ویژه‌ی خود را دارد: کارکردهایی که خصلت اجتماعی-فرهنگی دارند و باید توسط محققان شناسایی شوند تا اهداف آموزشی تحقق یابد (کاب، وود و یاکِل[5]، ۱۹۹۰؛ کاب، یاکل و وود، ۱۹۹۳؛ وود و همکاران، ۱۹۹۳؛ کاب و بورسفیلد[6]، ۱۹۹۵؛ کاب، ۱۹۹۹). در این نوع مطالعات، آموزش و یادگیری ریاضی محصول شرایط اجتماعی و فرهنگی است و پیامدهای آن نیز بازتولیدکنندهٔ همان شرایط است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Leming
2. Curren
3. QCA: Qualifications and Curriculum Authority
٤. دانشِ محتوای آموزشی یا دانش محتوایی مبتنی بر تعلیم و تربیت، در ادبیات موجود که مورد تأیید وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نیز قرار گرفته است، به‌صورت اختصاری با «PCK» شناخته می‌شود (PCK= Pedagogical Content Knowledge) (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۹٤، ص۱۳).
5. Cobb, Wood & Yackel
6. Bauersfeld

با ابداع اصطلاح «دانش محتوای آموزشی» توسط شولمن[1] (۱۹۸۶)، یک طرح تحقیق نسبتاً جامع مطرح شده است. این طرح تحقیق، بیان‌کنندهٔ ادغام آنچه ما آموزش می‌دهیم (محتوا) و چگونگی آموزش بر اساس یک دانش جامع برای تدریس است (شولمن، ۱۹۸۶). گراسمن، اظهار می‌دارد که PCK نه‌تنها دانش محتوا و دانشِ مبتنی بر آموزش، بلکه دانش زمینه[2] را نیز ادغام می‌کند. دانش محتوا، به دانش حوزهٔ موضوع اشاره دارد. دانشِ آموزشی، شامل مؤلفه‌هایی مانند مدیریت کلاس، برنامهٔ درسی، ارزیابی و تکنیک‌های آموزشی است. دانش مبتنی بر زمینه یا متن، شامل عواملی است که بر یادگیری دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد، مانند نوع مدرسه، محیط کلاس، و ویژگی‌های دانش‌آموزان (گراسمن[3]، ۱۹۹۰).

در واقع، «دانشِ مبتنی بر زمینه» یک حوزهٔ منحصر به فرد از دانش است که با توجه به زمینه‌ای که تدریس و یادگیری در آن اتفاق می‌افتد، همچنین، از تبدیل دانش محتوا آموزش‌هایی مناسب حاصل می‌شود تا ااشکالی را ایجاد کند که دانش‌آموزان بتوانند آن را درک کنند (مارباخ، ایگان و تامسون[4]، ۲۰۱۵). البته، دانش زمینه‌ای در آموزش ریاضی به پیش از ابداعِ مفهوم «دانش محتوای آموزشی» برمی‌گردد و بخش عظیمی از بدنهٔ علمی آن مرهون مطالعات پیگیرانهٔ پاول کاب، که از اوایل دههٔ ۱۹۹۰ آغاز شده، همچنین، تلاش علمی و تجربی شاگردان و پیروان او بوده است (یاکل، کوئن و اسفرد[5] ، ۲۰۱۱، ۱۹۹۶؛ بارنز[6] و بارنز، ۲۰۰۵؛ بال[7]، ۲۰۰۱).

قالب مفهومیِ PCK، دارای پنج مؤلفه است که برای دست‌اندرکاران تعلیم و تربیت، به‌ویژه مربیان چه در داخل کلاس و چه خارج از آن بسیار مهم است. این مؤلفه‌ها عبارت‌اند از دانش برنامهٔ درسی علوم، دانش درک دانش‌آموز از علم، دانش استراتژی‌های طراحی آموزشی، دانش

1. Schulman
2. Context knowledge
3. Grossman
4. Thompson
5. Yackel, Koeno & Sfard
6. Barnes
7. Ball

ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان، و جهت‌گیری به تدریس علمی؛ که در ادامه به طور مختصر تشریح می‌شوند.

دانش برنامهٔ درسی علوم به شناسایی اهداف یادگیری برای یک موضوع خاص و تعیین چگونگی دستیابی به آن اهداف یادگیری از طریق برنامه‌های درسی عمودی و افقی می‌پردازد. این مؤلفه شامل چگونگی انتخاب و ترتیب مطالب در یک دوره و در کل دوره‌ها برای ساختن درک اساسی تا عمیق برای فراگیران است (ماریاخ، ایگان و تامسون، ۲۰۱۵).

دانش درک دانش‌آموز از علم بر دو عامل تأکید دارد: الف) درک دانش قبلی دانش‌آموزان از علم، همچنین، برداشت‌های جایگزین آن‌ها که می‌تواند مانع درک آن‌ها شود؛ ب) تنوع دانش‌آموزان از نظر دانش قبلی آن‌ها و مقولهٔ اجتماعی چندفرهنگی.

یکی از ابعاد دانش قبلی دانش‌آموزان، بر سابقهٔ و موفقیت‌های آنان در زمان گذشته تأکید دارد. مهمترین عامل موفقیت یادگیری فراگیران در ریاضی، قدرت آنان در تشخیص ابعاد و اندازه‌گیری آن‌ها است. این توانایی، در تجارب عملی و مشاهدات مبتنی بر ریاضی کسب می‌شود. ارتباط تنگاتنگ ریاضی و فیزیک، همچنین، بیان ریاضیِ مفاهیم فیزیک موجب شده است که متخصصانِ آموزش، به تأثیر فعالیت‌های دقیق در مشاهدات و آزمایش‌های فیزیک بر آموزش موفق به‌طور ویژه توجه کنند (موخوپاهای و گریر[1]، ۲۰۱۷، ص۲۸۳-۳۰۲؛ نارلیکار[2]، ۲۰۱۷، ص۳۱۷-۳۳۸).

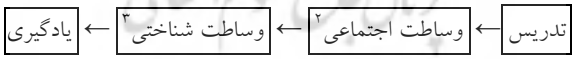
انجمن روان‌شناسی آمریکا (۱۹۹۷)، با توجه به تفاوت و ظرفیت فراگیران، اصولی جامع و مبتنی بر پژوهش را ارائه داده است؛ و در آنجا، به‌صراحت بر شرایط اجتماعی و فرهنگی تأکید شده است. این اصول به چهار دسته تقسیم می‌شوند که فراتر از دانشِ محتوایی هستند: ۱. عوامل شناختی و فراشناختی، ۲. عوامل انگیزشی و عاطفی، ۳. عوامل رشد و توسعه، و اجتماعی، و ٤. عوامل فردی. بنابراین، توجه محققان تعلیم و تربیت بر زبان و فرهنگ در جوامع چندفرهنگی بیشتر جلب شده است. آنان مشاهده کرده‌اند دانش‌آموزان با مجموعه‌های منحصر به فرد از

1. Mukhopadhayay & Greer
2. Narlikar

تأثیرات فرهنگی، تجربیات زندگی، یادگیری‌های قبلی، نگرش‌ها و شخصیت‌ها وارد کلاس‌های درس می‌شوند. به این ترتیب، در پژوهش‌های این محققان تنوع در هر گروه باید تصدیق شود؛ متغیرهایی مانند سطح تحصیلات، موقعیت اجتماعی و فرهنگی، وابستگی مذهبی و سیاسی، و وضعیت شغلی سرپرست خانواده (بارنِز و بارنز، ۲۰۰۵).

بحث دربارهٔ مسائل ریاضی در مدرسه بدون درنظرگرفتن مسئولیت مدرسه در اظهار بنیان‌های شهروندی غیر ممکن است. تحت این ایده، به ناتوانی دانشجویان ریاضی در انتقاد از وضعیت موجود و فهم شهروندی اشاره می‌شود. ضعف جوانان در برآوردن انتظارات اخلاقی و منطقی در سطح زندگی اجتماعی، رعایت ملاحظات اجتماعی و حق دیگران، و تصور دیگرانِ تعمیم‌یافته در شرایط حساس اخلاقی برای دانشجویان رشتهٔ ریاضی بیش از دیگر دانشجویان تحمل‌ناپذیر است. به‌عبارت دیگر، وقتی‌که دانشجویان ریاضی که مستقیماً با منطق و مقولاتی که دارای سازگاری درونی هستند سروکار دارند، ملاحظات اجتماعی را رعایت نکنند؛ از دیگر افراد جامعه چه انتظاری می‌توان داشت (روزن‌هِد[1]، ۱۹۶۱). در چنین شرایطی، می‌توان نتیجه گرفت که سازگاری درونی و منطق آژانس‌های تربیتی به‌طور قابل ملاحظه‌ای ضعیف شده، انجام وظایف اجتماعی به مخاطره افتاده و حقوق اجتماعی ادا نشده است (نقدی، ۱۳۹۵، ۱۳۹۳، ۱۳۹۲؛ روزن‌هد، ۱۹۶۱).

نقش شرایط اجتماعی، به‌مثابهٔ زمینهٔ تدریس، بسیار اهمیت دارد. شولمن، مبدع PCK، به‌خوبی اظهار می‌دارد که فرایند تدریس میانجی‌های اجتماعی را فعال می‌کند و منشأ تشکیل تمایلات نسبتاً پایدار برای فراگیران است (شکل۱). به این ترتیب، تمایلات اخلاقیِ دانش‌آموزان، گرایش لازم برای تعامل با مقولات سازگار و منظم را فراهم می‌کند؛ و پایداری اخلاقی و سالم را برای درگیر شدن با مسائل علمی را فراهم می‌کند.



شکل ۱. فرایند تبدیل تدریس به یادگیری (شولمن، ۱۹۸۶)

1. Rosenhead
2. Social mediation
3. Cognitive mediation

دانش استراتژی‌های طراحی آموزشی شامل آگاهی از راهکارهای آموزشی مبتنی بر شواهد و نحوهٔ استفاده از آن‌ها است. به‌طور خلاصه شیوه‌های ادارهٔ کلاس درس عبارت‌اند از: ۱. انتقال مستقیم، ۲. تدریس تعامل‌محور، ۳. مسأله‌محور، و ٤. آموزش انفرادی (شعبانی، ۱۳۹۵)، که همگی به‌نوعی به شرایط زمینه‌ای به‌ویژه متغیرهای اجتماعی وابسته هستند. هرچند در حال حاضر عده‌ای از متخصصان بر تدریس معلم‌محور و روش مستقیم در ریاضیات توصیه می‌کنند (کِیپوت و بلنتون[1]، ۲۰۰۵؛ هانگ و لِوونگ[2]، ۲۰۱۷)؛ اما، اکثراً بر روش‌های دیگر و حتی تلفیقی تأکید دارند که با محوریت تعاملات اجتماعی در کلاس صورت می‌پذیرد (گوو[3]، هانگ و گوو، ۲۰۱۷).

تدریس در کلاس درس به‌مثابهٔ یک «مکان نمادین» رخ می‌دهد که به نوبهٔ خود اهمیت دارد. در این دیدگاه، در فضای آموزشی و حین اجرای روش‌های تدریس، معلمان و دانش‌آموزان مکان‌های نمادینی را تشکیل می‌دهند و در آن‌ها زندگی می‌کنند؛ و سازه‌های متناظر را خلق می‌کنند و تعدیل می‌دهند. این زندگی، کاملاً به ادراک کنشگران وابسته است و از آنچه ناظران در بررسی فعالیت‌های کلاس درس انتظار دارند، می‌تواند متفاوت باشد (نِمیروفسکی[4] و همکاران، ۲۰۰۵؛ کاب، یاکِل و مک‌کِلین[5]، ۲۰۰۰؛ کاب، ۱۹۹٦؛ کاب و یاکِل، ۱۹۹٦؛ کاب، وود و یاکل، ۱۹۹۰).

در حرفهٔ تدریس ریاضیات، همان‌طور که فراگیران تغییر می‌کند، معلمان نیز کمابیش متحول می‌شوند. معلمانی که دارای این «بینش حرفه‌ای» شده‌اند، مترصد این تغییرات دوطرفه هستند و به‌عنوان معلمِ پژوهنده، مورد «رشد زاینده»[6] واقع می‌شوند (فرانک[7] و کاظمی، ۲۰۰۱؛ گاموران[8]، ۲۰۰۱). این دیدگاهِ پست مدرن، موافق با دیدگاه برساخت‌گرایی[9] معرف معلم جستجوگر بر

1. Kaput & Blanton
2. Huang & Leung
3. Gu
4. Nemirovsky
5. McClain
6. Generative Growth
7. Franke
8. Gamoran
9. Constructionism

تفاوت‌های فردی فراگیران تمرکز وافر دارد (اسکات نلسون[1]، ۲۰۰۱؛ سایمون[2]، ۲۰۰۱؛ ریچاردسون[3]، ۲۰۰۱؛ کاب، وود و یاکِل، ۱۹۹۰). این معلمان در دنیای نوین، به تمام ابعاد اخلاقی و رعایت هنجارهای انصاف و صداقت به‌مثابهٔ هنجارهای اخلاقی صدرنشین اهتمام می‌ورزند (نقدی، ۱۳۹۳، ۱۳۹۲). معلمانی که عدالت اجتماعی را در تدریس خود قرار می‌دهند، محیطی در کلاس ایجاد می‌کنند که به‌طور ایده‌آل، به دانش‌آموزان در مقابل نابرابری اجتماعی کمک می‌کنند؛ و خود نیز به صداهای مؤثر برای تغییر تبدیل می‌شوند (گوت‌استاین[4]، ۲۰۰۷؛ راث[5]، ۲۰۰۷). این اهداف آموزشیِ تحول‌گرا بدون این‌که عمیقاً دلایل اساسی تصمیم‌های جامعه را زیر سؤال ببرند، معمولاً از شیوه‌های سنتی کلاس درس، که خارج از ارزش‌ها و انتظارات جامعه است، حمایت می‌کنند (گری و رول[6]، ۲۰۰۹).

به این ترتیب، از معلمان در جهان معاصر انتظار می‌رود که در فضای حرفه‌ای‌شان، فارغ از مطالعهٔ تغییرات دانش‌آموزان، تحولات خود را نیز به‌عنوان سرمشق‌های علمی و الگوهای اخلاقی تحت بررسی قرار دهند.

دانش ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان به درک آنچه برای دستیابی مهم است و چگونگی دستیابی به آن مهم اشاره دارد. این شامل چگونگی توسعه و اجرای انواع مختلف ارزیابی‌های تشریحی و خلاصه‌ای برای گرفتن بازخورد جامع در مورد یادگیری دانش‌آموزان است (ماریاخ، ایگان و تامسون، ۲۰۱۵).

در رابطه با آموزش و یادگیری ریاضی یکی از مهمترین ابعاد، ارزیابی از خود است؛ که شامل استنباط دانش‌آموز از توان یادگیری خود می‌باشد. فراگیران، دانش ارزیابی مبتنی بر یادگیری خود را از میزان موفقیت در دیگر دروس در زمان گذشته (سوابق تحصیلی) نیز دریافت و تثبیت

1. Scott Nelson
2. Simon
3. Richardson
4. Gutstein
5. Roth
6. Garii & Rule

می‌کنند. یک نظام ارزیابی منصفانه، فضای آموزش و یادگیری امنی را می‌پروراند (ماهاجان[1]، ۲۰۱۰؛ رودریگز و کیچن[2]، ۲۰۰۵؛ روسی[3] و همکاران، ۲۰۱۸).

اغلبِ معلمان کلاس درس به‌ندرت ریاضیات و علوم مدرسه را ابزار صریح در تغییر جامعه می‌دانند. مفاهیم ریاضی و علمیِ ملاحظات عدالت اجتماعی، زمینه‌های نه‌چندان صریحی را پیش می‌کشند که معمولاً انتظار می‌رود با پاسخ‌های واضح از ریاضیات و مطالب علمی در کلاس‌های ابتدایی و متوسطه در ارتباط نباشد (بیشاپ[4] و همکاران، ۲۰۰۶؛ موخوپاهای و گریر، ۲۰۱۷). با وجود این، شواهد و مدارک زیادی وجود دارد که پیونددادن این دانش به درک دانش‌آموزان از عدالت اجتماعی، در حالی‌که ۱. به آن‌ها در توسعهٔ ابزار تفکر انتقادی، ۲. محتویات علمی، و ۳. سخت‌گیری ریاضی کمک می‌کند، ٤. آن‌ها را در همهٔ زمینه‌های زندگی خود، در داخل و خارج از کلاس تقویت می‌کند (بارتون و ریورت[5]، ۲۰۰۸). در حالی‌که منابع درسی ریاضیات و عدالت اجتماعی به‌آسانی در دسترس است، عدالت اجتماعی اغلب در برنامهٔ درسی علوم و ریاضیات به صورت غیر مستقیم و غیر رسمی وارد می‌شود (گری و رول، ۲۰۰۹؛ موخوپاهای و گریر، ۲۰۱۷).

جهت‌گیری به تدریس علمی به دانش و اعتقاد آموزگاران در مورد نحوهٔ تدریس علم و اهداف آموزش علم اطلاق می‌شود. این جهت‌گیری از نظر محتوا و زمینه خاص است؛ و روشی را شکل می‌دهد که معلم را به تدریس نزدیک می‌کند. در سال‌های اخیر، دانش و اعتقادات در مورد چگونگی تدریس علوم، به‌شدت از رویکرد تدریس علمی نشأت گرفته است. تربیت و آموزش عام‌گرایانهٔ آموزشگران و مربیان نسبت به تدریس فارغ از سلایق شخصی، گروهی و نژادی، همچنین، تمرکز بر روش‌های قابل انتقال در این مقوله جای می‌گیرند (مارباخ، ایگان و تامسون، ۲۰۱۵؛ هندلزمن، میلر و پفوند، ۲۰۰۷).

1. Mahajan
2. Rodriguez & Kitchen
3. Rosi
4. Bishop
5. Barton & Rivert

به این ترتیب، شایسته است تدریس در جهان معاصر دارای چنین ویژگی‌هایی باشد: جهت‌گیری خنثی، عام‌گرا، تمرکز بر مفاهیم عینی، قابل انتقال و تکرار پذیر؛ در مقابل عدم شفافیت، تعصب، خاصگرا، ذهنی و قابلیت تفسیر چندگانه، غیرقابل انتقال و تکرار ناپذیر و مبتنی بر تجربه کاملاً شخصی. به ویژه در امر خطیر آموزش ریاضی، شایسته است که روش‌های متنوع مورد استفاده قرار گیرد. در این دیدگاه، مسائل ریاضی به‌مثابهٔ «مناقشات علمی- اجتماعی»[1] طرح شده و تحلیل می‌شوند (آبراموویچ[2]، ۲۰۱۷).

در این راستا، با توجه به جهت‌گیری دانشگاهی در حوزهٔ آموزش علوم، محقق از فرصت استفاده کرده و در حد وسع و توان علمیِ خود، ابعاد اجتماعیِ این چارچوب تحقیق را، با محوریت آموزش ریاضی و در قالب پژوهشیِ PCK، بررسی کرده است. بنابراین، این مقاله برای پاسخ به پرسش‌های زیر طراحی شده است:

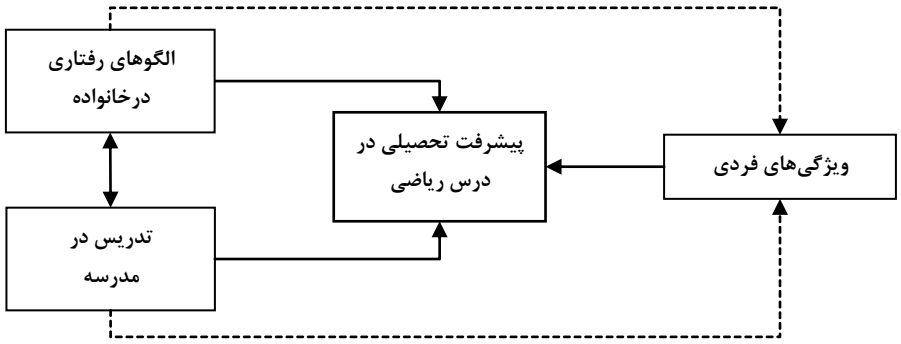
۱. ابعاد اجتماعیِ طرح پژوهشی «دانش محتوای آموزشی» چه مقدار از موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی را می‌تواند توضیح دهد؟

۲. کدامین ابعاد طرح پژوهش PCK در آموزش ریاضی، مقدم بر دیگر ابعاد هستند؟

در ادامه، بنا به نفع معرفتی این پژوهش و با استعانت از طرح تحقیق «دانش محتوای آموزشی (PCK)»، مدل و فرضیه‌های تحقیق ارائه می‌شود.

این پژوهش با تمرکز بر شرایط اجتماعیِ مؤثر بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی طراحی شده است. و این مهم، بنا به نفع معرفتی و محدویت‌های ساختاری در گردآوری اطلاعات، به سه زمینه (نظمِ خُرد) یعنی ویژگی‌های فردی، خانوادگی و آموزشگاهی (مدرسه‌ای) محدود شده است. شکل ۲، این مدل ساده را به نمایش می‌گذارد.

1. Socio-Scientific Issues
2. Abramovich



شکل ۲. الگوی علّی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی

با توجه به مدل تحقیق، و نظریه‌های مربوطه، فرضیه‌های غیر جهت‌دار زیر، اثر زمینهٔ آموزشی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان به‌مثابهٔ نتیجهٔ فرایند تدریس ریاضی را مطرح می‌کنند:

فرضیهٔ ۱. شرایط نظم و انضباط مدرسه‌ای (از جمله نحوهٔ ارتباط میان معلمان و دانش‌آموزان)، بر پیشرفت دانش‌آموزان در درس ریاضی مؤثر است.

فرضیهٔ ۲. شرایط نظم و انضباط خانوادگی، بر پیشرفت دانش‌آموزان در درس ریاضی مؤثر است.

فرضیهٔ ۳. ویژگی‌های فردی دانش‌آموزان (استعداد و توانایی‌های فردی)، بر پیشرفت دانش‌آموزان در درس ریاضی مؤثر است.

در ادامه، مؤلفه‌های مؤثر بر نتیجهٔ فرایند آموزش ریاضی و سهم شرایط مختلف در تبیین یادگیری دانش‌آموزان مورد تحقیق تجربی قرار خواهد گرفت.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با تکیه بر نظریهٔ «دانش محتوای آموزشی» و روش «سنجش اجتماعی»[1] ارائه شده

1. Social measurement

است. روش‌شناسیِ سنجش اجتماعی، به‌جای تأکید صرف بر سیستمی از اصولِ سازماندهی‌شده و دستورالعمل‌ها، به‌مثابهٔ منطق ذهن پرورش یافته است. بنابراین، یک محققِ سنجش اجتماعی، عنصری علمی است که برای رسیدگی به موضوعِ تحقیقش، ورای تمام تحلیل‌ها قرار می‌گیرد. سنجشگر اجتماعی در توصیه‌هایش به دیگر محققین، به‌جای آنچه باید انجام دهند (مطابق با اصول قطعی در تحقیقات کلاسیک)، آنچه را انجام داده‌اند، یا ممکن است بتوانند انجام دهند، مغتنم می‌شمرد. او می‌گوید چه نظمی از یافته‌ها در تحقیق‌شان نهفته است، نه آن نوع از نتایجی که وجود دارد یا مناسب (آماده) نیست (هاسکی[1]، ۲۰۱۰: ۱–۹؛ بالمر[2]، ۲۰۱۰، ص ۲۱۵–۲۲۷).

نمونهٔ این پژوهش، شامل ٤۰۰ دانش‌آموز مقطع متوسطه در استان البرز است. این تعداد، متناسب با جمعیت تحقیق، به‌طور دقیق براساس فرمول کوکران محاسبه شده است؛ و به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای نمونه‌ها انتخاب شده است..

ابزار جمع‌آوری اطلاعات، یادداشت‌های محقق از مصاحبه با اعیان اجتماعی و فرهنگیِ مدارس و پرسشنامه‌ی حاوی پرسش‌های سیستماتیک در سطوح خانواده، مدرسه، کلاس درس و فرد است که توسط دانش‌آموزانِ نمونهٔ تحقیق پُر شده است. این پرسشنامه از تلفیق پرسشنامه‌های موجود در تحقیقات پیشین تهیه شده است که از اعتبار و روایی بالایی برای سنجش متغیرهای نظم اجتماعی برخوردار می‌باشند (نقدی، ۱۳۹۱). شایان ذکر است که دو پرسشنامه، به علت عدم تمایل پاسخگویان به مشارکتِ بادقت، از مجموع پرسشنامه‌ها حذف شده؛ و در نهایت، ۳۹۸ پرسشنامه به مرحلهٔ تحلیل وارد شده است.

بنابراین، واحد تحلیل فرد می‌باشد؛ استخراج مدل‌ها و الگوهای ریاضیِ تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS22 انجام می‌شود؛ و گزارش نهایی مطابق اصولِ پیمایش اجتماعی و با تأییداتِ پژوهش کیفی (بالمر، ۲۰۱۰، ص ۲۱۵–۲۲۷) عرضه می‌شود.

1. Huskey
2. Bulmer

یافته‌های پژوهش

در این بخش به توصیفِ اجمالیِ شرایط مشارکت‌کنندگان در نمونهٔ پژوهش پرداخته شده است[۱]. با ملاک نوع دبیرستان‌های موجود، و از همه مهم‌تر دسترسی و ورود به مدرسه، ٦ دبیرستانِ دولتی و خاص، به‌طور تصادفی انتخاب شدند. این دبیرستان‌ها شامل ۲ دبیرستان دولتی پسرانه و ۲ دولتی دخترانه؛ به‌علاوه ۲ دبیرستان خاص دخترانه و پسرانه هستند. تقریباً نیمی از دانش‌آموزان در نمونه تحقیق دختر (٤٨ درصد) و نیمی دیگر پسر (۵۲ درصد) هستند. به علت تراکم برنامه‌های درسیِ دانش‌آموزان سال دوازدهم و محدویت قابل توجه برای مصاحبه و مراجعه به کلاس این دانش‌آموزان، موجب شد که فقط حدود ١٤ درصد نمونه به این دانش‌آموزان تعلق گیرد. ٤٤ درصد نمونه در پایه یازدهم، و ٤٢ درصد آنان در پایه دهم تحصیل می‌کنند.

برای پرهیز از پیچیدگی‌های ممکن، و استفاده از معیاری نسبتاً همگانی و عام، نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان در آزمون‌های داخلی در دی‌ماه ١٣٩٦ به‌عنوان معرفِ نتیجهٔ نهاییِ فرایند تدریس که همان موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی است، استفاده شد (جدول ۱). توضیح اینکه، نمرات آزمون دی‌ماه معمولاً به دو دلیلِ ۱. حجمِ کم محتوای درسی، و ۲. اختیار بیشتر معلم در ارزیابیِ شاگردان، از نمرات پایان سال تحصیلی نسبتاً بالاتر است. اما، دلایل این تحقیق برای درنظر گرفتن نمرات آزمون دی ماه برای پاسخ به پرسش دوم، عبارت‌اند از: ۱. در دسترس بودن دانش‌آموزان برای پاسخگویی به سؤالات تحقیق، ۲. محدودیت در زمان‌بندی تحقیق، و از همه مهمتر، ۳. اختیار بیشتر معلم برای سنجش دقیق‌تر دانش‌آموزان مبتنی بر آزمون دی ماه و لحاظ‌کردن تمامِ فعالیت‌های مستمرِ شاگردان در طول ترم (اعم از آزمون‌های کوتاه، حل تمرین، مشارکت در پرسش و پاسخ در کلاس و...).

---

۱. برای اطلاع از اطلاعات بیشتر و جزئیاتِ تحقیق، همچنین توصیف متغیرها به گزارش اصلی مراجعه شود.

جدول ۱. میزان دانش‌آموزان موفق در آزمون ریاضی در آزمون دی‌ماه ۱۳۹۶

نمرهٔ ریاضی	درصد	درصد تجمعی
۱۷٫۰۱ تا ۲۰	٤۲٫۸	٤۲٫۸
۱۵٫۰۱ تا ۱۷٫۰۰	۱۹٫۷	٦۲٫۵
۱۰٫۰۱ تا ۱۵٫۰۰	۲۷٫۳	۸۹٫۸
۷٫۵۱ تا ۱۰٫۰۰	۷٫۳	۹۷٫۱
صفر تا ۷٫۵۰	۲٫۹	۱۰۰

مطابق با یافته‌های کیفیِ تحقیق که از مصاحبه با دبیران ریاضی کسب شده است، با توجه به شرایط آزمون‌های دی‌ماه، می‌توان ادعا کرد که مجموعاً حدود ٦۳ درصد در آزمون دی‌ماه موفق بوده‌اند. ۲۷ درصد از دانش‌آموزان که نمراتی بین ۱۰ تا ۱۵ گرفته‌اند، شرایطی نسبتاً ناپایدار دارند و احتیاج به فعالیت‌های بیشتری دارند تا بتوانند در آزمونِ نهایی، این درس را بگذرانند. و حدود ۱۰ درصد از دانش‌آموزان، در درس ریاضی داری شرایطی بحرانی هستند و ناموفق تلقی می‌شوند.

برای واکاویِ تفاوت معنادار میان دختران و پسران مبتنی بر کسب نمرهٔ ریاضی و علاقه‌مندی به درس ریاضی از تحلیل واریانس استفاده شده است. نتیجهٔ این بررسی، عدم تفاوت معنادار نمرات ریاضی و علاقمندی به ریاضی مبتنی بر جنسیت دانش‌آموزان است. اما در جدول ۲ مشاهده می‌شود که متوسط نمرهٔ ریاضی فراگیران ۱۵٫۹ است؛ و در کسب نمرهٔ ریاضی، دانش‌آموزانِ مدارسِ خاص به‌طور متوسط ۱٫۸۹ نمره بیشتر از دانش‌آموزان دبیرستان‌های عادی کسب کرده‌اند. این تفاوت در سطحِ کمتر از یک‌هزار معنادار می‌باشد.

جدول۲. تحلیل واریانس مربوط به نمرهٔ ریاضی و میزان علاقه به درس ریاضی مبتنی بر نوع مدرسه

متغیر	نوع مدرسه	میانگین	آمارهٔ F	ضریب معناداری
نمرهٔ ریاضی	عادی	۱۵٫۲۸	۲۸٫۱۸٤	۰٫۰۰۰
	خاص	۱۷٫۱۷		
	کل	۱۵٫۹۰		
علاقه به درس ریاضی	عادی	۳٫۸۲	۱٤٫٤۸۰	۰٫۰۰۰
	خاص	٤٫۲۸		
	کل	۳٫۹۷		

براساس جدول ۲، میزان علاقهٔ دانش‌آموزانِ مدارس خاص به درس ریاضی، در سطح معناداریِ کمتر از یک‌هزارم، از علاقهٔ دانش‌آموزان دبیرستان‌های عادی بیشتر است. شایان ذکر است که وجود تفاوت‌های معنادار در تحلیل واریانس، برای توصیف شرایط متمایز، در نوع خود اهمیت دارد.

در جدول ۳ ضریب همبستگی برخی متغیرهای مربوطه با نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان، از حیث مقدار و معناداری، ارائه شده است. هرچند وجود همبستگی آماری، ملاکی برای تعیین اثربخشی است و آشکار کننده‌ی نظم ریاضیِ موجود در طبیعت می‌باشد (شولمن، ۱۹۸٦). اما با واردشدن به مدل‌های رگرسیون و تعیین روابط علّی آماری، به علت حضور و اثر دیگر متغیرها، نه‌تنها مقدار ضرایب تغییر می‌کنند، بلکه ممکن است جهت تأثیر آن‌ها نیز تغییر کند. برای مثال، اثر علّی متغیر «سن پاسخگو» در معادلات رگرسیون که در حضور دیگر شرایط مورد سنجش قرار می‌گیرد و نسبتاً شرایط طبیعی را منعکس می‌کند، نقش تقویت کننده دارد (جدول ٤). در حالی که صرفاً با تکیه بر روابط همبستگیِ دوبه‌دو، باید برای آن نقشی تضعیف‌کننده قائل شد.

جدول ۳. رابطهٔ همبستگی نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان با برخی متغیرهای مستقل

متغیر مستقل مرتبط با شرایط زمینه‌ای	همبستگی	معناداری	متغیر مستقل مرتبط با دانش محتوای آموزشی	همبستگی	معناداری
سن	-۰٫۱۰٦	۰٫۰٤۰	تسلط معلم ریاضی	۰٫۳۲۷	۰٫۰۰۰
تحصیلات مادر	۰٫۱۵۹	۰٫۰۰۲	رابطهٔ صمیمی معلم ریاضی با شاگردان	۰٫۳۳۲	۰٫۰۰۰
تعداد دوستان صمیمی	-۰٫۲۱۱	۰٫۰۰۰	تدریس ساده و قابل فهم ریاضی	۰٫٤۱٤	۰٫۰۰۰
معدل سال گذشته	۰٫۵۳۹	۰٫۰۰۰	تدریس کاربردی ریاضی	۰٫۳۵۱	۰٫۰۰۰
اهل نماز خواندن	۰٫۱۱۰	۰٫۰۳۳	تدریس فعال و مشارکتی ریاضی	۰٫۲۵۱	۰٫۰۰۰
خودتنظیمی	۰٫۱۵۹	۰٫۰۰۲	علاقه به درس ریاضی	۰٫۳۹٦	۰٫۰۰۰
هوش موسیقی: اهل فعالیت هنری	۰٫۱۱۹	۰٫۰۲۱	توانایی یادگیری ریاضی	۰٫۵۰٤	۰٫۰۰۰
عدم تمایل به تقلب	۰٫۱۸۷	۰٫۰۰۰	نمرهٔ فیزیک	۰٫٦۵۹	۰٫۰۰۰
اقتدار حمایتی خانواده	۰٫۲۵۷	۰٫۰۰۰	رابطهٔ صمیمی معلم فیزیک با شاگردان	۰٫۱۵۰	۰٫۰۰۳
شاخص نظم مدرسه	۰٫۱۲٤	۰٫۰۲۲	تدریس ساده و قابل فهم فیزیک	۰٫۱۸٤	۰٫۰۰۰
عدم اختلال توزیعی در مدرسه	۰٫۱۷۳	۰٫۰۰۱	تدریس کاربردی فیزیک	۰٫۱٦۳	۰٫۰۰۰
عدم اختلال رابطه‌ای در مدرسه	۰٫۲٤۹	۰٫۰۰۰	تدریس فعال و مشارکتی فیزیک	۰٫۱٤٦	۰٫۰۰٤
شاخص انصاف در مدرسه	۰٫۲۳۳	۰٫۰۰۰	علاقه به درس فیزیک	۰٫۲۳۷	۰٫۰۰۰

بنابراین، علی‌رغم ارزش بالای ضریب همبستگی در نمایشِ نظم ریاضی در نمونهٔ تحقیق، وجود همبستگی ضرورتاً دالّ بر وجود رابطه علّی بین متغیرها نیست. این‌که آیا این روابط کاذب هستند یا علّی؛ و اگر علّی هستند، چه جزئی از آن‌ها ناشی از اثر مستقیم است و چه جزئی اثر غیر مستقیم، در تحلیلِ رگرسیونی چندگامه تا حدودی روشن خواهد شد (چلبی، ۱۳۸۵، ص۱۷٤). تحلیل آماری رگرسیون چندگامه که نقش علّی متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته را آشکار می‌کند نیز همگی به‌طور معنادار تأییدکنندهٔ الگوی علّی پژوهش و فرضیه‌های مشتق از آن در سطح فرد، خانواده و مدرسه است. در ادامه، با ارائهٔ سه مدل ریاضی یا معادله رگرسیون، که نسبتاً با یکدیگر همپوشانی نیز دارند، کسب نمرهٔ ریاضی جوانان در نمونهٔ تحقیق، مورد تحلیلِ چند متغیری قرار گرفته است. به این منظور، ضرایب همبستگی نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان با آن دسته از متغیرهای اصلی که سطح معناداری آن‌ها بالاتر از پنج درصد است، محاسبه و برای تعیین در معادلهٔ رگرسیون وارد شده‌اند. نتایج این واکاوی در جدول ٤ نمایش داده می‌شود. مدل۱، ضرایب رگرسیون کسب نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان را نشان می‌دهد که گام به گام در معادله‌ی رگرسیون چندگامه باقی مانده‌اند. این مدل، با پنج متغیر، توان توضیح ۵۷ درصد تغییرات نمره‌ی ریاضی جوانان را دارا است. این مدل نشان می‌دهد نمرهٔ فیزیک مقوّم نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان است. با توجه به ضریب غیر استاندارد این متغیر، می‌توان گفت که در حضور دیگر متغیرها، با افزایشِ یک نمرهٔ فیزیک، نمرهٔ ریاضی جوانان به‌طور متوسط نیم‌نمره افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر، از یک طرف این موضوع که «ریاضی زبان فیزیک است» مورد تأیید تجربی قرار می‌گیرد. از طرف دیگر، توانایی مشاهدات فیزیکی و تمرینات تجربی در اندازه‌گیری، موفقیت دانش‌آموزان در درس ریاضی را تا اندازهٔ قابل ملاحظه‌ای تضمین می‌کند.

جدول ٤. مدل‌های رگرسیونی کسب نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان

متغیرهای مستقل	مدل ۱: همهٔ شرایط تحت پژوهش			مدل ۲: بدون تأثیر شرایط کلاس و درس فیزیک			مدل ۳: بدون تأثیر کلاس فیزیک و سوابق تحصیلی		
	B	β	معناداری	B	β	معناداری	B	β	معناداری
مقدار ثابت	−۱۸٫۲۷۷		۰٫۰۰٦	−۵۲٫۳۳۲		۰٫۰۰۰	−۱۹٫۸۵۲		۰٫۰۱۳
نمرهٔ فیزیک در دی‌ماه	۰٫٤٤٥	۰٫٤۳۰	۰٫۰۰۰						
ریاضی را به‌خوبی یاد میگیرم	۱٫۲۰۱	۰٫۳۸۱	۰٫۰۰۰	۱٫۱٦۰	۰٫۳۵۵	۰٫۰۰۰	۱٫٤۱٦	۰٫٤۳۱	۰٫۰۰۰
تدریس فیزیک به‌صورت فعال و مشارکتی	−۰٫٤۹٦	−۰٫۱٦۳	۰٫۰۰۷						
معدل سال گذشته	۰٫۷٤۳	۰٫۲۱۲	۰٫۰۰۲	۱٫۵۳٤	۰٫٤۲۳	۰٫۰۰۰			
سن	۰٫٦٤۰	۰٫۱۵۸	۰٫۰۱۰	۱٫۱۲۰	۰٫۲٦۷	۰٫۰۰۰	۰٫۵٤۷	۰٫۱۳۱	۰٫۰٤٦
نمرهٔ انضباط				۰٫۷٦۰	۰٫۱٤۱	۰٫۰۲۱	۰٫۹۹۲	۰٫۱۹۰	۰٫۰۰۵
عدم تمایل به تقلب				۰٫٦۸۱	۰٫۱۳۸	۰٫۰۳۰			
اقتدار حمایتی والدین							۰٫۵۸۱	۰٫۱۵۱	۰٫۰۲۹
معناداری مدل (F)	۰٫۰۰۰ (۳۹٫۹۷۷)			۰٫۰۰۰ (۲٦٫٦۹۸)			۰٫۰۰۰ (۱۹٫۲۹٦)		
R	۰٫۷۵۵			۰٫٦۸۱			۰٫۵٦۹		
ضریب تعیین (R^2)	۰٫۵۷۰			۰٫٤٦٤			۰٫۳۲٤		

مدل ۱، نشان می‌دهد هرچه دانش‌آموزان نتایج بهتری در آزمون سال قبل کسب کرده باشند، در یادگیری ریاضی نیز قوی‌تر عمل می‌نمایند. عمدتاً نوجوانان سوابقِ مبتنی بر موفقیت‌ها یا عدم موفقیت‌های خود را به‌مثابه یک برچسب (یا داغ[1]) می‌پذیرند و طبق آن جهت‌گیری‌هایشان را تنظیم می‌نمایند. در حقیقت، موفقیت در دیگر دروس، برای متعلمان نوعی سازگاری درونی ایجاد می‌کند که موجبات موفقیت در درس ریاضی را نیز برای آنان فراهم می‌آورد. مطابق با مدل ۱، هرچه دانش‌آموزان تواناییِ خود را در یادگیری ریاضی بالاتر ارزیابی کنند، نمرهٔ بهتری کسب می‌کنند. در واقع، ارزیابی فراگیران از یادگیری‌شان در درس ریاضی، به‌مثابهٔ یک موتور حرکت

1. Stigma

عمل کرده و اعتماد به‌نفس آنان را افزایش می‌دهد و معلم نیز در چنین کلاسی موفق‌تر جلوه می‌نماید.

اما، در مقایسه با ضرایب همبستگی، نکتهٔ جالبی که در مدل ۱ وجود دارد، و در مقایسه با جدول همبستگی دور از انتظار می‌نماید، نقش تضعیف کنندهٔ متغیرهای «سن پاسخگو» و «تدریس فیزیک به‌صورت فعال و مشارکتی» است. این یافته‌ها، جزء همان ظرافت‌های نظم موجود است که صرفاً در سایهٔ تئوری‌های موجود نمی‌توان به آن دست یافت؛ بلکه پژوهش‌های دقیق و موثق باید وجوه مختلف نظام اجتماعی نمایان شود. برای مثال، در مدل۱ مشاهده می‌شود که تدریس مشارکتی و فعال در کلاس فیزیک، بر نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان اثر منفی می‌گذارد. در حقیقت، کلاس‌های آموزشی به‌مثابه «مکان‌های نمادین» توسط فراگیران با یکدیگر مقایسه می‌شوند. بنابراین، هرچه کلاس فیزیک مشارکتی‌تر برگزار شود و در آن محیط دانش‌آموزان فعالتر باشند، فرایند تدریس ریاضی که غالباً معلم‌محور است، با جذابیت کمتر همراه بوده و طبعاً کمتر با موفقیت همراه خواهد بود.

مدل ۱ نشان می‌دهد در حضور دیگر متغیرها، سن پاسخگویان اثر تقویت‌کننده بر نمره ریاضی آنان دارد. به عبارت دیگر، در سنین جوانی هرچه سن پاسخگویان بیشتر باشد، توان تحلیل انتزاعیِ آنان در ریاضیات افزایش می‌یابد و فرایند تدریس موفق‌تر پیش می‌رود. جالب اینجا است که واریانس سن دانش‌آموزان در یک مقطع تحصیلی در حد یک تا چند ماه است. نتایج این تحقیق، مطابق با دیگر یافته‌ها که قبلاً ذکر شد، نشان می‌دهد که حتی در حد یک تا چند ماه تفاوت سنی بیشتر، توان یادگیری فراگیران در ریاضی افزایش یافته و فرایند تدریس راحت‌تر پیش می‌رود.

مقدار ثابت (عرض از مبدأ) و سطح معناداری مدل ۱ نشان می‌دهد فارغ از شرایطی که در مدل تبیین شده است، نمرهٔ متوسط این دانش‌آموزان در درس ریاضی باید حدود ۱۸٫۳- باشد. به این ترتیب، می‌توان تصریح کرد که متغیرهای یادشده، مجموعاً در ارتقای نمرهٔ متوسط ریاضی از کمیتِ زیر صفر به ۱۵٫۹۰ نقشی بسیار تقویت‌کننده بر عهده داشته‌اند؛ و بدون اثر آن‌ها، نتایجی ناگوار به‌بار می‌آمد.

مدل ۲ از خروج متغیرهای مربوط به کلاس و درس فیزیک از مدل قبل ایجاد شده است. با حذف دو متغیر مزبور، دو متغیر که خصلت اخلاقی و انضباطی دارند ایفای نقش کرده‌اند. مد ل۲ آشکار می‌کند که اگر شرایط کلاس فیزیک و توانایی دانش‌آموزان در اندازه‌گیری‌های تجربی و فیزیکی درنظر گرفته نشود، با اتکا به اخلاق و انضباط دانش‌آموزان و دیگر متغیرهای مدل، تا ٤٦ درصد موفقیت آنان در آزمون ریاضی می‌تواند توضیح داده شود. در واقع، در غیاب متغیرهای مربوط به محتوای درس و آموزش فیزیک، فرایند تدریس ریاضی و کسب نتایجِ آن، مرهونِ شرایط اخلاقی و انضباطی فراگیران است. در ادامه، بدون بیان شرایط همپوش و مشترک میان مدل‌های۱و۲، مدل جدید شرح داده می‌شود.

مدل ۲ نشان می‌دهد هرچه فراگیران در رعایت انضباط آموزشگاهی موفق‌تر باشد، آموزش ریاضی برای آنان بیشتر نتیجه‌بخش خواهد بود. در واقع، رعایت انضباط آموزشگاهی، تلفیقی از نظم فردی و اجتماعی است؛ و شامل ملاحظه منافع و زیان‌های اولیای مدرسه و هم‌شاگردی‌ها در تابع نفع و ضرر خود است. این ویژگی، عملاً احقاق سازگاری درونی و رعایت قانون طلایی است. به این ترتیب، این اخلاق که در نظم و انضباط آموزشگاهی تجلی می‌یابد، زمینهٔ لازم برای یادگیری اوج منطق یعنی ریاضی را بیشتر مهیا می‌کند. به عبارت دیگر، هرچه دانش‌آموزان کمتر خودخواهی داشته و قواعد آموزشگاهی را بیشتر رعایت کند، در تعامل با اعیان اجتماعی و فرهنگی ملاحظات بیشتری را رعایت کند، آموزش ریاضی برای آنان موفق‌تر انجام می‌شود و نتیجهٔ این آموزش بهتر خواهد بود.

مطابق با مدل ۲، هرچه دانش‌آموزان تمایل کمتری به تقلب داشته باشند، نمرهٔ ریاضی آنان بهتر است. فراگیرانی که به آزمون سالم و ارزیابی بی‌طرفانه بیشتر متمایل هستند، تمایل بیشتری دارند تا هنجار انصاف، به‌مثابهٔ هنجار اخلاقی صدرنشین را اجرا کنند. این تمایل هنجاری، به‌عنوان عنصری از تابع شخصیت، تمایل فرد نسبت به سازگاری درونی را افزایش می‌دهد و زمینهٔ مناسب برای یادگیری ریاضی را فراهم می‌آورد. بنابراین، هرچه دانش‌آموزان تمایل بیشتری نسبت به ارزیابی سالم داشته باشند، آموزش ریاضی برای آنان ساده‌تر انجام می‌شود و نتایج بهتری کسب خواهد شد.

با توجه به مقدار ثابت در مدل ۲، تأکید می‌شود فارغ از تأثیر متغیرهای مدل، نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان به‌طور متوسط ۵۲٫۳۳- خواهد بود. لذا، از طرفی می‌توان تصریح کرد که متغیرهای یادشده، مجموعاً در ارتقای نتایج آموزش، نقشی بسیار تقویت‌کننده برعهده داشته‌اند. ولی از طرف دیگر، آشکار می‌شود که آموزش ریاضی دچار وضعیتی ناپایدار است و شدیداً به شرایط اجتماعی و فرهنگی وابسته است. به‌عبارت دیگر، تصریح می‌شود که به‌دور از نقش علّی شرایط اخلاقی و انضباطی، آموزش ریاضی به مراتب علیل خواهد بود و نتایجی اسف‌بار به‌بار خواهد آورد.

مدل ۳ با حذف «معدل سال گذشته» از مدل قبل ایجاد شده است. نظم آماری متغیرها، ایجاب می‌کند که با حذف معرف سابقهٔ تحصیلی فراگیران، متغیرِ «عدم تمایل به تقلب» نیز حذف شود و متغیر «اقتدار حمایتی والدین» ایفای نقش کند. در واقع، در غیاب متغیرهای مربوط به سابقهٔ تحصیلی و تمایل به آزمون سالم، فرایند تدریس ریاضی و کسب نتایج آن، به حمایت دانش‌آموزان از جانب خانواده وابسته می‌باشد.

فرایند تعلیم و تربیت در خانواده، به‌عنوان اولین مکان نمادین بسیار اهمیت دارد. در این محیط است که انتظارات و تمایلات اولیه شکل گرفته و براساس آن‌ها هنجارها و ارزش‌ها پایه‌گذاری می‌شود. این ارزش‌ها معیارهایی را شکل می‌دهند که برمبنای آن‌ها شرایط ثانویه ارزیابی می‌شود. از جملهٔ این معیارها، انواع الگوهای حمایتی از جانب والدین است که بخشی از ظهور و نمایش هنجار انصاف است. حمایت‌های معیشتی، تمشیتی، معاشرتی و تربیتی دارای الگوریتم‌هایی هستند که توسط فرزندانِ خانوده نهادینه می‌شوند و در صورت سازگاری با مکان‌های نمادین دیگر، به طور متناظر متناظر اجرا می‌شوند.

به این ترتیب، مدل ۳ آشکار می‌کند در حضور دیگر متغیرهای مدل، فراگیران هرچه بیشتر از طرف والدین حمایت‌های معیشتی، تمشیتی، معاشرتی و تربیتی دریافت کرده باشند، ذهن آنان برای دریافت و فهم الگوریتم‌های ریاضی آماده‌تر می‌شود و فرایند تدریس در مورد آنان به‌طور موفق‌تر به نتیجه خواهد رسید. مقدار ثابت این مدل نیز نشان می‌دهد که فارغ از شرایط تشریح‌شده در معادله، حاصل تدریس ریاضی طوری است که نتیجهٔ آن به‌طور متوسط نمرهٔ ۱۹٫۹-

است. یعنی وابستگیِ شدید نتایج به شرایط اجتماعیِ آموزش تأیید می‌شود. این نشان می‌دهد که هرچند شرایط اجتماعی آموزش ریاضی نتایجی ناپایدار به‌همراه داشته، اما تا کنون در جهت تقویت یادگیری فراگیران موفق بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر که در قالب «دانش محتوای آموزشی» تقریر شده است، مؤید نقش مهم و مؤثر شرایط اجتماعی در تقویت شرایط آموزش ریاضی است. با توجه به یافته‌های تحقیق، می‌توان اظهار کرد که بنیان آموزش ریاضی فی‌نفسه دچار اشکالاتی جدی است؛ و شدیداً به زمینه‌های اجتماعی و اخلاقی وابسته است. به این معنا که زمینهٔ آموزش مناسب ریاضی، تمایل هنجاریِ فراگیران به اخلاق، و انضباط فردی و اجتماعی است.

مطابق با یافته‌های تحقیق، مهمترین بستر انضباط فردی و اجتماعی، خانوادهٔ دانش‌آموزان است که در قالب حمایت‌های متنوع تجربه می‌کنند. شرایطِ مزبور، زمینهٔ مناسب برای فرایند آموزشی و تربیتی مدرسه‌ای را فراهم می‌آورد. مدل‌های تحقیق گویای این حقیقت هستند که شرایط زمینه‌ای تا اندازهٔ شایان توجهی در جهت تقویت فرایند تدریس ریاضی فعال بوده‌اند. اما، این هشدار در جوف مدل‌ها نهفته است که اگر در احقاق شرایط اجتماعی PCK، چه سهواً و چه عمداً سستی به‌عمل آید، فرایند تدریس ریاضی شدیداً دچار بحران می‌شود. بحران مزبور چنان جدی است که در بهترین وضعیت، باید در انتظار نتایجی بسیار مخرب برای فراگیران بود.

شاید وابستگی شکننده و نامتعادل تعلیم ریاضی به نظام اجتماعی، مکان‌های نمادین خانواده، مدرسه و کلاس درس، ویژگی ذاتی آموزش ریاضی باشد. حتی ممکن است این عدم تعادل به علت تخریب کارکرد مکان‌های نمادین، همچون خانواده باشد. امروزه، تا اندازهٔ شایان توجهی کارکردهای خانواده بسیار تضعیف شده و حمایت‌های متنوع دچار اختلال گشته و تقریباً همگی بر حمایت معیشتی متمرکز شده‌اند. البته، نباید از شرایط پهن‌دامنه غافل شد. شاید این، به علت انواع اختلال در سطح کلان جامعه باشد؛ که به تضعیف کارکرد نهاد خانواده، و حتی مدرسه منتهی شده است (البته، در این پژوهش مستندات این فرض موجود نیست).

به هر حال، طبق نتایج و مستندات، برای ترمیم شرایط آموزشی و گستردن شرایط آموزش ریاضی، فعلاً می‌توان به سطح خُرد متوسل شد و در آن سطح آغاز به اصلاحات کرد. مدل‌های تحقیق حاکی از نقش بسزای شرایط اخلاقی و انضباطی در جهت بهینه‌سازی و تحکیم شرایط آموزش ریاضی است. به این ترتیب، می‌توان ادعا کرد که برای تقویت فرایند تدریس ریاضی، و موفقیت فراگیران در ریاضی، شایسته است که شرایط زیر به‌مثابه زمینه‌های مناسب تحت اولویت قرار گیرند:

۱. رعایت هنجار اخلاقی انصاف در خانواده، به‌عنوان مکان نمادین اولیه؛
۲. تقویت تمایلات هنجاری فراگیران در رعایت اخلاق و انضباط فردی؛
۳. تدریس فعال و مشارکتی، همچنین، هماهنگ در دو محیط نمادین ثانویه، یعنی کلاس ریاضی و کلاس فیزیک.

اکنون، در خطر ساده‌گویی و به استناد این پژوهش، می‌توان ادعا کرد دانش محتوای آموزشی در ایران دارای نوعی تأیید تجربی اولیه، حداقل در مورد شرایط اجتماعی آموزش ریاضی شده است. تأییدات تجربی در بافت نظری، هم دارای جنبه‌های عام است و هم جنبه‌های خاص اجتماعی را دارا است، که ویژهٔ شرایط اجتماعی منطقه تحت پژوهش (استان البرز) است. البته که رشد و نمو دانش نظری در این خصوص مستلزم ۱. پژوهش‌های موثق، ۲. آزمون تجربی در دیگر شرایط اجتماعی و فرهنگی، و ۳. به‌کارگیری دیدگاه‌های مختلف است. این پژوهش، در حد توان و امکانات توانسته است مقدمات این فرایند را رقم بزند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

چلبی، مسعود (۱۳۸۵). مطالعهٔ پیمایشی اخلاق کار در سه شـهر ایـران. در مسـعود چلبـی، ۱۳۸۵، *تحلیل اجتماعی در فضای کنش*، تهران: نشر نی (صص ۱٦٥– ۱۸۸).

شعبانی، حسن (۱۳۹۵). *مهارت‌های آموزشی و پرورشی: روش‌ها و فنون*. چاپ بیست و نهم، تهران: انتشارات سمت.

نقدی، وحید (۱۳۹۱). بررسی تأثیر هنجارهای اخلاقی و تربیتی بر خشونت جوانان. *پژوهش‌های انتظام اجتماعی*، ٤(۳)، ٤۰–۷.

نقدی، وحید (۱۳۹۲). مطالعهٔ تطبیقی تمایل افراد جامعه نسبت به رعایت اخلاق: با تأکید بر رعایت هنجار انصاف در سطح جامعه. *تحلیل اجتماعی*، ٤(٦٥)، ۹٥–۳٥.

نقدی، وحید (۱۳۹۳). تدریس علوم تحلیلی: با تأکید بر بُعد اجتماعی و تربیتی تدریس فیزیک. در *پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک در ایران و پنجمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه*، در شهریور ۱۳۹۳، شماره ثبت: ٦/۳۰۰؛ ۱۳۹۳/۰٦/۰۸.ن.

نقدی، وحید (۱۳۹٥). تحلیل تجربی اخلاق عملی با تأکید بر تعهد تعمیم‌یافته به‌مثابهٔ وجه عملی اخلاق اجتماعی. *تحلیل اجتماعی*، ۸(۲)، ۳٦–۱.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (۱۳۹٤). *برنامهٔ درسی دوره: کارشناسی پیوسته رشتهٔ آموزش علوم اجتماعی (خاص دانشگاه فرهنگیان)*. گروه برنامه‌ریزی تربیت معلم.

Abramovich, S. (2017). *Diversifying mathematics teaching: Advanced educational content and methods for prospective elementary teachers*. World Scientific.

Ball, D. L. (2001). Teaching, With Respect to Mathematics and Students. In Wood, T., Scott, B. N., Warfield, J., *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (pp.1-25).

Barnes, M. B., & Barnes, L. W. (2005). Using inquiry processes to investigate knowledge, skills, and perceptions of diverse learners: An approach to working with prospective and current science teachers. In Rodriguez, A. J., Kitchen, R. S., *Preparing Mathematics and Science Teachers for Diverse Classrooms: Promising Strategies for Transformative Pedagogy*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (pp. 61-86).

Barton, A. C., Tan, E., & Rivert, A. (2008). Creating hybrid spaces for engaging school science among urban middle school girls. *American Educational Research Journal*, 45(1), 68–103.

Bishop, A., Clarke, B., Corrigan, D., & Gunston, D. (2006). Values in mathematics and science education: researchers' and teachers' views on the similarities and differences. *For the Learning of Mathematics*, 26(1), 7–11.

Bulmer, M. (2010). Challenges for Social Measurement. In Bulmer, M., Gibbs, J. & Hyman, L., *Social measurement through social survey: An applied approach*, MPG books Group, UK, (pp. 215-227).

Cobb, P. (1996). Sociological and Anthropological Perspectives on Mathematics Learning. in Steffe P. L. & Nesher, P. (general Eds.), Cobb, P., Goldin, G., A., & Greer, B. (second Eds.), *Theories of mathematical learning*, Lawrence Erlbaum Association Publishers, part 1 (pp. 1-177).

Cobb, P. (1999). Individual and collective mathematical development: The case of statistical data analysis. *Mathematical Thinking and Learning*, 3(1): 5-43.

Cobb, P., & Bauersfeld, H. (Eds.) (1995). *Emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Cobb, P., & Yackel, E. (1996). Constructivist, Emergent, and Sociocultural Perspectives in the Context of Developmental Research. *Educational Psychologist*, 4(13), 175-190.

Cobb, P., Wood, T., & Yackel, E. (1990). Classrooms as Learning Environments for Teachers and Researchers. Davis, R., Maher, C. & Noddings, N. (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics.* National Council of Teachers of Mathematics (pp. 125-146).

Cobb, P., Wood, T., Yackel, E. & Wheatley, G. (1993[a]). Introduction: Background of the research. in Wood, T., Cobb, P., Yackel, E. & Dillon, D. (Eds.), *Rethinking elementary school mathematics: Insights and issues*. National Council of Teachers of Mathematics (pp. 1-4).

Cobb, P., Yackel, E. & McClain, K. (2000). *Symbolizing and Communicating in Mathematics Classrooms_ Perspectives on Discourse, Tools, and Instructional Design*. Routledge.

Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1993[b]). Learning mathematics: Multiple perspectives, theoretical orientation. In Wood, T., Cobb, P., Yackel, E. & Dillon, D. (Eds.) *Rethinking elementary school mathematics: Insights and issues.* National Council of Teachers of Mathematics (pp. 21-32).

Curren, R. (2005). Cultivating the intellectual and moral virtues. In Carr, D. & Steutel, J., *Virtue ethics and moral education*. Taylor & Francis (pp. 69-83).

Franke, M. L., & Kazemi, E. (2001). Teaching as Learning within a Community of Practice: Characterizing Generative Growth. In Wood, T., Scott N. B. & Warfield, J. (Eds.), *Beyond Classical Pedagogy: Teaching elementary school mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (pp. 47-74).

Gamoran, S. M. (2001). Developing a Professional Vision of Classroom Events. In Wood, T., Scott N. B., & Warfield, J. (Eds.), *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (pp. 75-94).

Garii, B., & Rule, A. C. (2009). Integrating social justice with mathematics and science: An analysis of student teacher lessons, *Teaching and teacher education*, 5(25), 490–499.

Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York, NY: Teachers College Press.

Gu, F., Huang, R., & Gu, L. (2017). Theory and development of teaching through variation in mathematics in China. In Huang, R. & Li, Y. (Eds.), *Teaching and learning mathematics through variation: Confucian heritage meets western theories*. Sense Publishers (pp. 13-42).

Gutstein, E. (2007). And that's just how it starts: Teaching mathematics and developing student agency. *Teachers College Record*, 109(2), 420–448.

Handelsman, J., Miller, S., Pfund, C. (2007). *Scientific teaching.* Roberts & Company Publishers.

Huang, R., & Leung, F. K. S. (2017). Teaching geometrical concepts through variation: A case study of a shanghai lesson. In Huang, R. & Li, Y. (Eds.), *Teaching and learning mathematics through variation: Confucian heritage meets western theories*. Sense Publishers, (pp. 151-168).

Huskey, J. (2010). Introduction to measuring. In Bulmer, M., Gibbs, J. & Hy-man L. (Eds.*), Social measurement through social survey: An applied approach*. MPG books Group, UK (pp. 1-9).

Kaput, J. J., & Blanton, M. L. (2005). A teacher-centered approach to algebrafying Elementary Mathematics. In Romberg, T., Carpenter, T. P. & Dremock, F. (Eds.), *Understanding mathematics and science matters*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, (pp. 99-126).

Leming, J. S. (2008). Research and practice in moral and character education: Loosely coupled phenomena. In Nucci, L. p. & Narvaez, D., *Handbook of moral and character education*. Routledge, (pp. 134-157).

Mahajan, S. (2010). *Street-fighting mathematics: The art of educated guessing and opportunistic problem solving*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Marbach-Ad, G., Egan, L. C., & Thompson, K. V. (2015). *A discipline-based teaching and learning center: A model for professional development*. Springer International Publishing Switzerland.

Mukhopadhyay, S., & Greer, B. (2017). How many deaths? Education for statistical empathy. *The Montana Mathematics Enthusiast, Monograph*, 1(12), 119–135.

Narlikar, J. V. (2017). Relativistic paths: A feynman problem. In Bagla, J. S. & Engineer, S., *Gravity and the quantum: Pedagogical essays on cosmology, astrophysics, and quantum gravity*. Springer International Publishing, (pp. 317-338).

Nemirovsky, R., Barros, A., Noble, T., Schnepp, M., & Solomon, J. (2005). Learning mathematics in high school: Symbolic places and family resemblances. In Romberg, T. A., Carpenter, T. P., Dremock, F., *Understanding mathematics and science matters*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers (pp. 185-207).

QCA. (2007). *Mathematics programme of study: Key stage 3. London: Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.

Richardson, V. (2001) constructivist mathematics instruction and current trends in research on teaching. In Wood, T., Scott N. B. & Warfield, J. (Eds.), *Beyond classical pedagogy: teaching elementary school mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (pp. 275-294).

Rodriguez, A. J., & Kitchen, R. S. (2005). *Preparing mathematics and science teachers*

for diverse classrooms: Promising strategies for transformative pedagogy. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Rosenhead, L. (1961). the teaching of mathematics in schools: A criticism of the english educational system. *The Mathematical Gazette*, 45(354), 279-287.

Rosi, T., Malgieri, M., Oss, S., & Onorato, P. (2018). Quantitative measurements of RGB and CMYK colours with a homemade spectrophotomete. In Sokołowska, D. & Michelini, M., *The Role of laboratory work in improving physics teaching and learning*. Springer (pp. 269-278).

Roth, W. M. (2007). Toward a dialectical notion and praxis of scientific literacy. *Curriculum Studies*, 39(4), 377–398.

Schulman, L. S. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In Wittrock, M., *Handbook of research on teaching, Third Edition, A Project of the American Educational Research Association*. Macmilan Publishing Company. (pp. 3-36).

Scott, N. V. (2001). Constructing facilitative teaching. In Wood, T., Scott N. B. & Warfield, J. (Eds.), *Beyond classical pedagogy: teaching elementary school mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (pp. 251-274).

Simon, M. A. (2001). Two intertwined bodies work: conducting research on mathematics teacher development and elaborating theory of mathematics teaching/learning. In Wood, T., Scott N. B. & Warfield, J. (Eds.), *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.(pp. 157-170).

Wood, T., Cobb, P. Yackel, E., & Dillon, D. (Eds.) (1993) *Rethinking Elementary School Mathematics: Insights and issues*. Monograph Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Yackel, E., & Cobb, P. (1996) Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Research in Mathematics Education*, 27(4): 458- 477.

Yackel, E., Gravemeijer, K., & Sfard, A. (2011) *A journey in mathematics education research: insights from the work of Paul Cobb*. Springer Science Business.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی