

پیشنهادهایی برای پوست اندازی ریاضیات در ایران: طرح اولیه

منوچهر ذاکر *

نهایت پیشنهادهایی برای جهت دهی گرایش‌های ریاضی قابل دفاع و فرهنگ‌های پژوهشی ثمربخش ارائه می‌دهیم.



مقدمه

این نوشته را می‌توان ادامه مقاله «نکته‌هایی در مورد آموزش و پژوهش ریاضی در ایران: نقدی بر آکادمی پاداش در نظام دانشگاهی ایران» به شمار آورد که در خبرنامه انجمن ریاضی شماره ۱۵۱ به چاپ رسیده و خوشبختانه مورد توجه مخاطبین قرار گرفته است. بنابر تعریف، منظور از آکادمی پاداش (Reward Academy) هر نهاد علمی و پژوهشی از قبیل دانشگاه است که انگیزه‌های علمی و پژوهشی افراد را اساساً به سمت و سوی ارضاء حس وابستگی به انواع پاداش‌ها (مادی، روانی، استخدامی و رسانه‌ای) سوق می‌دهد. آکادمی پاداش معیار پژوهش را در انتشار مقاله و کیفیت را در امتیازهای ژورنالیستی تعیین و محدود می‌کند. ویژگی‌های گفتمان حقیقی دانشگاه یعنی نقطه مقابل آکادمی پاداش، در مقاله فوق شرح داده شده است. در حال حاضر، معیارهای آکادمی پاداش افسار حوزه پژوهش را در اختیار گرفته و اجازه نقد و تغییرات اصلاحی را نمی‌دهد. در مقاله مزبور بعد از شرح جزئیات آسیب‌هایی که در حوزه نظام دانشگاهی به‌طور عام و فضای پژوهش ریاضی در ایران به‌طور خاص وجود دارد، نتیجه گرفته و پیشنهاد شده است که ریاضیات ایران پوست‌اندازی کند. در مقاله حاضر طرح اولیه‌ای برای تحولات آموزشی و پژوهشی که از آن با اصطلاح پوست‌اندازی یاد می‌کنیم، ارائه می‌شود. پرسشی که بایستی بررسی شود اینست: چه ملاک، معیار و اهدافی

چکیده: در سال‌های اخیر، بروز دو نوع بحران برای رشته ریاضیات در زمینه‌های آموزش و پژوهش و از حیث میزان اهمیت، در کشور مشهود است. یکی از بحران‌ها درون سیستمی است. پژوهش در جامعه ریاضی کشور از معیارهای قابل دفاع و محکمی تبعیت نمی‌کند. حجم زیادی از مقالات ریاضی یا در نشریات کم اعتبار منتشر می‌شوند و یا حائز اهمیت برای حوزه‌های کاربردی و علوم دیگر نیستند. بعلاوه، آموزش ریاضی از حیث محتوای مطالب و ارائه انگیزه و اشتیاق به محصلین، مقهور اهداف پژوهشی و تولید مقاله قرار گرفته است. بحران دیگر، برون سیستمی است. یعنی رشته ریاضی از دبیرستان گرفته تا دانشگاه دچار کمبود جذب دانش‌آموز و دانشجویست. استخدام فارغ‌التحصیلان کارشناسی، کارشناسی ارشد و حتی دکتری در رشته ریاضی بسیار ضعیف است که منجر به ناامیدی شدید دانشجویان و از بین رفتن شور و شوق برای تحصیل و پژوهش در ریاضیات شده است. ریاضیات تولید شده در ایران، در حوزه‌های صنعت و جامعه سودمندی کمی دارد و جمعاً می‌توان گفت ریاضیات دچار کاهش توجه از طرف جامعه و نظام‌های حمایتی شده است. علاوه بر این مسائل درون کشوری، تحولات سال‌های اخیر در علوم شناختی، دانش ما را از ماهیت و منشاء ریاضیات به شدت دگرگون کرده است. بحران‌های فوق‌الذکر و دانش جدید ما از ماهیت ریاضیات، شدیداً ایجاب می‌کند تغییر و تحول بزرگی در ریاضیات کشور از حیث محتوای آن و سیاست‌هایی که آموزش و پژوهش‌های ریاضی را جهت می‌دهند، به‌وجود آید. به عبارت دقیق‌تر، لزوم تحول و پوست‌اندازی در ریاضیات کشور عیان است تا ریاضیات بتواند انگیزه برای حمایت و استقبال از طرف جامعه کسب کرده و پژوهش‌های کم اعتبار از آن تراوش نکند. در این مقاله پیشنهادهایی برای پوست‌اندازی ریاضیات مطرح می‌کنیم. به این ترتیب که نخست، کشفیات علوم شناختی در باب ماهیت ریاضیات را مختصراً شرح می‌دهیم. دانش حاصله، تبعاتی در جهت دهی محتوای ریاضیات ایجاد می‌کند. سپس به آسیب‌شناسی پژوهش‌های رایج در کشور می‌پردازیم. شرایط و انگیزه حمایت از پژوهش‌های ریاضی را در دو منطقه شوروی سوسیالیستی و کشور آمریکا، شرح داده و در مقایسه با آنها وضعیت ریاضیات در ایران را تحلیل می‌کنیم. در

مفاهیم ریاضی موجودیتی مستقل از جهان تجربی و ذهن اندیشنده دارند. به زعم افلاطون‌گرایی، قضیه‌های ریاضی واجد ضرورتی متافیزیکی هستند. سال ۱۳۸۶ شمسی، لاسلو لُواس رئیس وقت اتحادیه بین‌المللی ریاضیدانان (IMU) جهت شرکت در یک کنفرانس به ایران سفر کرد. در خلال سفر مصاحبه‌ای با ایشان انجام شد که در خبرنامه انجمن ریاضی ایران شماره ۱۱۶ به چاپ رسید. نگارنده در آن مصاحبه در مورد باور ایشان به افلاطون‌گرایی می‌پرسد و ایشان پاسخ می‌دهد: «من فکر می‌کنم برای ریاضی کار کردن شما نیاز دارید که به نوعی یک افلاطون‌گرا باشید. هر ریاضیدانی در ته قلبش یک افلاطون‌گراست ... یقیناً ما دوست داریم فکر کنیم اشیاء ریاضی واقعاً وجود دارند. اگر چنین فکر کنیم آنها مخلوق ذهن ما هستند ریاضی خسته‌کننده می‌شد.»

سخن لُواس اگر برای صد درصد ریاضیدانان حرفه‌ای صدق نکند برای اکثریت آنان صادق است. مورد دیگری را نقل می‌کنیم از ریاضیدان اعجوبه ترنس تائو که به صراحت اعلام کرده است باور افلاطونی دارد و صورت‌گراست^۱. به عقیده وی ریاضیات محض یک نوع ریاضیات کاربردی است که کاربردش در طبیعت با تأخیر پیدا می‌شود. به جرئت می‌توان ادعا کرد در حال حاضر برای بسیاری از ریاضیدانان، باور افلاطونی و یا این باور که فعالیت ریاضی، حقایقی از ساختار منطقی جهان هستی و قوانین طبیعت را مکشوف می‌سازند (یعنی عینیت‌گرایی یا واقع‌گرایی در باب ریاضی) انگیزه اصلی و پشتوانه تفکرات و پژوهش‌های ریاضی آنان است. برای دسته دیگری از ریاضیدانان (نه لزوماً جدا از دسته قبلی)، ریاضیات مشابه حوزه‌های ورزشی است. انگیزه اصلی آنان برای پژوهش ریاضی، رقابت و رکوردزنی هستند. به اینها باید دسته‌ای از ریاضیدانان را نیز بیافزاییم که صرفاً به دلیل وظیفه دانشگاهی و استخدامی پژوهش انجام می‌دهند. فقط دسته اندکی باقی می‌مانند که محرک‌های درون ذهنی، زیبایی و نظریه‌سازی، انگیزه بسیار مؤثری برای کار ریاضی و پژوهشی آنان به حساب می‌آید. در مجموع، عموم ریاضیدانان به عینیت‌گرایی در باب ریاضیات و درجاتی از عقاید افلاطونی باور دارند. حال در چنین وضعیتی اگر علوم شناختی عینیت را از مفاهیم و احکام ریاضی خلع کند اوضاع بسیار آشفته می‌گردد. قبل از اینکه به علوم شناختی وارد شویم، مجدداً بحث باور افلاطونی ریاضیدانان را پی می‌گیریم. واقعیت اینست که به پشتوانه باورهای افلاطونی و واقع‌گرایی در ریاضیات، همواره چنین پنداشته شده است که دستاوردهای ریاضی که در ذهن بشر ساخته و پرداخته می‌شوند حقایقی از ریاضیات ازلی، مسلم و فرا بشری را

خطوط پژوهشی در ریاضیات محض و کاربردی ایران را تعیین می‌کنند؟ صحبت از فعالیت آموزشی، پژوهشی و آکادمیکی انبوهی از دانشگاهیان اعم از استادان و دانشجویان و صحبت از انرژی، وقت و بودجه کلان است. آیا نباید معیارها و اهدافی قابل دفاع و هوشمندانه برای جهت‌دهی پژوهشی جستجو کرد؟ در این نوشته ابتدا مطالبی در مورد ماهیت و منشأ ریاضیات از دیدگاه علوم شناختی و باور رایج ریاضیدانان مطرح می‌کنیم. سپس نقاط ضعف و آسیب‌های موجود در فرهنگ‌ها و هنجارهای پژوهشی را مورد تحلیل قرار می‌دهیم. در بخش‌های انتهایی مقاله، بر مبنای دانش حاصله و آسیب‌شناسی به عمل آمده، پیشنهادهایی در خصوص خطوط پژوهشی و تم‌های ریاضی مطرح می‌کنیم که این پیشنهادها بیشتر مختص شرایط حال حاضر ریاضیات در ایران است و منظور، پیشنهادهایی برای کل دانش و معرفت ریاضی نیست. نوشته را با بحثی در باب ماهیت و منشأ ریاضیات آغاز می‌کنیم.

باور رایج ریاضیدانان در مورد ماهیت ریاضیات

پرسش‌های بنیادین در باب ریاضیات همواره ذهن متفکرین را به خود جلب کرده است. برخی از این پرسش‌ها به قرار زیرند. آیا از حیث هستی‌شناسی (ontology)، اشیاء و مفاهیم ریاضی موجودیتی مستقل از طبیعت و از ذهنی که آنها را می‌اندیشد، دارند؟ آیا ضرورت احکام ریاضی پشتوانه متافیزیکی دارند؟ یا حاصل قرارداد هستند؟ آیا نتایج و مباحث ریاضی، قوانین طبیعت و یا ساختار منطقی جهان را آشکار می‌سازند؟ در تفکر و مکاشفه ریاضی کدامیک بیشترین نقش را دارند، پردازش و قابلیت زبان یا شهود و تخیل؟ تلاش برای یافتن پاسخ‌های مناسب به این پرسش‌ها نقش بسیار مؤثری در جهت‌دهی و شکل‌گیری ریاضیات در طول تاریخ تحولات ریاضی داشته است. اگرچه ریاضیدانان حال حاضر لزوماً درگیر کنکاش روی مسائل فلسفی نمی‌شوند و عموماً به تحلیل این پرسش‌ها نمی‌پردازند، ولی اغلب آنان پاسخ‌هایی نصف و نیمه و باورهای مقدماتی در مورد ریاضیات در ذهن خود دارند و حداقل در یک زمینه، افکار و باوری را در ذهن خود سروسامان می‌دهند. غالب ریاضی دانان براین باورند که دستاوردها و نتایج پژوهشی آنان، صرفاً ساخته و پرداخته ذهن نبوده بلکه حقایقی ازلی را در مورد قوانین طبیعت و ساختار منطقی جهان آشکار می‌سازند. به عبارت دیگر، آگاهانه یا ندانسته به باور افلاطونی در باب ریاضیات قائل هستند. افلاطون‌گرایی (Platonism) یکی از نحله‌های فکری در مورد ریاضیات است که باور دارد اشیاء و

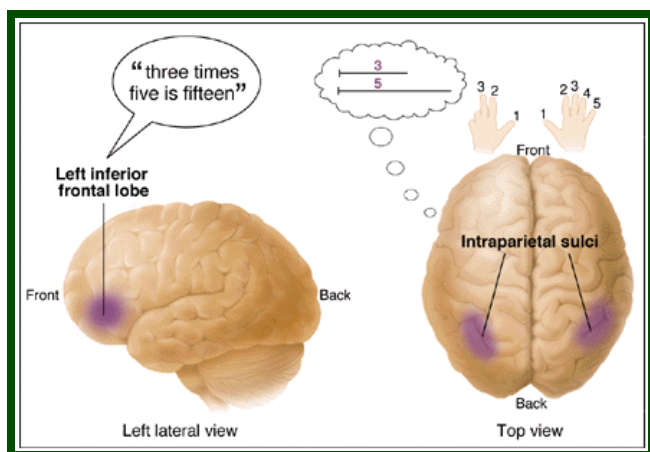
^۱ ویستنه مونیوس، اولف پرسون، مصاحبه با سه تن از برندگان فیلدز ۲۰۰۶، نشر ریاضی ۱۳۸۶، شماره ۳۰، صفحه ۶.

همان سن نوزادی، تا حدی ریاضیاتی است به این معنی که قادر به تشخیص اعداد کوچک، شمارش و حساب با اعداد کوچک است. این توانایی فکری با اعداد کوچک که از زیرساخت تصویری/فضایی مغز تشکیل یافته و غیر زبانی بوده و جنبه تقریبی دارد، به سیستم تقریبی عددی یا ANS موسوم است. نکته مهم اینست که در پردازش‌های ریاضی با اعداد که با توسل به زبان محاوره‌ای و نمادین انجام می‌شود، ANS نیز فعالیت و مشارکت دارد. یافته‌های دیگر نشان می‌دهند ذهن انسان بدون توسل به آموزش ریاضی مقدماتی و بدون به کارگیری ساده‌ترین مفاهیم هندسی که در زبان‌های محاوره وجود دارند، توانایی تشخیص الگوهای هندسه اقلیدسی از قبیل مفاهیم هندسی، متریکی و توپولوژیک ساده و همچنین ارتباط بین الگوها و مفاهیم را دارند. از این توانایی ذهن با عناوین «دانش پایه هندسه» و «هندسه شهودی» نام برده می‌شود. پردازش‌های ریاضی پیشرفته‌تر، با اتکاء بر قابلیت‌های زبان و تعامل شناختی ذهن با دنیای فیزیکی پیرامون حاصل می‌شود. دستاوردهای علوم شناختی پارادایم تفکر در باب ماهیت و منشاء ریاضیات را عوض می‌کنند. در پارادایم جدید منشاء ریاضیات بجای متافیزیک در تکامل ذهن انسان جستجو می‌گردد و به این باور منجر می‌شود که ریاضیات حاصل تکامل درازمدت ذهن در تعامل با جهان فیزیکی و تجربی پیرامون خود و نیز نحوه زیست انسان در طبیعت و زندگی اجتماعی است. ذهن انسان توانسته است تعامل شناختی و مستقیم انسان با جهان فیزیکی و تجربی ملموس را به پروسه‌های شناختی در مخیله خود بدل سازد. از آنجا که این موضوع برای عموم نوع بشر صادق است، اذهان بشری به درک یکسانی از مفهوم عدد و ویژگی‌های شهودی فضا نایل می‌شوند. بر پایه این قابلیت، کسب دانش یکسانی از بنیادی‌ترین مفاهیم ریاضی در عامه افراد میسر می‌گردد.

مکشوف می‌سازند که فی‌نفسه واجد اهمیت و مقام ویژه هستند و دیر یا زود در دنیای ملموس فیزیکی کاربرد خواهند داشت. همین پشتوانه افلاطونی، مشروعیت پژوهش‌های انتزاعی ریاضی را در طول تاریخ تضمین کرده و الهام‌بخش و قوت قلب ریاضی‌دانان بوده است. سخن مشهوری از نیکلای لوباچفسکی می‌گوید: «هیچ شاخه‌ای از ریاضیات نیست که روزی در طبیعت کاربرد نداشته باشد». به باور لوباچفسکی همه مباحث ریاضی دیر یا زود در تبیین علل طبیعی به کار برده می‌شوند. در نتیجه همه مباحث ریاضی مهم بوده و وجودشان ضروری است. حال نقل قول مشهور مایکل عطیه که در نشریه اینتلیجنسر سال ۱۹۸۴ منتشر شده را مد نظر قرار دهید. «امروزه پژوهش‌های بسیاری در ریاضیات کند و کاوهای غیر ضروری هستند». این دو سخن از دو ریاضیدان سرشناس تقریباً نافی همدیگر هستند. این تناقض چگونه حل می‌شود؟ می‌توان پاسخ داد اگر لباچفسکی ریاضیات حال حاضر دنیا را مشاهده می‌کرد به احتمال زیاد نظری شبیه نظر عطیه ابراز می‌کرد. در عصر لباچفسکی ریاضیدانان با انگیزه‌های استخدام، افزایش تعداد مقالات و یا کسب فلان عنوان ISI دست به تولید ریاضیات نمی‌زدند و ریاضیات آن عصر از گزند چنین معیارها و افرادی در امان بود. با وجود این نکات مهم، باورهای افلاطونی و عینیت‌گرایی در تفکر لباچفسکی مشهود است. رسالت علم و دانش در زمان لباچفسکی در سیطره معیارهای عصر روشنگری قرار داشته و حتی از اذهان برجسته انتظار نمی‌رود فراتر از افق دید عصر خودشان بالاتر روند. در عصر حاضر، حتی ریاضیدانان افلاطونی مشرب نیز نمی‌توانند نپذیرند که در مقابل ریاضیات ارزشمند و پرمایه، انواع ریاضیات کم‌مایه و پیش پا افتاده نیز وجود دارد. این موضوع ایجاب می‌کند در انتخاب ریاضیات مناسب دقت به خرج دهیم.

دانش نوین در باب ماهیت و منشاء ریاضیات در پرتو علوم شناختی

بررسی تحولاتی که در زمینه منشاء و ماهیت ریاضیات صورت گرفته است ما را به تغییر دیدگاه در باب ریاضیات هدایت می‌کند. در طرف مقابل باور افلاطونی، رهیافت علوم شناختی به ریاضیات وجود دارد که به زبان کلی به مطالعه ارتباط بین پردازش‌های ریاضی بشر (در یک طرف) و پردازش‌های شناختی ذهن و تحول در نحوه زیست بشر (در طرف دیگر) می‌پردازد. نتایج علوم شناختی بسیار وسیع و گسترده است، ما به لب برخی از آنها می‌پردازیم. پژوهش‌های مختلف الشکلی در علوم شناختی حاکی از اینست که ذهن انسان از



کاملاً نمادین/صوری و انتزاعی داشته اند. متعاقباً تدریس ریاضی نیز چنین خصلتی داشته است. مباحث ریاضی در کلاسهای درس، عمدتاً به زبان صوری و اصل موضوعی مطرح و مطالعه شده و جنبه های مفهومی، تصویری/فضایی و تجربی آنها تقریباً مورد غفلت قرار گرفته است. باید اذعان کرد دانش آموزان و دانشجویان به سختی متوجه شدند چرا باید به مطالعه اصول موضوعه گروه، حلقه و میدان بپردازند و احکامی که صدقشان بدیهی می نماید را قدم به قدم با اصول موضوعه این ساختارهای جبری ثابت کنند. در واقع فرمالیسم نمادگرانه با فقدان ارائه بینش فلسفی و منطقی بر ریاضیات ایران اعم از کتاب های درسی سایه انداخته بود. استیلای گرایش های جبر و آنالیز آنها به شیوه های فرمالیستی محض در دوره کارشناسی ایران کاملاً مشهود است. برای سال های متمادی کنکور کارشناسی ارشد ریاضی محض که کاملاً آموزش ریاضی در دوره کارشناسی را تحت شعاع قرار داده بود، عمدتاً متشکل از دو مبحث جبر و آنالیز بود. این موضوع باعث شده بود عمده توجه دانشجویان به مسائل و مباحث جبر و آنالیز معطوف شود. دامنه مسائل و مباحث در آموزش و متون درسی ریاضی ایران، زبان و تکنیک های محدودی را دنبال کرده است. تاکنون رسم بر این بوده مباحث و مسائلی که در کادر جبر، آنالیز و هندسه نگنجدند مباحث ابتکاری نامیده شده اند. مباحث ابتکاری دامنه بسیار وسیع نظریه احتمال، نظریه گراف و ریاضیات شمارشی، تفکر الگوریتمی، روش های تقریبی، مسائلی که متضمن تفکر فیزیکی هستند، تکنیک های ریاضی شهودی و غیره را شامل می شود. ملاحظه می کنیم این مباحث، فنی ترین تفکرات و قابلیت های ریاضی را می پروراند و در اثر کم توجهی به «مباحث ابتکاری» در ریاضیات ایران این مهم مغفول مانده است. در دهه های گذشته معدودی از ریاضیدانان از اینکه ریاضیدانان ایران عموماً فاقد دانش کافی در زمینه های فیزیک ریاضی هستند انتقاد می کردند. آشنایی ایران با فیزیک ریاضی عمدتاً مدیون فیزیکدانان ایرانی است. دانش رایج ریاضی در ایران، توانایی تحلیل مباحث کاربردی و تجربی حوزه های گوناگون جهان طبیعی و مصنوع را نداشته است. به جرئت می توان گفت ریاضی کاربردی در ایران کمتر به قدرت مدلسازی و تحلیل مسائل عینی و بیشتر به تکنیک های حل با استفاده از نرم افزارهای آماده و روش های عددی موضوعات کاربردی می پرداخت. این نکته نقص بزرگی برای ریاضیات کاربردی کشور به شمار می آید.

نقد ریاضیدانان از اقسام مختلف ریاضیات

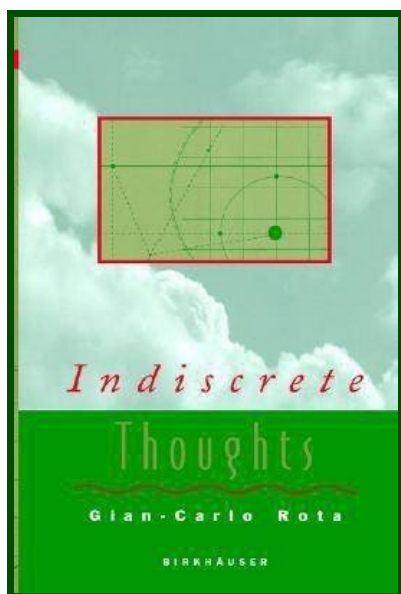
در تاریخ ریاضیات بسیار پیش آمده که یک ریاضیدان از نحوه کار

باید اضافه کنیم به طور مسلم، معیارهایی خارج از ریاضیات وجود دارند که در شکل دهی و سروسامان دادن به ریاضیات بسیار مؤثر هستند. پیشینه این موضوع به عهد یونان باستان برمی گردد. به عنوان مثال باور یونانی ارتباط حقیقت و زیبایی در هیئت یک اسلوب فکری به ریاضیات وارد شده است. به عبارت دقیق تر این باور اساساً یونانی که ریاضیات دانشی ناب، خالص، مسلم، فرابشری، آسمانی و ایده آل است، ریاضیات را به صورت دانشی ناب، خالص، مسلم، فرابشری، آسمانی و ایده آل در ذهن و فرهنگ مکتوب بشر سر و سامان داد. به علاوه، پروسه های شهودزدایی، تدقیق ریاضیات و اصل موضوعی کردن فرمالیستی کل ریاضیات از دیگر معیارهای فرهنگی خارج از ریاضیات هستند که در شکل دهی ریاضیات در هیئت دانش مدوئی که الان وجود دارد تأثیرگذار بوده اند. خلاصه کلام اینست که انواع گوناگونی از ریاضیات وجود دارد و شکل های دیگری را نیز می توان به طور تصنعی و صرفاً با تکنیک های نمادین/صوری زبان ریاضی ساخته و پرداخته کرد. مابین مجموعه ریاضیات موجود و آتی، لزوماً ارتباط منطقی و ساختاری با قوانین جهان طبیعی و تجربی وجود ندارد. در نتیجه هر ریاضیاتی مشروعیت قبلی که برای ریاضی وجود داشت را ندارد و در انتخاب یک دانش ریاضیات بایستی دقت و تأمل کرد.

بورباکیسم ایرانی

یکی دیگر از ایدئولوژی های مطرح در مورد ریاضیات بورباکیسم نام دارد که محصول محفلی از ریاضیدانان فرانسوی در اواسط قرن بیستم میلادی با اسم مستعار بورباکی است. بورباکیسم را می توان تلفیق افلاطونگرایی و صورت گرایی به شمار آورد که اعتقاد دارد ریاضی ورزیدن و کل ریاضیات نیازی به تعامل فکری با جهان خارج، طبیعت و انگیزه های عملی و کاربردی ندارد. مبانی و پیشرفت ریاضیات ماهیتاً مستقل از اینهاست. کتاب هایی که بورباکی نوشتند مفاهیم و مباحث ریاضی را بدون توسل به هرگونه درک فیزیکی و تجربی و فقط با توسل به زبان نمادین و اصل موضوعی ارائه دادند. در نتیجه مباحث شهودی مانند هندسه و توپولوژی کاملاً جنبه صوری پیدا کردند. چنین رویکردی لاجرم به استفاده مفرط از صورتگرایی منجر می شود. بورباکیسم را می توان یکجور ایدئولوژی برای ریاضیات تلقی کرد. ریاضیات ایران به دلایل زیر تحت تأثیر افکار و سبک ریاضی بورباکیستی قرار گرفته است که ما از آن تحت اصطلاح بورباکیسم ایرانی یاد می کنیم. کتاب های درسی ریاضی از دبیرستان گرفته تا ریاضیات محض در دانشگاه رویکردی

افزایش دانش جبری ما از ساختار شود مسلماً روش بکر و خلاقانه‌ای به‌کار برده شده است. ولی در غالب پژوهش‌های فوق‌الذکر چنین پروسه‌ای کامل نمی‌شود و صرفاً به مطالعه سؤالات گرافی در باب ساختار S خلاصه می‌شود. طبیعتاً نتایج حاصله نه برای جبر و نه نظریه گراف مفید نیستند. در همین راستا می‌توان به گزارشی که آقای دکتر بهبودی از دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه کرده‌اند، اشاره کرد^۲. ایشان ابتدا در سخنرانی خود در کنفرانس ترکیبیات جبری و نظریه گراف دانشگاه بین‌المللی قزوین به سال ۱۳۹۴ و سپس در مقاله بعد از آن، بر پایه مستندات اشاره کردند که از سال ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۵ میلادی بالغ بر ۲۰۰ نوع گراف به ساختارهای جبری از قبیل حلقه، ایده‌آل، گروه، نیم‌گروه و غیره تعریف شده و پژوهش‌های بسیار زیادی توسط ایرانی‌ها اعم از استادان و دانشجویان دکتری روی این موضوع به عمل آمده است. حتی تعداد این گونه گراف‌ها از آن سال تاکنون افزایش یافته است و این مبحث روز به روز در ایران در حال گسترش است. تحلیل ایشان حاکی از اینست که نتایج حاصله برای دانش جبر چندان مفید نبوده است و حتی در برخی موارد با استفاده از روش‌های جبری، به‌طور مستقل نیز به‌دست می‌آیند. همانطور که گفته شد اینگونه پژوهش‌ها نظریه گراف را نیز بهره‌مند نمی‌کند.



ورود معیارهای معرفت‌شناختی و منطقی به جهت‌دهی پژوهش‌های ریاضیات محض

پژوهش‌های بسیاری خصوصاً در طی تکامل ریاضیات محض در ادوار گذشته، به دلیل انگیزه‌های فلسفه ریاضی و مسائل منطقی ریاضیات

ریاضیدانی دیگر و یا از محتوای یک مبحث ریاضی ایراد گرفته و آن را نقد کرده است. به عنوان مثال، مشهور است که گاوس حدس فرما را با اهمیت نمی‌دانست و جمله‌ای به این مضمون گفته است که من می‌توانم تعدادی زیادی سؤال به این صورت مطرح کنم که تا سال‌ها حل نشوند. بنابراین ممیزی دستاوردها و مباحث ریاضی توسط خود ریاضیدانان سابقه درازمدتی داشته و تعجب‌آور نیست. ولیکن از آنجا که این ماجرا گسترده است، ما به قسمت خاصی از آن که در راستای اهداف این نوشته است توجه می‌کنیم. هرمان وایل در مقاله‌ای که در دهه سی میلادی نوشته شد از کیفیت برخی از کارهای ریاضی عصر خود انتقاد کرده و آنها را ریاضیات کم‌مایه و نحوه کار را «تعمیم با رقیق‌سازی» نامیده است. در سال‌های اخیر، ترنس تائو در نوشته‌ای با عنوان «ریاضیات خوب چیست؟»^۳ ویژگی‌هایی از کار ریاضی خوب را فهرست وار بیان کرده است تا ریاضیات «خوب» را از «کم‌مایه» تمیز دهد. تائو نتیجه می‌گیرد نمی‌توان یک مبحث ریاضی خوب را به یک یا تعدادی از این ویژگی‌ها معادل دانست. با وجود اینکه تائو جنبه‌های مختلف مباحث ریاضی را در نظر گرفته است ولی به این موضوع توجه نکرده است که فرهنگ‌ها و هنجارهای پژوهشی در تولید ریاضیات «خوب» و ریاضیات «کم‌مایه» بسیار تأثیرگذار است. باید توجه کنیم تفکیک ریاضیات خوب از غیر خوب و پیش پا افتاده از طریق موضوعات و مباحث ریاضی امکانپذیر نیست بلکه موضوعی منوط به فرهنگ‌های پژوهشی است. به همین دلیل رویکرد ما در بحث پوست‌اندازی بیشتر بر پایه نقد و اصلاح فرهنگ‌های پژوهشی در ایران بوده و نقطه عزیمت بحث پیشنهاد برخی خطوط آموزشی و پژوهشی است. این مقاله در مقامی نیست که این یا آن سنخ از ریاضیات انجام شده در ایران را مورد انتقاد قرار دهد ولی بعضی از متخصصین که در کیفیت کارهای ریاضی تأمل کرده‌اند، برخی از مباحث پژوهشی را مورد نقد قرار داده‌اند که صرفاً به یک نمونه اشاره می‌کنیم. از چند سال پیش پژوهش‌هایی که می‌توان اختصاراً «اختصاص گراف ترکیبیاتی به انواع گوناگون ساختارهای جبری» قلمداد کرد، در ایران به‌وفور رواج یافت. به‌زودی این قسم پژوهش‌ها مورد انتقاد عده‌ای از دانشگاهیان قرار گرفت. به اعتقاد نگارنده ایرادی که بر این پژوهش‌ها می‌توان وارد کرد چنین است. فرض کنید به یک ساختار جبری S یک گراف ترکیبیاتی مانند G تعریف و اختصاص داده و سپس پرسش‌های نظریه گرافی در مورد G را مورد مطالعه و بررسی دهیم. اگر معلومات نظریه گرافی که حاصل می‌شود را به زبان جبری و به ساختار S انتقال دهیم و منجر به

^۲ ترنس تائو، ریاضیات خوب چیست؟ نشر ریاضی، ۱۳۸۶، سال ۱۶ شماره ۲، صفحه ۲۸-۳۴

^۳ محمود بهبودی، بررسی و نقد علمی برخی پژوهش‌های بحث‌برانگیز و مقالات فاقد اصالت موضوع در عرصه دانش و پژوهش کشور، تک‌نگاشت، ۱۳۹۴

است.

۲. یافتن یک محک برای «هم ارزی گرامری» مابین دستگاه‌های اصل موضوعی متناظر با یک نظریه مفهومی واحد.

۳. «طبقه‌بندی» مدل‌های مفهومی نظریه، مستقل از انتخاب یک دستگاه اصل موضوعی خاص برای نظریه.

۴. یک «قضیه مکملیت» که مفهوم صدق در مدل را (موسوم به صدق معنایی یا semantic truth) به مفهوم صدق گرامری (syntactic truth) یعنی اثبات حاصل از اصول موضوع، مرتبط کند.

معیارهای آکادمی پاداش و فرهنگ‌های پژوهشی در ریاضیات کشور

از این گزاره آغاز می‌کنیم که فرهنگ‌های پژوهشی نادرست یا کم‌مایه منجر به تولیدات ریاضی کم اهمیت، غیرضروری و غیر قابل دفاع می‌گردد. اینگونه پژوهش‌ها مصداق بارز لفاظی‌های زبان زرگری ریاضی است که در مقاله «آکادمی پاداش» مطرح شده‌اند. در زیر برخی از این انگیزه‌ها و فرهنگ‌های پژوهشی را لیست‌وار شرح داده، کاستی و عارضه منفی هر کدام را نیز توضیح می‌دهیم. هدف از این لیست و توضیحات در مورد آنها، ارائه بینشی نقادانه و افزایش آگاهی از شرایط پژوهشی در ایران و بطور خاص جامعه ریاضی کشور است.

۱. پژوهش‌هایی که با هدف زود به نتیجه رسیدن نتایج و تولید مقاله انجام می‌شوند: تحت چنین شرایطی فرصت کافی برای تأمل و تفکر عمیق وجود ندارد و لذا به نتیجه رساندن و تسریع در اتمام کار بر عمق، کیفیت و هوشمندی اثر غلبه می‌کند.

۲. پژوهش‌هایی که صرفاً دنبال مسائل مطرح شده در مقالات هستند: این فرهنگ پژوهشی از فرهنگ مسئله حل کنی حاصل می‌شود. اگرچه می‌تواند آثار ارزشمند و راه‌حل‌های عمیق و خلاقانه تولید کند ولی فاقد ابتکار، نوآوری، بینش جامع علمی، ممیزی و نقد پژوهشی خواهد بود.

۳. پژوهش‌هایی که صرفاً با قصد و هدف حجیم کردن رزومه، افزایش تعداد مقالات و ارجاعات انجام می‌شوند: این فرهنگ پژوهشی معمولاً منجر به تولید آثار ریاضی کم‌مایه و احتمالاً برخی کج‌روی‌ها و سوءاستفاده‌های پژوهشی می‌گردد.

۴. پژوهش‌هایی که با هدف ترفیع و ارتقاء دانشگاهی و یا هرگونه

انجام شده است. به عنوان مثال پرسش‌هایی نظیر تمامیت و سازگاری نظریه‌های ریاضی، مناقشه شهود و روش‌های شهودی در یک طرف و دقت و روش‌های صوری در طرف دیگر و غیره، در ایجاد مسائل پژوهشی برای ریاضیات محض بسیار اثرگذار بوده است. البته در حال حاضر پژوهش‌های ریاضیات از مسائل فلسفی و منطقی تا حد زیادی فارغ شده‌اند. اینکه چه اهداف، برنامه‌ها و سرخ‌های فکری، پژوهش‌های ریاضی را تعیین و جهت‌دهی می‌کنند پرسشی بغرنج است. البته می‌توان چند مورد کلی را بیان کرد از قبیل (الف) تعمیم اعم از مفاهیم، احکام و تکنیک‌ها (ب) تلیخیص نمادین و صوری و (پ) پژوهش‌هایی که صرفاً حل مسائل را مورد هدف قرار می‌دهند. با این وجود، با توجه به اینکه تفکر ریاضی تا حد زیادی اسلوب‌مند است امکان مانیتورینگ و تحلیل روش‌های ریاضی با توسل به مقولات منطقی وجود دارد. به عنوان مثال کارهای ریاضی را می‌توان به دو رده کلان (الف) تلاش برای یافتن دستگاه‌های اصل موضوعی مفاهیم و مدل‌های ریاضی و استخراج احکام ریاضی نمادین / صوری درون دستگاه‌های اصل موضوعی و (ب) تلاش برای یافتن مدل‌های مفهومی برای دستگاه‌های اصل موضوعی، تقسیم کرد. منظور از یک مدل مفهومی (به ویژه در متن علوم شناختی نوین) عبارت است از هر ساختمان یا پیکربندی ذهنی مفاهیم ریاضی که از عناصر تصویری/فضایی، نمادین (اعم از عددی و انتزاعی) و یا تلفیق آنها تشکیل یافته است. برخی از تحلیل‌گران ریاضیات مانند جیان - کارلو رُتا معتقد هستند قسمت اعظم آثار ریاضی بایستی موقوف به تعامل مدل‌های مفهومی و دستگاه‌های اصل موضوعی شود. برای آشنایی با نظریات رُتا به کتاب ایشان مراجعه کنید^۴. برنامه پژوهشی که به‌دست می‌آید به شرح زیر است:

۱. یافتن دستگاه‌های متعدد و غنی اصل موضوعی برای مدل‌های ذهنی مباحث و نظریه‌های ریاضی. مثال عمده‌ای که رُتا مطرح می‌کند مدل مفهومی خط حقیقی است. خط حقیقی حداقل به شش شیوه صوری اصل موضوعی می‌شود. یعنی به شیوه‌های پیوستار حقیقی، میدان مرتب ارشمیدسی کامل، میدان بسته حقیقی، دستگاه اعشاری‌های دودویی و غیره. شیوه‌های مختلف اصل موضوعی‌سازی یک مدل مفهومی واحد باعث می‌شود درک ریاضیاتی ذهن از آن مفهوم بیشتر گردد. مثال دیگر مفهوم گروه و شیوه‌های مختلف اصل موضوعی‌سازی گروه است. در مجموع باید تأکید کرد یک یا چند دستگاه اصل موضوعی، لزوماً همه جوانب و خواص مدل مفهومی مزبور را آشکار نمی‌سازند و مستلزم تلاش‌های بیشتر

⁴Gian-Carlo Rota, Indiscrete Thoughts, Birkhauser (1998)

رشته‌ها و پژوهش‌های علوم پایه متکی بر رابطه ارگانیک و چرخشی مابین علوم پایه و علوم کاربردی‌پذیر است. برای رفع این معضل و فقدان بزرگ، پیشنهادهایی در بخش مربوط به ریاضیات عینی خواهیم داد.

۹. فقدان رسالت کلان و برنامه‌ریزی شده ملی برای پژوهش: این موضوع عمده‌ترین نقص در نظام پژوهشی کشور است. در نبود یک رسالت و مجموعه اهداف کلان برای پژوهش، وقت، انرژی، سرمایه فکری و بودجه آحاد دانشگاه به نحو بهینه مصرف نمی‌گردد و تلاش‌های فردی و جمعی افراد به هدر می‌رود. در سال‌های گذشته برخی از کشورها برای گسترش و پژوهش‌های ریاضی برنامه متمرکز ارائه داده و موفق نیز شدند. به عنوان مثال در کشور لهستان روی دو حوزه توپولوژی و نظریه مجموعه‌ها سرمایه‌گذاری کردند که حاصل کار سهم درخشان ریاضیدانان لهستانی در این مباحث ریاضی است. به زعم نگارنده اتخاذ و انجام چنین سیاستی در ایران منجر به مشکلات و اختلاف نظرات فراوانی خواهد شد. بدین معنی که نمی‌توان تعدادی مبحث در ریاضیات را انتخاب و همگان را ترغیب به پژوهش روی آن مباحث کرد. با این وجود، در راستای رفع این نقص بزرگ در قسمت پیشنهادات مواردی مطرح می‌کنیم که البته از انتخاب این یا آن مبحث ریاضی نیز فارغ است.

نظام پژوهشی با رسالت و اهداف پژوهشی با قاعده و قابل دفاع بسیار موجه‌تر است از نظامی که هدفش افزایش آمار مقالات و شاخص‌های مربوطه است. اگرچه فرهنگ‌های پژوهشی فوق‌الذکر عمدتاً بوسیله سیاست‌ها و آئین‌نامه‌های وزارتخانه و شورای عالی انقلاب فرهنگی از نوع فشار برای تولید مقاله و ارزیابی‌های گوناگون فقط بر حسب تعداد مقاله، ایجاد می‌گردد ولی هنوز حوزه‌هایی وجود دارند که ابتکار عمل و اصلاحات دست اعضای هیئت علمی و مسئولین دانشگاه‌هاست که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تصحیح و تغییر متون و مباحث درسی، گسترش شاخه‌ها و گرایش‌های ریاضی هدفدار، انتخاب تم‌های ریاضی مطلوب از میان مجموعه تم‌های موجود در ریاضیات. حال با این مقدمه و در راستای آسیب‌شناسی فوق، می‌توان برخی از عوامل درون سیستمی که مانع تحول و بازنگری در ریاضیات کشور شده‌اند را توضیح داد.

الف) استادانی که انگیزه پاداش (اعم از مادی، اجتماعی، سازمانی و رسانه‌ای) بر جنبه‌های علمی و آکادمیک آنها غلبه می‌کند، اهداف زیر را دنبال کرده‌اند: حجیم کردن سی‌وی، پژوهش با هدف افزودن تعداد مقالات و تعداد ارجاعات، رسیدن به استخدام رسمی، ارتقاء به دانشیاری و استادی، استاد نمونه و

کسب پاداش مادی و اجتماعی مانند شهرت و نمایش انجام می‌شوند: به دلیل اینکه انظار عمومی و پاداش‌های دانشگاهی، مواردی از قبیل تعداد مقالات و ارجاعات را معیار قرار می‌دهند، فرهنگ پژوهشی که کسب پاداش را در اولویت قرار می‌دهد به عوارضی منجر می‌شود که مشابه عوارض فرهنگ حجیم کردن رزومه، افزایش تعداد مقالات و ارجاعات است (بند ۳).

۵. پژوهش‌هایی که با هدف چاپ در این یا آن ژورنال خاص انجام می‌شوند: ملاک قرار دادن ژورنالی خاص مانع کسب بینش پژوهشی و نقد در حوزه پژوهش می‌گردد. استقلال و ابتکار عمل را از پژوهشگر سلب کرده و باعث محدودیت فکر و بینش وی می‌گردد. بعلاوه، هدف پژوهشی معطوف به انتشار مقاله در این یا آن ژورنال هر چند با کیفیت، زیرساخت علمی موجهی ایجاد نمی‌کند.

۶. پژوهش‌هایی که بدون وجود ضرورتی موجه، صرفاً جهان اشیاء یک حوزه خاصی از ریاضیات را گسترش داده و یا تعمیم و انتزاع مباحث را مورد هدف قرار می‌دهند بدون اینکه به وحدت چند مبحث از حیث مدل فکری و چارچوب فرمالیستی منجر شوند: اینگونه پژوهش‌ها مصداق لفاظی‌های زبان ریاضی هستند و صرفاً برگ‌های بیشتری به زبان تکنیکی ریاضی بدون فایده علمی خاصی می‌افزایند.

۷. نبود فضای شور و شوق و اشتیاق و تربیت فضایل علمی برای دانش‌آموزان و دانشجویان: در این مورد توضیحاتی قبلاً دادیم. اهداف پژوهشی با هدف تولید مقاله حوزه آموزش را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. بایستی دقت کرد دانش‌آموزان و دانشجویان و البته بسیاری از استادان دانشگاه با چاپ مقاله و شمارش مقالات یا ارجاعات کسب انگیزه نمی‌کنند. فضای آکادمیک باید شور و شوق و اشتیاق لازم برای یادگیری دانش جامع علمی فراهم آورد. فشار و تمایلات برای افزایش تعداد مقالات اعضای هیئت علمی باعث شده تعداد کثیری دانشجوی دکتری، بدون برنامه‌ریزی و توجه به آینده شغلی آنان در دانشگاه‌ها پذیرفته شود. میزان گسترش و افزایش تعداد دانشجویان دکتری خیلی بیشتر از میزان استخدام هیئت علمی است که منجر به بیکاری معدودی از فارغ التحصیلان شده است. دانشجویان دکتری ابزاری برای ارتقاء و افزایش مقالات استادان نیستند.

۸. فقدان رابطه ارگانیک بین دستاوردهای علوم پایه و فنون سودمند و کاربردی در ایران: این موضوع از عمده‌ترین نواقص در ایران است. در بخش مربوط به سیاست‌های کشورهای غربی و سوسیالیستی اشاره خواهیم کرد که چه اندازه دلیل برای حمایت از

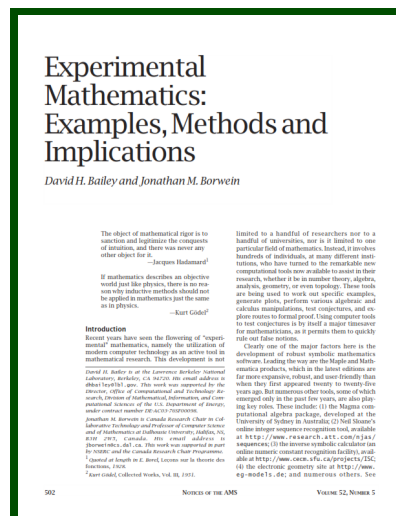
نگرانه داشته‌اند. همانطور که ولادیمیر آرنولد به صراحت تأکید کرده است ریاضیات شوروی سوسیالیستی، ریاضیاتی از سبک کلاين و پوانکاره بوده است و نه سبک هیلبرت و بورباکی. واقعیت اینست که ریاضیات شوروی از بورباکیسم در امان بوده است. علت این موضوع بطور تحلیلی بررسی نشده است ولیکن می‌تواند ناشی از سلیقه یا باور پیش‌تازان و مؤثرین ریاضیات در شوروی باشد. ولی ما دلیل دیگری مطرح می‌کنیم. به پشتوانه دکترین عمده‌ای در معیارهای مارکسیستی موسوم به پراکسیس (praxis)، معرفت و دانش در جوامع سوسیالیستی که شوروی سابق مصداق بارز آن است، همواره معطوف به عمل و تولید بوده است. منظور از پراکسیس اینهمانی عمل و نظریه است و باعث می‌گردد هرگونه علاقه نظری معطوف به تغییر اجتماعی از طریق تولید شود. بر مبنای این دکترین، جوامع سوسیالیستی از ریاضیات محض عاری از دانش کاربردی و عملی چندان استقبال نمی‌کنند. بدون دلیل نیست که دپارتمان‌های ریاضی همواره توأم با دپارتمان‌های مهندسی به عنوان مثال دانشکده‌های ریاضی و مکانیک تأسیس شده‌اند بدون اینکه به خود مختاری رشته ریاضیات خللی وارد شود. وضعیت و موازین غیربوروکراتیک شوروی موجب شده بود فرهنگ دانشگاهی غیر جاه‌طلبانه‌ای شکل بگیرد. علاوه بر این، چنین به نظر می‌رسد ریاضیدانان روسی حتی از حیث ویژگی‌های شخصیتی و روانشناسی، کمتر به شهرت و پرستیژ اهمیت داده و بیشتر به خلاقیت در ریاضی‌ورزی و اجتماعی کردن ریاضیات اهتمام ورزیده‌اند. از جمله رادیکال‌ترین ریاضیدان روسی که کمترین تعلق خاطر به معیارهای پاداش و امتیازات دانشگاهی داشته است می‌توان به گرگوری پرلمان اشاره کرد. فرهنگ دانشگاهی و معیارهای پژوهشی موجود در دوره شوروی فاصله دوری از «آکادمی پاداش» داشته است.

مشروعیت حمایت از علوم پایه در کشورهای غربی بر این پایه استوار است که علوم پایه و کاربردی و صنعتی در این کشورها یک نظام ارگانیک حلقوی واحدی تشکیل می‌دهند. بواسطه این پیکره واحد، حمایت از کل این نظام، شامل حال اجزاء مختلف آن از قبیل پژوهش‌های ریاضیات محض نیز شده است. البته در یکی دو دهه اخیر وضعیت تا حدی فرق کرده است. جهت کسب حمایت از پژوهش‌های ریاضی دو گزارش موسوم به گزارش دیوید در سال‌های ۱۹۸۴ و ۱۹۹۰ میلادی به دولت آمریکا و بنیاد ملی علوم تسلیم شده است. دیوید (مشاور وقت کاخ سفید در علوم و پژوهش) در این گزارش‌ها با ذکر دستاوردها و موفقیت‌های ریاضیات در عرصه‌های مختلف علوم و تکنولوژی، لزوم حمایت از پژوهش‌های ریاضی را

از این قبیل. بایستی توجه کرد دانشجویان به دلیل موقعیت سنی‌شان و بسیار از استادان از «مقاله بازی» و مقولاتی از قبیل تعداد مقالات و ارجاعات کسب انگیزه نمی‌کنند. چنین کسب انگیزه‌ای عمدتاً مختص پاداش جویان و افرادیست که برایشان ریاضیات و فعالیت پژوهشی چیزی جز میدان مسابقه با هدف رکورد زنی نیست. دانشجویان برای ریاضی‌ورزی و کسب انگیزه نیازمند شور و شوق و اشتیاق هستند. دانشکده‌های ریاضی مؤلف هستند فضای دانشگاهی آکنده از اشتیاق برای دانشجویان و حتی استادان ایجاد کرده و فراهم آورد.

ب) اینرسی پژوهشی استادان که - برای سهولت کار - سال‌ها در یک موضوع ثابت و محدود کار می‌کنند و منجر به تولید آثار پژوهشی و دانشجویانی با همان سواد و معلومات می‌شود.

مطالب فوق به روشنی لزوم تحول و به تعبیر ما پوست‌اندازی در ریاضیات کشور را نشان می‌دهد. قبل از اینکه پیشنهادها را مطرح کنیم، نگاه مختصری می‌اندازیم به شرایط حمایت از علوم پایه در دو مدل غربی و سوسیالیستی.



حمایت از علوم پایه در مدل کشورهای غربی و سوسیالیستی

با وجود محدودیت‌های شدیدی که در فضای دانشگاه‌ها و خطوط پژوهشی در شوروی سوسیالیستی وجود داشت، بروز پیشرفت‌های بسیار چشمگیر ریاضیات محض و کاربردی در آن دوره حیرت همگان را برانگیخته است. با بررسی ریاضیدانان روسی و آثار آنان به سادگی در می‌یابیم تفکیک ریاضیات به محض و کاربردی در آموزش و فرهنگ آنان جایگاهی نداشته و به ریاضیات نگاهی کل

پیشنهاد دوم: ریاضیات پدیده‌ها و مسائل عینی

درک ریاضیاتی پدیده‌های موجود در طبیعت و جامعه از طریق (الف) مدل‌سازی ریاضی و بیان صوری و مفهومی پدیده و (ب) توضیح و تبیین ریاضی برای علت‌الگوها و ویژگی‌های مندرج در پدیده، به عمل می‌آید. برخی از پدیده‌های اجتماعی و اقتصادی مشابه پدیده‌های طبیعی، قوانین یکنواخت و معنادار از خود نشان می‌دهند. این موضوع بسیار عجیب، ضرورت پژوهش روی مدل‌سازی پدیده‌های اجتماعی و اقتصادی را نشان می‌دهد. به مباحث و مسائلی در ریاضیات که (الف) و (ب) را انجام می‌دهند، «مباحث و مسائل عینی» اطلاق می‌کنیم. تفاوت‌های بارز ریاضیات عینی با ریاضیات متداول (اعم از محض و کاربردی) در موارد زیر نهفته است. نخست اینکه ریاضیات عینی معطوف به مدل‌سازی و تعامل نزدیک با پدیده‌های موجود در طبیعت و اجتماع است. بعلاوه، ریاضیات عینی علاوه بر استفاده از زبان متعارف اصل موضوعی ریاضی، به مدل‌های مفهومی و تجربی مباحث ریاضی اهمیت خاصی قائل شده و عمدتاً از قابلیت‌های این زبان بهره می‌برد. در حال حاضر زمینه‌های ریاضیات عینی حوزه‌های گسترده فیزیک آماری، نجوم، شاخه‌های مکانیک، زیست‌شناسی، شیمی، فیزیولوژی، پزشکی، اقتصاد، شبکه‌های اجتماعی و غیره را شامل می‌شود. نگاهی به فهرست رده‌بندی موضوعات ریاضی AMS نشان می‌دهد طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۰ میلادی موضوعات و شاخه‌های گوناگونی از علوم تجربی به فهرست مزبور اضافه شده است، شاخه‌هایی که تا دیروز منفک از ریاضیات تصور می‌شد ولی اکنون در ذیل آن است. علاوه بر استفاده‌های کاربردی و عملی ریاضیات مباحث عینی، علت پیشنهاد ما در نکته مهم دیگری نیز نهفته است. به دلیل اینکه یک طرف این پدیده‌ها رویدادهایی مستقل از ذهن است، ریاضیات انجام شده در این راستا با ریاضیاتی که صرفاً حاصل کاوش محض ذهن است تفاوت ماهوی دارد. اگر ریاضیات عینی به طرز صحیح انجام شود از گزند لفاظی و ریاضی بافی در امان خواهد ماند. ولی خالی از لطف نیست نکته مهمی در اینجا گفته شود. بسیاری از مباحث در ریاضیات در جهت تعمیم و انتزاع بخشی «مباحث و مسائل عینی» هستند. در بسیاری از این تعمیم‌ها مفاهیم اصلی ثابت می‌مانند ولی زمینه بحث بسیار عوض می‌شود. در نتیجه، نتایجی که به این شکل به دست می‌آیند اهمیت چندانی برای آن مسائل عینی ندارند. به عبارت دقیق‌تر تعمیم و انتزاع‌سازی صرف مسائل عینی بدون اتصال به زمینه اصلی بحث، تبدیل به ریاضی بافی می‌گردد. ریاضیات کاربردی بایستی مشتمل بر مدل‌سازی و تحلیل پدیده‌های عینی در دنیای تجربی و جامعه باشد. به عبارت

تأکید و توصیه کرده است. نکته مهم اینست که شاخه‌های ریاضیات محض همراه و در معیت مباحث کاربردی و صنعتی ریاضیات آورده شده است. به عبارت دیگر ریاضیات محض زیر چتر کاربردپذیری مباحث کاربردی ریاضیات در علوم تجربی و مهندسی مورد توجه و حمایت قرار گرفته است.

پیشنهاد اول: پرهیز از ریاضی بافی به عنوان یک فضیلت و منش آکادمیک

همانطور که در بخش‌های قبل اشاره کردیم ریاضیدانان مطرح بسیاری، از کیفیت برخی از انواع ریاضیات تحت اصطلاحات «رقیق‌سازی»، «کم‌مایه»، «پیش‌پافتاده» و اصطلاح جامع‌تر «کند و کاو غیرضروری» انتقاد کرده‌اند. البته در عمل و در ارزشگذاری آثار ریاضی، مرزبندی و تفکیک دقیق پژوهش ضروری از غیر ضروری، کاری به‌غایت حساس و بغرنج بوده و تا درجاتی متأثر از سلیقه و داوری‌های شخصی است. به همین دلیل پرهیز از پژوهش‌های غیرضروری و به تعبیر مقاله حاضر پرهیز از ریاضی بافی (و لفاظی‌های زبان زرگری ریاضی) را به عنوان یک فضیلت علمی - پژوهشی مطرح می‌کنیم تا پژوهشگران ریاضی آن را مطمئن نظر قرار دهند. همچنین در بخش «فرهنگ‌های پژوهشی» توضیح داده شد در تولید اینگونه آثار ریاضی، هنجارهای پژوهشی نقش اصلی را دارند، بنابراین اصلاح اصلی باید از همین فرهنگ‌های هنجاری اقدام و آغاز شود. نباید چنین پنداشت که انتشار در فلان ژورنال خاص یا تعداد ارجاعات یک مقاله، ضروری و موجه بودن پژوهش مربوطه را تضمین می‌کند. در برخی از موارد موضوع ارجاعات یک مقاله، مخصوصاً در ایران مسئله دار و قابل نقد است. البته انتشار مقاله در ژورنال‌های با کیفیت، امری بسیار پسندیده و افتخارآمیز است ولی نمی‌توان معیار و ملاک پژوهش معتبر و ضروری را در ویژگی‌های ژورنالی و آمار ژورنالیستی جستجو کرد. میزان کیفیت یک کار ریاضی لزوماً هم ارز با میزان قوت نتایج آن کار نیست. چه بسا یک دست‌آورد ریاضی نتایج ضعیفی در بر داشته باشد ولی در جهت یک هدف و رسالت پژوهشی معتبر و قابل دفاع باشد. آثار ریاضی که صرفاً جهان‌اشیاء یک مبحث ریاضی را گسترش داده، کند و کاو غیر موجه و غیر ضروری انجام می‌دهند، ریاضیاتی غیر قابل دفاع و کم کیفیت هستند. همانطور که گفته شد کیفیت ژورنال (برحسب فاکتورهای متداول) لزوماً قابل دفاع بودن محتویات انتشار یافته و به طریق اولی مشروعیت پژوهش را تضمین نمی‌کند. در واقع ریاضیات غیر ضروری می‌تواند از حیث دشواری، سخت و مشقت بار باشد و حتی در یک ژورنال معتبر نیز انتشار یابد، زیرا در هر ژورنالی سلیقه و تمایلات تعدادی ادیتور و داور تعیین کننده هستند.

است. انتظام و تحلیل داده‌ها شرط ضروری کشف روابط ما بین پدیده‌ها و قواعد ساختارمند است. ریاضیات تجربی تعامل خلاقیت و شهود ریاضی با کامل‌ترین شیوه‌های محاسبات صوری و عددی و نیز مجسم‌سازی مفاهیم و نتایج ریاضی با توسل به گرافیک کامپیوتری است. ریاضیات تجربی، ریاضیاتی ملموس و تا حد ممکن قابل تجسم بوسیله نرم‌افزارهای گرافیکی است که با کمیت‌های محاسبه‌پذیر سروکار دارد. اگرچه ابزارهای محاسباتی در خدمت ریاضی تجربی هستند ولی پژوهش کارآمد در ریاضیات تجربی نیازمند قدرت ذهنی و خلاقیت ریاضی بالایی است. مفهوم اثبات در ریاضیات تجربی با مفهوم منطقی و قیاسی آن تفاوت دارد. به عقیده ریاضیدانان تجربی تحقیق درستی یک حدسیه در خصوص پارامتر n مثلاً تا $n = 10^9$ و یا تا ۱۰۰۰۰۰ رقم اعشار قانع‌کننده و سهل‌الوصول‌تر از بررسی دقیق یک اثبات سیصد صفحه‌ای آنست. فلسفه‌ای پشتوانه تم تجربی از ریاضیات وجود دارد که قائل است درک جامعه از ریاضیات و شیوه‌های نوین بهره‌برداری از ریاضیات دستخوش تغییرات بسیاری است. نباید نگران شد این موضوع به مفهوم سنتی اثبات که شالوده معرفت ریاضی است لطمه میزند. ریاضیات تجربی نحوه خاصی از تعامل ریاضیاتی ذهن با جهان ریاضیات است که در آن تفکر قیاسی نقشی کم رنگ و در مقابل، تعامل محسوس و قابل تجسم از ریاضیات به واسطه تفکر استقرائی، محاسباتی (صوری و عددی) و تجسم‌سازی‌های گرافیکی پررنگ است. نشریه Experimental Mathematics به‌طور مشخص و تعدادی نشریه دیگر به ریاضیات تجربی اختصاص دارد. برای آشنایی بیشتر با روش‌ها، مثال‌ها و تبعات ریاضیات تجربی، خوانندگان را به مقاله جالب توجهی که در نویسندگان انجمن ریاضی آمریکا انتشار یافته ارجاع می‌دهیم^۵. از آنجا که قویاً پیش‌بینی می‌شود این سنخ از ریاضیات - حداقل به دلیل سودمندی آن - نقش بسیار مهمی در آینده ریاضیات داشته باشد، برنامه‌ریزی با هدف تأمین زیرساخت‌های آموزشی، فنی - محاسباتی و پژوهشی ریاضیات تجربی می‌تواند در اولویت‌های برنامه‌ریزی کلان در ریاضیات کشور باشد.

* دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

دیگر ریاضیات کاربردی باید هر چه بیشتر خود را به ریاضیات عینی نزدیک کند. در حال حاضر ریاضیات کاربردی موجود در کشور بیشتر در ریاضیات محاسباتی و کاربرست برخی روش‌ها خلاصه می‌شود و ارتباط چندانی با خود پدیده‌ها برقرار نمی‌سازد. برای نزدیکتر شدن ریاضیات کاربردی به ریاضیات عینی، چند روش‌شدنی مطرح می‌کنیم.

۱. برگزاری سمینارها و کارگاه‌های مشترک مابین متخصصین ریاضی و متخصصین شاخه‌های مختلف علوم و مهندسی. به عنوان مثال کارگاهی با مشارکت مهندسی صنایع و بهینه‌سازی و نظریه گراف. همچنین کارگاهی با مشارکت اقتصاد و ریاضیات مالی.

۲. تشکیل کمیته‌هایی برای اصلاح محتویات و سیلابس‌های درسی با حضور متخصصینی از رشته‌های علوم و مهندسی و ریاضیات با هدف گنجاندن مطالب بیشتری از شاخه‌های مختلف علوم و مهندسی در برنامه درسی از کارشناسی تا دکتری ریاضیات کاربردی.

۳. همکاری و پروژه‌های پژوهشی مشترک مابین ریاضیدانان کاربردی و متخصصین شاخه‌های علوم و مهندسی.

در انتهای این بخش مطلب مختصری در باب پژوهش‌های محض می‌افزایم. ریاضیات مباحث عینی متضمن پژوهش‌های ریاضی محض نیز هست که به‌طور خلاصه می‌توان به تحلیل و تعمیق مدل‌های مفهومی و روش‌های حل مرتبط با مسائل عینی اشاره کرد. این قسم ریاضیات محض، ریاضیاتی است که از هدف و منبع اصلی مباحث دور نمی‌شود و با ریاضیات محضی که صرفاً جهان اشیاء و زبان محض ریاضی را گسترش می‌دهد تفاوت بسیار دارد.

پیشنهاد سوم: ریاضیات تجربی (ریاضیات ملموس و قابل تجسم)

ریاضیات عینی که در پیشنهاد قبل مطرح کردیم نیازمند روش‌های محاسباتی برای یافتن راه‌حل‌های عددی و ریاضیات الگوریتمی است. به‌علاوه در بیشتر موارد آنچه در وهله اول از پدیده‌ها و مسائل عینی به ریاضیات می‌رسد انبوهی از داده‌های غیرساختارمند

⁵<https://www.ams.org/notices/200505/fea-borwein.pdf>